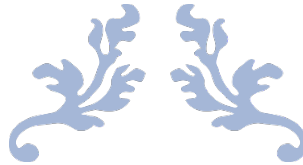




Διατμηματικό Πρόγραμμα Σπουδών (ΔΠΜΣ)
Βιώσιμη Διαχείριση Περιβαλλοντικών Αλλαγών και Κυκλική Οικονομία



ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ**



Μεταπτυχιακός φοιτητής: **Κορτσέλης Χρήστος**
Επιβλέπουσα καθηγήτρια: **κ. Όλγα Χριστοπούλου**

Βόλος, Νοέμβριος 2023

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η προστασία και διατήρηση της βιοποικιλότητας αποτελούν καίριο ζήτημα στον σύγχρονο κόσμο, με τις τεχνολογίες να αναδεικνύονται ως ισχυρά εργαλεία για την αντιμετώπιση αυτής της πρόκλησης. Η χρήση προηγμένων τεχνολογιών, όπως αισθητήρες και δορυφορικά συστήματα, επιτρέπει την ακριβή παρακολούθηση και περιβαλλοντική συστηματική παρατήρηση των ειδών και των οικοσυστημάτων. Η ανάλυση δεδομένων συμβάλλει στη λήψη αποφάσεων για τη διαχείριση και προστασία τους. Επιπλέον, η γενετική τροποποίηση και οι προηγμένες τεχνικές αναπαραγωγής επιτρέπουν καινοτόμες προσεγγίσεις για τη διατήρηση ειδών και την αναζωογόνηση απειλούμενων πληθυσμών, συνεισφέροντας στην πολυμορφία της βιολογικής κληρονομιάς.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Διατήρηση Βιοποικιλότητας, τεχνολογίες, τηλεπισκόπηση, γεωχωρική ανάλυση, τεχνητή νοημοσύνη, μηχανική μάθηση, γενετικές τεχνολογίες.

ABSTRACT

The protection and conservation of biodiversity is a key issue in today's world, with technologies emerging as powerful tools to address this challenge. The use of advanced technologies, such as sensors and satellite systems, allows for accurate monitoring and environmental tracking of species and ecosystems. Data analysis contributes to decision-making on their management and protection. In addition, genetic modification and advanced breeding techniques allow innovative approaches to conserve species and regenerate threatened populations, contributing to the diversity of biological heritage.

KEYWORDS

Biodiversity conservation, technologies, remote sensing, geospatial analysis, artificial intelligence, machine learning, genetic technologies.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	1
ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ	1
ABSTRACT	1
KEYWORDS	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	14
1.1 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ.....	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	15
2.1 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ.....	15
2.2 ΤΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ.....	17
2.2.1 Η ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ	19
2.2.2 Η ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ.....	20
2.2.3 Η ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ	22
2.3 Η ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ.....	24
2.3.1 Η ΧΛΩΡΙΔΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	26
2.3.2 Η ΠΑΝΙΔΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	27
2.3.3 Η ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ	28
2.4 ΤΑ ΧΕΡΣΑΙΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	29
2.4.1 ΤΑ ΦΡΥΓΑΝΑ.....	30
2.4.2 ΤΑ ΑΕΙΦΥΛΛΑ - ΣΚΛΗΡΟΦΥΛΛΑ.....	31
2.4.3 ΤΑ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΑ ΔΑΣΗ ΚΩΝΟΦΟΡΩΝ.....	32
2.4.4 ΤΑ ΦΥΛΛΟΒΟΛΑ ΔΑΣΗ.....	33
2.4.5 ΤΑ ΑΛΠΙΚΑ ΛΙΒΑΔΙΑ	34
2.5 ΤΑ ΥΔΑΤΙΝΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ	34
2.6 ΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	35
2.7 ΤΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΤΩΝ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ.....	36
2.8 Ο ΟΡΙΣΜΟΣ, ΟΙ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΑΙ ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ	38
2.8.1 ΤΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΚΑΙ ΤΑ ΚΟΙΝΩΝΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΤΩΝ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ	41
2.8.2 ΟΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΩΝ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ.....	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	47
3.1 ΤΑ ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ.....	47
3.2 Η ΑΠΩΛΕΙΑ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ	50
3.3 Η ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ ΔΑΣΩΝ	51
3.4 Η ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ.....	53

3.5	Η ΑΛΟΓΙΣΤΗ ΧΡΗΣΗ ΚΑΙ Η ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ	55
3.5.1.	Η ΥΠΕΡΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ	55
3.5.2.	Η ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ.....	57
3.6	Η ΕΡΗΜΟΠΟΙΗΣΗ	60
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΜΕΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ		62
4.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	62
4.2	Η ΑΠΩΛΕΙΑ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ.....	62
4.3	ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΕΞΑΦΑΝΙΣΗΣ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ	65
4.4	Η ΑΞΙΑ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ	67
4.4.1.	ΟΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ.....	68
4.4.2.	Η ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ	69
4.5	ΑΝΘΡΩΠΙΝΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ.....	71
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΚΑΙ Η ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΙΣ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ.....		74
5.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	74
5.2	Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ.....	74
5.2.1.	ΝΟΜΟΣ 1650/1986	75
5.2.2.	ΝΟΜΟΣ 2742/1999	75
5.2.3.	ΝΟΜΟΣ 3937/2011	76
5.3	Η ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΚΑΙ ΔΙΕΘΝΗΣ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ	77
5.3.1.	ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΔΗΓΙΑ 79/409/ΕΟΚ.....	77
5.3.2.	ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΔΗΓΙΑ 92/43/ΕΟΚ.....	78
5.3.3.	Η ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ ΜΕΣΩ ΔΙΕΘΝΩΝ ΣΥΜΒΑΣΕΩΝ.....	81
5.4	ΤΑ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΑ ΕΙΔΗ.....	83
5.4.1.	ΤΑ ΕΙΔΗ ΠΟΥ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΘΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ.....	83
5.4.2.	ΤΑ ΕΙΔΗ ΠΟΥ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΟΙΝΟΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ.....	83
5.4.3.	ΤΑ ΕΙΔΗ ΠΟΥ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΕΘΝΕΣ ΔΙΚΑΙΟ.....	83
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΤΡΟΠΟΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ		85
6.1	ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΕΣ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ.....	85
6.1.1.	ΓΝΩΣΗ ΚΑΙ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΤΩΝ ΑΥΤΟΧΘΟΝΩΝ.....	85
6.1.2.	ΑΓΡΟΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ	86
6.1.3.	ΙΕΡΑ ΑΛΣΗ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ	86
6.1.4.	ΚΟΙΝΟΤΙΚΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΖΟΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ.....	87
6.1.5.	ΠΡΟΦΟΡΙΚΕΣ ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΓΝΩΣΕΩΝ.....	88

6.1.6.	<i>ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ</i>	88
6.1.7.	<i>ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΟΙ ΝΟΜΟΙ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΚΥΒΕΡΝΗΣΗΣ</i>	88
6.1.8.	<i>ΕΘΝΟΒΟΤΑΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ</i>	89
6.2	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ	89
6.2.1.	<i>ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΚΑΙ ΓΕΩΧΩΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ</i>	90
6.2.2.	<i>ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ</i>	91
6.2.3.	<i>ΓΕΝΕΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΣΥΝΘΕΤΙΚΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ</i>	93
6.3	ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΠΟΛΙΤΩΝ: ΠΟΛΙΤΕΣ, CROWDSOURCING ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ.....	94
6.4	ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ/ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ.....	96
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΚΑΙ ΓΕΩΧΩΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ		98
7.1	ΔΟΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΙΚΟΝΕΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ	98
7.2	ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (GIS) ΣΤΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ	99
7.3	ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ.....	101
7.3.1.	<i>ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΣΤΙΩΝ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΚΑΙ GIS</i>	101
7.3.2.	<i>ΧΩΡΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ ΣΗΜΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ GIS ΓΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ: XINGGUO ΤΗΣ ΚΙΝΑΣ</i>	107
7.3.3.	<i>ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΖΩΝΩΝ ΑΠΟΜΟΝΩΣΗΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ GIS ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΠΟΤΑΜΩΝ</i>	116
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ		122
8.1	ΠΡΟΓΝΩΣΤΙΚΗ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΓΙΑ ΣΗΜΕΙΑ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ	122
8.2	ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΕΙΚΟΝΑΣ ΓΙΑ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΕΙΔΩΝ	123
8.3	ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ (ΙΟΤ) ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΙ ΤΗ ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	125
8.4	ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ.....	126
8.4.1.	<i>ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΟΓΝΩΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗ ΖΥΡΙΧΗ</i>	126
8.4.2.	<i>TREEID: ΈΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΕΙΚΟΝΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΦΥΤΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ</i>	132
8.4.3.	<i>ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΚΤΥΩΣΗ ΕΞΥΠΝΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΟΥ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ</i>	136
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: ΓΕΝΕΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΣΥΝΘΕΤΙΚΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ		145
9.1	BARCODING DNA ΚΑΙ ΤΑΞΟΝΟΜΙΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ.....	145
9.2	CRISPR-CAS9 ΚΑΙ ΓΟΝΙΔΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ	146
9.3	ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ.....	147
9.3.1.	<i>ΓΡΑΜΜΩΤΗ ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ DNA ΤΩΝ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΑΚΤΙΝΟΠΤΕΡΩΝ ΨΑΡΙΩΝ ΣΤΟ ΒΙΕΤΝΑΜ</i>	147

9.3.2.	<i>ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΓΟΝΙΔΙΩΜΑΤΟΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΣΟΛΑΒΗΣΗ CRISPR/CAS9 ΣΕ ΕΝΑ ΚΟΡΑΛΛΙ ΠΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΖΕΙ ΥΦΑΛΟΥΣ</i>	152
9.3.3.	<i>ΟΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΔΝΑ ΣΕ ΥΔΡΟΒΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ</i>	158
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10: ΠΟΛΙΤΕΣ, CROWDSOURCING ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ		165
10.1	ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΟΥ ΚΟΙΝΟΥ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ	165
10.2	ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΙΚΥΡΩΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΕΣΩ ΤΩΝ ΠΟΛΙΤΩΝ	166
10.3	ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ: EBIRD ΚΑΙ INATURALIST	168
10.3.1.	<i>ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΠΟΧΙΑΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΤΩΝ ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΜΟΝΙΜΩΝ ΠΤΗΝΩΝ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΗΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ</i>	168
10.3.2.	<i>Η ΔΥΝΑΜΗ ΤΟΥ INATURALIST ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΣΠΑΝΙΩΝ ΤΡΟΠΙΚΩΝ ΠΕΤΑΛΟΥΔΩΝ</i>	174
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11: ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ		179
11.1.	Η ΧΡΗΣΗ DRONES ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΡΕΥΝΑ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΦΩΛΙΩΝ ΤΩΝ ΚΑΪΜΑΝΩΝ	179
11.2.	ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΔΙΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΩΝ ΔΙΕΘΝΙΚΩΝ ΕΓΚΛΗΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΕΜΠΟΡΙΑΣ ΑΓΡΙΑΣ ΠΑΝΙΔΑΣ ΚΑΙ ΧΛΩΡΙΔΑΣ	183
11.3.	ΈΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ BLOCKCHAIN ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΙΧΝΗΛΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ ΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ ΣΤΗΝ ΑΓΟΡΑ ΕΛΕΦΑΝΤΟΔΟΝΤΟΥ	190
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12: ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ ΚΑΙ ΟΦΕΛΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗΣ		194
12.1	ΒΕΛΤΙΩΜΕΝΗ ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	194
12.2	ΈΓΚΑΙΡΗ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΑΠΕΙΛΩΝ	196
12.3	ΒΕΛΤΙΩΜΕΝΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ....	197
12.4	ΔΗΜΟΣΙΑ ΔΕΣΜΕΥΣΗ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ.....	199
12.5	ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΔΙΚΤΥΩΣΗ	201
12.6	ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ	203
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13: ΗΘΙΚΕΣ ΘΕΩΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ		206
13.1	ΙΣΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ.....	206
13.2	ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΜΕ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗ ΓΝΩΣΗ.....	207
13.3	ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΥΤΟΧΘΟΝΗΣ ΓΝΩΣΗΣ	208
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ		211
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ		213
	ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	213
	ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	216

ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	226
-------------------------------	-----

Κατάλογος εικόνων

<i>EIKONA 1: CARETTA CARETTA.</i>	28
<i>EIKONA 2: ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕ ΦΡΥΓΑΝΑ.</i>	30
<i>EIKONA 3: ΔΑΦΝΗ.</i>	31
<i>EIKONA 4: ΔΑΣΟΣ ΚΩΝΟΦΟΡΩΝ.</i>	32
<i>EIKONA 5: ΔΑΣΟΣ ΟΞΙΑΣ.</i>	33
<i>EIKONA 6: ΑΛΠΙΚΟ ΛΙΒΑΔΙ ΣΤΗΝ ΓΚΙΩΝΑ.</i>	34
<i>EIKONA 7: ΤΟ ΙΕΡΟ ΔΑΣΟΣ ΤΗΣ ΠΑΝΑΓΙΑΣ ΤΗΣ ΑΗΔΟΝΟΛΑΛΟΥΣΑΣ ΣΤΟ ΑΗΔΟΝΟΧΩΡΙ.</i>	87
<i>EIKONA 8: ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ. (ΧΙΕ Κ.Α., 2015)</i>	108
<i>EIKONA 9: Η ΕΙΚΟΝΑ ΜΕ ΕΝΑ ΜΟΝΟ ΦΥΛΛΟ ΣΕ ΛΕΥΚΟ, ΧΩΡΙΣ ΥΦΗ ΦΟΝΤΟ ΤΑΞΙΝΟΜΗΘΗΚΕ ΩΣ ΕΓΚΥΡΗ ΕΙΚΟΝΑ ΕΝΩ Η ΕΙΚΟΝΑ ΣΤΑ ΑΡΙΣΤΕΡΑ ΑΠΟΡΡΙΦΘΗΚΕ. (CHOPRA, 2015)</i>	133
<i>EIKONA 10: ΕΙΚΟΝΑ ΦΥΛΛΟΥ: Α) ΑΡΧΙΚΗ RGB, Β) ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΕ SV, Γ) ΤΜΗΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΟ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΕΜ. (CHOPRA, 2015)</i>	135
<i>EIKONA 11: ΠΕΨΗ IN VITRO ΤΟΥ DNA-ΣΤΟΧΟΥ FGF1A, GFP Η RFP ΠΟΥ ΕΠΩΑΖΕΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΠΡΩΤΕΪΝΗ CAS9, ΤΟ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟ SGRNA Η ΚΑΙ ΤΑ ΔΥΟ. (CLEVES Κ.Α., 2018)</i>	154
<i>EIKONA 12: ΟΙ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΕΣ ΠΡΟΝΥΜΦΕΣ ΕΔΕΙΞΑΝ ΜΟΤΙΒΟ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ ΠΟΥ ΔΕΝ ΔΙΕΦΕΡΕ ΑΠΟ ΕΚΕΙΝΟ ΤΟΥ ΑΓΡΙΟΥ ΤΥΠΟΥ. (LIN Κ.Α., 2020)</i> ...	158
<i>EIKONA 13: ΟΡΙΣΜΕΝΕΣ ΠΡΟΝΥΜΦΕΣ ΠΟΥ ΕΓΧΥΘΗΚΑΝ ΔΕΝ ΕΔΕΙΞΑΝ ΦΘΟΡΙΣΜΟ ΟΥΤΕ ΓΙΑ ΤΟ GFP ΟΥΤΕ ΓΙΑ ΤΟ RFP. (LIN Κ.Α., 2020)</i>	158

Κατάλογος πινάκων

<i>ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΤΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥΣ (GASTON & SPICER, 1998)</i>	18
--	----

Κατάλογος σχημάτων

ΣΧΗΜΑ 1: ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ. (SHI & SINGH, 2002).....	103
ΣΧΗΜΑ 2: ΈΝΑ ΓΕΝΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΕΣΤΙΩΝ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ. (SHI & SINGH, 2002).	106
ΣΧΗΜΑ 3: ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΕΙΚΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ ΣΗΜΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΥ ΧΩΡΟΥ (ΧΙΕ Κ.Α., 2015).....	110
ΣΧΗΜΑ 4: ΔΙΑΤΑΞΗ NMDS ΠΟΥ ΔΕΙΧΝΕΙ ΤΗ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΟΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ DTW ΤΑΞΕΩΝ. ΜΠΛΕ ΤΕΤΡΑΓΩΝΑ = ΥΓΡΑ, ΠΡΑΣΙΝΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΑ = ΕΝΔΙΑΜΕΣΑ, ΚΑΦΕ ΤΕΤΡΑΓΩΝΑ = ΞΗΡΑ. (ΜΥΚΡÄ Κ.Α., 2023).....	120
ΣΧΗΜΑ 5: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΦΘΟΝΙΑΣ - ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ. (CASANELLES- ABELLA Κ.Α., 2021)	128
ΣΧΗΜΑ 6: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ - ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ. (CASANELLES-ABELLA Κ.Α., 2021)	129
ΣΧΗΜΑ 7: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΑΡΙΘΜΟΥ ΕΙΔΩΝ – ΤΟΠΙΚΗ ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝΣΗ. (CASANELLES-ABELLA Κ.Α., 2021)	130
ΣΧΗΜΑ 8: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΑΡΙΘΜΟΥ ΕΙΔΩΝ ΣΤΟΥΣ ΕΞΙ ΚΥΡΙΟΥΣ ΤΥΠΟΥΣ ΚΑΛΥΨΗΣ ΓΗΣ. (CASANELLES-ABELLA Κ.Α., 2021).....	131
ΣΧΗΜΑ 9: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ TREEID. (CHOPRA, 2015)	134
ΣΧΗΜΑ 10: ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΙΟΤ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ. (LI Κ.Α., 2019).....	137
ΣΧΗΜΑ 11: ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΡΟΗΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΠΟΛΛΑΠΛΕΣ ΚΛΙΜΑΚΕΣ. (LI Κ.Α., 2019)	138
ΣΧΗΜΑ 12: ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ CO ₂ ΚΑΙ Δ13C. (LI Κ.Α., 2019)	140
ΣΧΗΜΑ 13: ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΔΟΜΗΣ ΤΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ. (LI Κ.Α., 2019).....	141
ΣΧΗΜΑ 14: ΔΙΚΤΥΩΜΕΝΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΧΕΡΣΑΙΩΝ ΣΠΟΝΔΥΛΩΤΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΥΠΕΡΥΘΡΩΝ ΣΤΕΡΕΟΣΚΟΠΙΚΩΝ ΚΑΜΕΡΩΝ BI-CMOS. (LI Κ.Α., 2019).....	142
ΣΧΗΜΑ 15: Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΤΟΥ ΙΟΤ (LI Κ.Α., 2019)	143
ΣΧΗΜΑ 16: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΙΔΕΙΞΗ ΤΟΥ ΙΟΤ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΕΥΘΡΑΥΣΤΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΚΙΝΑ. (LI Κ.Α., 2019)	144
ΣΧΗΜΑ 17: ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΤΑΞΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΣΕ ΚΑΘΕ ΠΕΡΙΟΧΗ. (THU Κ.Α., 2019)	151
ΣΧΗΜΑ 18: ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ K2P ΓΙΑ ΤΟ ΜΙΤΟΧΟΝΔΡΙΑΚΟ COI ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΑ ΤΑΞΟΝΟΜΙΚΑ ΕΠΙΠΕΔΑ (THU Κ.Α., 2019).....	152
ΣΧΗΜΑ 19: ΤΑ ΠΟΣΟΣΤΑ ΤΩΝ ΑΝΑΓΝΩΣΕΩΝ ΜΕ ΔΙΑΓΡΑΜΜΕΝΗ (ΜΠΛΕ ΓΡΑΜΜΕΣ) Η ΕΙΣΑΓΟΜΕΝΗ (ΚΟΚΚΙΝΕΣ ΓΡΑΜΜΕΣ) ΒΑΣΗ ΣΕ ΚΑΘΕ ΝΟΥΚΛΕΟΤΙΔΙΚΗ ΘΕΣΗ. (CLEVES Κ.Α., 2018)	155
ΣΧΗΜΑ 20: ΤΑ ΠΟΣΟΣΤΑ ΤΩΝ ΑΝΑΓΝΩΣΕΩΝ ΜΕ ΔΙΑΓΡΑΦΕΣ (ΑΡΙΣΤΕΡΑ ΤΗΣ ΔΙΑΚΕΚΟΜΜΕΝΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ) Η ΕΙΣΑΓΩΓΕΣ (ΔΕΞΙΑ ΤΗΣ ΔΙΑΚΕΚΟΜΜΕΝΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ) ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΣΤΙΣ ΙΔΙΕΣ ΠΡΟΝΥΜΦΕΣ. (CLEVES Κ.Α., 2018).....	156

ΣΧΗΜΑ 21: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ ΨΑΡΙΩΝ ΠΟΥ ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΚΑΝ (GOLD K.A., 2021).....	162
ΣΧΗΜΑ 22: ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΣΠΑΝΙΟΤΗΤΑΣ ΕΙΔΩΝ. (GOLD K.A., 2021)	163
ΣΧΗΜΑ 23: ΡΟΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΤΩΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ. (LIN K.A., 2020).....	168
ΣΧΗΜΑ 24: ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΦΘΟΝΙΑΣ ΤΩΝ ΜΟΝΙΜΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΠΕΙΛΟΥΜΕΝΩΝ ΠΤΗΝΩΝ. (LIN K.A., 2020).....	172
ΣΧΗΜΑ 25: ΧΑΡΤΗΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ ΣΠΑΝΙΩΝ ΠΕΤΑΛΟΥΔΩΝ ΣΤΟ INATURALIST (MESAGLIO K.A., 2021).....	176
ΣΧΗΜΑ 26: ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ (SCARPA & PIÑA, 2019)	180
ΣΧΗΜΑ 27: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΙΑΣ ΑΠΟ ΤΙΣ ΠΤΗΣΕΙΣ ΤΟΥ DRONE. (SCARPA & PIÑA, 2019)	181
ΣΧΗΜΑ 28: ΣΥΣΣΩΡΕΥΜΕΝΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΦΩΛΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ. (SCARPA & PIÑA, 2019).....	182
ΣΧΗΜΑ 29: Η ΣΥΣΣΩΡΕΥΜΕΝΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΚΤΑΡΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ. (SCARPA & PIÑA, 2019)	183
ΣΧΗΜΑ 30: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΓΚΛΗΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΠΟ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ ΜΕ ΠΑΡΑΤΗΡΗΜΕΝΟΥΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥΣ. (HAAS & FERREIRA, 2015).....	187
ΣΧΗΜΑ 31: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΒΛΕΨΕΩΝ ΒΑΣΕΙ ΜΟΝΤΕΛΟΥ (HAAS & FERREIRA, 2015)	188
ΣΧΗΜΑ 32: ΈΝΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΟΥ ΑΝΑΔΟΜΗΜΕΝΟΥ ΕΓΚΛΗΜΑΤΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΠΟΥ ΣΥΝΔΕΕΤΑΙ ΜΕ ΤΗ ΛΑΘΡΟΘΗΡΙΑ ΡΙΝΟΚΕΡΩΝ ΣΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΚΡΟΥΓΚΕΡ. (HAAS & FERREIRA, 2015)	189
ΣΧΗΜΑ 33: ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ BLOCKCHAIN ΤΩΝ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΩΝ ΣΤΟ ΕΜΠΟΡΙΟ ΕΛΕΦΑΝΤΟΔΟΝΤΟΥ. (GWANGWAVA, 2021).....	193

Κατάλογος χαρτών

<i>ΧΑΡΤΗΣ 1: Η ΚΑΛΥΨΗ ΤΩΝ WRCF ΜΕ ΚΑΘΟΡΙΣΜΕΝΕΣ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΣΤΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ ΣΗΜΕΙΑ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ. (SHI & SINGH, 2002).....</i>	<i>104</i>
<i>ΧΑΡΤΗΣ 2: ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΗ ΠΙΕΣΗ ΜΕΣΑ ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΑ WRCF. (SHI & SINGH, 2002)</i>	<i>106</i>
<i>ΧΑΡΤΗΣ 3: ΧΑΡΤΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ. (ΧΙΕ Κ.Α., 2015).....</i>	<i>111</i>
<i>ΧΑΡΤΗΣ 4: ΧΑΡΤΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ. (ΧΙΕ Κ.Α., 2015).....</i>	<i>112</i>
<i>ΧΑΡΤΗΣ 5: ΧΑΡΤΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΦΥΓΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ. (ΧΙΕ Κ.Α., 2015).....</i>	<i>113</i>
<i>ΧΑΡΤΗΣ 6: ΧΑΡΤΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΝΑΨΥΧΗΣ. (ΧΙΕ Κ.Α., 2015).....</i>	<i>114</i>
<i>ΧΑΡΤΗΣ 7: ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ ΓΗΣ. (ΧΙΕ Κ.Α., 2015)</i>	<i>115</i>
<i>ΧΑΡΤΗΣ 8: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΤΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΟΥ ΡΕΜΑΤΟΣ TUTUOJA. (ΜΥΚΡΆ Κ.Α., 2023)</i>	<i>119</i>
<i>ΧΑΡΤΗΣ 9: ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΟΥ ΠΛΟΥΤΟΥ ΕΙΔΩΝ. (CASANELLES-ABELLA Κ.Α., 2021).....</i>	<i>132</i>
<i>ΧΑΡΤΗΣ 10: ΤΡΕΙΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΗΣ ΑΚΤΗΣ ΤΟΥ ΒΙΕΤΝΑΜ. (THU Κ.Α., 2019).....</i>	<i>148</i>
<i>ΧΑΡΤΗΣ 11: ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ. (GOLD Κ.Α., 2021)</i>	<i>160</i>
<i>ΧΑΡΤΗΣ 12: ΤΟΠΟΘΕΣΙΕΣ ΠΟΥ ΕΠΙΛΕΧΘΗΚΑΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ 30% ΤΩΝ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΤΩΝ ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΤΙΚΩΝ ΠΤΗΝΩΝ. (LIN Κ.Α., 2020)..</i>	<i>172</i>
<i>ΧΑΡΤΗΣ 13: ΜΟΤΙΒΑ ΧΡΗΣΗΣ ΓΗΣ ΣΕ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ. (LIN Κ.Α., 2020).....</i>	<i>174</i>

Κατάλογος ακρωνυμίων

MKO = μη κυβερνητικές οργανώσεις

ΤΦΚ = Τοπία Φυσικού Κάλλους

AI = Artificial intelligence

CI = Conservation International

CNN = Growing Convolutional Neural Network

COI = Mitochondrial cytochrome oxidase subunit 1

DBH = Diameter at breast height

DEM = Digital elevation model

DNA = Deoxyribonucleic acid

DTW = Depth to Water

eDNA = Environmental DNA

EM = Expectation-Maximization

FAO = Food and Agriculture Organization

FDR = Frequency domain reflectometry

FGF1a = Fibroblast growth factor 1a

GCF = Green Climate Fund

GEF = Global Environment Facility

GFP = Green fluorescent protein

GHG = Greenhouse gas

GIS = Geographic information system

GPS = Global Positioning System

GRID = Global Resource Information Database

HSV = Hue, Saturation, Value

HRB = Λεκάνη απορροής του ποταμού Heihe

IBA = Important Bird Areas

IoT = Internet of things

IPCC = Intergovernmental Panel on Climate Change

IRIS = isotope ratio infrared spectroscopy

IUCN = International Union for Conservation of Nature

KBA = Key Biodiversity Areas

KRD = Karst rocky desertification

LAI = leaf area index

LiDAR = Light Detection and Ranging

ML = Machine learning

MPA = Marine Protected Area

NDVI = Normalized Difference Vegetation Index

NJ = Neighbor-joining

NLS = National Land Survey

NMDS = Non-metric MultiDimensional Scaling

PCR = Polymerase Chain Reaction

PES = Payments for ecosystem services

PSS = Priority stopover site

RFLP = Restriction-fragment-length polymorphism

RGB = Red, blue and green

RFP = Red fluorescent protein

RFID = Radio Frequency Identification

RUSLE = Revised Universal Soil Loss Equation

SCUBA = Self-Contained Underwater Breathing Apparatus

SDM = Species distribution models

SRM = Species richness models

UAV = Unmanned aerial vehicles

UNEP = United Nations Environment Programme

UNFCCC = United Nations Framework Convention on Climate Change

USGS = United States Geological Survey

WCMC = World Conservation Monitoring Centre

WDPA = World Database on Protected Areas

WRCF = World's remaining closed forests

Ευχαριστίες

Θα ήθελα θερμά να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες προς την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου κ. Όλγα Χριστοπούλου για την υποστήριξη και την καθοδήγησή της για την ολοκλήρωση αυτής της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας καθώς και τις ευγνωμοσύνες μου προς την οικογένειά μου για τη υλική και ψυχολογική στήριξή τους τον χρόνο αυτό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή διερευνά την ενσωμάτωση νέων και αναδυόμενων τεχνολογιών στον τομέα της προστασίας της βιοποικιλότητας. Σε μια εποχή που χαρακτηρίζεται από ταχεία περιβαλλοντική υποβάθμιση και απώλεια βιοποικιλότητας, οι τεχνολογικές εξελίξεις προσφέρουν καινοτόμες λύσεις για την παρακολούθηση, τη διατήρηση και την αποκατάσταση των οικοσυστημάτων. Αυτή η διατριβή εμβαθύνει σε διάφορες τεχνολογικές εφαρμογές, που κυμαίνονται από την τηλεπισκόπηση και τις αναλύσεις βάσει τεχνητής νοημοσύνης έως τη γενετική μηχανική και τις πολιτικές επιστήμες, με έμφαση στη δυνατότητά τους να μετριάσουν την απώλεια βιοποικιλότητας και να προωθήσουν βιώσιμες πρακτικές. Εξετάζοντας περιπτώσιολογικές μελέτες και μελλοντικές προοπτικές, αυτή η διατριβή στοχεύει να ρίξει φως στο ρόλο που μπορούν να διαδραματίσουν οι νέες τεχνολογίες στη διαφύλαξη της βιοποικιλότητας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

2.1 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ

Η ποικιλομορφία της ζωής στον πλανήτη μας είναι ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία του μυστηρίου της ζωής στη Γη. Η βιολογική ποικιλότητα (ή πιο απλά βιοποικιλότητα) ενός οικοσυστήματος σχετίζεται με την πολυπλοκότητα των σχέσεων και των λειτουργιών των διαφόρων ειδών. Ένα οικοσύστημα λέγεται ότι είναι πιο σταθερό όσο μεγαλύτερη είναι η βιοποικιλότητά του. Πράγματι, όσο υψηλότερη είναι η βιοποικιλότητα ενός οικοσυστήματος, τόσο περισσότερους μηχανισμούς διαθέτει για να αντιμετωπίσει πιθανές διαταραχές και να αυτορυθμιστεί, συμβάλλοντας στην επιστροφή του οικοσυστήματος στην αρχική κατάσταση ισορροπίας του. (Kettunen & ten Brink, 2006)

Η "βιολογική ποικιλότητα" έχει μεγάλη ιστορία χρήσης αλλά με τις σημερινές έννοιες εντοπίστηκε για πρώτη φορά σε τρεις δημοσιεύσεις το 1980. Ο Lovejoy το 1980 δεν δίνει επίσημο ορισμό αλλά τον χρησιμοποιεί βασικά για να δηλώσει τον αριθμό των ειδών που υπάρχουν. Οι Norse και McManus το 1980 τον χρησιμοποίησαν για να συμπεριλάβουν την έννοια της γενετικής ποικιλότητας και την έννοια της οικολογικής ποικιλότητας και εξίσωσαν την οικολογική ποικιλότητα με την αφθονία των ειδών (ο αριθμός των ειδών σε ένα σύνολο οργανισμών). Ωστόσο, οι Norse κ.ά. το 1986 που επέκτειναν αυτή τη χρήση ώστε να αναφέρονται ρητά στη βιολογική ποικιλότητα σε τρία επίπεδα, την γενετική εντός ενός είδους, την ποικιλομορφία πολλών ειδών και την οικολογική μιας κοινότητας. (Harper & Hawksworth, 1994)

Υπάρχει μια σχεδόν ατελείωτη ποικιλία ζωής στη Γη, από μικροσκοπικούς μονοκύτταρους οργανισμούς μέχρι μεγάλες μορφές ζωής όπως οι φάλαινες και οι ελέφαντες. Μέσα σε καθένα από αυτά τα διαφορετικά είδη, υπάρχουν διαφορετικοί πληθυσμοί ατόμων που μεταξύ τους υπάρχουν διαφορές. Οι οργανισμοί που μοιάζουν ίδιοι μεταξύ τους είναι εξαιρετικά σπάνιοι στη φύση, ενώ οι δίδυμοι είναι κάτι αξιοπρόσεκτο στην ανθρώπινη κοινωνία επειδή δεν συνηθίζεται να συναντάμε δύο ανθρώπινα όντα που να μοιάζουν τόσο πολύ. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι είναι εξαιρετικά σπάνιο για τους ανθρώπους να μοιάζουν τόσο πολύ μεταξύ τους. Έτσι, είναι σαφές ότι η ποικιλομορφία και όχι η ομοιομορφία είναι ο κανόνας της ζωής. Ο όρος βιοποικιλότητα προέρχεται από το γεγονός ότι τα ζωντανά συστήματα έχουν διαφορετικές ιδιότητες και ο όρος προέρχεται από τη συντομογραφία "Βιολογική Ποικιλότητα", που σημαίνει την ποικιλότητα των ζωντανών οργανισμών. Συγκεκριμένα,

η βιοποικιλότητα ορίζεται ως η ποικιλότητα της ζωής σε όλες τις μορφές (φυτά, ασπόνδυλα, σπονδυλωτά, μύκητες, βακτήρια κ.λπ.) και σε όλα τα επίπεδα οργάνωσής τους. Η έκφραση "σε κάθε επίπεδο οργάνωσης" υποδηλώνει ότι η βιοποικιλότητα μπορεί να εμφανίζεται στη φύση σε πολλαπλά επίπεδα βιολογικής οργάνωσης, όπως μεταξύ διαφορετικών ειδών, μεταξύ διαφορετικών πληθυσμών του ίδιου είδους και μεταξύ ατόμων εντός του ίδιου πληθυσμού. Έχει αναφερθεί επίσης στους διαφορετικούς τύπους οικοσυστημάτων, κοινοτήτων, τοπίων και βιολογικών πληθυσμών που περιλαμβάνουν οι οργανισμοί, καθώς και στις σχέσεις μεταξύ των ειδών. Αυτές οι διαφορετικές πτυχές της βιοποικιλότητας αποκαλύπτονται με τον ορισμό διαφορετικών τύπων βιοποικιλότητας: ποικιλότητα ειδών, γενετική ποικιλότητα, ποικιλότητα οικοσυστημάτων και λειτουργική ποικιλότητα. (Μελιάδου, 2000)

Ο ορισμός της βιοποικιλότητας δημιουργήθηκε από τον Walter G. Rosen το 1985 για το "Εθνικό Φόρουμ για τη Βιοποικιλότητα" του 1986. Επίσης μπορεί να θεωρηθεί συνώνυμη με τη "βιολογική ποικιλότητα" για πρακτικούς λόγους, όπως έχει οριστεί από τους Norse κ.ά. (1986). Αυτή η θεώρηση έχει ενισχυθεί και από τον επίσημο ορισμό της "Σύμβασης για τη Βιοποικιλότητα" στο άρθρο 2, η οποία υπογράφηκε από 156 κράτη και την Ευρωπαϊκή Κοινότητα στη Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για το περιβάλλον και την ανάπτυξη, που έγινε το 1992 στο Ρίο ντε Τζανέιρο, και στην οποία αναφέρεται ότι:

Ως "βιολογική ποικιλότητα" εννοείται η ποικιλομορφία μεταξύ οργανισμών από όλες τις πηγές, συμπεριλαμβανομένων των χερσαίων, θαλάσσιων και άλλων υδάτινων συστημάτων και των οικολογικών συμπλεγμάτων στα οποία ανήκουν, δηλαδή συμπεριλαμβάνει την ποικιλότητα εντός των ειδών, μεταξύ των ειδών και των οικοσυστημάτων. <https://bioethics.gr/>

Το 2010 ήταν η χρονιά με τη μεγαλύτερη ευθύνη και το προνόμιο να είναι το δεύτερο Διεθνές Έτος Βιοποικιλότητας. Η βιοποικιλότητα ως όρος αναφέρεται στη βιολογική ποικιλότητα, που περιλαμβάνει όλη τη ζωή στη Γη, συμπεριλαμβανομένων των φυτών, των ζώων, των μυκήτων, των μικροοργανισμών, των γονιδίων που φέρουν και των οικοσυστημάτων που σχηματίζουν. Ακριβώς σε αναγνώριση της σημασίας της, ο ΟΗΕ ανακήρυξε το 2010 ως "Διεθνές Έτος Βιοποικιλότητας".

Από τη συνεδρίαση και την υπογραφή της Σύμβασης του Ρίο το 1992, ο όρος "βιοποικιλότητα" έχει γίνει ευρέως γνωστός, με ειδικούς και μη ειδικούς να την αναφέρουν ως την πανάκεια για όλα τα οικολογικά προβλήματα. Ο όρος ήταν γνωστός

στην οικολογία πολύ πριν από τη Διάσκεψη του Ρίο όπως αναφέρθηκε και χρησιμοποιούνταν για να περιγράψει τη βιοποικιλότητα μιας περιοχής. Ωστόσο, παρά την απλότητά του, αυτά που περιέχει ο όρος τον καθιστά από τις πιο αφηρημένες και αμφιλεγόμενες έννοιες στην οικολογία. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι δεν υπάρχει μία βιοποικιλότητα, αλλά πολλές, σε διαφορετικά επίπεδα οργάνωσης της ζωής, και δεν υπάρχει ένας ενιαίος τρόπος για την περιγραφή ή την καλύτερη αξιολόγησή της. Στην πραγματικότητα, υπάρχουν τέσσερα επίπεδα βιοποικιλότητας, το καθένα με διαφορετική σημασία, αλλά στην πραγματικότητα αποτελούν αναπόσπαστο μέρος ενός συνόλου. (Ντάφης κ.ά., 1997)

2.2 ΤΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ

Η βιοποικιλότητα αλλάζει κατά τη διάρκεια της εξέλιξης. Πιο συγκεκριμένα, η δημιουργία νέων γονιδίων στους πληθυσμούς, νέων ειδών στις βιολογικές κοινότητες και νέων τύπων οικοσυστημάτων στη βιόσφαιρα αυξάνει τη βιοποικιλότητα των πληθυσμών, των κοινοτήτων και του πλανήτη αντίστοιχα. Η μείωση της γενετικής ποικιλότητας στους πληθυσμούς, η εξαφάνιση ειδών και οι αλλαγές ή η απλούστευση της σύνθεσης των οικοσυστημάτων μειώνουν το σύνολο της βιοποικιλότητας. Με την πάροδο του χρόνου, οι άνθρωποι ανέπτυξαν τους πολιτισμούς τους προσαρμοζόμενοι σε διαφορετικά περιβάλλοντα με την ανακάλυψη, αξιοποίηση και τροποποίηση ετερογενών βιολογικών πόρων. Πολλές περιοχές του πλανήτη, και συνεπώς η χαρακτηριστική τους βιοποικιλότητα, φαίνονται σήμερα "φυσικές", αλλά έχουν διαμορφωθεί από μακροχρόνιες ανθρωπογενείς παρεμβάσεις (π.χ. εγκατάσταση πληθυσμών, γεωργία και κτηνοτροφία, εκμετάλλευση και μεταφορά φυσικών πόρων). Κατά την προσέγγιση της βιοποικιλότητας, διακρίνουμε τέσσερα μέρη έρευνας της βιοποικιλότητας (γενετικό, είδος, οικοσύστημα και πολιτισμικό) για να περιγράψουμε και να αναλύσουμε τις διαφορετικές αλλά αλληλοεξαρτώμενες πτυχές των ζωντανών συστημάτων. (Μαρδίρης κ.ά., 2008)

Οι Norse κ.ά. το 1986 ήταν οι πρώτοι που χώρισαν τη βιοποικιλότητα σε τρεις συνιστώσες: την γενετική βιοποικιλότητα (ποικιλότητα εντός των ειδών), την οικολογική βιοποικιλότητα (ποικιλότητα των κοινοτήτων) και την ποικιλότητα ειδών (αριθμός ειδών). (Norse κ.ά., 1986)

Αν και τα επίπεδα αυτά φαίνεται να διαδραματίζουν διαφορετικούς ρόλους, υπάρχουν πολλά σημεία όπου συγκλίνουν (π.χ. ο πληθυσμός, ο οποίος αποτελεί

συστατικό στοιχείο και των τριών). Ορισμένες συνιστώσες αυτών των επιπέδων είναι απλούστερες και ευκολότερο να οριστούν από άλλες. Στην περίπτωση της γενετικής ποικιλότητας, τα συστατικά της (νουκλεοτίδια, γονίδια και τα χρωμοσώματα που τα απαρτίζουν) μπορούν εύκολα να διακριθούν. Ωστόσο, στο επίπεδο των ατόμων και των πληθυσμών, είναι λιγότερο ξεκάθαρο, με δυσκολίες όπως είναι η παρουσία αποικιακών οργανισμών και ο μη δυνατός προσδιορισμός της διασποράς των πληθυσμών. Όταν γίνεται αναφορά στην ποικιλότητα των οργανισμών, πολλά από τα συστατικά της φαίνεται να αναγνωρίζονται ως τεχνητά στοιχεία που έχουν κατασκευαστεί κατάλληλα από τον άνθρωπο. Για παράδειγμα, εξακολουθεί να υπάρχει διαμάχη σχετικά με τον ακριβή και γενικά αποδεκτό αριθμό των βασιλείων του βιολογικού κόσμου. (Gaston & Spicer, 1998)

Οικολογική ποικιλότητα	Γενετική ποικιλότητα	Οργανική ποικιλότητα
Βιοχώροι		Βασίλεια
Βιοπεριοχές		Φύλα
Τοπία		Οικογένειες
Οικοσυστήματα		Γένη
Ενδιαιτήματα		Είδη
Θώκοι		Υποείδη
Πληθυσμοί	Πληθυσμοί	Πληθυσμοί
	Άτομα	Άτομα
	Χρωμοσώματα	
	Γονίδια	
	Νουκλεοτίδια	

Πίνακας 1: Τα επίπεδα της βιοποικιλότητας και τα συστατικά τους (Gaston & Spicer, 1998)

2.2.1 Η ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΠΟΙΚΙΛΙΟΤΗΤΑ

Στο επίκεντρο της βιοποικιλότητας βρίσκεται η γενετική ποικιλότητα, η οποία αναφέρεται στη διαφοροποίηση των γονιδίων εντός των ειδών. Αποτελεί τη βάση για την προσαρμογή και την εξέλιξη, επιτρέποντας στα είδη να ανταποκρίνονται στις αλλαγές του περιβάλλοντός τους. Σύμφωνα με την National Geographic Society, η γενετική ποικιλομορφία είναι ζωτικής σημασίας για τη μακροπρόθεσμη επιβίωση των ειδών και μπορεί να επηρεαστεί από παράγοντες όπως το μέγεθος του πληθυσμού, ο κατακερματισμός των ενδιαιτημάτων και οι ανθρώπινες δραστηριότητες. <https://www.nationalgeographic.org>

Η γενετική ποικιλότητα περιγράφει την ύπαρξη διαφορετικών μορφών γενετικού υλικού μεταξύ ατόμων του ίδιου είδους και περιλαμβάνει τη γονιδιακή ποικιλομορφία μεταξύ πληθυσμών του ίδιου είδους (διαφοροποίηση στην αναλογία των αλληλόμορφων ενός γονιδίου) και μεταξύ ατόμων του ίδιου πληθυσμού (διαφοροποίηση στα αλληλόμορφα ενός γονιδίου). Στα είδη που αναπαράγονται αμφοτερόπλευρα, η γενετική ποικιλότητα εμπλουτίζεται περαιτέρω επειδή οι απόγονοι (ζωικοί και φυτικοί οργανισμοί) "κληρονομούν" ουσιαστικά μοναδικούς συνδυασμούς γονιδίων από τους γονείς τους. (Μαρδίρης κ.ά., 2005)

Η γενετική βιοποικιλότητα είναι το εύρος της γενετικής προέλευσης ενός είδους. Όσο μεγαλύτερο είναι αυτό το εύρος, τόσο μεγαλύτερη είναι η ικανότητα του είδους να επιβιώνει από εξωτερικές πιέσεις, όπως οι επιδημίες και οι κλιματικές αλλαγές. Είναι αυτονόητο ότι τα είδη στη φύση έχουν πολύ μεγαλύτερη ανθεκτικότητα και ικανότητα επιβίωσης από τα "τεχνητά" ή γενετικά βελτιωμένα είδη, λόγω του ευρύτερου φάσματος κληρονομικών καταβολών τους. (Ντάφης κ.ά., 1997)

Το ίδιο είδος μπορεί να προσαρμοστεί και να επιβιώσει έχοντας ποικίλα χαρακτηριστικά. Τα είδη με ποικίλα χαρακτηριστικά είναι πιο πιθανό να προσαρμοστούν σε διαφορετικά μεταβαλλόμενα περιβάλλοντα (κλιματική αλλαγή, νέοι εχθροί, νέες ασθένειες). Σύμφωνα με την αρχή της "διατήρησης και επιβίωσης των πιο προσαρμοσμένων οργανισμών", που πρότεινε ο Charles Darwin στο έργο του "Η καταγωγή των ειδών" το 1859, οι πιο προσαρμοσμένοι γενετικοί τύποι ενός είδους επικρατούν, πολλαπλασιάζονται ταχύτερα και επιτρέπουν την εξέλιξη του είδους. Προφανώς, όσο περισσότεροι είναι οι γενετικοί τύποι, τόσο πιο πιθανό είναι να επιλεγεί

ο πιο προσαρμοσμένος, ο πιο ισχυρός και ο πιο κατάλληλος για το νέο περιβάλλον. (Καρατάσος κ.ά., 2009)

Ένα από τα καλύτερα μέρη για να κατανοήσουμε την έννοια της γενετικής ποικιλομορφίας είναι οι λαϊκές αγορές. Οι πιπεριές, τα λάχανα, τα μήλα και τα περισσότερα καλλιεργούμενα είδη φυτών είναι απίστευτα διαφορετικά σε χρώμα, σχήμα και μέγεθος. Το κουνουπίδι, το λάχανο, το μπρόκολο και τα λαχανάκια Βρυξελλών είναι καλά παραδείγματα ποικιλιών του ίδιου είδους. Τα ανθρώπινα όντα διαφέρουν στο ύψος, το χρώμα του δέρματος, το χρώμα των ματιών και το χρώμα των μαλλιών, και όσο υπάρχουν ξεχωριστές φυλές, η γενετική ποικιλομορφία είναι εγγυημένη. Η γενετική ποικιλομορφία, η οποία προκύπτει από τη μετάλλαξη ή τον ανασυνδυασμό των γονιδίων κατά την αναπαραγωγή, είναι ένα μέτρο της ποικιλομορφίας των πληροφοριών που διαθέτει ένα είδος, ένας πληθυσμός ή ένα άτομο μέσα στα γονιδιά του. (Μελιάδου, 2000)

Οι τυχαίες αλλαγές που συμβαίνουν στη δομή του DNA μεταβάλλουν τα γονίδια και προσδίδουν νέα χαρακτηριστικά στον οργανισμό. Επομένως, η ποικιλομορφία προσδίδεται σε έναν οργανισμό από τα γονιδιά του και αποτελεί ουσιαστική ιδιότητα της ίδιας της ζωής. Είναι αυτή η ιδιότητα που επιτρέπει στη ζωή να υπάρχει και να διατηρείται, χωρίς την οποία η ζωή θα ήταν αδιανόητη. (Καρατάσος κ.ά., 2009)

2.2.2 Η ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ

Η ποικιλότητα ειδών αναφέρεται στην ποικιλία και την αφθονία των διαφόρων ειδών σε μια δεδομένη περιοχή. Περιλαμβάνει τον αριθμό των ειδών που υπάρχουν καθώς και τα πρότυπα κατανομής τους. Η Σύμβαση για τη Βιολογική Ποικιλότητα αναφέρει ότι η ποικιλότητα των ειδών παρέχει βασικές υπηρεσίες οικοσυστήματος, όπως η επικονίαση, η ανακύκλωση θρεπτικών συστατικών και ο έλεγχος παρασίτων. Απειλές όπως η απώλεια ενδιαιτημάτων, η ρύπανση και η κλιματική αλλαγή αποτελούν σημαντικές προκλήσεις για τη διατήρηση της ποικιλότητας των ειδών. (Ντάφης κ.ά., 1997) <https://www.cbd.int/biodiversity/>

Η πιο προφανής εκδήλωση της βιοποικιλότητας στη Γη είναι η ποικιλία των ειδών που την κατοικούν. Αλλά τι είναι τα είδη; Όπως τονίστηκε στην αρχή, όλοι οι οργανισμοί στη Γη είναι διαφορετικοί από όλους τους άλλους οργανισμούς. Ωστόσο, υπάρχουν ορισμένες ομάδες οργανισμών που μοιάζουν περισσότερο από άλλες. Οι άνθρωποι, για παράδειγμα, παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές μεταξύ τους. Κάποιοι έχουν λευκό δέρμα, κάποιοι έχουν μαύρο δέρμα, κάποιοι έχουν ξανθά μαλλιά, κάποιοι έχουν μαύρα μαλλιά,

κάποιοι είναι ψηλότεροι και κάποιοι κοντύτεροι. Ωστόσο, παρ' όλες αυτές τις διαφορές, μοιάζουν περισσότερο σε σχέση με τους πιθήκους, τους σκύλους ή τις γάτες. Κάθε μία από αυτές τις ομάδες είναι ένα ξεχωριστό είδος. (Μελιάδου, 2000)

Για πολλούς ερευνητές, ωστόσο, αυτό δεν είναι αρκετό. Αυτό συμβαίνει επειδή υπεισέρχονται παράμετροι όπως ο αριθμός των ατόμων ενός είδους, το μέγεθος των ατόμων, η βιομάζα και η κυριαρχία ορισμένων ειδών. Άλλοι θεωρούν ότι ο αριθμός των λειτουργιών που επιτελεί ένα είδος σε ένα οικοσύστημα, δηλαδή ο αριθμός των φωλιών σε ένα οικοσύστημα, αποτελεί έκφραση της βιοποικιλότητας. Ωστόσο, επειδή είναι δύσκολο να εκτιμηθούν όλες αυτές οι παράμετροι, θεωρείται πλέον λογικό να εκφράζεται η βιοποικιλότητα των ειδών με βάση τον αριθμό των φυτικών και ζωικών ειδών σε μια συγκεκριμένη περιοχή ή οικοσύστημα. (Ντάφης κ.ά., 1997)

Όπως αναφέρουν οι Karatasos κ.ά. (2009), το δύσκολο έργο της ταξινόμησης των ειδών ξεκίνησε πριν από 2,5 χιλιετίες από σπουδαίους επιστήμονες όπως ο Αριστοτέλης και ο Θεόφραστος, αλλά ήταν ο βιολόγος του 18ου αιώνα Charles Linné ο πρώτος που παρήγαγε μια φυλογένεση των γνωστών στον άνθρωπο ειδών. Ήταν ένας κατάλογος που κάλυπτε 12.000 είδη (Μελιάδου, 2000)

Ο παραπάνω πίνακας δίνει ένα παράδειγμα της κατανομής των κύριων ομάδων ενώσεων. Ο αριθμός των καταγεγραμμένων ειδών ανέρχεται σήμερα σε 1,7 εκατομμύρια και συνεχίζει να καταγράφεται με ρυθμό 25.000-26.000 ειδών ετησίως. Η ποικιλομορφία των φυτών, των ζώων, των μυκήτων και των μικροοργανισμών είναι το αποτέλεσμα μιας εξελικτικής διαδικασίας που ξεκίνησε πριν από 3,5 δισεκατομμύρια χρόνια. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, πολλά είδη εξαφανίστηκαν και άλλα αντικαταστάθηκαν από νέα είδη, διαμορφώνοντας τη σημερινή σύνθεση της βιοποικιλότητας. Κάθε είδος έχει τα δικά του μοναδικά γονίδια, καταλαμβάνει ένα συγκεκριμένο βιότοπο και παίζει έναν συγκεκριμένο ρόλο στο οικοσύστημα. Μαζί, όλα τα είδη υφαίνουν έναν πολύπλοκο ιστό ζωής, στον οποίο κάθε είδος παίζει σημαντικό ρόλο. (Καρατάσος κ.ά., 2009)

Η σημασία της ποικιλότητας των ειδών για την ισορροπία, τη σταθερότητα και τη λειτουργία των μηχανισμών απόκρισης των οικοσυστημάτων είναι σαφής. Όσο περισσότερα είδη συμμετέχουν στη σύνθεση ενός οικοσυστήματος, τόσο μεγαλύτερη είναι η σταθερότητα του οικοσυστήματος, τόσο πυκνότερες είναι οι τροφικές αλυσίδες και τα βιοτικά δίκτυα, τόσο πιο αδιάλειπτη είναι η ροή της βιομάζας, η ανακύκλωση της ενέργειας και των θρεπτικών συστατικών και τόσο καλύτεροι και αποτελεσματικότεροι

είναι οι μηχανισμοί ανάδρασης. Πέραν αυτού, πολλά είδη συνδέονται στενά μεταξύ τους στην οντογενετική τους εξέλιξη, με την ύπαρξη του ενός να εξαρτάται από την ύπαρξη του άλλου. Συνεπώς, η εξαφάνιση ενός είδους μπορεί να έχει απρόβλεπτες συνέπειες. (Ντάφης κ.ά., 1997)

Σήμερα, ωστόσο, οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν οδηγήσει σε ρυθμούς εξαφάνισης ειδών που είναι 50-100 φορές υψηλότεροι από τους αναμενόμενους, δηλαδή τους φυσικούς, ρυθμούς εξαφάνισης. Υπολογίζεται ότι το ένα τέταρτο των ειδών του πλανήτη απειλείται σήμερα με εξαφάνιση και ότι περίπου 26 000 από τα γνωστά είδη χάνονται κάθε χρόνο. Πολλά είδη αναμένεται να εξαφανιστούν προτού καταγραφούν πλήρως και αναγνωριστεί ο οικολογικός τους ρόλος. (Μαρδίρης κ.ά., 2005)

2.2.3 Η ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ

Δεν υπάρχει οργανισμός στη Γη που να μπορεί να ζήσει απομονωμένος. Οι οργανισμοί αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους και με το φυσικό περιβάλλον στο οποίο ζουν μέσω σχέσεων και λειτουργιών όπως η θήρευση, η βόσκηση, η αποσύνθεση, ο ανταγωνισμός, η αλληλοβοήθεια, η συμβίωση και η φωτοσύνθεση. Το σύνολο των οργανισμών που δημιουργούν αυτές τις αλληλεπιδράσεις και το βιοτικό φυσικό περιβάλλον που τους φιλοξενεί αποτελούν ένα οικοσύστημα. (Μελιάδου, 2000)

Οι οικολογικές αλληλεπιδράσεις περιλαμβάνουν τις περίπλοκες σχέσεις μεταξύ διαφορετικών οργανισμών σε ένα οικοσύστημα και διαμορφώνουν τη δομή και τη δυναμική των οικοσυστημάτων. Μια ερευνητική εργασία που δημοσιεύθηκε στο Science υπογραμμίζει τη σημασία της κατανόησης και της διατήρησης των οικολογικών αλληλεπιδράσεων για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και της ακεραιότητας των οικοσυστημάτων. (Tylianakis κ.ά., 2008)

Το τρίτο επίπεδο βιοποικιλότητας που περιγράφουμε είναι γνωστό ως ποικιλότητα οικοσυστημάτων ή φυτοκοινοτήτων, εκφράζεται με βάση το πλήθος των συνδυασμών φυτικών και ζωικών ειδών (οικοσυστημάτων) που απαντώνται σε μια περιοχή. Ο αριθμός των οικοσυστημάτων και ο τρόπος που αυτά κατανέμονται, που σημαίνει τον συνολικό μωσαϊκό των διαφορετικών οικοσυστημάτων, προσδιορίζει το τοπίο μιας περιοχής. (Ντάφης κ.ά., 1997)

Η ποικιλομορφία των οικοσυστημάτων αναφέρεται στην ποικιλία των οικοσυστημάτων σε μια περιοχή ή σε παγκόσμια κλίμακα. Περιλαμβάνει ποικίλα ενδιαιτήματα, όπως δάση, υγροβιότοπους, λιβάδια και κοραλλιογενείς υφάλους. Τα

οικοσυστήματα υποστηρίζουν ένα ευρύ φάσμα οργανισμών και παρέχουν πολυάριθμα οφέλη στον άνθρωπο, όπως καθαρό αέρα και νερό, ρύθμιση του κλίματος και πολιτιστικές αξίες. Το Παγκόσμιο Ταμείο Άγριας Ζωής τονίζει τη σημασία της διατήρησης της ποικιλομορφίας των οικοσυστημάτων για τη διασφάλιση της οικολογικής ισορροπίας και της βιωσιμότητας. <https://www.worldwildlife.org>

Κάθε οικοσύστημα κυριαρχείται από ένα συγκεκριμένο είδος, αλλά ο καθορισμός των ορίων του είναι συχνά δύσκολο έργο, καθώς το δίκτυο αλληλεπιδράσεων μεταξύ των οργανισμών δεν έχει σαφή γεωγραφικά όρια. Επιπλέον, ο ορισμός ενός οικοσυστήματος εξαρτάται από την κλίμακα της περιοχής, η οποία εξαρτάται από το μέγεθος των κυρίαρχων οργανισμών του οικοσυστήματος. Για παράδειγμα, ένα οικοσύστημα μπορεί να οριστεί ως ένα κοίλωμα σε διχάλα δέντρου όπου αναπτύσσονται μικροφύκη και μικρά ασπόνδυλα, ή ως ολόκληρος ο πλανήτης. Η ποικιλότητα των οικοσυστημάτων εκφράζεται ως ο αριθμός των διαφορετικών τύπων οικοσυστημάτων. Ωστόσο, όπως είναι δύσκολο να οριστούν τα οικοσυστήματα, είναι επίσης δύσκολο να ταξινομηθούν τα οικοσυστήματα σε κατηγορίες. Τα οικοσυστήματα μπορούν να χωριστούν στα χερσαία και στα υδάτινα. Σε πιο χαμηλό επίπεδο και μικρότερη κλίμακα, τα υδάτινα οικοσυστήματα μπορούν να χωριστούν σε συστήματα αλμυρού και γλυκού νερού (που βρίσκονται σε λίμνες και ποτάμια). Τα οικοσυστήματα αυτά αναφέρονται συχνά ως "βιοτικές ενώσεις" ή "μεγα-διαπλάσεις". (Μελιάδου, 2000)

Τονίζεται η σημασία της προστασίας των οικοσυστημάτων όχι μόνο για τη διατήρηση των ειδών που τα απαρτίζουν, αλλά και για τη διατήρηση της φυσιογνωμίας του τοπίου. Η Ελλάδα διαθέτει πολύ υψηλή βιοποικιλότητα φυτικών κοινοτήτων και οικοσυστημάτων λόγω του μεγάλου συνδυασμού φυτικών και ζωικών ειδών. Δυστυχώς, μέχρι σήμερα, η υψηλή αυτή βιοποικιλότητα φυτικών κοινοτήτων και οικοσυστημάτων δεν έχει μελετηθεί επαρκώς στη χώρα μας, παρά την μεγάλη σημασία της. (Ντάφης κ.ά., 1997)

Ένα άλλο επίπεδο μπορεί να προσεγγιστεί με την έννοια της ποικιλότητας του τοπίου, η οποία εκφράζεται με βάση τον αριθμό ή τον αριθμό των τύπων τοπίου που υπάρχουν σε μια περιοχή ή χώρα. Η σύνθεση του τοπίου περιλαμβάνει όχι μόνο τα φυσικά οικοσυστήματα, αλλά και τα ανθρωπογενή, όπως οι διάφοροι τύποι καλλιεργειών και οικισμών. Ο αριθμός των τύπων φυσικών και ανθρωπογενών οικοσυστημάτων, η κατανομή που έχουν στο χώρο και η αναλογία που συμμετέχουν καθορίζουν τη

φυσιогνωμία και το χαρακτήρα του τοπίου. Οι γεώτοποι που συνθέτουν το τοπίο είναι επίσης σημαντικοί επειδή θεωρούνται οι περιοχές όπου έχουν αναπτυχθεί σπάνια (ή μοναδικά) γεωλογικά χαρακτηριστικά και γεωμορφές, ανεξάρτητα από το είδος της χλωρίδας και της πανίδας που συνδέονται με αυτά.

Η Ελλάδα έχει υψηλή βιοποικιλότητα σε όλα τα επίπεδα αλλά η προστασία της δεν πρέπει να αντιμετωπίζεται με διάκριση αλλά ως ενιαία οντότητα. Κάθε επίπεδο προστασίας εξαρτάται από το προηγούμενο ή το επόμενο επίπεδο προστασίας. Επίσης η διατήρηση και η προστασία ενός τοπίου είναι εξαρτημένη από τη διατήρηση και την προστασία της ποικιλότητας των οικοσυστημάτων που το απαρτίζουν, η σταθερότητα ενός οικοσυστήματος εξαρτάται από τη διατήρηση και την προστασία των ειδών που συμμετέχουν στη δομή του- η προστασία και η επιβίωση ενός είδους εξαρτάται από την προστασία και τη διατήρηση της γενετικής του ποικιλότητας, δηλαδή των κληρονομικών χαρακτηριστικών του σε όλη την έκταση της εξάπλωσής του. (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2003)

2.3 Η ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Η Ελλάδα, μια χώρα που φημίζεται για την πλούσια πολιτιστική της κληρονομιά και τα γραφικά της τοπία, φιλοξενεί επίσης μια εξαιρετική βιοποικιλότητα. Το φυσικό περιβάλλον της Ελλάδας είναι εξαιρετικά πλούσιο και, παρά το μικρό της μέγεθος, κατατάσσεται στην πρώτη θέση μεταξύ των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Κοινότητας. Η γεωγραφική της θέση, οι ποικίλοι βιότοποι και οι ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες έχουν ευνοήσει την ανάπτυξη ενός ευρέος φάσματος φυτικών και ζωικών ειδών. (Κιόρτσης, 1979) (Hadjibiros, 1991) (Greuter, 1979)

Η Ελλάδα έχει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά στην πανίδα και τη χλωρίδα της λόγω της γεωγραφικής της θέσης μεταξύ Ευρώπης, Ασίας και Αφρικής. (Μελιάδου, 2000) Η έντονη τοπογραφία της Ελλάδας, η μεγάλη ακτογραμμή και τα πολυάριθμα νησιά δημιουργούν ένα ιδιαίτερα ποικίλο φυσικό τοπίο, συμβάλλοντας στη γεωγραφική απομόνωση των πληθυσμών και στην αύξηση των ποσοστών ενδημισμού. Οι κυριότεροι τύποι οικοσυστημάτων που απαντώνται στην Ελλάδα περιλαμβάνουν θαλάσσια οικοσυστήματα, λιμνοθάλασσες, υφάλους, παράκτιους υγροτόπους και αλυκές, αλυκές, χαλικώδεις και αμμώδεις παραλίες, αμμόλοφους, βραχώδεις ακτές, τρεχούμενα νερά, στάσιμα νερά, λίμνες και υγροτόπους, παραποτάμια δάση, κορυφογραμμές, μακινό, ξηρά λιβάδια, υγρά λιβάδια, αλπικά και υποαλπικά λιβάδια, φυλλοβόλα δάση, μεσογειακά δάση κωνοφόρων, ορεινά δάση κωνοφόρων, υποαλπικά δάση κωνοφόρων, δάση

πλατύφυλλων, ελώδεις εκτάσεις, εσωτερικά βραχώδη εδάφη, εσωτερικά σπήλαια, ηφαιστειακές περιοχές. (Ντάφης κ.ά., 1997)

Η ποικιλόμορφη τοπογραφία της Ελλάδας, που περιλαμβάνει βουνά, κοιλάδες, παράκτιες περιοχές και νησιά, έχει συμβάλει στην αξιοσημείωτη οικολογική ποικιλομορφία της. Η Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία τονίζει ότι η Ελλάδα περιλαμβάνει ποικίλα οικοσυστήματα, όπως δάση, υγροβιότοπους, παράκτιες περιοχές και μεσογειακές μακί. Τα ενδιαφέροντα αυτά παρέχουν θέσεις για πλήθος ειδών και συμβάλλουν στον πλούτο της βιοποικιλότητας της Ελλάδας.
<https://www.ornithologiki.gr>

Τα είδη που βρίσκονται στην Ελλάδα είναι ένα πλούσιο μείγμα ευρωπαϊκών, ασιατικών και αφρικανικών ειδών, καθώς και ορισμένα ενδημικά είδη που απαντώνται μόνο στην Ελλάδα. Ο συνδυασμός της τοποθεσίας, του κλίματος, της ποικιλίας των ενδιαφετημάτων και των συνεχών αλλαγών του καθιστά την Ελλάδα την πλουσιότερη χώρα της Ευρώπης για πολλές ομάδες ζώων. (Μελιάδου, 2000)

Στον ελληνικό φυσικό κόσμο υπάρχουν περίπου 6.000 είδη ανώτερων φυτών, εκ των οποίων τα 1.250 έχουν αποδειχθεί ότι είναι ενδημικά. Επιπλέον, έχουν περιγραφεί περίπου 900 είδη και υποείδη χερσαίων ποωδών φυτών και πολλές άλλες ομάδες φυτών (20.000-30.000 είδη). Υπάρχουν 79 είδη ιθαγενών ψαριών του γλυκού νερού, εκ των οποίων τα 39 είναι ενδημικά στα συστήματα λιμνοθαλασσών της Ιαπωνίας και στις εκβολές των υδάτινων δικτύων των γειτονικών χωρών, ενώ 40 είναι ενδημικά υποείδη. Υπάρχουν 16 είδη αμφιβίων και 58 είδη ερπετών. Από αυτά, 6-8 είδη ερπετών και 67-71 υποείδη αμφιβίων και ερπετών είναι ενδημικά. Μεταξύ των πτηνών, έχουν καταγραφεί 450 είδη, εκ των οποίων τα 407 είναι πλήρως καταγεγραμμένα και χωρίζονται σε 65 οικογένειες. Υπάρχουν 240 είδη που φωλιάζουν, ενώ τα υπόλοιπα είναι μεταναστευτικά. Δεν υπάρχουν ενδημικά είδη πτηνών στη χώρα. (ΥΠΕΧΩΔΕ, 1997)

Η ακτογραμμή της Ελλάδας, που εκτείνεται σε χιλιάδες χιλιόμετρα και περιλαμβάνει το Αιγαίο και το Ιόνιο Πέλαγος, υποστηρίζει μια αξιοσημείωτη θαλάσσια βιοποικιλότητα. Το Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών επισημαίνει την παρουσία ποικίλων θαλάσσιων οικοσυστημάτων, όπως λιβάδια θαλάσσιου χόρτου, κοραλλιογενείς ύφαλοι και υποθαλάσσιες σπηλιές. Αυτά τα ενδιαφέροντα παρέχουν κρίσιμες περιοχές αναπαραγωγής, τροφοληψίας και καταφυγής για ένα ευρύ φάσμα θαλάσσιων ειδών.
<https://www.hcmr.gr/en/marine-biodiversity>

Οι παραδοσιακές γεωργικές πρακτικές και τα αγροτικά τοπία της Ελλάδας έχουν επίσης συμβάλει στη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Τα παραδοσιακά αγροοικοσυστήματα, όπως οι αναβαθμίδες και οι ελαιώνες, παρέχουν ενδιαίτηματα για πολλά είδη φυτών και ζώων. Το πρόγραμμα "Πολιτιστικά Τοπία της Ελλάδας" του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων ρίχνει φως στο ρόλο των παραδοσιακών γεωργικών πρακτικών στη διατήρηση της βιοποικιλότητας. <http://www.kpe.gr/traditional-agroecosystems>

Η βιοποικιλότητα της Ελλάδας αποτελεί απόδειξη του φυσικού πλούτου και της οικολογικής σημασίας της χώρας. Τα ποικίλα τοπία της, η πλούσια χλωρίδα και πανίδα και τα μοναδικά θαλάσσια οικοσυστήματα την καθιστούν παράδεισο για τους λάτρεις της βιοποικιλότητας. Αναγνωρίζοντας και διατηρώντας τη βιοποικιλότητα της Ελλάδας μέσω προστατευόμενων περιοχών, βιώσιμων πρακτικών και ευαισθητοποίησης του κοινού, μπορούμε να διασφαλίσουμε τη διατήρηση αυτής της ανεκτίμητης φυσικής κληρονομιάς για τις μελλοντικές γενιές.

2.3.1 Η ΧΛΩΡΙΔΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Είναι γνωστό ότι η Ελλάδα έχει την πλουσιότερη χλωρίδα στην Ευρώπη. Αυτό οφείλεται στη γεωλογική της ιστορία, στις ιδιαίτερες κλιματολογικές συνθήκες και, κυρίως, στη γεωγραφική της σύνθεση και θέση, όπου συναντάται μια ποικιλία μεσογειακής, ευρωπαϊκής, ασιατικής και βορειοαφρικανικής χλωρίδας. Η σύνθετη διαίρεση σε βουνά, κοιλάδες, ποτάμια, λίμνες, υγροβιότοπους και νησιά έχει δημιουργήσει ενδιαίτηματα με ιδιαίτερες κλιματικές συνθήκες. Για παράδειγμα, ο αριθμός των νησιών και των βραχονησίδων στο Αιγαίο, το Ιόνιο και την Κρήτη είναι σχεδόν 2.000, ενώ η τελευταία καταγραφή των υγροτόπων στην Ελλάδα δείχνει ότι υπάρχουν 400 υγρότοποι με συνολική έκταση πάνω από 2 εκατομμύρια στρέμματα. (Λαζαρέτου, 1994)

Όσον αφορά τη βλάστηση, στη χώρα μας συναντάται μια ποικιλία μορφών, από αείφυλλα πλατύφυλλα δάση, πεύκα, στη μεσογειακή ζώνη χαμηλού υψομέτρου μέχρι φυλλοβόλα πλατύφυλλα και κωνοφόρα στη ζώνη μέσου-υψηλού υψομέτρου. Τα δάση περιλαμβάνουν 10 περιοχές που έχουν χαρακτηριστεί ως εθνικά πάρκα, τα αυτοφυή δάση της Ροδόπης και ορισμένα αισθητικά δάση της χώρας. (Ιατρού & Γεωργιάδης, 1989)

Η Ελλάδα έχει τρεις βασικές χλωριδικές ενότητες: τη μεσογειακή, την ευρωπαϊκή (ευρασιατική) και την ιρανοκασπική (ποντιακή). Η μεσογειακή χλωρίδα είναι ευρέως ή

στενά διαδεδομένη κατά μήκος των ακτών και στα νησιά του Ιονίου και του Αιγαίου Πελάγους. Το οριζόντιο πλάτος και το κατακόρυφο ύψος αυτής της ζώνης μειώνονται με την αύξηση του γεωγραφικού πλάτους. Η χλωρίδα της Κεντρικής Ευρώπης κυριαρχεί στις ορεινές περιοχές της κεντρικής και βόρειας Ελλάδας, έχοντας χάσει τη θέση της όσο προχωράμε προς τα νότια. Στοιχεία της χλωρίδας Ιράν-Κασπίας (π.χ. ανατολική οξιά) απαντώνται στη Θράκη (βορειοανατολική Ελλάδα) και στα νησιά του βορειοανατολικού Αιγαίου. Τμήματα της βορειοαφρικανικής χλωρίδας συναντώνται επίσης στην Κρήτη. Λόγω της γεωγραφικής της θέσης και της συνύπαρξης των προαναφερθέντων ειδών χλωρίδας, η ελληνική χλωρίδα είναι από τις πλουσιότερες στην Ευρώπη σε σχέση με το μέγεθός της, με πάνω από 6.000 είδη. Επιπλέον, ο ορεινός χαρακτήρας της χώρας και ο μεγάλος αριθμός νησιών δημιουργούν συνθήκες απομόνωσης και ενδημισμού, με αποτέλεσμα ένα σημαντικό ποσοστό (13%) των φυτικών ειδών και υποειδών να είναι ενδημικά. Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι σύμφωνα με το πρόσφατα δημοσιευμένο Κόκκινο Βιβλίο των Σπάνιων και Απειλούμενων Φυτών, από τα 6.000 είδη και υποείδη φυτών, τα 263 θεωρούνται σπάνια ή απειλούμενα. (Φοίτος κ.ά., 2009)

2.3.2 Η ΠΑΝΙΔΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η ελληνική πανίδα, σύμφωνα με απογραφές, περιλαμβάνει 23.130 είδη χερσαίων και γλυκών υδάτων και 3.500 θαλάσσια είδη. Βέβαια, είναι γνωστό ότι η πανίδα της Ελλάδας δεν είναι καλά/πλήρως μελετημένη και ο συνολικός αριθμός των ειδών υπολογίζεται να είναι περίπου 30.000. Τα πιο πολλά γνωστά είναι τα σπονδυλωτά και αυτά με τα μεγαλύτερα κενά στη φυλογένεση είναι τα ασπόνδυλα. Η πλούσια πανίδα της Ελλάδας οφείλεται στη γεωγραφική της θέση, στην ύπαρξη μεγάλου αριθμού νησιών, στη διακύμανση της στάθμης της θάλασσας, στην παρουσία πολλών σπηλαίων και στο γεγονός ότι ο τελευταίος παγετώνας δεν έφτασε στη χώρα μας, δημιουργώντας καταφύγιο για πολλά είδη στα βουνά. (de Jong κ.ά., 2014) (Legakis κ.ά., 2018)

Η Ελλάδα φιλοξενεί πολλά σπάνια ενδημικά και απειλούμενα είδη (καφέ αρκούδα *Ursus arctus*, θαλάσσια χελώνα *caretta caretta*, οχιά *Macrohiper*, μεσογειακή φώκια *monachus monachus* κ.ά.).



Εικόνα 1: *Caretta caretta*.

2.3.3 Η ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ

Η θαλάσσια βιοποικιλότητα εκτιμάται ότι ανέρχεται σε περίπου 2.500 ζωικά και 450 φυτικά είδη για το βένθος και 350 ζωικά και 335 φυτικά είδη για το πλαγκτόν. Η εκτίμηση αυτή είναι λίγο πολύ ίση με την εκτίμηση της ομάδας για το σύνολο της Μεσογείου, παρά το γεγονός ότι ο κατάλογος για τις ελληνικές θάλασσες αυξάνεται σταθερά λόγω των εντατικοποιημένων ερευνών. Η Μεσόγειος Θάλασσα συγκαταλέγεται μεταξύ των 25 hotspots¹ με την πλουσιότερη βιοποικιλότητα στον πλανήτη. Η προέλευση των ειδών της βρίσκεται σε μεγάλο βαθμό στον Ατλαντικό Ωκεανό. Ωστόσο, χαρακτηρίζεται από μεγάλο αριθμό ενδημικών ειδών. Επιπλέον, υπάρχουν κοσμοπολίτικα και ινδο-ωκεάνια είδη. Η παρουσία του τελευταίου οφείλεται στο πρόσφατο πέρασμα από το Σουέζ. Ένα άλλο χαρακτηριστικό της θαλάσσιας βιοποικιλότητάς μας είναι η αυξανόμενη συμμετοχή σπάνιων ειδών. (Δημόπουλος, 1999)

Η πλειονότητα των θαλάσσιων ειδών βρίσκεται στη στήλη του νερού και στους πυθμένες της υφαλοκρηπίδας (κάτω από 200 μέτρα βάθος) και ο αριθμός τους μειώνεται δραματικά στα βάθη της θάλασσας, με παράλληλη μείωση της αφθονίας, της βιομάζας και του μεγέθους. Καθώς η βιοποικιλότητα συγκεντρώνεται στα ρηχά νερά, τις κύριες

¹ Τα hotspots θεωρούνται οι βιολογικά πλουσιότερες και πιο απειλούμενες χερσαίες οικοπεριοχές.

περιοχές ανθρωπογενούς πίεσης, η δράση για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων των ανθρωπινων δραστηριοτήτων αποτελεί ύψιστη προτεραιότητα. (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2003)

Τα κυριότερα παράκτια και θαλάσσια οικοσυστήματα που εμφανίζονται στην Ελλάδα περιλαμβάνουν:

- Αμμώδεις παραλίες με αμμόλοφους
- Βραχώδεις ακτές, οι οποίες καλύπτουν το 70% της ελληνικής ακτογραμμής και ποικίλλουν από ομαλές έως απότομες.
- Παράκτιοι υγρότοποι που σχηματίζονται από ένα συνδυασμό γλυκού και αλμυρού νερού, σχηματίζοντας μια ποικιλία ενδιαιτημάτων.
- Λιβάδι ποσειδώνιας, το οποίο σχηματίζει ένα θαλάσσιο οικοσύστημα. (Λασκαράτος, 2002)

2.4 ΤΑ ΧΕΡΣΑΙΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Η Ελλάδα, με τα ποικίλα τοπία της και τις ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες, φιλοξενεί μια αξιοσημείωτη ποικιλία χερσαίων οικοσυστημάτων. Από τα απόκρημνα βουνά μέχρι τις εύφορες πεδιάδες και τα καταπράσινα δάση, οι χερσαίοι βιότοποι της Ελλάδας φιλοξενούν πλούσια χλωρίδα και πανίδα, συμβάλλοντας στην πλούσια βιοποικιλότητα της χώρας. Πολλοί τύποι οικοσυστημάτων έχουν αναπτυχθεί στη χέρσο λόγω των διαφόρων συνδυασμών κλιματικών συνθηκών, μητρικών πετρωμάτων, πανίδας και χλωρίδας.

Κάνοντας ορισμένες γενικεύσεις, είναι δυνατόν να περιγράψουμε τα κυριότερα χερσαία οικοσυστήματα στην Ελλάδα με βάση το υψόμετρο. Τα οικοσυστήματα μεσογειακού τύπου επικρατούν μέχρι το υψόμετρο των 500 μέτρων περίπου, αν και έχουν διαφορετικές κλίσεις ανάλογα με τις εδαφικές και κλιματικές συνθήκες. Πρόκειται είτε για φρύγανα είτε για ψηλούς, πυκνούς θάμνους (μακί) που απαντώνται σε ξηρότερες περιοχές, όπου κυριαρχούν αειθαλή και ανθεκτικά φυτά όπως η αγριελιά, η μυρτιά, η δάφνη και το πουρνάρι. (Περγάντης, 1995)

2.4.1 ΤΑ ΦΡΥΓΑΝΑ

Τα φρύγανα είναι ένα τοπίο που κυριαρχείται από χαμηλούς θάμνους και χαρακτηρίζεται από εποχιακό διμορφισμό. Ο όρος αυτός αναφέρεται στη διαφορετική μορφολογία αυτών των φυτών το χειμώνα και το καλοκαίρι ως αποτέλεσμα της προσαρμογής στη θερινή ξηρασία. Τα κυρίαρχα ξυλώδη φυτά της οικογένειας των φρύγανα είναι το θυμάρι, η αστοίβη, η γαλαστοιβή, το λιβανόχορτο, η θρούμπα, οι λαδανιές ή κουνούκλες και η ασφακιά. Τα φρύγανα καταλαμβάνουν το 12,5 % του ελληνικού χώρου και κατανέμονται κυρίως στις Κυκλάδες, στα Δωδεκάνησα, στην Κρήτη και στη δυτική Ελλάδα από το Μεσολόγγι μέχρι τα σύνορα, όπου επικρατεί η ασφάκα. (Δημόπουλος, 1999)



Εικόνα 2: Περιοχή με φρύγανα.

2.4.2 ΤΑ ΑΕΙΦΥΛΛΑ - ΣΚΛΗΡΟΦΥΛΛΑ

Η μακκία βλάστηση των χαρακτηρίζει έναν τύπο οικοσυστήματος που είναι ιδιαίτερα διαδεδομένος στην Ελλάδα. Τα φυτά που κυριαρχούν είναι αειθαλείς και πλατύφυλλοι θάμνοι με ύψος έως 2 μέτρα, με βαθιές ρίζες για να αντλούν το απαραίτητο νερό και μικρά δερματώδη φύλλα για να μειώνουν τη διαπνοή το καλοκαίρι, όταν γίνεται πολύ ξηρό. Στα κυρίαρχα είδη συγκαταλέγονται η κουμαριά, το πουρνάρι, η μυρτιά, ο σχίνος, η αριά, η αγριελιά και η χαρουπιά. (Οικονομίδου & Γιαννίτσaros, 1995)



Εικόνα 3: Δάφνη.

2.4.3 ΤΑ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΑ ΔΑΣΗ ΚΩΝΟΦΟΡΩΝ

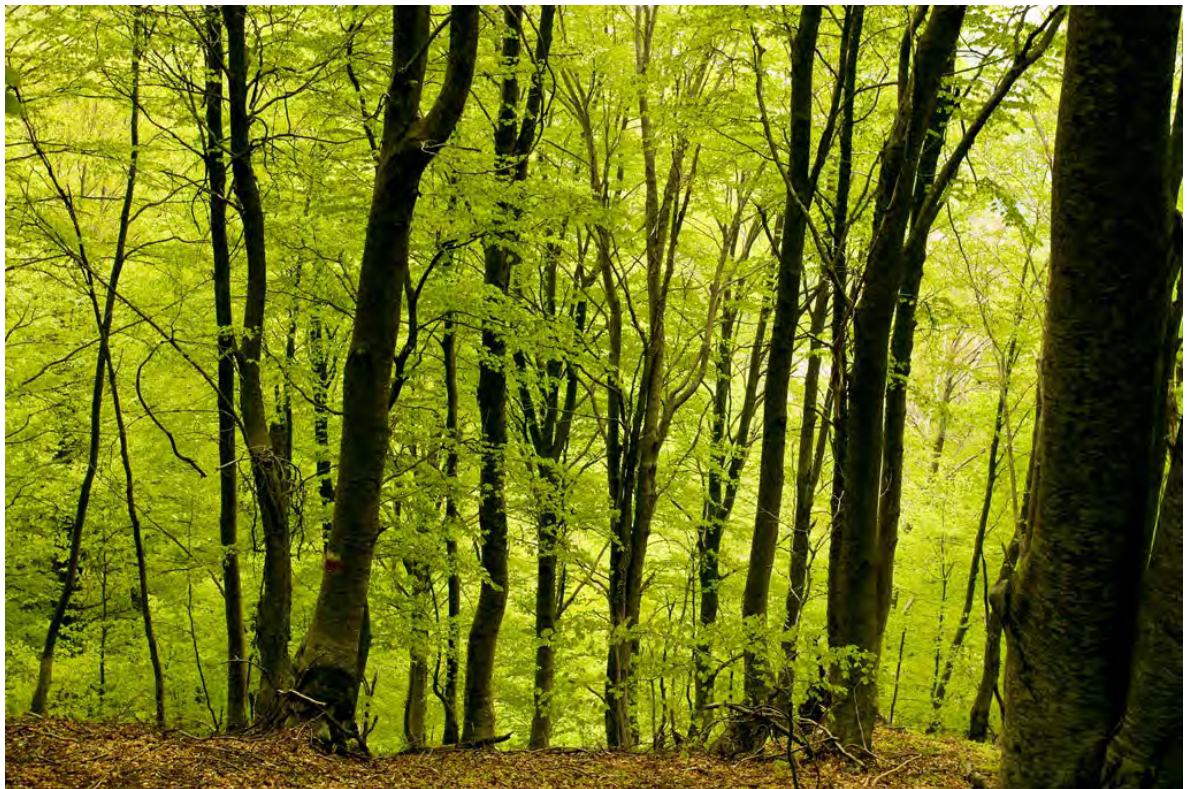
Πρόκειται για ένα δασικό οικοσύστημα στο οποίο κυριαρχεί ένα μόνο είδος κωνοφόρων. Τα δάση *Pinus halepensis* (Χαλέπιο πεύκη) εμφανίζονται σε ασβεστολιθικά και αμμώδη εδάφη σε υψόμετρο έως 1200 m. Η θρακική πεύκη είναι ένα είδος της ανατολικής Μεσογείου. Στη χώρα μας εξαπλώνεται στην Κρήτη, στα Δωδεκάνησα, στα νησιά του Βορείου Αιγαίου και στη Δαδιά της επαρχίας Έβρου. Τα πεύκα σχηματίζουν δάση σε άγρια αμμώδη ή αμμώδη εδάφη και δεν μπορούν να εγκατασταθούν σε πετρώδη υποστρώματα. Εξαπλώνεται στις περιοχές της δυτικής Πελοποννήσου, του Μαραθώνα, της Σκιάθου και της χερσονήσου του Άθω. Εξάιρεση αποτελούν τα δάση κυπαρισσιού και ίσως υπολείμματα μιας ευρύτερης εξάπλωσης βρίσκονται κυρίως στην Κρήτη και τη Ρόδο. (Λασκαράτος, 2002)



Εικόνα 4: Δάσος κωνοφόρων.

2.4.4 ΤΑ ΦΥΛΛΟΒΟΛΑ ΔΑΣΗ

Σε μεγαλύτερα υψόμετρα, δέντρα όπως η βελανιδιά και η οξιά είναι κοινά. Τα δάση πλατύφυλλης δρυός είναι τα πιο διαδεδομένα, αλλά είναι συμπαγή και συνεχή μόνο στη βόρεια Ελλάδα, ενώ σχηματίζουν διάσπαρτες συστάδες στο νότο. Οι καστανιές εμφανίζονται συνήθως σε σχετικά υγρές περιοχές στα νησιά και στη ζώνη των δρυοδασών, σε εδάφη που προέρχονται από όξινα πετρώματα. Συνήθως εμφανίζεται σε σποραδικό μείγμα της αργυρόφυλλης φιλύρας, του ορεινού σφενταμιού και της όστριας. Στις ορεινές περιοχές της Θεσσαλίας, της Ηπείρου και της Μακεδονίας μεταξύ 700 m και 1700 m υψόμετρο, υπάρχουν δάση οξιάς, συνήθως αμιγή δάση. Στην ανατολική Μακεδονία και στη χερσόνησο του Άθω, απαντάται η ανατολική οξιά. Τα δάση οξιάς στη χώρα μας δεν αποτελούν συνεχείς ζώνες, όπως στη Μεσογείου και σε άλλες βαλκανικές χώρες, αλλά εμφανίζονται σχεδόν αποκλειστικά σε πυριτικά πετρώματα, κυρίως στα βόρεια, βορειοανατολικά και βορειοδυτικά νησιά, σχηματίζοντας φυτοκοινωνίες διαφόρων τύπων. (Οικονομίδου & Γιαννίτσaros, 1995)



Εικόνα 5: Δάσος Οξιάς.

2.4.5 ΤΑ ΑΛΠΙΚΑ ΛΙΒΑΔΙΑ

Τα αλπικά λιβάδια βρίσκονται πάνω από τα όρια των δασών κωνοφόρων και κυριαρχούνται από θάμνους και ποώδη φυτά. Οι πιο συνηθισμένοι θάμνοι περιλαμβάνουν το κοινό αγριόκεδρο, τη ξεραγκαθιά, τη σκλήθρα, και τις τετραγκαθιές. Τα ποώδη φυτά είναι κυρίως αγρωστώδη, όπως διάφορα είδη των γενών *Seleria* και *Carex*. Την άνοιξη και το καλοκαίρι, μια ποικιλία λουλουδιών, όπως οι καμπανούλες και οι γεντιανές βιολέτες, δίνουν στα αλπικά λιβάδια μια ζωντανή εμφάνιση. (Δημόπουλος, 1999)



Εικόνα 6: Αλπικό λιβάδι στην Γκιώνα.

2.5 ΤΑ ΥΔΑΤΙΝΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ

Η Ελλάδα, με την εκτεταμένη ακτογραμμή της και τα πολυάριθμα υδάτινα σώματα, διαθέτει ένα ευρύ φάσμα υδάτινων οικοσυστημάτων. Από τα κρυστάλλινα νερά του Αιγαίου Πελάγους μέχρι τις γαλήνιες λίμνες και τα ελικοειδή ποτάμια, τα υδάτινα ενδιαίτηματα της Ελλάδας φιλοξενούν ένα πλούσιο μωσαϊκό υδρόβιων ειδών. Ο όρος υγρότοπος είναι ένας γενικός όρος για περιοχές που καλύπτονται εποχιακά ή μόνιμα από ρηχά νερά (γλυκού ή θαλασσινού νερού) ή έχουν υπόστρωμα που δεν καλύπτεται ποτέ από νερό αλλά είναι υγρό για το μεγαλύτερο μέρος του έτους. Σύμφωνα με την τελευταία απογραφή, στην Ελλάδα υπάρχουν σχεδόν 400 υγρότοποι. (Γεράκης, 1996) Πιο αναλυτικά τα οικοσυστήματα αυτά περιλαμβάνουν:

- **Θαλάσσια οικοσυστήματα:** Τα θαλάσσια οικοσυστήματα της Ελλάδας περιλαμβάνουν την τεράστια έκταση του Αιγαίου και του Ιονίου. Αυτά τα παρθένα νερά σφύζουν από ζωή, συμπεριλαμβανομένων πολύχρωμων κοραλλιογενών υφάλων, λιβαδιών θαλάσσιου χόρτου και υποθαλάσσιων σπηλαίων. <https://www.hcmr.gr>
- **Παράκτια οικοσυστήματα:** Η ποικιλόμορφη ακτογραμμή της Ελλάδας φιλοξενεί μια σειρά από παράκτια οικοσυστήματα, όπως αμμώδεις παραλίες, βραχώδεις ακτές και παράκτιους υγροτόπους. Οι περιοχές αυτές χρησιμεύουν ως σημαντικοί χώροι αναπαραγωγής, τροφοληψίας και ανάπαυσης για μια ποικιλία θαλάσσιων ειδών και ειδών πτηνών. <https://www.ornithologiki.gr>
- **Οικοσυστήματα εσωτερικών υδάτων:** Τα εσωτερικά υδάτινα σώματα της Ελλάδας, όπως οι λίμνες, τα ποτάμια και οι υγρότοποι, συμβάλλουν σημαντικά στην υδρόβια βιοποικιλότητα της χώρας. Η λίμνη Πρέσπα, η λίμνη Δόξα και το Δέλτα του Έβρου αποτελούν αξιοσημείωτα παραδείγματα των ποικίλων οικοσυστημάτων εσωτερικών υδάτων της Ελλάδας. <http://www.ekby.gr>
- **Ποτάμια συστήματα:** Τα ποτάμια συστήματα της Ελλάδας διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη στήριξη της υδρόβιας ζωής και στη σύνδεση διαφόρων οικοσυστημάτων. Τα ποτάμια της Ηπείρου, της Μακεδονίας και της Θεσσαλίας είναι γνωστά για τη βιοποικιλότητα και τη σημασία τους για τα είδη γλυκού νερού. <https://www.ekpaa.gr>
- **Υγροτοπικές περιοχές:** Οι υγροβιότοποι της Ελλάδας είναι ζωτικής σημασίας τόσο για τη χερσαία όσο και για την υδρόβια βιοποικιλότητα. Ο Αμβρακικός Κόλπος, το Δέλτα του Νέστου και η λίμνη Κερκίνη είναι μεταξύ των αξιοσημείωτων υγροτόπων της Ελλάδας. <https://www.ramsar.org>

2.6 ΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Η θάλασσα είναι ένα υδάτινο σύστημα που χαρακτηρίζεται από ποικίλες συνθήκες σε όλο το μήκος και το βάθος της. Αυτές οι ποικίλες συνθήκες επιτρέπουν στους οργανισμούς να σχηματίζουν μια μεγάλη ποικιλία οικοσυστημάτων, καθένα από τα οποία είναι προσαρμοσμένο στο περιβάλλον του. Η Ελλάδα, με την εκτεταμένη ακτογραμμή της και τα πολυάριθμα υδάτινα σώματα, διαθέτει ένα ευρύ φάσμα υδάτινων οικοσυστημάτων. Από τα κρυστάλλινα νερά του Αιγαίου Πελάγους μέχρι τις γαλήνιες λίμνες και τα ελικοειδή ποτάμια, τα υδάτινα ενδιαιτήματα της Ελλάδας φιλοξενούν ένα

πλούσιο μωσαϊκό υδρόβιων ειδών. Τα θαλάσσια οικοσυστήματα της Ελλάδας περιλαμβάνουν την τεράστια έκταση του Αιγαίου και του Ιονίου. Αυτά τα παρθένα νερά σφύζουν από ζωή, συμπεριλαμβανομένων πολύχρωμων κοραλλιογενών υφάλων, λιβαδιών θαλάσσιου χόρτου και υποθαλάσσιων σπηλαίων.

Τα θαλάσσια οικοσυστήματα μπορούν να διακριθούν κυρίως από το βάθος, τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά και τον τύπο του βυθού (βραχώδης, αμμώδης ή λασπώδης). Σε αυτά περιλαμβάνονται ρηχοί κόλποι, αμμοθίνες, εκβολές ποταμών και ύφαλοι. Ιδιαίτερης σημασίας είναι το Ποσειδώνιο λιβάδι, το οποίο εμφανίζεται κυρίως σε μαλακά και σκληρά υποστρώματα. Οι ρηχοί κόλποι είναι κυρίως προστατευμένοι από τα κύματα και περιέχουν μεγάλη ποικιλία υποστρωμάτων και ιζημάτων, και ως εκ τούτου έχουν συνήθως υψηλή βιοποικιλότητα. (Λασκαράτος, 2002)

Οι αμμοθίνες είναι ρηχές αμμώδεις περιοχές σε βάθος μικρότερο των 20 μέτρων. Ο βυθός είναι είτε γυμνός είτε καλυμμένος με τα θαλάσσια φυτά *Zostera* και *Cymodocea*. Εκτός από τη βενθική πανίδα της άμμου, στην άμμο κατοικούν πολλά πουλιά που διαχειμάζουν.

Οι εκβολές είναι υφάλμυρες, με κυρίως ιλυώδη υποστρώματα από ποτάμια ιζήματα. Είναι κοινά υποτροπικά οικοσυστήματα, με βενθικά φύκη, ανθοφόρα λιβάδια φυτών όπως η Ζάστερα και υφάλμυρα νερά όπως η Ρούπια, με πυκνές κοινότητες ασπόνδυλων και περιοχές τροφοληψίας πουλιών.

Οι ύφαλοι είναι βραχώδεις σχηματισμοί που είναι βυθισμένοι ή προεξέχουν από την επιφάνεια της θάλασσας και σχηματίζουν χαρακτηριστικές ζώνες βενθικών φυτοκοινωνιών και ζωικών κοινοτήτων. Πολλοί οργανισμοί καλύπτουν τους βράχους με τη μορφή κρούστας. Τα φωτόφιλα φύκη όπως τα *Cystoseira* spp. είναι χαρακτηριστικά στις ανώτερες ζώνες, ενώ τα κοραλλιογενή ραδοφύκη κυριαρχούν στις σκιερές σχισμές των βράχων και στις βαθύτερες ζώνες. Η πανίδα αποτελείται από καθιστικά ασπόνδυλα, όπως μύδια, σφουγγάρια, βρυόζωα και καρκινοειδή. (Δημόπουλος, 1999)

2.7 ΤΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΤΩΝ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ

Η δημιουργία προστατευόμενων περιοχών σε παγκόσμιο επίπεδο έχει σημαντική ιστορία. Στην Ινδία, ορισμένοι ιστορικοί υποστηρίζουν ότι ειδικές περιοχές υπήρχαν πριν από 2000 χρόνια για την προστασία των φυσικών πόρων χωρίς καμία εκμετάλλευση. Στην Ευρώπη, οι πρώτες αναφερόμενες περιοχές προστατεύονταν για σχεδόν 1000 χρόνια ως κυνηγότοποι για τις προνομιούχες τάξεις της εποχής. Το πρώτο εθνικό πάρκο

δημιουργήθηκε στο Yellowstone των ΗΠΑ το 1872 ως "δημόσιο πάρκο ή περιοχή αναψυχής προς όφελος και για την απόλαυση του κοινού". Ακολουθώντας το παράδειγμα των ΗΠΑ, εθνικά πάρκα δημιουργήθηκαν σε πολλές άλλες χώρες, όπως ο Καναδάς, η Αυστραλία, η Νότια Αφρική και η Νέα Ζηλανδία.

Οι περιοχές αυτές είχαν πολλά κοινά στοιχεία. Πρώτον, οι περιφέρειες αυτές δημιουργήθηκαν με πρωτοβουλία της κυβέρνησης. Δεύτερον, οι περιοχές αυτές περιλαμβάνουν συνήθως μεγάλες εκτάσεις γης. Τρίτον, ήταν αρχικά κατοικήσιμες. Φυσικά, το τελευταίο χαρακτηριστικό (δηλαδή η παρουσία ανθρώπων και η συνύπαρξη φυσικών στοιχείων και ανθρώπων) αλλάζει με τον χρόνο και τον τόπο. Για παράδειγμα, στην Ευρώπη, όπου οι "φυσικές" περιοχές ήταν πάντα μικρές και οι ανθρώπινες δραστηριότητες συνυπήρχαν με τη φύση, οι προστατευόμενες περιοχές είναι γενικά μικρές και περιέχουν τουλάχιστον εν μέρει κατοικημένες περιοχές και ανθρώπινες δραστηριότητες.

Καθώς όλο και περισσότερες περιοχές χαρακτηρίζονταν ως προστατευόμενες περιοχές, προέκυψε η ανάγκη για μηχανισμούς συντονισμού και διαχείρισης, τουλάχιστον σε ορισμένες χώρες. Έτσι, ο πρώτος παγκόσμιος συντονιστικός φορέας εμφανίστηκε στον Καναδά το 1911. Πέντε χρόνια αργότερα, ιδρύθηκε η Υπηρεσία Εθνικών Πάρκων στις ΗΠΑ, όπου εξακολουθεί να διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη διαχείριση των προστατευόμενων περιοχών. Έκτοτε, χιλιάδες προστατευόμενες περιοχές έχουν δημιουργηθεί παγκοσμίως: το 2002, σύμφωνα με τα κριτήρια της IUCN, περίπου 44.000 περιοχές είχαν χαρακτηριστεί ως προστατευόμενες περιοχές, αντιπροσωπεύοντας περίπου το 10% της συνολικής έκτασης του πλανήτη. Η δημιουργία προστατευόμενων περιοχών στην Ελλάδα χρονολογείται από τις αρχές του 20ού αιώνα, όταν η χώρα αναγνώρισε την ανάγκη προστασίας των μοναδικών οικοσυστημάτων και οικοτόπων της. Συγκεκριμένα η ιστορία της κήρυξης προστατευόμενων περιοχών ξεκίνησε το 1983 με τη δημιουργία του Εθνικού Πάρκου Ολύμπου στον Όλυμπο. (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2003) Κάποια από τα δίκτυα προστασίας περιοχών είναι τα εξής:

- Το Σύστημα Εθνικών Πάρκων: Τα εθνικά πάρκα της Ελλάδας αποτελούν σημαντικό στοιχείο του δικτύου προστατευόμενων περιοχών της. Τα πάρκα αυτά ιδρύθηκαν για να διατηρήσουν εξαιρετικά τοπία, σημαντικά οικοσυστήματα και χώρους πολιτιστικής κληρονομιάς. <https://www.parks.gr>

- Natura 2000: Το Natura 2000 είναι ένα ευρωπαϊκό δίκτυο προστατευόμενων περιοχών που δημιουργήθηκε για τη διατήρηση των πιο πολύτιμων και απειλούμενων ειδών και οικοτόπων της ηπείρου. Η Ελλάδα φιλοξενεί σημαντικό αριθμό περιοχών Natura 2000, γεγονός που αντικατοπτρίζει την οικολογική σημασία της χώρας. <https://www.eea.europa.eu>
- Αποθέματα βιόσφαιρας: Η Ελλάδα έχει ορίσει αρκετά αποθέματα βιόσφαιρας στο πλαίσιο του προγράμματος "Ο Άνθρωπος και η Βιόσφαιρα" της UNESCO. Τα εν λόγω καταφύγια στοχεύουν στην εναρμόνιση της διατήρησης της βιοποικιλότητας, της βιώσιμης ανάπτυξης και της επιστημονικής έρευνας. <http://www.unesco-hellas.gr>
- Πολιτιστικά τοπία: Οι προστατευόμενες περιοχές της Ελλάδας περιλαμβάνουν επίσης πολιτιστικά σημαντικά τοπία που διατηρούν παραδοσιακές γεωργικές πρακτικές και ιστορικές τοποθεσίες. <https://www.culture.gov.gr>

2.8 Ο ΟΡΙΣΜΟΣ, ΟΙ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΑΙ ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ

Οι προστατευόμενες περιοχές χρησιμεύουν ως καταφύγια για τη βιοποικιλότητα, τους οικοτόπους και την πολιτιστική κληρονομιά, εξασφαλίζοντας τη διατήρησή τους για τις μελλοντικές γενιές. Η κατανόηση του ορισμού, των κατηγοριών και των χαρακτηριστικών των προστατευόμενων περιοχών είναι απαραίτητη για την κατανόηση της σημασίας τους στην προστασία του περιβάλλοντος.

Η Παγκόσμια Επιτροπή για τις Προστατευόμενες Περιοχές ορίζει την προστατευόμενη περιοχή ως: "Μια περιοχή ξηράς ή/και θάλασσας που έχει οριστεί ειδικά για την διατήρηση και προστασία της βιοποικιλότητας, των φυσικών και πολιτιστικών πόρων που συνδέονται με αυτές και διαχειρίζεται με νομικά ή άλλα μέσα". Ο κύριος στόχος της δημιουργίας και της διαχείρισης των προστατευόμενων περιοχών είναι η διατήρηση της βιοποικιλότητας και των αναγνωρισμένων οικολογικών αξιών της. Η σπουδαιότητα των περιοχών αυτών καθορίζεται με βάση αντικειμενικά και κωδικοποιημένα επιστημονικά κριτήρια, όπως αυτά αναφέρονται στο νομικό πλαίσιο κάθε χώρας. <https://www.iucn.org/our-work/topic/effective-protected-areas>

Η οικονομική ανάπτυξη και ευημερία των ανθρώπινων κοινωνιών έχει οδηγήσει σε σημαντική μείωση των φυσικών πόρων και του φυσικού χώρου, με συνέπεια την εξαφάνιση μορφών ζωής από τον πλανήτη. Το φαινόμενο αυτό είναι ανησυχητικό, ιδίως

καθώς η εξαφάνιση των μορφών ζωής, δηλαδή των αυτοφυών φυτικών και άγριων ειδών, επιταχύνεται, οδηγώντας τη διεθνή κοινότητα να τονίσει την ανάγκη προστασίας της φύσης, δηλαδή των φυσικών χώρων και των μορφών ζωής που ευδοκούν εκεί, και να λάβει μέτρα προς αυτή την κατεύθυνση. Τα φυσικά καταφύγια είναι σαφώς καθορισμένες περιοχές όπου οι ανθρώπινες δραστηριότητες απαγορεύονται ή περιορίζονται με σκοπό την προστασία της φύσης. (Προμπονάς, 2007)

Οι κατηγορίες περιοχών προστασίας της φύσης, ανεξάρτητα από τη ένταξή τους στο δίκτυο Natura 2000, προσδιορίζονται με τη εθνική νομοθεσία ν. 1650/86, (και τις τροποποιήσεις του από το ν. 3937/2011 και ν. 4685/2020) και είναι:

- Εθνικά πάρκα: Οι μεγάλες φυσικές ή ημιφυσικές περιοχές που καλύπτονται από το καθεστώς των εθνικών πάρκων στην Ελλάδα χωρίζονται σε χερσαίες, θαλάσσιες ή μικτού χαρακτήρα.
- Καταφύγια άγριας ζωής: Οι περιοχές που λειτουργούν ως καταφύγια άγριας ζωής κατατάσσονται σε χερσαίες, υδροτοπικές, θαλάσσιες ή με μικτό χαρακτήρα, και χαρακτηρίζονται ως κατάλληλες για την ανάπτυξη πληθυσμών άγριας πανίδας και χλωρίδας.
- Προστατευόμενα τοπία & προστατευόμενοι φυσικοί σχηματισμοί: Αυτά τα λειτουργικά τμήματα της φύσης, είτε πρόκειται για ευρείες περιοχές είτε για μοναδικά στοιχεία, διαθέτουν ιδιαίτερη οικολογική, γεωλογική ή γεωμορφολογική αξία.

Αυτές οι περιοχές με την σειρά τους ανήκουν σε μία ή περισσότερες ζώνες προστασίας και διαχείρισης που ακολουθούν:

- Ζώνη απόλυτης προστασίας της φύσης.
- Ζώνη προστασίας της φύσης.
- Ζώνη διατήρησης οικοτόπων και ειδών.
- Ζώνη βιώσιμης διαχείρισης φυσικών πόρων.

<https://ypen.gov.gr/perivallon/viopoikilotita/prostatevomenes-perioches/>

Η δημιουργία και η ορθή διαχείριση των προστατευόμενων περιοχών διατηρεί μια ποικιλία διαφορετικών χαρακτηριστικών του φυσικού περιβάλλοντος για τις σημερινές και τις μελλοντικές γενιές, συμπεριλαμβανομένων:

- Περιοχές με χαρακτηριστικά ή μοναδικά οικοσυστήματα και σπάνια και ποικίλα είδη,
- Αυτοφυής χλωρίδα και πανίδα, ιδίως αντιπροσωπευτικά, σπάνια και απειλούμενα είδη,
- Τοπία, γεωμορφές και τόποι ιδιαίτερης αισθητικής, επιστημονικής ή άλλης αξίας,
- Ανθρωπογενείς και πολιτιστικές τοποθεσίες και στοιχεία που συνυπάρχουν ή συνδέονται με τα παραπάνω χαρακτηριστικά. (Κασιούμης, 1995)

Κάθε χώρα διαθέτει περιοχές ιδιαίτερης οικολογικής ή περιφερειακής σημασίας με ειδικά χαρακτηριστικά, οι οποίες δεν έχουν όλες χαρακτηριστεί ως "προστατευόμενες περιοχές". Αυτό που κάνει διαφορετικό τις προστατευόμενες περιοχές από άλλες παρόμοιες περιοχές είναι ότι διέπονται από ένα ειδικό νομικό σύστημα και ότι η ανάγκη για ειδική προστασία και διαχείριση είναι εγγυημένη από το κράτος. Οι προστατευόμενες περιοχές μοιράζονται αρκετά κοινά χαρακτηριστικά που καθορίζουν τον σκοπό και τη διαχείρισή τους:

- Νομικός χαρακτηρισμός: Οι προστατευόμενες περιοχές έχουν νομικό καθεστώς και καθορίζονται βάσει εθνικής ή διεθνούς νομοθεσίας, εξασφαλίζοντας τη μακροπρόθεσμη προστασία και διαχείρισή τους.
- Διατήρηση της βιοποικιλότητας: Οι προστατευόμενες περιοχές θέτουν ως προτεραιότητα τη διατήρηση και προστασία της βιοποικιλότητας, συμπεριλαμβανομένων των οικοσυστημάτων, των ειδών και της γενετικής ποικιλότητας.
- Σχέδια διαχείρισης: Τα αποτελεσματικά σχέδια διαχείρισης καθοδηγούν τις δράσεις και τις δραστηριότητες διατήρησης εντός των προστατευόμενων περιοχών, αντιμετωπίζοντας τις απειλές, παρακολουθώντας τη βιοποικιλότητα και εμπλέκοντας τα ενδιαφερόμενα μέρη.
- Δέσμευση των ενδιαφερομένων μερών: Οι προστατευόμενες περιοχές εμπλέκουν τις τοπικές κοινότητες, τις ομάδες αυτοχθόνων και άλλους ενδιαφερόμενους στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων, εξασφαλίζοντας τη συμμετοχή τους και επωφελούμενες από τις παραδοσιακές τους γνώσεις.
- Ζώνες απομόνωσης: Πολλές προστατευόμενες περιοχές περιλαμβάνουν ρυθμιστικές ζώνες που περιβάλλουν τις κεντρικές περιοχές, παρέχοντας πρόσθετη προστασία, βιώσιμες πρακτικές χρήσης γης και κοινοτική ανάπτυξη.

<https://portals.iucn.org/>

Συνοψίζοντας τη μέχρι τώρα ανάλυση, τα κριτήρια (βασικά χαρακτηριστικά) για τις προστατευόμενες περιοχές είναι τα εξής:

- είναι χερσαίες ή υδάτινες εκτάσεις,
- περιέχουν ιδιαίτερα φυσικά, οικολογικά, τοπικά, πολιτισμικά χαρακτηριστικά,
- είναι πολύτιμες για τη προστασία της φυσικής κληρονομιάς κάθε κράτους,
- υπάρχουν συγκεκριμένες νομικές προστασίες,
- η προστασία και η ορθή διαχείρισή τους είναι εγγυημένη από το κράτος,
- δεν έχουν μόνο οικολογική σημασία, αλλά συμβάλλουν επίσης σε ένα ευρύ φάσμα ανθρώπινων κοινωνικών, οικονομικών και πολιτιστικών αναγκών.

2.8.1 ΤΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΚΑΙ ΤΑ ΚΟΙΝΩΝΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΤΩΝ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ

Στην Ευρώπη, και ιδίως στην Ελλάδα, οι ανθρώπινες δραστηριότητες συνυπήρχαν ιστορικά με το φυσικό περιβάλλον και συνέβαλαν στη διαμόρφωσή του για πολλά χρόνια. Εάν θεσμοθετηθούν σωστά και διαχειριστούν με σύνεση, τα οφέλη τους μπορούν να επεκταθούν, υποστηρίζοντας ζωντανές κοινωνίες που ωφελούν τη φύση και επωφελούνται από την προστασία της, και τονώνοντας τις τοπικές οικονομίες. Οι περιοχές αυτές προσφέρουν εξαιρετικές ευκαιρίες για περιβαλλοντική εκπαίδευση, αναψυχή, τουρισμό και επιστημονική έρευνα.

Η θέσπιση ενός νομικού πλαισίου για την προστασία των οικολογικά σημαντικών περιοχών αντιμετωπίζεται συχνά με καχυποψία ως μια σειρά απαγορεύσεων που απειλούν να κάνουν τη ζωή του τοπικού πληθυσμού ακόμη πιο δύσκολη. Ωστόσο, η πραγματικότητα είναι πολύ διαφορετική και η ύπαρξη ενός θεσμικού πλαισίου για την προστασία και τη διαχείριση των οικολογικά σημαντικών περιοχών παρέχει συχνά και ένα πλαίσιο για την ανάπτυξή τους. Οι προστατευόμενες περιοχές επιλέγονται με βάση οικολογικά κριτήρια και αποσκοπούν άμεσα σε περιβαλλοντικά οφέλη, αλλά μπορούν επίσης να προσφέρουν σημαντικά κοινωνικά οφέλη, αν οι θεσμοί λειτουργούν και διαχειρίζονται σωστά. Άλλωστε, οι προστατευόμενες περιοχές αποτελούν βασικές περιοχές για την ανάπτυξη της αναψυχής, της εκπαίδευσης, της βιολογικής γεωργίας, της γεωργίας και της κτηνοτροφίας, της αλιείας μικρής κλίμακας, της παράκτιας αλιείας και, φυσικά, των υποδομών οικότουρισμού.

Οι συζητήσεις σχετικά με τα οικονομικά οφέλη των προστατευόμενων περιοχών επικεντρώνονται συνήθως στις νέες θέσεις εργασίας που δημιουργούνται, αλλά

θεωρητικά και στην προσαρμογή των τοπικών οικονομιών ώστε να γίνουν πιο ανθεκτικές σε περιόδους κρίσης. Αυτά είναι σίγουρα τα πιο χαρακτηριστικά παραδείγματα, αλλά όχι τα μόνα. Θα πρέπει επίσης να εξεταστούν οι οικονομικές πτυχές των περιβαλλοντικών οφελών. Αλλά ακόμη και αν αυτή είναι η αρχή, οι εξαιρέσεις δεν μπορούν να παραβλεφθούν. Σε ορισμένες προστατευόμενες περιοχές έχει ήδη σημειωθεί σημαντική οικονομική ανάπτυξη.

Η δυνατότητα οικονομικής ανάπτυξης επιφέρει επίσης κοινωνικά οφέλη. Απασχόληση σημαίνει μείωση της ανεργίας, διατήρηση του τοπικού πληθυσμού και βελτίωση της κοινωνικής δομής. Πολλοί υποστηρίζουν ότι η κοινωνία των πολιτών στην Ελλάδα βρίσκεται σε φάση εκκόλαψης. Ωστόσο, η συμβολή και η υποστήριξη των διοικητικών οργάνων, η δικτύωση, ο εθελοντισμός και η ενεργοποίηση συμμετοχικών διαδικασιών και μεθόδων επίλυσης συγκρούσεων στις προστατευόμενες περιοχές μπορούν να ενισχύσουν αποφασιστικά την ανάπτυξη της κοινωνικής συνείδησης. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα η οργάνωση των εθελοντικών ομάδων προστασίας των δασών σε προστατευόμενα δάση όπως η Πάρνητα και η Δαδιά. (Καραβέλλας κ.ά., 2003)

2.8.2 ΟΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΩΝ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ

Οι προστατευόμενες περιοχές διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη διατήρηση της βιοποικιλότητας, την προστασία των οικοσυστημάτων και την προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης. Οι περιοχές αυτές ορίζονται με γνώμονα συγκεκριμένους στόχους, οι οποίοι περιλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα στόχων διατήρησης και διαχείρισης. Στη σύγχρονη εποχή, το καθήκον της ανθρωπότητας για τη διατήρηση των προστατευόμενων περιοχών και της φυσικής κληρονομιάς εν γένει επιβάλλεται για τους συγκεκριμένους λόγους και τους ειδικούς σκοπούς που εξυπηρετούν οι περιοχές αυτές. (Καραβέλλας κ.ά., 2003)

Αυτές περιλαμβάνουν εν συντομία τα εξής:

- την προστασία των πολύτιμων οικολογικών αξιών,
- τη διατήρηση της ισορροπίας του φυσικού περιβάλλοντος,
- την εκπλήρωση επιστημονικών σκοπών,
- την ικανοποίηση των κρίσιμων αναγκών υπαίθριας αναψυχής των σύγχρονων ανθρώπων,
- την περιβαλλοντική εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση του κοινού,

- την παροχή δημόσιων αγαθών (καθαρός αέρας, καθαρό θαλασσίνο νερό, αισθητική απόλαυση της φύσης),
- την δημιουργία ευκαιριών απασχόλησης (από την ανάπτυξη και αναζωογόνηση του τουρισμού της περιοχής). (Κασιούμης, 1995)

Διατήρηση της βιοποικιλότητας: Οι προστατευόμενες περιοχές δημιουργούνται κυρίως για τη διασφάλιση της βιοποικιλότητας, συμπεριλαμβανομένων των απειλούμενων ειδών, των μοναδικών οικοσυστημάτων και της γενετικής ποικιλότητας. Οι περιοχές αυτές παρέχουν ενδιαιτήματα για πολυάριθμα είδη φυτών και ζώων, επιτρέποντας την επιβίωσή τους και προωθώντας τις φυσικές διεργασίες. Οι στόχοι διατήρησης της βιοποικιλότητας περιλαμβάνουν τη διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας, την πρόληψη της εξαφάνισης των ειδών και την αποκατάσταση των υποβαθμισμένων οικοσυστημάτων. Έτσι οι προστατευόμενες περιοχές έχουν σημαντικό αντίκτυπο στη διατήρηση της βιοποικιλότητας και στον μετριασμό των επιπτώσεων της απώλειας και του κατακερματισμού των ενδιαιτημάτων. (Wilson, 2016)

Ο οικολογικός ρόλος των προστατευόμενων περιοχών είναι ο κύριος στόχος της δημιουργίας και της διαχείρισής τους, κυρίως η προστασία και η διατήρηση πολύτιμων στοιχείων της φυσικής κληρονομιάς (οικοτόπων, φυτικών και ζωικών ειδών, φυσικών μορφών εδάφους). Αυτή είναι μια σημαντική λειτουργία των προστατευόμενων περιοχών και αποκτά ολοένα και μεγαλύτερη σημασία στη σύγχρονη εποχή. Οι περιοχές αυτές έχουν επίσης μεγάλη αξία για τη διατήρηση της γενετικής ποικιλότητας.

Η διατήρηση αυτής της ποικιλομορφίας αποτελεί προϋπόθεση για τη συνέχιση των οικολογικών διεργασιών και των φυσικών διαδικασιών εξέλιξης των ειδών, οι οποίες στηρίζουν τη λειτουργία όλων των συστημάτων που υποστηρίζουν τη ζωή στη Γη. Οι προστατευόμενες περιοχές λειτουργούν ως καταφύγια όπου η βιολογική ποικιλομορφία και η βιολογική παραγωγικότητα μπορούν να διατηρηθούν υπό συνθήκες ουσιαστικά φυσικής εξέλιξης και λειτουργίας. Οι προστατευόμενες περιοχές συμβάλλουν επίσης σημαντικά στην υδρολογική ρύθμιση, την προστασία του εδάφους, τη βελτίωση της ατμόσφαιρας και τη σταθεροποίηση του κλίματος, που επίσης συμβάλλουν αποφασιστικά στη διατήρηση της περιβαλλοντικής ισορροπίας. (Κασιούμης, 1995)

Προστασία του οικοσυστήματος: Οι προστατευόμενες περιοχές αποσκοπούν επίσης στη διαφύλαξη των οικοσυστημάτων και της λειτουργίας τους. Οι περιοχές αυτές διατηρούν βασικές οικολογικές διεργασίες, όπως ο κύκλος των θρεπτικών συστατικών,

η επικονίαση και ο καθαρισμός του νερού, οι οποίες είναι ζωτικής σημασίας για τη συνολική ευημερία των οικοσυστημάτων. Η διασφάλιση της προστασίας των οικοσυστημάτων εντός των προστατευόμενων περιοχών συμβάλλει στη διατήρηση της οικολογικής ακεραιότητας, στον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής και στην προώθηση της ανθεκτικότητας των οικοσυστημάτων. Η διατήρηση άθικτων οικοσυστημάτων σε προστατευόμενες περιοχές είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση των οικοσυστημικών υπηρεσιών και τη διατήρηση της ανθρώπινης ευημερίας. (Dudley κ.ά., 2009)

Διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς: Οι προστατευόμενες περιοχές συχνά περιλαμβάνουν περιοχές πολιτιστικής και ιστορικής σημασίας, συμπεριλαμβανομένων ιερών τόπων, αρχαιολογικών καταλοίπων και παραδοσιακών τοπίων. Η διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς αποτελεί βασικό στόχο πολλών προστατευόμενων περιοχών, καθώς αναγνωρίζει τη στενή σχέση μεταξύ των ανθρώπων και του φυσικού περιβάλλοντος. Οι περιοχές αυτές παρέχουν ευκαιρίες για πολιτιστικές, πνευματικές και εκπαιδευτικές εμπειρίες, προάγοντας την αίσθηση του τόπου και ενισχύοντας την εμπλοκή της τοπικής κοινότητας. Η προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς στις προστατευόμενες περιοχές υποστηρίζει τη διατήρηση της πολιτιστικής ποικιλομορφίας και τη βιώσιμη ανάπτυξη. (Figgis κ.ά., 2015)

Βιώσιμη χρήση των πόρων: Οι προστατευόμενες περιοχές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βιώσιμη χρήση των πόρων, συμπεριλαμβανομένου του οικοτουρισμού, των παραδοσιακών πρακτικών και της επιστημονικής έρευνας. Με την εφαρμογή πρακτικών βιώσιμης διαχείρισης, οι περιοχές αυτές στοχεύουν στη στήριξη των τοπικών μέσων διαβίωσης, διασφαλίζοντας παράλληλα τη μακροπρόθεσμη ακεραιότητα των οικοσυστημάτων. Οι στόχοι της βιώσιμης χρήσης των πόρων περιλαμβάνουν την εξισορρόπηση των ανθρώπινων αναγκών με την οικολογική διατήρηση, την προώθηση της βιώσιμης οικονομικής ανάπτυξης και τη μείωση της περιβαλλοντικής υποβάθμισης. Η βιώσιμη χρήση των πόρων στις προστατευόμενες περιοχές μπορεί να δημιουργήσει οικονομικά οφέλη, ενώ παράλληλα διασφαλίζει τους φυσικούς πόρους και τις λειτουργίες των οικοσυστημάτων. (Dudley, 2008)

Μεταξύ των σκοπών που εξυπηρετούν οι προστατευόμενες περιοχές, θα πρέπει να αναφερθεί ότι στη σύγχρονη εποχή, οι περιοχές αυτές έχουν γίνει πόλος έλξης για έναν ολοένα και αυξανόμενο αριθμό επισκεπτών, οι οποίοι επιδιώκουν να καλύψουν

σύγχρονες ανάγκες συμμετέχοντας σε διάφορες μορφές υπαίθριας αναψυχής, φυσιολατρικού τουρισμού ή τουριστικού τουρισμού, οι οποίες έχουν αυξηθεί ραγδαία τα τελευταία χρόνια. Οι επισκέψεις και η παραμονή των επισκεπτών στις προστατευόμενες περιοχές συνδέονται συνήθως με την άσκηση διαφόρων δραστηριοτήτων υπαίθριας αναψυχής, διευκολύνοντας τη διαμονή τους στην ύπαιθρο και παρέχοντας ευκαιρίες για ευχάριστες δραστηριότητες, ιδίως κατά τη διάρκεια της ημέρας. Ταυτόχρονα, οι επισκέπτες επιθυμούν να βιώσουν και να απολαύσουν αυτές τις περιοχές. Κατά συνέπεια, οι προστατευόμενες περιοχές λειτουργούν επίσης ως υπαίθρια σχολεία περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, παρέχοντας κατάλληλες ευκαιρίες περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, ιδίως για το ευρύ κοινό, και αυξάνοντας τη γνώση, την κατανόηση και την εκτίμησή τους για το περιβάλλον. (Καραβέλλας κ.ά., 2003)

Η άφιξη επισκεπτών στις προστατευόμενες περιοχές δημιουργεί σημαντικές ευκαιρίες για την τόνωση της τοπικής οικονομίας και την αναζωογόνηση της ευρύτερης περιοχής. Βγαίνοντας στην ύπαιθρο και κάνοντας διακοπές, οι επισκέπτες όχι μόνο γνωρίζουν και απολαμβάνουν το τοπικό περιβάλλον, αλλά και προσπαθούν να χαλαρώσουν και να απολαύσουν το χρόνο που περνούν στην περιοχή χωρίς προβλήματα ή ενοχλήσεις. (Κασιούμης, 1995)

Η οργάνωση των υπηρεσιών για τους τουρίστες και η τουριστική ανάπτυξη στις προστατευόμενες περιοχές δημιουργεί σημαντικές ευκαιρίες απασχόλησης και νέες οικονομικές ευκαιρίες για τους κατοίκους της περιοχής, ενώ συμβάλλει επίσης σημαντικά στην εθνική οικονομία αναζωογονώντας συνήθως απομονωμένες και προβληματικές περιοχές. Αποτελεί συχνά τον κύριο στόχο της ύπαρξης και της διαχείρισης των προστατευόμενων περιοχών. (Καραβέλλας κ.ά., 2003)

Εκπαίδευση και έρευνα: Οι προστατευόμενες περιοχές χρησιμεύουν ως υπαίθριες αίθουσες διδασκαλίας και ζωντανά εργαστήρια, διευκολύνοντας την περιβαλλοντική εκπαίδευση και την επιστημονική έρευνα. Οι περιοχές αυτές παρέχουν ευκαιρίες για μάθηση σχετικά με τη βιοποικιλότητα, τις διεργασίες του οικοσυστήματος και τις στρατηγικές διατήρησης. Οι εκπαιδευτικοί και ερευνητικοί στόχοι των προστατευόμενων περιοχών αποσκοπούν στην ευαισθητοποίηση, την οικοδόμηση επιστημονικών γνώσεων και την προώθηση της λήψης τεκμηριωμένων αποφάσεων. Η ενσωμάτωση της εκπαίδευσης και της έρευνας στις προστατευόμενες περιοχές ενισχύει την οικολογική

παιδεία και προάγει τη βαθύτερη κατανόηση των διασυνδέσεων μεταξύ της φύσης και της κοινωνίας. (Büscher κ.ά., 2017)

Η περιβαλλοντική εκπαίδευση είναι ιδιαίτερα σημαντική σήμερα, δεδομένης της επείγουσας ανάγκης για προστασία του περιβάλλοντος γενικά και της ολοένα αυξανόμενης ανάγκης για επαρκή ενημέρωση και ευαισθητοποίηση σε αυτά τα θέματα. Οι προστατευόμενες περιοχές παρέχουν μια σημαντική βάση για τη μετάδοση της γνώσης και της κατανόησης των οικοσυστημάτων και άλλων περιβαλλοντικών αξιών, παρέχοντας κατάλληλες εγκαταστάσεις, που κυμαίνονται από απλές διαδρομές, κέντρα πληροφόρησης, μουσεία κ.λπ. μέχρι προχωρημένα προγράμματα σε πανεπιστημιακό επίπεδο. (Καραβέλλας κ.ά., 2003)

Η επιστημονική αξία των προστατευόμενων περιοχών και η σημασία τους για την κάλυψη της ανάγκης για γνώση ξεκινά από το γεγονός ότι ακόμη και σήμερα ο φυσικός κόσμος δεν είναι καλά κατανοητός. Υπάρχουν ακόμη πολλές επιστημονικές πληροφορίες που κινδυνεύουν να χαθούν για πάντα, καθώς διάφορα είδη και οικοσυστήματα απειλούνται με εξαφάνιση λόγω της καταστροφής των ενδιαιτημάτων, του υπερβολικού κυνηγιού και της ρύπανσης. Οι γνώσεις αυτές δεν είναι χρήσιμες μόνο για την παραγωγή της επιστήμης καθεαυτήν, αλλά είναι επίσης απαραίτητες για τη βελτίωση της διαχείρισης των φυσικών πόρων. Οι προστατευόμενες περιοχές μπορούν να χρησιμεύσουν ως σημεία αναφοράς για τη σύγκριση φυσικών και ανθρωπογενών αλλαγών και μπορούν να παρέχουν τις πληροφορίες που απαιτούνται για τη λειτουργία και την εξέλιξη των οικοσυστημάτων και, τελικά, για τη διαχείρισή τους. Επιπλέον, υπάρχουν ακόμη πολλά παραδείγματα της πολύτιμης συμβολής της άγριας ζωής στον άνθρωπο μέσω της ποικιλομορφίας του γενετικού της υλικού, καθώς αγωνιζόμαστε να βρούμε ποικιλίες φυτών και ζώων που είναι ανθεκτικές σε διάφορες ασθένειες. Θα πρέπει εδώ να τονιστεί ότι η χρήση των προστατευόμενων περιοχών για την κάλυψη των προαναφερθέντων ανθρώπινων αναγκών δεν είναι ασύμβατη με τη διατήρηση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών των προστατευόμενων περιοχών. Πολλά φάρμακα προέρχονται κυρίως από συγκεκριμένα είδη φυτών που ενδημούν σε προστατευόμενες περιοχές. Σπάνια είδη και ποικιλίες άγριων φυτών και ζώων στις περιοχές αυτές χρησιμοποιούνται για την παραγωγή αποδοτικότερων ποικιλιών στη γεωργία, τη δασοκομία, την κτηνοτροφία και την αλιεία. (Καραβέλλας κ.ά., 2003)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

3.1 ΤΑ ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Ο κόσμος αντιμετωπίζει μια πληθώρα περιβαλλοντικών προβλημάτων που απειλούν την ευαίσθητη ισορροπία των οικοσυστημάτων του πλανήτη μας και την ευημερία όλων των έμβιων όντων. Από την κλιματική αλλαγή έως τη ρύπανση και την απώλεια της βιοποικιλότητας, τα ζητήματα αυτά απαιτούν επείγουσα προσοχή και συλλογική δράση.

Η έννοια του περιβαλλοντικού προβλήματος μπορεί να οριστεί ως εξής: "Το περιβαλλοντικό πρόβλημα είναι μια επιβλαβής επίπτωση στο περιβάλλον, η οποία συχνά είναι μη αναστρέψιμη". Τα περιβαλλοντικά προβλήματα θέτουν σε κίνδυνο την επιβίωση του ίδιου του ανθρώπου και απειλούν την οικονομική ανάπτυξη της κοινωνίας, επειδή καθιστούν τους φυσικούς πόρους ακατάλληλους για ανθρώπινη χρήση. (Λαζαρέτου, 2002)

Τα περιβαλλοντικά ζητήματα χαρακτηρίζονται από τα εξής:

- Η χρονική διάσταση κάθε περιβαλλοντικού προβλήματος είναι απρόβλεπτη ή δυσδιάκριτη. Μεταξύ της εμφάνισης ενός περιβαλλοντικού προβλήματος και της εμφάνισης των επιβλαβών επιπτώσεων του μεσολαβεί ένα ορισμένο χρονικό διάστημα. Η περίοδος αυτή δεν μπορεί να προσδιοριστεί εκ των προτέρων στις περισσότερες περιπτώσεις. Ανεξάρτητα από το αν είναι μεγάλη ή μικρή, είναι σχεδόν πάντα αδύνατο να προβλεφθεί εκ των προτέρων.
- Η γεωγραφική εξάπλωση των περιβαλλοντικών προβλημάτων είναι διαφορετική στο κάθε ένα. Οι δυσμενείς επιπτώσεις κάθε περιβαλλοντικού προβλήματος εκτείνονται σε τοπικό, εθνικό, περιφερειακό και παγκόσμιο επίπεδο. Με άλλα λόγια, οι επιπτώσεις δεν περιορίζονται απαραίτητα σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Ένα περιβαλλοντικό πρόβλημα μπορεί να επηρεάσει την ελληνική περιφέρεια, την ευρωπαϊκή περιφέρεια ή ολόκληρο τον πλανήτη.
- Ο αντίκτυπος κάθε περιβαλλοντικού προβλήματος επηρεάζει έναν απροσδιόριστο αριθμό ανθρώπων. Τα μέλη της ανθρώπινης κοινωνίας που πλήττονται από τα περιβαλλοντικά προβλήματα συχνά δεν μπορούν να προσδιοριστούν γεωγραφικά ή χρονικά. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι επιπτώσεις των περιβαλλοντικών προβλημάτων είναι αλυσιδωτές. Με άλλα

λόγια, οι επιπτώσεις των περιβαλλοντικών προβλημάτων είναι συλλογικές και αλληλοεξαρτώμενες.

- Τα περιβαλλοντικά προβλήματα αποτελούν αντικείμενο συνεχούς επιστημονικής έρευνας. Η μείωση της βιοποικιλότητας, η χρήση των γενετικά τροποποιημένων οργανισμών, η ερημοποίηση, η ρύπανση των υδάτων και το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι περιβαλλοντικά προβλήματα που αποτελούν αντικείμενο συνεχούς επιστημονικής έρευνας. Οι επιστήμονες ασχολούνται με δύο βασικά ζητήματα σε σχέση με αυτά τα προβλήματα: πώς προκύπτουν τα περιβαλλοντικά προβλήματα και πώς αντιμετωπίζονται οι συνέπειές τους. Ωστόσο, η επιστημονική έρευνα δεν έχει δώσει ολοκληρωμένες και οριστικές απαντήσεις. Συνεπώς, μπορεί να υποστηριχθεί ότι τα περιβαλλοντικά προβλήματα χαρακτηρίζονται συχνά από επιστημονική αβεβαιότητα. (Λαζαρέτου, 2002)

Τα περιβαλλοντικά ζητήματα δεν είναι τόσο νέα όσο νομίζουμε σήμερα. Αντιθέτως, είναι αρκετά παλιά και αποτελούν αναπόσπαστο μέρος της ανθρώπινης κοινωνίας από την αρχαιότητα. Είναι όμως σίγουρα νέα ως προς τη σημερινή τους έκταση, ένταση και μορφή.

Είναι σαφές από τα αρχαιολογικά δεδομένα ότι το περιβαλλοντικό πρόβλημα είναι παλιό. Στο μουσείο στο Ηράκλειο της Κρήτης υπάρχει ένα πριόνι μήκους 2 με 2,5 μέτρων που χρησιμοποιήθηκε για την κοπή μεγάλων δέντρων στα πυκνά δάση που υλοτομήθηκαν για την κατασκευή του μινωικού στόλου και δεν ξαναφύτρωσαν ποτέ στην Κρήτη. Παρομοίως, στην Κύπρο, τα αυτοφυή δάση κόπηκαν για να χρησιμοποιηθεί το ξύλο ως καύσιμο για τη βιομηχανία τήξης χαλκού, η οποία οδήγησε στην ανάπτυξη του νησιού από τους προϊστορικούς χρόνους. Η εξάντληση αυτών των φυσικών πόρων οδήγησε συχνά στην παρακμή και την πτώση των αντίστοιχων πολιτισμών. Οι κρεμαστοί κήποι της Βαβυλώνας ήταν κήποι φυτεμένοι σε διάφορα ύψη, καλυμμένοι με χαλαρό χώμα και ποτιζόμενοι από νερό που αναβλύζει από εκτεταμένα υδραυλικά έργα. Με την πάροδο του χρόνου, και επειδή οι ιερείς κρατούσαν μυστική τη γνώση της συντήρησης και της ορθής διαχείρισής τους, η μνήμη και η εμπειρία χάθηκαν (δεν συνεχίστηκε η σωστή αποστράγγιση) και το έδαφος σταδιακά υποβαθμίστηκε (αλάτωση), έγινε λιγότερο γόνιμο και εγκαταλείφθηκε ή καταστράφηκε. <https://mio-ecsde.org/>

Σύμφωνα με τα παραπάνω, φαίνεται ότι πολλές ανθρώπινες δράσεις είχαν ως αποτέλεσμα μεγάλης έκτασης καταστροφές από την αρχαιότητα, δηλαδή τα

ανθρωπογενή αίτια έχουν αλλάξει την κοινωνική πρόοδο στον πλανήτη. Το κύριο χαρακτηριστικό των προαναφερθέντων προβλημάτων είναι ότι είχαν τοπικό χαρακτήρα και περιορισμένη έκταση, σε αντίθεση με τα σημερινά περιβαλλοντικά προβλήματα που είναι ιδιαίτερα σοβαρά και συνοδεύονται πλέον από νέα φαινόμενα "πλανητικής" κλίμακας. Η περιβαλλοντική υποβάθμιση πλέον έχει πολλές επιπλέον βλαβερές συνέπειες.

Σύμφωνα με το Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών, αν επιχειρούσε κανείς να κατατάξει τα παγκόσμια περιβαλλοντικά προβλήματα που η ανθρωπότητα αντιμετωπίζει και θα αντιμετωπίσει εντονότερα τον 21ο αιώνα, αυτά θα κατατάσσονταν ως εξής:

- 1) Κλιματική αλλαγή
- 2) Αραίωση στρώματος του όζοντος
- 3) Μείωση της βιοποικιλότητας
- 4) Σοβαρά ατυχήματα
- 5) Αστικά νέφη
- 6) Διαχείριση υδάτων
- 7) Υποβάθμιση δασών
- 8) Παράκτιες περιοχές υπό απειλή
- 9) Διαχείριση αποβλήτων/απορριμμάτων
- 10) Αστικοποίηση
- 11) Χημικοί κίνδυνοι. <https://www.ecocrete.gr/>

Αυτά είναι μερικά από τα περιβαλλοντικά ζητήματα. Επιπλέον προβλήματα που δεν περιγράφονται ως μεγάλης σημασίας όπως τα προηγούμενα (τα οποία σχετίζονται άμεσα ή έμμεσα με την σχέση μεταξύ του ανθρώπου και του φυσικού περιβάλλοντος) περιλαμβάνουν τον υπερπληθυσμό, τη φτώχεια και την έλλειψη στέγης, την παραγωγή τροφίμων, την υγεία και την εκπαίδευση, την οικονομία και την οικολογία, την εκβιομηχάνιση και την ανάπτυξη στον Τρίτο Κόσμο, την κατανάλωση ενέργειας, την άγρια φύση, τον πόλεμο, την υπερεκμετάλλευση των υδάτινων πόρων, τη θαλάσσια ρύπανση και την υπεραλίευση, την απώλεια γης και την αποψίλωση των δασών. Επίσης

είναι η όξινη βροχή, το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η ηχορύπανση και ο κατάλογος συνεχίζεται. (IPCC, 2014)

3.2 Η ΑΠΩΛΕΙΑ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ

Τις τελευταίες δεκαετίες, η βιοποικιλότητα της Γης υποβαθμίζεται με ταχείς ρυθμούς, γεγονός που έχει οδηγήσει σε αυξανόμενο ενδιαφέρον του κοινού για τη διατήρηση και προστασία της. Τόσο οι επιστήμονες όσο και το ευρύ κοινό αναγνωρίζουν ότι ζούμε πλέον σε μια εποχή πρωτοφανούς απώλειας της βιοποικιλότητας.

Ο όρος βιοποικιλότητα περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα ειδών, κοινοτήτων ζωντανών οργανισμών και γενετικής ποικιλότητας. Οι βιολογικές κοινότητες που σχηματίστηκαν για εκατομμύρια χρόνια σε όλο τον κόσμο, όπως τα τροπικά δάση, οι κοραλλιογενείς ύφαλοι, τα πρωτογενή εύκρατα δάση και οι αχανείς στέπες, εξαφανίζονται λόγω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Μέσα στις επόμενες δεκαετίες, χιλιάδες, αν όχι δεκάδες χιλιάδες, είδη και εκατομμύρια ενδημικοί πληθυσμοί προβλέπεται να εξαφανιστούν. (Lawton & May, 1994)

Τα ζητήματα βιοποικιλότητας θα γίνουν ακόμη πιο έντονα στο μέλλον. Για παράδειγμα, η Ευρώπη φιλοξενεί σήμερα 215.000 είδη. Ο κίνδυνος εξαφάνισης για τα απειλούμενα είδη είναι 42% για τα θηλαστικά, 52% για τα ψάρια, 15% για τα πτηνά, 45% για τα ερπετά και 30% για τα αμφίβια. Για τα φυτά, το ποσοστό είναι 21%. <http://www.ecocrete.gr/>

Οι σημερινές μαζικές εξαφανίσεις έχουν διαφορά από εκείνες του παρελθόντος, όταν δεκάδες χιλιάδες είδη εξαφανίζονταν ως αποτέλεσμα φυσικών καταστροφών μεγάλης κλίμακας όπως προσκρούσεις αστεροειδών στη Γη ή ξαφνικές μεταβολές της θερμοκρασίας. Οι εξαφανίσεις την εποχή που ζούμε έχουν ανθρώπινη προέλευση. Ποτέ άλλοτε οι εξαφανίσεις σε τόσο μαζική κλίμακα δεν προκλήθηκαν από πλάσματα που διεκδικούν τη λογική, την ηθική και την ελεύθερη βούληση ως διακριτικά τους χαρακτηριστικά. Ακόμα χειρότερα, οι απειλές για τη βιοποικιλότητα αυξάνονται ραγδαία λόγω των συνεχώς αυξανόμενων ανθρώπινων απαιτήσεων σε υλικά καθώς ο πληθυσμός αυξάνεται. (Primack κ.ά., 2007)

Η απώλεια της βιοποικιλότητας προκαλείται κυρίως από ανθρώπινες δραστηριότητες όπως προαναφέρθηκε που διαταράσσουν τα οικοσυστήματα και υποβαθμίζουν τα ενδιαιτήματα. Ορισμένες σημαντικές αιτίες περιλαμβάνουν την καταστροφή των οικοτόπων, την κλιματική αλλαγή, τη ρύπανση, τα χωροκατακτητικά

είδη, την υπερεκμετάλλευση και την αποψίλωση των δασών. <https://www.worldwildlife.org/threats> Επομένως απώλεια αυτή έχει εκτεταμένες συνέπειες τόσο για τα οικοσυστήματα όσο και για την ανθρώπινη ευημερία. Διαταράσσει την οικολογική ισορροπία, μειώνει την ανθεκτικότητα των οικοσυστημάτων, μειώνει την παραγωγικότητα και υποβαθμίζει ζωτικές υπηρεσίες των οικοσυστημάτων, όπως η επικονίαση, ο καθαρισμός του νερού και η ρύθμιση του κλίματος. <https://www.ipbes.net/global-assessment> Έχει επίσης σημαντικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Η απώλεια ποικίλων οικοσυστημάτων μειώνει τη διαθεσιμότητα των φυσικών πόρων, αυξάνει τον κίνδυνο ζωνοδόσων και υπονομεύει την ανθεκτικότητα των τοπικών κοινοτήτων. <https://www.unep.org/resources/report/biodiversity-and-pandemics>

Το κοινό συμπέρασμα όλων των επιστημόνων είναι ότι οι φυσικοί πόροι εξαντλούνται με ρυθμό που θέτει σε κίνδυνο την ικανότητα των οικοσυστημάτων να στηρίξουν τις μελλοντικές γενιές και οι υπηρεσίες που παρέχει η βιοποικιλότητα υποβαθμίζονται. <https://mio-ecsde.org/>

Η αντιμετώπιση της απώλειας της βιοποικιλότητας απαιτεί μια πολύπλευρη προσέγγιση που περιλαμβάνει προσπάθειες διατήρησης, βιώσιμες πρακτικές χρήσης γης και παρεμβάσεις πολιτικής. Οι προστατευόμενες περιοχές, η αποκατάσταση των οικοτόπων, η βιώσιμη γεωργία και η συμμετοχή της κοινότητας αποτελούν βασικά στοιχεία των στρατηγικών διατήρησης. Οι ατομικές δράσεις διαδραματίζουν επίσης κρίσιμο ρόλο στον μετριασμό της απώλειας της βιοποικιλότητας. Η υιοθέτηση βιώσιμων καταναλωτικών συνηθειών, η υποστήριξη τοπικών πρωτοβουλιών διατήρησης και η ευαισθητοποίηση σχετικά με τη σημασία της βιοποικιλότητας μπορούν να συμβάλουν στη θετική αλλαγή. <https://www.thegef.org/topics/biodiversity>

3.3 Η ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ ΔΑΣΩΝ

Από τα μικρά πευκοδάση μέχρι τη ζούγκλα του Αμαζονίου, τα δάση είναι πολύ όμορφα οικοσυστήματα και ζωτικής σημασίας για τη σταθερότητα του κλίματος της Γης. Τα οφέλη των δασών είναι πολυάριθμα.

Τα δάση ρυθμίζουν την οικονομία των υδάτων, προστατεύουν από ζημιές από κατολισθήσεις, χιονοστιβάδες και ορμητικά νερά και η υγιής κατάστασή τους αποτρέπει τη διάβρωση του εδάφους. Ακόμα πιο σημαντικό, τα δάση λειτουργούν ως φίλτρα. Ένα μόνο δέντρο φιλτράρει μεγάλες ποσότητες σκόνης και διαφόρων καυσαερίων κάθε

χρόνο. Τα δέντρα αποτελούν επίσης σημαντική πηγή οξυγόνου για τη φωτοσύνθεση. Τα οικοσυστήματα που βρίσκονται στα δάση συμβάλλουν σημαντικά στη βιοποικιλότητα και τη διατήρηση των ειδών. Ωστόσο, οι συνέπειες της καταστροφής τους είναι τεράστιες και μη αναστρέψιμες. (Martz, 1977)

Ο κίνδυνος αποψίλωσης των δασών παραμένει. Κάθε καλοκαίρι, χιλιάδες στρέμματα πολύτιμων δασών καίγονται. Οι περισσότερες δασικές πυρκαγιές προκαλούνται από ανθρώπινες δραστηριότητες, από τις οποίες η αμέλεια είναι ίσως η πιο συνηθισμένη. Σε αυτές περιλαμβάνονται η ρίψη αναμμένων τσιγάρων και σπύρτων, η απρόσεκτη ανάφλεξη ή η εγκατάλειψη εστιών φωτιάς μέσα ή κοντά σε δάση, ο καθαρισμός χωραφιών (κάψιμο καλαμιών, χόρτων κ.λπ.), το κάψιμο βοσκοτόπων, η καύση σκουπιδιών και σπινθήρων από μηχανήματα. <http://www.minagric.gr/>

Η αποψίλωση των δασών είναι και πάλι αποτέλεσμα της ανθρώπινης παρέμβασης. Οι αιτίες αυτής της αποψίλωσης είναι δύο. Πρώτον η μετατροπή των δασών σε εδάφη καλλιέργειας ή κτηνοτροφίας. Η αποψιλωμένη γη όπως είναι λογικό είναι αρκετά φτωχή, διαβρώνεται εύκολα και αυτός ο γεωργικός "εποικισμός" συνοδεύεται από μεγαλεπήβολα σχέδια για την κατασκευή φραγμάτων και χαρτοβιομηχανιών. Δεύτερον η εκμετάλλευση των δασών, κυρίως για καυσόξυλα, αντιπροσωπεύει το 80% της ξυλείας που χρησιμοποιείται στις αναπτυσσόμενες χώρες. Μόνο ένα μικρό ποσοστό των ώριμων δέντρων χρησιμοποιείται εμπορικά, αλλά ολόκληρα δάση λεηλατούνται καθώς τα πολύ βαριά χωματουργικά μηχανήματα καταστρέφουν τα εναπομείναντα δέντρα. (Vernier, 2006) <http://www.fao.org/3/ca8753en/ca8753en.pdf>

Η ανάγκη για ξύλο ως καύσιμο για τις κατασκευές, τη ναυπηγική και την κατασκευή επίπλων, ιδίως στις λιγότερο ανεπτυγμένες περιοχές, αλλά και στις ανεπτυγμένες περιοχές, θεωρείται αναγκαία και σχεδόν αναπόφευκτη. Ωστόσο, η υπερκατανάλωση εφημερίδων και περιοδικών είναι απαράδεκτη. Η κυριακάτικη έκδοση των New York Times απαιτεί 77 εκτάρια δάσους. <http://www.ecocrete.gr/>

Η αποψίλωση των δασών έχει βαθιές κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις στις τοπικές κοινότητες και τους αυτόχθονες πληθυσμούς που εξαρτώνται από τα δάση για τα προς το ζην. Οδηγεί στην απώλεια της πολιτιστικής κληρονομιάς, στον εκτοπισμό των κοινοτήτων και στην αύξηση της ευπάθειας στη φτώχεια. <https://rightsandresources.org/publication-category/rri-analyses-publication/>

Οι προσπάθειες για την καταπολέμηση της αποψίλωσης των δασών και την προώθηση της βιώσιμης διαχείρισης των δασών είναι ζωτικής σημασίας. Οι πρωτοβουλίες διατήρησης περιλαμβάνουν τη δημιουργία προστατευόμενων περιοχών, την εφαρμογή βιώσιμων πρακτικών υλοτομίας, την προώθηση της αγροδασοπονίας και την ενίσχυση της δασικής διακυβέρνησης. <https://www.globalforestwatch.org/>

3.4 Η ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Η κλιματική αλλαγή, που αποτελεί διαπιστωμένο γεγονός, και η ολοένα αυξανόμενη απώλεια της βιοποικιλότητας αποτελούν αλληλένδετους κινδύνους. Η κλιματική αλλαγή αναφέρεται στις αλλαγές στο κλίμα της Γης ως αποτέλεσμα των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Ο πιο χαρακτηριστικός δείκτης της κλιματικής αλλαγής είναι η αύξηση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας. Η αύξηση αυτή λιώνει ένα ποσοστό των πάγων και στους δύο πόλους της Γης και πνίγει πόλεις, παραλίες, δάση και οτιδήποτε άλλο βρίσκεται στις ακτές, καθώς η στάθμη των υδάτων στους ωκεανούς ανεβαίνει. Η κλιματική αλλαγή οφείλεται κυρίως στις ανθρώπινες δραστηριότητες, και συγκεκριμένα στην εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου (GHGs) στην ατμόσφαιρα. Η καύση ορυκτών καυσίμων, η αποψίλωση των δασών, οι βιομηχανικές διεργασίες και οι γεωργικές πρακτικές συμβάλλουν στην αύξηση των αερίων του θερμοκηπίου, τα οποία παγιδεύουν τη θερμότητα και οδηγούν στην υπερθέρμανση του πλανήτη. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

Σύμφωνα με το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, τα τελευταία επιστημονικά ευρήματα που δημοσίευσε η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή στην τέταρτη έκθεση αξιολόγησης επιβεβαιώνουν πέραν πάσης αμφιβολίας τις δυσμενείς επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Σε αυτές τις εκθέσεις, οι δυσμενείς επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στον πλανήτη θέτουν όλο και μεγαλύτερους κινδύνους για τα οικοσυστήματα, την παραγωγή τροφίμων και την ανθρώπινη υγεία και ασφάλεια. Σύμφωνα με την τελευταία έκθεση της IPCC, η άνοδος αυτή μπορεί να φθάσει τους 6 βαθμούς Κελσίου μέχρι το 2100, ενώ πρόσφατες μελέτες κάνουν λόγο για 10 βαθμούς Κελσίου. <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar4/>

Ωστόσο, εκτός από την αύξηση της θερμοκρασίας, η κλιματική αλλαγή σημαίνει επίσης άνοδο της στάθμης της θάλασσας, αύξηση των ακραίων καιρικών φαινομένων, εξάπλωση ασθενειών και εξαφάνιση ειδών, οι κύκλοι ζωής πολλών ειδών φυτών αλλάζουν και οι περιοχές κατανομής ορισμένων ειδών φυτών και ζώων. Για να επιτευχθεί

η ανθεκτικότητα της βιοποικιλότητας και των οικοσυστημάτων απέναντι στην κλιματική αλλαγή, πρέπει να δοθεί μεγάλη προσοχή στην προσαρμογή. Πρέπει να αποκατασταθεί επείγοντως η φυσική συνδεσιμότητα στο τοπίο, ώστε να διευκολυνθεί η διασπορά μεμονωμένων ειδών σε αναζήτηση των συνθηκών που είναι απαραίτητες για την επιβίωσή τους. Ουσιαστικά, θα πρέπει να δημιουργηθεί μια κατάσταση όπου μικρές περιοχές της φύσης θα υπάρχουν μέσα σε τοπία κυριαρχούμενα από τον άνθρωπο με τέτοιο τρόπο ώστε οι ανθρώπινες ανάγκες και προσδοκίες να ενσωματώνονται στη φύση, το αντίθετο δηλαδή από την τρέχουσα κατάσταση". (Lovejoy, 2009)

Επιπλέον, σύμφωνα με το Μήνυμα των Αθηνών από το διήμερο συνέδριο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής με θέμα "Για την προστασία της βιοποικιλότητας μετά το 2010", που πραγματοποιήθηκε στην Αθήνα στις 27-28 Απριλίου 2009, η κλιματική αλλαγή δεν μπορεί να αντιμετωπιστεί χωρίς τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και το αντίστροφο δηλαδή η διατήρηση της βιοποικιλότητας αποτελεί ασπίδα προστασίας έναντι των επερχόμενων ασπίδα κατά των επερχόμενων αλλαγών. (Μπιστίκα, 2010)

Η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής απαιτεί, αφενός, πολιτικές και δράσεις για τη σημαντική μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου το συντομότερο δυνατό και, αφετέρου, μέτρα για τον μετριασμό των αρνητικών επιπτώσεων. Οι προτάσεις για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής προϋποθέτουν και συνεπάγονται θεμελιώδεις αλλαγές στην οργάνωση και την κατανάλωση της κοινωνίας, τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά. (Τσούκαλης, 2008)

Για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, οι στρατηγικές μετριασμού αποσκοπούν στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και στη σταθεροποίηση του κλιματικού συστήματος. Η μετάβαση σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, η προώθηση βιώσιμων μεταφορών και η εφαρμογή αλλαγών στις χρήσεις γης αποτελούν κρίσιμες δράσεις μετριασμού.
<https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>

Η κλιματική αλλαγή είναι συνέπεια των ενεργειακών προβλημάτων, που συνδέονται με την εξάντληση των φυσικών πόρων, τη ρύπανση του περιβάλλοντος και τη στροφή προς τη χρήση ανεξάντλητων πηγών ενέργειας, όπως η ηλιακή και η αιολική ενέργεια. Οι πρώιμες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, που έχουμε ήδη αποδεχθεί και τεκμηριώσει, είναι αποτέλεσμα ορισμένων συνολικών αναπτυξιακών δράσεων. Ποιο είναι το σημείο εκκίνησης για την Ελλάδα; Μια υπερβολικά και αδικαιολόγητα

ενεργοβόρα οικονομία (π.χ. δείκτης έντασης, έλλειψη πραγματικής εξειδίκευσης μιας ορθολογικής ενεργειακής κρίσης), παραγωγή ενέργειας από λιγνίτη και πετρέλαιο, με πολύ υψηλά ποσοστά εκπομπών αερίων και άλλων επιβλαβών ρύπων. (Τσούκαλης, 2008)

Οι στρατηγικές προσαρμογής επικεντρώνονται στην οικοδόμηση ανθεκτικότητας στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Αυτό περιλαμβάνει την ανάπτυξη υποδομών ανθεκτικών στο κλίμα, την ενίσχυση της ετοιμότητας για καταστροφές και την εφαρμογή βιώσιμων πρακτικών διαχείρισης της γης και των υδάτων. <https://gca.org/reports/> Η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής απαιτεί διεθνή συνεργασία και δεσμεύσεις. Η συμφωνία του Παρισιού, που εγκρίθηκε στο πλαίσιο της UNFCCC, αποσκοπεί στον περιορισμό της υπερθέρμανσης του πλανήτη και στη διευκόλυνση των προσπαθειών προσαρμογής και μετριασμού. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>

3.5 Η ΑΛΟΓΙΣΤΗ ΧΡΗΣΗ ΚΑΙ Η ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Η Γη είναι ένας πλανήτης κεντημένος με νερό, ένα πολύτιμο μέσο για τη ζωή στον γαλάζιο πλανήτη. Το νερό είναι το πιο άφθονο στοιχείο στην επιφάνεια της γης, αλλά είναι μεγάλο ψέμα να πιστεύουμε ότι το γλυκό νερό είναι άφθονο και ανεξάντλητο. Μεταξύ των σοβαρών απειλών που προκύπτουν από την αλόγιστη χρήση του νερού, η οποία μπορεί να επηρεάσει την ανθρώπινη υγεία και επιβίωση, είναι η ρύπανση και η μόλυνση των επιφανειακών, υπόγειων και ωκεάνιων υδάτων από τις ανθρώπινες δραστηριότητες.

3.5.1. Η ΥΠΕΡΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

Από απληστία και άγνοια, οι άνθρωποι τείνουν να εκμεταλλεύονται τους φυσικούς πόρους στο έπακρο. Η υπεραντληση λιμνών και η αποθήκευση όλου του νερού σε μικρά ποτάμια και πηγές έχει σοβαρές αρνητικές επιπτώσεις σε ολόκληρο το οικοσύστημα, οι οποίες με κάποιο τρόπο επιστρέφουν στον άνθρωπο με κακό τρόπο.

Λόγω της αλόγιστης χρήσης του νερού, η ποσότητα του νερού στον πλανήτη έχει μειωθεί δραστικά. Το 25% του πληθυσμού της γης, δηλαδή 1,5 δισεκατομμύριο άνθρωποι, δεν έχουν πόσιμο νερό. Το 80% των ασθενειών που υφίσταται αυτός ο πληθυσμός οφείλεται στην έλλειψη νερού. Σε παγκόσμιο επίπεδο, περίπου το 75% του νερού χρησιμοποιείται για τη γεωργία. Σε πολλά μέρη του κόσμου (π.χ. στην Αραβική Χερσόνησο, στη νοτιοανατολική Αφρική, σε τμήματα των Ινδιών και στις ΗΠΑ),

υπάρχει σοβαρή έλλειψη νερού για άρδευση. Πολλοί υποστηρίζουν ότι πολλοί μελλοντικοί πόλεμοι θα προκληθούν από την έλλειψη νερού. <http://swste-ton-planiti.blogspot.com/>

Οι αιτίες της υπερεκμετάλλευσης του νερού είναι οι εξής:

- Αύξηση του πληθυσμού και αυξημένη ζήτηση νερού. Καθώς ο παγκόσμιος πληθυσμός συνεχίζει να αυξάνεται, η ζήτηση για υδάτινους πόρους κλιμακώνεται, οδηγώντας σε υπερεκμετάλλευση. Ο αυξανόμενος πληθυσμός ασκεί πίεση στις περιορισμένες πηγές γλυκού νερού, επιδεινώνοντας την πίεση στα διαθέσιμα αποθέματα νερού. (Gleick, 2003) (Falkenmark & Rockström, 2006)
- Γεωργικές πρακτικές και άρδευση. Η γεωργία αποτελεί σημαντικό καταναλωτή νερού και οι αναποτελεσματικές πρακτικές άρδευσης συμβάλλουν στην υπερεκμετάλλευση των υδάτινων πόρων. Η ευρεία χρήση τεχνικών άρδευσης που δεν είναι αποδοτικές ως προς το νερό επιδεινώνει την πίεση στα διαθέσιμα αποθέματα νερού. (Siebert & Döll, 2010) (FAO, 2012)
- Βιομηχανική χρήση νερού. Οι βιομηχανίες συμβάλλουν σημαντικά στην υπερεκμετάλλευση των υδάτων μέσω των διεργασιών και πρακτικών τους που απαιτούν πολύ νερό. Η υπερβολική κατανάλωση νερού, η ρύπανση και η ανεπαρκής διαχείριση του νερού στους βιομηχανικούς τομείς επιβαρύνουν περαιτέρω τους υδάτινους πόρους. (Shiklomanov, 2000) <https://sdgs.un.org/goals/goal6>
- Η κλιματική αλλαγή και οι επιπτώσεις της στους υδάτινους πόρους. Η κλιματική αλλαγή επιδεινώνει τις προκλήσεις της υπερεκμετάλλευσης, καθώς μεταβάλλει τα πρότυπα βροχόπτωσης, προκαλεί ξηρασίες και πλημμύρες και επηρεάζει τη διαθεσιμότητα και την ποιότητα των υδάτινων πόρων. Το μεταβαλλόμενο κλίμα εντείνει την πίεση στις ήδη επιβαρυνμένες πηγές νερού. (Beek κ.ά., 2011)

Το φυσικό νερό από τις πηγές αξίζει επίσης ιδιαίτερης μνείας. Το νερό αυτό είναι καθαρό και έχει σταθερή θερμοκρασία, συνήθως χαμηλή. Οι συνθήκες αυτές ευνοούν ορισμένες ομάδες ζώων. Σε ορισμένες περιπτώσεις, έχουν εντοπιστεί πολλά είδη ζώων από μία μόνο πηγή νερού. Με την πάροδο των χρόνων, η φύση δημιούργησε υπομονετικά αμέτρητες τέτοιες φυσικές πηγές νερού για να ξεδιψούν τα ζώα και οι άνθρωποι. Δυστυχώς, όμως, αυτές οι ανυπολόγιστα πολύτιμες φυσικές πηγές εξαντλούνται ή και

εξαφανίζονται εντελώς χρόνο με το χρόνο εξαιτίας της αλόγιστης παρέμβασης του ανθρώπου στο περιβάλλον.

Επιπλέον, σύμφωνα με την Greenpeace (1997), το 80-90% του διαθέσιμου νερού στην Ελλάδα καταναλώνεται από τη γεωργία. Η χρήση του νερού στη γεωργία είναι συχνά πολύ σπάταλη, με αποτέλεσμα την επιτάχυνση της διάβρωσης του εδάφους. Αυτό είναι μια σοβαρή συνέπεια της εντατικής βιομηχανικής γεωργίας, που οδηγεί όχι μόνο σε υπερεκμετάλλευση του νερού αλλά και σε ρύπανση. (Greenpeace, 1997)

Ένα σημαντικό μέτρο διαχείρισης στη χρήση του νερού είναι επομένως ο έλεγχος της διαθέσιμης προσφοράς και η άντληση προκαθορισμένων ποσοτήτων για συγκεκριμένες χρήσεις. Για οποιονδήποτε λόγο, το νερό δεν πρέπει να χρησιμοποιείται μέχρι να εξαντληθεί από τον άνθρωπο. Τα συστήματα μέσα από τα οποία ρέει το νερό πρέπει να εξασφαλίζουν ότι τουλάχιστον μια ελάχιστη ποσότητα συνεχίζει να ρέει στη φυσική του πορεία.

3.5.2. Η ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

Μια άλλη πτυχή του προβλήματος των υδάτινων πόρων είναι η ρύπανση. Η ρύπανση αυτή προκαλείται από ανθρωπογενείς δραστηριότητες (πετρέλαιο, λιπάσματα, λύματα και κατάλοιπα εργοστασίων) που προσθέτουν ουσίες στο νερό, καθιστώντας το ακατάλληλο για ανθρώπινη χρήση.

Περίπου το 70% της επιφάνειας της Γης καλύπτεται από νερό, περισσότερο από το 97% του οποίου βρίσκεται στους ωκεανούς και τις θάλασσες. Η ρύπανση των υδάτων αναφέρεται στις μεταβολές των φυσικών, χημικών και βιολογικών παραμέτρων του νερού (ωκεανοί, ποτάμια και λίμνες) λόγω της παρουσίας ουσιών σε ποσότητες που υπερβαίνουν τα φυσιολογικά όρια. Η ρύπανση αναφέρεται στην υποβάθμιση της ποιότητας του νερού από χημική, φυσική και βιολογική άποψη. (Γεωργόπουλος, 2000)

Ο βασικός πηγαίος παράγοντας της ρύπανσης των υδάτων προέρχεται κυρίως από τα απόβλητα και την επεξεργασία λυμάτων, ενώ στην περίπτωση της διάχυτης ρύπανσης, οι κυρίως πηγές είναι η γεωργική δραστηριότητα και οι εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα (μέσω της ατμόσφαιρας). Σημειώνεται πως, παρόλο που οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων χαρακτηρίζονται ως "σημειακή πηγή", δεν αποτελούν την πραγματική πηγή, καθώς η διαδικασία επεξεργασίας τους επικεντρώνεται στα οικιακά λύματα. <https://www.eea.europa.eu/el/help/sychnes-erotiseis/poies-einai-oi-kyries-piges>

Οι αιτίες της ρύπανσης των υδάτων είναι:

- Βιομηχανική ρύπανση. Οι βιομηχανικές δραστηριότητες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη ρύπανση των υδάτων, καθώς διάφοροι ρύποι απελευθερώνονται στα υδάτινα σώματα μέσω των βιομηχανικών διεργασιών και των πρακτικών διάθεσης αποβλήτων. Ο ακατάλληλος χειρισμός και η διάθεση των βιομηχανικών αποβλήτων μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρή μόλυνση των υδάτινων πόρων. Η κατανόηση των αιτιών και των επιπτώσεων της βιομηχανικής ρύπανσης είναι ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη αποτελεσματικών στρατηγικών μετριασμού. Οι πηγές βιομηχανικής ρύπανσης περιλαμβάνουν χημικά εργοστάσια, μεταποιητικές εγκαταστάσεις, σταθμούς παραγωγής ενέργειας και εξορυκτικές δραστηριότητες. Αυτές οι βιομηχανίες συχνά απελευθερώνουν τοξικές ουσίες, βαρέα μέταλλα, οργανικές χημικές ουσίες και επικίνδυνα απόβλητα σε κοντινά υδάτινα σώματα, όπως ποτάμια, λίμνες και ωκεανούς. Η ρύπανση μπορεί να συμβεί μέσω της άμεσης απόρριψης ανεπεξέργαστων λυμάτων ή τυχαίων διαρροών. (Tyler Miller, 1996) (Lemessa κ.ά., 2023)
- Γεωργική ρύπανση. Οι γεωργικές πρακτικές, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων και ζιζανιοκτόνων, μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντική ρύπανση των υδάτων. Η απορροή και η έκπλυση αυτών των χημικών ουσιών μπορεί να μολύνει τα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα, επηρεάζοντας τα υδάτινα οικοσυστήματα και την ανθρώπινη υγεία. Η κατανόηση των αιτιών και των επιπτώσεων της γεωργικής ρύπανσης είναι ζωτικής σημασίας για την προώθηση βιώσιμων γεωργικών πρακτικών και την προστασία των υδάτινων πόρων. Η υπερβολική εφαρμογή λιπασμάτων, ιδίως αζώτου και φωσφόρου, οδηγεί σε ρύπανση των υδάτινων σωμάτων από θρεπτικά συστατικά. Αυτά τα θρεπτικά συστατικά μπορούν να προκαλέσουν ευτροφισμό, οδηγώντας σε άνθιση των φυκών, μείωση του οξυγόνου και υποβάθμιση των υδάτινων ενδιαιτημάτων. (Rad κ.ά., 2022) (Evans κ.ά., 2019)
- Οικιακή και δημοτική ρύπανση. Οι οικιακές και δημοτικές δραστηριότητες συμβάλλουν στη ρύπανση των υδάτων μέσω της ακατάλληλης διάθεσης αποβλήτων, της ανεπαρκούς επεξεργασίας λυμάτων και της απορροής των ομβρίων υδάτων. Αυτές οι πηγές ρύπανσης επηρεάζουν την ποιότητα των υδάτων στις αστικές περιοχές και μπορεί να έχουν σημαντικές οικολογικές συνέπειες και

συνέπειες για τη δημόσια υγεία. Η ακατάλληλη διάθεση οικιακών αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένων χημικών, φαρμακευτικών και πλαστικών, μπορεί να μολύνει τα υδάτινα σώματα άμεσα ή έμμεσα μέσω των συστημάτων επεξεργασίας λυμάτων. Η ανεπαρκής υποδομή επεξεργασίας λυμάτων και η δυσλειτουργία των συστημάτων μπορεί να οδηγήσει στην απελευθέρωση ανεπεξέργαστων ή μερικώς επεξεργασμένων λυμάτων, προκαλώντας ρύπανση σε ποτάμια, λίμνες και παράκτιες περιοχές. (Ferronato & Torretta, 2019) (Salerno κ.ά., 2018)

- Ρύπανση από εξορυκτικές δραστηριότητες. Οι εξορυκτικές δραστηριότητες μπορεί να έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην ποιότητα των υδάτων λόγω της απελευθέρωσης διαφόρων ρύπων στα υδάτινα σώματα. Η εξόρυξη ορυκτών και μεταλλευμάτων περιλαμβάνει συχνά τη χρήση χημικών ουσιών, βαρέων μηχανημάτων και μεγάλων ποσοτήτων νερού. Οι ακατάλληλες πρακτικές διαχείρισης αποβλήτων και η απόρριψη των αποβλήτων των ορυχείων μπορεί να οδηγήσουν σε σοβαρή μόλυνση των κοντινών υδάτινων πόρων. Οι εξορυκτικές δραστηριότητες μπορούν να εισάγουν βαρέα μέταλλα, όπως υδράργυρο, μόλυβδο και αρσενικό, στα υδάτινα σώματα. Αυτές οι τοξικές ουσίες μπορούν να παραμείνουν στο περιβάλλον και να συσσωρευτούν στους υδρόβιους οργανισμούς, δημιουργώντας κινδύνους τόσο για τα οικοσυστήματα όσο και για την ανθρώπινη υγεία. (Li, 2018) (Zabaikin κ.ά., 2022)
- Ατμοσφαιρική εναπόθεση. Οι ατμοσφαιρικοί ρύποι μπορούν επίσης να συμβάλουν στη ρύπανση των υδάτων μέσω της ατμοσφαιρικής απόθεσης. Ρύποι όπως το διοξείδιο του θείου, τα οξείδια του αζώτου και τα αιωρούμενα σωματίδια μπορούν να μεταφερθούν από τον άνεμο και να εναποτεθούν στα επιφανειακά ύδατα, οδηγώντας σε χημικές αλλαγές και υποβάθμιση της ποιότητας των υδάτων. (Mariam Yohannes, 1999) (Shi κ.ά., 2021)

Σύμφωνα με τον FAO (Παγκόσμιος Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας), η χρήση του νερού αναμένεται να αυξηθεί κατά 40% τα επόμενα 25 χρόνια, με 17% περισσότερο νερό να απαιτείται για τη γεωργική παραγωγή για την κάλυψη των διατροφικών αναγκών του πληθυσμού. <https://www.kepka.org/>

Συνεπώς, είναι απαραίτητο να ληφθούν επείγοντα μέτρα για τη διατήρηση της καλής τροφοδοσίας με γλυκό νερό. Οι προσπάθειες που καταβάλλονται υπό την πίεση του κοινού αισθήματος στοχεύουν στην ελαχιστοποίηση της επιβάρυνσης της φύσης. Η

βιομηχανία αρχίζει επίσης να συνειδητοποιεί την ανάγκη προστασίας του περιβάλλοντος. Ωστόσο, η συνύπαρξη της βιομηχανίας και της φύσης εξακολουθεί να παρουσιάζει ορισμένα προβλήματα, καθώς οι δραστηριότητες για τη μείωση της ρύπανσης των επιφανειακών υδάτων και την προστασία της φύσης συνεπάγονται σημαντικό κόστος για τη λειτουργία και τη συντήρηση ειδικών εγκαταστάσεων ελέγχου της ρύπανσης.

3.6 Η ΕΡΗΜΟΠΟΙΗΣΗ

Η ερημοποίηση οδηγεί σε μείωση ή απώλεια της παραγωγικότητας του εδάφους και σε ποσοτική και ποιοτική υποβάθμιση των υδάτινων πόρων. Η ερημοποίηση έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του ρόλου της οικονομίας, της χλωρίδας και της πανίδας στο περιβάλλον. Σύμφωνα με την Σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών για την καταπολέμηση της ερημοποίησης (UNCCD 1994), ερημοποίηση ορίζεται ως η υποβάθμιση της γης σε άνυδρες, ημίξηρες και ξηρές υπό υγρές περιοχές λόγω πολλών παραγόντων, όπως η κλιματική αλλαγή και οι ανθρώπινες δραστηριότητες. (Sivakumar, 2007)

Οι μηχανισμοί με τους οποίους οι ξηρές περιοχές υποβαθμίζονται είναι οι διαδικασίες ερημοποίησης και αποτελούνται και από τις βιολογικές και από τις μη βιολογικές. Τα χερσαία οικοσυστήματα επηρεάζονται από τις διαδικασίες αυτές ως προς τις φυσικές, τις χημικές και τις βιολογικές τους ιδιότητες. Οι παράγοντες της ερημοποίησης είναι παράγοντες που προκαλούν τις διαδικασίες που αναφέρθηκαν πάνω. Στα μέσα του 20ού αιώνα, οι αρχικές μελέτες θεωρούσαν ότι οι παράγοντες για την ερημοποίηση περιοχών είναι καθαρά τεχνικοί και αποδίδονταν εξ ολοκλήρου στις ανθρώπινες δραστηριότητες, όμως αυτές οι θεωρήσεις αποδείχθηκαν ότι δεν ισχύουν. Οι φυσικοί παράγοντες της ερημοποίησης είναι:

- Η διάβρωση,
- η αλατότητα,
- οι φυσικές πυρκαγιές,
- η διαθεσιμότητα νερού,
- τα Χωροκατακτητικά φυτά. (Mirzabaev κ.ά., 2019)

Και οι ανθρώπινοι παράγοντες της ερημοποίησης είναι:

- Η επέκταση των καλλιεργούμενων εκτάσεων,
- οι μη βιώσιμες πρακτικές διαχείρισης της γης (όπως και η υπερβόσκησης από τα ζώα),

- η αστική επέκταση,
- η ανάπτυξη των υποδομών και οι εξορυκτικές βιομηχανίες.

Η ερημοποίηση είναι μία απειλή με παγκόσμια κλίμακα, και επηρεάζει γεωγραφικά περιοχές στις οποίες η γη έχει φθάσει σε μεγάλο στάδιο υποβάθμισης και δεν είναι ικανή να δώσει τον αναγκαίο ζωτικό χώρο, νερό και θρεπτικά συστατικά. Σύμφωνα με τα δεδομένα του Οργανισμού Τροφίμων & Γεωργίας, πάνω από 36 χιλιάδες εκατομμύρια στρέμματα εδάφους σε περίπου 100 χώρες έχουν υπόκεινται ερημοποίηση σήμερα. (Cherlet κ.ά., 2018)

Τα προβλήματα που δημιουργούνται από την ερημοποίηση είναι αρκετά και πολυδιάστατα προκαλώντας έναν μεγάλο αριθμό επιπτώσεων που περιλαμβάνει: επιπτώσεις στα οικοσυστήματα και τις υπηρεσίες τους στις ξηρές περιοχές, στη βιοποικιλότητα των φυτών και των άγριων ζώων, στη φτώχεια, στην επισιτιστική και διατροφική ανασφάλεια, στην ανθρώπινη υγεία λόγω των καταιγίδων σκόνης, επιπτώσεις στη λειψυδρία και τη χρήση του νερού, στις ενεργειακές υποδομές λόγω καταιγίδων σκόνης, στις υποδομές μεταφορών μέσω καταιγίδων σκόνης και της μετακίνησης της άμμου, στη μετανάστευση, στις συγκρούσεις και επιπτώσεις στις ποιμενικές κοινότητες. (Mirzabaev κ.ά., 2019) (Verstraete & Schwartz, 1991)

Η ερημοποίηση η οποία εμφανίζεται σε όλες τις ηπείρους εκτός από την Ανταρκτική (η οποία δεν περιλαμβάνει ξηρές, ημίξηρες και ξηρές υπο-υγρές περιοχές) και παίζει σημαντικό ρόλο στην ζωή εκατομμυρίων ανθρώπων και κυρίως των φτωχών κοινωνικών ομάδων.

Στην Ευρώπη, περισσότερο στην περιοχή της Μεσογείου, αρχίζουν να εμφανίζονται τα πρώτα στάδια των συνέπειων (όπως είναι η κλιματική αλλαγή, η καταστροφή της δασικής βλάστησης, η διάβρωση του εδάφους, η εξαφάνιση πολλών και σημαντικών ειδών της χλωρίδας και πανίδας κ.α.) που την κάνει να εντάσσεται στις επικίνδυνες για ερημοποίηση ζώνες. Συγκεκριμένα οι περιοχές όπου η ερημοποίηση απειλεί περισσότερο ανήκουν στην Νότια Ευρώπη και είναι οι νοτιοανατολικές περιοχές της Ελλάδος, η Κορσική, η Σικελία, η Νότια Ιταλία και το νοτιοανατολικό μέρος της Ιβηρικής Χερσονήσου. (Yassoglou & Kosmas, 2020)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΜΕΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Γη αντιμετωπίζει πολυάριθμα περιβαλλοντικά προβλήματα που θέτουν σημαντικές προκλήσεις για την ευημερία τόσο των σημερινών όσο και των μελλοντικών γενεών. Από την κλιματική αλλαγή και την απώλεια της βιοποικιλότητας έως τη ρύπανση και την εξάντληση των πόρων, τα προβλήματα αυτά έχουν εκτεταμένες συνέπειες για τα οικοσυστήματα, την ανθρώπινη υγεία και τα κοινωνικοοικονομικά συστήματα. Στον σημερινό κόσμο, ο άνθρωπος είναι άπληστος και ανεύθυνος και ως εκ τούτου είναι υπεύθυνος για την καταστροφή του περιβάλλοντος. Δυστυχώς, η μείωση της βιοποικιλότητας αναγνωρίζεται πλέον ως μείζον περιβαλλοντικό, πολιτικό και οικονομικό πρόβλημα. Είναι σαφές ότι η διατήρηση της βιοποικιλότητας δεν αφορά μόνο την προστασία διαφόρων μορφών ζωής και ειδών. (Κουτσούμπας, 2005)

Η διατήρηση και η προστασία της βιοποικιλότητας πρέπει να είναι ένα από τα πρωταρχικά μας μέλημα. Η βιοποικιλότητα διαμορφώνει καθημερινά τη ζωή μας και αποτελεί βασικό πόρο όχι μόνο για την επιβίωση των ειδών, αλλά και για την πνευματική εξέλιξη και την πολιτιστική ανάπτυξη. Επομένως, είναι επιθυμητό να ενημερωθεί το ευρύ κοινό (πρώτα απ' όλα οι μαθητές) για τα άμεσα και έμμεσα οφέλη αυτού του βιολογικού πόρου και τις πιθανές μελλοντικές χρήσεις του. Και αυτό γιατί η βιωσιμότητα του πλανήτη και η προστασία του φυσικού του πλούτου αποτελεί ηθική υποχρέωση απέναντι στις μελλοντικές γενιές. (UNCED, 1992)

4.2 Η ΑΠΩΛΕΙΑ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ

Η βιοποικιλότητα και ο ανησυχητικός ρυθμός μείωσής της είναι ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα της εποχής μας. Τα διαφορετικά τοπία, οικοσυστήματα, είδη, γενετικοί συνδυασμοί και πολιτισμοί που χάνονται αντιπροσωπεύουν έναν πλούτο ανεκμετάλλευστων ευκαιριών και περιορίζουν τις δυνατότητες για βιώσιμη ανάπτυξη. Ο σημερινός ρυθμός της απώλειας βιοποικιλότητας εκτιμάται ότι είναι 1.000 φορές υψηλότερος από τον προβιομηχανικό ρυθμό εξαφάνισης των ειδών. Η εντυπωσιακή αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού τα τελευταία 150 χρόνια, η υπερβολική εκμετάλλευση των φυσικών πόρων (πχ. χρήση ειδών με οικονομικά οφέλη), η εντατική γεωργία και αλιεία, η αστικοποίηση και ο μαζικός και μη αειφόρος τουρισμός είναι μερικοί από τους κύριους παράγοντες που σχετίζονται με την αποψίλωση των δασών, την εκχέρσωση της γης, την αποξήρανση των υγροτόπων, την ερημοποίηση των

περιοχών, την ποιότητα του νερού, ρύπανση του αέρα και του εδάφους, και είναι οι κύριοι παράγοντες που συνδέονται με την υποβάθμιση, τον κατακερματισμό ή την απώλεια ενδιαιτημάτων, με αποτέλεσμα την απώλεια πληθυσμών, γενετικής ποικιλότητας ή ειδών. Η ραγδαία απώλεια της βιοποικιλότητας που παρατηρείται σήμερα συνδυάζεται με την κλιματική αλλαγή, εν μέρει λόγω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, της ρύπανσης και της τυχαίας ή σκόπιμης εισαγωγής ξένων ή χωροκατακτητικών ειδών. (Μαρδίρης κ.ά., 2005) <https://www.worldwildlife.org/threats>

Η έκθεση του ΟΗΕ για την αξιολόγηση των οικοσυστημάτων της χλιετίας, που δημοσιεύθηκε το 2005, εκτιμά ότι η κλιματική αλλαγή θα αποτελέσει τη σημαντικότερη απειλή για τη βιοποικιλότητα έως το τέλος του αιώνα. Η μέση παγκόσμια θερμοκρασία είναι ήδη κατά 0,8°C υψηλότερη από την προβιομηχανική εποχή και ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως ξηρασίες, έντονες βροχοπτώσεις, τυφώνες και καύσωνες, αυξάνονται σε συχνότητα και ένταση, επηρεάζοντας αρνητικά τις καλλιέργειες και τους υδάτινους πόρους αυτές οι συνέπειες είναι ήδη ορατές. Ταυτόχρονα, η στάθμη της θάλασσας εκτιμάται ότι θα αυξάνεται κατά 1,7 mm ετησίως λόγω της τήξης των παγετώνων. Ήδη οι αλλαγές αυτές επηρεάζουν τη βιοποικιλότητα, τόσο από την άποψη της βιωσιμότητας των οικοτόπων όσο και των ειδών. <https://www.millenniumassessment.org/>

Οι περισσότερες πιέσεις στη βιοποικιλότητα οφείλονται σε ανθρωπογενείς διαταραχές των οικοσυστημάτων με ποικίλες και σύνθετες αιτίες σε διαφορετικά φυσικά και χρονικά μεγέθη. Οι μηχανισμοί απώλειας της βιοποικιλότητας ποικίλλουν ανάλογα με τον βióτοπο, τη γεωγραφία, το κλίμα και το είδος της πίεσης (δηλαδή το υπερβολικό κυνήγι άγριας ζωής και μετατροπή βιοτόπων, οικονομικό πλαίσιο στην κατάσταση της βιοποικιλότητας, εμπορικές τάσεις, είδος διαχείρισης και άλλοι παράγοντες). Στις άμεσες αιτίες της απώλειας της βιοποικιλότητας περιλαμβάνονται οι αλλαγές στις χρήσεις γης, η μετατροπή των οικοτόπων σε άλλες μορφές χρήσεων, η ρύπανση, η μη βιώσιμη χρήση των φυσικών πόρων, η κλιματική αλλαγή και η εισαγωγή ξενικών ειδών. Πίσω από αυτές τις αιτίες κρύβονται διαχειριστικές αποτυχίες, κακή λήψη αποφάσεων, θεσμική δυσλειτουργία και οικονομικές αποτυχίες και αποτυχίες της αγοράς. Η έλλειψη επαρκούς γνώσης και κατανόησης των οικοσυστημικών διεργασιών που διατηρούν τη βιοποικιλότητα και τις οικοσυστημικές υπηρεσίες είναι διάχυτη σε όλες τις ανθρώπινες παρεμβάσεις στα οικοσυστήματα. (Slingenberg κ.ά., 2009)

Είναι γεγονός ότι οι εξαφανίσεις ειδών είναι ένα δραματικό αλλά θεμελιώδες χαρακτηριστικό της φυσικής ιστορίας. Λαμβάνοντας υπόψη το συνολικό αριθμό των ειδών που υπήρξαν στον πλανήτη, μόνο ένα μικρό μέρος των ειδών δεν εξαφανίστηκε. Η συντριπτική πλειονότητα των οργανισμών που υπήρξαν κάποτε εξαφανίστηκε, κυρίως σύμφωνα με τους νόμους της εξέλιξης. Ωστόσο, μετά την έλευση του ανθρώπου, και ιδιαίτερα τους τελευταίους αιώνες, όταν ο άνθρωπος απέκτησε αξιοσημείωτη τεχνολογία και κατέστη κυρίαρχος στη φύση, ο αριθμός των εξαφανισμένων και απειλούμενων ειδών αυξήθηκε εξίσου δραματικά. (Groombridge, 1992)

Ο πρώτος μεγάλος αρνητικός αντίκτυπος των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στη βιοποικιλότητα της Γης ξεκίνησε με την εξαφάνιση των μεγάλων θηλαστικών στις δύο ηπείρους, όταν οι πρώτοι άποικοι έφτασαν στην Αυστραλία και την Αμερική. Λίγο μετά την άφιξη των Ευρωπαίων, εξαφανίστηκε το 74% έως 86% των μεγάλων θηλαστικών (βάρους 44 κιλών και άνω). Οι εξαφανίσεις αυτές αποδόθηκαν στο κυνήγι και στην καταστροφή των δασών που αποτελούσαν τον βιότοπο αυτών των ειδών. Οι ηλιακές εκλείψεις είναι περισσότερο γνωστές σε σχέση με τα πτηνά και τα θηλαστικά. Ωστόσο, μπορούμε μόνο να υποθέσουμε για τα ποσοστά εξαφάνισης του υπόλοιπου 99,9% των ειδών στον πλανήτη. Ωστόσο, ακόμη και για τα πτηνά και τα θηλαστικά, ο ρυθμός εξαφάνισης δεν είναι γνωστός με βεβαιότητα, καθώς είδη που θεωρούνταν εξαφανισμένα έχουν ανακαλυφθεί και είδη που θεωρούνταν ότι εξακολουθούν να υπάρχουν έχουν εξαφανιστεί. Ο ρυθμός με τον οποίο χάνονται τα είδη εκτιμάται ότι κυμαίνεται μεταξύ 27.000 και 50.000 ανά έτος. Οι ακριβείς αριθμοί και οι χρονικές κλίμακες που σχετίζονται με αυτές τις διαδικασίες δεν μπορούν να προσδιοριστούν με ακρίβεια, αλλά έχει τεκμηριωθεί ότι η βιοποικιλότητα (πλούτος ειδών και πολυπλοκότητα κοινοτήτων) μειώνεται λόγω της επέκτασης των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες, η ζωή στον πλανήτη θα χρειαστεί 10 εκατομμύρια χρόνια για να ανακάμψει από αυτή τη μαζική εξαφάνιση ειδών. Μια άλλη σοβαρή πτυχή της απώλειας της βιοποικιλότητας σχετίζεται με τη μείωση της γενετικής ποικιλότητας των καλλιεργούμενων φυτικών ειδών και των ειδών ζώων σε αιχμαλωσία. Καθώς οι αγρότες εγκαταλείπουν την παραδοσιακή γεωργία και την κτηνοτροφία, είδη όπως το σιτάρι, ο αραβόσιτος, το ρύζι, τα πουλερικά, τα βοοειδή και οι χοίροι χάνουν γρήγορα το μεγαλύτερο μέρος των ποικιλιών και των φυλών τους. Μόνο στις ΗΠΑ, το 97% των λαχανικών που κάποτε καλλιεργούνταν έχουν εξαφανιστεί. Στις τροπικές χώρες, οι

αγρότες εγκαταλείπουν τις τοπικές ποικιλίες υπέρ των νέων, υψηλότερης απόδοσης εμπορικών ποικιλιών. (Μελιάδου, 2000)

Υπάρχει ανεπαρκές θεσμικό πλαίσιο για τον μετριασμό των επιπτώσεων της απώλειας της βιοποικιλότητας. Υπάρχει σαφής έλλειψη συστηματικής προσέγγισης για την κατανόηση του πραγματικού κόστους και των οφελών των οικοσυστημικών υπηρεσιών, της κατανομής των οφελών και του τρόπου κατανομής των πόρων διατήρησης. Συγκρίσιμα αίτια, όπως οι αδυναμίες της αγοράς και η έλλειψη ιδιοκτησίας, μπορούν να οδηγήσουν στην απώλεια της βιοποικιλότητας. Οι κοινωνικοοικονομικοί παράγοντες δεν λαμβάνονται συνήθως υπόψη από τους υπεύθυνους για την χάραξη της πολιτικής για την αντιμετώπιση της απώλειας της βιοποικιλότητας. Επίσης, πολλή βιοποικιλότητα χάνεται μέσω παράνομων δραστηριοτήτων λόγω κακής διαχείρισης. Για παράδειγμα, οι ατιμώρητες αλλαγές στη χρήση γης δεν μπορούν να αντιστραφούν ή να αποτραπούν εάν οι θεσμικοί έλεγχοι και οι μηχανισμοί είναι ανεπαρκείς. Συνήθως μέσω της δημιουργίας ευρύτερων διεθνών συμφωνιών προωθούνται μακροπρόθεσμες δεσμεύσεις για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας ή τη μείωση της απώλειας βιοποικιλότητας. Ωστόσο, οι αντικρουόμενες θέσεις των μερών, η έλλειψη επαρκών δεδομένων για την υποστήριξη των διαπραγματεύσεων και η δημιουργία ισότιμων όρων ανταγωνισμού μεταξύ των μερών καθιστούν δύσκολη την ανάπτυξη φιλόδοξων αλλά ουσιαστικών στόχων με συναφή μέτρα εφαρμογής σε τέτοιου είδους συμφωνίες για τη βιοποικιλότητα. (Slingenberg κ.ά., 2009)

Ο προφανής κίνδυνος παγκόσμιας απώλειας της βιοποικιλότητας οδήγησε στη Διακήρυξη της Διάσκεψης του Ρίο το 1992 και αμέσως μετά στην έκδοση της Οδηγίας 92/43, από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Στόχος της οδηγίας είναι η διατήρηση της βιοποικιλότητας των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης και, για το σκοπό αυτό, η προστασία ορισμένων φυσικών οικοτόπων κοινοτικού ενδιαφέροντος και ορισμένων ειδών χλωρίδας και πανίδας, επίσης κοινοτικού ενδιαφέροντος. Ένα σημαντικό μέσο για την επίτευξη του στόχου αυτού είναι η δημιουργία ενός δικτύου προστατευόμενων περιοχών, γνωστού ως Φύση 2000. (UNCED, 1992)

4.3 ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΕΞΑΦΑΝΙΣΗΣ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ

Η εξαφάνιση των ειδών είναι ένα ανησυχητικό παγκόσμιο ζήτημα που απειλεί τον περίπλοκο ιστό της ζωής στον πλανήτη μας. Η εξαφάνιση των ειδών οφείλεται κυρίως στις ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως η καταστροφή των οικοτόπων, η

κλιματική αλλαγή, η ρύπανση, η υπερεκμετάλλευση και η εισαγωγή χωροκατακτητικών ειδών. Αυτοί οι παράγοντες διαταράσσουν τα οικοσυστήματα, υποβαθμίζουν τα ενδιαιτήματα και ωθούν τα είδη στο χείλος της εξαφάνισης.
<https://www.iucn.org/resources/issues-briefs/threats-species>

Ο όρος βιοποικιλότητα χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο σήμερα, αλλά δεν γίνεται πάντα κατανοητός με τον ίδιο τρόπο. Συχνά παρερμηνεύεται ότι αναφέρεται σε μορφές ζωής που, παρά το γεγονός ότι κατοικούσαν ή κυριαρχούσαν στον πλανήτη σε παλαιότερες εποχές, έχασαν τον αγώνα επιβίωσης στην εξελικτική διαδικασία του ανταγωνισμού και της προσαρμογής και δεν έχουν επιβιώσει μέχρι σήμερα. Τα παλαιοντολογικά μουσεία και η βιβλιογραφία είναι γεμάτα από παραδείγματα μορφών ζωής που έχασαν τον ανταγωνισμό για επιβίωση κατά τη διάρκεια της εξελικτικής διαδικασίας που περιγράφεται παραπάνω, αλλά έδωσαν τη θέση τους σε συγγενικά είδη που επιβίωσαν λόγω της ανώτερης προσαρμοστικής τους ικανότητας εκείνη την εποχή. Η εξαφάνιση των μορφών ζωής είναι επομένως μια φυσιολογική διαδικασία στην εξελικτική διαδικασία ενός είδους, καθώς σχετίζεται με τις λειτουργίες της φυσικής επιλογής, της προσαρμογής και του ανταγωνισμού. Μέσω μιας τέτοιας διαδικασίας, ένα είδος δίνει τη θέση του σε ένα άλλο που έχει εξασφαλίσει προσαρμοστικό πλεονέκτημα μέσω ενός συνδυασμού διαφορετικών χαρακτηριστικών. Με αυτόν τον τρόπο, ωστόσο, δεν υπάρχει απώλεια, αντίθετα, η γενετική πληροφορία επανασυνδυάζεται και η συνολική βιοποικιλότητα αυξάνεται. Η παραπάνω διαδικασία της εξαφάνισης των ειδών δεν πρέπει να συγχέεται με το φαινόμενο που εμφανίζεται ως αποτέλεσμα του άνισου αγώνα των ζωικών και φυτικών ειδών ενάντια στον άνθρωπο και την προσπάθειά του να κυριαρχήσει στον πλανήτη. Στις περιπτώσεις αυτές, η εξαφάνιση των ειδών σημαίνει απότομη διακοπή της εξελικτικής τους διαδικασίας, ταυτόχρονη μείωση του αριθμού των ειδών, ανισορροπία στο οικοσύστημα και μόνιμη απώλεια γενετικών πληροφοριών. (Γεωργιάδης & Τζανουδάκης, 1996)

Στην Ελλάδα, όπου ο αριθμός των ειδών και η ποικιλομορφία των οικοσυστημάτων είναι σημαντικά χαρακτηριστικά, τα προβλήματα που σχετίζονται με την απώλεια της βιοποικιλότητας και την εξαφάνιση οικοτόπων και ειδών δεν είναι λίγα. Για γεωπολιτικούς λόγους, η ανθρώπινη παρουσία στην Ελλάδα υπήρξε έντονη με την πάροδο των χρόνων, με ένα ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων (κτηνοτροφία, γεωργία, πόλεμος, πυρκαγιές, κατοικία κ.λπ.). Ο ενδημισμός στην Ελλάδα είναι πολύ υψηλός και ορισμένα ελληνικά είδη φυτών χαρακτηρίζονται από μικρούς πληθυσμούς που

περιορίζονται σε μικρές γεωγραφικές περιοχές. Οι ερευνητές της ελληνικής χλωρίδας γνωρίζουν παραδείγματα φυτικών ειδών που έχουν ανακαλυφθεί και περιγραφεί (δείγματα βρίσκονται σε μουσεία) από περιοχές της Ελλάδας που δεν έχουν βρεθεί για περισσότερα από 100 χρόνια. (Ιατρού & Γεωργιάδης, 1989)

Ωστόσο, η Αξιολόγηση Οικοσυστημάτων της Χιλιετίας εκτιμά ότι ο ρυθμός εξαφάνισης είναι 100 έως 1000 φορές υψηλότερος από τον φυσικό ρυθμό λόγω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Η έκθεση αναφέρει ότι τα τελευταία 50 χρόνια, ο άνθρωπος έχει τροποποιήσει τα οικοσυστήματα ταχύτερα και εκτενέστερα από οποιαδήποτε άλλη στιγμή στην ιστορία.
<https://www.millenniumassessment.org/en/index.html>

Σύμφωνα με τον δείκτη Living Planet Index, που αναπτύχθηκε από το WWF για την παρακολούθηση της κατάστασης της παγκόσμιας βιοποικιλότητας, μεταξύ 1970 και 2005, ο παγκόσμιος πληθυσμός των ειδών μειώθηκε κατά 28%. <https://wwf.panda.org/> Εκτιμάται ότι μια μείωση της έκτασης των τροπικών δασών κατά 90% μέσα στον επόμενο μισό αιώνα θα έχει ως αποτέλεσμα την εξαφάνιση του 50% των ειδών που ζουν σε αυτά και ότι μέχρι το 2050 θα εξαφανιστεί περίπου το 20% των ειδών του πλανήτη - 5.000 είδη φυτών, 1.800 είδη πτηνών, 900 είδη θηλαστικών και ένα εκατομμύριο είδη εντόμων. (Καρατάσος κ.ά., 2009)

4.4 Η ΑΞΙΑ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ

Είναι σαφές ότι η βιοποικιλότητα είναι σημαντική για τη διατήρηση της ανθρώπινης ζωής. Οι βιολογικοί πόροι, η ποικιλομορφία τους και τα "αγαθά" που παρέχουν (τρόφιμα, φάρμακα, βιομηχανικές πρώτες ύλες, οικοδομικά υλικά, καύσιμα κ.λπ.) είναι οι σημαντικότεροι πόροι για την επιβίωση του ανθρώπου και οι "υπηρεσίες" που παρέχουν τα φυσικά οικοσυστήματα (καθαρισμός του αέρα και του νερού, μερική σταθεροποίηση του κλίματος, αποσύνθεση των αποβλήτων, ανακύκλωση θρεπτικών στοιχείων, προστασία από τη διάβρωση, δημιουργία εδάφους και βελτίωση της γονιμότητας, τις πλημμύρες και την ξηρασία, δυνατότητες βελτίωσης οικονομικά βιώσιμων ποικιλιών, επικονίαση καλλιεργειών και έλεγχος ζιζανίων και αύξησης της αποτελεσματικότητας των γεωργικών δραστηριοτήτων, αισθητική απόλαυση, δυνατότητες βιοτεχνολογίας και τουριστικής ανάπτυξης κ.λπ.) αποτελούν τους σημαντικότερους παράγοντες για την επιβίωση του είδους μας και την ανάπτυξη του πολιτισμού μας. Υπολογίζεται επίσης ότι το 40% της παγκόσμιας οικονομίας βασίζεται

σε βιολογικά προϊόντα και διαδικασίες. (ΕΟΠ, 2004) (Μαρδίρης κ.ά., 2008)
https://environment.ec.europa.eu/index_en

Η προστασία των φυτικών και ζωικών ειδών και των οικοσυστημάτων τους αποτελεί επένδυση στο μέλλον της ζωής στη Γη. Φυσικά, η αξία της βιοποικιλότητας δεν χρειάζεται να μεταφράζεται σε χρησιμότητα, καθώς αποτελεί αυτοσκοπό. Ωστόσο, η αξία της βιοποικιλότητας αναδεικνύεται ακόμη περισσότερο όταν εξετάζεται σε σχέση με όλες τις ζωτικές λειτουργίες του πλανήτη και τις "υπηρεσίες" που η φύση παρέχει τόσο απλόχερα. Τα υγιή οικοσυστήματα παρέχουν απτά οφέλη που υποστηρίζουν την οικονομική, κοινωνική και πολιτιστική ευημερία, ενώ η απώλεια της βιοποικιλότητας υποβαθμίζει τις υπηρεσίες που παρέχουν τα φυσικά οικοσυστήματα. Οι "υπηρεσίες" ή λειτουργίες που παρέχουν τα οικοσυστήματα μπορούν να χωριστούν σε τέσσερις κατηγορίες:

- Οι παραγωγικές υπηρεσίες, για παράδειγμα η παραγωγή τροφίμων, ινών, καυσίμων και φαρμάκων.
- Οι ρυθμιστικές υπηρεσίες, για παράδειγμα η ρύθμιση της ποιότητας και του κλίματος, της ποσότητας του νερού και του αέρα.
- Οι πολιτιστικές/πνευματικές υπηρεσίες, για παράδειγμα η υπαίθρια αναψυχή, ο οικοτουρισμός και η περιβαλλοντική εκπαίδευση.
- Οι Υποστηρικτικές/προστατευτικές υπηρεσίες, όπως η διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους και η ανακύκλωση των θρεπτικών στοιχείων. (Kettunen & ten Brink, 2006)

4.4.1. ΟΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ

Παραγωγή τροφίμων. Η ανθρώπινη ύπαρξη εξαρτάται κυρίως από τα φυτά, τα οποία οι βιολόγοι αποκαλούν πρωτογενείς παραγωγούς. Οι άνθρωποι έχουν χρησιμοποιήσει 5.000 είδη φυτών ως τροφή, αλλά σήμερα λιγότερα από 25 είδη τρέφουν τον παγκόσμιο πληθυσμό και μόνο τρεις ή τέσσερις καλλιέργειες είναι απαραίτητες για την πλειοψηφία. Ένα από τα βασικά οφέλη της διατήρησης της βιοποικιλότητας είναι η παρουσία γονιδίων στα άγρια φυτά που επιτρέπουν στα καλλιεργούμενα φυτά να είναι πιο ανθεκτικά στις ασθένειες, την ξηρασία και τα παράσιτα.

Φαρμακευτική παραγωγή. Τα άγρια φυτά και τα ζώα περιέχουν μυριάδες χημικές ουσίες που είναι χρήσιμες για την παρασκευή φαρμάκων. Τα περισσότερα φάρμακα παρασκευάζονται από φυτά, και αυτό δεν είναι τυχαίο. Ωστόσο, πολλές φαρμακευτικές

ουσίες παράγονται όχι μόνο από φυτά, αλλά και από έναν ατελείωτο κόσμο εντόμων, μικροοργανισμών και θαλάσσιων ζώων.

Προϊόντα ξύλου και οικοδομικά υλικά. Η βιοποικιλότητα των οικοσυστημάτων της Γης παρέχει ένα ευρύ φάσμα διαθέσιμων οικοδομικών υλικών, όπως τα φλούδια ρυζιού, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πρώτη ύλη για την παραγωγή τσιμέντου. Το ξύλο είναι ένα σημαντικό οικονομικό αγαθό παγκοσμίως και συλλέγεται από τη φύση σε μεγάλες ποσότητες. Η χρήση νέων δομικών υλικών μειώνει την περιβαλλοντική εξάρτηση και προστατεύει τα δασικά οικοσυστήματα.

Βιομηχανική, οι άνθρωποι εμπνέονται από τη φύση. Η υψηλή βιοποικιλότητα σημαίνει ότι υπάρχουν πολλές καλές ιδέες, οι οποίες μαθαίνονται από τους ζωντανούς οργανισμούς και προσαρμόζονται στην τεχνολογία. Η βιομηχανική είναι ένας κλάδος της επιστήμης που στοχεύει στην άντληση ιδεών για το σχεδιασμό τεχνικών κατασκευών από φυσικά υλικά, με το συνακόλουθο πλεονέκτημα ότι μπορούμε να δημιουργήσουμε πράγματα με τον πιο αποδοτικό τρόπο και χωρίς να μολύνουμε το περιβάλλον.

Αναψυχή. Η βιοποικιλότητα αποτελεί επίσης σημαντικό πόρο για δραστηριότητες αναψυχής. Οι άνθρωποι επιλέγουν περιοχές με βάση διαφορετικά ενδιαφέροντα και οι δραστηριότητες αναψυχής στο φυσικό περιβάλλον αποτελούν συχνά την κύρια πηγή εισοδήματος για τους κατοίκους της περιοχής.

Η εγγενής αξία των ειδών. Πολλοί άνθρωποι πιστεύουν ότι η βιοποικιλότητα πρέπει να διατηρηθεί όχι απλώς επειδή είναι πολύτιμη για εμάς, αλλά επειδή υπάρχει. Αυτό συμβαίνει επειδή οι μελλοντικές γενιές αξίζουν να απολαμβάνουν έναν πλούσιο και ποικιλόμορφο φυσικό κόσμο.

Πολιτισμός και περιβάλλον. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες ενός συγκεκριμένου τόπου έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην κοινωνική και οικονομική ανάπτυξή του. Έρευνες έχουν δείξει ότι μια μεγάλη ποικιλία πολιτισμών, γλωσσών και διαλέκτων έχουν αναπτυχθεί σε μέρη πλούσια σε βιοποικιλότητα. (Καρατάσος κ.ά., 2009)

4.4.2. *Η ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ*

Μοιραζόμαστε τη Γη με εκατομμύρια είδη μικροοργανισμών, μυκήτων, ζώων και φυτών. Αυτή η βιοποικιλότητα καλύπτει τις βασικές ανάγκες της ζωής μας. Μαζί, οι δραστηριότητες όλων αυτών των οργανισμών διατηρούν την ατμόσφαιρα καθαρή, δημιουργούν νέο έδαφος, ανακυκλώνουν τα απόβλητα, προστατεύουν από ασθένειες,

αποθηκεύουν και φιλτράρουν το νερό και μας παρέχουν τροφή. Η ύπαρξή μας εξαρτάται από τη βιοποικιλότητα. Παρακάτω αναφέρονται ορισμένες από τις διαδικασίες που είναι αναπόσπαστο κομμάτι της ζωής μας και στις οποίες η βιοποικιλότητα παίζει σημαντικό ρόλο. (Καρατάσος κ.ά., 2009)

Δάση και υγρότοποι. Τα δάση διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διατήρηση των αποθεμάτων νερού. Απορροφώντας μεγάλες ποσότητες νερού από τις έντονες βροχοπτώσεις και διατηρώντας την υγρασία κατά τη διάρκεια ξηρών περιόδων, αυτές οι φυσικές δεξαμενές ελέγχουν τις πλημμύρες και μειώνουν τις επιπτώσεις της ξηρασίας. Επιπλέον, τα δέντρα και τα φυτά στα δάση απελευθερώνουν καθημερινά μεγάλες ποσότητες οξυγόνου, διατηρώντας την ατμόσφαιρα αναπνεύσιμη, απομακρύνοντας το διοξείδιο του άνθρακα και φιλτράροντας το νερό για να απελευθερωθεί στην ατμόσφαιρα. Τα δάση αποτελούν καταφύγιο για πολλά είδη ζώων και συμβάλλουν στην επιβίωσή τους.

Αποθήκευση και ανακύκλωση θρεπτικών ουσιών. Μια άλλη διαδικασία στην οποία η βιοποικιλότητα διαδραματίζει σημαντικό ρόλο είναι η αποθήκευση και η ανακύκλωση θρεπτικών ουσιών. Τα φυτά έχουν την ικανότητα να παίρνουν θρεπτικά συστατικά από το έδαφος και τον αέρα. Αυτά αποτελούν τη βάση της τροφικής αλυσίδας και χρησιμοποιούνται από μια ποικιλία άλλων μορφών ζωής.

Αποικοδόμηση της ρύπανσης. Τα συστατικά των οικοσυστημάτων, από τα βακτήρια μέχρι τους ανώτερους οργανισμούς, παίζουν σημαντικό ρόλο στη διάσπαση και την απορρόφηση πολλών ρύπων που προέρχονται από ανθρωπογενείς δραστηριότητες, όπως τα λύματα, τα απορρίμματα και οι πετρελαιοκηλίδες. Ωστόσο, οι υπερβολικές ποσότητες οποιουδήποτε ρύπου μπορούν να καταστρέψουν την ακεραιότητα των οικοσυστημάτων και των συστατικών τους.

Ανάκαμψη από απρόβλεπτες καταστάσεις. Τα υγιή οικοσυστήματα επιτρέπουν στους φυτικούς και ζωικούς πληθυσμούς που τα απαρτίζουν να ανακάμπτουν από απρόβλεπτες φυσικές και ανθρωπογενείς καταστροφές, όπως πυρκαγιές, πλημμύρες και κυκλώνες. (Καρατάσος κ.ά., 2009)

Η βιοποικιλότητα θα πρέπει να θεωρηθεί ως ένα είδος παγκόσμιας κληρονομιάς από την οποία οι άνθρωποι του κόσμου μπορούν να επωφεληθούν από τη διατήρησή της. Στην οικονομία, η βιοποικιλότητα αποτελεί βασικό πόρο όχι μόνο για την επιβίωση, αλλά και για την πνευματική και πολιτιστική ανάπτυξη των κοινωνιών. Ο καθηγητής Max

Oelschläger, καθηγητής περιβαλλοντικής φιλοσοφίας στο Πανεπιστήμιο του Τέξας, υποστηρίζει ότι οι φτωχές χώρες με τεράστια εξωτερικά χρέη και για τις οποίες η βιοποικιλότητα είναι σημαντική, μπορούν να επιδιώξουν τη διαγραφή του χρέους με αντάλλαγμα οικονομικά οφέλη που θα χρησιμοποιηθούν για την προστασία του βιοπεριβάλλοντος. (Μελιάδου, 2000)

4.5 ΑΝΘΡΩΠΙΝΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ

Αν και τα μοντέλα διατήρησης που επιτρέπουν την ανθρώπινη δραστηριότητα εντός των προστατευόμενων περιοχών είναι πλέον κοινά, εξακολουθούν να υπάρχουν ορισμένες ανησυχίες σχετικά με το κατά πόσον αυτό θα επιτύχει τελικά τη μακροπρόθεσμη προστασία των προστατευόμενων περιοχών και τη διατήρηση των βιολογικών τους αξιών.

Πράγματι, σε πολλά μέρη της νότιας και ανατολικής Ευρώπης, οι εντατικοποιημένες γεωργικές δραστηριότητες και ο τουρισμός αποτελούν σοβαρή απειλή για το φυσικό περιβάλλον πολλών ειδών. Ταυτόχρονα, όμως, η ανθρώπινη παρουσία μέσω των παραδοσιακών δραστηριοτήτων έχει διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στη διατήρηση του φυσικού πλούτου και της βιοποικιλότητας. (Καραβέλλας κ.ά., 2003)

Το ελληνικό τοπίο, ειδικότερα, έχει διαμορφωθεί σε μεγάλο βαθμό από τον άνθρωπο μέσω δραστηριοτήτων όπως η γεωργία μικρής κλίμακας και χαμηλών εισροών και η εποχιακή βόσκηση. Για παράδειγμα, στα δάση της Δαδιάς, η υλοτομία συνεχίζεται ακόμη και στα κέντρα προκειμένου να διατηρηθούν τα φυσικά ανοίγματα των δασών όπου κυνηγούν τα αρπακτικά πουλιά. Ιδιαίτερα στις ορεινές και απομακρυσμένες περιοχές, σημαντικοί οικότοποι όπως τα λιβάδια απειλούνται με εξαφάνιση λόγω της εγκατάλειψης των αγροτικών περιοχών και των παραδοσιακών χρήσεων γης. Η διατήρηση αυτής της αλληλεπίδρασης είναι επομένως απαραίτητη για την προστασία, τη διατήρηση και την ανάπτυξη της περιοχής.

Τα κυριότερα λάθη στο σχεδιασμό και την εφαρμογή των προγραμμάτων διατήρησης της βιοποικιλότητας μπορούν να συνοψιστούν ως εξής (Noss & Harris, 1986):

- Εστίαση μόνο στις "στατικές" πτυχές της βιοποικιλότητας, αλλά η βιοποικιλότητα είναι εγγενώς "δυναμική". Η δυναμική πτυχή της βιοποικιλότητας είναι αυτή που διασφαλίζει ότι τα στοιχεία της βιοποικιλότητας διατηρούνται (και

δεν εξαφανίζονται). Έτσι, η "διατήρηση" δεν αφορά πραγματικά τη διατήρηση ή την ενίσχυση μιας συγκεκριμένης κατάστασης, αλλά τη διασφάλιση της αλλαγής και της προσαρμογής. (Papageorgiou, 1995)

- Επικέντρωση των προσπαθειών στις προστατευόμενες περιοχές και στο περιεχόμενό τους και όχι στο σχεδιασμό που βασίζεται στην κατανομή των χρήσεων στην ευρεία κλίμακα του επιπέδου "τοπίου". Με τον τρόπο αυτό αγνοούνται σημαντικά στοιχεία της βιοποικιλότητας και δημιουργούνται νησίδες βραχυπρόθεσμης προστασίας σε ένα τοπίο άναρχης ανάπτυξης. (Παπαγεωργίου & Αραμπατζής, 2001)
- Επικέντρωση της ανάλυσης και των μέτρων διατήρησης στα είδη και όχι στα ευρύτερα βιολογικά συστήματα στα οποία εμφανίζονται και αλληλοεπιδρούν, και πραγματοποιείται εξέταση ομοιογενών ομάδων και όχι ετερογενών συνθέσεων, όπως συμβαίνει στην πραγματικότητα με τα είδη.
- Προσανατολισμός στη διατήρηση των πιο ποικιλόμορφων ειδών και όχι στην επιδίωξη της πιο "φυσικής" ποικιλότητας, δηλαδή της ποικιλότητας που εξελίσσεται σε κάθε τόπο.

Εκτός από τα παραπάνω λάθη που δημιουργούνται κατά το σχεδιασμό της διατήρησης της βιοποικιλότητας από βιολογική πλευρά, υπάρχουν επίσης διάφοροι κοινωνικοί παράγοντες που εμποδίζουν την ορθή εφαρμογή αυτών των προγραμμάτων:

- Η έντονη μετακίνηση του πληθυσμού προς τα αστικά κέντρα και η αποσύνδεση μεταξύ ανθρώπου και φύσης έχουν συσκοτίσει τη φύση του προβλήματος στα κέντρα λήψης αποφάσεων.
- Η αδυναμία των πολιτών, του κράτους και των παραγωγικών οργανώσεων να λάβουν υπόψη τους τις μακροπρόθεσμες πτυχές της ανάπτυξης.
- Η σύγχυση μεταξύ της ανάγκης για προστασία του περιβάλλοντος και των ετικετών των πολιτικών ιδεολογιών και των κομμάτων, με αποτέλεσμα την αδυναμία πολλών πολιτών να μοιραστούν θετικές απόψεις για την προστασία του περιβάλλοντος και να τις προωθήσουν στα κέντρα λήψης αποφάσεων.

Καθώς η ποιότητα ζωής των ανθρώπων, ιδίως στα αστικά κέντρα, μειώνεται, η ανάγκη και η πίεση για την προστασία του περιβάλλοντος και της βιοποικιλότητας θα αυξάνονται. Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι η επιτυχία των προσπαθειών προς αυτή την κατεύθυνση απαιτεί ολοκληρωμένο σχεδιασμό σε επίπεδο μεγάλων

γεωγραφικών ενοτήτων, λαμβάνοντας υπόψη όλες τις φυσικές και κοινωνικές παραμέτρους. Αυτό που φαίνεται να είναι η μεγαλύτερη πρόκληση είναι η σωστή αξιολόγηση των διαφόρων παραγόντων "προστασίας", αλλά είναι απαραίτητο για την επιτυχία των προσπαθειών διατήρησης. (Παπαγεωργίου & Κατσαδωράκης, 2001)

Οι λύσεις πρέπει να αναζητηθούν σε όλα τα οργανωτικά επίπεδα της ανθρώπινης κοινωνίας: διεθνές, εθνικό, περιφερειακό και ατομικό. Σε εθνικό επίπεδο, εκτός από τη συμμετοχή στην υπογεγραμμένη και κυρωμένη Σύμβαση για τη Βιοποικιλότητα, πρέπει να υιοθετηθεί μια σειρά δράσεων, όπως η ανάπτυξη εθνικής στρατηγικής για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας στην Ελλάδα, η δημιουργία και η αποτελεσματική λειτουργία προστατευόμενων περιοχών, η αποτελεσματική προστασία των απειλούμενων ειδών, η διατήρηση του γενετικού υλικού της αυτοφυούς χλωρίδας και πανίδας, η ευαισθητοποίηση και η ενημέρωση του κοινού. Η ευαισθητοποίηση όλων των πολιτών που εργάζονται σε διάφορους τομείς της κοινωνίας αποτελεί ύψιστη προτεραιότητα. Η υποστήριξη και η υπεύθυνη δράση όλων μας αποτελεί σημαντική προϋπόθεση για την επιτυχία κάθε στρατηγικής για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Οι δράσεις για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας θα είναι αποτελεσματικές μόνο εάν αποτελούν κοινούς στόχους για όσο το δυνατόν περισσότερους ανθρώπους. Ο καθένας μπορεί να συμβάλει με τον τρόπο του. Οι ενεργοί και ενημερωμένοι πολίτες, οι χρήστες βιολογικών πόρων, όπως οι αγρότες, οι κτηνοτρόφοι και οι αλιείς που σέβονται τη φύση, οι ενημερωμένοι καταναλωτές και οι λάτρεις της φύσης μπορούν όλοι να συμβάλουν σημαντικά στη διατήρηση της βιολογικής ποικιλότητας της χώρας μας.

<http://www.biol.uoa.gr/gr/files/BiodiversityDay.pdf>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΚΑΙ Η ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΙΣ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ.

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η οικονομική ανάπτυξη και η ευημερία των ανθρώπινων κοινωνιών έχει οδηγήσει σε σημαντική μείωση του φυσικού χώρου και των φυσικών πόρων, με αποτέλεσμα την εξαφάνιση μορφών ζωής από τον πλανήτη. Το φαινόμενο αυτό είναι ανησυχητικό και η επιταχυνόμενη εξαφάνιση των μορφών ζωής, ιδίως των αυτοφύων φυτικών και άγριων ειδών, έχει οδηγήσει τη διεθνή κοινότητα να τονίσει την ανάγκη προστασίας της φύσης, δηλαδή των φυσικών χώρων και των μορφών ζωής που ευδοκούν εκεί. Το καταλληλότερο μέσο για την επίτευξη των προαναφερθέντων στόχων είναι η δημιουργία περιοχών προστασίας της φύσης, δηλαδή σαφώς καθορισμένων περιοχών στις οποίες απαγορεύονται ή περιορίζονται οι ανθρώπινες δραστηριότητες για την προστασία της φύσης. (Προμπονάς, 2007)

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται το θεσμικό πλαίσιο που ισχύει για την προστασία της βιοποικιλότητας και των οικολογικά σημαντικών περιοχών.

- Εθνικό δίκαιο: παρουσίαση της σημαντικότερης ελληνικής νομοθεσίας για την ίδρυση και διαχείριση των προστατευόμενων περιοχών.
- Ευρωπαϊκό και διεθνές δίκαιο: παρουσίαση των δύο οδηγιών του Ευρωπαϊκού Δικτύου Προστατευόμενων Περιοχών "Natura 2000" και των διεθνών επιπέδου παρουσίαση των προστατευόμενων περιοχών.
- Τέλος, παρουσιάζεται μια σύντομη περιγραφή των προστατευόμενων ειδών στο εθνικό, ευρωπαϊκό και διεθνές δίκαιο.

5.2 Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ

Η ελληνική νομοθεσία για τις προστατευόμενες περιοχές ξεκίνησε με τον νόμο 856 του 1937, τον νόμο περί εθνικών δρυμών, σύμφωνα με τον οποίο ιδρύθηκαν οι πρώτοι εθνικοί δρυμοί στην Ελλάδα (δηλαδή ο Όλυμπος και ο Παρνασσός). Το 1950, ο νόμος 1465/1950 περί Τοπίων Φυσικού Κάλλους ψηφίστηκε και περισσότερες από 300 περιοχές χαρακτηρίστηκαν ως ΤΦΚ, αλλά δεν έτυχαν επαρκούς και αποτελεσματικής προστασίας. Ο νόμος για τις προστατευόμενες περιοχές ενισχύθηκε στη συνέχεια με το διάταγμα αριθ. 86/1969, όπως τροποποιήθηκε από τον νομοθετικό διάταγμα 996/1971

περί εθνικών πάρκων, αισθητικών δασών και φυσικών μνημείων. (Καραβέλλας κ.ά., 2003)

5.2.1. ΝΟΜΟΣ 1650/1986

Ο νόμος (άρθρα 18 και 19) ορίζει περιοχές με διαφορετικό βαθμό προστασίας (δηλαδή περιοχές προστασίας της φύσης, περιοχές απόλυτης προστασίας της φύσης, Εθνικά Πάρκα, τοπία και στοιχεία του τοπίου, προστατευόμενους φυσικούς σχηματισμούς και περιοχές οικοανάπτυξης. Σύμφωνα με το νομοσχέδιο, προβλέπεται η εκπόνηση ειδικών περιβαλλοντικών μελετών για τις προστατευόμενες περιοχές και η κήρυξή τους με ειδικό προεδρικό διάταγμα.

Λόγω της οικολογικής, γεωμορφολογικής, βιολογικής, επιστημονικής ή αισθητικής σημασίας τους, χερσαίες, υδάτινες ή μικτές περιοχές, μεμονωμένα στοιχεία ή ομάδες φυσικών χαρακτηριστικών ή τοπίων μπορούν να προστατεύονται και να διατηρούνται. Με την επιφύλαξη των κριτηρίων που ορίζονται στο άρθρο 19, οι περιοχές, τα στοιχεία ή οι ομάδες αυτές μπορούν να χαρακτηριστούν ως:

- Περιοχές απόλυτης προστασίας φύσης.
- Περιοχές προστασίας της φύσης.
- Εθνικά πάρκα.
- Προστατευόμενα τοπία, προστατευόμενοι φυσικοί σχηματισμοί, και στοιχεία τοπίου.
- Περιοχές περιβαλλοντικής ανάπτυξης. (Προμπονάς, 2008)

5.2.2. ΝΟΜΟΣ 2742/1999

Πριν από την παρουσίαση του σχετικού νόμου, πρέπει να γίνει μια σύντομη αναφορά στον ορισμό της βιώσιμης ανάπτυξης. Αειφόρος ανάπτυξη είναι η ανάπτυξη που ικανοποιεί τις ανάγκες των σημερινών γενεών χωρίς να θέτει σε κίνδυνο την ικανότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες. (Αθανασοπούλου κ.ά., 2009)

Ο νόμος 2742/99 για τον χωροταξικό σχεδιασμό, την αειφόρο ανάπτυξη και άλλες διατάξεις, ξεκαθαρίζει την κατάσταση σχετικά με τη λειτουργία και τη διαχείριση των προστατευόμενων περιοχών και στην ουσία συμπληρώνει τον 1650/86. Ο νόμος 2742/99 βασίζεται στις κατηγορίες που απαριθμούνται στον νόμο 1650/86, ο οποίος προβλέπει τη διαχείριση φυσικών περιοχών, των τοπίων, των στοιχείων και των συνόλων της φύσης. Αφορά επίσης τις Ειδικές Ζώνες Διατήρησης της Φύσης, δηλαδή τις περιοχές του

καταλόγου Natura 2000 του έθνους που θεσπίστηκε βάσει της οδηγίας 92/43/ΕΟΚ. Ο νόμος 2742/99 είναι ο πρώτος που ασχολείται με τη σύσταση φορέων διαχείρισης προστατευόμενων περιοχών ως νομικών προσώπων ιδιωτικού δικαίου, στο άρθρο 15 με τίτλο Φορείς διαχείρισης. (Καραβέλλας κ.ά., 2003)

Σύμφωνα με το Εθνικό Σχέδιο για το Περιβάλλον, οι προστατευόμενες περιοχές χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: στις περιοχές του Εθνικού Δικτύου Προστατευόμενων Περιοχών και στις περιοχές περιφερειακής και τοπικής σημασίας. Με βάση κυρίως γεωγραφικά κριτήρια, προτάθηκε η ομαδοποίησή τους σε 162 προστατευόμενες περιοχές ανάλογα με τη χωρική τους γειτνίαση και τη λειτουργική τους συνάφεια. Το εθνικό δίκτυο προστατευόμενων περιοχών θα αποτελέσει τη βάση για την ανάπτυξη ενός αντίστοιχου εθνικού συστήματος διοίκησης και διαχείρισης. Μέχρι στιγμής, το Εθνικό Σχέδιο για το Περιβάλλον προβλέπει τη δημιουργία 40 φορέων διαχείρισης με δικαιοδοσία σε 79 προστατευόμενες περιοχές. Με τον νόμο 3044/2002 ιδρύθηκαν 25 φορείς διαχείρισης. Επιπλέον, εκδόθηκαν δύο προεδρικά διατάγματα για τη σύσταση δύο ακόμη οργανισμών, ανεβάζοντας το σύνολο σε 27". (Προμπονάς, 2008)

5.2.3. ΝΟΜΟΣ 3937/2011

Η έκδοση του νόμου 3937/2011 έγινε για την αντιμετώπιση της μείωσης της βιοποικιλότητας και την πλήρωση των υποχρεώσεων της χώρας σχετικά με την εφαρμογή της αντίστοιχης ευρωπαϊκής νομοθεσίας και των διεθνών συμβάσεων.

Ο νόμος έχει ως κύριο στόχο την αειφόρο διαχείριση και αποτελεσματική προστασία της βιοποικιλότητας, θεωρώντας την ως ζωτικού εθνικού πόρου. Επιπλέον, στόχοι του είναι:

- η συμμόρφωση προς το ευρωπαϊκό και διεθνές δίκαιο (για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας),
- η ένταξη της διατήρησης της βιοποικιλότητας σε όλα τα επίπεδα πολιτικής και σχεδιασμού,
- η απόκτηση γνώσης για την υφιστάμενη κατάσταση των οικοσυστημάτων και ειδών,
- η βελτίωση του εθνικού συστήματος προστατευόμενων περιοχών,
- η επίτευξη ικανοποιητικής κατάστασης διατήρησης,
- η υιοθέτηση αποτελεσματικών μηχανισμών επιτήρησης, και
- ενημέρωση της κοινωνίας για την σημασία της διατήρησης της βιοποικιλότητας.

Μέσω των διατάξεων του, ο νόμος 3937/2011 επέκτεινε και ενίσχυσε το Νόμο-πλαίσιο 1650/1986 "για την προστασία του περιβάλλοντος". Πιο συγκεκριμένα, επιφέρει τα εξής:

- Ιδρύει το Εθνικό Σύστημα Προστατευόμενων Περιοχών,
- Θεσμοθετεί μέτρα για τη διατήρηση των ειδών της ελληνικής βιοποικιλότητας, περιλαμβάνοντας εργαλεία παρακολούθησης και προστασίας, ειδικές διατάξεις για την ενδημική βιοποικιλότητα και ρυθμίσεις για τα εισβαλλόμενα είδη,
- Διασφαλίζει τη διατήρηση των φυσικών οικοσυστημάτων και αντιμετωπίζει τον κίνδυνο υποβάθμισής τους,
- Ενθαρρύνει την επιστημονική έρευνα και προωθεί την κοινωνική ενημέρωση και συμμετοχή. <http://www.biodiversity-info.gr/index.php/el/legislation/greek-biodiversity-law>

5.3 Η ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΚΑΙ ΔΙΕΘΝΗΣ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ

5.3.1. ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΔΗΓΙΑ 79/409/ΕΟΚ

Η οδηγία εφαρμόζεται σε όλα τα είδη πτηνών που απαντούν σε άγρια κατάσταση στο έδαφος των κρατών μελών, συμπεριλαμβανομένων των αυγών, των φωλιών και των ενδαιτημάτων τους. Στόχος της οδηγίας είναι η λήψη μέτρων για τη διατήρηση, τη συντήρηση και την αποκατάσταση της κατάλληλης ποικιλίας και του εύρους των ενδαιτημάτων για όλα τα πτηνά που ζουν στη φύση. Πιο συγκεκριμένα, τα μέτρα αυτά αναφέρονται στη δημιουργία προστατευόμενων ζωνών, τη διευθέτηση και διατήρηση των ενδαιτημάτων εντός και εκτός προστατευόμενων περιοχών (σύμφωνα με τις ανάγκες για την διατήρηση των φυσικών περιοχών) και την αποκατάσταση βιοτόπων που έχουν υποβαθμιστεί. (Προμπονάς, 2008)

Η οδηγία αναφέρεται ειδικότερα:

- στην προστασία των πτηνών από την θανάτωση, πώληση, παγίδευση, συλλογή και ενόχλησή τους,
- στη δημιουργία, αποκατάσταση και προστασία ενδαιτημάτων πτηνών,
- στη προστασία των μεταναστευτικών πτηνών,
- στη καθιέρωση των Ζωνών Ειδικής Προστασίας,
- στην αποφυγή υποβάθμισης και ρύπανσης των περιοχών των ενδαιτημάτων,

- στην έρευνα για τα είδη.

Η οδηγία περιλαμβάνει επίσης τρία παραρτήματα με καταλόγους ειδών με διαφορετικό βαθμό προστασίας:

- κατάλογος των ειδών που πρέπει να προστατεύονται αυστηρά.
- κατάλογος ειδών για τα οποία επιτρέπεται η θήρα.
- κατάλογος ειδών που επιτρέπεται η αγοροπωλησία τους

Η εφαρμογή της 79/409 εποπτεύεται από τη Γενική Διεύθυνση Περιβάλλοντος της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και υποστηρίζεται από την Επιτροπή Συμμόρφωσης Τεχνικής και Επιστημονικής Προόδου (ORNIS). Στην Ελλάδα, η εφαρμογή του 79/409 παρακολουθείται κυρίως από το Υπουργείο Γεωργίας όσον αφορά τα μέτρα προστασίας των πτηνών, ιδίως για τη ρύθμιση του κυνηγιού. (Καραβέλλας κ.ά., 2003)

5.3.2. ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΔΗΓΙΑ 92/43/ΕΟΚ

Ο κύριος στόχος της παρούσας οδηγίας είναι η διατήρηση της βιοποικιλότητας μέσω της διατήρησης των ενδιαιτημάτων και της ενδημικής χλωρίδας και πανίδας στην επικράτεια των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, λαμβάνοντας υπόψη τις κοινωνικές, οικονομικές, περιφερειακές και πολιτιστικές απαιτήσεις. Για την επίτευξη του στόχου αυτού, δημιουργείται ένα ειδικό περιφερειακό Ευρωπαϊκό Δίκτυο Οικοσυστημάτων, γνωστό ως Δίκτυο NATURA 2000. Το κύριο περιεχόμενο της οδηγίας έχει ως εξής:

- Ορισμός των οικοτόπων και των ειδών που είναι σημαντικά για τις τοπικές κοινότητες.
- Διατήρηση των φυσικών οικοτόπων και ειδών. Αναφέρεται στη δημιουργία του δικτύου ειδικά προστατευόμενων περιοχών NATURA 2000, στη αποκατάσταση και διατήρηση των οικοτόπων και των πληθυσμών ειδών.
- Προστασία ειδών: αναφέρει απαγορεύσεις και εξαιρέσεις.
- Πληροφορίες για την αξιολόγηση της προόδου του δικτύου NATURA 2000.
- Έρευνες, συμπεριλαμβανομένων των επιστημονικών δραστηριοτήτων και της παρακολούθησης των οικοτόπων και των ειδών.
- Τροποποιήσεις στο παράρτημα που υποδεικνύουν τις προβλεπόμενες διαδικασίες αναθεώρησης.

- Διατάξεις σχετικά με την εισαγωγή τοπικών ειδών και ξενικών ειδών, την εκπαίδευση κ.λπ.
- Παραρτήματα που περιέχουν καταλόγους οικοτόπων και ειδών ανά κατηγορία. (Προμπονάς, 2008)

Η οδηγία 92/43/ΕΟΚ αναφέρει δύο κρίσιμες κατηγορίες οικοτόπων και δύο κρίσιμες κατηγορίες ειδών:

Φυσικοί οικοτόποι κοινοτικής σημασίας:

- Οι οικοτόποι που απειλούνται να εξαφανιστούν από τη φυσική τους περιοχή.
- Λόγω της μείωσης ή επειδή η φυσική τους κατανομή είναι περιορισμένη, η φυσική τους έκταση είναι περιορισμένη.
- Είναι δείγματα ενός ή περισσότερων τυπικών χαρακτηριστικών της αλπικής, της ατλαντικής, της ηπειρωτικής, της μακαρονικής και της μεσογειακής βιογεωγραφικής περιοχής.

Τύποι φυσικών οικοτόπων προτεραιότητας:

- Τύποι φυσικών οικοτόπων για τους οποίους η Κοινότητα έχει την ευθύνη διατήρησης επειδή απειλούνται με εξαφάνιση και είναι ευρέως διαδεδομένοι στην επικράτεια ενός κράτους μέλους.

Είδη ενδιαφέροντος για την Κοινότητα:

- Είδη που θεωρούνται απειλούμενα ή εύαλωτα σε εξαφάνιση στο μέλλον.
- Σπάνια είδη, δηλαδή είδη με μικρούς πληθυσμούς ή στενή κατανομή.
- Ενδημικά είδη, δηλαδή η κατανομή τους περιορίζεται σε ορισμένες περιοχές.

Είδη προτεραιότητας:

- Απειλούμενα είδη, δηλαδή είδη που διαδίδονται στην επικράτεια ενός κράτους μέλους και για τα οποία η Κοινότητα είναι υπεύθυνη για τη διατήρησή τους.

Η οδηγίας 92/43/ΕΟΚ έχει τα εξής παραρτήματα:

Παράρτημα Ι: Τύποι των φυσικών οικοτόπων που απαιτούν τον χαρακτηρισμό τους ως Ειδικών Ζωνών Διατήρησης. Η πηγή για τους χαρακτηρισμούς αυτούς είναι η ταξινόμηση με ιεραρχία των οικοτόπων που έγινε στο πλαίσιο του προγράμματος CORINE το 1988 και 1989.

Παράρτημα II: Είδη χλωρίδας και πανίδας των οποίων η διατήρηση απαιτεί τον καθορισμό Ζωνών Ειδικής Προστασίας.

Παράρτημα III: Κριτήρια για την επιλογή των τόπων που αναγνωρίζονται ως τόποι κοινοτικού ενδιαφέροντος και είναι δυνητικά επιλέξιμοι για χαρακτηρισμό ως Ζώνες Ειδικής Προστασίας:

- Ο βαθμός με τον οποίο αντιπροσωπεύονται οι οικοτόποι.
- Το ποσοστό έκτασης.
- Ο βαθμός διατήρησης της δομής και της λειτουργίας των οικοτόπων.
- Το μέγεθος και πυκνότητα του πληθυσμού του είδους.
- Ο βαθμός διατήρησης στοιχείων οικοτόπων σημαντικών για το είδος.
- Ο βαθμός απομόνωσης των πληθυσμών.
- Η σχετική αξία των οικοτόπων σε εθνικό επίπεδο.
- Η γεωγραφική θέση των περιοχών σε σχέση με τις μεταναστευτικές διαδρομές των ειδών στο παραρτήμα II.
- Η συνολική έκταση.
- Ο αριθμός οικοτόπων και ειδών που απαντώνται στην περιοχή.
- Η συνολική οικολογική αξία της περιοχής.

Παράρτημα IV: είδη χλωρίδας και πανίδας υπό αυστηρή προστασία.

Παράρτημα V: είδη χλωρίδας και πανίδας κοινοτικού ενδιαφέροντος των οποίων η μετακίνηση από τα φυσικά ενδιαιτήματά τους και η χρήση τους μπορεί να ρυθμιστεί με διαχειριστικά μέτρα.

Παράρτημα VI: Απαγορευμένα μέσα και μέθοδοι σύλληψης και θανάτωσης ειδών και απαγορευμένα μέσα για την μεταφορά τους.

Δίκτυο NATURA 2000: Το άρθρο 3 της κοινοτικής οδηγίας 92/43/ΕΟΚ προβλέπει τη δημιουργία ενός "συνεκτικού ευρωπαϊκού δικτύου οικολογικών ζωνών ειδικής προστασίας", το οποίο σήμερα είναι γνωστό διεθνώς ως δίκτυο NATURA 2000. Το άρθρο αναφέρεται επίσης στη διαχείριση των επιπτώσεων της οικονομικής ανάπτυξης στις περιοχές που περιλαμβάνονται στο δίκτυο. Το άρθρο 6 ασχολείται με τη διατήρηση και αποκατάσταση των περιοχών του δικτύου, ενώ το άρθρο 10 προβλέπει την προστασία των κύριων χαρακτηριστικών των περιοχών που λειτουργούν ως διάδρομοι μεταξύ των περιοχών του δικτύου.

Η οδηγία 92/43/ΕΟΚ ορίζει αυστηρές διαδικασίες για την παρακολούθηση των πιθανών επιπτώσεων της οικονομικής ανάπτυξης στις περιοχές NATURA 2000 στο άρθρο 6 και απαιτεί από τα κράτη μέλη να εξασφαλίσουν την αποκατάσταση και τη διατήρησή τους σε μια ικανοποιητική κατάσταση διατήρησης, στο άρθρο 3. Η οδηγία απαιτεί επίσης από τα κράτη μέλη να διασφαλίζουν ότι οι πολιτικές χρήσης γης προστατεύουν ορισμένα σημαντικά χαρακτηριστικά εντός και εκτός των προστατευόμενων περιοχών και να βελτιώνουν την "οικολογική συνοχή" του δικτύου NATURA 2000, ιδίως όταν αυτό χρησιμεύει ως διάδρομος ή ενδιάμεσο σημείο μεταξύ προστατευόμενων περιοχών στο άρθρο 10. Από τα παραπάνω γίνεται σαφές ότι το οικολογικό δίκτυο NATURA 2000 είναι το σημαντικότερο εργαλείο για να σταματήσει η απώλεια της ευρωπαϊκής βιοποικιλότητας. (Προμπονάς, 2008)

5.3.3. Η ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ ΜΕΣΩ ΔΙΕΘΝΩΝ ΣΥΜΒΑΣΕΩΝ

Εκτός από τα παραπάνω, η Ελλάδα με τη συμμετοχή της σε διεθνείς οργανισμούς (Συμβούλιο της Ευρώπης και UNESCO) έχει ειδικές υποχρεώσεις όσον αφορά την προστασία της φύσης σύμφωνα με τις διεθνείς συμβάσεις που έχει κυρώσει. Τέτοιες είναι:

- Τα διεθνώς χαρακτηρισμένα Μνημεία Παγκόσμιας Κληρονομιάς (UNESCO), που επικυρώθηκε από τη χώρα μας το 1981, κατέταξε δύο περιοχές στον Κατάλογο Παγκόσμιας Κληρονομιάς για το φυσικό τους περιβάλλον. Αρμόδιος φορέας για την ανακήρυξη είναι το Υπουργείο Πολιτισμού. <https://www.ekby.gr/>
- Τα Αποθέματα Βιόσφαιρας (UNESCO, Ο Άνθρωπος και η Βιόσφαιρα), όπου έχουν ενταχθεί 2 περιοχές. Υπεύθυνος φορέας για τον χαρακτηρισμό των περιοχών είναι η Γενική Γραμματεία δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος του Υπουργείου Γεωργίας <https://www.ekby.gr/>
- Οι Ειδικά Προστατευόμενες Περιοχές (Σύμβαση της Βαρκελώνης), που κυρώθηκε από την Ελλάδα με τον Ν. 855/78 και τον Ν. 1634/86. Το Πρωτόκολλο "Για τις ειδικά προστατευόμενες περιοχές της Μεσογείου" περιγράφει ότι τα συμβαλλόμενα κράτη της Σύμβασης αναλαμβάνουν την υποχρέωση να λαμβάνουν όλα τα κατάλληλα μέτρα για να προστατεύονται οι σημαντικές θαλάσσιες περιοχές για την προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς της Μεσογείου, των φυσικών τοπίων και των φυσικών πόρων. Με την εφαρμογή του πρωτοκόλλου εννέα περιοχές έχουν χαρακτηριστεί ως ειδικά προστατευόμενες περιοχές, συνολικής έκτασης 260.176 εκταρίων. <https://www.ekby.gr/>

- Τα Βιογενετικά Αποθέματα (Συμβούλιο της Ευρώπης), ιδρύθηκε από το Συμβούλιο της Ευρώπης το 1976 για την προστασία ενός αντιπροσωπευτικού δείγματος της χλωρίδας, της πανίδας και των φυσικών περιοχών της Ευρώπης. Ο καθορισμός των βιογενετικών αποθεμάτων είναι αρμοδιότητα της Γενικής Γραμματεία Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος του Υπουργείου Γεωργίας. 16 περιοχές έχουν καθοριστεί ως βιογενετικά αποθέματα, καλύπτοντας συνολική έκταση 22.261 εκταρίων. <https://www.ekby.gr/>
- Οι Περιοχές που έχουν βραβευτεί με Ευρωδιπλώματα (Συμβούλιο της Ευρώπης), ξεκίνησε το 1965 και εγκρίθηκε επίσημα το 1973, με αναθεωρημένους κανονισμούς που εγκρίθηκαν το 1991 και το 1998. Το Ευρωδίπλωμα δίνεται σε περιοχές που έχουν αναγνωριστεί ως Ευρωπαϊκές περιοχές φυσικής κληρονομιάς και προστατεύονται επαρκώς. Το Ευρωδίπλωμα μπορεί να ανακληθεί εάν το φυσικό περιβάλλον επιδεινωθεί. Αρμόδιος για την απονομή του είναι η Γενική Διεύθυνση Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος του Υπουργείου Γεωργίας. <https://www.ekby.gr/>
- Οι Υγρότοποι Διεθνούς Σημασίας σύμφωνα με τη Σύμβαση Ραμσάρ, η οποία υπογράφηκε στο Ιράν το 1971. Η Ελλάδα επικύρωσε τη Σύμβαση το 1974 και προέβλεπε την οριοθέτηση υγροτόπων διεθνούς σημασίας. Έτσι, ορίστηκαν 10 υγρότοποι Ραμσάρ στην Ελλάδα. Η σύμβαση προβλέπει επίσης τον ακριβή ορισμό των ορίων των υγροτόπων Ραμσάρ, την εκπόνηση σχεδίων διαχείρισης και την προστασία των οικοσυστημάτων και των πτηνών. Κατά την ανάπτυξή της, η Σύμβαση Ραμσάρ ζητά τη συνετή χρήση των υγροτόπων, η οποία περιλαμβάνει όλους τους υγροτόπους μιας χώρας, είτε είναι διεθνούς σημασίας είτε όχι. Έχουν εκδοθεί κατευθυντήριες γραμμές για τη "συνετή χρήση των υγροτόπων" προκειμένου να διασφαλιστεί η ομοιόμορφη εφαρμογή της Σύμβασης. Η ίδια η Σύμβαση Ραμσάρ δεν διαθέτει μέσα επιβολής κυρώσεων. Αυτό καθίσταται δυνατό από τα εθνικά νομικά συστήματα και αποτελεί υποχρέωση κάθε χώρας. (Καραβέλλας κ.ά., 2003)

5.4 ΤΑ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΑ ΕΙΔΗ

5.4.1. *ΤΑ ΕΙΔΗ ΠΟΥ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΘΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ*

Ο νόμος για το δάσος Ν2 86/69 προβλέπει απαγορεύσεις για τη σύλληψη, τη μεταφορά, την εισαγωγή και την εξαγωγή εγχώριων ωδικών πτηνών και ζωντανών θηραμάτων και κυρώσεις για λαθροθηρία.

Ο νόμος για την αλιεία ΠΔ420/70 προβλέπει:

- Όρους και περιορισμούς για την αλιεία και αντίστοιχες κυρώσεις,
- την προστασία των ιχθυαποθεμάτων και των άλλων υδρόβιων ειδών με την έκδοση ΠΔ για την ισορροπία των υδάτινων οικοσυστημάτων.

Το Προεδρικό Διάταγμα 67/81 δηλώνει την προστασία 775 αυτοφυών φυτικών ειδών και 225 ειδών άγριας πανίδας και απαγορεύει την υπερβολική χρήση, το εμπόριο, το κυνήγι κ.λπ. και επιβάλλει απαγορεύσεις σε αυτά. (Αθανασοπούλου κ.ά., 2009)

5.4.2. *ΤΑ ΕΙΔΗ ΠΟΥ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΟΙΝΟΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ*

Η Οδηγία 79/409/ΕΟΚ (ΚΥΑ 414985/85) αποσκοπεί στην προστασία όλων των ειδών άγριων πτηνών, συμπεριλαμβανομένων των αυγών, των φωλιών και των ενδαιτημάτων, και προβλέπει την προστασία των πτηνών, τη δημιουργία προστατευόμενων περιοχών και ενδαιτημάτων και την αποκατάστασή τους.

Η οδηγία 86/609/ΕΟΚ ασχολείται με την προστασία των ζώων που χρησιμοποιούνται για πειραματικούς και επιστημονικούς σκοπούς, με την προσέγγιση των νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων των κρατών μελών.

Η οδηγία 99/22/ΕΚ προβλέπει στην προστασία των άγριων ζώων στους ζωολογικούς κήπους. (Αθανασοπούλου κ.ά., 2009)

5.4.3. *ΤΑ ΕΙΔΗ ΠΟΥ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΕΘΝΕΣ ΔΙΚΑΙΟ*

Η Ελλάδα, συνειδητοποιώντας τη σημασία της διατήρησης της βιοποικιλότητας και της προστασίας των προστατευόμενων ειδών, έχει υιοθετήσει και κυρώσει πολλές διεθνείς συμβάσεις που διέπουν την προστασία της άγριας ζωής και των φυτών. Αυτές είναι:

- Η Σύμβαση της Βέρνης που αφορά την προστασία της άγριας πανίδας και της φυσικής τους βλάστησης,
- της Ουάσιγκτον, γνωστή και ως CITES, που ρυθμίζει το διεθνές εμπόριο απειλούμενων ειδών.
- της Βόννης που επικεντρώνεται στη διαχείριση των υγροτόπων και
- της Βαρκελώνης που αποσκοπεί στην προστασία του περιβάλλοντος και τη διατήρηση της άγριας ζωής στη Μεσόγειο.

Σε γενικές γραμμές αυτές οι συμβάσεις απαριθμούν και ορίζουν τα προστατευόμενα είδη χλωρίδας και πανίδας και καθορίζουν μέτρα για την προστασία και την παρακολούθησή τους και τις απαγορεύσεις, όρους και αρχές για την κατοχή, το κυνήγι, το εμπόριο, την αναπαραγωγή και τη διατήρησή τους. (Αθανασοπούλου κ.ά., 2009)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΤΡΟΠΟΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ

6.1 ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΕΣ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ

Η βιοποικιλότητα, ο περίπλοκος ιστός της ζωής που περιλαμβάνει όλα τα είδη φυτών, ζώων και μικροοργανισμών, διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη διατήρηση της ισορροπίας των οικοσυστημάτων και στη στήριξη της ανθρώπινης ευημερίας. Η ποικιλομορφία των μορφών ζωής παρέχει υπηρεσίες οικοσυστήματος όπως η επικονίαση, η ανακύκλωση θρεπτικών ουσιών και η ρύθμιση ασθενειών. Καθώς ο εκσυγχρονισμός και η αστικοποίηση επιταχύνονται, η βιοποικιλότητα αντιμετωπίζει πρωτοφανείς απειλές. Σε απάντηση, υπάρχει μια αυξανόμενη αναγνώριση της αξίας των παραδοσιακών στρατηγικών διατήρησης της βιοποικιλότητας που εφαρμόζονται από τις αυτόχθονες κοινότητες και τους τοπικούς πολιτισμούς εδώ και γενιές. Οι στρατηγικές αυτές προσφέρουν γνώσεις για τη βιώσιμη συνύπαρξη με τη φύση, δίνοντας έμφαση στην αρμονία και την ισορροπία μεταξύ των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και του περιβάλλοντος.

6.1.1. ΓΝΩΣΗ ΚΑΙ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΤΩΝ ΑΥΤΟΧΘΟΝΩΝ

Οι αυτόχθονες κοινότητες σε όλο τον κόσμο έχουν αναπτύξει βαθιά γνώση για τα τοπικά τους οικοσυστήματα μέσω γενεών παρατήρησης και αλληλεπίδρασης. Αυτή η γνώση αποτελεί το θεμέλιο των βιώσιμων πρακτικών τους. Η παραδοσιακή οικολογική γνώση περιλαμβάνει την κατανόηση των εποχιακών προτύπων, της συμπεριφοράς των φυτών και των ζώων, των φαρμακευτικών ιδιοτήτων των φυτών και των βιώσιμων τεχνικών συγκομιδής. Για παράδειγμα, οι αυτόχθονες κοινότητες στο τροπικό δάσος του Αμαζονίου διαθέτουν περίπλοκη γνώση σχετικά με τις ποικίλες χρήσεις των φυτών για τροφή, φάρμακα και καταφύγιο χωρίς να προκαλούν ανεπανόρθωτη βλάβη στο περιβάλλον. Αυτή η βαθιά σύνδεση με τη γη και τους κατοίκους της προάγει μια αμοιβαία σχέση που εξασφαλίζει την επιβίωση τόσο των ανθρώπων όσο και της βιοποικιλότητας.

Η παραδοσιακή γνώση είναι ζωτικής σημασίας για τις σύγχρονες προσπάθειες διατήρησης, καθώς προσφέρει μοναδικές γνώσεις για τη δυναμική και την ανθεκτικότητα των οικοσυστημάτων. Οι αυτόχθονες πρακτικές διαχείρισης των πόρων μπορούν να καθοδηγήσουν βιώσιμες στρατηγικές για άλλες κοινότητες και να συμβάλουν στη σύγχρονη επιστημονική κατανόηση της διατήρησης της βιοποικιλότητας. (Berkes, 2017)

6.1.2. ΑΓΡΟΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

Παραδοσιακές γεωργικές πρακτικές συχνά ενσωματώνουν τη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Τα αγροοικολογικά συστήματα γεωργίας, που εφαρμόζονται εδώ και αιώνες, περιλαμβάνουν την καλλιέργεια μιας ποικιλίας καλλιεργειών μαζί, προωθώντας τον φυσικό έλεγχο των παρασίτων και τη γονιμότητα του εδάφους. Αυτό όχι μόνο διατηρεί τη βιοποικιλότητα εντός των καλλιεργούμενων εκτάσεων, αλλά υποστηρίζει και τη συνολική υγεία του οικοσυστήματος. Η παραδοσιακή αγροδοασοπονία, όπου δέντρα φυτεύονται μαζί με καλλιέργειες, μιμείται τα φυσικά οικοσυστήματα και ενισχύει τη δομή του εδάφους, τη συγκράτηση του νερού και την ποικιλομορφία των οικοτόπων. Τέτοιες μέθοδοι όχι μόνο παρέχουν επισιτιστική ασφάλεια αλλά συμβάλλουν επίσης στη διατήρηση της γενετικής ποικιλότητας στις καλλιέργειες και στη στήριξη πολλών ειδών εντόμων, πτηνών και μικρών θηλαστικών.

Οι αρχές της αγροοικολογικής γεωργίας παρέχουν ένα σχέδιο για βιώσιμη γεωργία που ελαχιστοποιεί τις αρνητικές επιπτώσεις των μονοκαλλιεργειών και των πρακτικών έντασης χημικών, συμβάλλοντας τόσο στην επισιτιστική ασφάλεια όσο και στη διατήρηση της βιοποικιλότητας. (Altieri & Nicholls, 2005)

6.1.3. ΙΕΡΑ ΑΛΣΗ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ

Τα ιερά άλση είναι εκτάσεις γης που προστατεύονται από τις τοπικές κοινότητες λόγω της πνευματικής ή πολιτιστικής τους σημασίας. Αυτά τα άλση συχνά περιέχουν ποικίλα φυτικά και ζωικά είδη, λειτουργώντας ως δεξαμενές βιοποικιλότητας. Η ευλάβεια που συνδέεται με αυτούς τους τόπους αποτρέπει επιβλαβείς δραστηριότητες όπως η υλοτομία ή το κυνήγι. Επιπλέον, πολιτιστικές πρακτικές, όπως ταμπού και τελετουργίες, περιορίζουν την εκμετάλλευση ορισμένων ειδών κατά τη διάρκεια συγκεκριμένων περιόδων, διατηρώντας έτσι τους πληθυσμούς τους. Η σύνδεση μεταξύ των πολιτιστικών αξιών και της προστασίας της βιοποικιλότητας ενισχύει την ιδέα ότι η διατήρηση της φύσης είναι συνυφασμένη με τη διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς.

Τα ιερά άλση και οι συναφείς πολιτιστικές πρακτικές τους υπογραμμίζουν τη σημασία μιας ολιστικής προσέγγισης της διατήρησης, όπου οι πνευματικές πεποιθήσεις και τα παραδοσιακά έθιμα οδηγούν στη διατήρηση των οικοσυστημάτων. (Gadgil & Vartak, 1978)



Εικόνα 7: Το ιερό δάσος της Παναγίας της Αηδονολαλούσας στο Αηδονοχώρι.

6.1.4. ΚΟΙΝΟΤΙΚΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΖΟΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ

Πολλές παραδοσιακές κοινωνίες έχουν δημιουργήσει κοινοτικά διαχειριζόμενες περιοχές διατήρησης, όπου οι ντόπιοι κυβερνούν και διαχειρίζονται τους φυσικούς πόρους σε συνεργασία. Οι περιοχές αυτές μπορεί να έχουν τη μορφή καταφυγίων άγριας ζωής, θαλάσσιων προστατευόμενων περιοχών ή κοινοτικών δασών. Τα συστήματα διακυβέρνησης συχνά βασίζονται σε εθιμικό δίκαιο και τοπικές διαδικασίες λήψης αποφάσεων. Η αίσθηση της ιδιοκτησίας και της ευθύνης ενθαρρύνει τις πρακτικές βιώσιμης διαχείρισης των πόρων. Επιπλέον, αυτές οι περιοχές διατήρησης που διαχειρίζονται από την κοινότητα παρέχουν συχνά χώρους για περιβαλλοντική εκπαίδευση και ανάπτυξη ικανοτήτων, καλλιεργώντας το αίσθημα υπερηφάνειας και διαχείρισης μεταξύ των νεότερων γενεών.

Οι προσπάθειες διατήρησης υπό την ηγεσία της κοινότητας αποδεικνύουν τη δύναμη της συλλογικής δράσης και της τοπικής γνώσης για τη διαφύλαξη της βιοποικιλότητας και τη διατήρηση της υγείας των οικοσυστημάτων. (Agrawal & Gibson, 1999)

6.1.5. ΠΡΟΦΟΡΙΚΕΣ ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΓΝΩΣΕΩΝ

Οι προφορικές παραδόσεις είναι αποθήκες οικολογικής γνώσης, που μεταβιβάζονται από γενιά σε γενιά μέσω ιστοριών, τραγουδιών και αφηγήσεων. Αυτές οι ιστορίες συχνά περικλείουν σοφία σχετικά με τις σχέσεις μεταξύ των ειδών, τη σημασία ορισμένων τόπων και τις συνέπειες της διατάραξης των φυσικών ισορροπιών. Οι προφορικές παραδόσεις χρησιμεύουν ως ισχυρό εργαλείο για την εκπαίδευση, εξασφαλίζοντας ότι η παραδοσιακή γνώση συνεχίζει να επηρεάζει τις σύγχρονες προσπάθειες διατήρησης.

Οι προφορικές παραδόσεις παρέχουν ένα μέσο μετάδοσης της γνώσης που είναι εγγενώς συνυφασμένο με τον πολιτισμό και την ιστορία, προωθώντας μια βαθύτερη σύνδεση μεταξύ των κοινοτήτων και του περιβάλλοντός τους. (Nabhan & Trimble, 1995)

6.1.6. ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ

Οι παραδοσιακές στρατηγικές διατήρησης της βιοποικιλότητας δίνουν συχνά έμφαση στην προσαρμοστική διαχείριση και την ανθεκτικότητα. Οι αυτόχθονες και οι τοπικές κοινότητες έχουν αναπτύξει δυναμικές στρατηγικές που ανταποκρίνονται στις μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες. Οι στρατηγικές αυτές ενσωματώνουν την ευελιξία και την ικανότητα προσαρμογής στις διαταραχές, εξασφαλίζοντας τη μακροπρόθεσμη επιβίωση τόσο των οικοσυστημάτων όσο και των ανθρώπινων πληθυσμών. Για παράδειγμα, οι αυτόχθονες πρακτικές διαχείρισης πυρκαγιών σε ορισμένα τοπία αποτρέπουν τη συσσώρευση καύσιμης ύλης, μειώνουν τον κίνδυνο καταστροφικών πυρκαγιών και προωθούν την ανάπτυξη φυτικών ειδών προσαρμοσμένων στη φωτιά.

Με την ενσωμάτωση των αρχών της προσαρμοστικής διαχείρισης, οι προσπάθειες διατήρησης μπορούν να ενισχύσουν την ικανότητα των οικοσυστημάτων να αντέχουν στις περιβαλλοντικές αλλαγές και να ανακάμπτουν από τις διαταραχές, εξασφαλίζοντας τη συνεχή υγεία και ζωτικότητα τους. (Yibarbuk κ.ά., 2001)

6.1.7. ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΟΙ ΝΟΜΟΙ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΚΥΒΕΡΝΗΣΗΣ

Πολλοί αυτόχθονες πολιτισμοί έχουν θεσπίσει παραδοσιακούς νόμους διατήρησης και συστήματα διακυβέρνησης που καθοδηγούν τη βιώσιμη χρήση των φυσικών πόρων. Οι νόμοι αυτοί είναι συχνά βαθιά ριζωμένοι στις πολιτιστικές αξίες και την ηθική της κοινότητας. Ρυθμίζουν τις περιόδους κυνηγιού, τις αλιευτικές πρακτικές

και τη χρήση της γης, διασφαλίζοντας ότι οι πόροι χρησιμοποιούνται με τρόπο που διατηρεί τη διαθεσιμότητά τους για τις μελλοντικές γενιές. Αυτά τα συστήματα διακυβέρνησης δίνουν έμφαση στη λήψη αποφάσεων με βάση την κοινότητα και την τοπική λογοδοσία, ενισχύοντας το αίσθημα ευθύνης για το περιβάλλον.

Η ενσωμάτωση των παραδοσιακών νόμων διατήρησης στα σύγχρονα νομικά πλαίσια μπορεί να ενισχύσει την αποτελεσματικότητα των πολιτικών διατήρησης και να διασφαλίσει ότι οι τοπικές κοινότητες παραμένουν δεσμευμένες στη βιώσιμη διαχείριση των πόρων. (Fourmile, 1999)

6.1.8. ΕΘΝΟΒΟΤΑΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ

Η εθνοβοτανική έρευνα περιλαμβάνει τη συστηματική μελέτη των παραδοσιακών γνώσεων που σχετίζονται με τα φυτά και τις χρήσεις τους. Η προσέγγιση αυτή έχει επιτρέψει στους επιστήμονες να εντοπίσουν πολύτιμα φυτικά είδη με φαρμακευτικό, διατροφικό ή οικονομικό δυναμικό. Η συνεργατική έρευνα με τις αυτόχθονες κοινότητες βοηθά στην τεκμηρίωση των παραδοσιακών τους γνώσεων και των οικολογικών πλαισίων των πρακτικών τους. Η εθνοβοτανική έρευνα συμβάλλει τόσο στη διατήρηση της βιοποικιλότητας όσο και στην αναγνώριση των δικαιωμάτων των αυτοχθόνων.

Με την τεκμηρίωση των παραδοσιακών χρήσεων της βιοποικιλότητας, η εθνοβοτανική έρευνα ενημερώνει τις στρατηγικές διατήρησης, προωθεί τη βιώσιμη χρήση των πόρων και υποστηρίζει τη διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς. (Aniama κ.ά., 2016)

6.2 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ

Μπροστά στην κλιμάκωση των παγκόσμιων περιβαλλοντικών προκλήσεων και την απώλεια της βιοποικιλότητας, οι καινοτόμες λύσεις είναι επιτακτικές για τη διαφύλαξη του περίπλοκου ιστού της ζωής στον πλανήτη μας. Οι τεχνολογικές εξελίξεις έχουν αναδειχθεί σε κρίσιμα εργαλεία στις σύγχρονες προσπάθειες διατήρησης της βιοποικιλότητας, προσφέροντας νέους τρόπους παρακολούθησης, κατανόησης και προστασίας των οικοσυστημάτων και των ειδών. Οι εξελίξεις αυτές όχι μόνο ενισχύουν την αποτελεσματικότητα των πρωτοβουλιών διατήρησης, αλλά και αποτελούν γέφυρα μεταξύ της επιστημονικής εμπειρογνωμοσύνης και της δέσμευσης της κοινότητας, προωθώντας μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας της Γης.

6.2.1. ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΚΑΙ ΓΕΩΧΩΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Ο τομέας της βιολογίας διατήρησης έχει υποστεί σημαντική μεταμόρφωση με την ενσωμάτωση των τεχνολογιών τηλεπισκόπησης και της γεωχωρικής ανάλυσης. Αυτές οι καινοτόμες προσεγγίσεις έχουν φέρει επανάσταση στην ικανότητά μας να παρατηρούμε, να αναλύουμε και να διαχειριζόμαστε τα φυσικά συστήματα της Γης. Η τηλεπισκόπηση περιλαμβάνει τη χρήση δορυφορικών ή εναέριων αισθητήρων για τη λήψη δεδομένων σχετικά με την επιφάνεια της Γης από απόσταση. Σε συνδυασμό με τη γεωχωρική ανάλυση, η οποία περιλαμβάνει την επεξεργασία και την ερμηνεία των χωρικών δεδομένων με τη χρήση λογισμικού Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS ή ΓΠΣ), οι τεχνικές αυτές παρέχουν μια ολοκληρωμένη εργαλειοθήκη για την παρακολούθηση και την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προκλήσεων.

Οι τεχνολογίες τηλεπισκόπησης προσφέρουν μια εικόνα των τοπίων, των οικοσυστημάτων και των αλλαγών του πλανήτη μας από ψηλά με την πάροδο του χρόνου. Οι δορυφόροι που είναι εξοπλισμένοι με διάφορους αισθητήρες καταγράφουν δεδομένα σε πολλαπλά φάσματα, συμπεριλαμβανομένων των ορατών, υπέρυθρων και μικροκυματικών μηκών κύματος. Αυτό επιτρέπει στους επιστήμονες και τους συντηρητές να εντοπίζουν αλλαγές που μπορεί να είναι ανεπαίσθητες στο επίπεδο του εδάφους. Αναλύοντας τις φασματικές υπογραφές της βλάστησης, για παράδειγμα, οι ερευνητές μπορούν να αξιολογήσουν την υγεία των φυτών, να παρακολουθήσουν την αποψίλωση των δασών και να παρακολουθήσουν τον κατακερματισμό των οικοτόπων.

Η γεωχωρική ανάλυση συμπληρώνει την τηλεπισκόπηση οργανώνοντας και ερμηνεύοντας τα δεδομένα που συλλέγονται. Το λογισμικό Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών επιτρέπει τη δημιουργία λεπτομερών χαρτών, χωρικών μοντέλων και οπτικοποιήσεων δεδομένων. Τα εργαλεία αυτά διευκολύνουν τον εντοπισμό κρίσιμων οικοτόπων, τον σχεδιασμό προστατευόμενων περιοχών και την αξιολόγηση των επιπτώσεων των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στα οικοσυστήματα. Η γεωχωρική ανάλυση βοηθά επίσης στην πρόβλεψη μελλοντικών τάσεων, όπως η πιθανή επέκταση των αστικών περιοχών ή η μετατόπιση των κατανομών των ειδών λόγω της κλιματικής αλλαγής. Η ενσωμάτωση της τηλεπισκόπησης και της γεωχωρικής ανάλυσης έχει ευρείες εφαρμογές στη διατήρηση. Για παράδειγμα, διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην παρακολούθηση των αλλαγών στη δασική κάλυψη, επιτρέποντας τον έγκαιρο εντοπισμό της παράνομης υλοτομίας και της αποψίλωσης των δασών. Οι δορυφορικές εικόνες και τα GIS βοηθούν στην παρακολούθηση των μεταναστεύσεων της άγριας ζωής, βοηθώντας

στον εντοπισμό κρίσιμων διαδρόμων και μεταναστευτικών διαδρομών που χρήζουν προστασίας.

Επιπλέον, η τηλεπισκόπηση και η γεωχωρική ανάλυση συμβάλλουν στη διαχείριση καταστροφών, παρέχοντας ταχεία εκτίμηση της έκτασης φυσικών καταστροφών, όπως πυρκαγιές, πλημμύρες και σεισμοί. Οι πληροφορίες αυτές βοηθούν στο συντονισμό των αντιδράσεων έκτακτης ανάγκης και στο σχεδιασμό των προσπάθειών αποκατάστασης. Στη θαλάσσια προστασία, οι τεχνολογίες αυτές χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση των κοραλλιογενών υφάλων, τον εντοπισμό παράνομων αλιευτικών δραστηριοτήτων και την αξιολόγηση των επιπτώσεων της παράκτιας ανάπτυξης στα θαλάσσια οικοσυστήματα. Τα δορυφορικά δεδομένα για τη θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας μπορούν να αποκαλύψουν γεγονότα λεύκανσης κοραλλιών, τα οποία αποτελούν δείκτες πίεσης που προκαλείται από την άνοδο της θερμοκρασίας των ωκεανών. (Turner κ.ά., 2015)

6.2.2. *ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ*

Η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης (AI) και της μηχανικής μάθησης (ML) στον τομέα της διατήρησης της βιοποικιλότητας έχει εγκαινιάσει μια νέα εποχή καινοτομίας και αποτελεσματικότητας. Αυτές οι προηγμένες τεχνολογίες έχουν τη δυνατότητα να μεταμορφώσουν τον τρόπο με τον οποίο παρακολουθούμε, διαχειριζόμαστε και προστατεύουμε τα ποικίλα οικοσυστήματα και είδη του κόσμου. Αξιοποιώντας τη δύναμη της τεχνητής νοημοσύνης και της ML, οι συντηρητές μπορούν να λαμβάνουν πιο τεκμηριωμένες αποφάσεις, να προβλέπουν οικολογικές αλλαγές και να βελτιστοποιούν τις στρατηγικές διατήρησης.

Η τεχνητή νοημοσύνη και η ML υπερέχουν στην επεξεργασία και ανάλυση μεγάλων συνόλων δεδομένων, καθιστώντας τα ανεκτίμητα για εργασίες όπως η αναγνώριση ειδών, η παρακολούθηση της δυναμικής των πληθυσμών και η παρακολούθηση της υγείας των οικοτόπων. Με την έλευση των παγίδων καμερών², των ακουστικών αισθητήρων και των δορυφορικών εικόνων, συλλέγονται τακτικά τεράστιες ποσότητες δεδομένων. Οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να αναλύσουν γρήγορα αυτά τα δεδομένα, αναγνωρίζοντας είδη και συμπεριφορές με αξιοσημείωτη

² Η παγίδα κάμερας αποτελεί μια ψηφιακή κάμερα που συνδέεται με έναν αισθητήρα υπερύθρων, επιτρέποντας την ανίχνευση θερμών αντικειμένων όπως τα ζώα. Όταν ένα ζώο διασχίζει τον αισθητήρα, η κάμερα ενεργοποιείται, καταγράφοντας εικόνες ή βίντεο στην κάρτα μνήμης για την επακόλουθη ανασκόπηση.

ακρίβεια. Αυτή η ικανότητα ενισχύει την ταχύτητα και την αποτελεσματικότητα της παρακολούθησης της βιοποικιλότητας, επιτρέποντας στους συντηρητές να επικεντρώσουν τις προσπάθειές τους σε δράσεις με βάση τα δεδομένα. Μια από τις πιο σημαντικές εφαρμογές της ΑΙ και της ΜΛ στη διατήρηση της φύσης είναι η ταυτοποίηση ειδών. Οι παραδοσιακές μέθοδοι, όπως οι έρευνες πεδίου, μπορεί να είναι χρονοβόρες και εντάσεως εργασίας. Εργαλεία που λειτουργούν με τεχνητή νοημοσύνη μπορούν να ταξινομήσουν γρήγορα τα είδη από εικόνες και ηχογραφήσεις, βοηθώντας τους ερευνητές να εντοπίσουν πληθυσμούς, να αξιολογήσουν την κατανομή των ειδών και να εντοπίσουν σπάνια ή ζώα που είναι δύσκολο να εντοπιστούν. Αυτή η ταυτοποίηση σε πραγματικό χρόνο επιτρέπει έγκαιρες παρεμβάσεις για την προστασία των απειλούμενων ειδών.

Η ΑΙ και η ΜΛ συμβάλλουν επίσης στη δημιουργία προγνωστικών μοντέλων που προβλέπουν οικολογικές αλλαγές και πιθανές απειλές. Αναλύοντας ιστορικά δεδομένα, περιβαλλοντικές μεταβλητές και αλληλεπιδράσεις ειδών, τα μοντέλα αυτά μπορούν να προβλέψουν μεταβολές στην καταλληλότητα των ενδιαιτημάτων, τις μεταναστεύσεις ειδών και την εξάπλωση ασθενειών. Τέτοιες γνώσεις δίνουν τη δυνατότητα στους συντηρητές να προβλέπουν τις προκλήσεις και να εφαρμόζουν προληπτικά μέτρα για τον μετριασμό των επιπτώσεών τους. Επιπλέον, η ανάλυση δεδομένων με βάση την τεχνητή νοημοσύνη βοηθά στον εντοπισμό οικολογικών μοτίβων που μπορεί να παραμένουν κρυφά στους ανθρώπινους παρατηρητές. Οι τεχνολογίες αυτές μπορούν να εντοπίσουν συσχετίσεις μεταξύ διαφόρων παραγόντων, ρίχνοντας φως στις πολύπλοκες σχέσεις εντός των οικοσυστημάτων. Για παράδειγμα, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να αποκαλύψει τις αλληλένδετες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, της απώλειας οικοτόπων και των χωροκατακτητικών ειδών στη βιοποικιλότητα.

Οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης βελτιώνονται συνεχώς με περισσότερα δεδομένα, γεγονός που τους καθιστά πολύτιμα εργαλεία για την προσαρμοστική διαχείριση. Μαθαίνουν από τα μοτίβα και τα αποτελέσματα, βελτιώνοντας τις προβλέψεις και τις συστάσεις τους με την πάροδο του χρόνου. Αυτή η επαναληπτική διαδικασία ενισχύει την αποτελεσματικότητα των στρατηγικών διατήρησης, επιτρέποντάς τους να εξελίσσονται καθώς διατίθενται νέα δεδομένα. Στη θαλάσσια προστασία, η ΑΙ και η ΜΛ συμβάλλουν στον εντοπισμό παράνομων αλιευτικών δραστηριοτήτων και στην ανίχνευση αλλαγών στην υγεία των κοραλλιογενών υφάλων. Αναλύοντας δορυφορικές εικόνες και υποβρύχια πλάνα, οι τεχνολογίες αυτές βοηθούν

τις αρχές να ανταποκρίνονται άμεσα στις περιβαλλοντικές παραβιάσεις και να προστατεύουν τα θαλάσσια οικοσυστήματα. (Shivaprakash κ.ά., 2022)

6.2.3. ΓΕΝΕΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΣΥΝΘΕΤΙΚΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Ο τομέας της βιολογίας διατήρησης έχει γνωρίσει μια άνευ προηγουμένου επανάσταση με την έλευση των γενετικών τεχνολογιών και της συνθετικής βιολογίας. Αυτές οι προσεγγίσεις αιχμής αναδιαμορφώνουν την ικανότητά μας να κατανοούμε, να διαχειριζόμαστε, ακόμη και να χειραγωγούμε τη γενετική ποικιλομορφία των ειδών. Αξιοποιώντας τη δύναμη της γενετικής, οι επιστήμονες χαράζουν νέα μονοπάτια στη διατήρηση της βιοποικιλότητας, από την παρακολούθηση απειλούμενων πληθυσμών έως την "ανάσταση" εξαφανισμένων ειδών.

Οι γενετικές τεχνολογίες προσφέρουν ένα παράθυρο στην περίπλοκη γενετική σύνθεση των ειδών, βοηθώντας τους ερευνητές να διαλευκάνουν την εξελικτική ιστορία και την προσαρμοστικότητά τους. Η ανάλυση του DNA επιτρέπει τον εντοπισμό μοναδικών γενετικών δεικτών που διακρίνουν τους πληθυσμούς, επιτρέποντας στοχευμένες προσπάθειες διατήρησης. Μελετώντας τη γενετική ποικιλομορφία, οι επιστήμονες αποκτούν γνώσεις σχετικά με την ανθεκτικότητα των ειδών στις περιβαλλοντικές αλλαγές, καθοδηγώντας τις αποφάσεις σχετικά με τις επανεισαγωγές, τις μετατοπίσεις και τα προγράμματα αναπαραγωγής σε αιχμαλωσία.

Η συνθετική βιολογία ανεβάζει τις γενετικές τεχνολογίες σε ένα νέο επίπεδο, επιτρέποντας στους επιστήμονες να κατασκευάζουν οργανισμούς με επιθυμητά χαρακτηριστικά. Αν και ο τομέας αυτός προκαλεί συζητήσεις ηθικής φύσεως, έχει επίσης τη δυνατότητα να σώσει είδη που απειλούνται με εξαφάνιση. Τα προγράμματα απο-εξαφάνισης, για παράδειγμα, στοχεύουν στην αναβίωση εξαφανισμένων ειδών με την εισαγωγή του γενετικού τους υλικού σε συγγενικά ζωντανά είδη. Αν και βρίσκεται ακόμη στα σπάργανα, η συνθετική βιολογία έχει τη δυνατότητα να αποκαταστήσει τη λειτουργικότητα των οικοσυστημάτων και να αντιστρέψει ορισμένες από τις απώλειες που προκαλούνται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες.

Οι γενετικές τεχνολογίες και η συνθετική βιολογία διαδραματίζουν επίσης καθοριστικό ρόλο στην καταπολέμηση των χωροκατακτητικών ειδών. Αναλύοντας τη γενετική των χωροκατακτητικών ειδών, οι ερευνητές αποκτούν γνώσεις σχετικά με την προέλευσή τους, τις οδούς εισαγωγής τους και τα πιθανά τρωτά σημεία. Η γνώση αυτή ενημερώνει τις στρατηγικές για τον έλεγχο και την εξάλειψη, ελαχιστοποιώντας τις

επιπτώσεις τους στα ενδημικά οικοσυστήματα. Επιπλέον, οι τεχνολογίες αυτές βοηθούν στη διαχείριση ασθενειών. Ο γενετικός έλεγχος βοηθά στον εντοπισμό ατόμων ανθεκτικών στις ασθένειες, διευκολύνοντας την αναπαραγωγή πληθυσμών με ενισχυμένη ανοσία. Σε έναν κόσμο όπου οι αναδυόμενες ασθένειες απειλούν τη βιοποικιλότητα, τέτοιες προσεγγίσεις μπορούν να αποτρέψουν τη μείωση των πληθυσμών και να υποστηρίξουν την επιβίωση των ειδών απέναντι στις υγειονομικές προκλήσεις.

Η συνθετική βιολογία προσφέρει επίσης καινοτόμες λύσεις για την αποκατάσταση οικοτόπων. Οι τεχνητοί μικροοργανισμοί μπορούν να συμβάλουν στην αποκατάσταση του εδάφους και στην ανακύκλωση των θρεπτικών στοιχείων, ενισχύοντας τις συνθήκες που είναι απαραίτητες για την ευδοκίμηση των αυτοφυών φυτικών ειδών. Οι τεχνολογίες αυτές έχουν τη δυνατότητα να επιταχύνουν την αποκατάσταση των οικοσυστημάτων και να αυξήσουν την επιτυχία των προσπαθειών αποκατάστασης των οικοτόπων. Ωστόσο, ενώ οι γενετικές τεχνολογίες και η συνθετική βιολογία υπόσχονται πολλά, οι ηθικοί προβληματισμοί και οι πιθανές ακούσιες συνέπειες απαιτούν προσεκτική προσοχή. Η αλλοίωση του γενετικού υλικού, η απελευθέρωση γενετικά τροποποιημένων οργανισμών στη φύση και η δυνητική διατάραξη των οικοσυστημάτων απαιτούν ενδεδειγμένες εκτιμήσεις κινδύνου και ρυθμιστικά πλαίσια. (Allendorf κ.ά., 2010)

6.3 ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΠΟΛΙΤΩΝ: ΠΟΛΙΤΕΣ, CROWDSOURCING ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ

Το έργο της διαφύλαξης της βιοποικιλότητας της Γης είναι μια συλλογική προσπάθεια που εκτείνεται πέρα από τη σφαίρα των εμπειρογνομόνων και των υπεύθυνων χάραξης πολιτικής. Τα τελευταία χρόνια, η συμβολή των πολιτών έχει αναδειχθεί σε ισχυρή δύναμη στον τομέα της προστασίας της βιοποικιλότητας, αξιοποιώντας τις συλλογικές προσπάθειες των ατόμων για να συμβάλουν στις προσπάθειες διατήρησης. Μέσω του crowdsourcing και των πρωτοβουλιών της επιστήμης των πολιτών, άνθρωποι από όλα τα κοινωνικά στρώματα συμμετέχουν ενεργά στην παρακολούθηση και τη συλλογή δεδομένων και την υπεράσπιση, διαδραματίζοντας έτσι κρίσιμο ρόλο στη διατήρηση του πλούσιου μωσαϊκού της ζωής στον πλανήτη.

Το crowdsourcing, μια διαδικασία που ζητά συνεισφορές από μια μεγάλη και διαφορετική ομάδα ατόμων, έχει γίνει μια δυναμική προσέγγιση στη διατήρηση της

βιοποικιλότητας. Πλατφόρμες και εφαρμογές ειδικά σχεδιασμένες για τον σκοπό αυτό επιτρέπουν στους πολίτες να αναφέρουν παρατηρήσεις ειδών, χωροκατακτητικών ειδών ή περιβαλλοντικών διαταραχών. Οι συνεισφορές αυτές ενισχύουν την παρακολούθηση της κατανομής των ειδών, επιτρέποντας στους συντηρητές να παρακολουθούν τις αλλαγές στους πληθυσμούς και να ανταποκρίνονται αποτελεσματικότερα στις αναδυόμενες απειλές.

Μια από τις πιο μετασχηματιστικές πτυχές της συμβολής των πολιτών έγκειται στα επιστημονικά έργα των πολιτών. Οι πρωτοβουλίες αυτές εμπλέκουν εθελοντές στην επιστημονική έρευνα, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να συμμετέχουν ενεργά στη συλλογή, ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων. Με τη συμμετοχή των πολιτών σε εργασίες όπως η καταμέτρηση πουλιών, η παρακολούθηση πεταλούδων και η χαρτογράφηση οικοτόπων, οι επιστήμονες μπορούν να έχουν πρόσβαση σε πληθώρα δεδομένων που διαφορετικά θα ήταν δύσκολο να συγκεντρωθούν. Αυτή η συνεργατική προσέγγιση όχι μόνο ενδυναμώνει τα άτομα, αλλά συμβάλλει επίσης στην ευρύτερη επιστημονική κατανόηση και τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων.

Η συμβολή των πολιτών δεν περιορίζεται μόνο στη συλλογή δεδομένων. Επεκτείνεται στην υπεράσπιση και την επιρροή της πολιτικής. Καθώς οι πολίτες ενημερώνονται καλύτερα για τα περιβαλλοντικά ζητήματα, συχνά διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην ευαισθητοποίηση, στην υποστήριξη ισχυρότερων μέτρων διατήρησης και στην απόδοση ευθυνών στις κυβερνήσεις και τις εταιρείες για τον αντίκτυπό τους στη βιοποικιλότητα. Η συλλογική φωνή των αφοσιωμένων πολιτών ασκεί πίεση για βιώσιμες πρακτικές και διαμορφώνει πολιτικές που δίνουν προτεραιότητα στην προστασία της βιοποικιλότητας.

Η επιτυχία της συμβολής των πολιτών εξαρτάται από την αποτελεσματική επικοινωνία, την εκπαίδευση και τις τεχνολογικές πλατφόρμες που διευκολύνουν τη συμμετοχή. Η παροχή στους πολίτες φιλικών προς το χρήστη εργαλείων, σαφών κατευθυντήριων γραμμών και πρόσβασης σε πόρους διασφαλίζει ότι η συμμετοχή τους είναι ουσιαστική και αποτελεσματική. Επιπλέον, η ενίσχυση της αίσθησης της ιδιοκτησίας και της σύνδεσης με τα τοπικά οικοσυστήματα παρακινεί τους πολίτες να γίνουν ενεργοί διαχειριστές του περιβάλλοντός τους. (Cooper κ.ά., 2007)

6.4 ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ/ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ

Οι προσπάθειες προστασίας και διατήρησης της βιοποικιλότητας είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση της υγείας των οικοσυστημάτων του πλανήτη μας και την εξασφάλιση ενός βιώσιμου μέλλοντος για όλα τα έμβια όντα. Ωστόσο, η αποτελεσματική διατήρηση απαιτεί οικονομικούς πόρους για την εφαρμογή στρατηγικών, τη δημιουργία προστατευόμενων περιοχών, τη διεξαγωγή ερευνών και τη συμμετοχή των τοπικών κοινοτήτων. Η χρηματοδότηση για την προστασία της βιοποικιλότητας, είτε από κυβερνητικές πηγές, είτε από μη κυβερνητικές οργανώσεις (ΜΚΟ), είτε από ιδιώτες δωρητές, είτε από διεθνείς πρωτοβουλίες, διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη διασφάλιση της επιτυχίας των έργων διατήρησης.

Η εξασφάλιση χρηματοδότησης για την προστασία της βιοποικιλότητας είναι απαραίτητη, διότι επιτρέπει την εφαρμογή προληπτικών μέτρων για την αντιμετώπιση της απώλειας οικοτόπων, της εξαφάνισης ειδών και της υποβάθμισης των οικοσυστημάτων. Οι κυβερνήσεις διαθέτουν κονδύλια για τη δημιουργία και τη διαχείριση προστατευόμενων περιοχών, την επιβολή των νόμων για την προστασία της άγριας ζωής και τη διεξαγωγή ερευνών που ενημερώνουν τις στρατηγικές διατήρησης. ΜΚΟ και ιδρύματα, με γνώμονα το πάθος για το περιβάλλον, παρέχουν επιχορηγήσεις για την υποστήριξη πρωτοβουλιών που αντιμετωπίζουν συγκεκριμένες προκλήσεις για τη βιοποικιλότητα, από προσπάθειες αναδάσωσης έως προγράμματα αποκατάστασης της άγριας ζωής.

Τα τελευταία χρόνια, καινοτόμοι μηχανισμοί χρηματοδότησης έχουν αποκτήσει εξέχουσα θέση στον τομέα της προστασίας της βιοποικιλότητας. Τα προγράμματα πληρωμής για οικοσυστημικές υπηρεσίες (PES) δίνουν κίνητρα στους ιδιοκτήτες γης και στις κοινότητες να συμμετάσχουν σε δραστηριότητες διατήρησης, αποζημιώνοντάς τους για τη διατήρηση οικοσυστημάτων που παρέχουν βασικές υπηρεσίες, όπως καθαρό νερό και δέσμευση άνθρακα. Επιπλέον, οι ανταλλαγές χρέους με τη φύση και οι διευκολύνσεις διατήρησης προσφέρουν δημιουργικούς τρόπους διοχέτευσης κεφαλαίων σε έργα διατήρησης, ενώ παράλληλα αντιμετωπίζουν οικονομικές και κοινωνικές προτεραιότητες.

Διεθνείς πρωτοβουλίες χρηματοδότησης, όπως το Παγκόσμιο Περιβαλλοντικό Ταμείο (GEF) και το Πράσινο Ταμείο για το Κλίμα (GCF), συγκεντρώνουν πόρους από πολλές χώρες για να υποστηρίξουν τις προσπάθειες διατήρησης σε παγκόσμια κλίμακα.

Οι πρωτοβουλίες αυτές αναγνωρίζουν ότι η προστασία της βιοποικιλότητας δεν περιορίζεται από τα εθνικά σύνορα και απαιτεί συλλογική δράση για την αντιμετώπιση ζητημάτων όπως η απώλεια ενδιαιτημάτων, οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και το παράνομο εμπόριο άγριας ζωής.

Η συμμετοχή του ιδιωτικού τομέα διαδραματίζει επίσης κρίσιμο ρόλο στη χρηματοδότηση της διατήρησης της βιοποικιλότητας. Οι εταιρικές συμπράξεις, οι φιλανθρωπικές δωρεές και οι εκστρατείες μάρκετινγκ που σχετίζονται με σκοπούς συνεισφέρουν οικονομικούς πόρους και τεχνογνωσία σε έργα διατήρησης. Αυτή η συνεργασία ευθυγραμμίζει τα επιχειρηματικά συμφέροντα με την περιβαλλοντική διαχείριση, αναδεικνύοντας τη δυνατότητα για αμοιβαία επωφελή αποτελέσματα που ωφελούν τόσο τον φυσικό κόσμο όσο και τις υπεύθυνες εταιρείες. (Dudley & Stolton, 2012)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΚΑΙ ΓΕΩΧΩΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Όπως αναφέρθηκε στο [Κεφάλαιο 6](#) η τηλεπισκόπηση και η γεωχωρική ανάλυση έχουν μεταμορφώσει τον τρόπο με τον οποίο προσεγγίζουμε τη διατήρηση. Παρέχουν μια απaráμιλλη προοπτική για τη δυναμική του πλανήτη μας, βοηθώντας μας να λαμβάνουμε τεκμηριωμένες αποφάσεις και να λαμβάνουμε προληπτικά μέτρα για την προστασία της βιοποικιλότητας και των οικοσυστημάτων του. Αξιοποιώντας τη δύναμη αυτών των τεχνολογιών, μπορούμε να ανοίξουμε το δρόμο για ένα πιο βιώσιμο και οικολογικά ισορροπημένο μέλλον. Στην συνέχεια θα αναφερθούν πιο αναλυτικά οι δορυφορικές εικόνες και η παρακολούθηση βιοποικιλότητας, η χρήση των συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών στη διατήρηση της βιοποικιλότητας καθώς και μελέτες περίπτωσης τους.

7.1 ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΙΚΟΝΕΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ

Οι δορυφορικές εικόνες έχουν αναδειχθεί σε ένα ισχυρό εργαλείο στον τομέα της παρακολούθησης της βιοποικιλότητας, παρέχοντας μια ολοκληρωμένη εικόνα (από ψηλά) των οικοσυστημάτων και των ειδών σε ολόκληρο τον κόσμο. Με την πρόοδο της τεχνολογίας, οι δορυφόροι που είναι εξοπλισμένοι με διάφορους αισθητήρες καταγράφουν δεδομένα σε διάφορα φάσματα, επιτρέποντάς μας να παρατηρούμε και να αναλύουμε την επιφάνεια της Γης με πρωτοφανή λεπτομέρεια. Αυτό το τεχνολογικό άλμα έχει φέρει επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο παρακολουθούμε τις αλλαγές στη βιοποικιλότητα, την απώλεια οικοτόπων και την υγεία των οικοσυστημάτων.

Οι δορυφορικές εικόνες προσφέρουν ένα μοναδικό πλεονεκτικό σημείο που συμπληρώνει τις παραδοσιακές επίγειες μεθόδους παρακολούθησης. Παρέχει μια προοπτική μεγάλης κλίμακας, επιτρέποντας την αξιολόγηση εκτεταμένων και απομακρυσμένων περιοχών στις οποίες είναι δύσκολο να έχει κανείς πρόσβαση με τα πόδια. Καταγράφοντας δεδομένα με την πάροδο του χρόνου, οι επιστήμονες μπορούν να παρακολουθούν τις αλλαγές στην κάλυψη γης, την πυκνότητα της βλάστησης και την κατανομή των οικοτόπων. Οι πληροφορίες αυτές είναι ζωτικής σημασίας για την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο τα οικοσυστήματα ανταποκρίνονται σε παράγοντες όπως η κλιματική αλλαγή, η αποψίλωση των δασών και η αστικοποίηση.

Οι δορυφορικές εικόνες είναι ιδιαίτερα πολύτιμες για τον εντοπισμό αλλαγών που συμβαίνουν σταδιακά ή σποραδικά, καθώς και εκείνων που συμβαίνουν σε απομακρυσμένες ή δυσπρόσιτες περιοχές. Για παράδειγμα, βοηθούν στην

παρακολούθηση της έκτασης της αποψίλωσης των τροπικών δασών, όπου η παράνομη υλοτομία μπορεί να έχει καταστροφικές συνέπειες στη βιοποικιλότητα. Βοηθά στον εντοπισμό των περιοχών που απαιτούν επείγουσα προσοχή στη διατήρηση, καθοδηγώντας την κατανομή των πόρων και των προσπάθειών.

Οι δορυφορικές εικόνες παίζουν επίσης καθοριστικό ρόλο στην παρακολούθηση των αλλαγών στους πληθυσμούς της άγριας ζωής και στους οικοτόπους τους. Βοηθούν στον εντοπισμό κρίσιμων περιοχών αναπαραγωγής, μεταναστευτικών διαδρομών και περιοχών με υψηλή ποικιλομορφία ειδών. Με την ανάλυση αυτών των προτύπων, οι συντηρητές μπορούν να σχεδιάσουν στρατηγικές για την προστασία και τη διατήρηση αυτών των ευαίσθητων περιοχών.

Η ενσωμάτωση των δορυφορικών εικόνων με τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS) επιτρέπει τη δημιουργία λεπτομερών χαρτών οικοτόπων και χωρικών μοντέλων. Τα εργαλεία αυτά βοηθούν στην πρόβλεψη των πιθανών κατανομών των ειδών υπό διαφορετικά σενάρια και καθοδηγούν τη δημιουργία προστατευόμενων περιοχών. Για παράδειγμα, με τον εντοπισμό κατάλληλων ενδιαιτημάτων για απειλούμενα είδη, οι συντηρητές μπορούν να δώσουν προτεραιότητα σε περιοχές για προσπάθειες διατήρησης και αποκατάστασης.

Επιπλέον, η προσβασιμότητα των δεδομένων δορυφορικών εικόνων προωθεί τη διεθνή συνεργασία και την ανταλλαγή δεδομένων. Ερευνητές από όλο τον κόσμο μπορούν να έχουν πρόσβαση και να αναλύουν τα ίδια σύνολα δεδομένων, διευκολύνοντας μια παγκόσμια προσέγγιση στην παρακολούθηση της βιοποικιλότητας. Αυτό προωθεί την ανταλλαγή βέλτιστων πρακτικών και την ανάπτυξη τυποποιημένων μεθόδων για την αξιολόγηση της βιοποικιλότητας και των αλλαγών στα οικοσυστήματα. (Pettorelli κ.ά., 2014)

7.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (GIS) ΣΤΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ

Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών έχουν αναδειχθεί σε απαραίτητα εργαλεία στον τομέα της διατήρησης, διευκολύνοντας την ενσωμάτωση, την ανάλυση και την οπτικοποίηση χωρικών δεδομένων. Η τεχνολογία GIS μας επιτρέπει να χαρτογραφήσουμε, να μοντελοποιήσουμε και να κατανοήσουμε τις πολύπλοκες σχέσεις μεταξύ γεωγραφικών χαρακτηριστικών, οικολογικών συστημάτων και ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Αυτή η ενσωμάτωση των χωρικών πληροφοριών διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στο σχεδιασμό αποτελεσματικών στρατηγικών διατήρησης, στη

διαχείριση προστατευόμενων περιοχών και στην αντιμετώπιση διαφόρων περιβαλλοντικών προκλήσεων.

Τα GIS παρέχουν μια πλατφόρμα για την επικάλυψη και την ανάλυση διαφόρων επιπέδων δεδομένων, από δορυφορικές εικόνες και τοπογραφικούς χάρτες έως παρατηρήσεις πεδίου και κοινωνικοοικονομικούς δείκτες. Με την ενσωμάτωση αυτών των στρωμάτων, οι συντηρητές μπορούν να εντοπίσουν κρίσιμα ενδιαίτηματα, διαδρόμους μετανάστευσης και περιοχές που είναι επιρρεπείς στον κατακερματισμό των ενδιαιτημάτων. Οι πληροφορίες αυτές βοηθούν στη δημιουργία προστατευόμενων περιοχών που περιλαμβάνουν ζωτικά οικοσυστήματα και υποστηρίζουν τις προσπάθειες διατήρησης της βιοποικιλότητας. Επιπλέον, η τεχνολογία GIS βοηθά στην παρακολούθηση των αλλαγών με την πάροδο του χρόνου. Επιτρέπει την παρακολούθηση της αποψίλωσης των δασών, της αστικής επέκτασης και άλλων αλλαγών στη χρήση γης που επηρεάζουν τα οικοσυστήματα. Αναλύοντας ιστορικά δεδομένα, οι φορείς διατήρησης μπορούν να αξιολογήσουν την αποτελεσματικότητα των στρατηγικών τους και να προσαρμόσουν ανάλογα τις προσεγγίσεις τους. Αυτή η δυναμική προσέγγιση ενισχύει την προσαρμοστική διαχείριση των προσπάθειών διατήρησης.

Ένα από τα πλεονεκτήματα των GIS έγκειται στην ικανότητά τους να μοντελοποιούν και να προβλέπουν διάφορα σενάρια. Οι ειδικοί σε θέματα διατήρησης μπορούν να προσομοιώσουν τις πιθανές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, της απώλειας οικοτόπων και άλλων παραγόντων πίεσης στα οικοσυστήματα και τα είδη. Τα μοντέλα αυτά καθοδηγούν τη λήψη αποφάσεων και βοηθούν στην ιεράρχηση των περιοχών που είναι πιο ευάλωτες ή χρειάζονται επείγουσα παρέμβαση. Τα GIS υποστηρίζουν επίσης τον σχεδιασμό της διατήρησης με βάση τα δεδομένα, εντοπίζοντας περιοχές με υψηλή οικολογική σημασία και πλούτο βιοποικιλότητας. Αυτό βοηθά στον προσδιορισμό των βασικών περιοχών βιοποικιλότητας (KBA) και των σημαντικών περιοχών για τα πουλιά και τη βιοποικιλότητα (IBA). Η προσέγγιση με βάση τα δεδομένα επιτρέπει την αποτελεσματική κατανομή των περιορισμένων πόρων για τη μεγιστοποίηση του αντικτύπου της διατήρησης.

Επιπλέον, τα GIS προωθούν τη συνεργασία και την ανταλλαγή γνώσεων μεταξύ των ενδιαφερομένων. Παρέχει μια οπτική και προσβάσιμη πλατφόρμα για την παρουσίαση σύνθετων δεδομένων στους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής, στις τοπικές κοινότητες και στο κοινό. Κάνοντας τις πληροφορίες πιο κατανοητές, τα GIS προάγουν

τη βαθύτερη κατανόηση της σημασίας της διατήρησης της βιοποικιλότητας και ενθαρρύνουν την ευρύτερη συμμετοχή σε πρωτοβουλίες διατήρησης. Στη θαλάσσια διατήρηση, τα GIS διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στο σχεδιασμό και τη διαχείριση θαλάσσιων προστατευόμενων περιοχών. Βοηθούν στην οριοθέτηση των ορίων, στην αξιολόγηση των απειλών για τα θαλάσσια οικοσυστήματα και στην παρακολούθηση των αλλαγών στη θαλάσσια βιοποικιλότητα. Η τεχνολογία GIS βοηθά στον εντοπισμό πιθανών περιοχών για βιώσιμη αλιεία, προωθώντας έτσι τόσο την οικολογική υγεία όσο και τα μέσα διαβίωσης των παράκτιων κοινοτήτων. (Petch κ.ά., 1995) (Salem, 2003)

7.3 ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

Η τηλεπισκόπηση και η γεωχωρική ανάλυση πάνω από μια δεκαπενταετία χρησιμοποιούνται ως εργαλείο διατήρησης βιοποικιλότητας σε μελέτες. Τρία παραδείγματα τέτοιων μελετών είναι αυτά που ακολουθούν.

7.3.1. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΣΤΙΩΝ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΚΑΙ GIS

Οι Hua Shi και Ashbindu Singh το 2002 επικεντρώθηκαν στο να αξιολογήσουν τη κατάσταση των εναπομεινάντων κλειστών δασών³ στον κόσμο (world's remaining closed forests, WRCF), τη κατανομή πληθυσμών και προστατευόμενων περιοχών σε παγκόσμιες εστίες βιοποικιλότητας με την χρήση της τηλεπισκόπησης και του συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών. Η Conservation International (CI) είχε επιλέξει 25 περιοχές οικολογικής σημασίας, δηλαδή τα hotspots βιοποικιλότητας τα οποία είναι πλούσια σε ενδημικά είδη αλλά και δέχονται ιδιαίτερη απειλή από ανθρώπινες δραστηριότητες. Στην μελέτη τους χρησιμοποιούν παγκόσμια συνεπή και ολοκληρωμένα σύνολα γεωχωρικών δεδομένων τα οποία έχουν παραχθεί με τη χρήση της τηλεπισκόπησης και την εφαρμογή μεθόδων διαστρωμάτωσης GIS. Με το συνεπές σύνολο δεδομένων⁴ ήταν δυνατό να προσδιοριστούν και να ποσοτικοποιηθούν οι σχέσεις μεταξύ των WRCF, του ανθρώπινου πληθυσμού και των προστατευόμενων περιοχών σε εστίες βιοποικιλότητας. Τα δεδομένα που χρησιμοποίησαν ήταν τα επόμενα.

Παγκόσμια δεδομένα κατανομής δασικής κάλυψης: Η μελέτη τους χρησιμοποίησε τη Βάση Δεδομένων Κάλυψης Γης της Γεωλογικής Υπηρεσίας των ΗΠΑ

³ Τα κλειστά δάση είναι δάση που έχουν πυκνούς θόλους στο ανώτερο επίπεδο (70-100 % κάλυψη) που επιτρέπουν ελάχιστο ηλιακό φως να διεισδύσει στα κατώτερα επίπεδα.

⁴ Ένα "συνεπές σύνολο δεδομένων" αναφέρεται σε μια συλλογή δεδομένων που είναι ομοιόμορφη, ακριβής και ακολουθεί μια τυποποιημένη μορφή ή δομή.

(USGS) ως βάση για την επικαιροποίηση του χάρτη δασικής κάλυψης του 1995 παγκοσμίως. Σε αυτή τη βάση δεδομένων υπάρχουν μοναδικές υπογραφές του δείκτη κανονικοποιημένης διαφοράς βλάστησης (NDVI) και συναφή χαρακτηριστικά, όπως οι οικολογικές περιοχές και η τοπογραφία, χαρακτηρίζοντας τα πρότυπα κάλυψης εδάφους μεγάλης κλίμακας.

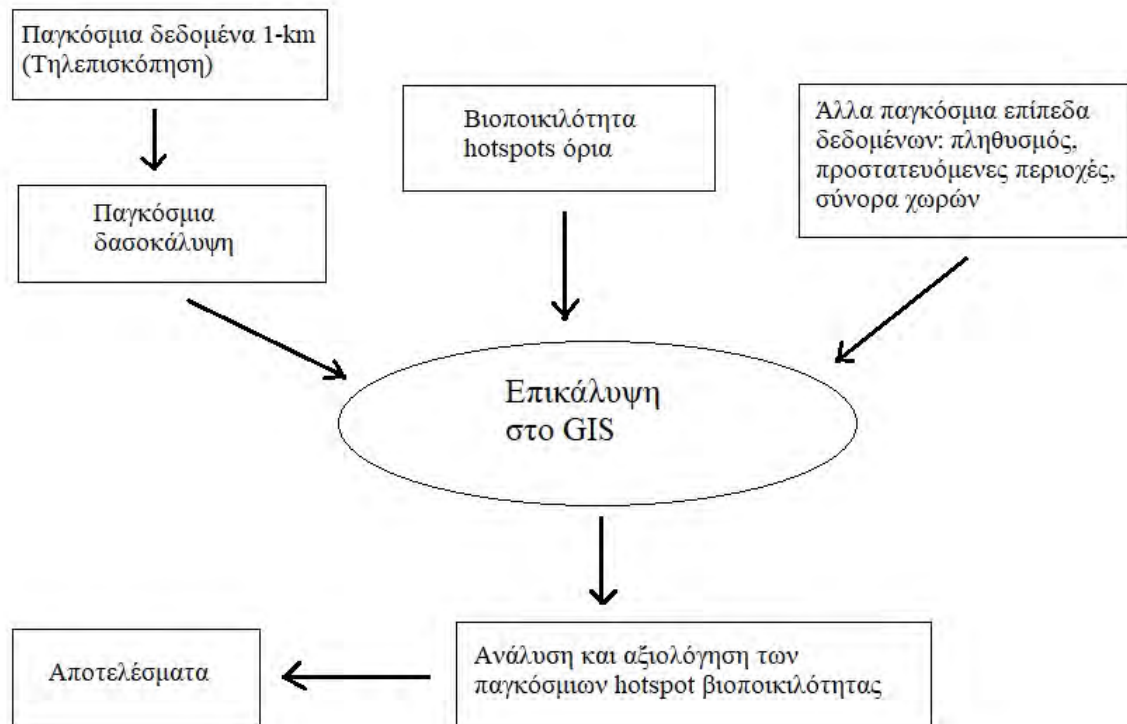
Βάση δεδομένων παγκόσμιου πληθυσμού: Οι βάσεις δεδομένων πληθυσμού με γεωγραφική αναφορά παρασχέθηκαν από το UNEP/GRID. Αυτές οι βάσεις δεδομένων δημιουργήθηκαν με τη χρήση μοντέλων που ενσωματώνουν διάφορες μεταβλητές.

Παγκόσμια βάση δεδομένων προστατευόμενων περιοχών: Η UNEP-World Conservation Monitoring Center (UNEP_WCMC) έχει δημιουργήσει τη βάση δεδομένων προστατευόμενων περιοχών.

Hotspots βιοποικιλότητας: Τα hotspots θεωρούνται οι βιολογικά πλουσιότερες και πιο απειλούμενες χερσαίες οικοπεριοχές της Γης. Η Conservation International έχει εντοπίσει 25 hotspots τα οποία είναι τα εξής: Ατλαντικό δάσος, γλωριδική επαρχία της Καλιφόρνιας, Cerrado της Βραζιλίας, γλωριδική περιοχή του Ακρωτηρίου της Καραϊβικής, Κεντρική Χιλή, Καύκασος, Choco-Darien-Western ECUADOR, δάση της Γουινέας στη Δυτική Αφρική, βουνά του ανατολικού τόξου και παράκτια δάση, Indo-Mπούρμα, λεκάνη της Μεσογείου, Μαδαγασκάρη και νησιά του Ινδικού Ωκεανού, Μεσοαμερική, Νέα Καληδονία, βουνά της Νότιας Κεντρικής Κίνας, Νέα Ζηλανδία, Φιλιππίνες, Νοτιοδυτική Αυστραλία, Ποινησία και Μικρονησία, Sundaland, Σουκουλικό Καρού, Wallacea, Τροπικές Ανδεογενείς περιοχές, Δυτικά Γκατς και Σρι Λάνκα. Επίσης είναι οι τρεις μεγάλες τροπικές περιοχές άγριας φύσης είναι η Άνω Αμαζονία και η ασπίδα της Γουινέας, η λεκάνη του ποταμού Κονγκό και η Νέα Γουινέα και τα νησιά των Μελανησίων.

Δεδομένα πολιτικών συνόρων: Τα δεδομένα που αφορούσαν τα πολιτικά σύνορα ελήφθησαν από το National Imagery and Mapping Agency των ΗΠΑ. Από αυτό το σύνολο δεδομένων, επιλέχτηκε η έκδοση του έτους 1995 των πολιτικών συνόρων του κόσμου σε κλίμακα 1:1 εκατομμυρίων σε ονομαστική κλίμακα. Αναθέσεις χαρακτηριστικών επαληθεύτηκαν και διορθώθηκαν ως εξής ώστε να υπάρξει κάλυψη πολυγώνων και στη συνέχεια οι καλύψεις αυτές ενώθηκαν με να δημιουργηθεί ένας ενημερωμένος χάρτης.

Τα δεδομένα είχαν επεξεργαστεί με τη χρήση πακέτου λογισμικού τηλεπισκόπησης και GIS όπου το μεγαλύτερο μέρος της εργασίας πραγματοποιήθηκε στην ενότητα GRID του ARC/INFO. Τα στρώματα δεδομένων Raster και διανυσματικών δεδομένων ήταν σε προβολή Interrupted Goode Homolosine Projection, η οποία είναι προβολή ίσης έκτασης. Όλα τα σύνολα δεδομένων raster είχαν μέγεθος κελιού 1 km.



Σχήμα 1: Διαδικασία ανάλυσης δεδομένων. (Shi & Singh, 2002)

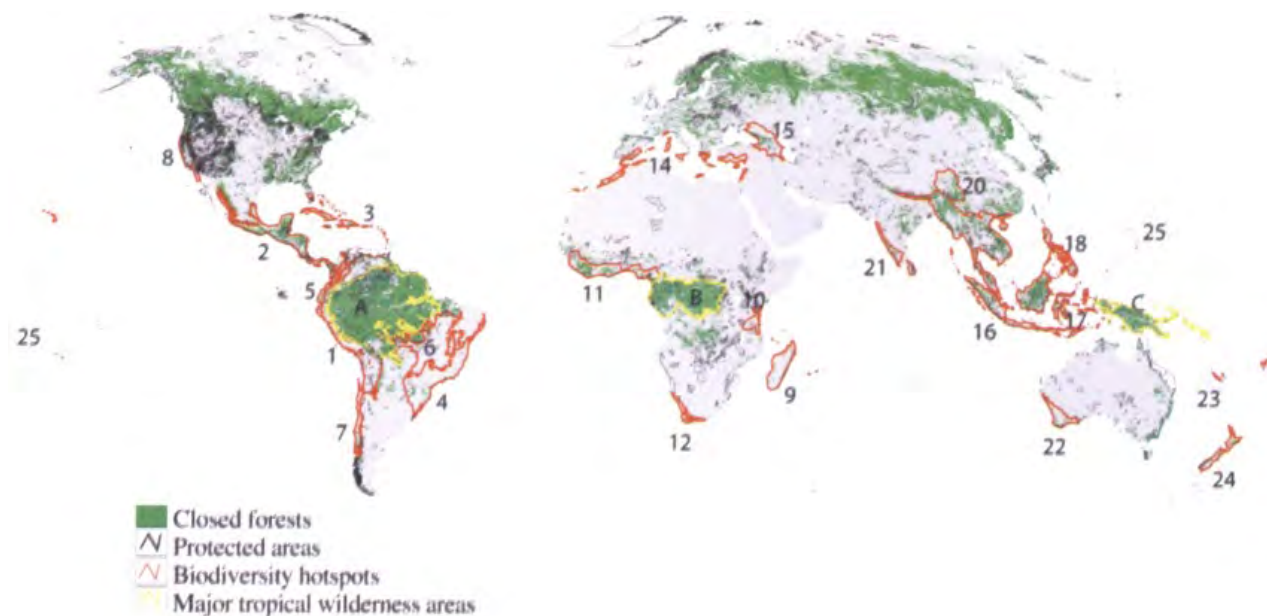
Η λεπτομερής ανάλυση της δασικής κάλυψης για κάθε αρχική έκταση των 25 εστιών βιοποικιλότητας και των τριών εκτεταμένων τροπικών ερημικών περιοχών και χρησιμοποιήθηκε για να εκτιμηθεί η πραγματική έκταση και κατανομή των κλειστών δασών που είχαν μείνει. Ως κλειστά δάση ορίστηκαν οι εκτάσεις που η δασική κάλυψη είχε πυκνότητα θόλου 40% και άνω. Η κατάσταση τους εκτιμήθηκε αφού συνδυάστηκε το πλέγμα προστατευόμενων περιοχών με το πλέγμα ορίων των εστιών βιοποικιλότητας και το πλέγμα κατανομής των κλειστών δασών. Ο αριθμός των ανθρώπων υπολογίστηκε για την περιοχή κλειστών δασών ανά hotspot ή ανά χώρα. Για την ανάλυση της πληθυσμιακής πίεσης στα κλειστά δάση χρησιμοποιήθηκε η ταξινόμηση:

- χαμηλή πληθυσμιακή πίεση: < 25 άτομα km²,
- μέτρια πληθυσμιακή πίεση: 25-100 άτομα km² και

- υψηλή πληθυσμιακή πίεση: > 100 άτομα km^2 .

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν είχαν ως εξής:

- Το 1995, τα εναπομείναντα κλειστά δάση στον κόσμο (WRCF) εκτιμήθηκε ότι κάλυπταν περίπου 2,87 δισεκατομμύρια εκτάρια, αντιπροσωπεύοντας περίπου το 21,4% της παγκόσμιας χερσαίας έκτασης (η κάλυψη των WRCF είναι περίπου 9,25% στην Αφρική, 16,8% στην Αυστραλία και τον Ειρηνικό, 21,1% στην Ευρώπη και την Ασία, 29% στη Βόρεια και Κεντρική Αμερική, Νότια Αμερική με 35,44%).
- Υπολογίστηκε ότι τα WRCF καταλάμβανε το 25,5% της χερσαίας έκτασης σε 25 hotspots και το 79,5% σε τρεις περιοχές άγριας φύσης το 1995.



Χάρτης 1: Η κάλυψη των WRCF με καθορισμένες προστατευόμενες περιοχές στα σημαντικά σημεία βιοποικιλότητας. (Shi & Singh, 2002)

- Οι ευρύτερες περιοχές WRCF ($>30\%$) παρατηρούνται στη Wallacea, τη Μεσοαμερική, την Sundaland, τη Floristic Καλιφόρνια Επαρχία, Chaco-Darien-Δυτικός Ισημερινός, Ινδο-Καλιφόρνια. Βιρμανία, βουνά της νοτιοκεντρικής Κίνας, Δάση της Γουινέας της Δυτικής Αφρικής, και το Καραϊβική.
- Δεν υπήρχαν κλειστά δάση σε Πολυνησία, τη Μικρονησία και το παχύφυτο Καρού.
- Η λεκάνη της Μεσογείου είχε τη μεγαλύτερη έκταση της μη φυτεμένης γης, περίπου 60%.

- Τα WRCF καλύπτουν τις περισσότερες εκτάσεις στις τρεις περιοχές άγριας φύσης περιοχές (όλες τους > 69%).

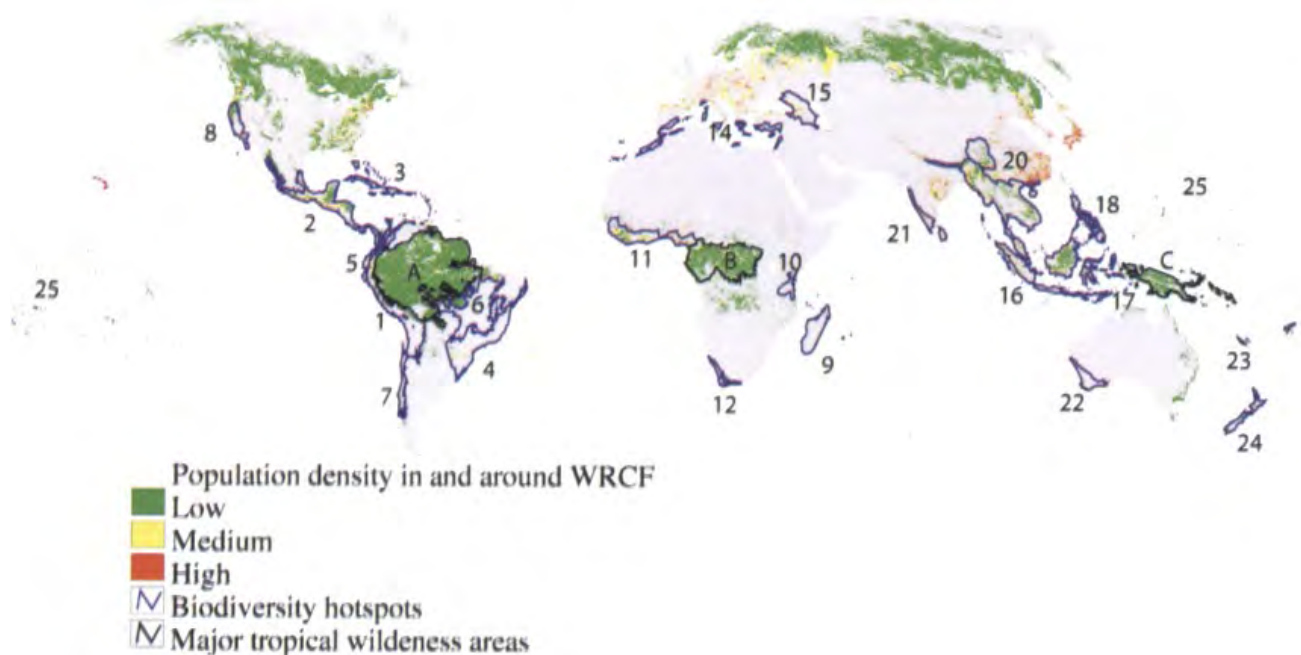
Το καθεστώς προστασίας της WRCF σε εστίες βιοποικιλότητας:

- Οι παγκόσμιες προστατευόμενες περιοχές καταλαμβάνουν λίγο πάνω από 10 εκατομμύρια τετραγωνικά χιλιόμετρα ή το 7,9% της παγκόσμιας χερσαίας έκτασης 134 εκατομμύρια τετραγωνικά χιλιόμετρα.
- Περίπου το 9,4% των WRCF έχουν λάβει κάποιο επίσημο καθεστώς προστασίας, με το υψηλότερο ποσοστό να βρίσκεται στη Νότια Αμερική (19,5%) και το χαμηλότερο στην Ευρασία (3,9%).
- Οι καθορισμένες προστατευόμενες περιοχές καταλαμβάνουν περίπου το 8,3% των hotspots, συμπεριλαμβανομένου του 15,9% του WRCF.
- Το καθεστώς προστασίας για τα περισσότερα από τα 25 hotspots είναι μικρότερο από το 10% της συνολικής έκτασης και το 20% της WRCF.
- Το hotspot με τη μεγαλύτερη προστασία ήταν η California Floristic Province με 38,6% της συνολικής έκτασης και 65,8% της WRCF.
- Τα WRCF υπό καθεστώς προστασίας στην Άνω Αμαζονία και την Ασπίδα Γκιγιάννα καταλαμβάνει περίπου 1.020.849 km² ή το 21,3% του συνολικού WRCF.
- Τα WRCF υπό καθεστώς προστασίας στη Νέα Γουινέα και τα νησιά των Μελανησίων καταλαμβάνουν λίγο περισσότερο από το 14,4% του συνολικού WRCF.
- Περίπου το 85% των WRCF στην Παναγία των Νέων βρίσκεται υπό μέτρια ή υψηλή απειλή, κυρίως από την υλοτομία, την εκκαθάριση της γεωργίας και την εξόρυξη.

Πληθυσμιακή πίεση του WRCF σε εστίες βιοποικιλότητας:

- Το έτος 1995, περίπου το 22,7% του παγκόσμιου πληθυσμού ζούσε εντός και γύρω από την αρχική έκταση των hotspots και των περιοχών άγριας φύσης, το 0,35% εντός και γύρω από το WRCF των 25 hotspots και το 0,7% εντός και γύρω από το WRCF των 3 περιοχών άγριας φύσης.
- Διαπιστώθηκε ότι 18 από τα 25 hotspots έχουν ποσοστό πληθυσμού στο ή υψηλότερο από τον παγκόσμιο μέσο όρο (12%) στο WRCF, και όλες οι τρεις περιοχές άγριας φύσης έχουν χαμηλή πληθυσμιακή πίεση.

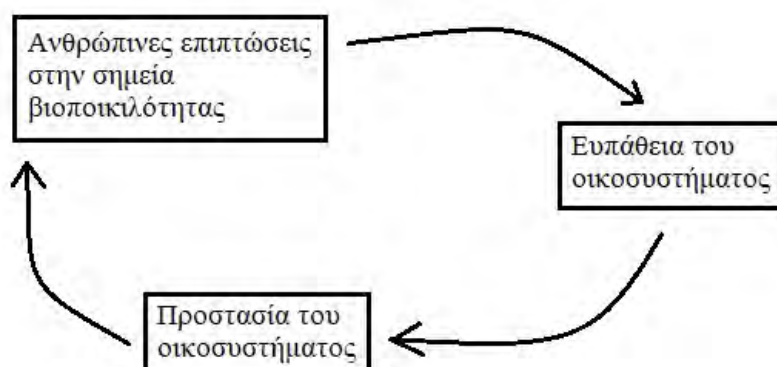
- Το έτος 1995, υψηλή πληθυσμιακή πίεση του ανθρώπου στα 25 hotspots υπάρχει στο 10,7% του WRCF.



Χάρτης 2: Πληθυσμιακή πίεση μέσα και γύρω από τα WRCF. (Shi & Singh, 2002)

Οι διασυνδέσεις μεταξύ των ανθρώπων και των εστιών βιοποικιλότητας:

Σύμφωνα με την έρευνά τους, οι ανθρώπινες επιπτώσεις στα hotspots βιοποικιλότητας αυξάνουν την ευπάθεια του οικοσυστήματος των δασών, γεγονός που αυξάνει επίσης την ευαισθητοποίηση του ανθρώπου και υποκινεί τις ανθρώπινες προσπάθειες για την προστασία του οικοσυστήματος των δασών. (Shi & Singh, 2002)

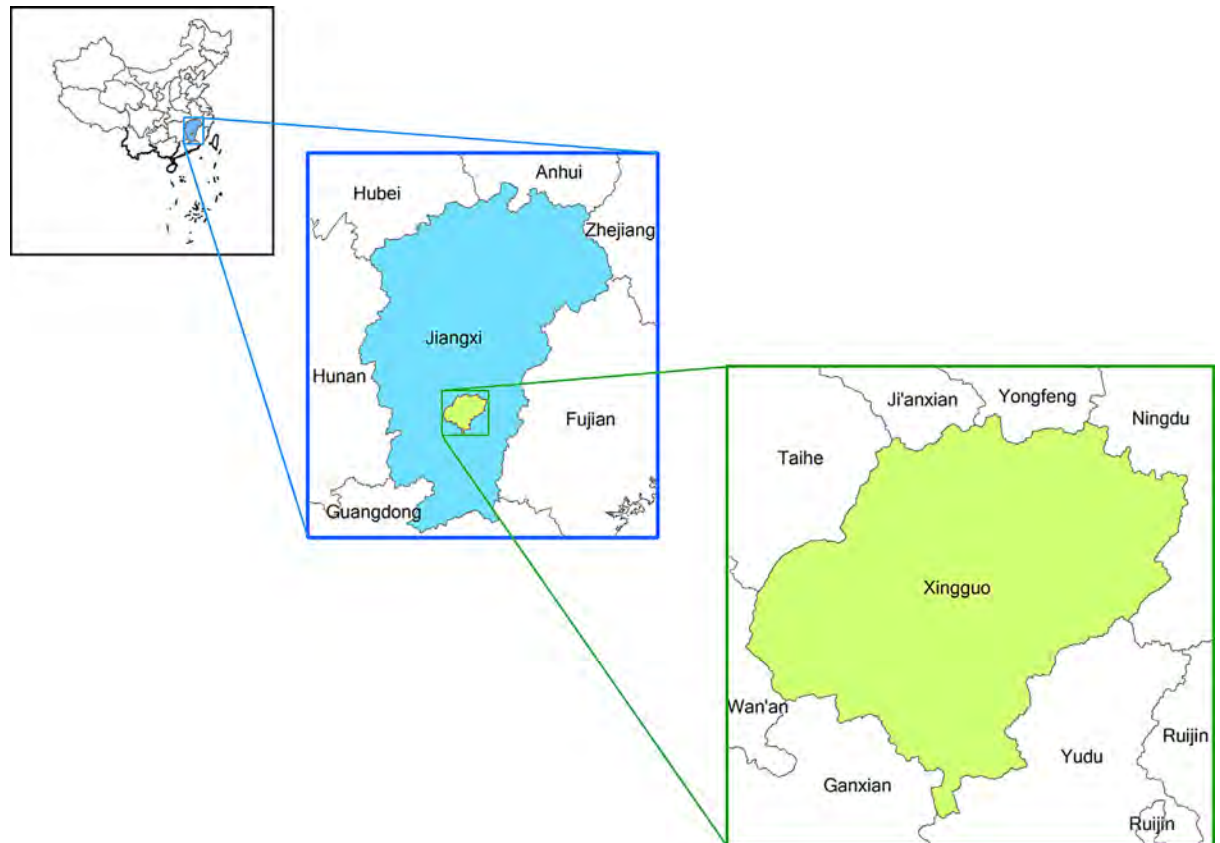


Σχήμα 2: Ένα γενικό πλαίσιο για τη διασύνδεση μεταξύ των ανθρώπων και των εστιών βιοποικιλότητας. (Shi & Singh, 2002)

7.3.2. *ΧΩΡΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ ΣΗΜΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ GIS ΓΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ: XINGGUO ΤΗΣ ΚΙΝΑΣ*

Το 2014 οι Hualin Xie κ.α έκαναν μια μελέτη με σκοπό να προσδιοριστούν τα βασικά οικολογικά εδάφη που διατηρούν την οικολογική ασφάλεια και να προταθούν διάφορα μέτρα για την περιβαλλοντική διαχείριση: με βάση τεχνικές GIS, να αξιολογήθηκε η οικολογική σημασία της περιοχής όσον αφορά την ασφάλεια των υδάτων, τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, την πρόληψη καταστροφών, την ασφάλεια της φυσικής αναψυχής και την ανθρωπογενή όχληση. Επίσης πρότειναν μια μέθοδο με βάση τα GIS για την αξιολόγηση της οικολογικής σημασίας, χρησιμοποιώντας την επαρχία Xingguo της Κίνας ως μελέτη περίπτωσης.

Η περιοχή μελέτης ήταν η κομητεία Xingguo στην επαρχία Jiangxi της Κίνας, η οποία βρίσκεται στη νότιο-κεντρική Κίνα, βόρεια της πόλης Ganzhou στην πηγή του ποταμού Pingya. Περιβάλλεται από βουνά στα ανατολικά, βόρεια και δυτικά. Η λεκάνη της κοιλάδας επικεντρώνεται στο νότιο-κεντρικό τμήμα του νομού και αποτελείται κυρίως από χαμηλά βουνά και λόφους. Η περιοχή μελέτης καλύπτει 15,5 km² και έχει πληθυσμό 121.000 κατοίκους. Έχει υποτροπικό κλίμα νοτιοανατολικών μουσώνων με μέση ετήσια θερμοκρασία 18,9°C, ακραία μέγιστη θερμοκρασία 39,9°C και ακραία ελάχιστη θερμοκρασία 6,3°C ή χαμηλότερη. Η μέση ετήσια περίοδος χωρίς παγετό είναι 248 ημέρες. Η μέση ετήσια βροχόπτωση είναι 1516 mm, η οποία συγκεντρώνεται τον Απρίλιο και τον Ιούνιο, με τις βροχοπτώσεις από τον Απρίλιο έως τον Ιούνιο να αντιπροσωπεύουν το 48,5% της ετήσιας βροχόπτωσης.



Εικόνα 8: Περιοχή μελέτης. (Xie κ.ά., 2015)

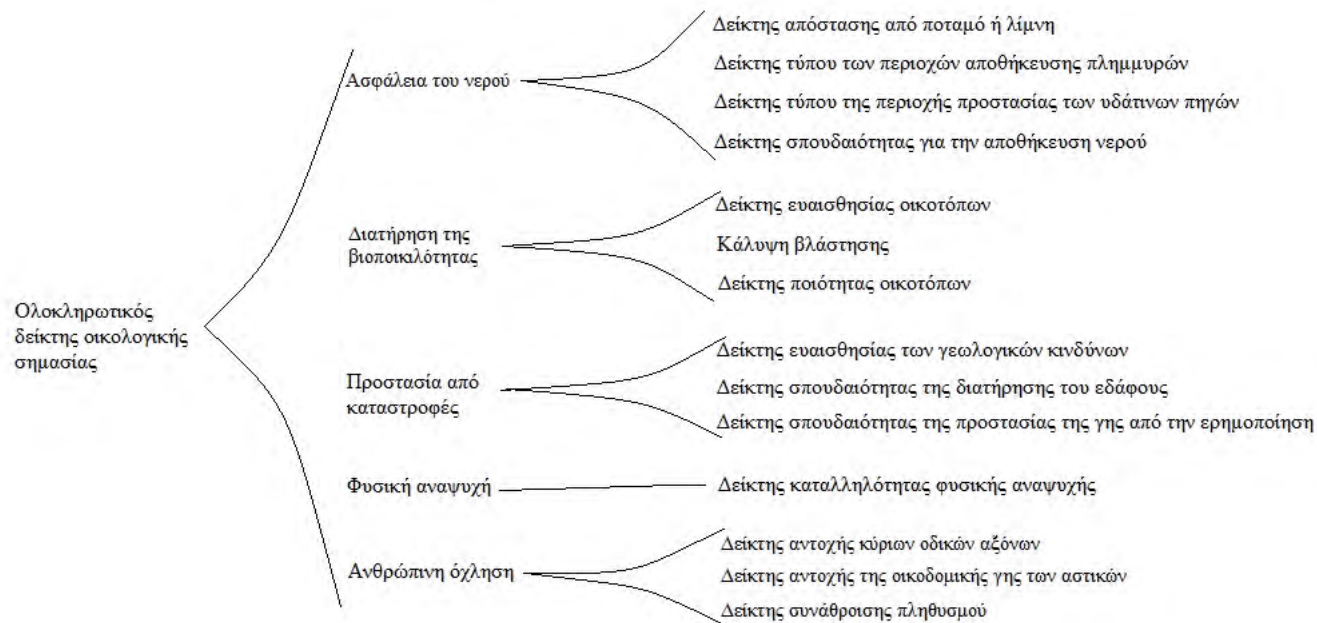
Δεδομένα:

- Τα δεδομένα των χρήσεων γης, του τύπου οικοσυστήματος, του DEM και του NDVI στο παρόν προέρχονται από το Εθνικό σύστημα βάσης δεδομένων για την αξιολόγηση της αλλαγής της δεκαετίας του οικολογικού περιβάλλοντος.
- Ο χάρτης οριοθέτησης των περιοχών προστασίας του πόσιμου νερού, ο χάρτης των φυσικών καταφυγίων, δασικών πάρκων, γεωλογικών πάρκων και γραφικών περιοχών, καθώς και χάρτης με βασικά δεδομένα γεωγραφικών πληροφοριών του νομού Xingguo που προέρχονται από το κέντρο δεδομένων για τους πόρους και τις περιβαλλοντικές επιστήμες της κινεζικής Ακαδημίας Επιστημών της Κίνας.
- Τα κλιματικά δεδομένα προέρχονται από το Σύστημα υπηρεσιών ανταλλαγής μετεωρολογικών δεδομένων της Κίνας.
- Τα εδαφολογικά δεδομένα στη μελέτη προέκυψαν από τη Δεύτερη Εθνική Έρευνα Εδάφους της Κίνας, και οι σχετικές φυσικοχημικές ιδιότητες και οι τύποι του εδάφους από βάση δεδομένων συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν από το Ινστιτούτο Εδαφολογίας της Κινεζικής Ακαδημίας Επιστημών.

Πριν από τις εργασίες επεξεργασίας, όλα τα γραφικά δεδομένα πρώτα επεξεργάστηκαν με μετασχηματισμό προβολής, χρησιμοποιώντας το ALBERS κωνική προβολή ίσης έκτασης. Μέσω επαναδειγματοληψίας, η χωρική ανάλυση μετατρέπεται στο ράστερ της 50m x 50 m. Οι δύο λειτουργίες πραγματοποιούνται, αντίστοιχα, με τους εξής τρόπους προβολή και επαναδειγματοληψία, ώστε να διασφαλίζεται η προβολή και η ακρίβεια της εξόδου γραφικών ομοιόμορφη.

Μέθοδοι:

- Γενική ιδέα της αξιολόγησης της οικολογικής σημασίας: Οι χώροι ασφάλειας των οικοσυστημάτων αποτελούνται κυρίως από περιοχές για την προστασία της βιοποικιλότητας, τη διατήρηση της ασφάλειας των υδάτων, την αποφυγή καταστροφών και την προστασία των περιοχών αναψυχής. Επιπλέον, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι επιπτώσεις της ανθρώπινης όχλησης.
- Αρχές επιλογής δεικτών: Ως σύστημα δεικτών για την αξιολόγηση της οικολογικής σημασίας, θα πρέπει όχι μόνο να ακολουθεί καθολικές αρχές όπως η αντικειμενικότητα, η πληρότητα και η εγκυρότητα, αλλά και να λαμβάνει υπόψη την υπηρεσία για τη βελτιστοποίηση του οικολογικού προτύπου τοπίου, να αντικατοπτρίζει τα προβλήματα της περιφερειακής οικολογικής ασφάλειας και να υπάρχει λειτουργικότητα.
- Πλαίσιο συστήματος δεικτών για την αξιολόγηση της οικολογικής σημασίας: Δημιουργήθηκε ένα σύστημα δεικτών τριών επιπέδων για την αξιολόγηση της οικολογικής σημασίας του περιφερειακού χώρου. Το πρώτο επίπεδο του συστήματος δεικτών είναι το επίπεδο στόχου, δηλαδή ο ενοποιητικός δείκτης οικολογικής σημασίας. Το δεύτερο επίπεδο είναι το επίπεδο αντικειμένων, δηλαδή οι παράγοντες που επηρεάζουν τη σημασία του οικολογικού χώρου. Το τρίτο επίπεδο είναι το επίπεδο δεικτών, δηλαδή οι επιμέρους δείκτες που μετρούν τους παράγοντες επιρροής.



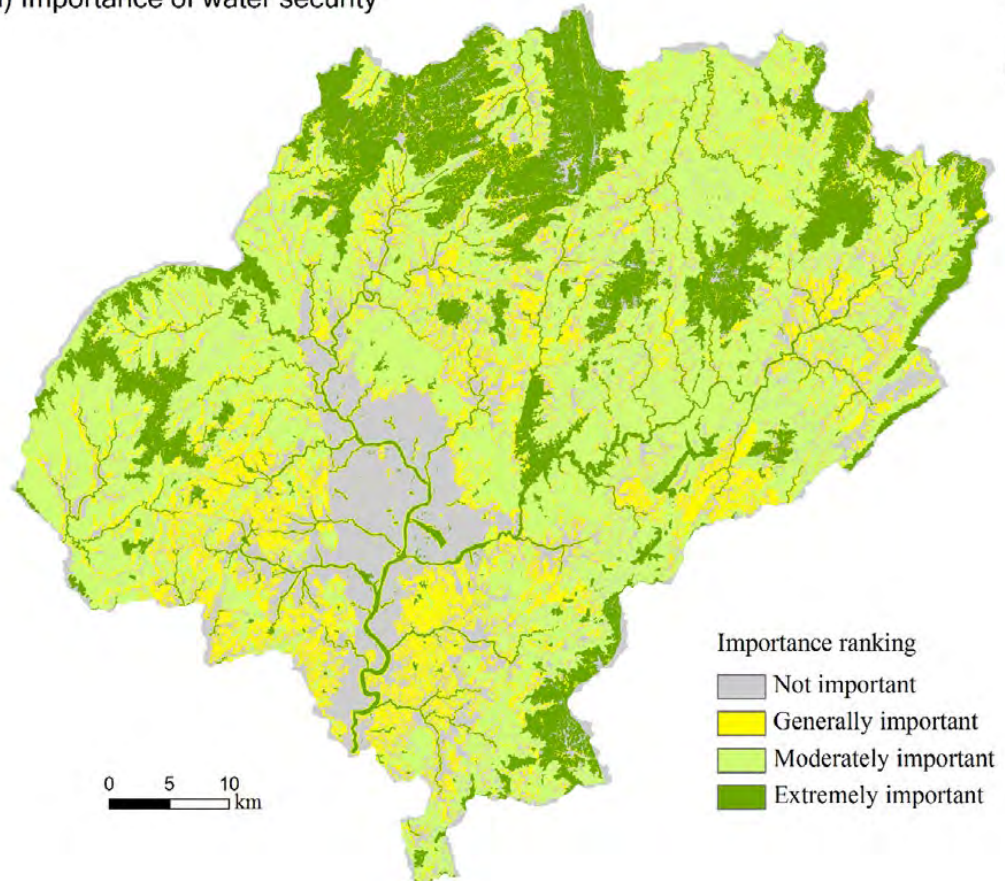
Σχήμα 3: Σύστημα δεικτών για την αξιολόγηση της οικολογικής σημασίας του περιφερειακού χώρου (Xie κ.ά., 2015)

- Κριτήρια διαβάθμισης των δεικτών αξιολόγησης της οικολογικής σημασίας: Οι διάφοροι τύποι δεικτών έχουν διαφορετικές επιπτώσεις και συνεισφορές στην οικολογική σημασία. Μετά τις συζητήσεις, τις τροποποιήσεις και την ολοκληρωμένη αξιολόγηση από τους δώδεκα εμπειρογνώμονες των σχετικών κλάδων, καθορίστηκε το επίπεδο βαθμίδας κάθε μεμονωμένου παράγοντα.

Τα αποτελέσματα που βρήκαν ήταν:

- Στον επόμενο Χάρτη 3 για τη σημασία της ασφάλειας των υδάτων, η εξαιρετικά σημαντική έκταση είναι 67.987,98 hm², που αντιπροσωπεύει το 21% της συνολικής έκτασης. Οι περιοχές αυτές είναι εξαιρετικά πολύτιμες για τη διατήρηση της τοπικής ασφάλειας των υδάτων, συμπεριλαμβανομένης της διατήρησης των υδάτινων πόρων και της ρύθμισης και αποθήκευσης των πλημμυρών.

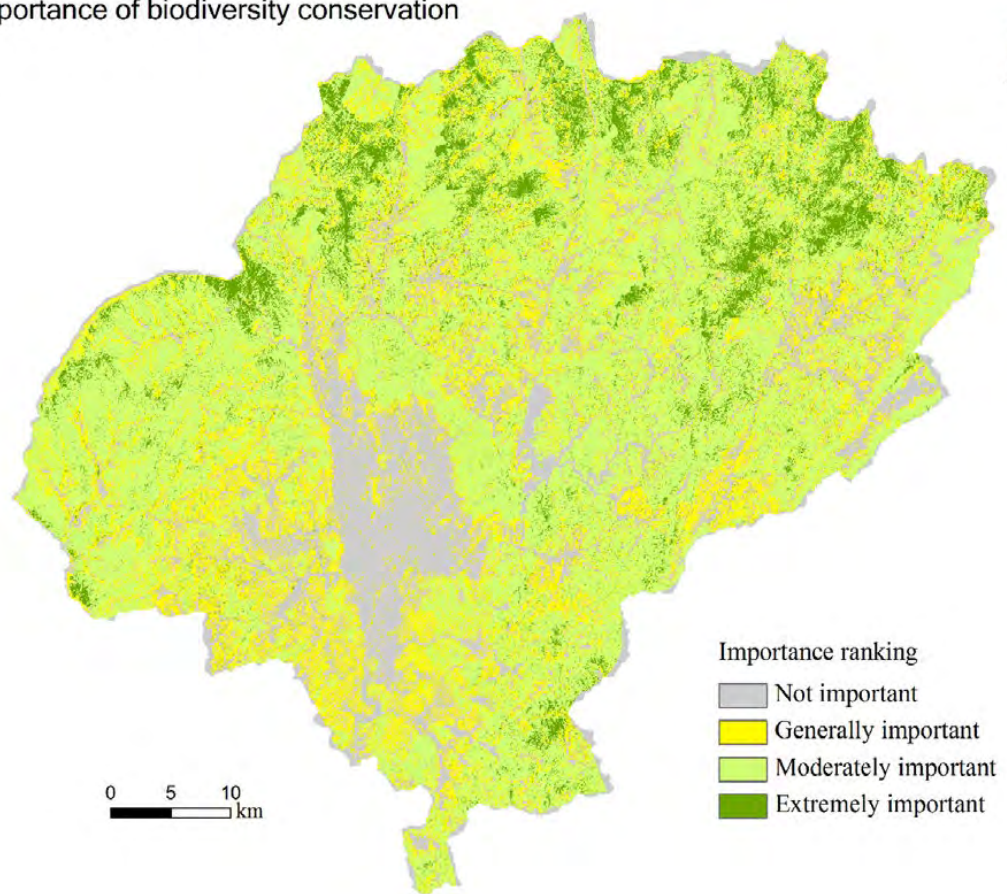
(a) Importance of water security



Χάρτης 3: Χάρτης για τη σημασία της ασφάλειας των υδάτων. (Xie κ.ά., 2015)

- Στον επόμενο Χάρτη 4 για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, η περιοχή που είναι εξαιρετικά σημαντική για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας αντιπροσωπεύει το 8% της συνολικής έκτασης. Οι περιοχές αυτές αποτελούνται κυρίως από την κεντρική περιοχή του ορεινού φυσικού καταφυγίου. Η περιοχή μέτριας σημασίας για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας είναι 154.256,49 hm², η οποία αποτελείται κυρίως από δασικές εκτάσεις, οι οποίες λειτουργούν ως ρυθμιστικό στοιχείο για τα ενδημικά βιολογικά είδη και εντοπίζονται στα βουνά. Η έκταση εξαιρετικά σημαντικής, μέτριας σημασίας και σημαντικής για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας αποτελεί σχεδόν το 60% της συνολικής έκτασης.

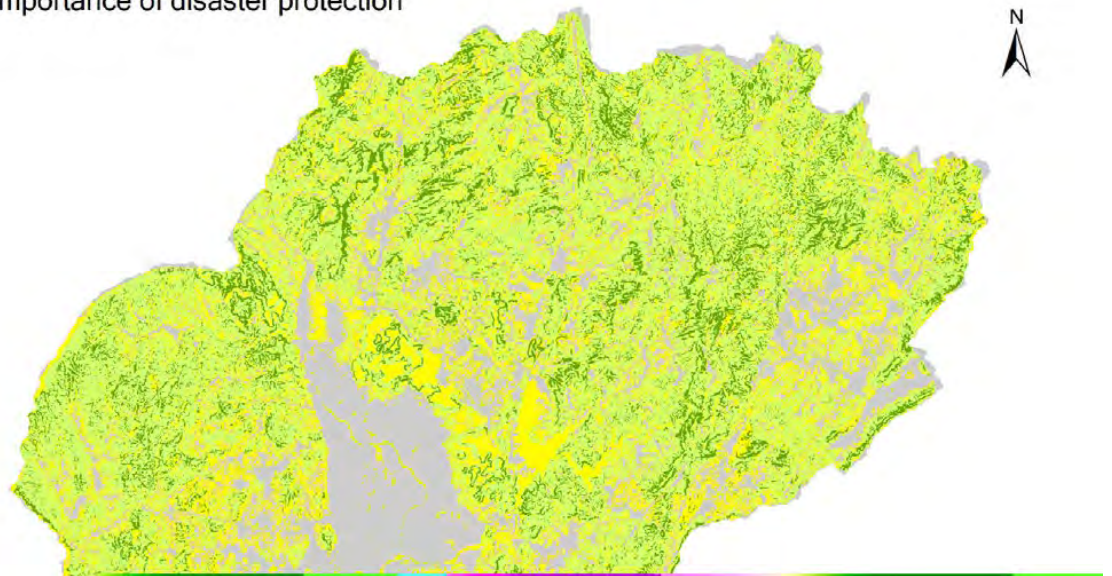
(b) Importance of biodiversity conservation



Χάρτης 4: Χάρτης για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας. (Xie κ.ά., 2015)

- Στον επόμενο Χάρτη 5 για την αποφυγή καταστροφών και την προστασία, η εξαιρετικά σημαντική έκταση είναι 31.997,52 hm², που αντιπροσωπεύει το 10% της συνολικής έκτασης. Οι περιοχές αυτές είναι οι εξαιρετικά επικίνδυνες περιοχές λόγω γεωλογικών κινδύνων, όπως η κατολίσθηση και η λασπορροή. Λαμβάνοντας υπόψη την ασφάλεια των κατοίκων, θα πρέπει να αποφεύγεται η οικοδομική ανάπτυξη σε αυτές τις περιοχές. Η έκταση της μέτριας σημασίας είναι 130.165,92hm², αντιπροσωπεύοντας το 40% της συνολικής έκτασης. Όλες αυτές οι περιοχές θα πρέπει να είναι δυναμικές για την αναδάσωση και την αποφυγή δραστηριοτήτων ανάπτυξης και κατασκευής μεγάλης κλίμακας.

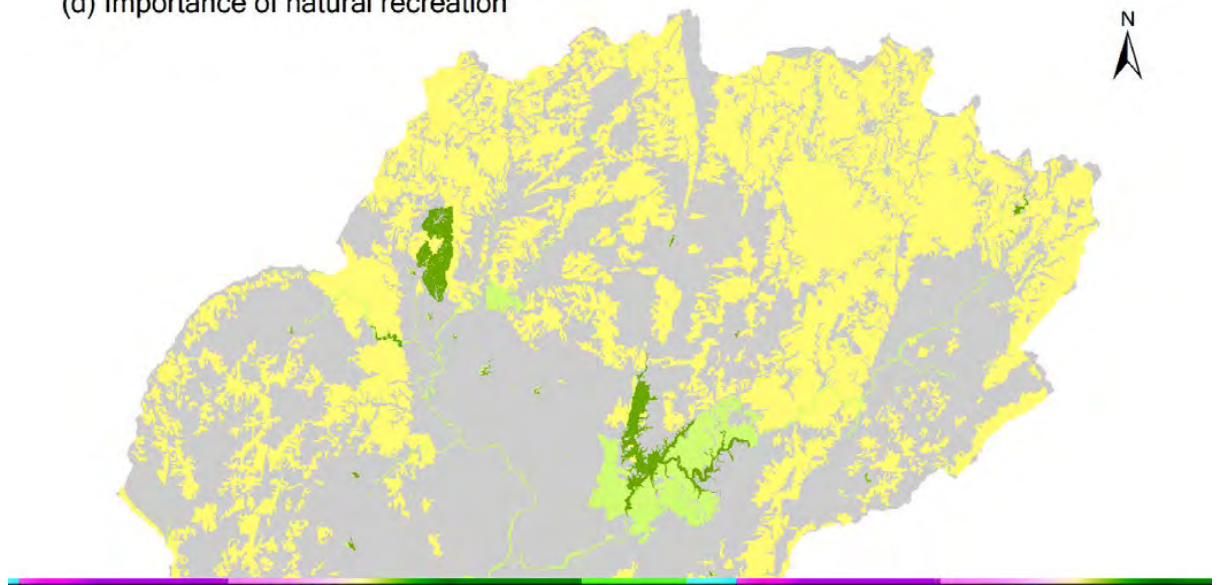
(c) Importance of disaster protection



Χάρτης 5: Χάρτης για την αποφυγή καταστροφών και την προστασία. (Xie κ.ά., 2015)

- Στον επόμενο Χάρτη 6 για τη σημασία της φυσικής αναψυχής, η περιοχή εξαιρετικής σημασίας και μέτριας σημασίας αντιπροσωπεύει το 4% της συνολικής έκτασης. Οι περιοχές αυτές έχουν υψηλές αξίες για φυσική αναψυχή λόγω των τύπων χρήσης γης είναι οι υγρότοποι και τα δάση. Για τη βιώσιμη ανάπτυξη αυτών των περιοχών, θα πρέπει να προωθηθούν ορισμένα μέτρα, όπως ο έλεγχος της χωρητικότητας (φέρουσας ικανότητας) για τουρίστες, η αποφυγή της υπερεκμετάλλευσης από τον τουρισμό και η προστασία του φυσικού τοπίου με υψηλή αξία αναψυχής.

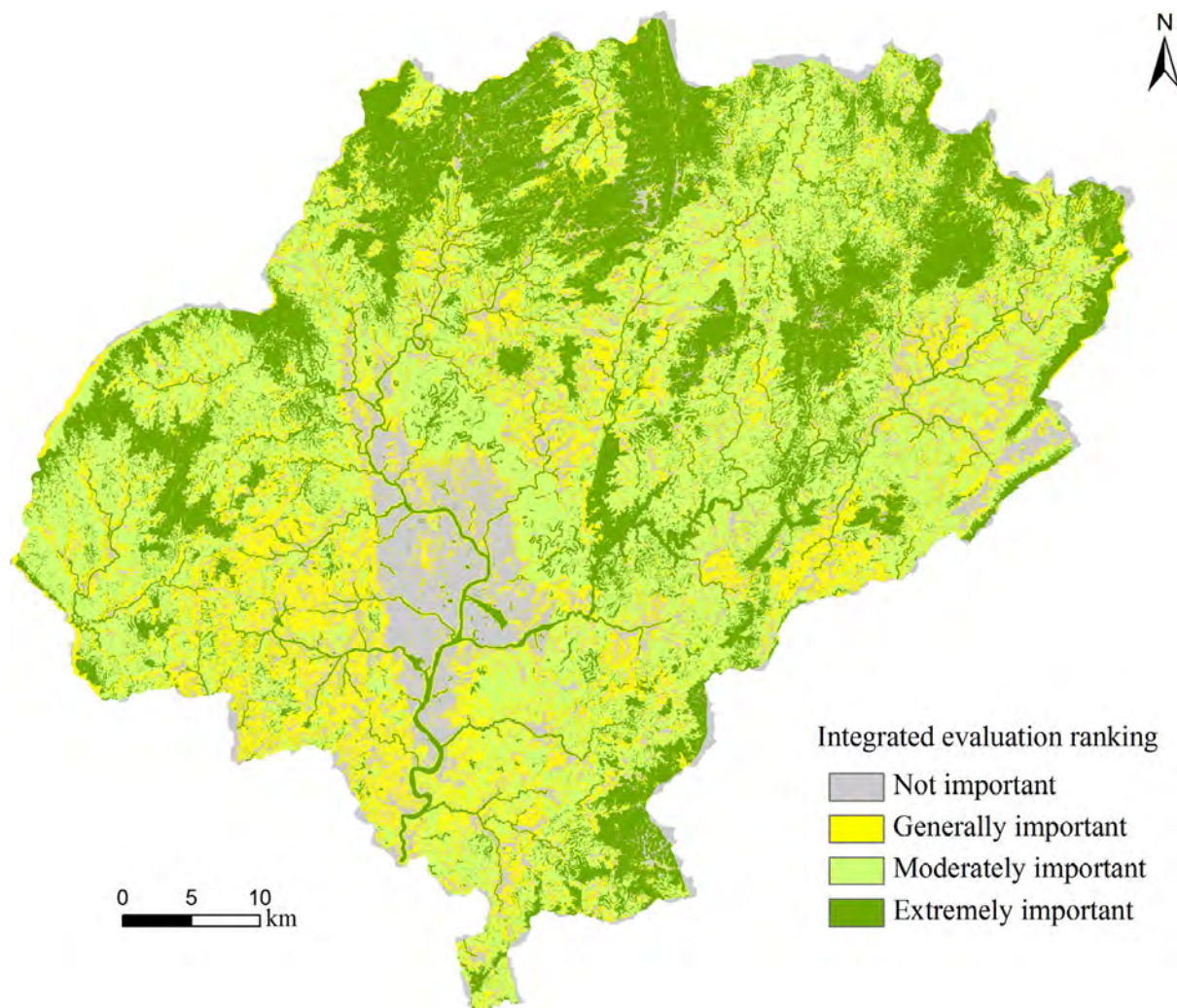
(d) Importance of natural recreation



Χάρτης 6: Χάρτης για τη σημασία της φυσικής αναψυχής. (Xie κ.ά., 2015)

- Στη συνέχεια έλαβαν υπόψη τις επιπτώσεις της ανθρώπινης όχλησης έχοντας το ολοκληρωμένο αποτέλεσμα της αξιολόγησης της σημασίας των οικολογικών χώρων στο νομό Xingguo.

- Από τον επόμενο Χάρτη 7, μπορούμε να δούμε ότι η εξαιρετικά σημαντική οικολογική γη είναι τα βουνά και βρίσκεται κυρίως στα βόρεια και ανατολικά της περιοχής μελέτης. Οι περιοχές αυτές αποτελούνται κυρίως από τις βασικές περιοχές των ποτάμιων συστημάτων, τους υγροτόπους, τα φυσικά καταφύγια και τις δασικές εκτάσεις, καθώς και τις ζώνες προστασίας της διάβρωσης του εδάφους, οι οποίες αποτελούν το οικολογικό εμπόδιο για τη διατήρηση της εσωτερικής ασφάλειας. Υπάρχει υψηλή φυτοκάλυψη, πλούσια βιοποικιλότητα και ασθενής αντίσταση στις φυσικές καταστροφές στις περιοχές εξαιρετικά σημαντικών οικολογικών εδαφών, όπου οι ανθρωπογενείς διαταραχές δεν μπορούν να αντέξουν οικονομικά.



Χάρτης 7: Σημαντικότητα οικολογικής γης. (Xie κ.ά., 2015)

- Η έκταση της εξαιρετικά σημαντικής οικολογικής γης είναι 96.025,68 hm², που αντιπροσωπεύει το 30% της συνολικής έκτασης, η οποία αποτελεί την οικολογική "κόκκινη γραμμή" για τη διατήρηση της περιφερειακής οικολογικής ασφάλειας.
- Οι εκτάσεις οικολογικής γης μέτριας σημασίας ανέρχονται σε 112.527,45 hm², αντιπροσωπεύοντας το 35% της συνολικής έκτασης. Υπάρχει εύθραυστο οικολογικό περιβάλλον, αδύναμη αυτορρύθμιση και χαμηλή σταθερότητα στις περιοχές αυτές, όπου μπορεί να σημειωθεί σοβαρή οικολογική υποβάθμιση υπό τις ανθρωπογενείς ή φυσικές διαταραχές. Οι περιοχές αυτές ορίζονται ως ζώνες περιορισμένης ανάπτυξης, όπου περιορίζονται οι δραστηριότητες ανάπτυξης και κατασκευής.
- Η έκταση του μέτριας σημασίας οικολογικού χώρου ανέρχεται σε 69.615,45 hm², αντιπροσωπεύοντας το 21% της συνολικής έκτασης. Από την αρχή της προστασίας των φυσικών οικοσυστημάτων, οι οικολογικοί κανονισμοί στις περιοχές αυτές περιλαμβάνουν την προσαρμογή της δομής και της διάταξης της βιομηχανίας, τη διαμόρφωση της πράσινης βιομηχανίας με μικρή περιβαλλοντική ζημία και υψηλή προστιθέμενη αξία και την οικοδόμηση των οικολογικών διαδρόμων και της ζώνης οικολογικής βιομηχανικής ανάπτυξης με διατήρηση της οικολογικής ασφάλειας.
- Η έκταση του μη σημαντικού οικολογικού χώρου είναι 42.833,43 hm², αντιπροσωπεύοντας μόνο το 13% της συνολικής έκτασης, οι οποίες είναι κυρίως δομημένες περιοχές και καλλιεργήσιμες εκτάσεις και κυρίως υπεύθυνες για την ανθρώπινη κατοίκηση και τη γεωργική παραγωγή. (Xie κ.ά., 2015)

7.3.3. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΖΩΝΩΝ ΑΠΟΜΟΝΩΣΗΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ GIS ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΠΟΤΑΜΩΝ

Το 2023 ο Heikki Mykra κ.α ασχολήθηκαν με τον σχεδιασμό ζωνών απομόνωσης με βάση το GIS για την προστασία των ποταμών της βορειοδυτικής Φινλανδίας και των παρόχθιων δασών τους. Τα δάση δίπλα στα ποτάμια συνδέουν τα ρέματα και τις γειτονικές λεκάνες απορροής τους και υποστηρίζουν ποικίλες φυτικές και ζωικές κοινότητες, αλλά η σύνθεσή τους διαφέρει από τις δασικές κοινότητες των ορεινών περιοχών. Εκτός από αυτό, η παρόχθια ζώνη παίζει σημαντικό ρόλο στη συγκράτηση και απονιτροποίηση των θρεπτικών στοιχείων και δυναμική της οργανικής ύλης.

Οι διαφορετικού πλάτους δασικές ζώνες απομόνωσης έχουν προταθεί ως η πλέον υποσχόμενη προσέγγιση για την αποτελεσματική και οικονομικά αποδοτική προστασία της παραποτάμιας βιοποικιλότητας και των υδάτινων οικοσυστημάτων. Τα ψηφιακά υψομετρικά μοντέλα (DEM) υψηλής ανάλυσης που βασίζονται στο LiDAR (Light Detection and Ranging) επιτρέπουν μια εύκολα εφαρμόσιμη και οικονομικά αποδοτική προσέγγιση για τον σχεδιασμό παρόχθιων ζωνών απομόνωσης.

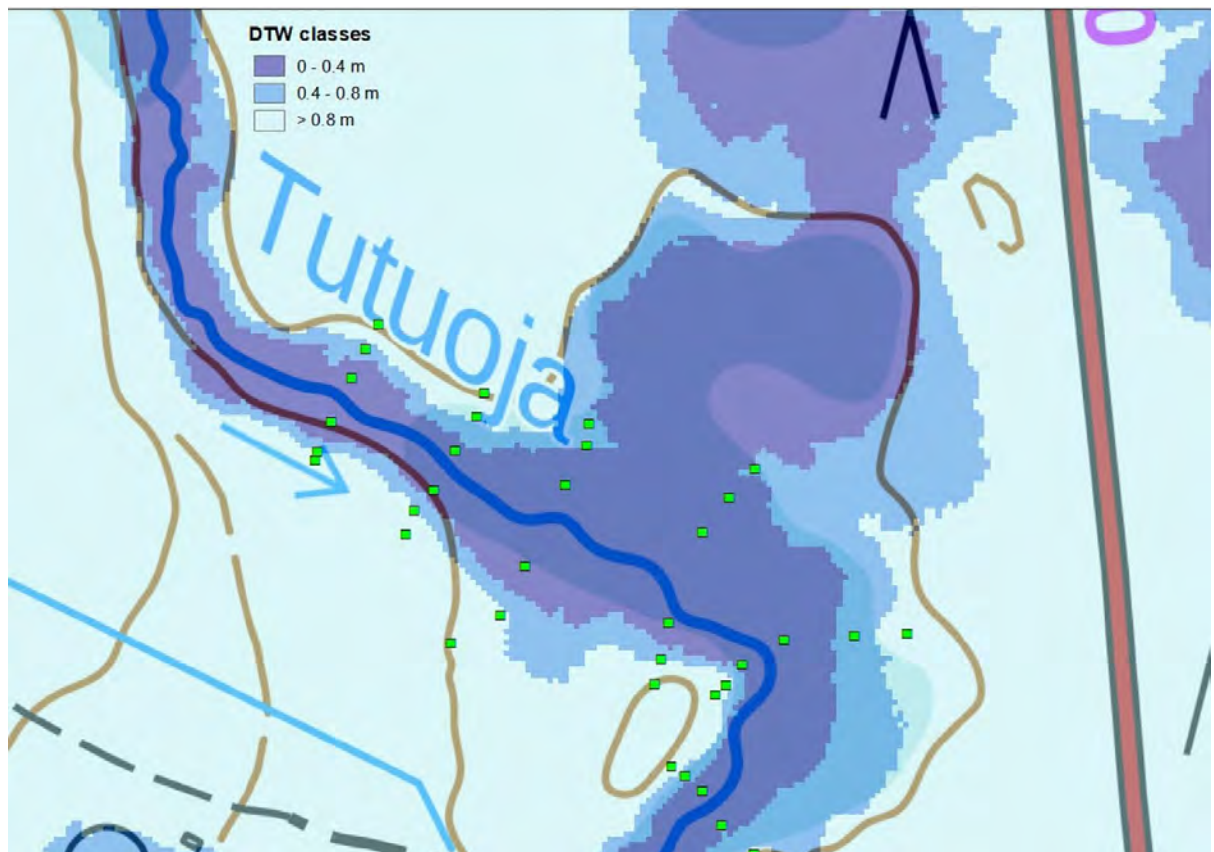
Περιοχή μελέτης: Επιλέχθηκαν πέντε ρυάκια από τη λεκάνη απορροής του ποταμού Iijoki, στη Βόρεια Φινλανδία. Το κλίμα της περιοχής χαρακτηρίζεται από μακρύ χειμώνα με χιονοκάλυψη από τα τέλη Νοεμβρίου έως τον Μάιο. Όλα τα ρέματα είναι δευτέρας τάξεως και με σχεδόν παρθένες πηγές. Στις παραποτάμιες περιοχές των ποταμών, υπάρχει μεγάλη διακύμανση τόσο στην υγρασία του εδάφους όσο και στον κίνδυνο διάβρωσης. Τα δάση στις λεκάνες απορροής τους είναι διαχειριζόμενα σε αντίθεση με τα δάση που γειτνιάζουν με τα ρέματα. Τα δάση χαρακτηρίζονται από μεικτά είδη δέντρων, με κύρια είδη την ερυθρελάτη και τη δασική πεύκη, φυλλοβόλα είδη, όπως η ασημένια σημύδα, η γκρίζα σκλήθρα και οι ιτιές είναι κοινά στις παραποτάμιες ζώνες.

Δείκτες που προέρχονται από το LiDAR: Χρησιμοποιήθηκαν οι χάρτες του δείκτη βάθους στο νερό (DTW) ως πρωταρχικά δεδομένα για τον σχεδιασμό των ζωνών απομόνωσης. Το DTW υποδεικνύει το βάθος της στάθμης του νερού σε μια τοποθεσία ως διαφορά του υψομέτρου αυτής της θέσης και του υψομέτρου στη πλησιέστερη θέση του ρεύματος (όπου η στάθμη του νερού είναι θεωρητικά στην επιφάνεια). Το δίκτυο ρευμάτων υπολογίστηκε με βάση τη συσσώρευση της ροής του νερού με όριο τα 4 εκτάρια, που σημαίνει ότι το νερό που συσσωρεύεται από μια περιοχή 4 εκταρίων δημιουργεί ένα ρέμα. Το DTW υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας ψηφιακό μοντέλο υψομέτρου (DEM) 2×2 m. Η προεπεξεργασία περιλάμβανε το πέρασμα των ρευμάτων από την τοπογραφική βάση δεδομένων του National Land Survey (NLS, 2019) στο DEM.

Διάβρωση: Ο κίνδυνος διάβρωσης των παρόχθιων περιοχών των ρευμάτων εκτιμήθηκε με τη χρήση της αναθεωρημένης Universal Soil Loss Equation (RUSLE), η οποία εκτιμά τη μακροπρόθεσμη μέση ετήσια απώλεια εδάφους από διάβρωση με φύλλα και ριπές.

Έρευνα βλάστησης: Αρχικά, επιλέχθηκε μια διαδρομή περίπου 1,0 χιλιομέτρου (0,9-1,3 χλμ.) για καθένα από τα πέντε ποτάμια. Στη συνέχεια καθορίστηκαν διατομές δειγματοληψίας ανά 50 μέτρα από το ανάντη άκρο κάθε ρέματος. Οι διατομές κάλυπταν και τις δύο πλευρές του ρέματος και τα φυτά ερευνήθηκαν από τρεις διατομές 1,0 x 1,0 m με αυξανόμενο DTW και στις δύο πλευρές του ρέματος.

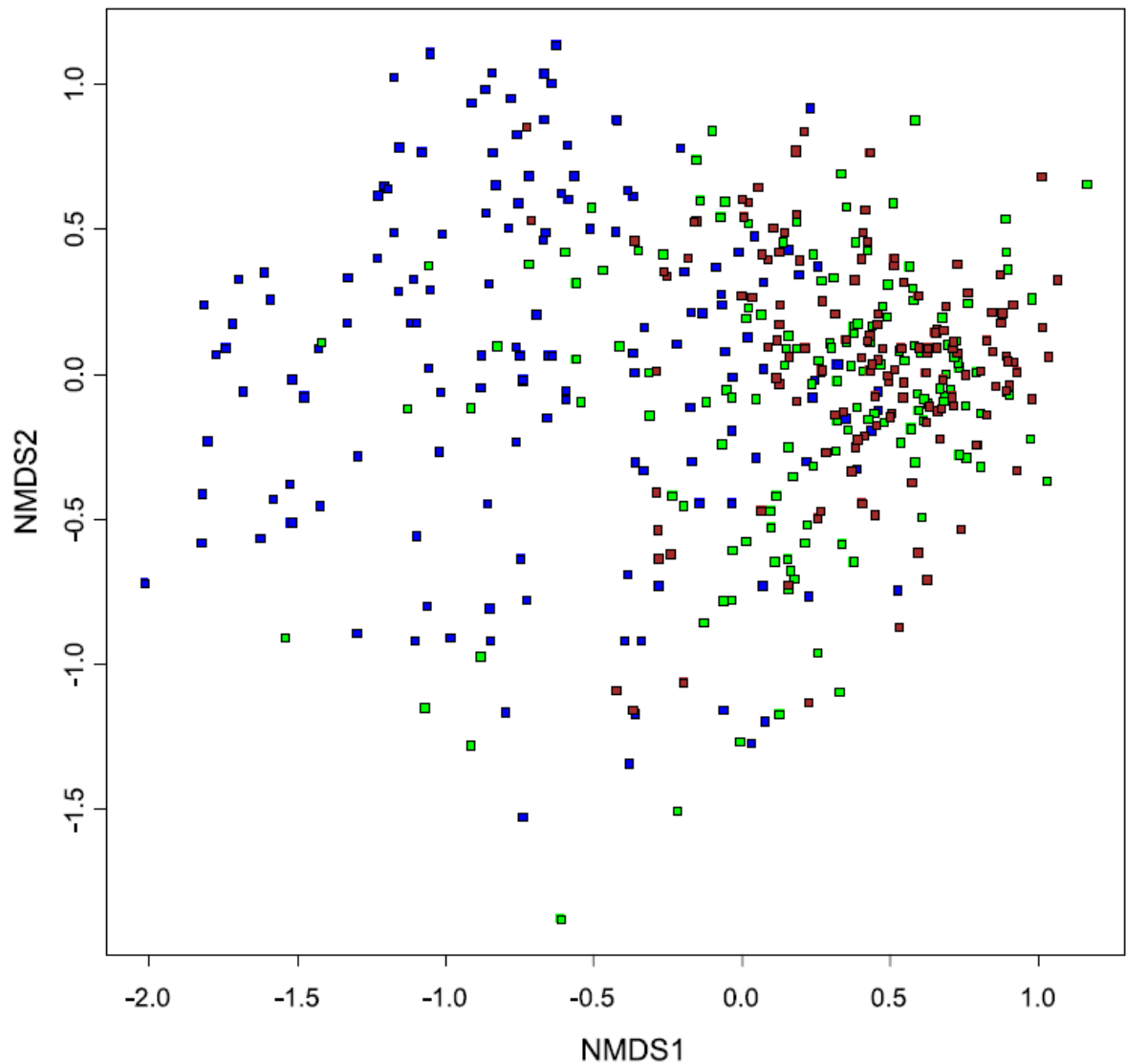
Οικονομικές συνέπειες των ζωνών απομόνωσης: Το οικονομικό κόστος των ζωνών απομόνωσης αξιολογήθηκε από τα τμήματα των ρεμάτων που χρησιμοποιήθηκαν για τις έρευνες βλάστησης. Εκτός από τη ρυθμιστική ζώνη με βάση το DTW, οροθετήθηκαν ρυθμιστικές ζώνες σταθερού πλάτους 5, 10 και 15 m και ρυθμιστικές ζώνες ποικίλου πλάτους με βάση το συνδυασμό DTW 0,5 m και RUSLE. Στις περιοχές που εκτείνονται μακριά από την παρόχθια ζώνη, όπως οι υγρότοποι, χρησιμοποιήθηκε μέγιστη απόσταση 50 μέτρων από ένα ρέμα. Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκε ελάχιστο πλάτος ρυθμιστικού διαφράγματος πέντε μέτρων για τα ρυθμιστικά διαφράγματα με βάση το DTW στις περιπτώσεις όπου το ρυθμιστικό διάφραγμα θα ήταν στενότερο από 5 μέτρα.



Χάρτης 8: Παράδειγμα τοποθέτησης των διατομών κατά μήκος του ρέματος Tutuoja. (Mykrä κ.ά., 2023)

Τα αποτελέσματα που βρέθηκαν ήταν:

- Τα αγροτεμάχια της υγρής κατηγορίας ήταν πιο κοντά στο ρέμα από τα αγροτεμάχια της ενδιάμεσης ή της ξηρής κατηγορίας, καθώς η μέση απόσταση ενός αγροτεμαχίου από το ρέμα ήταν 12,3 m στην υγρή, 24,4 m στην ενδιάμεση και 30,8 m στην ξηρή κατηγορία.
- Η μέση φυτοκάλυψη, το μέσο βάθος του οργανικού στρώματος και η μέση σκίαση ήταν σχετικά παρόμοια σε κάθε κλάση. Η εδαφική υγρασία κυμαινόταν από 25 % έως 48 % και ήταν υψηλότερη στην υγρή κλάση, ενώ οι διαφορές μεταξύ της ενδιάμεσης και της ξηρής κλάσης ήταν λιγότερο σαφείς.
- Η προβλεπόμενη εδαφική υγρασία των παραποτάμιων περιοχών ήταν ένας ισχυρός παράγοντας πρόβλεψης της σύνθεσης των φυτοκοινοτήτων, όπως αποδεικνύεται τόσο από το διάγραμμα ταξινόμησης NMDS όσο και από τις σημαντικές διαφορές στη σύνθεση των κοινοτήτων μεταξύ των κατηγοριών DTW.



Σχήμα 4: Διάταξη NMDS που δείχνει τη διαφοροποίηση των φυτοκοινοτήτων μεταξύ των DTW τάξεων. Μπλε τετράγωνα = υγρή, πράσινα τετράγωνα = ενδιάμεσα, καφέ τετράγωνα = ξηρή. (Mykrä κ.ά., 2023)

- Υπήρχαν 19 ισχυροί είδη-δείκτες ($IV > 0,25$, $P < 0,05$) για την υγρή κατηγορία, ενώ μόνο ένα είδος βρέθηκε για την ενδιάμεση κατηγορία. Δεν υπήρχαν δείκτες για την ξηρή κλάση, αλλά βρέθηκαν έξι είδη που υποδεικνύουν συνδυασμό των δύο ξηρότερων κλάσεων.
- Όπως αναμενόταν, το εμβαδόν της ρυθμιστικής ζώνης σχετιζόταν στενά με την αξία της ξυλείας, δηλαδή με την απώλεια εσόδων από την υλοτομία, με τις ευρύτερες ρυθμιστικές ζώνες να είναι ακριβότερες, αλλά επειδή υπήρχε διακύμανση στα μήκη των ρεμάτων, η τιμή κανονικοποιήθηκε ως προς το εμβαδόν για να είναι δυνατή η αμερόληπτη σύγκριση. Η μέση σταθμισμένη ως

προς την έκταση τιμή της συνολικής ξυλείας ήταν υψηλότερη (4092 EUR/ha) για DTW0,5 m + RUSLE, αλλά η χαμηλότερη τιμή (3472 EUR/ha) παρατηρήθηκε για DTW0,5 m. Κατά μέσο όρο, η επιλεκτική υλοτομία μείωσε το συνολικό κόστος κατά 50 %, αλλά υπήρξε μεγάλη διακύμανση στις αξίες των υλοτομούμενων δασικών διαμερισμάτων μεταξύ των ρευμάτων (Mykrä κ.ά., 2023)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ

Όπως αναφέρθηκε στο [Κεφάλαιο 6](#) ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης στη διατήρηση της βιοποικιλότητας αποτελεί ένα μετασχηματιστικό άλμα στην ικανότητά μας να κατανοούμε και να προστατεύουμε τον φυσικό κόσμο. Οι τεχνολογίες αυτές απλοποιούν την ανάλυση δεδομένων, ενισχύουν την προγνωστική μοντελοποίηση και αποκαλύπτουν κρυμμένα μοτίβα μέσα στα οικοσυστήματα. Με την αξιοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης και της Μηχανικής Μάθησης (ML), οι συντηρητές μπορούν να λαμβάνουν αποφάσεις βασισμένες σε στοιχεία που ανοίγουν το δρόμο για ένα πιο βιώσιμο μέλλον για όλα τα έμβια όντα στον πλανήτη μας. Στην συνέχεια θα αναφερθούν πιο αναλυτικά η προγνωστική μοντελοποίηση για σημεία βιοποικιλότητας, η αναγνώριση εικόνας για αναγνώριση ειδών, το διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) στην παρακολούθηση και τη συλλογή δεδομένων καθώς και μελέτες περίπτωσης τους.

8.1 ΠΡΟΓΝΩΣΤΙΚΗ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΓΙΑ ΣΗΜΕΙΑ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ

Η προγνωστική μοντελοποίηση έχει αναδειχθεί σε ισχυρό εργαλείο στον τομέα της διατήρησης της βιοποικιλότητας, προσφέροντας πληροφορίες σχετικά με την κατανομή και την καταλληλότητα των ενδιαιτημάτων για διάφορα είδη. Αξιοποιώντας υπολογιστικούς αλγορίθμους και χωρικά δεδομένα, οι συντηρητές μπορούν να προβλέψουν πιθανά hotspots βιοποικιλότητας, να δώσουν προτεραιότητα σε προστατευόμενες περιοχές και να σχεδιάσουν αποτελεσματικές στρατηγικές διαχείρισης. Αυτή η καινοτόμος προσέγγιση ενισχύει την ικανότητά μας να λαμβάνουμε τεκμηριωμένες αποφάσεις και να κατανέμουμε πόρους για μέγιστο αντίκτυπο στη διατήρηση.

Η προγνωστική μοντελοποίηση ξεκινά με τη συλλογή ποικίλων συνόλων δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων περιβαλλοντικών μεταβλητών, αρχείων εμφάνισης ειδών και προτύπων χρήσης γης. Τα δεδομένα αυτά τροφοδοτούνται στη συνέχεια σε εξελιγμένους αλγορίθμους που αναλύουν τις σχέσεις μεταξύ των ειδών και των χαρακτηριστικών των ενδιαιτημάτων τους. Τα μοντέλα που δημιουργούνται από αυτή τη διαδικασία μπορούν να προβλέψουν πού είναι πιθανό να εμφανιστούν ορισμένα είδη, βοηθώντας στον εντοπισμό κρίσιμων περιοχών για προσπάθειες διατήρησης.

Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα της προβλεπτικής μοντελοποίησης είναι η ικανότητά της να εξετάζει ταυτόχρονα πολλούς παράγοντες. Οι κλιματικές μεταβλητές,

η τοπογραφία, η κάλυψη γης και οι ανθρώπινες δραστηριότητες είναι μερικές μόνο από τις μεταβλητές που μπορούν να ενσωματωθούν στα μοντέλα. Αυτή η ολιστική προσέγγιση επιτρέπει στους συντηρητές να κατανοήσουν την πολύπλοκη αλληλεπίδραση των παραγόντων που επηρεάζουν την κατανομή και την αφθονία των ειδών.

Η προγνωστική μοντελοποίηση είναι ιδιαίτερα πολύτιμη σε περιπτώσεις όπου η συλλογή δεδομένων επί τόπου είναι περιορισμένη. Με την επέκταση από τα υπάρχοντα αρχεία εμφάνισης ειδών, τα μοντέλα αυτά παρέχουν πληροφορίες για περιοχές που δεν έχουν ερευνηθεί διεξοδικά. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στους συντηρητές να εστιάσουν τις προσπάθειές τους σε περιοχές που διαθέτουν δυναμικό υψηλής βιοποικιλότητας αλλά δεν έχουν ακόμη διερευνηθεί πλήρως. Οι εφαρμογές της προβλεπτικής μοντελοποίησης επεκτείνονται πέρα από τον εντοπισμό των εστιών βιοποικιλότητας. Καθοδηγούν επίσης τις προσπάθειες αποκατάστασης οικοτόπων, βοηθούν στην πρόβλεψη των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής και υποστηρίζουν την αξιολόγηση των πιθανών απειλών για τα είδη. Τα μοντέλα αυτά ενημερώνουν για τη δημιουργία στρατηγικών προσαρμοστικής διαχείρισης, επιτρέποντας στους συντηρητές να ανταποκρίνονται δυναμικά στις μεταβαλλόμενες συνθήκες και τις αναδυόμενες προκλήσεις.

Ωστόσο, η προγνωστική μοντελοποίηση δεν είναι χωρίς περιορισμούς. Η ακρίβεια των μοντέλων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ποιότητα και την ποσότητα των δεδομένων εισόδου. Τα μεροληπτικά ή ελλιπή δεδομένα μπορεί να οδηγήσουν σε παραπλανητικές προβλέψεις. Επιπλέον, τα μοντέλα αποτελούν απλουστεύσεις των πολύπλοκων οικολογικών συστημάτων και ενδέχεται να μην αποτυπώνουν πλήρως όλες τις αποχρώσεις των σχέσεων ειδών-περιβάλλοντος. (Guisan & Zimmermann, 2000)

8.2 ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΕΙΚΟΝΑΣ ΓΙΑ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΕΙΔΩΝ

Η αναζήτηση για τον εντοπισμό και την κατανόηση της τεράστιας ποικιλίας ειδών της Γης έχει επιταχυνθεί σημαντικά με την ενσωμάτωση της τεχνολογίας αναγνώρισης εικόνων. Αυτή η καινοτόμος προσέγγιση αξιοποιεί αλγόριθμους τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης για την ανάλυση εικόνων οργανισμών και την αντιστοίχισή τους με γνωστά είδη. Η αναγνώριση εικόνας για την ταυτοποίηση ειδών έχει ανοίξει νέες πόρτες στην έρευνα για τη βιοποικιλότητα, επιτρέποντας ταχύτερη και ακριβέστερη ταυτοποίηση, υποστηρίζοντας τις προσπάθειες διατήρησης και προωθώντας μια βαθύτερη σύνδεση μεταξύ του ανθρώπου και του φυσικού κόσμου.

Η διαδικασία ξεκινά με τη συλλογή εικόνων, οι οποίες συχνά συλλαμβάνονται από ερευνητές, επιστήμονες-πολίτες και λάτρεις της άγριας ζωής. Οι εικόνες αυτές αναδεικνύουν διάφορες πτυχές των οργανισμών, όπως η μορφολογία, ο χρωματισμός και η συμπεριφορά τους. Στη συνέχεια, αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης αναλύουν αυτές τις εικόνες, εντοπίζοντας μοναδικά χαρακτηριστικά και μοτίβα που αντιστοιχούν σε συγκεκριμένα είδη.

Μία από τις μετασχηματιστικές πτυχές της αναγνώρισης εικόνας είναι η ικανότητά της να παρέχει ταχεία αναγνώριση ειδών. Οι παραδοσιακές μέθοδοι ταυτοποίησης, όπως η αποκλειστική στήριξη σε οδηγούς πεδίου ή ταξινομικά κλειδιά⁵, μπορεί να είναι χρονοβόρες και να απαιτούν εμπειρογνωμοσύνη. Η τεχνολογία αναγνώρισης εικόνας επιτρέπει γρήγορες και ακριβείς ταυτοποιήσεις ακόμη και από άτομα χωρίς εκτεταμένες ταξινομικές γνώσεις. Αυτός ο εκδημοκρατισμός της ταυτοποίησης δίνει τη δυνατότητα σε ένα ευρύτερο φάσμα ανθρώπων, από τους ερευνητές έως το ευρύ κοινό, να συμβάλλουν στην παρακολούθηση και την έρευνα της βιοποικιλότητας. Επιπλέον, η αναγνώριση εικόνας βοηθά στην τεκμηρίωση των εμφανίσεων των ειδών. Καθώς τα άτομα συναντούν οργανισμούς στα φυσικά τους ενδιαίτηματα, μπορούν να τους φωτογραφίζουν και να υποβάλλουν τις εικόνες αυτές σε βάσεις δεδομένων ή εφαρμογές που είναι εξοπλισμένες με τεχνολογία αναγνώρισης εικόνας. Αυτές οι συνεισφορές ενισχύουν τις προσπάθειες της επιστήμης των πολιτών, παρέχοντας πολύτιμα δεδομένα σχετικά με την κατανομή των ειδών και τις τάσεις των πληθυσμών. Αυτή η συλλογική προσπάθεια ενισχύει την κατανόηση της δυναμικής της βιοποικιλότητας και υποστηρίζει τη λήψη αποφάσεων διατήρησης βάσει στοιχείων.

Ενώ η τεχνολογία αναγνώρισης εικόνας είναι ένα ισχυρό εργαλείο, δεν είναι χωρίς προκλήσεις. Η ακριβής αναγνώριση εξαρτάται από την ποιότητα των εικόνων, την ποικιλομορφία των ειδών που αντιπροσωπεύονται στα δεδομένα εκπαίδευσης και τις δυνατότητες των αλγορίθμων. Η διασφάλιση της καλής εκπαίδευσης και της τακτικής ενημέρωσης της τεχνολογίας είναι ζωτικής σημασίας για αξιόπιστα αποτελέσματα. (Binta Islam κ.ά., 2023) (Zhang κ.ά., 2020)

⁵ Το ταξινομικό κλειδί είναι ένα εργαλείο το οποίο λειτουργεί προσφέροντας μια σταθερή ακολουθία βημάτων ταυτοποίησης. Το κάθε βήμα έχει δύο εναλλακτικές επιλογές που τελικά οδηγεί στην αναγνώριση ενός συγκεκριμένου άγνωστου οργανισμού.

8.3 ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ (IOT) ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΙ ΤΗ ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η συγχώνευση της τεχνολογίας και της οικολογίας έχει οδηγήσει σε καινοτόμες προσεγγίσεις στην παρακολούθηση της βιοποικιλότητας και στη συλλογή δεδομένων, με το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) να βρίσκεται στην πρώτη γραμμή αυτής της επανάστασης. Το IoT, ένα δίκτυο διασυνδεδεμένων συσκευών ενσωματωμένων με αισθητήρες και λογισμικό, έχει επεκτείνει την εμβέλειά του στον φυσικό κόσμο, προσφέροντας πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο για τα οικοσυστήματα και τα είδη. Αυτή η σύγκλιση της ψηφιακής και της φυσικής σφαίρας ενέχει τεράστιες δυνατότητες για την ενίσχυση της κατανόησης της δυναμικής της βιοποικιλότητας και την προώθηση αποτελεσματικών στρατηγικών διατήρησης.

Οι συσκευές IoT, εξοπλισμένες με αισθητήρες που ανιχνεύουν περιβαλλοντικές παραμέτρους όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, το φως και ο θόρυβος, παρέχουν μια συνεχή ροή δεδομένων από απομακρυσμένες και συχνά απρόσιτες τοποθεσίες. Οι συσκευές αυτές μπορούν να αναπτυχθούν σε χερσαία, υδάτινα, ακόμη και εναέρια περιβάλλοντα, επιτρέποντας στους ερευνητές να συλλέγουν δεδομένα από ένα ευρύ φάσμα οικοσυστημάτων. Τα δεδομένα που συλλέγονται μέσω των συσκευών IoT παρέχουν μια ολιστική εικόνα της υγείας του οικοσυστήματος, διευκολύνοντας τον έγκαιρο εντοπισμό αλλαγών και ανωμαλιών. Ένα από τα πλεονεκτήματα του IoT έγκειται στις δυνατότητές του σε πραγματικό χρόνο. Αντί για διακοπόμενη ή χειροκίνητη συλλογή δεδομένων, οι συσκευές IoT παρέχουν συνεχή ροή πληροφοριών. Αυτό είναι ιδιαίτερα πολύτιμο για την παρακολούθηση της συμπεριφοράς των ειδών και της δυναμικής των πληθυσμών. Για παράδειγμα, οι παγίδες κάμερας και οι ακουστικοί αισθητήρες με δυνατότητα IoT καταγράφουν εικόνες, ήχους, ακόμη και δείγματα DNA, ρίχνοντας φως σε ασύλληπτα και νυκτόβια είδη.

Οι συσκευές IoT δεν περιορίζονται μόνο σε οικολογικά δεδομένα- συμβάλλουν επίσης στην κατανόηση των ανθρώπινων επιπτώσεων στο περιβάλλον. Οι αισθητήρες ποιότητας του αέρα και του νερού, για παράδειγμα, ανιχνεύουν ρύπους και αλλαγές στη χημική σύνθεση, παρέχοντας πληροφορίες σχετικά με τις επιπτώσεις των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στα οικοσυστήματα. Οι πληροφορίες αυτές είναι ζωτικής σημασίας για τον σχεδιασμό στοχευμένων στρατηγικών διατήρησης και την υποστήριξη αλλαγών πολιτικής. Επιπλέον, τα δεδομένα που παράγονται από τις συσκευές IoT αποθηκεύονται σε πλατφόρμες που βασίζονται σε νέφος, επιτρέποντας την εύκολη πρόσβαση, ανάλυση

και κοινή χρήση μεταξύ ερευνητών, φορέων χάραξης πολιτικής και του κοινού. Αυτή η προσβασιμότητα προάγει τη διαφάνεια, διευκολύνει τη συνεργασία και δίνει τη δυνατότητα στους ενδιαφερόμενους να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις με βάση ενημερωμένες πληροφορίες.

Παρά την υπόσχεση του IoT, οι προκλήσεις παραμένουν. Η διασφάλιση της ακρίβειας και της αξιοπιστίας των δεδομένων των αισθητήρων, η αντιμετώπιση ζητημάτων προστασίας της ιδιωτικής ζωής και της ασφάλειας των δεδομένων και η διαχείριση των τεράστιων όγκων δεδομένων που παράγονται είναι τομείς που απαιτούν προσοχή. (Turner κ.ά., 2015)

8.4 ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

8.4.1. *ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΟΓΝΩΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗ ΖΥΡΙΧΗ*

Οι Joan Casanelles-Abella κ.α το 2021 χρησιμοποίησαν προγνωστικά μοντέλα για να διερευνήσουν τα οικολογικά χαρακτηριστικά των αστικών οικοσυστημάτων και το κατά πόσον τα χαρακτηριστικά αυτά μπορούν να βοηθήσουν στη διαχείριση της αστικής βιοποικιλότητας.

Περιοχή μελέτης: Η περιοχή μελέτης ήταν η πόλη της Ζυρίχης, Ελβετία. Ο δήμος της Ζυρίχης καλύπτει περίπου 92 km² και έχει πληθυσμό άνω των 400.000 κατοίκων. Το κλίμα της πόλης είναι εύκρατο, με μέση ετήσια βροχόπτωση 1.134 mm και μέση θερμοκρασία 9,3 °C.

Δειγματοληψία πουλιών και ασπόνδυλων: Χρησιμοποιήθηκαν καταγραφές εμφάνισης και αφθονίας ειδών. Μαζί, αυτά τα σύνολα δεδομένων περιέχουν καταγραφές της αστικής πανίδας από 251 τοποθεσίες δειγματοληψίας. Τα σύνολα δεδομένων αντιστοιχούν σε τύπους αστικού πρασίνου που είναι ευρέως διαδεδομένοι σε όλο τον κόσμο, δηλαδή σε πάρκα, κήπους, λαχανόκηπους, εγκαταλελειμμένους χώρους και πράσινο σε ταράτσες. Οι θέσεις δειγματοληψίας είχαν ελάχιστη έκταση περίπου 20 m² και απέχουν μεταξύ τους κατά μέσο όρο περίπου 4000 m, με ελάχιστη απόσταση 100 m και μέγιστη απόσταση 11000 m. Αυτά τα σύνολα δεδομένων περιέχουν επίσης καταγραφές για πάνω από 1500 είδη τόσο πτηνών όσο και ασπόνδυλων.

Η δειγματοληψία των ειδών πουλιών έγινε με τη μέθοδο της σημειακής καταμέτρησης νωρίς το πρωί κατά τη διάρκεια της περιόδου αναπαραγωγής που

διήρκεσε από τον Απρίλιο έως τον Ιούνιο του 2007 και από τον Απρίλιο έως τον Ιούνιο του 2019.

Η δειγματοληψία των ασπόνδυλων ειδών έγινε με τη χρήση παγίδων δραστηριότητας, συμπεριλαμβανομένων παγίδων με τηγάνια (για ασπόνδυλα που πετούν) και παγίδες-λάκκοι (για ασπόνδυλα εδάφους) και επιπλέον με τη χρήση παγίδων-φωλιές για είδη μελισσών και σφηκών που φωλιάζουν σε κοιλότητες.

Επιλογή ταξινομικής ομάδας: Επιλέχθηκαν ταξινομικές ομάδες με περισσότερα από 10 είδη, αποκτώντας ένα αρχικό σύνολο δεδομένων από μέλισσες, σκαθάρια, πουλιά, αιωρομύγες, σαρανταποδαρούσες, δικτυωτές, αληθινά ζώφια, σαλιγκάρια, αράχνες και σφήκες, συνολικά 1446 taxa. Επιπλέον, διαχωρίστηκαν τα σκαθάρια σε τρεις ομάδες. Συνολικά, εξετάστηκαν 12 ταξινομικές ομάδες. Οι μέλισσες συμπεριλήφθηκαν μόνο στις αναλύσεις των κατανομών ποικιλότητας ειδών και όχι στα μοντέλα κατανομής ειδών και πλούτου ειδών. 1394 taxa ταυτοποιήθηκαν σε επίπεδο είδους και τα υπόλοιπα 52 σε επίπεδο γένους.

Περιβαλλοντικά δεδομένα: Τα αστικά οικοσυστήματα διαθέτουν αβιοτικές και βιοτικές συνθήκες, αλλά σε αντίθεση με άλλους τύπους οικοσυστημάτων, αυτές εμπεριέχονται στην ανθρώπινη διάσταση και, ως εκ τούτου, τα αστικά οικοσυστήματα θεωρούνται κοινωνικο-οικολογικά συστήματα

Οι προγνωστικοί παράγοντες που θα εξεταστούν ως υποψήφιες μεταβλητές ήταν:

- το κλίμα,
- τη ρύπανση,
- τη δομή της βλάστησης και
- την αστική κάλυψη γης.

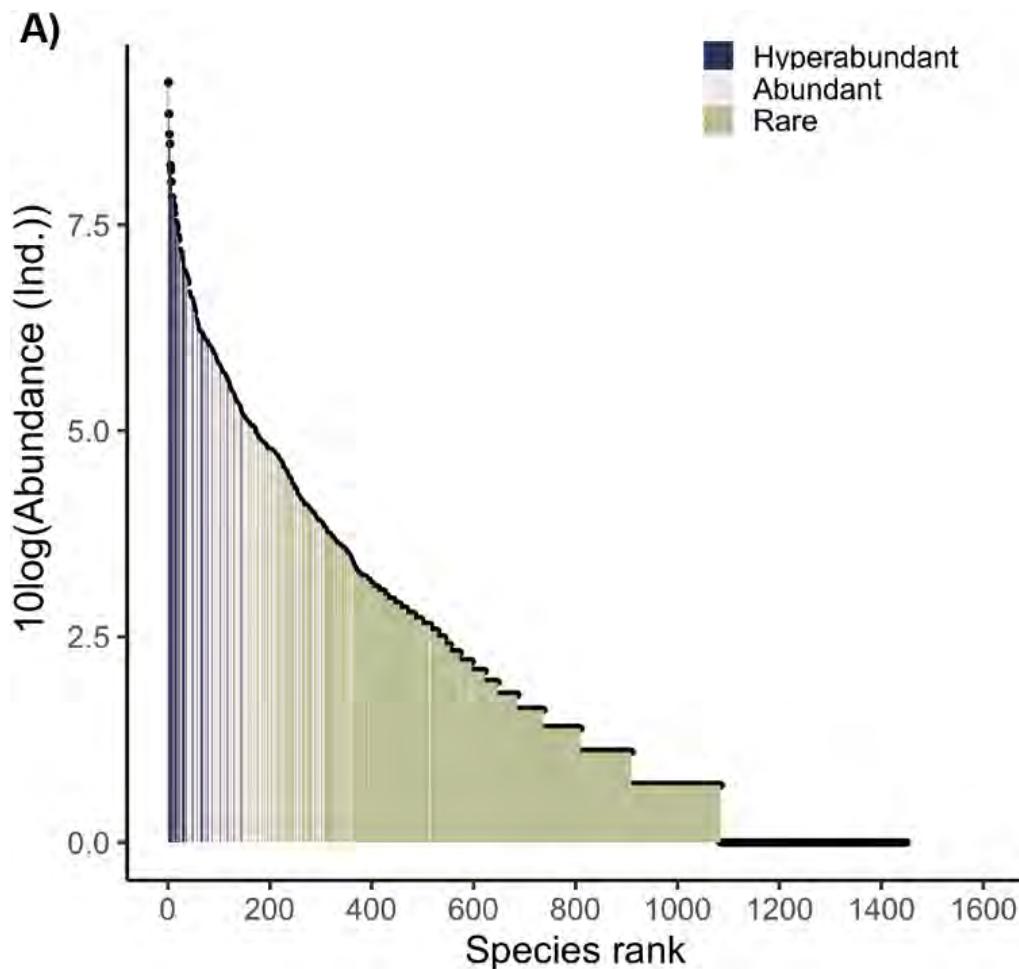
Δεδομένα απόκρισης για μοντέλα κατανομής ειδών και μοντέλα πλούτου ειδών:

Για την εξασφάλιση καλύτερων επιδόσεων των μοντέλων κατανομής, χρησιμοποιήθηκαν δύο τύποι προγνωστικών μοντέλων:

- Μοντέλα κατανομής ειδών (SDM) που επέτρεψαν τη μοντελοποίηση κάθε είδους ξεχωριστά και
- Μοντέλα πλούτου ειδών (SRM) που επέτρεψαν τη μοντελοποίηση της συνολικής ποικιλότητας των ειδών, δηλαδή τη συνεκτίμηση και των σπάνιων ειδών που δεν περιλαμβάνονται στα SDM.

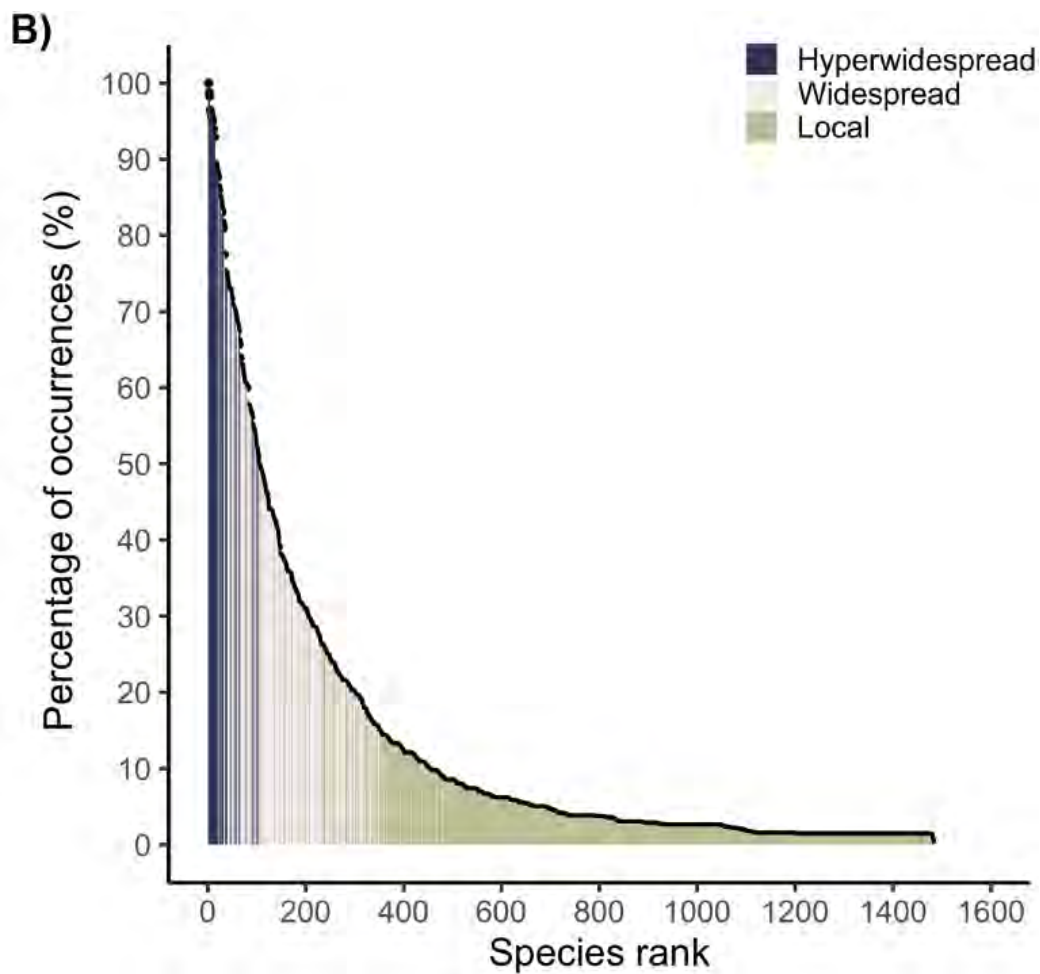
Αποτελέσματα:

Κατανομές ποικιλότητας ειδών: Το καθολικό πρότυπο κατανομής της ποικιλότητας στα μη αστικά οικοσυστήματα συναντάται επίσης σε διάφορα taxa στα αστικά οικοσυστήματα. Τα αστικά οικοσυστήματα ακολούθησαν μια σχέση μεταξύ αφθονίας και κατανομής, με τα διαγράμματα κατάταξης-συχνότητας να δίνουν παρόμοιες ταξινομικές ομάδες ειδών και να ταιριάζουν σε μια κατανομή Pareto. Όπως φαίνεται στο ακόλουθο Σχήμα 5, ένα μικρό ποσοστό ειδών (206) ήταν πολύ άφθονα, αντιπροσωπεύοντας το 90% της συνολικής αφθονίας. Από αυτά, 27 είδη ήταν δυσανάλογα άφθονα, αντιπροσωπεύοντας το ήμισυ των ατόμων του δείγματος 89% των ειδών (1257 είδη) ήταν χαμηλής αφθονίας, αντιπροσωπεύοντας μόνο το 10% των ατόμων του δείγματος, υποδεικνύοντας ότι το αστικό οικοσύστημα αποτελείται από πολύ μεγάλο αριθμό σπάνιων και σπάνιων ειδών.



Σχήμα 5: Διάγραμμα αφθονίας - κατάταξης των ειδών. (Casanelles-Abella κ.ά., 2021)

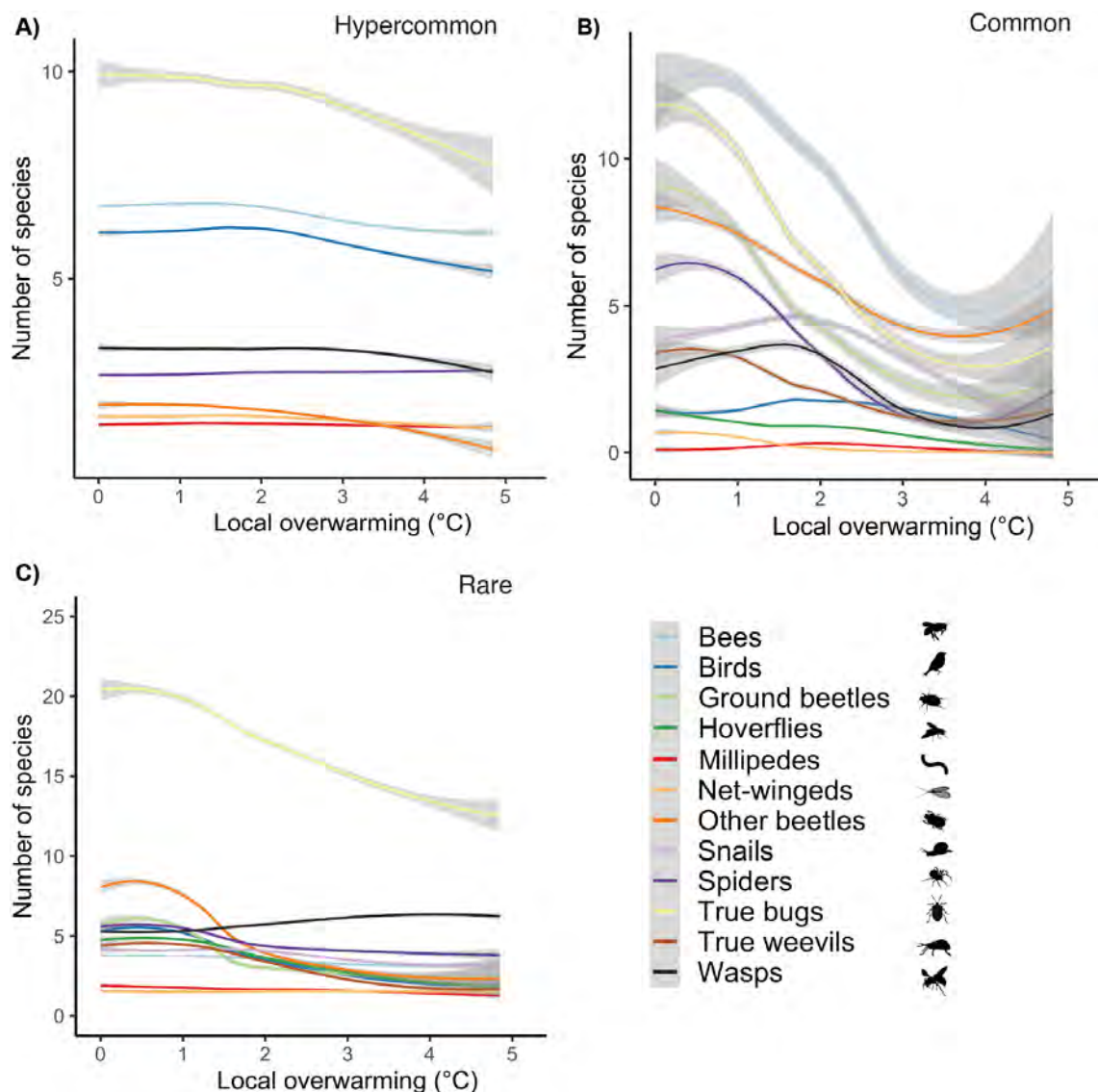
Ένα μικρό ποσοστό ειδών (328 spp.) συγκέντρωσε το 75% των καταγεγραμμένων εμφανίσεων όπως φαίνεται στο επόμενο Σχήμα 6. Μεταξύ αυτών, 55 είδη καταγράφηκαν στις περισσότερες από τις θέσεις μελέτης τους, γεγονός που υποδηλώνει ότι κατανέμονται σχεδόν σε ολόκληρη την πόλη. Η πλειονότητα των ειδών που καταγράφηκαν (1136 spp) ήταν τοπικά απαντώμενα και, επομένως, καταγράφηκαν μόνο σε ένα μικρό μέρος των περιοχών μελέτης όπου έγινε δειγματοληψία. Επιπλέον, το ποσοστό των σπάνιων και τοπικά απαντώμενων ειδών σε κάθε θέση δειγματοληψίας ήταν γενικά χαμηλό.



Σχήμα 6: Διάγραμμα ποσοστό εμφάνισης - κατάταξης των ειδών. (Casanelles-Abella κ.ά., 2021)

Βαθμίδες βιοποικιλότητας στις πόλεις: Η διαβάθμιση της βιοποικιλότητας ήταν έντονη για τα κοινά είδη και την αστική ένταση, η οποία ήταν συνεπής για την πλειονότητα των taxa και αντιπροσωπευόταν καλά από την τοπική υπερθέρμανση, έναν από τους δείκτες της αστικής έντασης. Η τοπική υπερθέρμανση μετρά τον βαθμό θέρμανσης εντός μιας πόλης, κυρίως λόγω της αδιαπέραστης κάλυψης της επιφάνειας

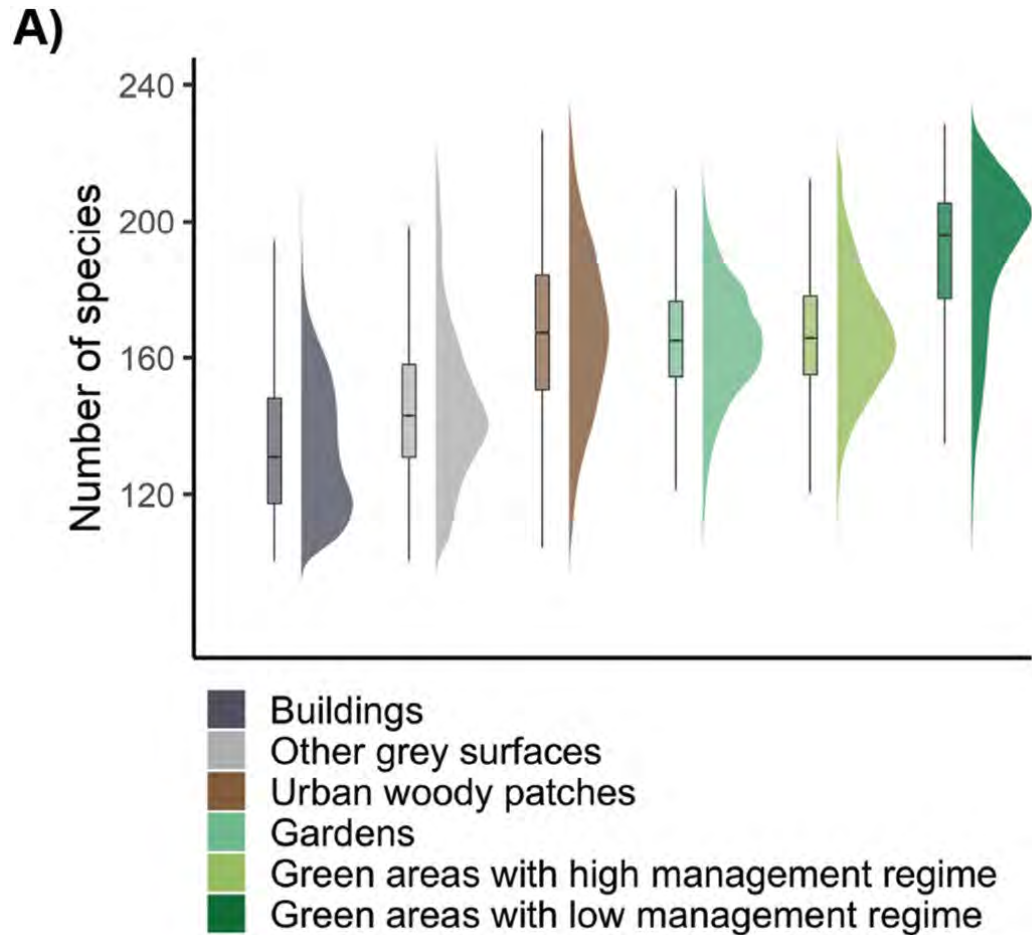
του εδάφους, και συσχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με άλλους δείκτες αστικής έντασης. Ο πλούτος των ειδών ακολούθησε μια αρνητική μη γραμμική σχέση με την τοπική υπερθέρμανση, η οποία ήταν σταθερά διαδεδομένη στα περισσότερα taxa, όπως φαίνεται στο ακόλουθο Σχήμα 7. Αντίθετα, ο πλούτος των σπάνιων ειδών δεν ακολούθησε ανιχνεύσιμη οικολογική διαβάθμιση και ο πλούτος των ειδών ήταν σχετικά σταθερός κατά μήκος της περιφερειακής διαβάθμισης της υπερθέρμανσης. Η αφθονία των εξαιρετικά σπάνιων ειδών σχετιζόταν ασθενώς ή καθόλου με την τοπική αύξηση της θερμοκρασίας.



Σχήμα 7: Διαγράμματα αριθμού ειδών – τοπική υπερθέρμανση. (Casanelles-Abella κ.ά., 2021)

Κατανομή της αστικής βιοποικιλότητας σε όλη την πόλη: Διαπίστωσαν σημαντικές διαφορές στην ποικιλότητα των ειδών στους εξεταζόμενους τύπους κάλυψης

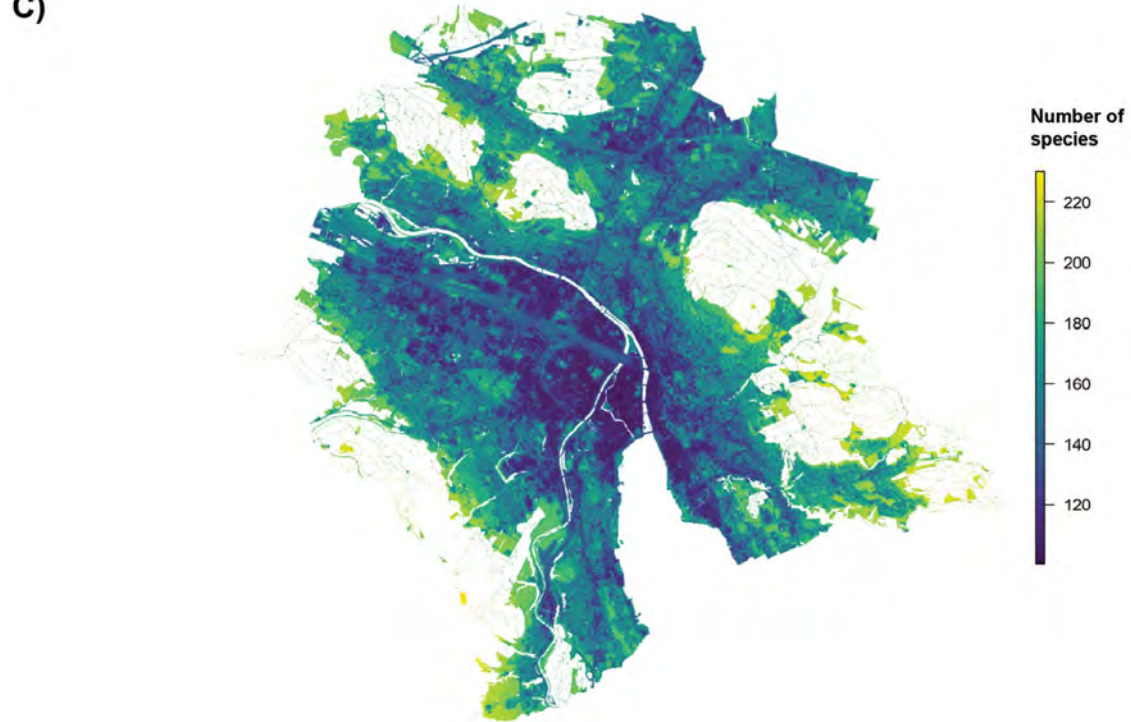
γης που προσφέρουν ευκαιρίες διαχείρισης. Σύμφωνα με την αξιολόγησή τους, ο πλούτος ειδών είναι υψηλότερος χώρους πρασίνου με χαμηλό καθεστώς διαχείρισης, π.χ. λιβάδια, βοσκότοποι και αγροτικές εκτάσεις, οι οποίες χαρακτηρίζονται από χαμηλότερη συχνότητα και ένταση διαχείρισης της βλάστησης σε σχέση με άλλους χώρους πρασίνου γης, ιδίως όσον αφορά τα καθεστώτα κοπής.



Σχήμα 8: Διαγράμματα αριθμού ειδών στους έξι κύριους τύπους κάλυψης γης. (Casanelles-Abella κ.ά., 2021)

Οι χώροι πρασίνου με χαμηλό και υψηλό καθεστώς διαχείρισης αντιπροσώπευαν παρόμοια ποσοστά των αστικών περιοχών. Η αφθονία σαρανταποδαρούσας και σαλιγκαριού κορυφώθηκε στους κήπους, ενώ η αφθονία σφήκας κορυφώθηκε τόσο στους κήπους όσο και στους χώρους πρασίνου υψηλής διαχείρισης. Επιπλέον, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι χώροι πρασίνου είναι άνισα κατανεμημένοι στην πόλη και κατά συνέπεια η βιοποικιλότητα είναι υψηλότερη στις συνοικίες από ότι στο κέντρο όπως φαίνεται στο Χάρτη 9. (Casanelles-Abella κ.ά., 2021)

C)



Χάρτης 9: Συνδυασμένος χάρτης προβλεπόμενου πλούτου ειδών. (Casanelles-Abella κ.ά., 2021)

8.4.2. TREEID: ΈΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΕΙΚΟΝΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΦΥΤΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ

Ο Manu Chopra το 2015 προσπάθησε να δείξει πώς η όραση των υπολογιστών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να κάνει το πρόβλημα της αναγνώρισης φυτικών ειδών απλούστερο και πιο διαισθητικό.

Το TreeID είναι ένα αυτοματοποιημένο σύστημα αναγνώρισης εικόνων φύλλων για την ταυτοποίηση φυτικών ειδών. Στόχος του έργου ήταν να ταξινομηθούν και τα 60.000 δέντρα στην πανεπιστημιούπολη. Το σύνολο δεδομένων ελήφθη από διάφορες διαφορετικές πηγές. Το μοντέλο TreeID περιλαμβάνει τα κύρια ακόλουθα βήματα:

Ταξινόμηση: Για να διευκολυνθεί η διαδικασία αναγνώρισης, ζητήθηκε από τους χρήστες να σχεδιάσουν την εικόνα ενός φύλλου σε ένα ανοιχτόχρωμο, χωρίς υφή φόντο. Οι εικόνες που αποτυγχάνουν σε αυτή την ταξινόμηση δεν υποβάλλονται σε περαιτέρω επεξεργασία, μειώνοντας έτσι τον υπολογιστικό φόρτο του συστήματος.

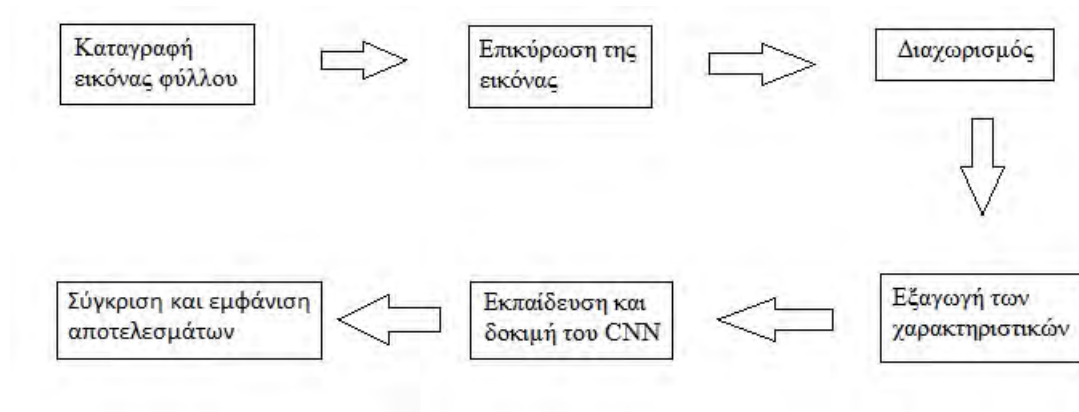


Εικόνα 9: Η εικόνα με ένα μόνο φύλλο σε λευκό, χωρίς υφή φόντο ταξινομήθηκε ως έγκυρη εικόνα ενώ η εικόνα στα αριστερά απορρίφθηκε. (Chopra, 2015)

Τμηματοποίηση: Η αξιόπιστη τμηματοποίηση των φύλλων είναι σημαντική για την ακριβή περιγραφή του σχήματος των φύλλων. Χαρακτηριστικά όπως το χρώμα των φύλλων και τα μοτίβα των φλεβών δεν είναι τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά, καθώς είτε μεταβάλλονται σε μεγάλο βαθμό μεταξύ διαφορετικών δειγμάτων του ίδιου φυτικού είδους είτε δεν είναι συνήθως ανιχνεύσιμα λόγω της κακής ποιότητας της εικόνας. Το TreeID έχει σχεδιαστεί ως καταναλωτική εφαρμογή και οι περισσότεροι χρήστες δεν διαθέτουν φωτογραφική μηχανή υψηλής ανάλυσης αλλά χρησιμοποιούν τις κάμερες των κινητών τους τηλεφώνων.

Εκπαίδευση και δοκιμή του CNN: Χρησιμοποιήθηκε ένα απλό ConvNet τριών επιπέδων με την αρχιτεκτονική (conv-relu-pool) x 2-ane-softmax, το οποίο έδωσε εκπληκτικά ακριβή αποτελέσματα. Επίσης χρησιμοποιήθηκε ένα αναπτυσσόμενο συνελκτικό νευρωνικό δίκτυο (Growing Convolutional Neural Network, CNN⁶), το οποίο αυτο-αναπτύσσεται μέχρι να επιλύσει το πρόβλημα-στόχο, παρέχοντας ένα βέλτιστο συμβιβασμό μεταξύ της ακρίβειας ταξινόμησης και του υπολογιστικού κόστους.

⁶ Το συνελκτικό νευρωνικό δίκτυο (CNN) είναι ένας κανονικοποιημένος τύπος νευρωνικού δικτύου τροφοδότησης προς τα εμπρός που μαθαίνει τη μηχανική των χαρακτηριστικών από μόνο του μέσω βελτιστοποίησης φίλτρων (ή πυρήνων).

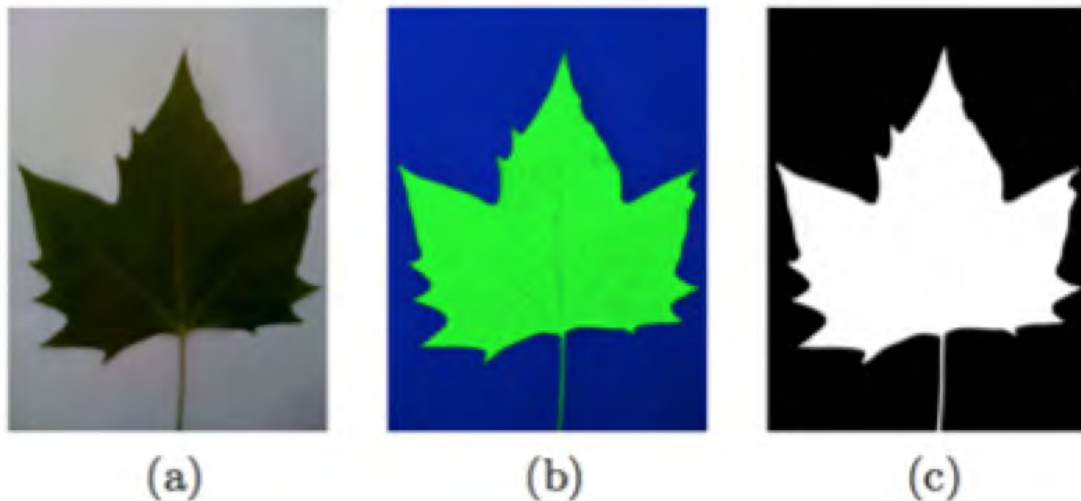


Σχήμα 9: Διάγραμμα ροής του μοντέλου *TreeID*. (Chopra, 2015)

Το *TreeID* χρησιμοποιεί το σχήμα των φύλλων ως μοναδικό αναγνωριστικό. Το σχήμα των φύλλων ποικίλλει σε μεγάλο βαθμό. Ορισμένοι τύποι φύλλων είναι σύνθετα φύλλα (που αποτελούνται από μικρά φύλλα), ενώ άλλοι είναι ομαδοποιημένοι. Αυτό δημιουργεί πολύπλοκα όρια τμημάτων που είναι δύσκολο να αντιμετωπιστούν με αλγορίθμους ανίχνευσης ακμών. Οι προσεγγίσεις με βάση το χρώμα είναι πολύ αποτελεσματικές επειδή δεν κάνουν υποθέσεις σχετικά με την κατανομή των χρωμάτων ή το σχήμα των φύλλων.

Πρώτον, η εικόνα μετατρέπεται από το χώρο RGB στο χώρο HSV. Ο κορεσμός και οι τιμές στο χώρο HSV είναι σταθερά χρήσιμες για τη διάκριση των εικονοστοιχείων των φύλλων από το φόντο. Η απόχρωση διαπιστώθηκε ότι είναι λιγότερο χρήσιμη, καθώς οι αντανakλάσεις από τα φύλλα και το περιβάλλον φύλλωμα συχνά δίνουν στο φόντο μια πρασινωπή απόχρωση.

Στη συνέχεια γίνεται τμηματοποίηση της εικόνας με την εκτίμηση της χρωματικής κατανομής του προσκηνίου και του φόντου με την χρήση Expectation-Maximization (EM), η οποία στη συνέχεια χρησιμοποιείται για την ταξινόμηση κάθε εικονοστοιχείου ανεξάρτητα. Αφού επιλυθεί αυτή η αρχική κατάτμηση με μεγιστοποίηση προσδοκιών, γίνεται επεξεργασία για την αφαίρεση ψευδώς θετικών περιοχών.



Εικόνα 10: Εικόνα φύλλου: a) αρχική RGB, b) μετατροπή σε SV, c) τμηματοποιημένο χρησιμοποιώντας EM. (Chopra, 2015)

Ελήφθησαν τμηματοποιημένες εικόνες και των 50 κλάσεων. Όλες οι εικόνες ήταν 200 x 200 εικονοστοιχεία και οι ψευδώς θετικές ζώνες έχουν αφαιρεθεί. Όλες οι εικόνες μηδενίζονται και μετατοπίζονται έτσι ώστε τα κανάλια να έρχονται πρώτα. Κάθε κλάση έχει 40-50 τμηματοποιημένες εικόνες ενός φυτικού είδους πριν από την αύξηση των δεδομένων. Δημιουργούνται επίσης δύο ξεχωριστά σύνολα επικύρωσης.

Το πρώτο σύνολο επικύρωσης έχει 10 εικόνες για κάθε φυτικό είδος (ή κλάση), οπότε το σύνολο επικύρωσης έχει 500 εικόνες (50 x 10) και το δεύτερο σύνολο επικύρωσης έχει διαφορετικό αριθμό εικόνων για κάθε φυτικό είδος ανάλογα με τη δημοτικότητα του στην πανεπιστημιούπολη. Αυτό σημαίνει ότι το 60% των εικόνων στο δεύτερο σύνολο επικύρωσης ανήκουν σε ένα μόνο φυτικό είδος, δηλαδή στο *Quercus Agrifolia* ή *Coast Live Oak*. Κάθε φυτικό είδος αντιπροσωπεύεται από τη δημοτικότητά του στην πανεπιστημιούπολη στο δεύτερο σύνολο επικύρωσης.

Η εκτέλεση του μοντέλου στο πρώτο σύνολο επικύρωσης δίνει μια καλή ακρίβεια 37,5%, σε σύγκριση με μια τυχαία ακρίβεια 2% για τις 50 κλάσεις. Η εκτέλεση του ίδιου μοντέλου στο πρώτο σύνολο επικύρωσης με μη τμηματοποιημένες εικόνες αποδίδει μια σχετικά κακή ακρίβεια 10%. Αυτό οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στη θόλωση, τις σκιές και άλλα ελαττώματα του φόντου στις αρχικές εικόνες.

Είναι ενδιαφέρον ότι το μοντέλο πέτυχε ακρίβεια περίπου 75% στη δεύτερη επικύρωση. Αυτό οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στο μοναδικό σχήμα του φύλλου της *Coast*

Live Oak σε σύγκριση με τα άλλα φύλλα της βάσης δεδομένων. Τα φύλλα είναι σκουροπράσινα, ωοειδή, συχνά κυρτά, μήκους 27 cm και πλάτους 14 cm, με αγκαθωτά περιθώρια φύλλων και αιχμηρές άκρες που εκτείνονται από τις πλευρικές φλέβες του φύλλου. Μόνο τα φύλλα της ζωντανής βελανιδιάς του φαραγγιού (*Quercus chrysolepis*) έχουν παρόμοιο σχήμα με εκείνα της ζωντανής βελανιδιάς της ακτής.

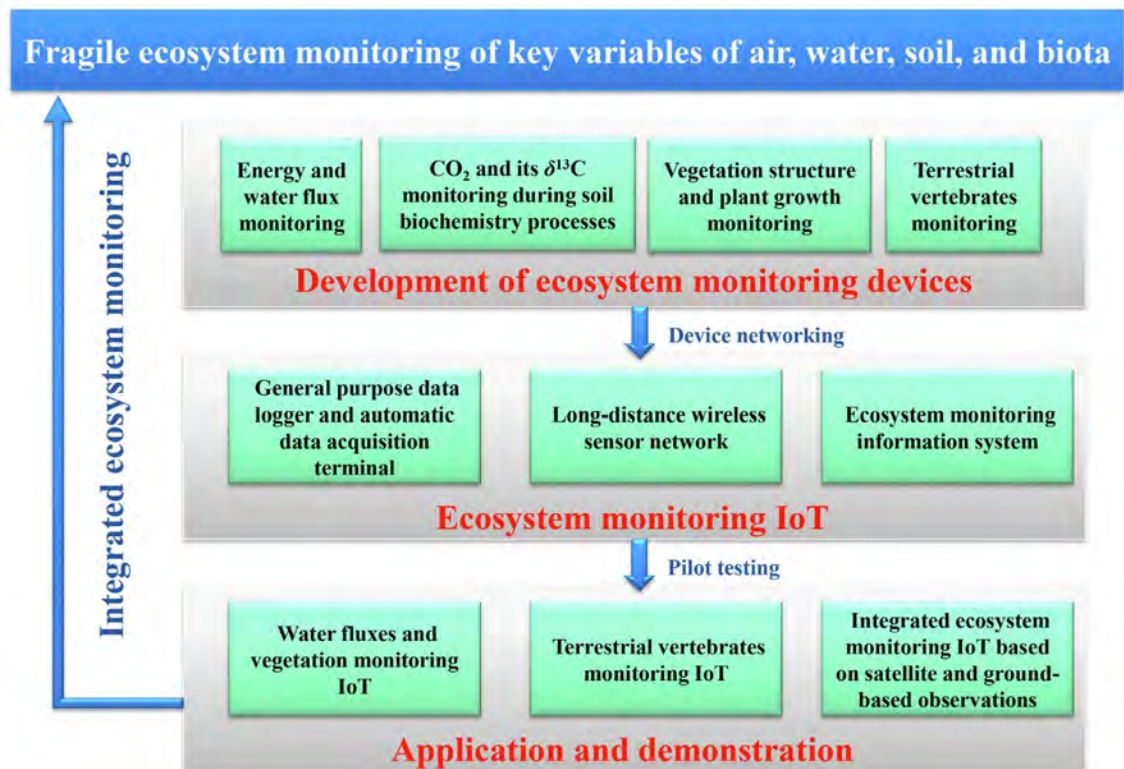
Τέλος, διεξήχθη άλλο ένα πείραμα με την εισαγωγή 10 εικόνων φύλλων της Canyon Live Oak στο δεύτερο σύνολο επικύρωσης. Αυτό το πείραμα απέδωσε επίσης ακρίβεια περίπου 70%, επιβεβαιώνοντας ότι το μοντέλο TreeID λειτουργεί καλά με το ίδιο είδος φύλλου. Η καμπυλότητα είναι μια θεμελιώδης ιδιότητα του σχήματος. (Chopra, 2015)

8.4.3. ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΚΤΥΩΣΗ ΕΞΥΠΝΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΟΥ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Ο Xin Li κ.α. το 2019 παρουσίασαν τις τεχνικές του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) για τη δημιουργία πρωτότυπου συστήματος παρακολούθησης οικοσυστημάτων σε απομονωμένα περιβάλλοντα με την ανάπτυξη καινοτόμων έξυπνων συσκευών και τη χρήση τεχνολογιών IoT.

Έγινε μια προσπάθεια για την ανάπτυξη έξυπνων συσκευών και τεχνολογιών IoT για την παρακολούθηση των οικοσυστημάτων. Οι επιστημονικοί στόχοι αυτής της προσπάθειας είναι οι εξής:

- a. Ανάπτυξη καινοτόμων συσκευών για την παρακολούθηση κύριων μεταβλητών του αέρα, του νερού, του εδάφους και των βιοτόπων. Οι έξυπνες συσκευές θα μπορούν να έχουν πρόσβαση στο δίκτυο μέσω ασύρματης επικοινωνίας.
- b. Δημιουργία ενός IoT για την παρακολούθηση οικοσυστημάτων που θα ενσωματώνει αυτοματοποιημένη συλλογή και μετάδοση δεδομένων, έλεγχο ποιότητας, ανταλλαγή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, ανάλυση δεδομένων και διαδικτυακή οπτικοποίηση.
- c. Δοκιμή, επικύρωση και επίδειξη της δυνατότητας εφαρμογής του IoT για την παρακολούθηση οικοσυστημάτων σε τρία τυπικά ευαίσθητα οικοσυστήματα για την παρακολούθηση και τη διαχείριση οικοσυστημάτων.



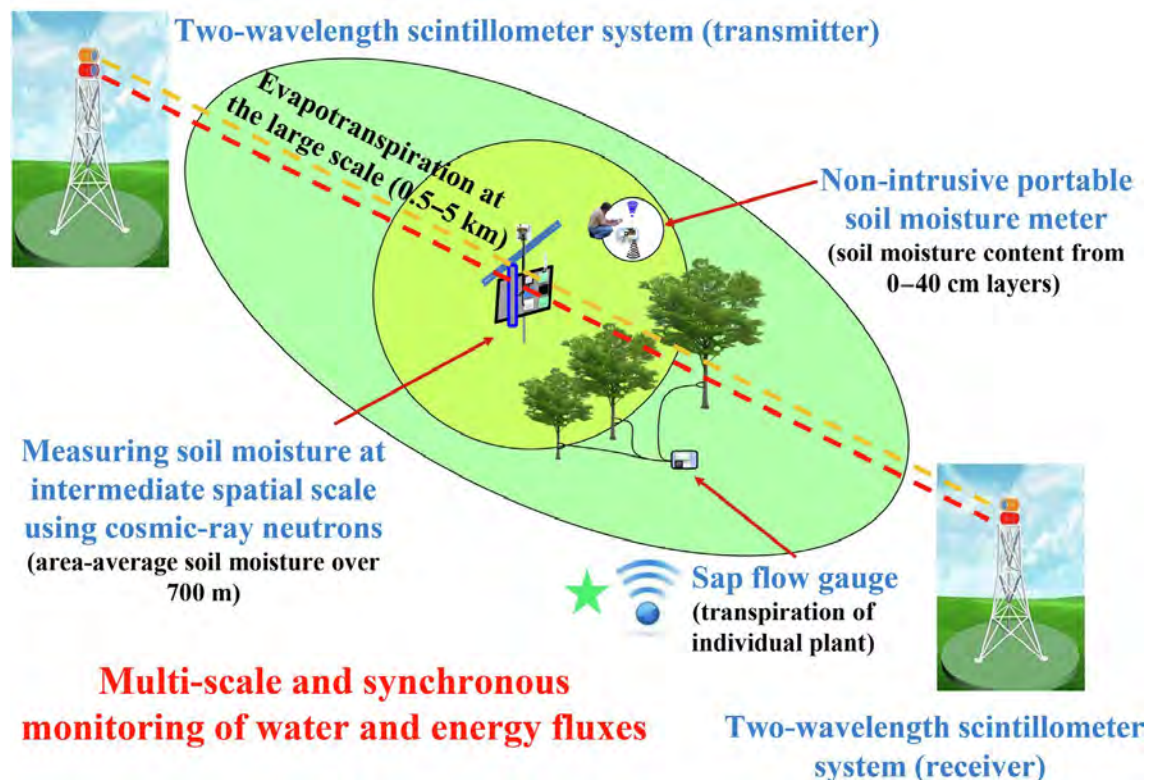
Σχήμα 10: Συνολική αρχιτεκτονική για την ανάπτυξη συσκευών και τεχνικών IoT για την παρακολούθηση οικοσυστημάτων. (Li κ.ά., 2019)

Συσκευές για την παρακολούθηση της ροής ενέργειας και νερού: Η πολυεπίπεδη και σύγχρονη παρακολούθηση των ροών ενέργειας και νερού και της εδαφικής υγρασίας επιτυγχάνεται με το συνδυασμό οργάνων που χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση μεμονωμένων φυτών, κοινοτήτων και οικοσυστημάτων σε κλίμακα τοπίου. Τέτοια όργανα είναι:

- Το σπινθλιόμετρο⁷ δύο μηκών κύματος (εγγύς υπέρυθρο και μικροκύματα) σύστημα μπορεί να μετρήσει τις ροές υδρατμών και θερμότητας σε μεγάλη κλίμακα (0,5-5 km) και έχει ευρείες προοπτικές εφαρμογής, ιδίως σε περιοχές με ετερογενείς επιφάνειες γης.
- Ο μετρητής ροής Sap χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των ρυθμών διαπνοής μεμονωμένων φυτών σε συνθήκες αγρού.

⁷ Το σπινθηρόμετρο είναι ένα επιστημονικό όργανο που χρησιμοποιείται για να μετρήσει τις διακυμάνσεις του δείκτη διάθλασης του αέρα. Αυτές οι διακυμάνσεις προκύπτουν λόγω μεταβολών στη θερμοκρασία, την υγρασία και την πίεση του αέρα.

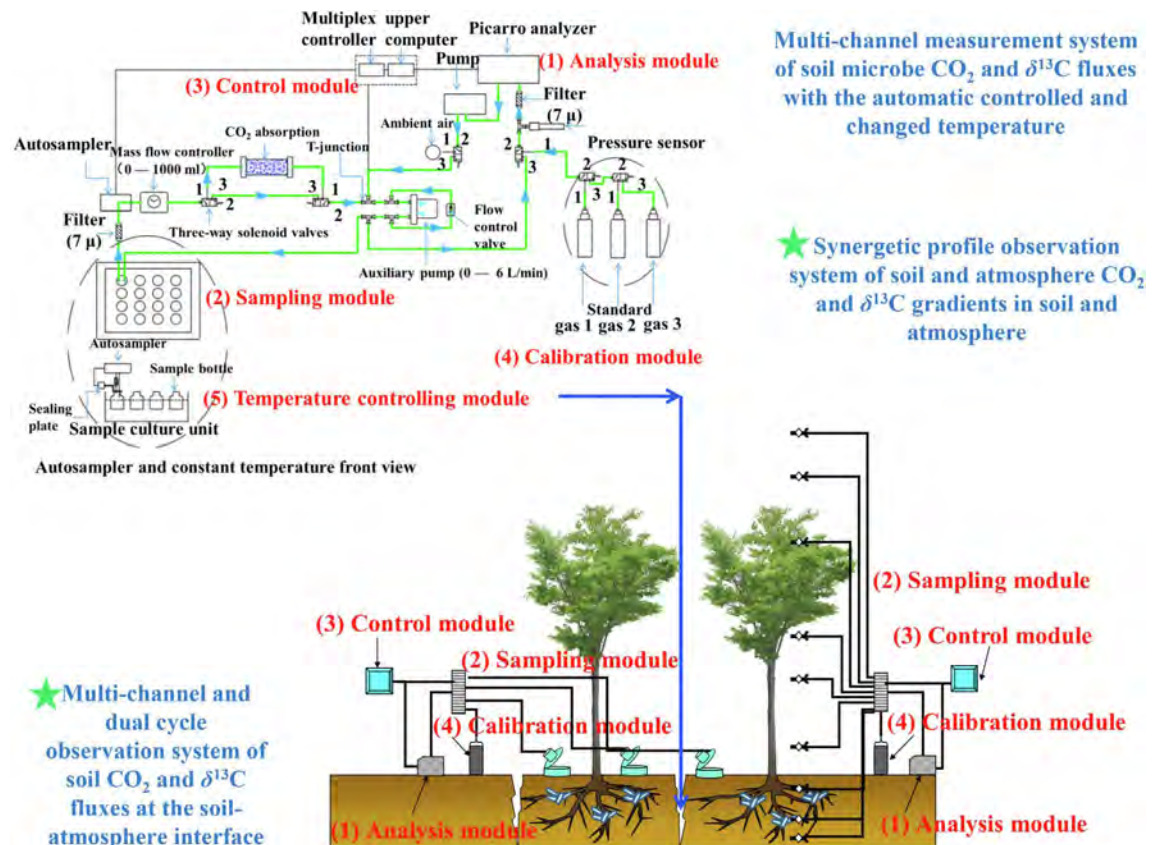
- Οι μη παρεμβατικοί φορητοί μετρητές εδαφικής υγρασίας χρησιμοποιούν τη μέθοδο ανακλασιμετρίας στο πεδίο της συχνότητας (FDR), η οποία χρησιμοποιεί τις διηλεκτρικές ιδιότητες του εδάφους για τη μέτρηση της εδαφικής υγρασίας σε σημειακή κλίμακα.
- Τα συστήματα μέτρησης της εδαφικής υγρασίας σε μεσοκλίμακα που βασίζονται στη μέτρηση των νετρονίων της κοσμικής ακτινοβολίας στην επιφάνεια του εδάφους μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση της μέσης εδαφικής υγρασίας σε ενδιάμεσες κλίμακες από μέτρα έως χιλιόμετρα.



Σχήμα 11: Εξοπλισμός για τη σύγχρονη παρακολούθηση της ροής νερού και ενέργειας σε πολλαπλές κλίμακες. (Li κ.ά., 2019)

Συσκευές παρακολούθησης του διοξειδίου του άνθρακα και του $\delta^{13}\text{C}$ στις βιοχημικές διεργασίες του εδάφους: η αναπνοή του εδάφους είναι μία από τις μεγαλύτερες και σημαντικότερες ροές άνθρακα στα χερσαία οικοσυστήματα. Η ανάπτυξη των τεχνικών υπέρυθρης φασματοσκοπίας υπέρυθρης αναλογίας ισοτόπων (IRIS) επέτρεψε συνεχείς επιτόπιες μετρήσεις του ατμοσφαιρικού διοξειδίου του άνθρακα και του αντίστοιχου $\delta^{13}\text{C}$. Τέτοιες συσκευές είναι:

- Μονάδα βαθμονόμησης για τους αναλυτές IRIS: Για να αντιμετωπιστούν οι εξαρτώμενες από τη συγκέντρωση και το χρόνο μετατοπίσεις του αναλυτή, αναπτύσσουμε ένα σύστημα on-line βαθμονόμησης για τη μη γραμμική απόκριση του οργάνου σε διαφορετικές συγκεντρώσεις, ώστε να διασφαλίσουμε την ακρίβεια και την ακρίβεια του οργάνου.
- Μονάδα δειγματοληψίας για κυκλοφορία υψηλής απόδοσης: Ο έλεγχος της προανάμιξης των αερίων στα κανάλια εν αναμονή των παρατηρήσεων μειώνει το χρόνο παρατήρησης για κάθε κανάλι και βελτιώνει την αποτελεσματικότητα και τη συχνότητα των παρατηρήσεων.
- Μονάδα δειγματοληψίας για προκαταρκτική μείωση υψηλών συγκεντρώσεων CO₂: Για να ξεπεραστεί η μεγάλη διαφορά στις συγκεντρώσεις αερίων του θερμοκηπίου μεταξύ αέρα και εδάφους και η υψηλή συγκέντρωση αερίων του θερμοκηπίου στο έδαφος, θα χρησιμοποιηθούν τυπικά απορροφητικά CO₂ ή μηδενικό αέριο στο σύστημα παράκαμψης για τη μείωση της συγκέντρωσης CO₂ στο κύκλωμα αερίου.
- Μονάδα ελέγχου θερμοκρασίας για αυτόματη ρύθμιση της θερμοκρασίας: Η συσκευή μπορεί να ρυθμίζει τη θερμοκρασία στις φιάλες καλλιέργειας σύμφωνα με τις καθιερωμένες διαδικασίες και πληροί τις πειραματικές απαιτήσεις για την προσομοίωση πολύπλοκων διεργασιών κατά την αποσύνθεση της οργανικής ύλης του εδάφους.

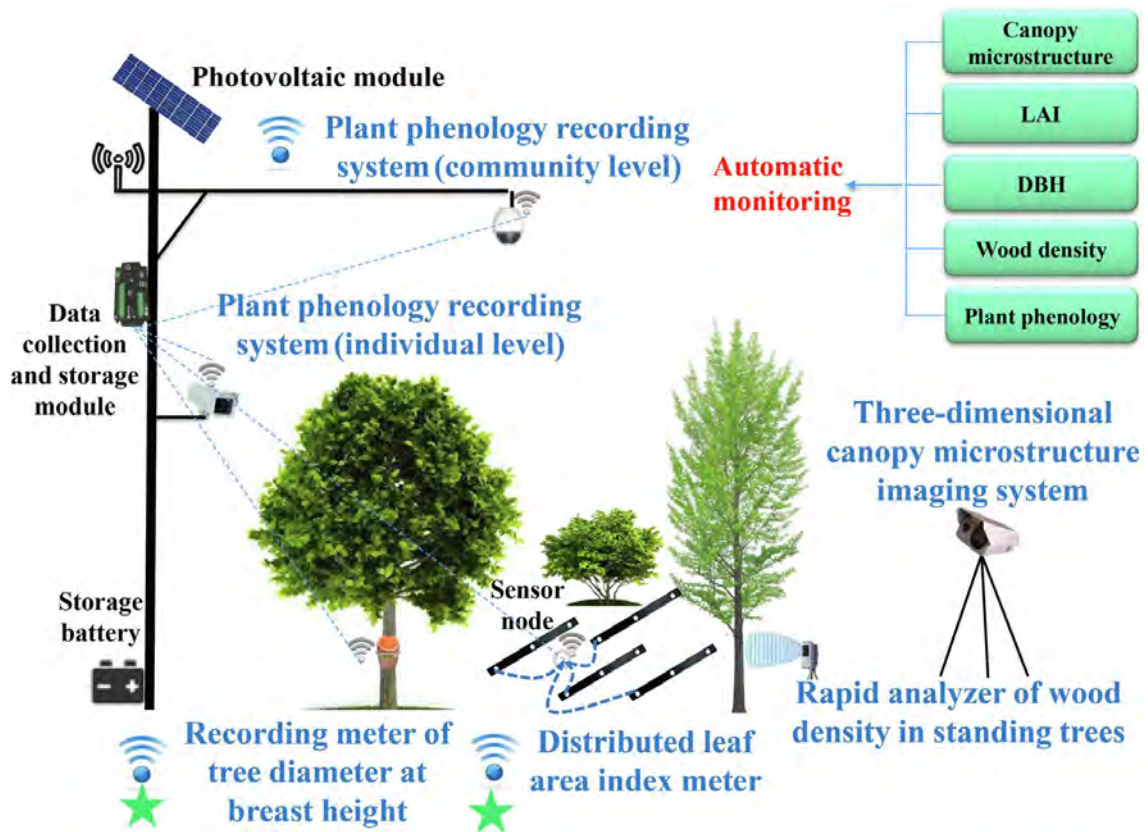


Σχήμα 12: Εξοπλισμός για την παρακολούθηση της παραγωγής και της παροχής CO_2 και $\delta^{13}\text{C}$. (Li κ.ά., 2019)

Συσκευές παρακολούθησης της δομής της βλάστησης και της ανάπτυξης των φυτών: Η δομή της βλάστησης και η ανάπτυξη των φυτών είναι σημαντικοί δείκτες που μπορούν να παρέχουν πληροφορίες για την υγεία των χερσαίων οικοσυστημάτων. Αναπτύχθηκαν πέντε συσκευές για την ολοκληρωμένη παρατήρηση βασικών παραμέτρων της δομής της βλάστησης και της παραγωγικότητας των οικοσυστημάτων:

- Τρισδιάστατη απεικόνιση της μικροδομής των θόλων: Σχεδιάστηκε μια τρισδιάστατη (3D) μέθοδο συσχέτισης απόστασης-έντασης από εικόνες πύλης με τριγωνικά προφίλ απόστασης-έντασης και αναπτύχθηκε ένα 3D σύστημα απεικόνισης μικροδομής θόλου (CanoMIS) για τη συλλογή τρισδιάστατων εικόνων υψηλής ανάλυσης για μετρήσεις μικροδομής κλίμακας χιλιοστών.
- Κατανεμημένος μετρητής LAI: Αναπτύχθηκε μια εφαρμογή με την ονομασία "LAISmart", η οποία μπορεί να αναπτυχθεί σε ένα smartphone και να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό του δείκτη επιφάνειας φύλλων (LAI) με την ταξινόμηση των εικόνων που έχουν ληφθεί με τη χρήση αισθητήρων κάμερας smartphone.

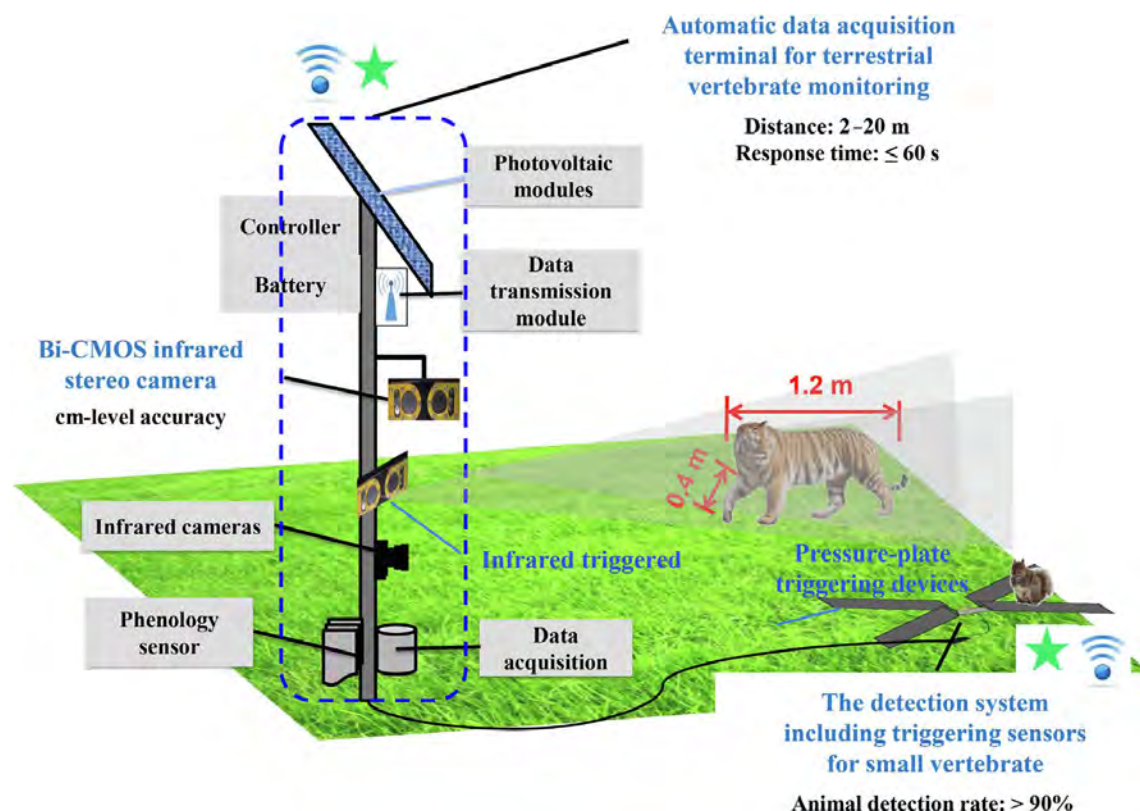
- Μετρητής για την καταγραφή της διαμέτρου του δέντρου στο ύψος του στήθους (DBH): Αναπτύχθηκε μετρητής καταγραφής DBH που μπορεί να καταγράφει αυτόματα το DBH σε υψηλές συχνότητες και υψηλή ακρίβεια στο πεδίο σχεδιάζοντας έναν αισθητήρα μετατόπισης υψηλής ακρίβειας και έναν αλγόριθμο αντιστάθμισης της θερμοκρασίας.
- Μη καταστροφικός αναλυτής πυκνότητας ξύλου για ιστάμενα δέντρα: Αναπτύχθηκε ένας αναλυτής για την on-line μέτρηση της πυκνότητας του ξύλου σε στάσιμη ξυλεία ενσωματώνοντας έναν πομπό μικροκυμάτων, έναν δέκτη, έναν επεξεργαστή σήματος και ένα λογισμικό ανάλυσης.
- Σύστημα καταγραφής της φαινολογίας των φυτών: Αναπτύχθηκε ένα σύστημα παρατήρησης που βασίζεται σε ψηφιακές κάμερες για την ανίχνευση και την παρακολούθηση της φαινολογίας των φυτών.



Σχήμα 13: Εξοπλισμός για την παρακολούθηση της δομής της βλάστησης. (Li κ.ά., 2019)

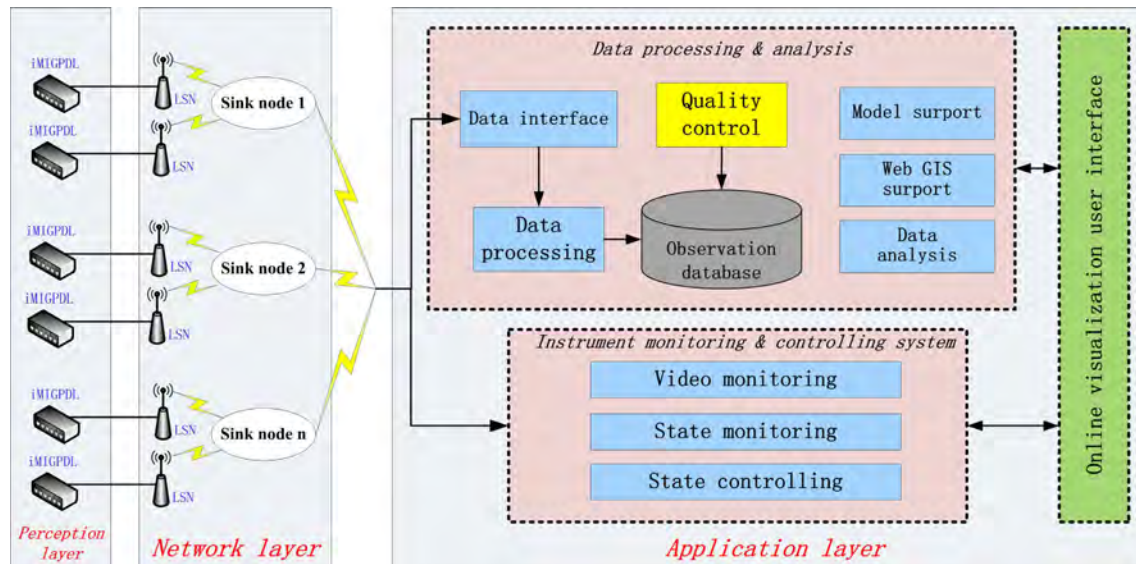
Εξοπλισμός για την παρακολούθηση χερσαίων σπονδυλωτών: Σχεδιάστηκε ένα βελτιωμένο σύστημα αισθητήρων παρακολούθησης ζώων και λογισμικό για τον έλεγχο, την επικοινωνία και τη συλλογή δεδομένων των κόμβων αισθητήρων. Αυτό αποτελείται από:

- Στερεοσκοπική κάμερα υπέρυθρης ακτινοβολίας Bi-CMOS: Αυτή η κάμερα παρέχει πληροφορίες σχετικά με την κίνηση, τη συμπεριφορά και τη χωροχρονική δυναμική της δραστηριότητας των ζώων. Σε αυτή την κάμερα βελτιώθηκαν πολλαπλοί παράγοντες: α) Βελτιώθηκε ο αλγόριθμος αντιστροφής για το μέγεθος της άγριας πανίδας, β) βελτιώθηκε ο αλγόριθμος αντιστοίχισης και διόρθωσης εικόνων για τη διόφθαλμη στερεοσκοπική όραση, γ) αναπτύχθηκε τεχνολογία νυχτερινού φωτισμού και βελτίωσης εικόνας, δ) βελτιώνεται η τεχνολογία απεικόνισης και επεξεργασίας πληροφοριών σε H/Y και ε) βελτιώνεται η τεχνολογία υπέρυθρης σκανδάλης και ελέγχου χρονισμού.
- Συσκευές ενεργοποίησης με πλάκα πίεσης για την παρακολούθηση μικρών σπονδυλωτών: Αναπτύχθηκαν συσκευές σκανδαλισμού με πλάκα πίεσης για την παρακολούθηση μικρών σπονδυλωτών με την απόκτηση του προσανατολισμού και των αποστάσεων αναφοράς της συστοιχίας αισθητήρων και την ενσωμάτωση πληροφοριών πολυτροπικότητας και επεξεργασίας σήματος.



Σχήμα 14: Δικτυωμένες συσκευές για την παρακολούθηση χερσαίων σπονδυλωτών με χρήση υπέρυθρων στερεοσκοπικών καμερών Bi-CMOS. (Li κ.ά., 2019)

Η αρχιτεκτονική του οικοσυστήματος παρακολούθησης του IoT περιλαμβάνει τρία στρώματα: το στρώμα αντίληψης (απόκτηση διαφόρων δεδομένων), το στρώμα δικτύου (απομακρυσμένη μετάδοση των δεδομένων) και το στρώμα εφαρμογής (ευφύες βοηθός παρακολούθησης της πλατφόρμας νέφους).



Σχήμα 15: Η αρχιτεκτονική του οικοσυστήματος παρακολούθησης του IoT (Li κ.ά., 2019)

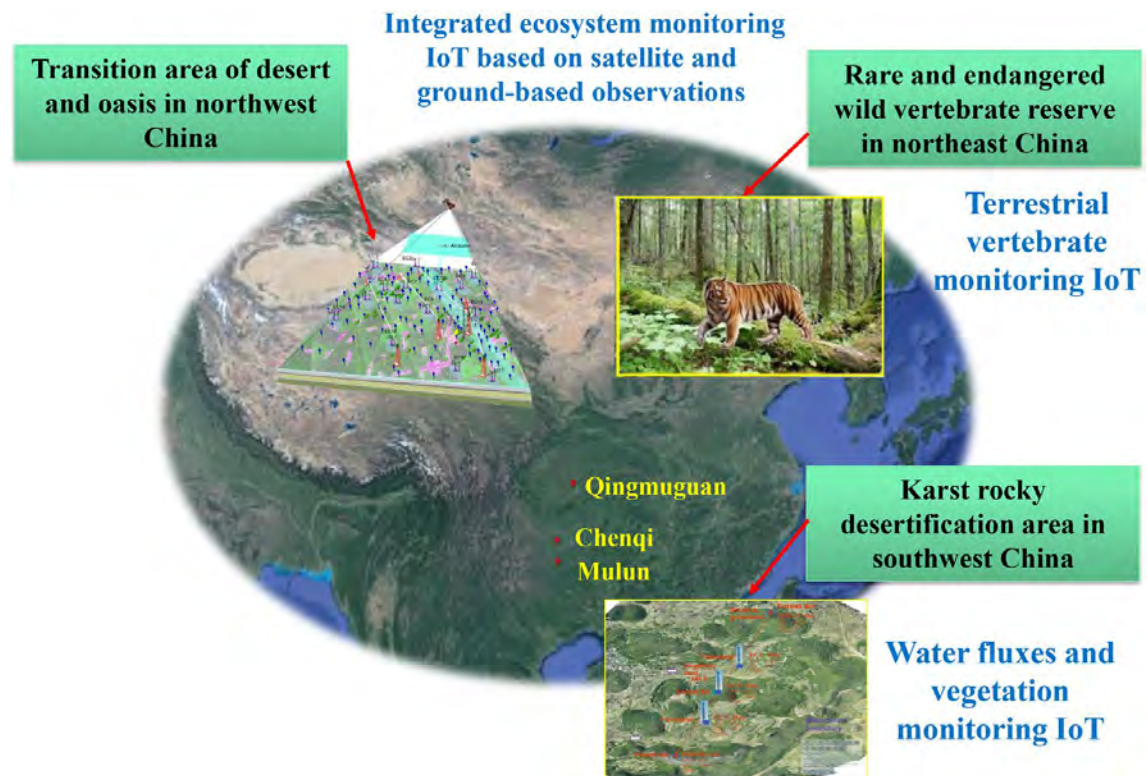
Εφαρμογή και επίδειξη της παρακολούθησης του οικοσυστήματος IoT: Η πρώτη πλατφόρμα επίδειξης αποτελείται από τρεις τυπικές τοποθεσίες καρστικής⁸ βραχώδους ερημοποίησης (KRD) στη Νοτιοδυτική Κίνα:

- μιας κοιλότητας καρστικής κορυφής στη λεκάνη απορροής Chenqi
- ενός καρστικού οροπεδίου στο Mulun και
- μιας κοιλάδας καρστικής κοιλάδας στη λεκάνη απορροής Qingmuguan.

Η δεύτερη περιοχή επίδειξης βρίσκεται στο Εθνικό Πάρκο για τις τίγρεις Αμούρ και τις λεοπαρδάλεις Αμούρ και παρέχει μια σταθερή βάση για την επίδειξη συσκευών παρακολούθησης σπονδυλωτών.

Τέλος η τρίτη πλατφόρμα επίδειξης δημιουργήθηκε με βάση οικοϋδρολογικά πειράματα στη λεκάνη απορροής του ποταμού Heihe (HRB), Κίνα.

⁸ Τοπίο που καλύπτεται από ασβεστόλιθο ο οποίος έχει διαβρωθεί με διάλυση.



Σχήμα 16: Εφαρμογή και επίδειξη του IoT για την παρακολούθηση εύθραυστα οικοσυστημάτων στην Κίνα. (Li κ.ά., 2019)

Οι συσκευές που παράγουν μεγάλες ποσότητες δεδομένων, όπως το σύστημα σπινθηρομέτρου δύο μηκών κύματος, το COSMOS, το σύστημα παρακολούθησης διοξειδίου του άνθρακα και $d^{13}C$ και το σύστημα καταγραφής της φαινολογίας των φυτών, μεταδίδουν δεδομένα παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο σε διακομιστές δεδομένων μέσω του δικτύου 3G/4G.

Στις τοποθεσίες του δικτύου παρατήρησης τίγρεων και λεοπαρδάλων έχουν εγκατασταθεί κάμερες Bi-CMOS, ενεργοποιητές πλάκας πίεσης και τερματικά αυτόματης συλλογής δεδομένων για τη δημιουργία παγίδων με κάμερες για την παρακολούθηση μεγάλων γατών και μικρών σπονδυλωτών. Το τερματικό συλλογής δεδομένων διαθέτει τεχνολογία σύγχρονης ενεργοποίησης και ελέγχου για πολλαπλούς αισθητήρες και συνεχή παροχή ρεύματος για τη μετάδοση δεδομένων παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο. Η μέθοδος αυτή επιτρέπει την παρακολούθηση άγριων σπονδυλωτών παντός καιρού στο πεδίο και μπορεί να προσφέρει πολύτιμη και αποτελεσματική υποστήριξη για τη προστασία σπάνιων και απειλούμενων ζώων. (Li κ.ά., 2019)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: ΓΕΝΕΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΣΥΝΘΕΤΙΚΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Όπως αναφέρθηκε στο [Κεφάλαιο 6](#) οι γενετικές τεχνολογίες και η συνθετική βιολογία αποτελούν τόσο ισχυρά εργαλεία όσο και ηθικά διλήμματα στη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Προσφέρουν πρωτοφανείς γνώσεις για τη γενετική των ειδών, δυνατότητες αναβίωσης των ειδών και καινοτόμες προσεγγίσεις για τη διαχείριση ασθενειών και την αποκατάσταση οικοτόπων. Καθώς οι τεχνολογίες αυτές συνεχίζουν να εξελίσσονται, είναι υψίστης σημασίας οι εφαρμογές τους να ευθυγραμμίζονται με τις αρχές της υπεύθυνης διατήρησης, διασφαλίζοντας ότι συμβάλλουν θετικά στη διατήρηση της βιοποικιλότητας, διαφυλάσσοντας παράλληλα την ευαίσθητη ισορροπία των φυσικών οικοσυστημάτων. Στην συνέχεια θα αναφερθούν πιο αναλυτικά το barcoding DNA και η ταξονομική ταυτοποίηση, το CRISPR-Cas9 και η γονιδιακή επεξεργασία στη διατήρηση καθώς και μελέτες περίπτωσης τους.

9.1 BARCODING DNA ΚΑΙ ΤΑΞΟΝΟΜΙΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ

Στην προσπάθεια να διαλευκανθούν τα μυστήρια της βιοποικιλότητας της Γης, η γραμμωτή κωδικοποίηση DNA έχει αναδειχθεί ως μια επαναστατική τεχνική που ξεπερνά τις παραδοσιακές μεθόδους ταξονομικής ταυτοποίησης. Αναλύοντας συγκεκριμένες αλληλουχίες DNA από διαφορετικά είδη, η γραμμωτή κωδικοποίηση DNA προσφέρει έναν γρήγορο και ακριβή τρόπο ταυτοποίησης και κατηγοριοποίησης των οργανισμών, συμβάλλοντας στην κατανόηση της βιοποικιλότητας και βοηθώντας τις προσπάθειες διατήρησης. Αυτό το γονιδιωματικό εργαλείο γεφυρώνει το χάσμα μεταξύ επιστήμης και φύσης, μεταμορφώνοντας τον τρόπο με τον οποίο ταξινομούμε και προστατεύουμε τις μυριάδες μορφές ζωής που κατοικούν στον πλανήτη μας.

Στο επίκεντρο της γραμμωτής κωδικοποίησης DNA βρίσκεται μια σύντομη και τυποποιημένη αλληλουχία DNA, γνωστή ως "γραμμωτός κώδικας". Η αλληλουχία αυτή εξάγεται από μια συγκεκριμένη γονιδιακή περιοχή που παρουσιάζει παραλλαγές μεταξύ των ειδών, διατηρώντας παράλληλα τη συνοχή εντός ενός είδους. Ο γραμμωτός κώδικας χρησιμεύει ως μια μοναδική γενετική υπογραφή για κάθε οργανισμό, συγκρίσιμη με έναν καθολικό κωδικό προϊόντος που διακρίνει τα είδη στο ράφι ενός σούπερ μάρκετ.

Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα της γραμμωτής κωδικοποίησης DNA είναι η αποτελεσματικότητά της στην ταυτοποίηση ειδών, ακόμη και για στάδια ζωής που είναι δύσκολο να ταυτοποιηθούν με τη χρήση παραδοσιακών μορφολογικών

χαρακτηριστικών. Αυτό είναι ιδιαίτερα επωφελές για την ταυτοποίηση ειδών στα προνυμφικά τους στάδια ή όταν είναι διαθέσιμα για εξέταση μόνο θραύσματα οργανισμών. Η γραμμωτή κωδικοποίηση DNA συμβάλλει επίσης στην αποκάλυψη κρυπτικών ειδών - ειδών που είναι μορφολογικά παρόμοια αλλά γενετικά διακριτά. Η παραδοσιακή ταξινομία μπορεί να παραβλέψει τέτοια είδη, αλλά η γραμμωτή κωδικοποίηση DNA μπορεί να αποκαλύψει κρυμμένη ποικιλομορφία και να επαναπροσδιορίσει τα όρια των ειδών. Οι πληροφορίες αυτές είναι ζωτικής σημασίας για την κατανόηση των οικοσυστημάτων, την παρακολούθηση των χωροκατακτητικών ειδών και τον σχεδιασμό στοχευμένων στρατηγικών διατήρησης.

Εκτός από τις εφαρμογές ταυτοποίησης, η γραμμωτή κωδικοποίηση DNA βοηθά στην παρακολούθηση της βιοποικιλότητας. Αναλύοντας περιβαλλοντικό DNA (eDNA) που εξάγεται από δείγματα νερού, εδάφους ή αέρα, οι ερευνητές μπορούν να ανιχνεύσουν την παρουσία ειδών με μη επεμβατικό τρόπο. Η μέθοδος αυτή παρέχει πληροφορίες σχετικά με την κατανομή των ειδών, ακόμη και σε ενδιαίτηματα στα οποία η πρόσβαση είναι δύσκολη.

Όμως, η γραμμωτή κωδικοποίηση DNA δεν είναι χωρίς περιορισμούς. Η τεχνική απαιτεί μια ολοκληρωμένη βάση δεδομένων αναφοράς γνωστών αλληλουχιών γραμμωτού κώδικα για την ακριβή ταυτοποίηση. Επιπλέον, ενώ η γραμμωτή κωδικοποίηση DNA είναι αποτελεσματική για την ταυτοποίηση σε επίπεδο είδους, ενδέχεται να μην παρέχει το επίπεδο ανάλυσης που απαιτείται για τη διάκριση μεταξύ στενά συνδεδεμένων υποειδών. (Hebert κ.ά., 2003)

9.2 CRISPR-CAS9 ΚΑΙ ΓΟΝΙΔΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ

Η εμφάνιση της τεχνολογίας CRISPR-Cas9 εγκαινίασε μια νέα εποχή ακρίβειας και δυνατοτήτων στο πεδίο της γενετικής χειραγώγησης. Αν και ευρέως αναγνωρισμένη για τις εφαρμογές της στην ιατρική, η CRISPR-Cas9 έχει επίσης ρίξει το μετασχηματιστικό της βλέμμα στη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Αυτό το πρωτοποριακό εργαλείο έχει τη δυνατότητα να αναδιαμορφώσει το τοπίο των προσπαθειών διατήρησης, επιτρέποντας στους επιστήμονες να στοχεύουν συγκεκριμένα γονίδια και να αντιμετωπίζουν κρίσιμες προκλήσεις που αντιμετωπίζουν απειλούμενα είδη και οικοσυστήματα.

Το CRISPR-Cas9 λειτουργεί ως γενετικό ψαλίδι, επιτρέποντας στους επιστήμονες να κάνουν ακριβείς τροποποιήσεις στο DNA ενός οργανισμού. Η

τεχνολογία αυτή προσφέρει πρωτοφανείς ευκαιρίες στον τομέα της διατήρησης, συμπεριλαμβανομένης της δυνατότητας καταπολέμησης των χωροκατακτητικών ειδών, του μετριασμού των ασθενειών που απειλούν τους πληθυσμούς της άγριας πανίδας και ακόμη και της αντιστροφής των γενετικών μεταλλάξεων που συμβάλλουν στην παρακμή των ειδών.

Μία από τις σημαντικότερες εφαρμογές του CRISPR-Cas9 στη διατήρηση είναι η δυνατότητα εισαγωγής γονιδιακών οδηγιών. Οι γονιδιακές κινήσεις είναι γενετικά στοιχεία που εξασφαλίζουν ότι μια συγκεκριμένη γονιδιακή τροποποίηση κληρονομείται από μεγαλύτερο ποσοστό απογόνων από ό,τι θα συνέβαινε φυσιολογικά. Η τεχνολογία αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την καταστολή ή την τροποποίηση πληθυσμών εισβολικών ειδών, μειώνοντας τις επιπτώσεις τους στα ενδημικά οικοσυστήματα. Με την επεξεργασία γονιδίων που είναι υπεύθυνα για την αναπαραγωγική επιτυχία, οι επιστήμονες μπορούν να οδηγήσουν γενετικές αλλαγές στους πληθυσμούς, προκαλώντας ενδεχομένως μείωση του αριθμού των εισβολικών ειδών. Το CRISPR-Cas9 προσφέρει επίσης τη δυνατότητα να ενισχύσει την ανθεκτικότητα των ειδών έναντι ασθενειών. Για παράδειγμα, επεξεργαζόμενοι τα γονιδιώματα ειδών ευάλωτων σε ασθένειες όπως ο μύκητας chytrid, ο οποίος έχει προκαλέσει μείωση των αμφίβιων παγκοσμίως, οι ερευνητές μπορούν να εισάγουν γενετική αντίσταση. Η προσέγγιση αυτή θα μπορούσε να σώσει είδη που απειλούνται με εξαφάνιση από καταστροφικές επιδημίες και να βοηθήσει στην ανάκαμψη των πληθυσμών.

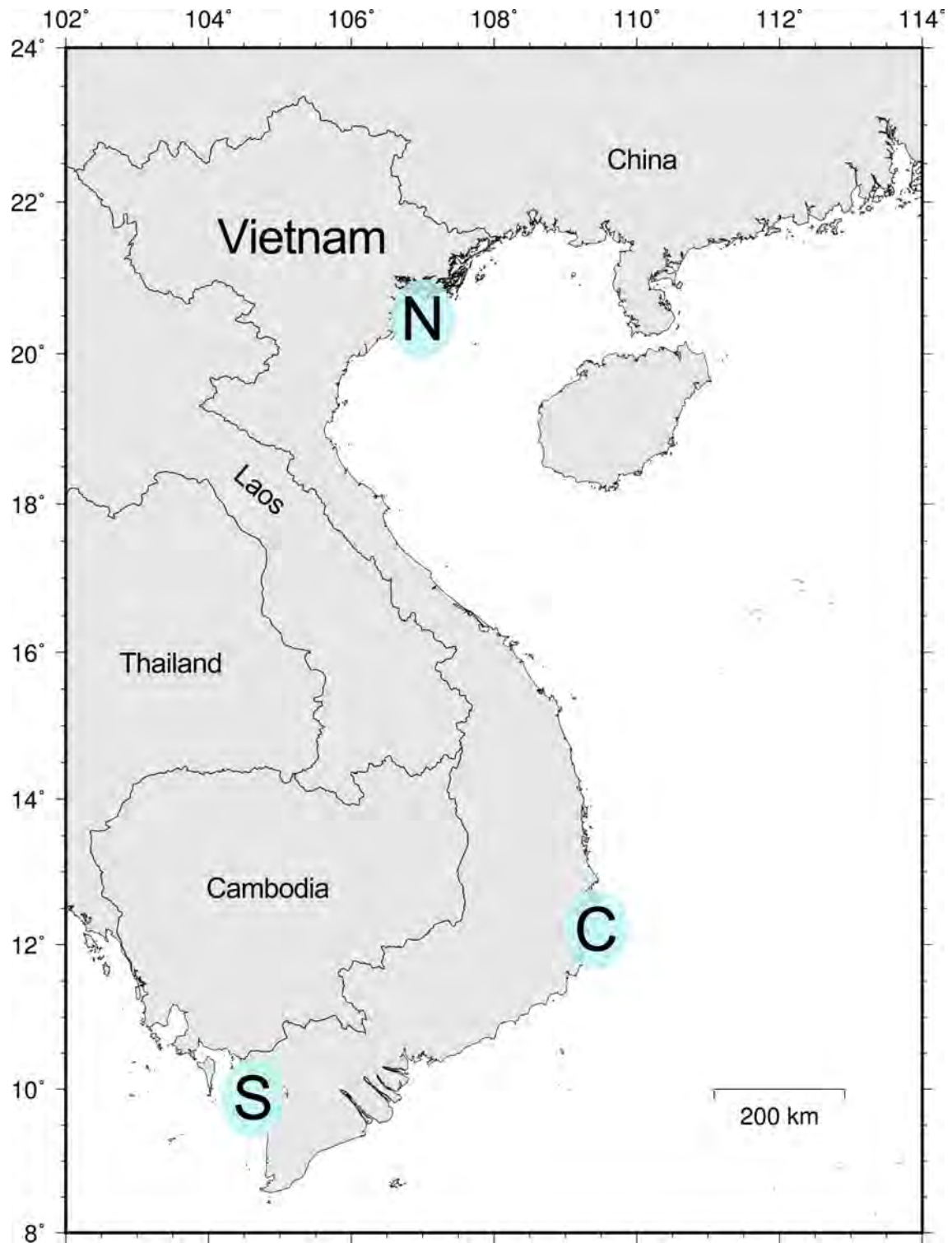
Ωστόσο, η χρήση της CRISPR-Cas9 στη διατήρηση εγείρει ηθικές σκέψεις και οικολογικές ανησυχίες. Η τροποποίηση γονιδίων στη φύση θα μπορούσε να έχει ακούσιες συνέπειες και απρόβλεπτες οικολογικές επιπτώσεις. Κατά συνέπεια, οι προσεκτικές εκτιμήσεις κινδύνου, τα ρυθμιστικά πλαίσια και η συμμετοχή της κοινότητας είναι απαραίτητα για την υπεύθυνη χρήση αυτής της τεχνολογίας. (Esvelt κ.ά., 2014)

9.3 ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

9.3.1. ΓΡΑΜΜΩΤΗ ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ DNA ΤΩΝ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΑΚΤΙΝΟΠΤΕΡΩΝ ΨΑΡΙΩΝ ΣΤΟ ΒΙΕΤΝΑΜ

Οι Pham The Thu κ.α. το 2019 δημιούργησαν μια ολοκληρωμένη βάση δεδομένων γραμμωτής κωδικοποίησης των παράκτιων ακτινόπτερων ψαριών στο

Βιετνάμ η οποία περιλαμβάνει συνολικά 3.638 δείγματα από τόπους εκφόρτωσης ψαριών (στο βόρειο, κεντρικό και νότιο Βιετνάμ).



Χάρτης 10: Τρεις περιοχές δειγματοληψίας κατά μήκος της ακτής του Βιετνάμ. (Thu κ.ά., 2019)

Συλλογή δείγματος: Δείγματα ψαριών συλλέχθηκαν από ιχθυαγορές σε πέντε σημεία δειγματοληψίας που αντιπροσωπεύουν τρεις περιοχές των ακτών του Βιετνάμ κατά τη διάρκεια του 2016-2017. Κάθε δείγμα φωτογραφήθηκε και τα κλιπ πτερυγίου ή ο μυϊκός ιστός κόπηκε πριν από την εξαγωγή DNA, συντηρήθηκε σε αιθανόλη 95% και καταψύχθηκε στους -20°C. Για μεγάλα δείγματα και ακριβά ψάρια, συντηρήθηκαν μόνο δείγματα ιστών. Τα περιγραφικά δείγματα σταθεροποιήθηκαν σε 10% φορμόλη και μεταφέρθηκαν σε διάλυμα αιθανόλης 70% για συντήρηση.

Αλληλούχιση DNA: Ένας αρχικός κατάλογος ειδών καταρτίστηκε με βάση τις φωτογραφίες και τη μορφολογική ταυτοποίηση των δειγμάτων. Με βάση τη μορφολογική ταυτοποίηση, επιλέχθηκε ένα δείγμα από κάθε είδος από κάθε περιοχή για εξαγωγή DNA και περαιτέρω μοριακή βιολογική ανάλυση. Στην συνέχεια:

- Το ακατέργαστο DNA εξήχθη από δείγματα ιστών χρησιμοποιώντας το κιτ καθαρισμού DNA GeneMark.
- Πραγματοποιήθηκε αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης (PCR) για την ενίσχυση της υπομονάδας I της μιτοχονδριακής κυτοχρωμικής οξειδάσης c (COI).
- Η PCR πραγματοποιήθηκε σε όγκο αντίδρασης 25 μL που περιείχε 3 μL πρότυπο DNA, 3 μL από 10x ρυθμιστικό διάλυμα, 2 μL dNTPs (Deoxynucleotide triphosphates), 1,2 μL κάθε εκκινητή (10 μM), 0,13 μL πολυμεράση ProTaq Plus και 14,47 μL απιονισμένο νερό.
- Η PCR πραγματοποιήθηκε με αρχική μετουσίωση στους 94°C για 5 λεπτά και στην συνέχεια από 35 κύκλους ενίσχυσης και τελική επέκταση στους 72°C για 8 λεπτά.
- Τα προϊόντα PCR ελέγχθηκαν με ηλεκτροφόρηση σε πηκτή αγαρόζης 1,5% και στη συνέχεια καθαρίστηκαν με το κιτ καθαρισμού SAP-Exo.
- Οι αλληλουχίες δημιουργήθηκαν με αυτοματοποιημένη ακολουθία ABI 3730 και επεξεργάστηκαν χειροκίνητα με τη χρήση του MEGA έκδοση X (Ανάλυση μοριακής εξελικτικής γενετικής σε υπολογιστικές πλατφόρμες).

Όλες οι αλληλουχίες μεταφράστηκαν σε αμινοξέα για την επιβεβαίωση της αποτελεσματικότητας των αλληλουχιών και για την ανίχνευση της παρουσίας ψευδογονιδίων πυρηνικού DNA, παρεμβολών, διαγραφών ή κωδικονίων διακοπής.

Αναλύσεις δεδομένων: Ο τελικός κατάλογος των ειδών συγκρίθηκε με τέσσερις βιβλιογραφικές αναφορές για τα ψάρια του Βιετνάμ και με την χρήση της

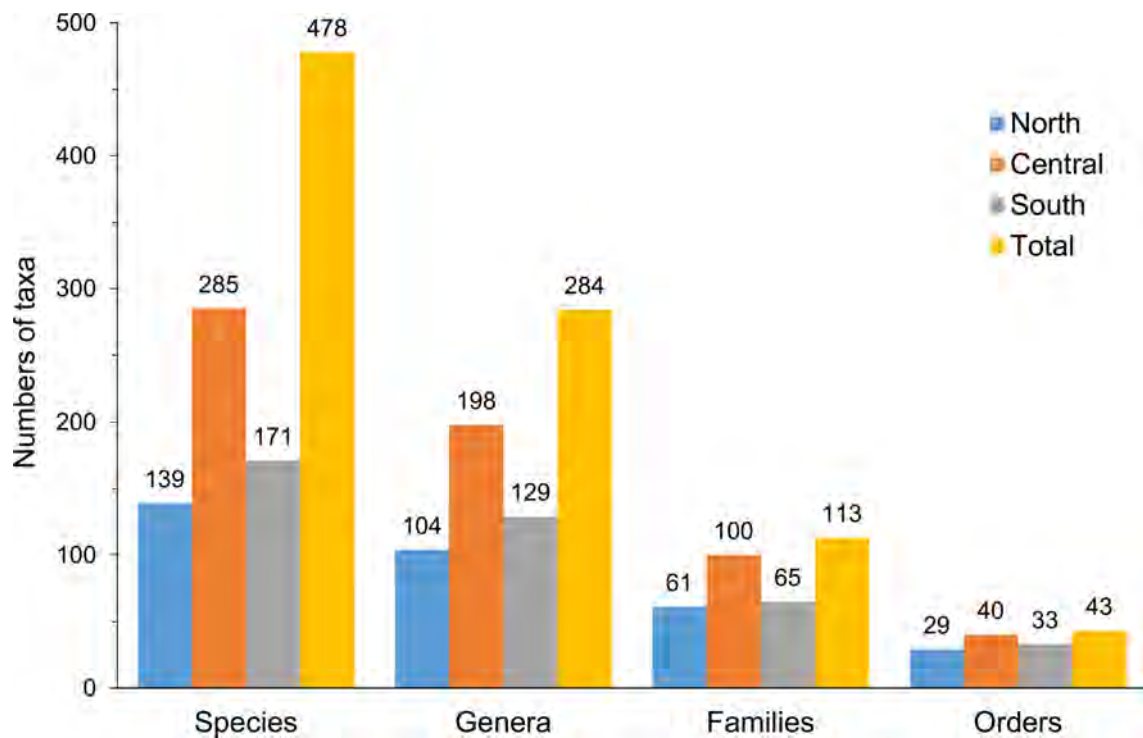
ηλεκτρονικής βάσης δεδομένων Fishbase για τον προσδιορισμό του πλήθους των νέων καταγεγραμμένων ειδών. Οι αλληλουχίες COI ευθυγραμμίστηκαν και κόπηκαν στο ίδιο μήκος με τη χρήση του MEGA X για τη μετέπειτα ανάλυση. Υπολογίστηκαν οι γενετικές αποστάσεις Kimura-2-parameter ⁹(K2P) σε διάφορα ταξονομικά επίπεδα:

- των ενδοειδικών,
- των διαειδικών εντός του ίδιου γένους,
- των διαγενετικών εντός της ίδιας οικογένειας,
- των δια-οικογενειακών εντός της ίδιας τάξης και
- των δια-ταξονομικών στην ίδια τάξη.

Είδη με ενδοειδικές διαφορές άνω του 2% αντιμετωπίστηκαν ως ξεχωριστά είδη. Το δέντρο γειτονικής ένωσης (NJ) των αλληλουχιών COI που αναλύθηκαν δημιουργήθηκε χρησιμοποιώντας το μοντέλο Tamura-Nei + G με 1.000 bootstrap επαναλήψεις. Τόσο ο έλεγχος του μοντέλου όσο και η κατασκευή του δέντρου πραγματοποιήθηκαν στο MEGA X.

Αποτελέσματα: Συλλέχθηκαν συνολικά 3.638 δείγματα ιστών από τις τρεις περιοχές, από τα οποία ελήφθησαν 765 αλληλουχίες COI. Με βάση τη μορφολογική και μοριακή ταυτοποίηση, τα δείγματα αυτά αντιπροσώπευαν 458 είδη από 273 γένη, 113 οικογένειες και 43 τάξεις- από τα 458 είδη, 59 καταγράφηκαν πρόσφατα στο Βιετνάμ και έξι αλληλουχίες ήταν νέες στις ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων Genbank και BOLD. Μόνο 32 είδη δεν μπόρεσαν να σχολιαστούν σε επίπεδο είδους λόγω δυσκολιών στη μορφολογική ταυτοποίηση και γενετικής απόστασης άνω του 2% από την πιο παρόμοια αλληλουχία.

⁹ Μοντέλο νουκλεοτιδικής υποκατάστασης για την εκτίμηση γενετικών διαφορών (που γενικά ονομάζονται γενετικές αποστάσεις) και φυλογενετικών σχέσεων.

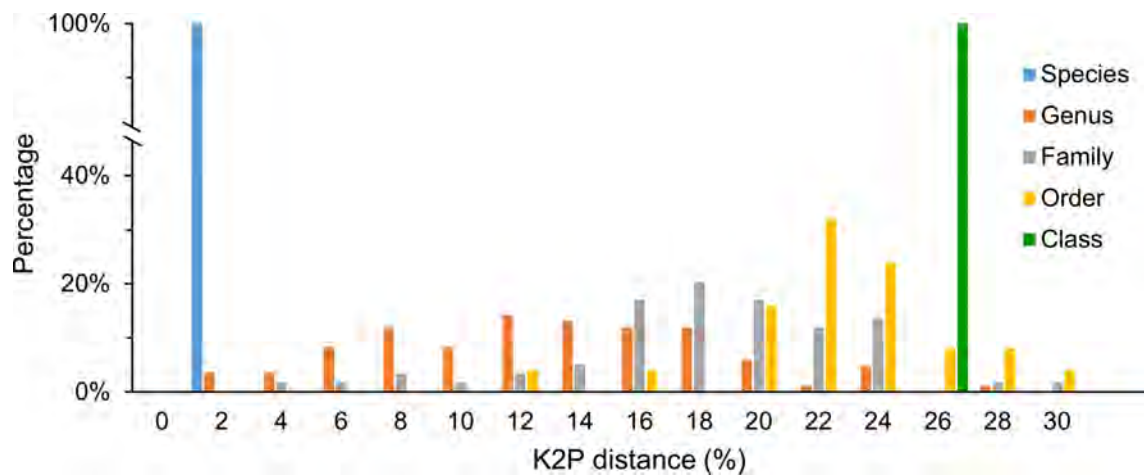


Σχήμα 17: Διαφοροποίηση των ταξονομικών επιπέδων σε κάθε περιοχή. (Thu κ.ά., 2019)

Η μέση ενδοειδική γενετική απόσταση K2P ήταν $0,34 \pm 0,03\%$. Συγκεκριμένα οι γενετικές αποστάσεις ήταν:

- ενδογενετικές $12,14 \pm 0,61\%$,
- οικογένειες $17,39 \pm 0,63\%$,
- τάξεις $21,42 \pm 0,72\%$ και
- κλάσεις $24,80 \pm 1,70\%$.

Η γενετική ποικιλομορφία αυξανόταν με το ταξονομικό επίπεδο, αλλά ο ρυθμός αύξησης μειώθηκε με τις υψηλότερες ταξονομικές κατηγορίες. Τα δέντρα NJ με επιλεγμένες εξωομάδες έδειξαν ότι τα είδη μπορούν να διαχωριστούν σε διαφορετικές συστάδες, κάθε ένα από αυτά.



Σχήμα 18: Κατανομή των αποστάσεων K2P για το μιτοχondριακό COI σε διάφορα ταξονομικά επίπεδα (Thu κ.ά., 2019)

Στο δέντρο NJ που βασίζεται σε 707 θραύσματα COI, όλες οι αλληλουχίες από το ίδιο είδος ήταν μονοφυλετικές. Ωστόσο, 36 γένη δεν ήταν μονοφυλετικά σε ενδογενές επίπεδο: από τα 478 είδη, μόνο 16 προέρχονταν και από τις τρεις περιοχές. Ο αριθμός των κοινών ειδών ήταν σημαντικά υψηλότερος μεταξύ των περιοχών, με 45 είδη στη N-C, 48 στη C-S και 40 στη N-S. Ο αριθμός των κοινών ειδών έδειξε μια τάση προς τις μικρότερες αποστάσεις. (Thu κ.ά., 2019)

9.3.2. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΓΟΝΙΔΙΩΜΑΤΟΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΣΟΛΑΒΗΣΗ CRISPR/CAS9 ΣΕ ΕΝΑ ΚΟΡΑΛΛΙ ΠΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΖΕΙ ΥΦΑΛΟΥΣ

Οι Phillip A. Cleves κ.α. το 2018 σε μια προσπάθεια να κατανοήσουν τις αντιδράσεις των κοραλλιών στο στρες και άλλες πτυχές της βιολογίας τους, απέδειξαν αποτελεσματική επεξεργασία του γονιδιώματος με τη χρήση του συστήματος CRISPR/Cas9 στο κοράλλι *Acropora millepora*.

Τα κοράλλια που δημιουργούν υφάλους είναι οικολογικά, οικονομικά και αισθητικά σημαντικά είδη, τα οποία παρέχουν σημαντικό βιότοπο, πρωτογενή παραγωγή και βιοποικιλότητα στον ωκεανό. Τα κοράλλια έχουν την ικανότητα να αναπτύσσονται σε νερά φτωχά σε θρεπτικά συστατικά και να εναποθέτουν υφαλοκρηπίδα με βάση το ανθρακικό ασβέστιο το οποίο εξαρτάται από τη συμβίωσή τους με δινωμαστιγωτά φωτοσυνθετικά φύκη του γένους *Symbiodinium*, τα οποία καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος των ενεργειακών τους αναγκών. Τα κοράλλια απειλούνται σε όλο τον κόσμο λόγω ανθρωπογενών περιβαλλοντικών πιέσεων και με την κλιματική αλλαγή, οι οποίες έχουν

οδηγήσει στην καταστροφή σημαντικών συμβιωτικών σχέσεων της λεγόμενης "λεύκανσης κοραλλιών" προ οφείλεται στην απώλεια της χρωστικής των φυκών.

Τα περισσότερα κοράλλια που δημιουργούν υφάλους αναπαράγονται εποχιακά, απελευθερώνοντας γαμέτες μία ή δύο φορές το χρόνο σε ανταπόκριση στη θερμοκρασία και στα σεληνιακά ερεθίσματα. Ωστόσο, πολλά είδη κοραλλιών έχουν καθιερώσει μεθόδους για την απόκτηση γαμετών, τη γονιμοποίησή τους και την ανάπτυξη προνυμφών στο εργαστήριο για να προκαλέσουν την εγκατάσταση προνυμφών και τη μεταμόρφωση τους. Με τις μεθόδους αυτές είναι δυνατή η μικροέγχυση μονοκύτταρων ζυγωτών με αντιδραστήρια τροποποίησης γονιδιώματος και η ανάλυση των φαινοτύπων που προκύπτουν, ώστε να δημιουργηθεί απώλεια λειτουργίας.

Σε μια αρχική προσπάθεια δημιουργίας μεταλλάξεων με απώλεια λειτουργίας χρησιμοποιώντας CRISPR/Cas9 στα κοράλλια, στόχευσαν τα γονίδια του *Acropora millepora* που κωδικοποιούν:

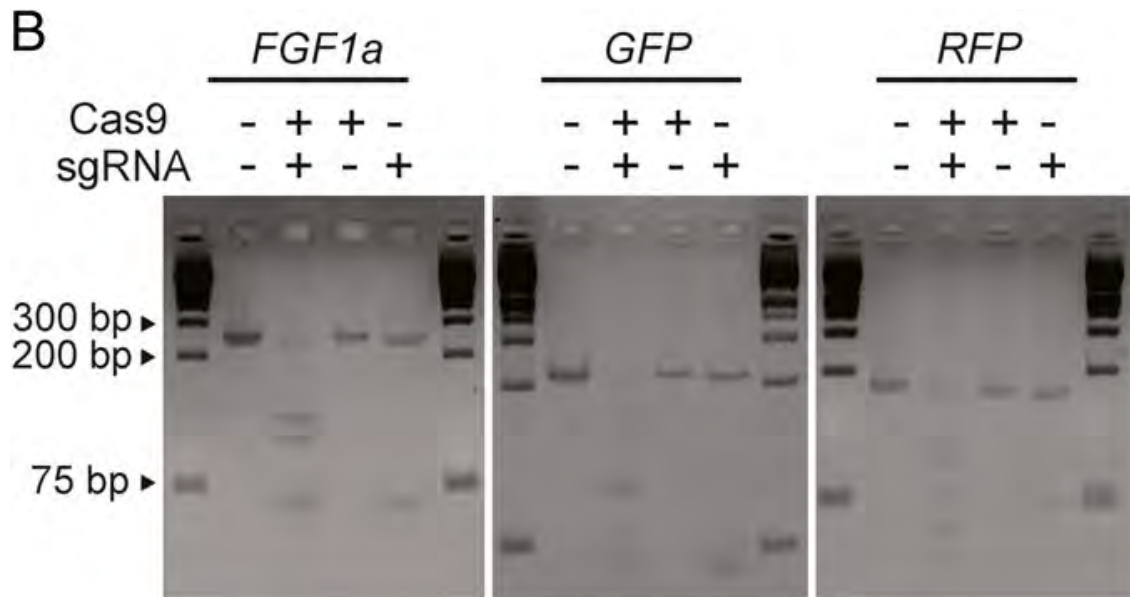
- τον αυξητικό παράγοντα ινοβλαστών 1a (FGF1a),
- την πράσινη φθορίζοντα πρωτεΐνη (GFP) και
- την κόκκινη φθορίζουσα πρωτεΐνη (RFP).

Παρατηρείται αποτελεσματική επαγωγή μεταλλάξεων σε καθένα από τα τρία στοχευμένα γονίδια του *Acropora millepora* μετά από μικροέγχυση κατάλληλων συμπλόκων sgRNA / Cas9, δείχνοντας τη δυνατότητα του CRISPR/Cas9 να επιτρέψει αντίστροφες γενετικές προσεγγίσεις στα κοράλλια.

Σχεδιασμός και in vitro δοκιμή sgRNAs. Για να διερευνηθεί πώς το CRISPR/Cas9 μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόκληση μεταλλάξεων στα κοράλλια, η ομάδα σχεδίασε sgRNAs που στοχεύουν τα γονίδια *Acropora millepora* FGF1a, GFP και RFP. Τα sgRNAs σχεδιάστηκαν έτσι ώστε να περιέχουν ενδογενείς θέσεις περιορισμού που ελαχιστοποιούν το ενδεχόμενο επιδράσεων εκτός στόχου και διευκολύνουν την ανίχνευση μεταλλάξεων.

Στόχευσαν επίσης σε θέσεις στην κωδικοποιητική αλληλουχία του γονιδίου που βρίσκονται αρκετά ψηλά ώστε μια μετάλλαξη που μεταβάλλει το πλαίσιο ανάγνωσης να εξουδετερώνει τη λειτουργία του γονιδίου, αλλά και αρκετά χαμηλά ώστε να είναι απίθανο να παραχθεί ένα λειτουργικό γονιδιακό προϊόν χρησιμοποιώντας μια άλλη θέση έναρξης της μεταγραφής κατάντη της επαγόμενης μετάλλαξης.

Σε δοκιμές *in vitro* έδειξαν ότι ορισμένα από τα sgRNAs ήταν σε θέση να καθοδηγήσουν αποτελεσματικά διάσπαση από το Cas9 των PCR-ενισχυμένων τμημάτων γονιδιωματικού DNA, ενώ δεν παρατηρήθηκε καμία διάσπαση όταν τα τμήματα DNA επωάζονταν μόνο με το Cas9 ή με το sgRNA.



Εικόνα 11: Πέψη *in vitro* του DNA-στόχου *FGF1a*, *GFP* ή *RFP* που επωάζεται με την πρωτεΐνη Cas9, το κατάλληλο sgRNA ή και τα δύο. (Cleves κ.ά., 2018)

Επαγωγή μεταλλάξεων μετά από μικροέγχυση προνυμφών: Για να αποφευχθεί η πιθανή τοξικότητα και η χρονική καθυστέρηση στην επαγωγή μεταλλάξεων που παρατηρείται με τη μεσολάβηση φορέων sgRNA και Cas9, εγχύθηκαν *in vitro* μεταγραφόμενα sgRNA που είχαν προσυνδυαστεί με την πρωτεΐνη Cas9.

Σε καθεμία από τις δύο νύχτες ωοτοκίας, περισσότερα από 400 φρεσκογονιμοποιημένα ζυγωτά εγχύθηκαν δύο ή τρία σύμπλοκα sgRNA/Cas9 ή μόνο με την πρωτεΐνη Cas9 ως αρνητικό έλεγχο. Η επιβίωση των προνυμφών και η συνεχής ανάπτυξη των εμβρύων παρατηρήθηκαν στο 50-75% περίπου των ατόμων που εγχύθηκαν.

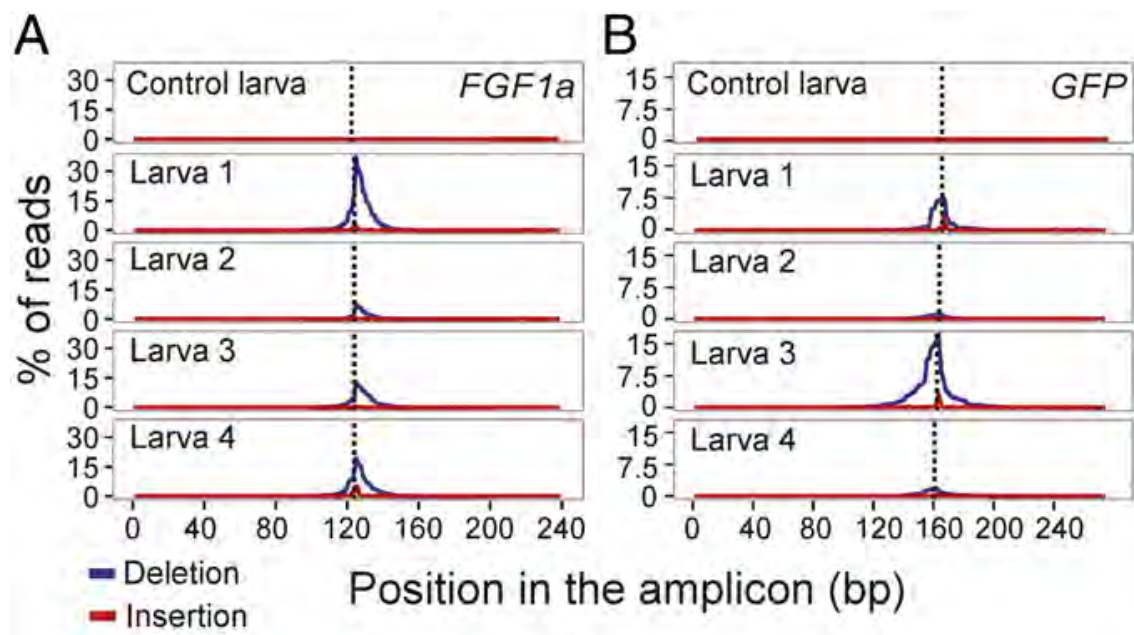
Χρησιμοποίησαν επίσης διάφορες μεθόδους για να αξιολογήσουν την επαγωγή μεταλλάξεων στις επιζώντες προνύμφες:

- Πρώτον, χρησιμοποιήθηκε δοκιμασία πολυμορφισμού μήκους θραύσματος περιορισμού (RFLP) για την εκτίμηση του ποσοστού των προνυμφών που φέρουν

τη μετάλλαξη, η οποία επιτρέπεται από την περιοχή περιορισμού στην περιοχή πρόσδεσης sgRNA.

- Δεύτερον, για να προσδιοριστεί ο τύπος της μετάλλαξης που προκλήθηκε, στη συνέχεια κλωνοποιήθηκαν και αλληλουχήθηκαν τμήματα που είχαν πολλαπλασιαστεί με PCR από προνύμφες για κάθε γονίδιο-στόχο όπου βρέθηκαν μεταλλάξεις στη δοκιμασία RFLP.
- Τρίτον, για να αξιολογήσουν ανεξάρτητα το κλάσμα των προνυμφών στις οποίες προκλήθηκαν μεταλλάξεις, χρησιμοποίησαν την αλληλουχία αμπλικονίων MiSeq υψηλής απόδοσης σε μεμονωμένες προνύμφες που εγχύθηκαν είτε με FGF1a είτε με το σύμπλοκο GFP sgRNA/Cas9.

Η αλληλούχιση MiSeq παρείχε επίσης περαιτέρω ποσοτικές εκτιμήσεις του φάσματος των μεταλλάξεων σε μεμονωμένες προνύμφες. Από τις τέσσερις προνύμφες με ένεση FGF1a και τις τέσσερις προνύμφες με ένεση GFP στις οποίες βρέθηκαν μεταλλάξεις, κατά μέσο όρο περίπου το 22% (FGF1a) και το 9% (GFP) όλων των αναγνώσεων είχαν τουλάχιστον μία διαγραφή και/ή εισαγόμενη βάση.



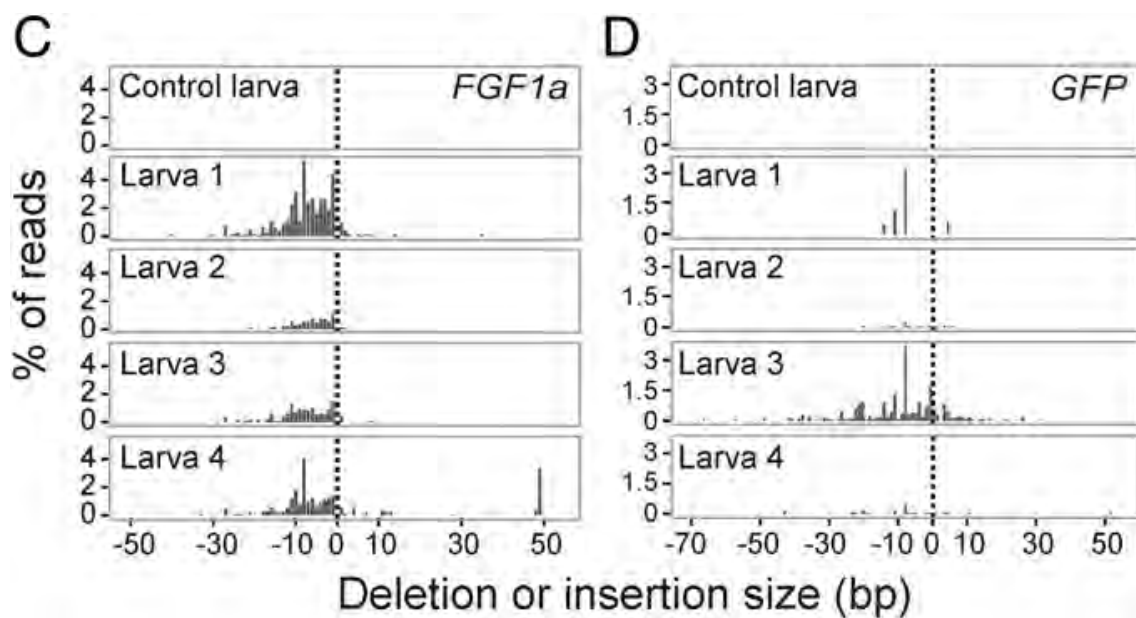
Σχήμα 19: Τα ποσοστά των αναγνώσεων με διαγραμμένη (μπλε γραμμές) ή εισαγόμενη (κόκκινες γραμμές) βάση σε κάθε νουκλεοτιδική θέση. (Cleves κ.ά., 2018)

Όπως αναμενόταν, οι μεταλλάξεις συγκεντρώθηκαν γύρω από τις προβλεπόμενες θέσεις των σπασιμάτων διπλής έλικας που προκαλούνται από το Cas9, με τη πλειονότητα των μεταλλάξεων να είναι διαγραφές 1-10 bp, τυπικές για την επιδιόρθωση των σπασιμάτων διπλής έλικας με μη ομόλογη ένωση άκρων.

Το εύρος των μεγεθών των διαγραφών και των παρεμβολών ποικίλλει μεταξύ των ατόμων, παρόμοια με το πρότυπο της μετάλλαξης από το CRISPR/Cas9 σε άλλα συστήματα.

Οι προνύμφες εκτέθηκαν σε τεμάχια κρούστας κοραλλιογενών φυκών (ένας επαγωγέας της εγκατάστασης και της μεταμόρφωσης) και εξετάστηκαν περίπου 20 ώρες αργότερα. Κατά τη βαθμολόγηση 94 προνυμφών ελέγχου (που είχαν εγχυθεί μόνο με Cas9) και 53 προνυμφών που είχαν εγχυθεί με τα σύμπλοκα FGF1a sgRNA/Cas9, δεν εντοπίστηκε μείωση του ποσοστού των προνυμφών που υπέστησαν μεταμόρφωση στη δεύτερη ομάδα σε σχέση με την πρώτη.

Μέχρι τις 5 ημέρες ανάπτυξης, οι προνύμφες *Acropora millerpora* άγριου τύπου εμφανίζουν φθορισμό GFP σε όλο το μεγαλύτερο μέρος του γαστροδερματός τους και φθορισμό RFP σε επιδερμικά κύτταρα κυρίως στα αβορικά άκρα τους. Σε 54 από τα 55 ζώα ελέγχου και σε 50 από τα 50 ζώα που εγχύθηκαν με τα συμπλέγματα GFP sgRNA/Cas9, δεν είδαμε καμία προφανή αλλαγή σε αυτό το πρότυπο φθορισμού. Ομοίως, 80 από τα 87 ζώα που εγχύθηκαν με τα συμπλοκα RFP sgRNA/Cas9 δεν παρουσίασαν επίσης καμία προφανή αλλαγή στο μοτίβο φθορισμού. Ωστόσο, σε επτά ζώα δεν παρατηρήσαμε ούτε φθορισμό GFP ούτε RFP.



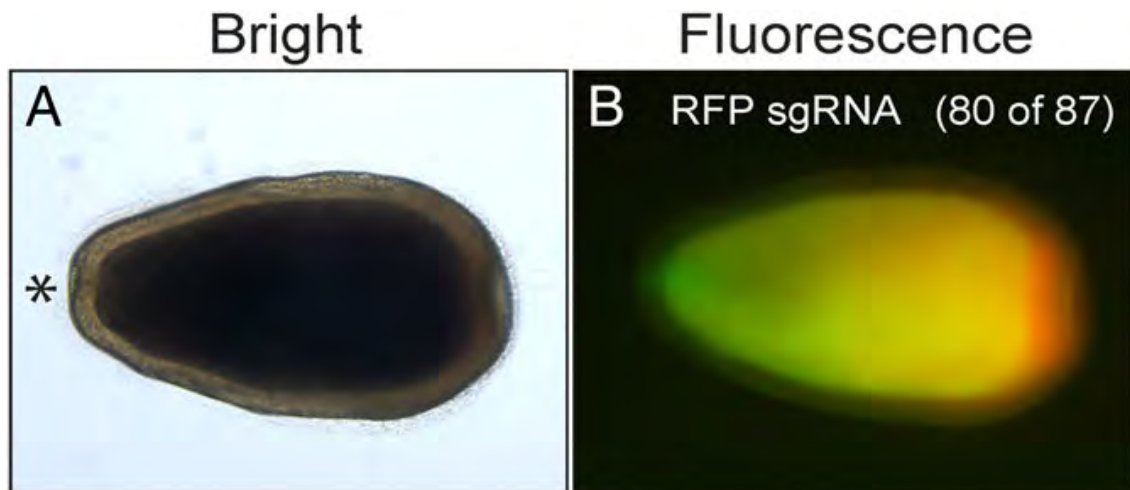
Σχήμα 20: Τα ποσοστά των αναγνώσεων με διαγραφές (αριστερά της διακεκομμένης γραμμής) ή εισαγωγές (δεξιά της διακεκομμένης γραμμής) διαφόρων μεγεθών στις ίδιες προνύμφες. (Cleves κ.ά., 2018)

Γονιδιωματική τροποποίηση δύο ή περισσότερων παραλόγων GFP με ένα sgRNA. Τα GFP και RFP κωδικοποιούνται από οικογένειες γονιδίων με άγνωστο αριθμό αντιγράφων στο γονιδίωμα του *Acropora millepora* και αλληλουχίες που δεν έχουν επιλυθεί πλήρως στη διαθέσιμη γονιδιωματική αλληλουχία. Έτσι, φάνηκε πιθανό ότι οι μεταλλάξεις που προκαλούνται από CRISPR/Cas9 για αυτά τα γονίδια δεν αντιπροσωπεύουν μεταλλάξεις σε έναν μόνο γενετικό τόπο αλλά μάλλον σε δύο ή περισσότερα στενά συνδεδεμένα paralogs.

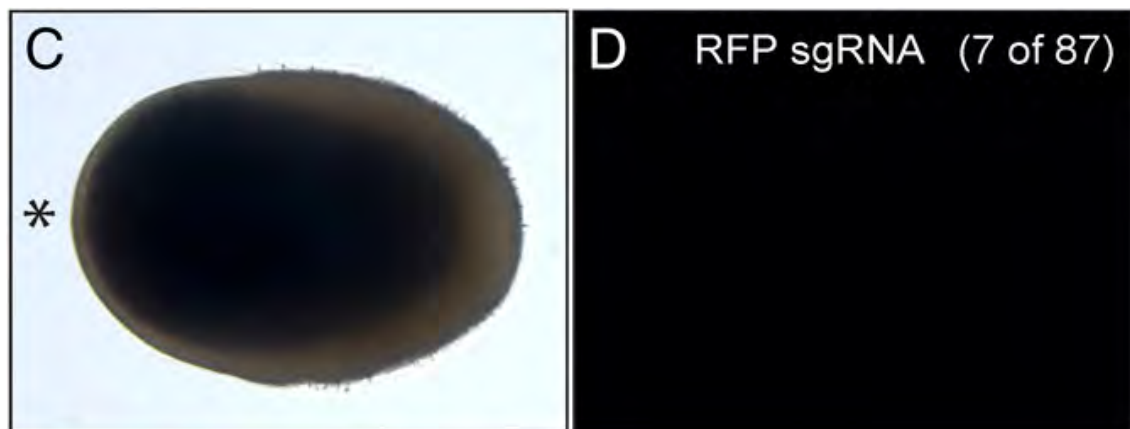
Για την GFP, η αλληλούχιση των αμπλικονίων MiSeq επέτρεψε τη μερική επίλυση αυτού του ζητήματος. Διαφορές ενός νουκλεοτιδίου μεταξύ των αναγνώσεων αλληλουχίας από άτομα ελέγχου επέτρεψαν την ομαδοποίηση των περισσότερων αναγνώσεων σε οκτώ ομάδες που πιθανώς αντιπροσωπεύουν διαφορετικές παραλογόμορφες ή/και αλληλόμορφες αλληλουχίες.

Προσπάθειες ανίχνευσης φαινοτύπων που σχετίζονται με το CRISPR/Cas9-επαγόμενες μεταλλάξεις: Η σηματοδότηση FGF απαιτείται για την ανάπτυξη της ακρολοφίας-φούσκας και της μεταμόρφωσης στη *Nematostella*. Αν και το οι προνύμφες του *Acropora millepora* δεν φαίνεται να έχουν ακραία τούφες, είναι παραμένει πιθανό ότι η σηματοδότηση FGF παίζει ρόλο στον έλεγχο των μεταμόρφωση σε αυτό το είδος. Έτσι, εκθέσανε τις προνύμφες σε τσιπς κοραλλιογενών φυκιών με κρούστα και τις εξετάσαμε ~20 ώρες αργότερα. Στη βαθμολόγηση 94 προνύμφες ελέγχου (εγχυμένες μόνο με Cas9) και 53 προνύμφες που είχαν εγχυθεί με το σύμπλοκα FGF1a sgRNA/Cas9, δεν εντοπίσαμε καμία μείωση των ποσοστού των προνυμφών που υπέστησαν μεταμόρφωση στις τελευταίες ομάδα σε σχέση με την πρώτη.

Μέχρι τις 5 μέρες ανάπτυξης, οι προνύμφες *Acropora millepora* άγριου τύπου εμφανίζουν φθορισμό GFP στο μεγαλύτερο μέρος του γαστροδέρματός τους και RFP φθορισμό στα επιδερμικά κύτταρα κυρίως στα αβορικά τους άκρα. Σε 54 από τα 55 ζώα ελέγχου (που εγχύθηκαν μόνο με Cas9) και 50 από τα 50 ζώα που εγχύθηκαν με τα σύμπλοκα GFP sgRNA/Cas9, δεν είδαμε καμία προφανή αλλαγή σε αυτό το μοτίβο φθορισμού. Ομοίως, 80 από τα 87 ζώα που εγχύθηκαν με τα σύμπλοκα RFP sgRNA/Cas9 δεν παρουσίασαν επίσης καμία προφανή αλλαγή στο μοτίβο φθορισμού. Ωστόσο, σε επτά ζώα, παρατηρήσαμε ότι ούτε η GFP ούτε η RFP φθορισμού. (Lin κ.ά., 2020)



Εικόνα 12: Οι περισσότερες προνύμφες έδειξαν μοτίβο φθορισμού που δεν διέφερε από εκείνο του άγριου τύπου. (Lin κ.ά., 2020)



Εικόνα 13: Ορισμένες προνύμφες που εγχύθηκαν δεν έδειξαν φθορισμό ούτε για το GFP ούτε για το RFP. (Lin κ.ά., 2020)

9.3.3. ΟΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ EDNA ΣΕ ΥΔΡΟΒΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Οι Gold κ.α. το 2021 πραγματοποίησαν σύγκριση μεταξύ των ψαρικών κοινοτήτων εντός και εκτός του κρατικού θαλάσσιου καταφυγίου Scorpion στα ανοικτά της νήσου Santa Cruz, CA. Για τον σκοπό αυτό, χρησιμοποίησαν τεχνικές eDNA metabarcoding και πραγματοποιεί υποβρύχιες οπτικές έρευνες απογραφής.

Μια νεαρή και πολλά υποσχόμενη προσέγγιση για την αξιολόγηση και παρακολούθηση των θαλάσσιων οικοσυστημάτων είναι η χρήση του περιβαλλοντικού DNA, γνωστού και ως "eDNA". Αυτή η τεχνική βασίζεται στην ανίχνευση και ανάλυση του ελεύθερα διαθέσιμου DNA σε δείγματα εδάφους ή νερού. Χάρη στην χρήση της

μεταβολικής κωδικοποίησης και την υψηλή απόδοση της αλληλουχίας επόμενης γενιάς, το eDNA μπορεί να ανιχνεύσει τη βιοποικιλότητα των οργανισμών σε ευρύ φάσμα περιβαλλοντικών δειγμάτων, προσφέροντας ένα γρήγορο, επαναλαμβανόμενο και οικονομικό μέσο αξιολόγησης. Αυτή η τεχνική είναι ιδιαίτερα κατάλληλη για τη μέτρηση της βιοποικιλότητας σε προγράμματα εντατικής παρακολούθησης, όπως αυτά που απαιτούνται για την παρακολούθηση των θαλάσσιων οικοσυστημάτων.

Το eDNA, προσφέρει αρκετά βασικά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους έρευνας με SCUBA για τη μέτρηση της βιοποικιλότητας:

- Το eDNA μπορεί να ανιχνεύσει μια ευρεία ποικιλία θαλάσσιων ειδών.
- Εντοπίζει σπάνια και δύσκολα προσβάσιμα είδη που συχνά παραμελούνται στις παραδοσιακές διαδικασίες έρευνας.
- Η συλλογή eDNA είναι σχετικά απλή, απαιτώντας μικρές ποσότητες θαλασσινού νερού (π.χ. < 3 λίτρα) και απλές τεχνικές φιλτραρίσματος.
- Δεν απαιτεί κατάδυση.
- Είναι οικονομικά προσιτό (π.χ. περίπου 50 δολάρια ανά δείγμα) και μπορεί να αυτοματοποιηθεί.

Παρά τα πλεονεκτήματα αυτά, το eDNA παρουσιάζει επίσης ορισμένους περιορισμούς:

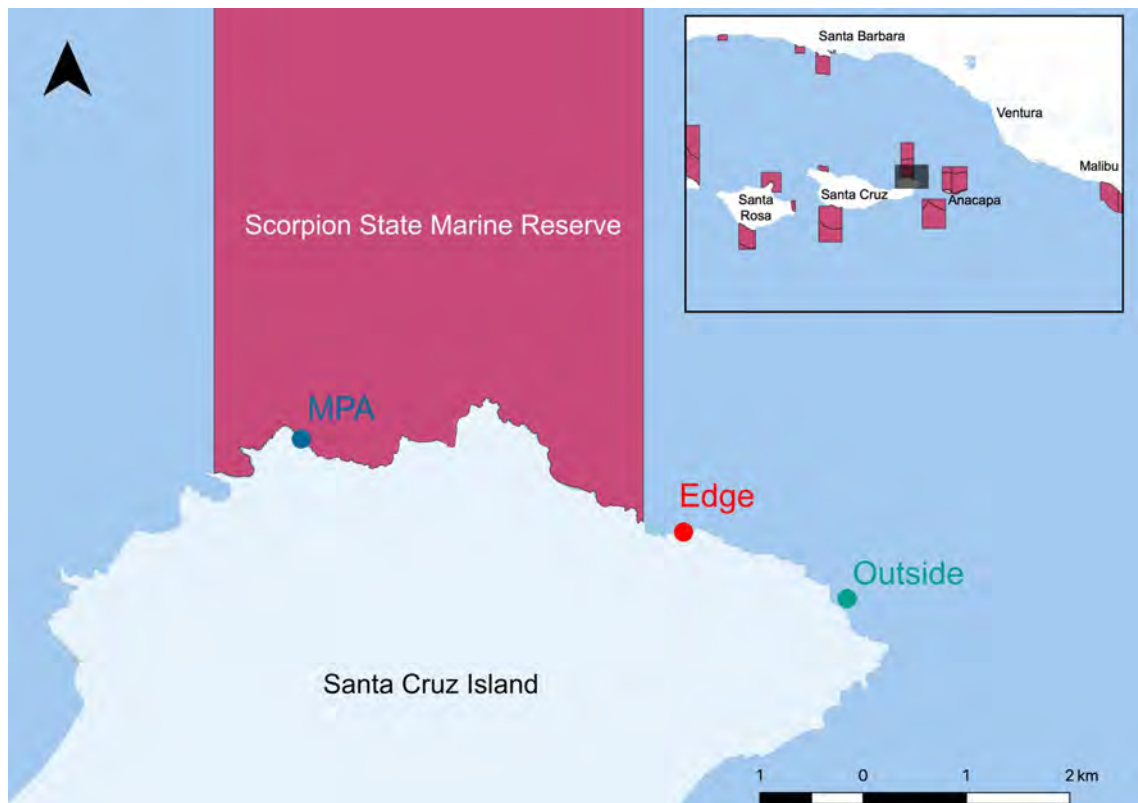
- Η μεροληψία της PCR μπορεί να οδηγήσει σε προτιμησιακή ενίσχυση συγκεκριμένων ειδών.
- Οι πιθανότητες ανίχνευσης μπορούν να επηρεαστούν από τους ρυθμούς παραγωγής και αποικοδόμησης του eDNA για κάθε είδος.
- Ο σχεδιασμός των εκκινητών, οι περιορισμοί της βιοπληροφορικής και οι περιορισμοί των βάσεων δεδομένων αναφοράς μπορούν να επηρεάσουν τις πιθανότητες ανίχνευσης.

Η συλλογή των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε στο Scorpion State Marine Reserve εντός του Εθνικού Πάρκου και Εθνικού Θαλάσσιου Καταφυγίου των Νήσων Τσάνελ, με την έγκριση επιστημονικής συλλογής από την Υπηρεσία Φυσικών Πόρων της Πολιτείας της Καλιφόρνιας, Τμήμα Αλιείας. Τα δείγματα που πήραν ήταν από τρεις τοποθεσίες:

- εντός της Θαλάσσιας προστατευόμενης περιοχής (Marine Protected Area, MPA),
- εκτός, αλλά πολύ κοντά (<0,5 km) στη MPA και

- 2,3 km έξω από τα όρια της MPA.

Σε κάθε από αυτές τις τρεις τοποθεσίες, έγινε δειγματοληψία κατά μήκος μιας σταθερής διατομής μήκους 100 μέτρων. Χρησιμοποιήθηκε GPS για να διασφαλιστεί η ακριβή κάλυψη των διατομών. Συνολικά συλλέχτηκαν τρία δείγματα νερού, κάθε ένα όγκου 1 λίτρου, από τρεις διαφορετικές θέσεις κατά μήκος της κάθε διατομής. Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε με διάστημα 72 ωρών μεταξύ των δειγματοληψιών, με αποτέλεσμα να συλλεχθούν συνολικά εννέα δείγματα σε κάθε τοποθεσία, διατηρώντας έτσι τη χωρική δομή των δειγμάτων.



Χάρτης 11: Περιοχή μελέτης. (Gold κ.ά., 2021)

Συλλογή δειγμάτων: Συλλέχτηκαν δείγματα θαλασσινού νερού από δύο βάθη: 10 μέτρα κάτω από την επιφάνεια και 1 μέτρο πάνω από τον βυθό. Αυτό γίνθηκε χρησιμοποιώντας μια φιάλη Niskin 4 L για κάθε δείγμα. Αφού μεταφέρθηκε 1 λίτρο θαλασσινού νερού από κάθε φιάλη Niskin σε έναν εντερικό σάκο σίτισης, πραγματοποιήσαμε διήθηση με βαρύτητα μέσω ενός αποστειρωμένου φυσιγγίου Sterivex 0,22 μm στον χώρο της δειγματοληψίας. Επιπλέον, ελήφθησαν τρία δείγματα κενού πεδίου χρησιμοποιώντας 1 λίτρο απεσταγμένου νερού, ως αρνητικό έλεγχο. Τέλος, τα

φίλτρα Sterivex αποξηράθηκαν με χρήση σύριγγας 3 ml και αποθηκεύτηκαν στους -20°C για εργαστηριακές εργασίες DNA στο University of California, Los Angeles.

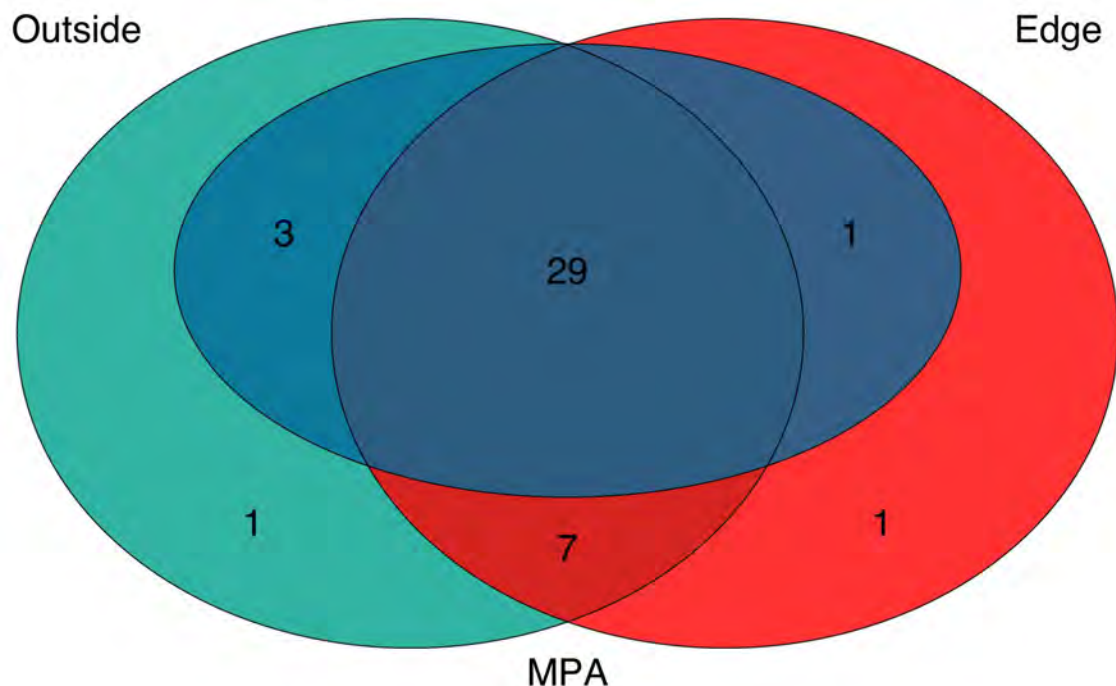
Ανάλυση δεδομένων eDNA: Με τη χρήση μιας ανάλυσης διακύμανσης, ακολουθούμενη από το τεστ Levine για να εξεταστούν οι διαφορές στην ποικιλότητα των ειδών. Για να καθοριστεί αν η δειγματοληψία με eDNA ήταν επαρκής για την πλήρη καταγραφή της ποικιλότητας της ιχθυοκοινότητας, δημιουργήσαμε καμπύλες σπανιότητας ειδών χρησιμοποιώντας το πακέτο iNext.

Στη συνέχεια, οι εκτιμήσεις κάλυψης ειδών συγκρίθηκαν μεταξύ κάθε περιοχής, συμπεριλαμβάνοντας τόσο τα δείγματα που συλλέχθηκαν σε τρεις θέσεις κατά μήκος μιας διατομής 100 μέτρων όσο και μόνο τρεις βιολογικές επαναλήψεις 1 L.

Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκε ανάλυση παλινδρόμησης κατά τεμάχια για να εντοπίσουμε τα σημεία όπου παρατηρήθηκαν αλλαγές στο ποσοστό ποικιλότητας ειδών ανά δείγμα. Ελέγχθηκε τη διαφορά στη διακύμανση της ομοιότητας των κοινοτήτων μεταξύ των τριών περιοχών μας χρησιμοποιώντας μια πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης κατά μεταβολή (adonis PEMANOVA¹⁰), ακολουθούμενη από ένα συνοδευτικό πολυμεταβλητό τεστ ομοιογένειας των διασπορών των ομάδων (BETADISPER).

Αποτελέσματα eDNA: Η ανάλυση eDNA metabarcoding καταγράφει επιτυχώς την ύπαρξη 42 διαφορετικών taxa ψαριών. Αυτές οι ομάδες περιλαμβάνουν 40 μοναδικά είδη, 39 γένη, 28 οικογένειες και δύο τάξεις. Συγκεκριμένα, το eDNA ανέδειξε 31 είδη εντός της περιοχής που προστατεύεται, 36 είδη στην περιοχή των άκρων και 38 είδη εκτός της περιοχής που προστατεύεται. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι υπάρχει ένας πυρήνας 29 taxa που εντοπίστηκε σε όλες τις τρεις τοποθεσίες, συμπεριλαμβανομένων των οστέινων ψαριών και ενός είδους σαλαχιού. Από αυτά τα taxa, 18 είδη σχετίζονται με τον βραχώδη ύφαλο, πέντε είδη με τον αμμώδη πυθμένα, τέσσερα είδη είναι πελαγικά-νεριτικά και δύο είδη πελαγικά-ωκεάνια.

¹⁰ Είναι ένα μοντέλο που χρησιμοποιείται στην οικολογία και τη βιολογία για την εξήγηση κοινοτήτων με περιβαλλοντικές μεταβλητές.



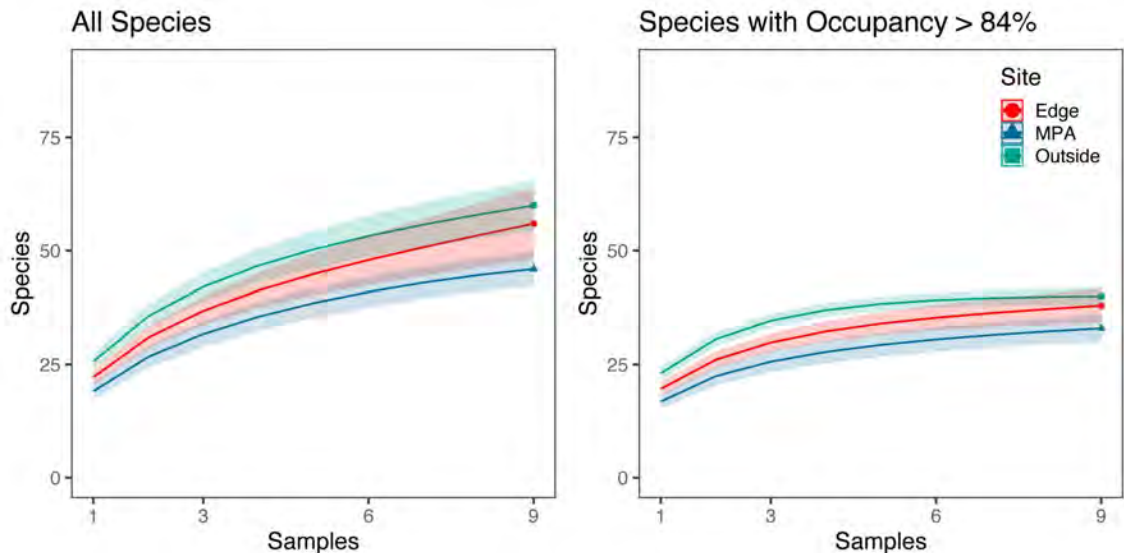
Σχήμα 21: Διάγραμμα των ειδών ψαριών που ανιχνεύθηκαν (Gold κ.ά., 2021)

Οι καμπύλες σπανιότητας των ειδών έδειξαν ότι η δειγματοληψία σε κάθε θέση ήταν ανεπαρκής για την καταγραφή όλης της ποικιλότητας των ειδών. Οι εκτιμήσεις της κάλυψης των δειγμάτων από τα αποτελέσματα του eDNA πριν από το φιλτράρισμα με τα φίλτρα μοντελοποίησης της πληρότητας των θέσεων ήταν 94,4%, 88,9% και 93,0% για τις MPA, τις ακραίες και τις εξωτερικές θέσεις, αντίστοιχα.

Οι εκτιμήσεις κάλυψης μειώθηκαν σε 80,2%, 80,0%, 82,0% για τις περιοχές MPA, άκρη και εκτός, αντίστοιχα, όταν χρησιμοποιήθηκαν μόνο τρία δείγματα 1 L ανά περιοχή. Η ανάλυση παλινδρόμησης κατά τεμάχια έδειξε μια μετάβαση από εκθετική σε γραμμική αύξηση των ειδών που ανιχνεύθηκαν ανά επανάληψη μεταξύ τριών και τεσσάρων επαναλαμβανόμενων δειγμάτων νερού ανά τοποθεσία με επακόλουθη μείωση των αποδόσεων κάλυψης των δειγμάτων με την προσθήκη περισσότερων δειγμάτων.

Αντίθετα, η ποικιλότητα των ειδών ήταν σχεδόν κορεσμένη όταν εφαρμόστηκε ποσοστό πληρότητας των περιοχών άνω του 84% και χρησιμοποιήθηκαν τρεις επαναλήψεις 1 L που ελήφθησαν σε τρεις θέσεις κατά μήκος μιας διατομής 100 m.

Ωστόσο, με τη χρήση μόνο τριών δειγμάτων, η κάλυψη των δειγμάτων μειώθηκε σε 87,1%, 90,3%, 88,9% για τις περιοχές ΜΡΑ, την άκρη και τις εξωτερικές περιοχές, αντίστοιχα.



Σχήμα 22: Καμπύλες σπανιότητας ειδών. (Gold κ.ά., 2021)

Οι αναλύσεις έδειξαν σημαντικές διαφορές στον συνολικό αριθμό των παρατηρούμενων ειδών μεταξύ των διάφορων περιοχών. Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε ότι η περιοχή εκτός της Κρατικής Θαλάσσιας Προστατευόμενης Περιοχής Scorpion είχε σημαντικά περισσότερα είδη σε σχέση με τις περιοχές της άκρης και της ίδιας της ΜΡΑ.

Οι διαφορές στα είδη μεταξύ των θέσεων δειγματοληψίας κατά μήκος των τριών διαφορετικών διατομών ήταν επίσης σημαντικές. Επιπλέον, το eDNA ανέδειξε σημαντικές διαφορές στις κοινότητες των ψαριών εντός, στην άκρη και εκτός της περιοχής της ΜΡΑ. Είναι αξιοσημείωτο ότι αυτές οι διαφορές παρατηρήθηκαν παρά τη σχετικά μικρή απόσταση μεταξύ των πλησιέστερων τοποθεσιών δειγματοληψίας, που ήταν λιγότερο από 500 μέτρα μεταξύ τους.

Επιπλέον, ακόμα και εντός της κάθε τοποθεσίας δειγματοληψίας, το eDNA κατέληξε σε διακρίσεις μεταξύ των θέσεων δειγματοληψίας που βρίσκονταν σε απόσταση μόλις 50 μέτρων μεταξύ τους. Αυτό υπογραμμίζει την ευαισθησία του eDNA στην ανίχνευση των τοπικών κοινοτήτων των ψαριών και συμφωνεί με προηγούμενες μελέτες που υποδεικνύουν την ανάγκη για λεπτομερείς χωρικές αναλύσεις των υπογραφών του eDNA. Είναι σημαντικό ότι το eDNA συνέλαβε το 76% της ποικιλότητας των ψαριών που παρατηρήθηκε κατά τη διάρκεια των οπτικών ερευνών, παρά τη

σπανιότητα των ειδών που υποδηλώνει ανεπαρκή δειγματοληψία. Συνολικά, το eDNA απέτυχε να ταυτοποιήσει μόνο έξι από τα 25 είδη ψαριών που παρατηρήθηκαν κατά τη διάρκεια των οπτικών ερευνών. Αυτή η μικρή ανεπάρκεια αντισταθμίστηκε από την ανίχνευση επιπλέον 23 ταξονομικών ειδών ψαριών που δεν είχαν καταγραφεί κατά τη διάρκεια της οπτικής παρακολούθησης του προγράμματος παρακολούθησης του δάσους Kelp με ζεύγη, γεγονός που αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό πλεονέκτημα του eDNA. (Gold κ.ά., 2021)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10: ΠΟΛΙΤΕΣ, CROWDSOURCING ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ

Όπως αναφέρθηκε στο [Κεφάλαιο 6](#) η συμβολή των πολιτών, η οποία διευκολύνεται μέσω των πρωτοβουλιών crowdsourcing και citizen science, έχει μεταμορφώσει το τοπίο της προστασίας της βιοποικιλότητας. Αξιοποιώντας το πάθος και την αφοσίωση των ατόμων, οι προσεγγίσεις αυτές ενισχύουν τη συλλογή δεδομένων, προάγουν τον επιστημονικό αλφαριθμητισμό και προωθούν την υπεράσπιση της διατήρησης. Η ενσωμάτωση των πολιτών στις προσπάθειες διατήρησης υπογραμμίζει την ιδέα ότι η προστασία της βιοποικιλότητας είναι μια κοινή ευθύνη που απαιτεί συνεργατική δράση από όλες τις γωνιές της κοινωνίας. Στην συνέχεια θα αναφερθούν πιο αναλυτικά η συμμετοχή του κοινού στην παρακολούθηση της βιοποικιλότητας, η συλλογή και επικύρωση δεδομένων μέσω των πολιτών καθώς και μελέτες περίπτωσης eBird και iNaturalist.

10.1 ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΟΥ ΚΟΙΝΟΥ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ

Η διατήρηση της πλούσιας βιοποικιλότητας της Γης είναι ένα έργο που υπερβαίνει την επιστημονική εμπειρογνωμοσύνη και τις θεσμικές προσπάθειες. Η συμμετοχή του κοινού έχει αναδειχθεί σε ισχυρή δύναμη στην παρακολούθηση της βιοποικιλότητας, επιτρέποντας σε άτομα με διαφορετικό υπόβαθρο να συνεισφέρουν τις παρατηρήσεις και τις γνώσεις τους στην υπόθεση της διατήρησης. Μέσω των πρωτοβουλιών της επιστήμης των πολιτών, της εμπλοκής της κοινότητας και της συλλογικής συλλογής δεδομένων, το κοινό γίνεται αναπόσπαστος εταίρος στην καταγραφή και προστασία των φυσικών θαυμάτων του πλανήτη.

Η συμμετοχή του κοινού στην παρακολούθηση της βιοποικιλότητας λαμβάνει πολλές μορφές, από την απλή συλλογή δεδομένων έως πιο εμπεριστατωμένες δραστηριότητες, όπως η αποκατάσταση οικοτόπων και η ανάλυση δεδομένων. Τα προγράμματα επιστήμης των πολιτών δίνουν τη δυνατότητα στους εθελοντές να συμβάλλουν στην επιστημονική έρευνα παρατηρώντας είδη, παρακολουθώντας τα πρότυπα μετανάστευσης και καταγράφοντας περιβαλλοντικές αλλαγές. Αυτές οι συνεισφορές, όταν συγκεντρωθούν, δημιουργούν ένα τεράστιο σύνολο δεδομένων που εμπλουτίζει την κατανόηση των οικοσυστημάτων και των κατανομών των ειδών. Μία από τις μετασχηματιστικές πτυχές της συμμετοχής του κοινού είναι η ικανότητά της να καλύπτει μεγάλες γεωγραφικές περιοχές στις οποίες θα ήταν δύσκολο να έχουν

πρόσβαση μόνοι τους οι επιστήμονες. Οι εθελοντές συνεισφέρουν δεδομένα από τις τοπικές τους κοινότητες, διευρύνοντας τη χωρική κάλυψη των προσπαθειών παρακολούθησης και παρέχοντας πληροφορίες για τις περιφερειακές διακυμάνσεις της βιοποικιλότητας. Αυτή η συλλογική προσέγγιση ενισχύει την ακρίβεια και την αξιοπιστία των εκτιμήσεων διατήρησης.

Η συμμετοχή του κοινού στην παρακολούθηση της βιοποικιλότητας ενισχύει την αίσθηση της ιδιοκτησίας και της σύνδεσης με τον φυσικό κόσμο. Με τη συμμετοχή των πολιτών στη συλλογή δεδομένων, την εκπαίδευση και τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων, οι πρωτοβουλίες αυτές καλλιεργούν μια βαθύτερη κατανόηση των οικολογικών συστημάτων και των προκλήσεων που αντιμετωπίζουν. Αυτή η αυξημένη ευαισθητοποίηση μεταφράζεται συχνά σε μεγαλύτερη υποστήριξη πολιτικών διατήρησης και βιώσιμων πρακτικών. Επιπλέον, η συμμετοχή του κοινού επεκτείνει την εμβέλεια των προσπαθειών παρακολούθησης σε περιοχές που διαφορετικά θα μπορούσαν να αγνοηθούν. Τα αστικά περιβάλλοντα, για παράδειγμα, φιλοξενούν μια εκπληκτική ποικιλομορφία ειδών που συμβάλλουν στη συνολική υγεία του οικοσυστήματος. Η συμμετοχή των αστικών κοινοτήτων σε έργα παρακολούθησης μπορεί να αποκαλύπτει κρυμμένους θύλακες βιοποικιλότητας και να αναδεικνύει τη σημασία της διατήρησης των φυσικών χώρων μέσα στις πόλεις.

Ωστόσο, η επιτυχής συμμετοχή του κοινού απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό, σαφή επικοινωνία και συνεργασία μεταξύ επιστημόνων, οργανισμών και εθελοντών. Η παροχή κατάρτισης, φιλικών προς τον χρήστη εργαλείων και πλατφορμών για την υποβολή δεδομένων διασφαλίζει ότι οι συνεισφορές είναι ουσιαστικές και ακριβείς. (McKinley κ.ά., 2017)

10.2 ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΙΚΥΡΩΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΕΣΩ ΤΩΝ ΠΟΛΙΤΩΝ

Η προσπάθεια καταγραφής και κατανόησης της βιοποικιλότητας της Γης έχει βρει έναν ισχυρό σύμμαχο στους επιστήμονες-πολίτες. Η συμμετοχή των πολιτών στη συλλογή και την επικύρωση δεδομένων για τη βιοποικιλότητα έχει γίνει κινητήρια δύναμη για τη διατήρηση, ενισχύοντας την εμβέλεια και τον αντίκτυπο των επιστημονικών προσπαθειών. Μέσω της συλλογικής συνεισφοράς τους, οι πολίτες αναδιαμορφώνουν το τοπίο της έρευνας για τη βιοποικιλότητα, ενισχύουν τη συμμετοχή της κοινότητας και παρέχουν πληθώρα πολύτιμων πληροφοριών που ενημερώνουν τις στρατηγικές διατήρησης.

Τα προγράμματα επιστήμης των πολιτών δίνουν τη δυνατότητα σε άτομα, ανεξάρτητα από το επιστημονικό τους υπόβαθρο, να συμμετέχουν ενεργά στη συλλογή δεδομένων και να συμβάλλουν στην κατανόηση των τοπικών οικοσυστημάτων. Αυτοί οι εθελοντές παρατηρούν και καταγράφουν τις παρατηρήσεις ειδών, παρακολουθούν τα πρότυπα μετανάστευσης και παρακολουθούν τις περιβαλλοντικές αλλαγές. Συμμετέχοντας σε αυτά τα έργα, οι πολίτες συμβάλλουν σε μια τεράστια δεξαμενή δεδομένων που εμπλουτίζει τις γνώσεις μας για την κατανομή των ειδών και την υγεία των οικοσυστημάτων. Ο ρόλος των πολιτών στην επικύρωση των δεδομένων βιοποικιλότητας επεκτείνεται πέρα από τη συλλογή. Πολλές πρωτοβουλίες της επιστήμης των πολιτών ενσωματώνουν πρωτόκολλα επικύρωσης, όπως η αξιολόγηση από ομότιμους και η επαλήθευση από εμπειρογνώμονες, για να διασφαλιστεί η ακρίβεια και η αξιοπιστία των δεδομένων. Αυτή η συνεργατική προσέγγιση συνδυάζει τον ενθουσιασμό των πολιτών-επιστημόνων με την εμπειρογνωμοσύνη των επαγγελματιών, με αποτέλεσμα ένα ισχυρό και αξιόπιστο σύνολο δεδομένων.

Ένα από τα σημαντικά πλεονεκτήματα της συμμετοχής των πολιτών είναι η κάλυψη μεγάλων γεωγραφικών περιοχών που διαφορετικά θα ήταν δύσκολο για τους ερευνητές να παρακολουθήσουν ολοκληρωμένα. Οι πολίτες συνεισφέρουν παρατηρήσεις από διάφορα οικοσυστήματα, παρέχοντας πληροφορίες για τις περιφερειακές παραλλαγές στην κατανομή των ειδών και τις περιβαλλοντικές αλλαγές. Αυτά τα δεδομένα ευρείας κλίμακας βοηθούν τους επιστήμονες να εντοπίσουν τάσεις και πρότυπα που ενημερώνουν για τις στρατηγικές διατήρησης. Επιπλέον, οι πρωτοβουλίες της επιστήμης των πολιτών προωθούν την εκπαίδευση και την ευαισθητοποίηση. Οι εθελοντές αποκτούν βαθύτερη κατανόηση των οικολογικών συστημάτων και των προκλήσεων που αντιμετωπίζουν, καλλιεργώντας το αίσθημα της διαχείρισης του περιβάλλοντος. Καθώς οι συμμετέχοντες ενημερώνονται καλύτερα για τη βιοποικιλότητα, συχνά γίνονται υποστηρικτές πολιτικών διατήρησης και υπέρμαχοι βιώσιμων πρακτικών στις κοινότητές τους.

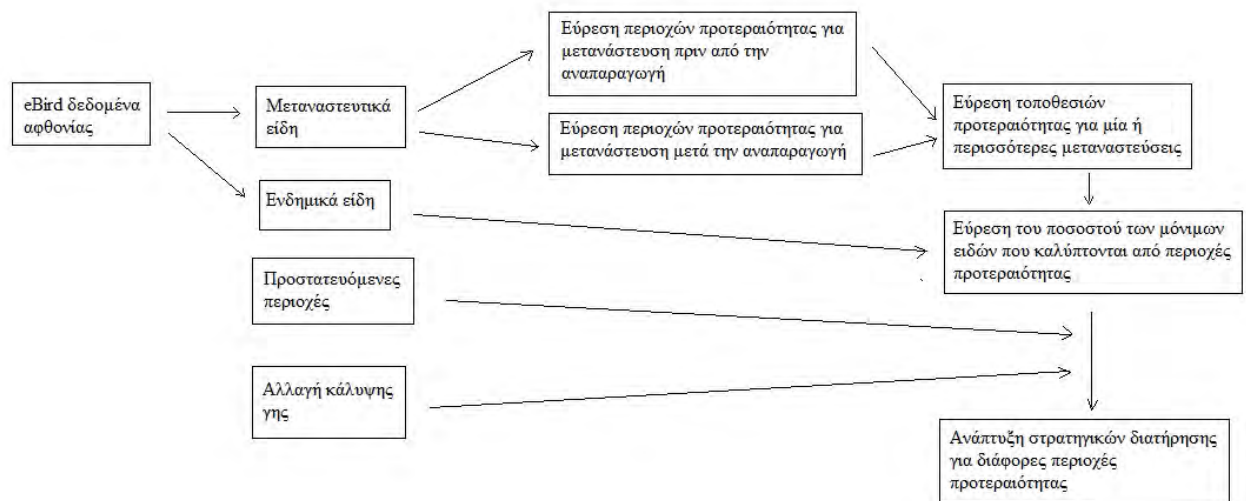
Ενώ η επιστήμη των πολιτών προσφέρει τεράστιες δυνατότητες, η διασφάλιση της ποιότητας των δεδομένων απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό και εποπτεία. Η παροχή κατάρτισης, σαφών οδηγιών και φιλικών προς το χρήστη εργαλείων συλλογής δεδομένων διασφαλίζει ότι οι συνεισφορές είναι ακριβείς και ουσιαστικές. Επιπλέον, η οικοδόμηση συνεργασιών μεταξύ επιστημόνων πολιτών, επιστημόνων και οργανισμών

συμβάλλει στον εξορθολογισμό της επικοινωνίας και της συνεργασίας. (Noss & Harris, 1986)

10.3 ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ: EBIRD ΚΑΙ INATURALIST

10.3.1. ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΠΟΧΙΑΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΤΩΝ ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΜΟΝΙΜΩΝ ΠΤΗΝΩΝ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΗΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ

Οι Hsien-Yung Lin κ.α. το 2020 χρησιμοποιώντας δεδομένα που προέρχονται από το eBird, εντόπισαν περιοχές στάσης για τα μεταναστευτικά είδη με στόχο την διατήρηση των μεταναστευτικών ειδών στην Αμερική. Η ροή εργασιών παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 23: Ροή εργασιών των διαδικασιών και αναλύσεων δεδομένων. (Lin κ.ά., 2020)

Δεδομένα αφθονίας ειδών και περιοχή μελέτης: Τα δεδομένα κατανομής και αφθονίας των ειδών ελήφθησαν από τη βάση δεδομένων eBird μέσω του πακέτου R ebirdst 0.2.0. Για όλα τα είδη στη βάση δεδομένων, τα είδη ταξινομήθηκαν ως μεταναστευτικά ή ενδημικά με βάση τις πληροφορίες για την εποχικότητα. Τα μεταναστευτικά είδη έχουν ξεχωριστές εποχές, όπως η αναπαραγωγική και η μεταναστευτική περίοδος, ενώ τα ενδημικά είδη έχουν κατανομή όλο το χρόνο (συμπληρωματικός κατάλογος ειδών). Συνολικά, υπήρχαν 433 μεταναστευτικά είδη που ανήκαν σε 55 οικογένειες.

Πραγματοποιήθηκαν χωριστές αναλύσεις για όλα τα μόνιμα και απειλούμενα είδη πουλιών, από 47 οικογένειες. Τα είδη που χαρακτηρίστηκαν ως απειλούμενα ήταν εκείνα που περιλαμβάνονται είτε στον διεθνή κατάλογο είτε στον εθνικό/ομοσπονδιακό κατάλογο ειδών που αφορούν τη διατήρηση.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν από τη βάση δεδομένων eBird αντιπροσωπεύουν την εβδομαδιαία και εποχιακή για τα μεταναστευτικά πουλιά ή ολόχρονη για τα μόνιμα πουλιά σχετική αφθονία σε χωρική ανάλυση $2,96 \times 2,96$ km για κάθε είδος, η οποία εκτιμάται με τη χρήση καταμετρήσεων παρατηρούμενων πουλιών και προσαρμοστικών χωροχρονικών μοντέλων διερεύνησης μοντέλα.

Η σχετική αφθονία κάθε είδους εκτιμήθηκε χρησιμοποιώντας ένα μηδενικά ενισχυμένο δέντρο παλινδρόμησης με μεταβλητές που υπολογίζουν το τοπικό περιβάλλον και την προσπάθεια των παρατηρητών. Οι εποχιακές και ετήσιες σχετικές αφθονίες βασίστηκαν σε εβδομαδιαία μέσα δεδομένα για μια δεδομένη εποχή (ο χρόνος και η διάρκεια ποικίλλουν ανάλογα με το είδος) και ένα έτος, δηλαδή 52 εβδομάδες, αντίστοιχα. Η μέση φθινοπωρινή μεταναστευτική περίοδος ήταν 102 ημέρες με τυπική απόκλιση 32 ημέρες και η μέση εαρινή μεταναστευτική περίοδος ήταν 76 ημέρες με τυπική απόκλιση 24 ημέρες.

Χωρική ιεράρχηση: Στον συστηματικό σχεδιασμό της διατήρησης, χρησιμοποιήθηκε η έννοια της αντικειμενικής συνάρτησης ελάχιστου συνόλου για να αναγνωριστεί ένα σύνολο προτεραιότητας περιοχών που επιτυγχάνουν εν τέλει ένα καθορισμένο στόχο διατήρησης, ενώ ταυτόχρονα μειώνουν το συνολικό κόστος.

Ο στόχος ήταν να εντοπιστούν τοποθεσίες που θα περιλάμβαναν, συνολικά, τουλάχιστον το 30% της αντίστοιχης αφθονίας κάθε είδους κατά τη διάρκεια κάθε μεταναστευτικής περιόδου, με την παράλληλη μείωση του αριθμού των επιλεγμένων τοποθεσιών. Οι δεδομένες πληροφορίες θεωρήθηκαν ως σχετική εκτίμηση της αφθονίας των ειδών, διότι τα δεδομένα από το eBird παρείχαν μόνο έναν δείκτη αντί για την πραγματική αφθονία. Ο δείκτης αυτός αναφέρεται ως "αφθονία".

Οφέλη για τα μόνιμα είδη: Για να μετρηθούν τα οφέλη που προκύπτουν για τα μόνιμα είδη από την προστασία των μεταναστευτικών τόπων στάσης, αξιολογήθηκε το ποσοστό της αφθονίας για όλα τα μόνιμα είδη και τα απειλούμενα μόνιμα είδη που περιλαμβάνονταν στις περιοχές προτεραιότητας για στάση (PSS). Για να ληφθούν υπόψη οι περιπτώσεις όπου ένα είδος καταγράφηκε μόνο σε μία χώρα αλλά υπήρχε σε

περισσότερες από μία, πραγματοποιήθηκε επιπλέον ανάλυση, όπου περιορίστηκε ο υπολογισμός της αφθονίας των απειλούμενων ειδών σε επίπεδο χώρας μόνο στη χώρα στην οποία είχαν καταγραφεί.

Κάλυψη προστατευόμενης περιοχής: Υπολογίστηκε η έκταση των προστατευόμενων περιοχών εντός των PSSs στις χώρες της Βόρειας Αμερικής, συνδυάζοντας τις περιοχές προστασίας από τη βάση δεδομένων WDPA με τις PSSs για όλες τις εαρινές και φθινοπωρινές μεταναστεύσεις και τις επικαλυπτόμενες περιοχές ανάμεσα στις εποχές. Θεωρήθηκε ότι μια τοποθεσία είναι προστατευόμενη εάν το κέντρο του πλέγματος τέμνει το στρώμα WDPA. Οι αρχικές 7 κατηγορίες συγκεντρώθηκαν σε τρεις κατηγορίες που αντιπροσωπεύουν υψηλό, μεσαίο και χαμηλό επίπεδο προστασίας.

Αλλαγή χρήσεων γης: Για την απεικόνιση των προτύπων χρήσης γης για τα έτη 2000 και 2050, χρησιμοποιήθηκε ένας παγκόσμιος χάρτης που βασίστηκε σε συστήματα γης και στα αποτελέσματα ενός παγκόσμιου μοντέλου για την αλλαγή των συστημάτων γης. Ο χάρτης του συστήματος γης και το μοντέλο χρησιμοποιούν μια συνδυαστική προσέγγιση που λαμβάνει υπόψη το ποσοστό κάλυψης της γης, την πυκνότητα του ζωικού κεφαλαίου και την ένταση της χρήσης της γης για να κατηγοριοποιήσει την κάλυψη της γης σε διάφορες κατηγορίες, με χωρική ανάλυση περίπου $9,25 \times 9,25$ χιλιόμετρα.

Χρησιμοποιήθηκαν 8 κύριοι τύποι συστημάτων γης, οι οποίοι περιλαμβάνουν:

- καλλιεργήσιμες εκτάσεις,
- οικισμοί,
- μωσαϊκά καλλιεργήσιμες εκτάσεις και χορτολιβαδικές εκτάσεις,
- μωσαϊκά καλλιεργήσιμες εκτάσεις και δάση,
- δάσος,
- μωσαϊκά χορτολιβαδικές εκτάσεις,
- χορτολιβαδικές εκτάσεις και
- γυμνές εκτάσεις.

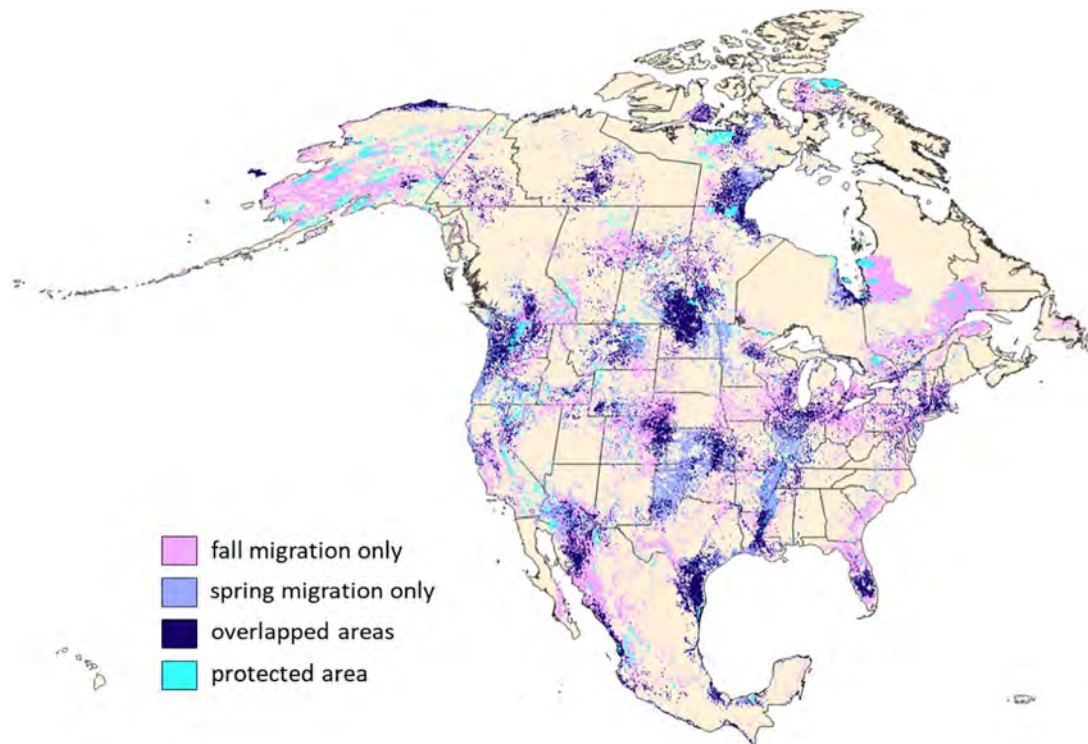
Χρησιμοποιήθηκαν τρία διαφορετικά σενάρια κοινωνικοοικονομικής εξέλιξης (SSP) για να εξεταστούν οι διαφορετικές μεταβολές στη χρήση της γης από το έτος 2000 έως το 2050.

- Το SSP1 αναπαριστά ένα παγκόσμιο σενάριο βιωσιμότητας, όπου οι επενδύσεις στον τομέα της εκπαίδευσης και της υγείας επιφέρουν ταχεία δημογραφική μετάβαση. Η έμφαση στην οικονομική ανάπτυξη στρέφεται προς τη βελτίωση της ανθρώπινης ευημερίας, με την ανισότητα να μειώνεται τόσο μεταξύ χωρών όσο και εντός τους. Τα επίπεδα κατανάλωσης αλλάζουν προς την κατεύθυνση της χαμηλής υλικής ανάπτυξης και της χαμηλής χρήσης φυσικών πόρων.
- Το SSP2 αντιπροσώπευε ένα μεσαίο σενάριο, όπου η οικονομία, η κοινωνία και η τεχνολογία ακολουθούν κυρίως τις ιστορικές τάσεις. Σε αυτό το σενάριο, ο πληθυσμός αυξάνεται σε μέτριο ρυθμό και εξισορροπείται κατά τη μέση περίοδο του αιώνα.
- Στο πλαίσιο του SSP3, τα περιβαλλοντικά ζητήματα βρίσκονταν σε δεύτερη μοίρα ως προς τη διεθνή προτεραιότητα. Οι χώρες επικεντρώνονταν κυρίως σε θέματα εσωτερικής και εθνικής ασφάλειας, λόγω της αύξησης του εθνικισμού και των ανησυχιών που σχετίζονταν με τον ανταγωνισμό και τις περιφερειακές συγκρούσεις.

Τοποθεσίες προτεραιότητας για τα μεταναστευτικά είδη: Οι τοποθεσίες προτεραιότητας για στάση το ο φθινόπωρο κατανέμονταν ευρύτερα σε όλη την Αμερική, ενώ την άνοιξη παρατηρούσαμε μια συγκέντρωση τους στη Βόρεια και Κεντρική Αμερική.

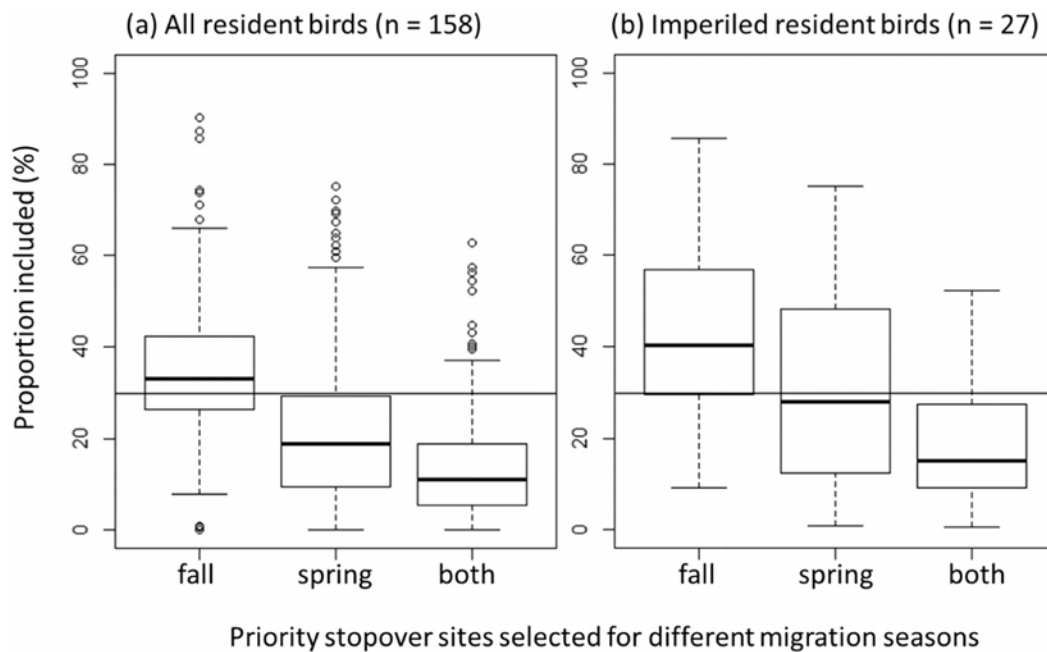
Μεταξύ των χωρών της Βόρειας Αμερικής, επιλέχθηκε συνολική έκταση 4,76 εκατομμυρίων km² για την προστασία του 30% της εποχικής μέσης αφθονίας 424 διαφορετικών ειδών κατά τη φθινοπωρινή μετανάστευση. Επίσης, επιλέχθηκε έκταση 2,91 εκατομμυρίων km² για 432 διαφορετικά είδη κατά την εαρινή μετανάστευση. Η περιοχή που επικαλύπτεται ήταν 1,51 εκατομμύρια km², αντιστοιχώντας στο 31,6% των περιοχών προτεραιότητας για τη φθινοπωρινή μετανάστευση και στο 51,7% των περιοχών προτεραιότητας για την εαρινή μετανάστευση. Το μέγεθος των PSS σε ολόκληρη την Αμερική ήταν:

- 7,96 εκατομμύρια km² για τη φθινοπωρινή μετανάστευση,
- 3,31 εκατομμύρια km² για την εαρινή μετανάστευση και
- 1,80 εκατομμύρια km² για την επικαλυπτόμενη περιοχή.



Χάρτης 12: Τοποθεσίες που επιλέχθηκαν για την προστασία του 30% των πληθυσμών των μεταναστευτικών πτηνών. (Lin κ.ά., 2020)

Πιθανό όφελος για τα μόνιμα είδη: Στις χώρες της Βόρειας Αμερικής, τα προβλεπόμενα οφέλη για τα μόνιμα πουλιά ήταν παρόμοια με τον στόχο διατήρησης που είχαμε θέσει για τα μεταναστευτικά πουλιά, αν και αυτά εξαρτούνταν από την εποχή.



Σχήμα 24: Αναλογία της αφθονίας των μόνιμων και των απειλούμενων πτηνών. (Lin κ.ά., 2020)

Το μέσο ποσοστό αφθονίας που περιλαμβάνεται:

- στα PSS της φθινοπωρινής μετανάστευσης ήταν 35,6% και
- στα PSS της εαρινής μετανάστευσης ήταν 22,3%.

Το ποσοστό στα μόνιμα πτηνά που περιλαμβάνεται στις επικαλυπτόμενες περιοχές προτεραιότητας ήταν 14,2%.

Το ποσοστό των κατοίκων που προστατεύονταν ήταν υψηλότερο όταν επικεντρωθήκαμε στα 27 απειλούμενα είδη όπου:

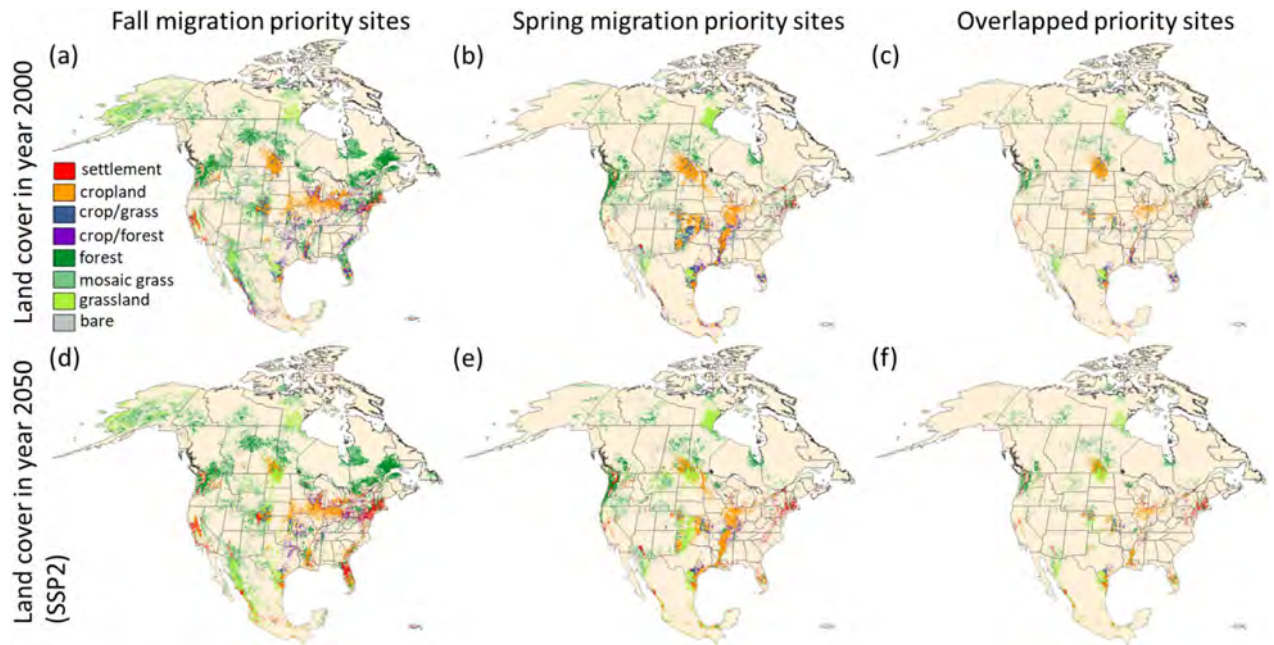
- το 42,5% της αφθονίας περιλαμβανόταν στις PSS φθινοπωρινής μετανάστευσης,
- το 31,2% στις PSS εαρινής μετανάστευσης και
- το 19,5% όταν οι PSS φθινοπωρινής και εαρινής μετανάστευσης επικαλύπτονταν.

Προστατευόμενες θέσεις στάσης: Ανάμεσα σε όλα τα PSS στις χώρες της Βόρειας Αμερικής, λιγότερο από το 10% είχε κάλυψη από υφιστάμενες δημόσιες προστατευόμενες περιοχές. Περίπου το μισό από αυτά τα προστατευόμενα PSS βρίσκονταν σε καθεστώς χαμηλής προστασίας, ενώ περίπου το ένα τέταρτο από αυτά βρίσκονταν σε καθεστώς υψηλής ή μέτριας προστασίας. Η συνολική έκταση των προστατευόμενων PSS ανερχόταν σε 0,45 εκατομμύρια km² για τη φθινοπωρινή μετανάστευση και 0,18 εκατομμύρια km² για την εαρινή μετανάστευση.

Αλλαγή χρήσης γης: Βάσει των προτύπων χρήσεων γης το 2000, ένα υψηλότερο ποσοστό (46,4%) των PSS για την εαρινή μετανάστευση βρίσκονταν σε περιοχές που είχαν υποστεί ανθρώπινη παρέμβαση σε σύγκριση με τα PSS για τη φθινοπωρινή μετανάστευση, τα οποία είχαν υψηλότερο ποσοστό δασών και μωσαϊκών λιβαδιών. Σε όλα τα σενάρια και τις περιόδους μετανάστευσης, το ποσοστό των PSS που βρίσκονταν σε περιοχές με οικισμούς και χορτολιβαδικές εκτάσεις αυξήθηκε κατά περίπου 100% ή περισσότερο από το 2000 έως το 2050.

Οι μεταβολές στα ποσοστά χρήσης της γης είναι ως εξής: Το ποσοστό των PSS που βρίσκονταν σε μωσαϊκά καλλιεργήσιμα εδάφη και χορτολιβαδικές εκτάσεις, μωσαϊκά καλλιεργήσιμα εδάφη και δάση, καθώς και γυμνή γη μειώθηκε κατά περίπου το ήμισυ. Το ποσοστό των περιοχών που χρησιμοποιούνταν για καλλιέργεια μειώθηκε ελαφρώς. Η διαδικασία επέκτασης των οικισμών ήταν περισσότερο ορατή στην ανατολική Βόρεια Αμερική και σε πολλές αστικές περιοχές, οπότε συνήθως οδήγησε στην απώλεια δασικών και χορτολιβαδικών περιοχών στον Καναδά και τις ΗΠΑ. Σε

ορισμένες περιπτώσεις, η επέκταση των οικισμών είχε ως αποτέλεσμα την απώλεια γεωργικών εκτάσεων. Πολλές PSS μετατράπηκαν από καλλιεργήσιμες περιοχές σε χορτολιβαδικές περιοχές στο κέντρο της Βόρειας Αμερικής, όπως το βόρειο Τέξας, η Οκλαχόμα, το Κάνσας, η Βόρεια Ντακότα, η νότια Μανιτόμπα και το Σασκάτσουαν. Ωστόσο, στον βορρά, το πρότυπο χρήσης της γης παρέμεινε σχετικά σταθερό.



Χάρτης 13: Μοτίβα χρήσης γης σε περιοχές προτεραιότητας. (Lin κ.ά., 2020)

Με αυτόν τον τρόπο, δίνεται η δυνατότητα να αξιολογηθεί πώς οι ενέργειες διατήρησης μπορούν να προσφέρουν επιπρόσθετη ωφέλεια για τα είδη που δεν μεταναστεύουν και να προσαρμοστούν ανάλογα. Σε περιπτώσεις όπου οι περιοχές αξιοποιούνται κυρίως από μεταναστευτικά είδη για σύντομες περιόδους, οι υπεύθυνοι διαχείρισης μπορούν να εξετάσουν τη χρήση δυναμικών στρατηγικών διατήρησης, οι οποίες είναι πιθανόν πιο πρακτικές και οικονομικά αποδοτικές από την απόκτηση εκτάσεων για μόνιμη προστασία σε ιδιωτικές ιδιοκτησίες. (Lin κ.ά., 2020)

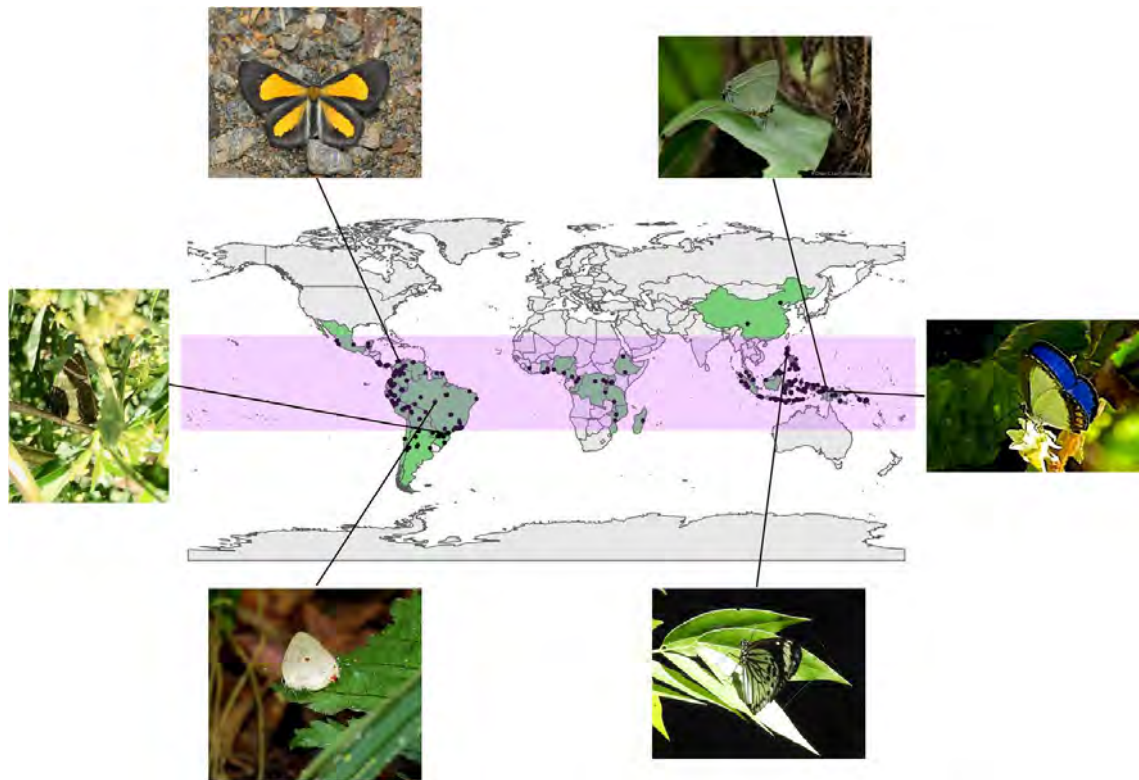
10.3.2. Η ΔΥΝΑΜΗ ΤΟΥ INATURALIST ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΣΠΑΝΙΩΝ ΤΡΟΠΙΚΩΝ ΠΕΤΑΛΟΥΔΩΝ

Το 2021, ο Thomas Mesaglio και συνεργάτες του δημιούργησαν ένα έργο στην διαδικτυακή πλατφόρμα επιστήμης πολιτών για τη βιοποικιλότητα, γνωστή ως iNaturalist, με σκοπό να συλλέξουν τις πρώτες φωτογραφίες γνωστών αλλά και σπάνιων ταξονομικών κατηγοριών πεταλούδων.

Αν και η πλατφόρμα iNaturalist δεν επικεντρώνεται αποκλειστικά στις πεταλούδες, αποτελεί ισχυρό εργαλείο για την παρακολούθηση της βιοποικιλότητας των πεταλούδων στο χώρο και στον χρόνο. Έχει συγκεντρώσει περισσότερες από 3,26 εκατομμύρια παρατηρήσεις για 10.696 είδη πεταλούδων, συνεισφερόμενες από πάνω από 290.000 χρήστες από το 2008.

Το «First Known Photographs of Living Specimens», ένα έργο που ξεκίνησε τον Απρίλιο του 2020, στοχεύει στη συγκέντρωση των πρώτων φωτογραφικών καταγραφών τόσο για τα περιγεγραμμένα όσο και για τα ακόμη μη περιγεγραμμένα ταξονομικά είδη. Σε κάθε παρατήρηση, απαιτείται να περιλαμβάνονται φωτογραφίες ζωντανών όντων, και κάθε φωτογραφία πρέπει να είναι η πρώτη που έχει καταγραφεί για το συγκεκριμένο ταξονομικό επίπεδο, ανεξαρτήτως εάν έχει ήδη ανέβει στο iNaturalist. Η δημοσιοποίηση αυτού του έργου στο iNaturalist, καθώς και στο φόρουμ συζητήσεων του, έχει συμβάλει στην δημιουργία ενός δικτύου χρηστών που συνεισφέρουν κατάλληλες παρατηρήσεις στο έργο και ελέγχουν τις ήδη υπάρχουσες, μειώνοντας τον κίνδυνο εισαγωγής φωτογραφιών που δεν πληρούν τα κριτήρια.

Παρά το γεγονός ότι το έργο αρχικά δεν είχε επικεντρωθεί στις πεταλούδες, αυτές, ιδιαίτερα τα τροπικά είδη, έχουν τραβήξει το ενδιαφέρον. Από τον Ιούλιο του 2021, 406 από τις 2131 παρατηρήσεις στο έργο αφορούν πεταλούδες, με 376 από αυτές να καταγράφονται στις τροπικές περιοχές. Το συνολικό αυτό σύνολο παρατηρήσεων πεταλούδων έχει συνεισφερθεί από 213 χρήστες που καλύπτουν 35 χώρες σε 4 ηπείρους, με τις κορυφαίες συνεισφορές να προέρχονται από την η Ινδονησία με 106, η Βραζιλία 65, το Περού με 38 και η Κολομβία με 32, που συγκεντρώνουν το 59,4% των παρατηρήσεων.



Σχήμα 25: Χάρτης παρατηρήσεων σπάνιων πεταλούδων στο iNaturalist (Mesaglio κ.ά., 2021)

Στις παρατηρήσεις κυριαρχούν επίσης μόλις 4 από τις 22 παρατηρούμενες υποοικογένειες:

- Theclinae,
- Riodininae,
- Satyrinae και
- Polyommatinae.

Από τις 61 παρατηρηθείσες φυλές, οι Eumaeini, Satyrini και Polyommatini είναι οι πιο συχνά παρατηρούμενες.

Στο έργο, υπάρχουν συνολικά 19 παρατηρήσεις που αναφέρονται σε είδη που δεν έχουν περιγραφεί ακόμη, με τουλάχιστον ένα από αυτά να βρίσκεται υπό διαδικασία περιγραφής. Επιπλέον, 252 παρατηρήσεις πεταλούδων στο πρόγραμμά αντιπροσωπεύουν είδη που μεσολάβησαν πάνω από 100 χρόνια από την επίσημη περιγραφή τους έως την πρώτη φωτογράφιση ζωντανού ατόμου. Εκ των οποίων, για 7 παρατηρήσεις, το χρονικό διάστημα μεταξύ της περιγραφής και της φωτογράφισης ζωντανού ατόμου ξεπερνά τα 200 χρόνια. Επιπλέον, υπάρχουν 5 παρατηρήσεις όπου η

φωτογραφία λήφθηκε πριν από την επίσημη περιγραφή του είδους. Ένα από τα είδη, το *Splendeuptychia argyropsacas*, είναι πιθανότατα γνωστό μόνο μέσω της φωτογραφίας μας, εκτός από το αρχικό δείγμα που χρονολογείται από το 1953.

Είναι εμφανές ότι το iNaturalist αποτελεί ένα αξιόλογο εργαλείο για την καταγραφή σπάνιων τροπικών πεταλούδων, χάρη σε δύο κύριους παράγοντες: την παγκόσμια κοινότητα ειδικών και ερασιτεχνών φυσιολατρών που συμμετέχουν και την εκτεταμένη γεωγραφική κάλυψη του.

Επιπλέον, είναι σημαντικό να σημειώσουμε ότι, καθώς όλο και περισσότεροι ειδικοί συνεχίζουν να συμμετέχουν στο iNaturalist, πολλές παλαιότερες παρατηρήσεις που παρέμεναν αδιάγνωστες, και μερικές φορές για πολλά χρόνια, θα υποβληθούν σε επανεξέταση και ταυτοποίηση. Επιπρόσθετα, σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν οι "ειδικοί παρατηρητές", που αποτελούνται από επαγγελματίες επιστήμονες εξειδικευμένους σε άλλες ταξονομικές ομάδες εκτός από τις πεταλούδες. Αυτοί οι παρατηρητές έχουν τη δυνατότητα να αναγνωρίζουν και να φωτογραφίζουν συνεπώς σπάνια είδη πεταλούδων και, κατά συνέπεια, συνεισφέρουν στο έργο μας με σημαντικό τρόπο, περισσότερο από τους πολλούς ερασιτέχνες φυσιολάτρες που συνήθως παρέχουν μεμονωμένες παρατηρήσεις.

Παρόλο που ο αριθμός των παρατηρήσεων πεταλούδας που συνεισφέρει κάθε χρήστης στο έργο μας κυμαίνεται από 1 έως 21, η κατανομή των συνεισφορών είναι σε μεγάλο βαθμό δεξιόστροφη, με 162 (76,1%) χρήστες να συνεισφέρουν μία μόνο παρατήρηση.

Ο δεύτερος παράγοντας που οδηγεί στην αξία του iNaturalist για την καταγραφή σπάνιων πεταλούδων είναι η διευκόλυνση της συλλογής δεδομένων από ιδιωτικές εκτάσεις και απομακρυσμένες περιοχές.

Η παγκόσμια προσβασιμότητα του iNaturalist, η μόνη προϋπόθεση για τη χρήση του είναι μια συσκευή με πρόσβαση στο Διαδίκτυο, με μηδενικό κόστος που σχετίζεται με τη χρήση της ίδιας της πλατφόρμας, είναι ένα κρίσιμο πλεονέκτημα, ιδίως σε περιοχές όπως η Παπούα, όπου τα δεδομένα σχετικά με την αφθονία και την κατανομή των ειδών είναι συνήθως φτωχά λόγω της περιορισμένης παρακολούθησης της βιοποικιλότητας και των οικολογικών μελετών από επαγγελματίες επιστήμονες.

Η δειγματοληψία απομακρυσμένων περιοχών επιτρέπει επίσης την ανίχνευση επεκτάσεων της εμβέλειας. Πράγματι, πολλά σπάνια νεοτροπικά Eumaeini, τα οποία φαίνεται να είναι ενδημικά στενής περιοχής με βάση τα περιορισμένα δεδομένα δειγματοληψίας, είναι στην πραγματικότητα ευρύτερα διαδεδομένα.

Τα δεδομένα του iNaturalist και άλλα δεδομένα της επιστήμης των πολιτών για τη βιοποικιλότητα είναι απίθανο να αποτελέσουν πανάκεια για την κάλυψη αυτών των μεγάλων κενών χωρικών δεδομένων σε όλο τον κόσμο, δεδομένων των συχνά ισχυρών προκαταλήψεων αυτών των δεδομένων προς τις πόλεις, ωστόσο είναι σαφές ότι ακόμη και μεμονωμένες καταγραφές που συλλέγονται από επιστήμονες-πολίτες μπορούν να καταλύσουν περαιτέρω ανακαλύψεις και σημαντικές προσπάθειες διατήρησης.

Είναι σαφές ότι το iNaturalist είναι μια σημαντική πλατφόρμα για την καταγραφή παρατηρήσεων σπάνιων πεταλούδων, ιδίως τροπικών ειδών και ζωντανών ατόμων στο πεδίο. Η προώθηση περισσότερων παρατηρήσεων σε περιοχές πλούσιες σε είδη, όπως η Αφρική και η Κεντρική Αμερική, και περισσότερων παρατηρήσεων μικρών, λιγότερο χαρισματικών ομάδων, όπως τα Hesperidae, θα βοηθήσει να αποτελέσουν το εφαλτήριο για μελλοντικές προσπάθειες διατήρησης. (Mesaglio κ.ά., 2021)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11: ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ

Επιπλέον, πιο ιδιαίτερες τεχνολογίες για την προστασία της βιοποικιλότητας, των παραπάνω κατηγοριών, αναλύθηκαν από τις παρακάτω μελέτες. Αυτές οι μελέτες ασχολήθηκαν με την χρήση drones, την προβλεπτική ανάλυση και τη τεχνολογία blockchain.

11.1. Η ΧΡΗΣΗ DRONES ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΡΕΥΝΑ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΦΩΛΙΩΝ ΤΩΝ ΚΑΪΜΑΝΩΝ

Η χρήση μη επανδρωμένων αεροσκαφών (UAV) είναι μια εξελισσόμενη πτυχή της βιολογίας διατήρησης και έχει τη δυνατότητα να μεταμορφώσει τον τρόπο παρακολούθησης των ζώων και των οικοτόπων. Το 2019, οι Scarpa κ.ά. έκαναν μια μελέτη με τη χρήση πτήσεων με μη επανδρωμένα αεροσκάφη για την αξιολόγηση της πυκνότητας των φωλιών καϊμάνων, την ποσοτικοποίηση του δυναμικού φωλιών σε περιοχές που παρακολουθούνται και την αξιολόγηση του κατά πόσον η τρέχουσα συγκομιδή φωλιών στο Corrientes είναι εντός των αποδεκτών ορίων των βιώσιμων προγραμμάτων.

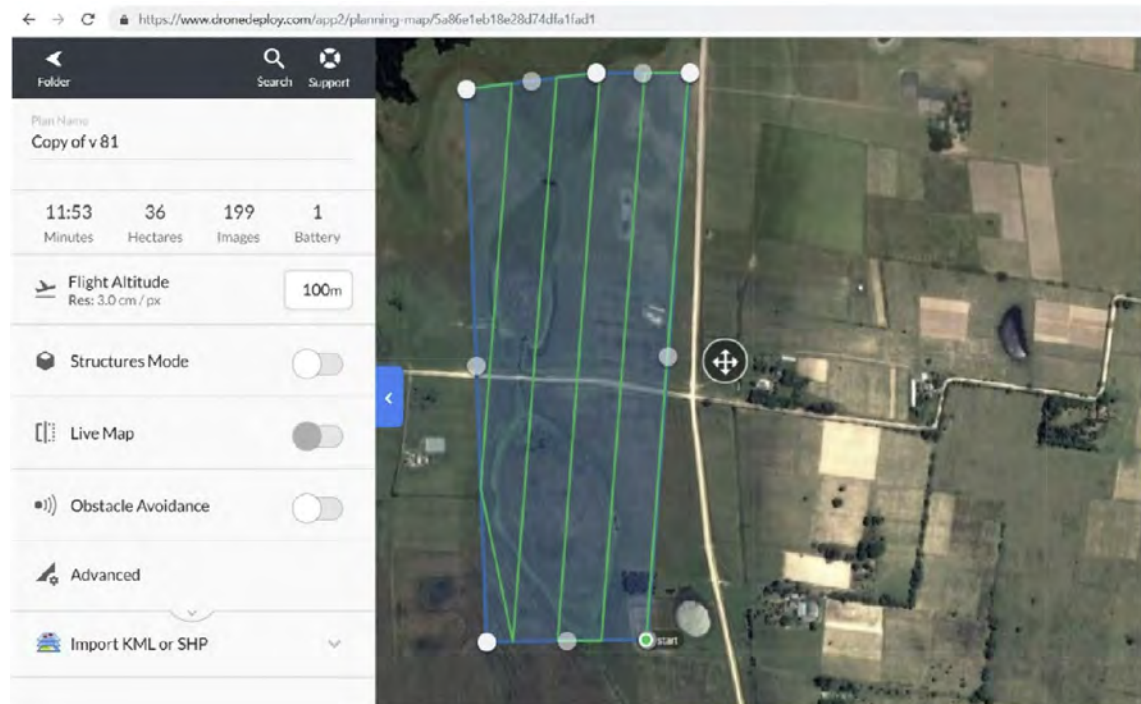
Υλικά και μέθοδοι: Η πυκνότητα των φωλιών εκτιμήθηκε στη νοτιοδυτική επαρχία Corrientes της Αργεντινής με τη χρήση ενός Drone Phantom 4 Pro. Η περιοχή δειγματοληψίας αποτελεί μέρος των περιοχών όπου πραγματοποιείται συγκομιδή φωλιών από την Yacaré Porá βάσει συμφωνίας μεταξύ του Τμήματος Φυσικών Πόρων της επαρχίας Corrientes και της Garruchos S.A. για την υλοποίηση και ανάπτυξη του έργου "Συλλογή αυγών του γένους των κατοικίδιων καϊμάνων για διαχειριστικούς σκοπούς στην επαρχία Corrientes της Αργεντινής".

Για να βρεθεί η πυκνότητα των φωλιών, αρχικά δημιουργήθηκαν 240 πολύγωνα τα οποία περιείχαν περιοχές συλλογής φωλιών του Yacaré Porá. Αυτά τα κάλυπταν έκταση 12.082 εκταρίων και βρίσκονταν στις δύο πλευρές των δρόμων και σε απόσταση έως 2 km. Τα πλέγματα δημιουργήθηκαν στο GoogleEarth, σε ιδακινές θέσεις για τη δημιουργία φωλιών των καϊμάνων.



Σχήμα 26: Περιοχή μελέτης (Scarpa & Piña, 2019)

Στην περιοχή Malvinas, δημιουργήθηκαν 60 πολύγωνα με συνολική έκταση 2853 εκτάρια, 16 από αυτά πετάχτηκαν. Στην περιοχή Nueve de Julio δημιουργήθηκαν 180 πολύγωνα συνολικής έκτασης 9229 εκταρίων, εκ των οποίων τα 36 απορρίφθηκαν. Τα πολύγωνα για πτήση επιλέχθηκαν τυχαία. Από τα επιλεγμένα πολύγωνα, τουλάχιστον το 20% βρέθηκε να πετάει. Η πτήση ρυθμίστηκε στο DroneDeploy ώστε να επικαλύπτει τουλάχιστον 40% πλευρικά, 70% προς τα εμπρός και σε ύψος 100 m από την απογείωση. Το drone ρυθμίστηκε να πετάει αυτόνομα.



Σχήμα 27: Σχεδιασμός μιας από τις πτήσεις του drone. (Scarpa & Piña, 2019)

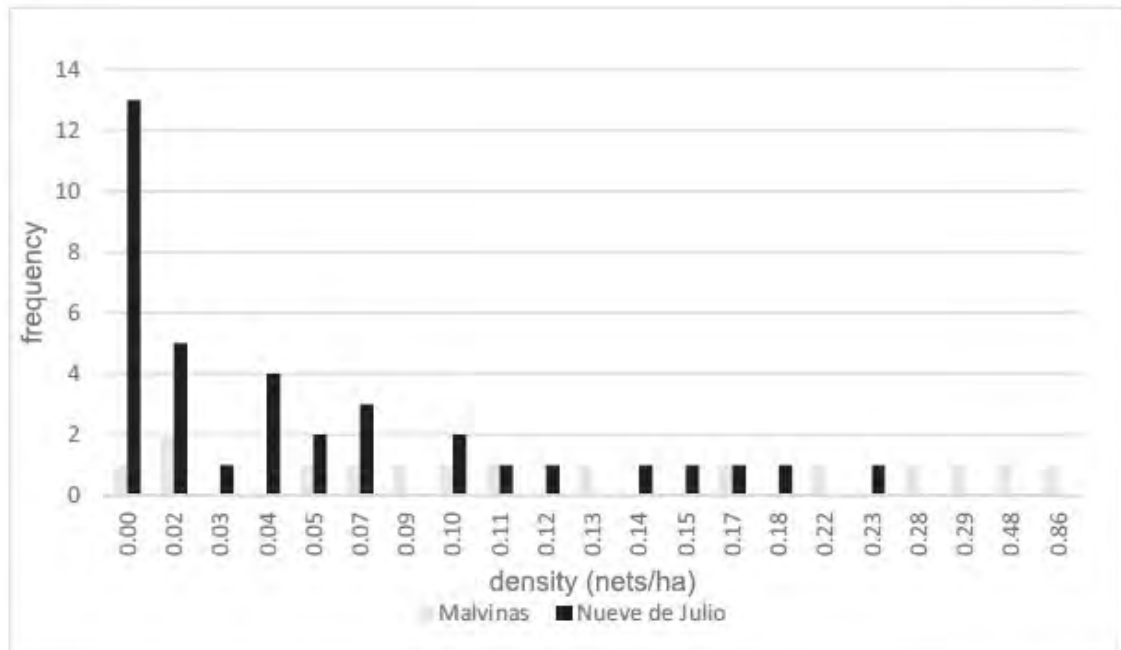
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρήχθησαν, ήταν ικανό να αναγνωριστούν τις φωλιές χρησιμοποιώντας αυτήν τη διαμόρφωση. Από κάθε πολύγωνο που καταγράφηκε, δημιουργήθηκε επίσης μια γεωγραφική αναφορά εικόνας, καταμετρήθηκαν οι φωλιές και καθορίστηκε η περιοχή που αφορά την πτήση τους.

Με αυτές τις τιμές ήταν δυνατό να προσδιοριστεί η πυκνότητα των φωλιών σε κάθε πολύγωνο, προκειμένου να υπολογιστεί η μέση πυκνότητα, το διάστημα εμπιστοσύνης για την πυκνότητα των φωλιών και η εκτιμώμενη ποσότητα των υφιστάμενων φωλιών στα 240 συνολικά πολύγωνα. Έγινε παρέκταση μόνο στην περιοχή των πολυγώνων που δημιουργήθηκαν και όχι στην πιθανή περιοχή της περιοχής, η οποία είναι πολύ μεγαλύτερη. Υπολογίστηκε η ελάχιστη και τη μέγιστη πυκνότητα για να γίνει η παρέκταση.

Αποτελέσματα: Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 52 πτήσεις: 36 πτήσεις στη θέση Nueve de Julio και 16 στη θέση Malvinas. Στο Nueve de Julio παρατηρήθηκαν 104 φωλιές από τα ψηφιδωτά. Η υψηλότερη πυκνότητα ήταν περίπου 1 φωλιά ανά 3 εκτάρια. Το πολύγωνο με τον υψηλότερο αριθμό φωλιών περιείχε 13 φωλιές. Σε 11 πολύγωνα δεν εντοπίστηκαν φωλιές, 10 είχαν πολύ μικρή πυκνότητα φωλιών.

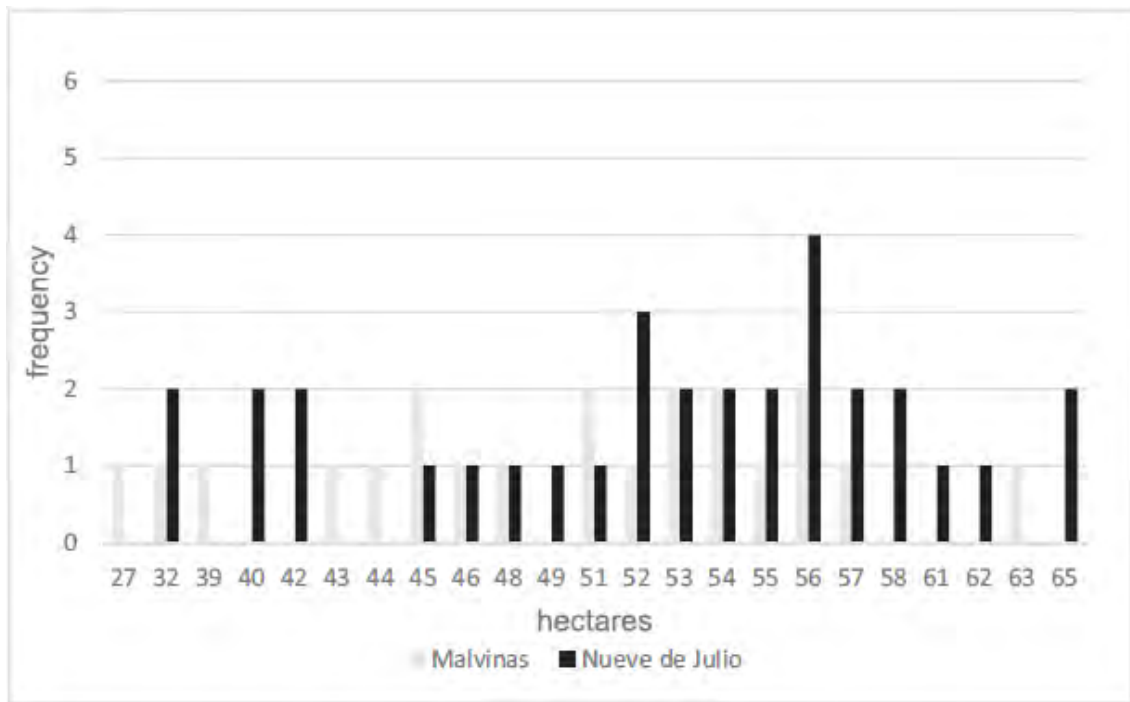
Η μέση έκταση των πολυγώνων στο Nueve de Julio ήταν 50 εκτάρια. Στις Malvinas βρέθηκαν 145 φωλιές, παρόλο που πετάχτηκε λιγότερο από το 50% των

πολυγώνων στο Nueve de Julio. Η υψηλότερη πυκνότητα που παρατηρήθηκε ήταν λίγο περισσότερο από 3 φωλιές ανά 4 εκτάρια. Σε 2 πολύγωνα δεν εντοπίστηκαν φωλιές.



Σχήμα 28: Συσσωρευμένη συχνότητα των φωλιών για την περιοχή μελέτης. (Scarpa & Piña, 2019)

Η επιφάνεια των πολυγώνων στις Malvinas είχε μέσο όρο 48 εκτάρια. Για το Nueve de Julio εκτιμήθηκε μέση πυκνότητα $0,055 \pm 0,010$ φωλιές- ha^{-1} . Αν προεκτείνουμε την τιμή αυτή στα 9200 εκτάρια που περιλαμβάνονται στα 180 πολύγωνα της εν λόγω περιοχής, εκτιμούμε ότι μπορεί να υπάρχουν 396 έως 616 φωλιές. Για τις Malvinas, η μέση πυκνότητα φωλιών που παρατηρήθηκε ήταν $0,18 \pm 0,023$ φωλιές- ha^{-1} , με ελάχιστη πυκνότητα $0,157$ φωλιές- ha^{-1} και μέγιστη πυκνότητα $0,203$ φωλιές- ha^{-1} .



Σχήμα 29: Η συσσωρευμένη συχνότητα των εκταρίων για την περιοχή μελέτης. (Scarpa & Piña, 2019)

Λαμβάνοντας υπόψη τα 2800 εκτάρια των 60 πολυγώνων που δημιουργήθηκαν στην περιοχή, εκτιμήθηκε ελάχιστη τιμή 440 φωλιές και μέγιστη τιμή 568 φωλιές. Λαμβάνοντας υπόψη το σύνολο των πτήσεων και των πολυγώνων, η μέση πυκνότητα που παρατηρήθηκε ήταν $0,09 \pm 0,005$, με ελάχιστη εκτίμηση $0,085 \text{ φωλιές-ha}^{-1}$ και μέγιστη $0,095 \text{ φωλιές-ha}^{-1}$. Αν προεκτείνουμε αυτή την πυκνότητα στα 12.000 εκτάρια που αποτελούν τα 240 πολύγωνα στα οποία επιλέχθηκαν τυχαία οι πτήσεις, θα υπήρχαν τουλάχιστον 1020 φωλιές και το μέγιστο 1140 φωλιές.

Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα συγκομιδής του Yacaré Porá υπολογίστηκε μια μέση τιμή περίπου 500 φωλιές που συλλέγονται ανά περίοδο σε ολόκληρη την επαρχία Corrientes. Σύμφωνα με την εκτίμηση των φωλιών σε μόλις 12.000 εκτάρια, αποδεικνύεται ότι ο πόρος αυτός υποαξιοποιείται από την Yacaré Porá σε σχέση με τους δυνητικούς πληθυσμούς καϊμάνων που διαθέτει η Corrientes. (Scarpa & Piña, 2019)

11.2. ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΔΙΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΩΝ ΔΙΕΘΝΙΚΩΝ ΕΓΚΛΗΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΕΜΠΟΡΙΑΣ ΑΓΡΙΑΣ ΠΑΝΙΔΑΣ ΚΑΙ ΧΛΩΡΙΔΑΣ

Οι Haas και Ferreira το 2015 ανέδειξαν τον τρόπο με τον οποίο μια ομοσπονδιακή βάση δεδομένων μπορεί να αντιμετωπίσει το πρόβλημα της ασύνδετης αποθήκευσης

πληροφοριών σε διάφορες βάσεις δεδομένων. Επιπλέον, επέδειξαν πώς οι αναλύσεις κοινωνικών δικτύων μπορούν να παράσχουν στους φορείς επιβολής του νόμου στοχευμένες απαντήσεις που μπορούν να ανατρέψουν ένα εγκληματικό δίκτυο στο μέγιστο δυνατό βαθμό.

Πρότειναν ένα συγκεκριμένο, βήμα-προς-βήμα πρόγραμμα που πρέπει να ακολουθήσει μια ομάδα υπηρεσιών επιβολής του νόμου και προστασίας της άγριας ζωής για τη συγκέντρωση χρήσιμων πληροφοριών. Αυτά τα βήματα περιλαμβάνουν:

- Πρόσκληση υπηρεσιών που διαθέτουν αρμοδιότητα για περιπτώσεις ύποπτης εμπορίας άγριας ζωής.
- Κάλεσμα όλων των μελών της ομάδας να συμβάλουν στη δημιουργία και διατήρηση μιας κοινής ομοσπονδιακής βάσης δεδομένων με όλες τις ποινικές αποδείξεις που συγκεντρώνει καθένα από τα μέλη εντός της αντίστοιχης αρμοδιότητάς τους.
- Επιλογή ενός ειδικού από το εσωτερικό της ομάδας ή πρόσκληση ενός εξωτερικού συμβούλου για να διεξαγάγει ανάλυση των κοινωνικών δικτύων, εξετάζοντας τα δεδομένα που προέρχονται από την ομοσπονδιακή βάση δεδομένων.

Στο πλαίσιο του παράνομου δικτύου εφοδιασμού, ένας μεσάζων πρώτου επιπέδου αναθέτει σε μια ομάδα κυνηγών λαθροθηρίας και αγοράζει όποια αγαθά άγριας ζωής είναι σε θέση να λαθροκυνηγήσει η ομάδα. Οι μεσάζοντες της δεύτερης βαθμίδας αγοράζουν προϊόντα άγριας ζωής από μεσάζοντες της πρώτης βαθμίδας και τα πωλούν σε μεσάζοντες της τρίτης βαθμίδας. Οι εξαγωγείς είναι οι κρίκοι της αλυσίδας εφοδιασμού που συνδέουν τους παραγωγούς με τους καταναλωτές στις χώρες τελικού χρήστη.

Ομοσπονδιακές βάσεις δεδομένων: Η ομοσπονδιακή βάση δεδομένων επιτρέπει στους ερευνητές να ανακαλύψουν συνδέσεις μεγάλων αποστάσεων. Σύμφωνα με αυτό, μια τέτοια βάση δεδομένων περιέχει την ανάπτυξη μιας εικονικής βάσης δεδομένων όλων των δεδομένων για άτομα που είναι ύποπτα ότι εμπλέκονται σε παράνομη διακίνηση άγριων ζώων. Τα βήματα που απαιτούνται για τη δημιουργία μιας ομοσπονδιακής βάσης δεδομένων:

- Μια άλλη ερευνητική ομάδα συμφωνεί με την προσέγγιση της ομοσπονδιακής βάσης δεδομένων για την ανταλλαγή πληροφοριών και γίνεται μέλος της Ομοσπονδίας.
- Όλα τα μέλη της ομοσπονδίας συμφωνούν να ενσωματώσουν στις δικές τους βάσεις δεδομένων έναν κοινό πυρήνα χαρακτηριστικών με συμφωνημένα ονόματα.
- Ασφαλείς, τοπικές βάσεις δεδομένων δημιουργούνται από κάθε μέλος της ομοσπονδίας για την αποθήκευση όλων των αποδεικτικών στοιχείων που συλλέγουν απευθείας.
- Κάθε μέλος της ομοσπονδίας κατέχει ένα σύστημα λογισμικού εγκληματολογικών πληροφοριών.
- Κάθε μέλος της ομοσπονδίας προσαρμόζει το σύστημα λογισμικού για εγκληματολογικές πληροφορίες, επιτρέποντάς του να διαβάζει δεδομένα που προέρχονται από ένα αρχείο αναφοράς που δημιουργείται από την τοπική μηχανή βάσης δεδομένων.
- Κάθε μέλος της ομοσπονδίας έχει μια πολιτική που εισάγεται μόνο μία φορά στην τοπική βάση δεδομένων για κάθε νέο στοιχείο που συλλέγεται.

Ανθεκτικότητα του εγκληματικού δικτύου: Οι αρχές επιβολής του νόμου αντιμετωπίζουν υψηλές προκλήσεις όταν προσπαθούν να εξασφαλίσουν την αποτελεσματικότητα και τη διασύνδεση των δικτύων εμπορίας άγριων ζώων. Σε αυτό το πλαίσιο, προκύπτουν τρεις βασικές προκλήσεις:

- Πόσο συχνά πρέπει να αναλαμβάνουν δράση για το κλείσιμο ενός δικτύου οι υπηρεσίες επιβολής του νόμου;
- Ποιους παίκτες του δικτύου πρέπει να επιλέγουν οι αρχές για στοχοποίηση;
- Σε περίπτωση διακοπής του δικτύου, πώς θα είναι δυνατή η ανάκαμψή του;

Ανάλυση κοινωνικών δικτύων: Τα εγκληματικά δίκτυα έχουν ανακαλύψει σημαντικούς παίκτες μέσω της ανάλυσης των κοινωνικών δικτύων. Η κεντρική θέση των ιδιοδιανυσμάτων συμβάλλει στον εντοπισμό των πιο συνδεδεμένων ενδιαμέσων προσώπων, ενώ το μέτρο κεντρικής θέσης betweenness υποδεικνύει τα ενδιάμεσα πρόσωπα που ελέγχουν περισσότερο τις πληροφορίες.

Οι αρχές επιβολής του νόμου μπορούν να εστιάσουν τις νομικές τους ενέργειες σε αυτούς τους κεντρικούς παίκτες προκειμένου να επιδράσουν στη λειτουργία του

δικτύου. Αυτό μπορεί να γίνει με βάση τις διαθέσιμες αναφορές πληροφοριών που παρέχονται από αναλυτές και εμπειρογνώμονες.

Συχνότητα διασπαστικών ενεργειών: Τα εγκληματικά δίκτυα που εμπορεύονται την άγρια ζωή είναι συνήθως ανθεκτικά και έχουν τη δυνατότητα να ανακαλύπτονται γρήγορα μετά από μια δράση που διαταράσσει το δίκτυο. Η υπολογισμός ενός δείκτη ανθεκτικότητας θα μπορούσε να βοηθήσει τις αρχές επιβολής του νόμου να προσαρμόσουν τη συχνότητα των προσπαθειών τους για τον αφοπλισμό του δικτύου, με στόχο τη μεγιστοποίηση της αποτελεσματικότητας στην καταπολέμηση του εγκλήματος.

Για τη λήψη αποτελεσματικών αποφάσεων σχετικά με τη σύλληψη παικτών και την αναγνώριση ανερχόμενων αστέρων, προτείνονται δύο διαδικασίες:

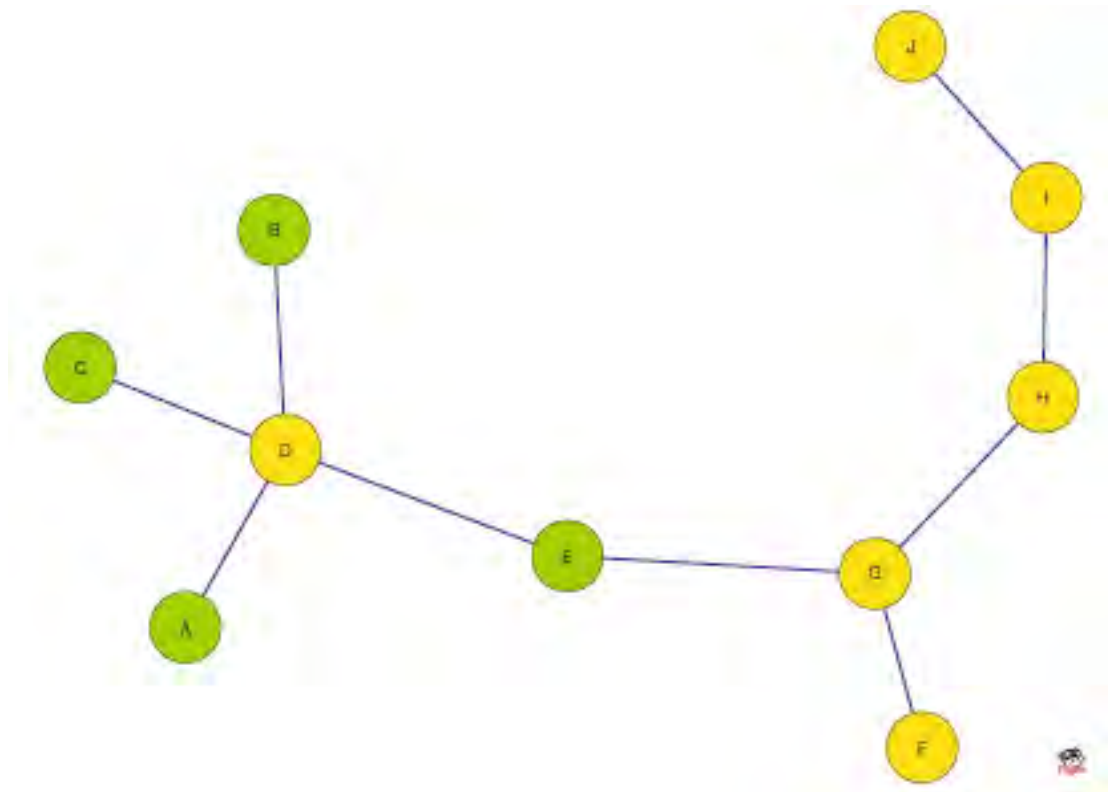
- Σε πρώτη προτεραιότητα, εάν παρατηρείται αύξηση της κεντρικότητας του ιδιοδιανύσματος ενός παίκτη με την πάροδο του χρόνου, οι αρχές επιβολής του νόμου θα πρέπει να προχωρήσουν στη σύλληψη αυτού του παίκτη. Αυτή η ενέργεια είναι αναγκαία, καθώς ο συγκεκριμένος παίκτης μπορεί να αποτελεί τον επόμενο ανερχόμενο αστέρα του δικτύου.
- Σε δεύτερη προτεραιότητα, εάν παρατηρείται αύξηση της κεντρικότητας betweenness ενός παίκτη με την πάροδο του χρόνου, η επιβολή του νόμου θα πρέπει να αναβάλει τη σύλληψη αυτού του παίκτη, εφόσον είναι σημαντικό για τους ερευνητές να μην ειδοποιήσουν άλλους παίκτες στο δίκτυο..

Διαδοχή: Για την πρόβλεψη του παίκτη που ενδέχεται να αναλάβει τον ρόλο που είχε προηγουμένως ένας συλληφθείς παίκτης σε ένα δίκτυο, υπάρχει μια προσέγγιση που βασίζεται σε τρεις βασικές παραμέτρους σε τρεις διαστάσεις:

- μήκος διαδρομής μεταξύ του παίκτη και του παίκτη που απομακρύνθηκε,
- κεντρικότητα ιδιοδιανύσματος, και
- κεντρικότητα μεταξύ τους (betweenness centrality).

Τύποι δεδομένων που χρησιμοποιούνται για την παρατήρηση του δικτύου: Οι ερευνητές αξιοποιούν πληροφορίες που προέκυψαν κατά τη διάρκεια των ερευνών ενός ύποπτου για λαθροθηρία. Αυτές περιλαμβάνουν την χρήση ονομάτων που αναφέρθηκαν κατά την ανάκριση, την ανάλυση των διακλαδώσεων των συνομιλιών σε κινητά τηλέφωνα, πληροφορίες που συλλέγονται από τον τόπο του περιστατικού λαθροθηρίας,

και αναφορές πληροφοριοδοτών. Αυτά τα δεδομένα δημιουργούν ένα σύνολο παρατηρήσεων μεταξύ διάφορων παικτών ή συνδέσμων.



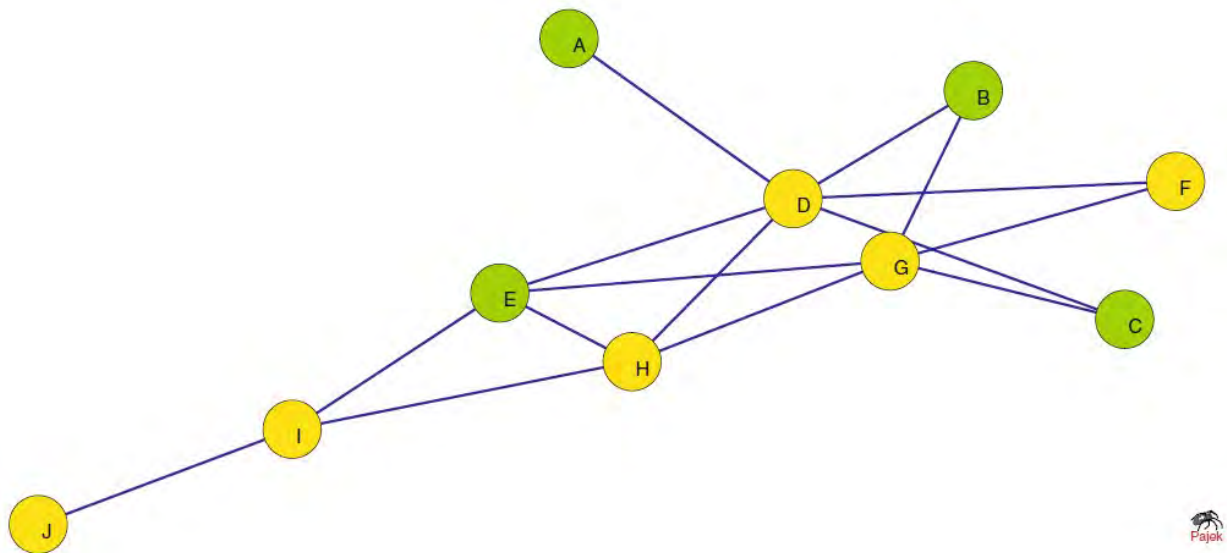
Σχήμα 30: Κατασκευή εγκληματικών δικτύων από δεδομένα συνδέσεων με παρατηρημένους συνδέσμους. (Haas & Ferreira, 2015)

Τύποι συμπερασμάτων: Για να αντιμετωπιστούν προβλήματα όπως κρυφές ή ψευδείς συνδέσεις σε παρατηρούμενα δίκτυα, υπάρχουν τουλάχιστον τρία καθήκοντα στη διαδικασία της ανακατασκευής ενός εγκληματικού δικτύου:

- Η απόδοση του ονόματος ενός παίκτη σε κάθε ετικέτα αναγνώρισης στο σύνολο δεδομένων.
- Η πρόβλεψη του συνόλου των ακμών στο πραγματικό δίκτυο.
- Ο αναλυτής προβλέπει το ρόλο κάθε παίκτη στο δίκτυο.

Πρόβλεψη συνδέσεων και ανακατασκευή δικτύου με βάση το γράφημα: Οι αναλυτές μπορούν να υιοθετήσουν μια γραφική προσέγγιση. Στην περίπτωση που το δίκτυο περιλαμβάνει πολλούς αόρατους συνδέσμους, ένας προβλεπτικός μηχανισμός σύνδεσης βασισμένος στη γραφική ανάλυση δεν εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα πληροφοριών σε και τα δύο άκρα ενός πιθανού συνδέσμου.

Πρόβλεψη συνδέσμων με βάση το μοντέλο και ανακατασκευή δικτύου: Ένας τρόπος πρόβλεψης συνδέσμων βασισμένος σε ένα μοντέλο δεδομένων συνδέσμων, όπου υπάρχει η πιθανότητα να υπάρχουν αόρατοι σύνδεσμοι, και ένας παρατηρούμενος σύνδεσμος θεωρείται αξιόπιστος. Αυτή η μέθοδος βασίζεται στην υπόθεση ότι το πραγματικό δίκτυο είναι στοχαστικό όσον αφορά τους συνδέσμους και τη συμμετοχή σε ομάδες.

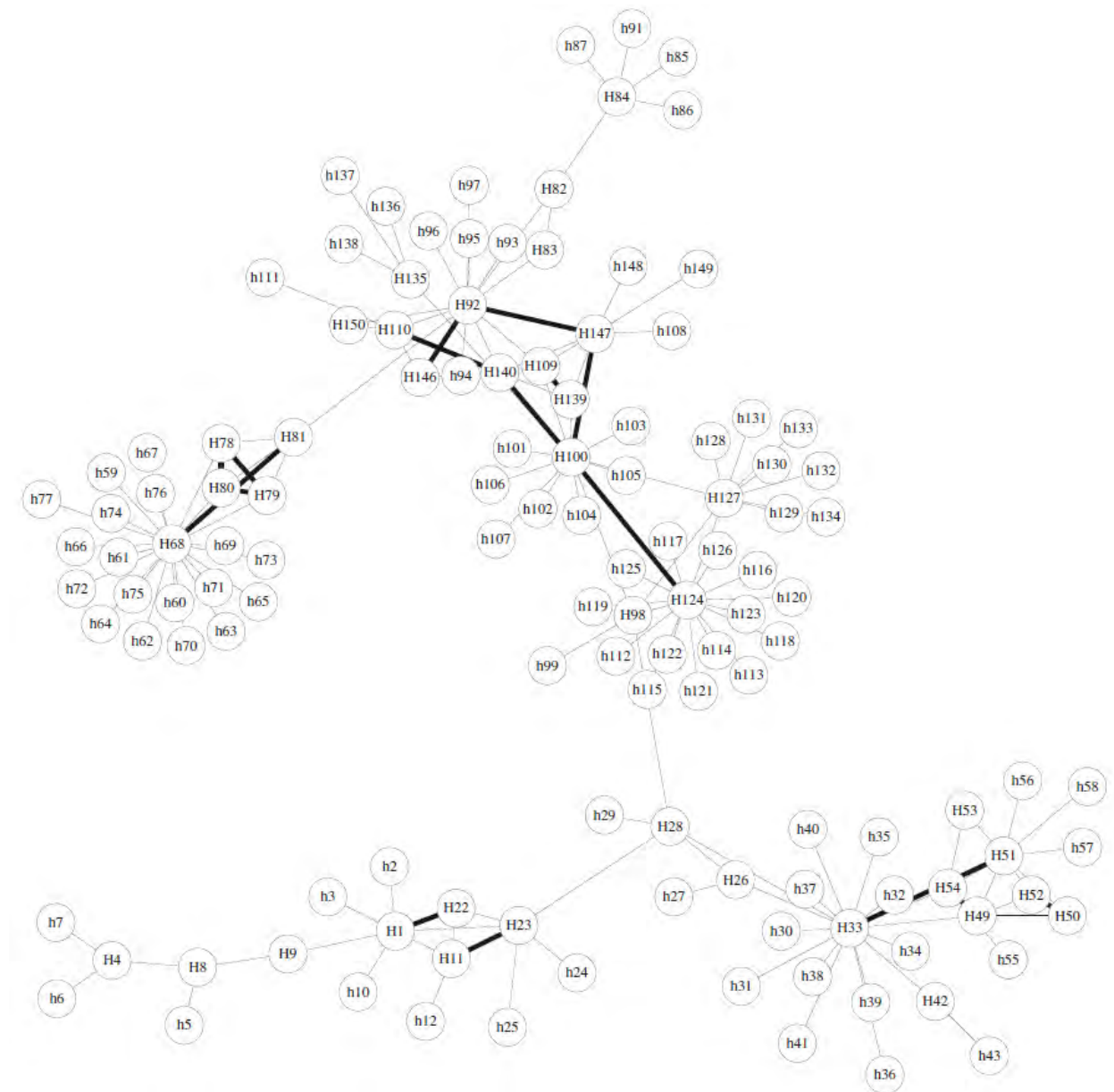


Σχήμα 31: Αποτελέσματα συμπερασμού δικτύου με χρήση προβλέψεων βάσει μοντέλου (Haas & Ferreira, 2015)

Χρήση του παραπάνω τρόπου στην Λαθροθηρία ρινόκερων: Το Εθνικό Πάρκο Κρούγκερ στη Νότια Αφρική διαδραματίζει έναν πρωταγωνιστικό ρόλο στη διατήρηση δύο υποειδών ρινόκερων: του νότιου λευκού ρινόκερου (*Ceratotherium simum simum*) και του νοτιοανατολικού μαύρου ρινόκερου (*Diceros bicornis minor*). Ωστόσο, στο Κρούγκερ, και τα δύο αυτά είδη αντιμετωπίζουν μια νέα απειλή από τη λαθροθηρία, καθώς οι λαθροκυνηγοί στοχεύουν τα πολύτιμα κέρατά τους. Αυτή η παράνομη δραστηριότητα θέτει σε κίνδυνο τουλάχιστον δύο σημαντικές αξίες διατήρησης: τη δυνατότητα επέκτασης της εκτατικής εκτατικής περιοχής εξάπλωσης των ρινόκερων και τα έσοδα από τις πωλήσεις των ρινόκερων.

Για να αναλύσουν αυτό το πρόβλημα, οι ερευνητές χρησιμοποίησαν δεδομένα από το πραγματικό δίκτυο λαθροκυνηγετικής δραστηριότητας που εκτυλίσσεται κοντά στο Εθνικό Πάρκο Kruger. Το δίκτυο περιλάμβανε 134 παίκτες και βασίστηκε σε δεδομένα που συλλέχθηκαν τον Σεπτέμβριο του 2013. Για την αναπαράσταση αυτού του

δικτύου, χρησιμοποιήθηκε μια τροποποιημένη μορφή του αλγορίθμου σχεδίασης γραφημάτων ForceAtlas2, ο οποίος υλοποιήθηκε στο λογισμικό id.



Σχήμα 32: Ένα παράδειγμα του αναδομημένου εγκληματικού δικτύου που συνδέεται με τη λαθροθηρία ρινόκερων στο Εθνικό Πάρκο Κρούγκερ. (Haas & Ferreira, 2015)

Ο αλγόριθμος ForceAtlas2 αποκαλύπτει πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τη δομή του δικτύου, περιλαμβάνοντας τις συστάδες παικτών και τις συνδέσεις μεταξύ αυτών των συστάδων. Κατά τη διάρκεια της ανακατασκευής του δικτύου, προστέθηκαν πολλές νέες συνδέσεις. Μια αξιοσημείωτη παρατήρηση αφορά την υψηλή ιδιοδιανυσματική κεντρικότητα του παίκτη H100, που αντιπροσωπεύει τη δυνατότητά

του να μεταφέρει πληροφορίες αποτελεσματικά σε πολλούς άλλους παίκτες, διασχίζοντας πολλαπλές συστάδες με άλλα λόγια.

Ο παίκτης H28 αποτελεί τον φύλακα πύλης μεταξύ πολλών παικτών που ανήκουν σε διάφορα υποδίκτυα με ευρεία κατανομή. Η απομάκρυνσή του από το δίκτυο θα επηρεάσει αρνητικά την ηγεσία του δικτύου, ενώ η απομάκρυνση του παίκτη H100 θα μειώσει την ικανότητα της επιχείρησης να διανέμει αποτελεσματικά πληροφορίες σε όλα τα μέλη του δικτύου. Επίσης, σημειώστε ότι ο παίκτης H100 διαθέτει τόσο υψηλή ιδιοδιανυσματική κεντρικότητα όσο και υψηλή betweenness centrality.

Το δίκτυο αποτελείται από διάφορες χαλαρά συνδεδεμένες υποσυστάδες. Κάθε υποδίκτυο αποτελείται από μέλη τοπικών συμμοριών που ζουν σε πόλεις που περιβάλλουν το πάρκο. Αυτές οι πόλεις είναι συνήθως πυκνοκατοικημένες και φτωχές. (Haas & Ferreira, 2015)

11.3. ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ BLOCKCHAIN ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΙΧΝΗΛΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ ΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ ΣΤΗΝ ΑΓΟΡΑ ΕΛΕΦΑΝΤΟΔΟΝΤΟΥ

Το 2021, ο Gwangwana και συνεργάτες του πρότειναν την εφαρμογή της τεχνολογίας blockchain για τον εντοπισμό της πορείας των προϊόντων άγριας ζωής, όπως το ελεφαντόδοντο, καθώς μεταβαίνουν από την πηγή τους προς τον προορισμό τους.

Προτεινόμενο μοντέλο εφοδιαστικής αλυσίδας: Στις σύγχρονες εφοδιαστικές αλυσίδες, υπάρχει μια αυξημένη έμφαση στην έννοια της υπεύθυνης προμήθειας. Αυτή η προσέγγιση διαχειρίζεται όλες τις πτυχές που αφορούν το κοινωνικό, περιβαλλοντικό και οικονομικό κομμάτι της αλυσίδας εφοδιασμού, λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα παραγωγής. Σε αυτό το πλαίσιο, ορισμένα συστήματα βιωσιμότητας έχουν αναπτύξει ένα μοντέλο γνωστό ως "αλυσίδα επιτήρησης" προκειμένου να υποστηρίξουν την ιχνηλασιμότητα στη σύγχρονη αλυσίδα εφοδιασμού. Υπάρχουν τέσσερα διαφορετικά μοντέλα αυτής της "αλυσίδας επιτήρησης" που χρησιμοποιούνται:

- Μοντέλο Διατήρησης της Ταυτότητας: Αυτό το μοντέλο επικεντρώνεται στη διατήρηση της ταυτότητας των προϊόντων καθ' όλη τη διάρκεια της αλυσίδας εφοδιασμού.
- Μοντέλο Φυσικού Διαχωρισμού: Στο μοντέλο αυτό, ο φυσικός διαχωρισμός των προϊόντων σε διάφορα στάδια της αλυσίδας εφοδιασμού παρέχει διαφορετικές πληροφορίες για την καταγωγή και τη διαχείρισή τους.

- Μοντέλο Ισοζυγίου Μάζας: Στο πλαίσιο αυτού του μοντέλου, εξετάζεται η συνολική μάζα των προϊόντων καθώς και η ισορροπία αυτής της μάζας κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού.
- Προσέγγιση Book-and-claim: Σε αυτό το μοντέλο, οι φορείς εκμετάλλευσης καταγράφουν τους αιεφόρους πόρους ή προϊόντα που βρίσκονται σε αναντικριστικά στάδια σε ένα κεντρικό μητρώο μέσω μιας πλατφόρμας εμπορίας. Αποτέλεσμα αυτού είναι ο φορέας εκμετάλλευσης να λαμβάνει ένα πιστοποιητικό που επιτρέπει την εμπορία τους.

Στη διαχείριση της ασφάλειας των προϊόντων, τη διαδικασία ανάκλησης αγαθών και την αντίστροφη εφοδιαστική, τα συστήματα ιχνηλασιμότητας στην αλυσίδα εφοδιασμού αποτελούν πολύτιμο εργαλείο. Η επίτευξη ιχνηλασιμότητας στις σύγχρονες αλυσίδες εφοδιασμού διαμορφώνεται μέσω της χρήσης σύγχρονων τεχνολογιών, όπως συσκευές GPS, αισθητήρες με δυνατότητα Wi-Fi, ετικέτες RFID και τεχνολογία blockchain. Η παρακολούθηση της κίνησης προσφέρει μια πληροφοριακή βάση για τις ανάγκες των ζώων, την πυκνότητα και την κατανομή τους, τη δημογραφία, την οικολογία, τη συμπεριφορά και την κοινωνική διάρθρωση.

Μια άλλη περίπτωση χρήσης για την παρακολούθηση της άγριας πανίδας είναι ο εντοπισμός της προέλευσης των παράνομων προϊόντων άγριας πανίδας με τη χρήση DNA και του προσορισμού των παράνομων αποστολών μέσω ανιχνευτών GPS που είναι κρυμμένοι στις παράνομες αποστολές. Οι δοκιμές DNA μπορούν να διεξαχθούν σε κατασχεθέντα φορτία ή σε τυχαία εμπορεύματα που πωλούνται.

Τεχνολογία Blockchain: Η τεχνολογία blockchain αποτελεί μια διακρατική βάση δεδομένων που δίνει τη δυνατότητα να καταγράφονται όλες οι συναλλαγές στην αλυσίδα εφοδιασμού από την αρχή της διαδικασίας μέχρι το τελικό προϊόν. Πληροφορίες που σχετίζονται με διάφορες πτυχές και βήματα μπορούν να εισαχθούν στο σύστημα και να επαληθευθούν σε διάφορα σημεία της αλυσίδας εφοδιασμού, στη συνέχεια συνδέοντας τις με τα φυσικά αντικείμενα μέσω barcodes, ετικετών, ή άλλων IoT εφαρμογών. Το κυριότερο χαρακτηριστικό της blockchain είναι ότι διαφέρει από τις συμβατικές βάσεις δεδομένων, καθώς επιτρέπει την αποθήκευση αναλλοίωτων "μπλοκ" σε μια κοινοτικά ελεγχόμενη και κατανομημένη ψηφιακή βάση δεδομένων. Κάθε μπλοκ επαληθεύεται με βάση τα προηγούμενα μπλοκ, κάτι που δυσκολεύει σημαντικά τυχόν προσπάθειες αλλοίωσής του, καθώς απαιτείται η τροποποίηση όλων των προηγούμενων μπλοκ.

Στη βάση της βιβλιογραφικής ανασκόπησης που διεξήχθη σχετικά με τις υφιστάμενες πρακτικές στον τομέα της διατήρησης της άγριας φύσης και των πρωτοβουλιών που χρησιμοποιούν την τεχνολογία blockchain, διακρίθηκε η συμμετοχή διάφορων ενδιαφερομένων φορέων. Αυτοί περιλαμβάνουν την κυβερνητική αρχή, τις τοπικές κοινότητες, τα εθνικά πάρκα και τα καταφύγια θηραμάτων, τους συντηρητές, τους τουρίστες, τους κυνηγούς, τους κτηνίατρους άγριας ζωής, τις αρχές επιβολής του νόμου, τους πιστοποιητές, τις τελωνειακές αρχές, τις αποθήκες/αποθήκες, τις διανομές, τις λιμενικές αρχές, τους κατασκευαστές, τους χονδρέμπορους, τους λιανέμπορους και τους καταναλωτές.

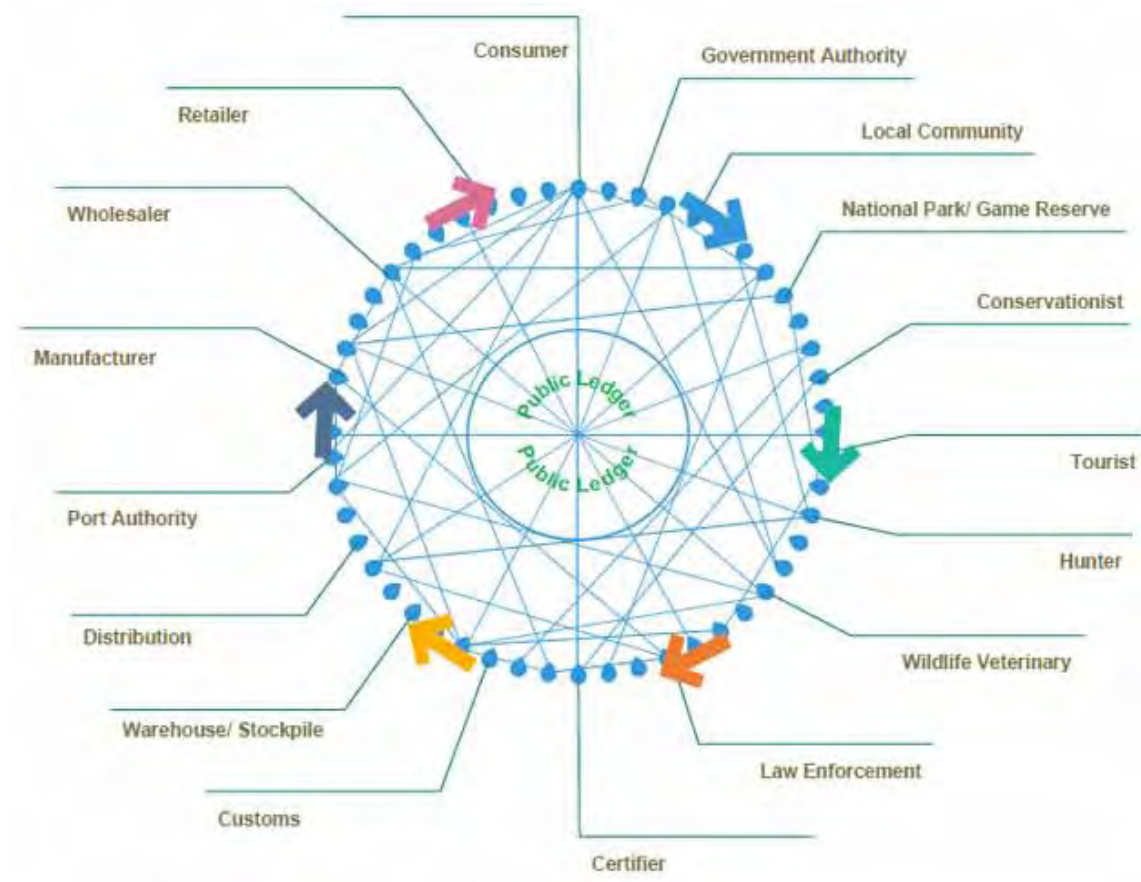
Οι συμμετέχοντες μπορούν να απεικονιστούν σε ένα μοντέλο blockchain ως εξής: Όλοι οι συμμετέχοντες στο μοντέλο blockchain συνδέονται μεταξύ τους μέσω διαφόρων κόμβων. Η διασύνδεση συμβάλλει στον σαφή εντοπισμό του πότε τα προϊόντα ελεφαντόδοντου άγριας ζωής αλλάζουν χέρια. Η διαφάνεια βελτιώνεται σημαντικά μέσω της αλυσίδας μπλοκ. Τα δεδομένα από όλους τους κόμβους μπορούν να αναρτηθούν στο δημόσιο βιβλίο και να είναι προσβάσιμα από τους σχετικούς συμμετέχοντες στο δίκτυο blockchain.

Η συνήθης ακολουθία γεγονότων αρχίζει στη χώρα προέλευσης, όπου φυλάσσονται τα άγρια είδη, μέσα από διαχειριστικές πρακτικές που υιοθετούνται σε πάρκα και από διάφορους φορείς που εφαρμόζουν τις εγκεκριμένες μεθόδους διατήρησης της άγριας ζωής.

Το μοντέλο της blockchain εξασφαλίζει πως όλες οι συναλλαγές που διαπραγματεύονται κάθε στάδιο επικυρώνονται από ένα αξιόπιστο τρίτο μέρος. Η ροή των πληροφοριών στο δίκτυο βασίζεται στην ακριβή μετάδοση πληροφοριών μεταξύ των εμπλεκόμενων πλευρών και εξαρτάται από τον αμοιβαίο εμπιστευτικό χαρακτήρα τους. Το μοντέλο blockchain εισάγει μια αποκεντρωμένη αλυσίδα εφοδιασμού, με τη σύνδεση όλων των συμμετεχόντων φορέων μέσω του δικτύου blockchain. Οι συναλλαγές και οι πληροφορίες αποθηκεύονται και επαληθεύονται από όλους τους χρήστες και όλοι οι ενδιαφερόμενοι φορείς είναι εξίσου συνδεδεμένοι. Η προσέγγιση της αλυσίδας μπλοκ μπορεί να αντιμετωπίσει τις ακόλουθες ανησυχίες:

- Διασφάλιση βιώσιμης διατήρησης
- Ιχνηλασιμότητα blockchain από άκρο σε άκρο
- Διατήρηση / Διαχείριση άγριας ζωής

- Δέσμευση καταναλωτών
- Πιστοποίηση. (Gwangwana, 2021)



Σχήμα 33: Το μοντέλο *blockchain* των συμμετεχόντων στο εμπόριο ελεφαντόδοντου. (Gwangwana, 2021)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12: ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ ΚΑΙ ΟΦΕΛΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗΣ

Η συγχώνευση της τεχνολογίας με τη διατήρηση της βιοποικιλότητας έχει εγκαινιάσει μια νέα εποχή δυνατοτήτων, επαναπροσδιορίζοντας την ικανότητά μας να κατανοούμε, να διαχειριζόμαστε και να προστατεύουμε τα φυσικά οικοσυστήματα του πλανήτη. Η ενσωμάτωση διαφόρων τεχνολογικών εργαλείων και πλατφορμών προσφέρει μια σειρά από ευκαιρίες που ενισχύουν τις προσπάθειές μας και αυξάνουν την επιτυχία μας στη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Από την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο έως την ανάλυση δεδομένων και τις καινοτόμες λύσεις, ο ρόλος της τεχνολογίας στη διατήρηση ξεκλειδώνει ένα πλήθος πλεονεκτημάτων που ανοίγουν το δρόμο για ένα πιο βιώσιμο μέλλον.

Οι δυνατότητες ενσωμάτωσης της τεχνολογίας είναι πιο εμφανείς στο πεδίο της συλλογής και ανάλυσης δεδομένων. Οι προηγμένες τεχνολογίες, όπως η τηλεπισκόπηση, οι δορυφορικές εικόνες και τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη, παρέχουν θέαση των οικοσυστημάτων από το μάτι του πουλιού, επιτρέποντας στους ερευνητές να παρακολουθούν τις αλλαγές στην κάλυψη γης, την αποψίλωση και την απώλεια οικοτόπων με πρωτοφανή ακρίβεια και αποτελεσματικότητα. (Pettorelli κ.ά., 2014)

12.1 ΒΕΛΤΙΩΜΕΝΗ ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η βιοποικιλότητα, ο περίπλοκος ιστός της ζωής που περιλαμβάνει όλα τα είδη στη Γη, είναι μια κρίσιμη πτυχή της υγείας και της λειτουργικότητας των οικοσυστημάτων. Με την αυξανόμενη ανησυχία για την απώλεια της βιοποικιλότητας και τις αλυσιδωτές επιπτώσεις της στα οικοσυστήματα, έχει καταβληθεί συντονισμένη προσπάθεια για τη βελτίωση των μεθόδων συλλογής και ανάλυσης δεδομένων. Η τεχνολογική πρόοδος έχει αναδειχθεί ως ένα βασικό εργαλείο σε αυτή την προσπάθεια, επιτρέποντας στους ερευνητές να αποκτήσουν βαθύτερη γνώση της πολυπλοκότητας της βιοποικιλότητας και να διαμορφώσουν αποτελεσματικές στρατηγικές διατήρησης.

Παραδοσιακά, η συλλογή δεδομένων για τη βιοποικιλότητα βασιζόταν σε μεγάλο βαθμό σε χειροκίνητες μεθόδους, όπως οι έρευνες πεδίου, οι οποίες ήταν χρονοβόρες, δαπανηρές και συχνά περιορισμένης εμβέλειας. Ωστόσο, οι πρόσφατες εξελίξεις στην τεχνολογία έχουν φέρει επανάσταση στη διαδικασία αυτή. Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη που είναι εξοπλισμένα με κάμερες υψηλής ανάλυσης και αισθητήρες LiDAR έχουν γίνει απαραίτητα για την παρακολούθηση εκτεταμένων και δύσκολων εδαφών,

παρέχοντας ακριβείς πληροφορίες σχετικά με την κάλυψη της βλάστησης, τις δομές των οικοτόπων, ακόμη και τους πληθυσμούς των ζώων. Αυτές οι εναέριες πλατφόρμες όχι μόνο επιταχύνουν τη συλλογή δεδομένων αλλά και ενισχύουν την ασφάλεια των ερευνητών που εργάζονται σε απομακρυσμένα ή επικίνδυνα περιβάλλοντα. (Díaz-Delgado & Múcher, 2019)

Επιπλέον, η διάδοση της τεχνολογίας των smartphone έχει εκδημοκρατίσει τις προσπάθειες συλλογής δεδομένων. Οι επιστήμονες-πολίτες μπορούν πλέον να συμμετέχουν ενεργά στην παρακολούθηση της βιοποικιλότητας χρησιμοποιώντας διάφορες εφαρμογές για κινητά τηλέφωνα. Αυτές οι εφαρμογές επιτρέπουν στους χρήστες να συλλαμβάνουν εικόνες με γεωγραφικές ετικέτες, να καταγράφουν δείγματα ήχου και ακόμη και να ταυτοποιούν είδη μέσω αλγορίθμων αναγνώρισης εικόνας. Αυτά τα δεδομένα που προέρχονται από το πλήθος συμπληρώνουν σημαντικά τις παραδοσιακές ερευνητικές προσπάθειες, επιτρέποντας στους επιστήμονες να καλύψουν μεγαλύτερες γεωγραφικές περιοχές και να αποκαλύψουν προηγουμένως μη καταγεγραμμένες εμφανίσεις ειδών. (Lawson κ.ά., 2022)

Ο ρόλος της τεχνητής νοημοσύνης (AI) στην ανάλυση της βιοποικιλότητας δεν μπορεί να υπερτιμηθεί. Οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης έχουν τη δυνατότητα να επεξεργάζονται τεράστιες ποσότητες δεδομένων, εντοπίζοντας περίπλοκα μοτίβα που θα μπορούσαν να περάσουν απαρατήρητα μέσω της χειροκίνητης ανάλυσης. Για παράδειγμα, οι παγίδες καμερών με τεχνητή νοημοσύνη μπορούν να ανιχνεύουν και να ταξινομούν αυτόνομα τα είδη, παρέχοντας στους ερευνητές κρίσιμες πληροφορίες σχετικά με τη δυναμική και τη συμπεριφορά των πληθυσμών. Επιπλέον, οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να προβλέψουν την κατανομή των ειδών με βάση περιβαλλοντικές μεταβλητές, βοηθώντας στον εντοπισμό πιθανών περιοχών διατήρησης. (Tuia κ.ά., 2022)

Ωστόσο, η ενσωμάτωση της τεχνολογίας στην έρευνα για τη βιοποικιλότητα συνοδεύεται και από προκλήσεις. Η διασφάλιση της ακρίβειας των δεδομένων, η αντιμετώπιση των προκαταλήψεων στους αλγορίθμους τεχνητής νοημοσύνης και η διατήρηση δεοντολογικών προτύπων στη συλλογή δεδομένων είναι υψίστης σημασίας. Οι συνεργασίες μεταξύ οικολόγων, τεχνολόγων και ηθικολόγων είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη πλαισίων που αξιοποιούν τις δυνατότητες της τεχνολογίας και ταυτόχρονα ελαχιστοποιούν τις παγίδες της. (Pettorelli κ.ά., 2014)

12.2 ΕΓΚΑΙΡΗ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΑΠΕΙΛΩΝ

Η βιοποικιλότητα, το περίπλοκο μωσαϊκό της ζωής στη Γη, αντιμετωπίζει μια σειρά από απειλές που μπορούν να οδηγήσουν σε μη αναστρέψιμη βλάβη των οικοσυστημάτων. Ο έγκαιρος εντοπισμός αυτών των απειλών είναι ζωτικής σημασίας για την αποτελεσματική διατήρηση. Τα τελευταία χρόνια, οι τεχνολογικές εξελίξεις έχουν αναδειχθεί ως βασικά εργαλεία για την έγκαιρη ανίχνευση, παρέχοντας στους ερευνητές και τους συντηρητές καινοτόμα μέσα για την παρακολούθηση, την αξιολόγηση και την αντιμετώπιση των πιθανών κινδύνων για τη βιοποικιλότητα.

Δορυφορικές εικόνες και τηλεπισκόπηση: Οι δορυφορικές εικόνες και η τηλεπισκόπηση έχουν μεταμορφώσει την παρακολούθηση της βιοποικιλότητας, επιτρέποντας την παρατήρηση τεράστιων τοπίων με απaráμιλλη ακρίβεια. Η τεχνολογία αυτή βοηθά στον έγκαιρο εντοπισμό της απώλειας οικοτόπων, των αλλαγών στις χρήσεις γης και της αποψίλωσης των δασών. Με την ανάλυση αυτών των εικόνων, οι ερευνητές μπορούν να παρακολουθούν τις μεταβολές στην κάλυψη της βλάστησης και να αξιολογούν τις επιπτώσεις των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στα οικοσυστήματα, επιτρέποντας την έγκαιρη παρέμβαση και τις στρατηγικές διαχείρισης. (Pettorelli κ.ά., 2014)

Ανίχνευση περιβαλλοντικού DNA (eDNA) χωροκατακτητικών ειδών: Τα χωροκατακτητικά είδη είναι γνωστοί διαταράκτες των οικοσυστημάτων, που συχνά ανταγωνίζονται τα γηγενή είδη και προκαλούν εκτεταμένες οικολογικές ανισορροπίες. Η τεχνολογία, με τη μορφή της ανάλυσης περιβαλλοντικού DNA (eDNA), προσφέρει μια πρωτοποριακή μέθοδο για την έγκαιρη ανίχνευση. Με τη δειγματοληψία γενετικού υλικού που αποβάλλουν οι οργανισμοί στο περιβάλλον τους, οι ερευνητές μπορούν να ανιχνεύσουν την παρουσία χωροκατακτητικών ειδών ακόμη και πριν από την άμεση οπτική επιβεβαίωση. Αυτό επιτρέπει την ταχεία αντίδραση της διαχείρισης για την αποτροπή της περαιτέρω εξάπλωσης. (Thomsen κ.ά., 2012)

Δίκτυα αισθητήρων για κλιματικές απειλές: Η κλιματική αλλαγή αποτελεί σημαντική απειλή για τη βιοποικιλότητα, καθώς μεταβάλλει τα ενδιαιτήματα και τις κατανομές των ειδών. Τα δίκτυα αισθητήρων εξοπλισμένα με περιβαλλοντικούς αισθητήρες έχουν αποδειχθεί ανεκτίμητα για την παρακολούθηση των αλλαγών που σχετίζονται με το κλίμα. Τα δίκτυα αυτά παρέχουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η υγρασία και η βροχόπτωση, βοηθώντας τους

ερευνητές να εντοπίσουν μεταβολές στην καταλληλότητα των ενδιαιτημάτων και στα πρότυπα μετανάστευσης που μπορεί να σηματοδοτούν επικείμενες απειλές. (Parmesan, 2006)

Μεγάλα δεδομένα και μηχανική μάθηση: Η εποχή των μεγάλων δεδομένων και της μηχανικής μάθησης έχει εγκαινιάσει ένα νέο σύνορο για την ανίχνευση απειλών κατά της βιοποικιλότητας. Επεξεργαζόμενες και αναλύοντας τεράστιες ποσότητες δεδομένων, οι τεχνολογίες αυτές μπορούν να εντοπίσουν λεπτά μοτίβα και τάσεις που διαφορετικά θα μπορούσαν να περάσουν απαρατήρητες. Οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης μπορούν να προβλέψουν τις κατανομές των ειδών, να μοντελοποιήσουν τις αλλαγές των ενδιαιτημάτων, ακόμη και να προβλέψουν πιθανές απειλές, ενισχύοντας τις προσπάθειες διατήρησης με αξιοποιήσιμες γνώσεις. (Shivaprakash κ.ά., 2022)

Συνεργασία για ολοκληρωμένη παρακολούθηση: Ενώ η τεχνολογία παρέχει ισχυρά εργαλεία, η επιτυχία της εξαρτάται από τη διεπιστημονική συνεργασία. Διατηρητές, επιστήμονες, αναλυτές δεδομένων και υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής πρέπει να συνεργαστούν για να σχεδιάσουν ολιστικά πλαίσια παρακολούθησης, να διασφαλίσουν την ακρίβεια των δεδομένων και να επεξεργαστούν αποτελεσματικές απαντήσεις στις αναδυόμενες απειλές. (Kühl κ.ά., 2020)

Συμπερασματικά, η ενσωμάτωση της τεχνολογίας στην έγκαιρη ανίχνευση απειλών για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας υπόσχεται πολλά. Οι δορυφορικές εικόνες, το eDNA, τα δίκτυα αισθητήρων, τα μεγάλα δεδομένα και η μηχανική μάθηση συμβάλλουν συλλογικά σε μια προληπτική προσέγγιση για τη διαφύλαξη της βιοποικιλότητας του πλανήτη. Με τις συνεργατικές προσπάθειες εμπειρογνομόνων από διάφορους τομείς, μπορούμε να μεγιστοποιήσουμε τις δυνατότητες της τεχνολογίας και να προωθήσουμε δράσεις διατήρησης με αντίκτυπο.

12.3 ΒΕΛΤΙΩΜΕΝΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Η βιοποικιλότητα, ο περίπλοκος ιστός της ζωής στη Γη, αντιμετωπίζει αυξανόμενες απειλές λόγω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και των περιβαλλοντικών αλλαγών. Για την καταπολέμηση αυτών των προκλήσεων, η τεχνολογία έχει αναδειχθεί σε βασικό εργαλείο για την ενίσχυση του σχεδιασμού και της λήψης αποφάσεων για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Αξιοποιώντας τη δύναμη της ανάλυσης δεδομένων, της μοντελοποίησης και της συνεργασίας, η τεχνολογία προσφέρει πρωτοφανείς ευκαιρίες

για να γίνουν οι προσπάθειες διατήρησης πιο αποδοτικές, αποτελεσματικές και προσαρμόσιμες.

Συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών (GIS) για χωρική ανάλυση: Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS) έχουν φέρει επανάσταση στη διατήρηση της βιοποικιλότητας, επιτρέποντας στους ερευνητές και τους σχεδιαστές να ενσωματώνουν, να αναλύουν και να απεικονίζουν σύνθετα χωρικά δεδομένα. Μέσω των GIS, μπορούν να χαρτογραφήσουν τις κατανομές των ειδών, τους τύπους οικοτόπων και τα πρότυπα χρήσης γης, επιτρέποντας τον εντοπισμό κρίσιμων περιοχών διατήρησης και τον σχεδιασμό δικτύων προστατευόμενων περιοχών. Η τεχνολογία αυτή ενισχύει τη λήψη αποφάσεων παρέχοντας μια ολοκληρωμένη εικόνα των οικολογικών τοπίων. (Turner κ.ά., 2015)

Μοντελοποίηση της κατανομής των ειδών για τεκμηριωμένες στρατηγικές: Τα μοντέλα κατανομής ειδών (SDM), που βασίζονται σε προηγμένες στατιστικές τεχνικές και μηχανική μάθηση, παρέχουν μια προσέγγιση με βάση τα δεδομένα για την πρόβλεψη των πιθανών κατανομών των ειδών. Αναλύοντας τα αρχεία εμφάνισης των ειδών μαζί με περιβαλλοντικές μεταβλητές, τα SDM μπορούν να προβλέψουν τα κατάλληλα ενδιαίτηματα και να εντοπίσουν περιοχές που απαιτούν άμεση προσοχή για τη διατήρησή τους. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στους συντηρητές να καταστρώσουν στοχευμένες στρατηγικές για την προστασία των ειδών και των ενδιαιτημάτων τους. (Guisan & Zimmermann, 2000)

Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων (DSS) για αποτελεσματική κατανομή: Οι περιορισμένοι πόροι απαιτούν προσεκτική κατανομή για μέγιστο αντίκτυπο στη διατήρηση. Τα Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων χρησιμοποιούν την τεχνολογία για την επεξεργασία τεράστιων ποσοτήτων δεδομένων, λαμβάνοντας υπόψη πολλαπλούς παράγοντες όπως οι προτεραιότητες των ειδών, η συνδεσιμότητα των ενδιαιτημάτων και οι περιορισμοί του προϋπολογισμού. Με την προσομοίωση διαφόρων σεναρίων, τα DSS βοηθούν τους συντηρητές να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με την κατανομή των πόρων, βελτιστοποιώντας τα αποτελέσματα. (Game κ.ά., 2009)

Διαδικτυακές συνεργατικές πλατφόρμες για τη συμμετοχή των ενδιαφερομένων μερών: Η ψηφιακή εποχή έχει εισαγάγει συνεργατικές πλατφόρμες που διευκολύνουν τη συμμετοχή των ενδιαφερόμενων μερών στον σχεδιασμό της διατήρησης. Αυτοί οι διαδικτυακοί χώροι επιτρέπουν στους ερευνητές, τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής,

τις τοπικές κοινότητες και το ευρύ κοινό να συνεισφέρουν ιδέες, δεδομένα και προβληματισμούς. Με τη συμμετοχή διαφορετικών προοπτικών, οι πλατφόρμες αυτές διασφαλίζουν ότι οι στρατηγικές διατήρησης είναι πιο περιεκτικές, αποτελεσματικές και συναφείς με τα συμφραζόμενα. (McKinley κ.ά., 2017)

Προσαρμοστική διαχείριση με μηχανική μάθηση και τεχνητή νοημοσύνη: Η μηχανική μάθηση και η τεχνητή νοημοσύνη (AI) μεταμορφώνουν τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, επιτρέποντας την προσαρμοστική διαχείριση. Οι τεχνολογίες αυτές μπορούν να αναλύουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, να ανιχνεύουν αλλαγές στις κατανομές των ειδών και να προβλέπουν τις αναδυόμενες απειλές. Παρέχοντας δυναμικές γνώσεις, η ML και η AI βοηθούν τους συντηρητές να κάνουν έγκαιρες προσαρμογές στις στρατηγικές, ενισχύοντας την ανθεκτικότητα των προσπαθειών διατήρησης. (Runting κ.ά., 2017)

Ενώ η τεχνολογία ενδυναμώνει τη διατήρηση, οι ηθικοί προβληματισμοί παραμένουν κρίσιμοι. Η διασφάλιση της ιδιωτικής ζωής, ο μετριασμός των αλγοριθμικών προκαταλήψεων και ο σεβασμός της αυτόχθονης και τοπικής γνώσης αποτελούν βασικές πτυχές της ενσωμάτωσης της τεχνολογίας. Ο σχεδιασμός της διατήρησης πρέπει να υιοθετεί μια ολιστική προσέγγιση που συνδυάζει την τεχνολογική υπεροχή με την πολιτιστική ευαισθησία και την ηθική ευθύνη.

Εν κατακλείδι, η ενσωμάτωση της τεχνολογίας στον σχεδιασμό και τη λήψη αποφάσεων για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας αποτελεί αλλαγή παραδείγματος. Μέσω των GIS, των SDMs, των DSS, των συνεργατικών πλατφορμών και της τεχνητής νοημοσύνης, η τεχνολογία εξοπλίζει τους συντηρητές με ισχυρά εργαλεία για να αντιμετωπίσουν την απώλεια της βιοποικιλότητας πιο στρατηγικά και αποτελεσματικά. Αυτή η συνεχιζόμενη συνέργεια μεταξύ της τεχνολογίας και της επιστήμης της διατήρησης υπόσχεται ένα πιο ανθεκτικό και βιοποικιλόμορφο μέλλον. (Margules & Pressey, 2000)

12.4 ΔΗΜΟΣΙΑ ΔΕΣΜΕΥΣΗ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Η συμμετοχή του κοινού και η εκπαίδευση διαδραματίζουν ζωτικό ρόλο στην καλλιέργεια του αισθήματος ευθύνης και δέσμευσης για την προστασία της βιοποικιλότητας. Σε αυτή την ψηφιακή εποχή, η τεχνολογία προσφέρει καινοτόμους τρόπους για την ευαισθητοποίηση, την εκπαίδευση και την κινητοποίηση των ατόμων για τις προσπάθειες διατήρησης. Αξιοποιώντας τη δύναμη των διαδραστικών

πλατφορμών, των διαδικτυακών εργαλείων και των καθηλωτικών εμπειριών, η τεχνολογία ενισχύει την κατανόηση και τη συμμετοχή του κοινού, συμβάλλοντας στην αποτελεσματικότερη διατήρηση της βιοποικιλότητας.

Εικονική πραγματικότητα και βυθιστικές εμπειρίες: Η εικονική πραγματικότητα (VR) και οι καθηλωτικές τεχνολογίες παρέχουν πρωτοφανείς ευκαιρίες για τη σύνδεση των ανθρώπων με τη φύση με καθηλωτικούς και επιδραστικούς τρόπους. Μέσω των εμπειριών εικονικής πραγματικότητας, τα άτομα μπορούν να εξερευνήσουν εικονικά ποικίλα οικοσυστήματα, να παρατηρήσουν απειλούμενα είδη στα ενδιαίτημά τους και να γίνουν μάρτυρες των επιπτώσεων της περιβαλλοντικής υποβάθμισης. Αυτή η καθηλωτική μαθησιακή προσέγγιση ενισχύει την ενσυναίσθηση και εμβαθύνει την κατανόηση, οδηγώντας σε μια ισχυρότερη δέσμευση για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας. (Cho & Park, 2023)

Διαδικτυακές πλατφόρμες επιστήμης πολιτών: Οι πλατφόρμες επιστήμης των πολιτών αξιοποιούν την τεχνολογία για να εμπλέξουν το κοινό στη συλλογή, ανάλυση και έρευνα δεδομένων. Αυτές οι πλατφόρμες δίνουν τη δυνατότητα στα άτομα να συνεισφέρουν παρατηρήσεις φυτών, ζώων και περιβαλλοντικών αλλαγών, παρέχοντας πολύτιμα δεδομένα στους ερευνητές. Με τη συμμετοχή των πολιτών στις επιστημονικές διαδικασίες, οι πλατφόρμες αυτές δίνουν τη δυνατότητα στους ανθρώπους να συμμετέχουν ενεργά στις προσπάθειες διατήρησης, ενισχύοντας τη σύνδεσή τους με τον φυσικό κόσμο. (Bonney κ.ά., 2014)

Εφαρμογές κινητών τηλεφώνων για την εξερεύνηση της φύσης: Οι κινητές εφαρμογές που έχουν σχεδιαστεί για την εξερεύνηση και την αναγνώριση της φύσης έχουν γίνει δημοφιλή εργαλεία για την εμπλοκή του κοινού. Αυτές οι εφαρμογές επιτρέπουν στους χρήστες να αναγνωρίζουν φυτά, ζώα και μύκητες με απλή λήψη φωτογραφιών. Επιτρέποντας στους χρήστες να αλληλεπιδρούν και να μαθαίνουν για τη βιοποικιλότητα γύρω τους, οι εφαρμογές αυτές μετατρέπουν τους καθημερινούς περιπάτους και τις πεζοπορίες σε μαθησιακές εμπειρίες, καλλιεργώντας το αίσθημα της περιέργειας και της εκτίμησης για τη φύση. (Silvertown, 2009)

Εκστρατείες ευαισθητοποίησης στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης: Οι πλατφόρμες των μέσων κοινωνικής δικτύωσης προσφέρουν μια παγκόσμια σκηνή για την ευαισθητοποίηση σχετικά με τη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Οι οργανισμοί και τα άτομα μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης για να μοιραστούν

συναρπαστικές ιστορίες, οπτικό υλικό και πληροφορίες, προσεγγίζοντας ποικίλα ακροατήρια και πυροδοτώντας συζητήσεις σχετικά με τη σημασία της προστασίας της βιοποικιλότητας. Οι εκστρατείες αυτές ενισχύουν την εμβέλεια των μηνυμάτων διατήρησης και ενθαρρύνουν τη συλλογική δράση. (Obar & Wildman, 2015)

Διαδικτυακοί πόροι μάθησης: Το διαδίκτυο παρέχει πληθώρα διαδικτυακών πηγών για τη μάθηση σχετικά με τη βιοποικιλότητα. Από διαδραστικούς εκπαιδευτικούς ιστότοπους έως διαδικτυακά σεμινάρια και ενότητες ηλεκτρονικής μάθησης, η τεχνολογία δίνει τη δυνατότητα στους ανθρώπους να έχουν πρόσβαση σε πληροφορίες και γνώσεις σχετικά με οικοσυστήματα, είδη και στρατηγικές διατήρησης. Οι διαδικτυακές πηγές μάθησης ανταποκρίνονται σε διαφορετικά στυλ μάθησης και δίνουν τη δυνατότητα στα άτομα να γίνουν ενημερωμένοι υποστηρικτές της προστασίας της βιοποικιλότητας. (Hungerford & Volk, 1990)

Εν κατακλείδι, η τεχνολογία χρησιμεύει ως ισχυρός σύμμαχος στην εμπλοκή και την εκπαίδευση του κοινού για την προστασία της βιοποικιλότητας. Με τη χρήση της εικονικής πραγματικότητας, των επιστημονικών πλατφορμών πολιτών, των εφαρμογών για κινητά, των εκστρατειών στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης και των διαδικτυακών μαθησιακών πόρων, οι προσπάθειες διατήρησης μπορούν να προσεγγίσουν ευρύτερο κοινό, εμπνέοντας συλλογική δράση και κοινή δέσμευση για τη διαφύλαξη της βιοποικιλότητας της Γης. (Jordan κ.ά., 2011)

12.5 ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΔΙΚΤΥΩΣΗ

Σε έναν κόσμο που είναι διασυνδεδεμένος με την τεχνολογία, η συνεργασία και η παγκόσμια δικτύωση έχουν καταστεί απαραίτητα στοιχεία για την αποτελεσματική διατήρηση της βιοποικιλότητας. Η ενσωμάτωση των τεχνολογικών εργαλείων διευκολύνει τη συνεργασία μεταξύ ερευνητών, οργανισμών και φορέων χάραξης πολιτικής παγκοσμίως, υπερβαίνοντας τα γεωγραφικά σύνορα. Μέσω της κοινής χρήσης δεδομένων, της επικοινωνίας σε πραγματικό χρόνο και των συνεργατικών πλατφορμών, η τεχνολογία δίνει τη δυνατότητα στους ενδιαφερόμενους φορείς να αντιμετωπίζουν συλλογικά τις προκλήσεις της βιοποικιλότητας, προωθώντας μια πιο συντονισμένη και αποτελεσματική αντιμετώπιση.

Διαδικτυακές πλατφόρμες συνεργασίας: Η ψηφιακή εποχή έχει δημιουργήσει δυναμικές διαδικτυακές πλατφόρμες συνεργασίας που ξεπερνούν τα σύνορα και επιτρέπουν την παγκόσμια συνεργασία για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Αυτοί οι

εικονικοί χώροι παρέχουν τη δυνατότητα σε εμπειρογνώμονες, ερευνητές και ενδιαφερόμενους φορείς να συγκλίνουν, να ανταλλάσσουν γνώσεις και να συνεργάζονται σε πρωτοβουλίες διατήρησης. Διευκολύνοντας την επικοινωνία σε πραγματικό χρόνο, την ανταλλαγή δεδομένων και την από κοινού επίλυση προβλημάτων, οι πλατφόρμες αυτές δίνουν τη δυνατότητα σε μια διαφορετική κοινότητα να ενωθεί στην προσπάθεια αντιμετώπισης των προκλήσεων της βιοποικιλότητας. (Hortal κ.ά., 2015)

Παγκόσμιες βάσεις δεδομένων και ανταλλαγή πληροφοριών: Η τεχνολογία επιτρέπει τη δημιουργία ολοκληρωμένων παγκόσμιων βάσεων δεδομένων που φιλοξενούν πληροφορίες σχετικές με τη βιοποικιλότητα. Αυτές οι βάσεις δεδομένων χρησιμεύουν ως αποθήκες δεδομένων για την κατανομή των ειδών, την κατάσταση διατήρησης και τις πληροφορίες για τα ενδιαίτηματα. Παρέχοντας έναν κεντρικό πόρο προσβάσιμο σε ερευνητές σε όλο τον κόσμο, η τεχνολογία προωθεί την τυποποιημένη συλλογή και ανάλυση δεδομένων, διευκολύνοντας τη λήψη αποφάσεων βάσει στοιχείων. (Costello & Wieczorek, 2014)

Διαδικτυακά σεμινάρια και εικονικά συνέδρια: Σήμερα, τα διαδικτυακά σεμινάρια και τα εικονικά συνέδρια έχουν αναδειχθεί σε ισχυρά εργαλεία για την παγκόσμια δικτύωση στον τομέα της διατήρησης της βιοποικιλότητας. Αυτές οι διαδικτυακές πλατφόρμες επιτρέπουν σε εμπειρογνώμονες, επαγγελματίες και ενθουσιώδεις χρήστες από όλο τον κόσμο να συμμετέχουν σε συζητήσεις, εργαστήρια και συνεδρίες ανταλλαγής γνώσεων χωρίς τους περιορισμούς των φυσικών ταξιδιών. Διευκολύνοντας τις αλληλεπιδράσεις σε πραγματικό χρόνο, αυτές οι ψηφιακές εκδηλώσεις ενισχύουν την ανταλλαγή ιδεών, επιστημονικών ευρημάτων και στρατηγικών διατήρησης σε διεθνή κλίμακα. (McCarthy κ.ά., 2012)

Διαδικτυακές εκστρατείες συνηγορίας: Η ψηφιακή σφαίρα έχει προσφέρει μια ισχυρή οδό για την παγκόσμια υπεράσπιση της διατήρησης της βιοποικιλότητας μέσω διαδικτυακών εκστρατειών. Αξιοποιώντας τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, τους ειδικούς ιστότοπους και την ψηφιακή αφήγηση, οι εκστρατείες αυτές έχουν τη δυνατότητα να κινητοποιήσουν ένα ευρύ και ποικίλο κοινό. Ξεπερνώντας τα γεωγραφικά όρια, η τεχνολογία δίνει τη δυνατότητα στις οργανώσεις διατήρησης να ενισχύσουν μια παγκόσμια κοινότητα υποστηρικτών, να ευαισθητοποιήσουν, να επηρεάσουν τις πολιτικές και να πυροδοτήσουν συλλογική δράση για την προστασία της βιοποικιλότητας. (Dickinson κ.ά., 2010)

Διεθνής συνεργατική έρευνα: Η τεχνολογία έχει ανοίξει το δρόμο για συνεργατικές ερευνητικές προσπάθειες που ξεπερνούν τα σύνορα στη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Τα εικονικά ερευνητικά δίκτυα επιτρέπουν σε εμπειρογνώμονες από διαφορετικές γωνιές του πλανήτη να συνεργάζονται απρόσκοπτα, ανταλλάσσοντας δεδομένα, γνώσεις και τεχνογνωσία. Αυτές οι συνεργασίες διευκολύνουν τη δημιουργία καινοτόμων λύσεων σε πολύπλοκες προκλήσεις διατήρησης, αξιοποιώντας τη συλλογική δύναμη της παγκόσμιας γνώσης και των διαφορετικών προοπτικών. (Charpin κ.ά., 2010)

Επομένως, η τεχνολογία χρησιμεύει ως ακρογωνιαίος λίθος για τη συνεργασία και την παγκόσμια δικτύωση στη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Μέσω διαδικτυακών πλατφορμών συνεργασίας, παγκόσμιων βάσεων δεδομένων, διαδικτυακών σεμιναρίων, εκστρατειών συνηγορίας και συνεργατικής έρευνας, η τεχνολογία προωθεί ένα ενιαίο μέτωπο κατά των απειλών για τη βιοποικιλότητα, προωθώντας τη συλλογική δράση και την κοινή ευθύνη. (Bodin κ.ά., 2006)

12.6 ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ

Ενώ η τεχνολογία έχει επιφέρει πρωτοφανείς προόδους στη διατήρηση της βιοποικιλότητας, η εφαρμογή της δεν στερείται προκλήσεων και περιορισμών. Παρά τις δυνατότητές της, η ενσωμάτωση της τεχνολογίας αντιμετωπίζει διάφορα εμπόδια που απαιτούν προσεκτική εξέταση. Τα εμπόδια αυτά κυμαίνονται από ζητήματα προσβασιμότητας και ισότητας έως ανησυχίες σχετικά με την ακρίβεια των δεδομένων και τις ηθικές επιπτώσεις, διαμορφώνοντας τελικά το εύρος και τον αντίκτυπο των στρατηγικών διατήρησης με τη βοήθεια της τεχνολογίας.

Ψηφιακό χάσμα και προκλήσεις προσβασιμότητας: Δεν έχουν όλες οι κοινότητες ίση πρόσβαση στην τεχνολογία και το διαδίκτυο, δημιουργώντας ένα ψηφιακό χάσμα που περιορίζει την εμβέλεια των προσπαθειών διατήρησης. Αυτή η ανισότητα μπορεί να οδηγήσει σε άνιση συμμετοχή, παρεμποδίζοντας τη συμμετοχικότητα και την αποτελεσματικότητα των πρωτοβουλιών που βασίζονται στην τεχνολογία. (Warschauer, 2004)

Ακρίβεια και αξιοπιστία των δεδομένων: Η τεχνολογία βασίζεται σε μεγάλο βαθμό σε ακριβή και αξιόπιστα δεδομένα για τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων. Ωστόσο, οι ανακρίβειες στη συλλογή δεδομένων, τα σφάλματα στη μοντελοποίηση και οι προκαταλήψεις στους αλγόριθμους μπορούν να οδηγήσουν σε εσφαλμένα

συμπεράσματα, θέτοντας ενδεχομένως σε κίνδυνο την επιτυχία των στρατηγικών διατήρησης. (McKinney, 2006)

Ζητήματα δεοντολογίας και προστασίας της ιδιωτικής ζωής: Η χρήση της τεχνολογίας στη διατήρηση της βιοποικιλότητας δημιουργεί ηθικές ανησυχίες και ζητήματα προστασίας της ιδιωτικής ζωής που σχετίζονται με τη συλλογή και την ανταλλαγή δεδομένων. Καθώς η τεχνολογία συγκεντρώνει τεράστιες ποσότητες δεδομένων, προκύπτουν ερωτήματα σχετικά με τη συγκατάθεση μετά από ενημέρωση, την κυριότητα των δεδομένων και την πιθανή κατάχρηση. Η εξεύρεση ισορροπίας μεταξύ της προώθησης των στόχων διατήρησης και του σεβασμού των ατομικών δικαιωμάτων παραμένει μια κρίσιμη πρόκληση σε αυτή την ψηφιακή εποχή. (Guston, 2014)

Τεχνολογική εξάρτηση και χάσμα δεξιοτήτων: Ενώ η τεχνολογία προσφέρει πολύτιμα εργαλεία για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, η υπερβολική εξάρτηση από αυτά τα εργαλεία μπορεί να οδηγήσει σε έλλειμμα δεξιοτήτων και τεχνολογική εξάρτηση. Η αδυναμία προσαρμογής στρατηγικών χωρίς αυτές τις τεχνολογίες και η έλλειψη κατανόησης των περιορισμών τους μπορεί να εμποδίσει τη δημιουργική επίλυση προβλημάτων και να περιορίσει την αποτελεσματικότητα των προσπαθειών διατήρησης. Η εξισορρόπηση της τεχνολογικής προόδου με ένα καλά οργανωμένο σύνολο δεξιοτήτων είναι ζωτικής σημασίας για ανθεκτικές και προσαρμόσιμες πρακτικές διατήρησης. (Stilgoe κ.ά., 2013)

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις της τεχνολογίας: Η χρήση της τεχνολογίας στη διατήρηση της βιοποικιλότητας εγείρει ανησυχίες σχετικά με το περιβαλλοντικό της αποτύπωμα. Η παραγωγή, η κατανάλωση και η απόρριψη των τεχνολογικών συσκευών συμβάλλουν στην εξάντληση των πόρων και στη ρύπανση. Η εξεύρεση ισορροπίας μεταξύ της αξιοποίησης της τεχνολογίας για τη διατήρηση και της ελαχιστοποίησης των αρνητικών οικολογικών της επιπτώσεων είναι απαραίτητη για την επίτευξη βιώσιμων αποτελεσμάτων. (Redpath κ.ά., 2015)

Περιορισμοί της απομακρυσμένης παρακολούθησης: Ενώ η τηλεπισκόπηση και η παρακολούθηση προσφέρουν τεράστια κάλυψη, μπορεί να στερούνται των λεπτότερων λεπτομερειών και του πλαισίου που παρέχουν οι επιτόπιες παρατηρήσεις. Οι απομακρυσμένες μέθοδοι μπορεί να χάσουν κρίσιμες γνώσεις για την τοπική δυναμική και τις αλληλεπιδράσεις των οικοσυστημάτων. (Watson κ.ά., 2018)

Εν κατακλείδι, ενώ η τεχνολογία υπόσχεται πολλά για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, είναι σημαντικό να αναγνωριστούν και να αντιμετωπιστούν οι δυσκολίες και οι περιορισμοί που προκύπτουν. Η αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων απαιτεί μια ισορροπημένη και μελετημένη προσέγγιση που δίνει προτεραιότητα στη συμμετοχικότητα, την ακρίβεια των δεδομένων, τη δεοντολογία, την ανάπτυξη δεξιοτήτων και την περιβαλλοντική βιωσιμότητα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13: ΗΘΙΚΕΣ ΘΕΩΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ

Στην επιδίωξη της προστασίας της βιοποικιλότητας της Γης, η ενσωμάτωση της τεχνολογίας έχει αναδειχθεί σε ισχυρό εργαλείο. Ωστόσο, αυτή η τεχνολογική πρόοδος δεν στερείται ηθικών προβληματισμών και προκλήσεων. Η αξιοποίηση της τεχνολογίας στη διατήρηση της βιοποικιλότητας δημιουργεί σύνθετα ηθικά διλήμματα που εκτείνονται πέρα από τις τεχνικές λειτουργίες. Καθώς η κοινωνία αγκαλιάζει ψηφιακές λύσεις για τη διατήρηση, προκύπτουν κρίσιμα ερωτήματα σχετικά με την προστασία της ιδιωτικής ζωής, την ιδιοκτησία των δεδομένων, την πολιτιστική ευαισθησία και την ισότιμη πρόσβαση. Η αντιμετώπιση αυτών των ηθικών διαστάσεων είναι καθοριστικής σημασίας για να διασφαλιστεί ότι οι προσπάθειες διατήρησης που βασίζονται στην τεχνολογία δεν είναι μόνο αποτελεσματικές αλλά και ότι υποστηρίζουν τις αξίες της δικαιοσύνης, της συμμετοχικότητας και της υπεύθυνης διαχείρισης.

13.1 ΙΣΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Στον τομέα της διατήρησης της βιοποικιλότητας, η επιταγή της ισότητας και της ισότιμης πρόσβασης στην τεχνολογία έχει κερδίσει σημαντική προσοχή. Ενώ η τεχνολογία προσφέρει καινοτόμες λύσεις για την αντιμετώπιση των προκλήσεων της διατήρησης, ταυτόχρονα εισάγει περίπλοκα ζητήματα που σχετίζονται με τη συμμετοχικότητα και τη δικαιοσύνη. Η δίκαιη κατανομή των τεχνολογικών πόρων και η προσβασιμότητα των ψηφιακών λύσεων έχουν βαθιές επιπτώσεις τόσο στα αποτελέσματα της διατήρησης όσο και στην κοινωνική δικαιοσύνη. (Warschauer, 2004)

Ωστόσο, οι πρωτοβουλίες διατήρησης με επίκεντρο την τεχνολογία ενδέχεται να ενισχύσουν ακούσια τις υφιστάμενες ανισότητες, εάν δεν εκτελεστούν προσεκτικά. Η έννοια του "ψηφιακού χάσματος", η οποία αφορά την άνιση πρόσβαση στην τεχνολογία, μπορεί να δημιουργήσει εμπόδια που εμποδίζουν τις περιθωριοποιημένες κοινότητες να συμμετέχουν ενεργά στις προσπάθειες διατήρησης. Το χάσμα αυτό περιορίζει τη συμμετοχή τους στη συλλογή δεδομένων, την ανάλυση και τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων, παραγκωνίζοντας ενδεχομένως το ρόλο τους στη διαμόρφωση αποτελεσματικών στρατηγικών διατήρησης. (Van Deursen & Van Dijk, 2014)

Επιπλέον, η απουσία πρόσβασης στην τεχνολογία μπορεί να εμποδίσει τη διάδοση της γνώσης και την ανάπτυξη ικανοτήτων στις τοπικές κοινότητες. Η γεφύρωση αυτού του χάσματος καθίσταται ύψιστης σημασίας προσπάθεια, δίνοντας στις κοινότητες τη δυνατότητα να συνεισφέρουν την παραδοσιακή σοφία και τις παρατηρήσεις στα έργα

διατήρησης. Η ισότιμη πρόσβαση στην τεχνολογία διασφαλίζει ότι οι φωνές που υποεκπροσωπούνται αναγνωρίζονται και εκτιμώνται, εμπλουτίζοντας την κατανόηση της δυναμικής της βιοποικιλότητας και επιτρέποντας τη συνεργατική ανάπτυξη βιώσιμων λύσεων. (Heeks, 2017)

Για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων, οι συντηρητές και οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής πρέπει να δώσουν προτεραιότητα στις προσπάθειες για την προώθηση του τεχνολογικού αλφαριθμητισμού και της πρόσβασης σε περιθωριοποιημένες περιοχές. Οι πρωτοβουλίες θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν την παροχή κατάρτισης και πόρων στις τοπικές κοινότητες, τη συγχώνευση της παραδοσιακής γνώσης με τα σύγχρονα τεχνολογικά εργαλεία και την προώθηση συμπράξεων που θα ενδυναμώνουν τις περιθωριοποιημένες ομάδες ώστε να συμμετέχουν αποτελεσματικά στις διαδικασίες διατήρησης. (Schlosberg, 2013)

Η υποστήριξη της δίκαιης κατανομής και της προσβασιμότητας της τεχνολογίας στη διατήρηση της βιοποικιλότητας είναι ζωτικής σημασίας για την προώθηση της κοινωνικής ισότητας και της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας. Η αντιμετώπιση και η γεφύρωση του ψηφιακού χάσματος, η προώθηση της τεχνολογικής ενδυνάμωσης των περιθωριοποιημένων κοινοτήτων και η εξασφάλιση της ουσιαστικής συμμετοχής τους αποτελούν θεμελιώδη βήματα για την επίτευξη αποτελεσματικών και δίκαιων αποτελεσμάτων διατήρησης στον προοδευτικά καθοδηγούμενο από την τεχνολογία κόσμο μας.

13.2 ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΜΕ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗ ΓΝΩΣΗ

Η επιτυχής διατήρηση της βιοποικιλότητας απαιτεί μια λεπτή ισορροπία μεταξύ της σύγχρονης τεχνολογίας και της παραδοσιακής γνώσης. Ενώ οι τεχνολογικές εξελίξεις παρέχουν ισχυρά εργαλεία για τη συλλογή, την ανάλυση και την παρακολούθηση δεδομένων, πρέπει να συνδυάζονται προσεκτικά με τη σοφία που κατέχουν οι αυτόχθονες και οι τοπικές κοινότητες. Η επίτευξη αυτής της ισορροπίας αναγνωρίζει την αξία και των δύο προσεγγίσεων και ενισχύει την αποτελεσματικότητα των προσπαθειών διατήρησης. (Moller κ.ά., 2004)

Η αξιοποίηση των πλεονεκτημάτων της τεχνολογίας, όπως η τηλεπισκόπηση, τα GIS και οι μοριακές τεχνικές, προσφέρει ακριβείς και γρήγορες γνώσεις σχετικά με τις τάσεις της βιοποικιλότητας. Ωστόσο, η παράβλεψη των παραδοσιακών συστημάτων γνώσης θα υπονόμει τις βαθιές γνώσεις που παρέχουν, οι οποίες προέρχονται από γενιές

στενής αλληλεπίδρασης με τα οικοσυστήματα. Οι γνώσεις των αυτοχθόνων συχνά περιλαμβάνουν περίπλοκες κατανοήσεις της τοπικής χλωρίδας, πανίδας και οικοσυστημάτων, προσφέροντας συμπληρωματικές γνώσεις που ενισχύουν την ολιστική κατανόηση της δυναμικής της βιοποικιλότητας. (Turner κ.ά., 2000)

Η συνέργεια μεταξύ τεχνολογίας και παραδοσιακής γνώσης μπορεί να αναδειχθεί μέσω συμμετοχικών προσεγγίσεων, όπου οι τοπικές κοινότητες συνεργάζονται με τους επιστήμονες. Η συνεργασία αυτή διευκολύνει την ανταλλαγή γνώσεων, γεφυρώνοντας τα χάσματα μεταξύ επιστημονικών και παραδοσιακών προοπτικών. Η ενσωμάτωση των παραδοσιακών γνώσεων στον σχεδιασμό της διατήρησης και στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων αναγνωρίζει την πολιτιστική σημασία των οικοσυστημάτων, ενισχύει τη δέσμευση της κοινότητας και εξασφαλίζει τη βιωσιμότητα των παρεμβάσεων. (Raymond κ.ά., 2010)

Παρόλα αυτά, προκύπτουν προκλήσεις κατά την ενσωμάτωση αυτών των δύο συστημάτων γνώσης λόγω των διαφορετικών μεθοδολογιών και επιστημολογιών. Η υπέρβαση αυτών των διαφορών απαιτεί ανοιχτούς διαλόγους, αμοιβαίο σεβασμό και τη δημιουργία πλαισίων που τιμούν την αξία και των δύο πηγών γνώσης. Η υιοθέτηση της συν-μάθησης και ο σεβασμός του πολιτισμικού πλαισίου της παραδοσιακής γνώσης εμπλουτίζει τις στρατηγικές διατήρησης, ευθυγραμμίζοντάς τις με τις αξίες και τις προσδοκίες των τοπικών κοινοτήτων. (Whyte, 2018)

Συμπερασματικά, η σύγκλιση της σύγχρονης τεχνολογίας και της παραδοσιακής γνώσης στη διατήρηση της βιοποικιλότητας αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη οδό για ολοκληρωμένες και πολιτισμικά ευαίσθητες πρακτικές διατήρησης. Η αναγνώριση της σημασίας και των δύο προσεγγίσεων και η προώθηση της συνεργασίας μεταξύ επιστημονικών και αυτόχθονων κοινοτήτων μπορεί να ανοίξει το δρόμο για στρατηγικές διατήρησης που είναι ανθεκτικές, πολιτισμικά προσαρμοσμένες και βιώσιμες.

13.3 ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΥΤΟΧΘΟΝΗΣ ΓΝΩΣΗΣ

Η ενσωμάτωση των παραδοσιακών και αυτόχθονων γνώσεων (traditional and indigenous knowledge, TIK) με τη σύγχρονη τεχνολογία αποτελεί μια νέα προσέγγιση στον τομέα της διατήρησης της βιοποικιλότητας. Αυτή η συγχώνευση αξιοποιεί τα πλεονεκτήματα και των δύο συστημάτων γνώσης για την επίτευξη μιας πιο ολοκληρωμένης κατανόησης των οικοσυστημάτων και την ενίσχυση των στρατηγικών

διατήρησης. Γεφυρώνοντας το χάσμα μεταξύ των επιστημονικών εξελίξεων και της παραδοσιακής σοφίας αιώνων, η προσέγγιση αυτή παρουσιάζει μια πολλά υποσχόμενη οδό για αποτελεσματικότερη και πολιτισμικά ευαίσθητη προστασία της βιοποικιλότητας. (Berkes, 2009)

Η σύγχρονη τεχνολογία, συμπεριλαμβανομένης της τηλεπισκόπησης, των GIS και των μοριακών τεχνικών, προσφέρει απaráμιλλα εργαλεία για τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων βιοποικιλότητας. Ωστόσο, τα δεδομένα αυτά αποκτούν πρόσθετο βάθος και περιεχόμενο όταν συμπληρώνονται από την παραδοσιακή οικολογική γνώση που κατέχουν οι αυτόχθονες κοινότητες. Η ΤΙΚ συχνά περιλαμβάνει περίπλοκες αντιλήψεις για τα τοπικά είδη, τα ενδιαιτήματα και τις οικολογικές σχέσεις, εμπλουτίζοντας την κατανόηση της δυναμικής της βιοποικιλότητας και παρέχοντας γνώσεις που δεν μπορούν να αποτυπωθούν μόνο από την τεχνολογία. (Huntington, 2000)

Η ενσωμάτωση της ΤΙΚ στις τεχνολογικές προσεγγίσεις διατήρησης απαιτεί συνεργατικές και συμμετοχικές διαδικασίες. Η εμπλοκή των τοπικών κοινοτήτων στη συλλογή δεδομένων, την παρακολούθηση και τη λήψη αποφάσεων προάγει την αμοιβαία μάθηση και διασφαλίζει ότι οι πρωτοβουλίες διατήρησης βασίζονται στα πολιτιστικά πλαίσια. Η συμμετοχή των αυτόχθονων πληθυσμών όχι μόνο ενισχύει τις προσπάθειες διατήρησης αλλά και σέβεται το ρόλο τους ως διαχειριστές των εδαφών και των οικοσυστημάτων τους. (Turner & Berkes, 2006)

Υπάρχουν προκλήσεις κατά τη συγχώνευση της ΤΙΚ με την τεχνολογία, όπως οι διαφορές στις μεθοδολογίες και τους τρόπους ερμηνείας του περιβάλλοντος. Ωστόσο, η εμπλοκή με σεβασμό, ο ανοικτός διάλογος και ο συν-σχεδιασμός των πρωτοβουλιών διατήρησης μπορούν να ξεπεράσουν αυτά τα εμπόδια. Η ενσωμάτωση τόσο της ΤΙΚ όσο και της τεχνολογίας μπορεί να οδηγήσει σε καινοτόμες λύσεις που αντιμετωπίζουν αποτελεσματικά τις πολύπλευρες προκλήσεις της διατήρησης της βιοποικιλότητας, ενώ παράλληλα τιμούν τους αυτόχθονες πολιτισμούς και τις παραδοσιακές τους γνώσεις. (Mistry & Berardi, 2016)

Επομένως, η ενσωμάτωση των παραδοσιακών και αυτόχθονων γνώσεων στην τεχνολογία για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας αποτελεί ένα κρίσιμο βήμα προς την κατεύθυνση ολιστικών και πολιτισμικά ευαίσθητων πρακτικών διατήρησης. Η αναγνώριση της αξίας της αυτόχθονης σοφίας και η συμμετοχή σε συνεργασίες μπορούν να οδηγήσουν στην ανάπτυξη στρατηγικών διατήρησης που είναι αποτελεσματικές,

Κορτσέλης Χρήστος Διατήρηση & προστασία βιοποικιλότητας με την χρήση τεχνολογιών.

συναφείς με το πλαίσιο και αρμονικές τόσο με την οικολογική όσο και με την πολιτιστική διάσταση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Καθώς αναλογιζόμαστε την ενσωμάτωση της τεχνολογίας στη διατήρηση της βιοποικιλότητας, είναι προφανές ότι το ταξίδι μας δεν έχει τελειώσει ακόμα. Οι πρόοδοι που έχουν σημειωθεί μέχρι στιγμής χρησιμεύουν ως θεμέλιο για ένα μέλλον που υπόσχεται ακόμη περισσότερα. Ενώ η τεχνολογία έχει φέρει επανάσταση στη συλλογή, ανάλυση και παρακολούθηση δεδομένων, οι δυνατότητες καινοτομίας παραμένουν τεράστιες. Η υιοθέτηση των αναδυόμενων τεχνολογιών και η προώθηση των διεπιστημονικών συνεργασιών θα διαμορφώσουν την πορεία της διατήρησης της βιοποικιλότητας τα επόμενα χρόνια.

Ο δρόμος που ανοίγεται μπροστά μας απαιτεί μια πιο διαφοροποιημένη κατανόηση του ρόλου της τεχνολογίας. Η έννοια της "τεχνολογικής αισιοδοξίας" στη διατήρηση πρέπει να εξισορροπηθεί με κριτικές εκτιμήσεις για τα πιθανά μειονεκτήματα και ηθικές εκτιμήσεις. Μαθαίνοντας από εμπειρίες όπως τα γεγονότα υποβάθμισης, μείωσης και απομάκρυνσης προστατευόμενων περιοχών, θα πρέπει να παραμείνουμε σε επαγρύπνηση κατά της κατάχρησης ή της υπερβολικής εξάρτησης από την τεχνολογία χωρίς να αντιμετωπίζονται επαρκώς οι σχετικές προκλήσεις.

Οι ηθικές ανησυχίες διαφαίνονται επίσης στον ορίζοντα, απαιτώντας προσεκτική πλοήγηση καθώς προχωράμε μπροστά με την τεχνολογία. Για παράδειγμα, η ενσωμάτωση της τεχνολογίας της απομακρυσμένης απεικόνισης απαιτεί διαβουλεύσεις για θέματα όπως η προστασία της ιδιωτικής ζωής, η ασφάλεια των δεδομένων και η συγκατάθεση. Τα διδάγματα από άλλους τομείς, όπως οι ηθικοί προβληματισμοί στην οικολογία και τη διατήρηση, υπογραμμίζουν τη σημασία της υπεύθυνης υιοθέτησης της τεχνολογίας με ταυτόχρονη τήρηση των ηθικών προτύπων και των κοινοτικών αξιών.

Η εξεύρεση ισορροπίας μεταξύ τεχνολογίας και ανθρώπινης δράσης είναι ζωτικής σημασίας. Ενώ η τεχνολογία παρέχει εργαλεία, η αποτελεσματικότητά της εξαρτάται από την κατανόηση και τη συμμετοχή των ενδιαφερομένων μερών. Η συμμετοχή της κοινότητας, η εκπαίδευση και οι πρωτοβουλίες ευαισθητοποίησης είναι υψίστης σημασίας για τη μακροπρόθεσμη επιτυχία της διατήρησης με γνώμονα την τεχνολογία. Τα διδάγματα από επιτυχημένα έργα διατήρησης μας υπενθυμίζουν ότι η τεχνολογία πρέπει να συμπληρώνει, όχι να αντικαθιστά, τον κρίσιμο ρόλο των τοπικών κοινοτήτων στη διαφύλαξη της βιοποικιλότητας.

Όσον αφορά το μέλλον, η ενσωμάτωση της τεχνολογίας θα πρέπει να καθοδηγείται από μια προσέγγιση προσαρμοστικής διαχείρισης. Καθώς τα οικοσυστήματα και οι ανάγκες διατήρησης εξελίσσονται, η τεχνολογία πρέπει να εξελίσσεται παράλληλα. Η συνεχής παρακολούθηση, αξιολόγηση και προσαρμογή είναι απαραίτητες για να διασφαλιστεί ότι οι τεχνολογικές καινοτομίες παραμένουν αποτελεσματικές και σχετικές. Η πρακτική της προσαρμοστικής διαχείρισης, που προέρχεται από διάφορους τομείς, μπορεί να ενισχύσει την ανθεκτικότητα των στρατηγικών διατήρησης που βασίζονται στην τεχνολογία.

Το ταξίδι της ενσωμάτωσης της τεχνολογίας στη διατήρηση της βιοποικιλότητας είναι συνεχές. Μέσω μιας ισορροπημένης προοπτικής, ηθικών εκτιμήσεων, εμπλοκής της κοινότητας και προσαρμοστικής διαχείρισης, μπορούμε να αξιοποιήσουμε το πλήρες δυναμικό της τεχνολογίας για τη διαφύλαξη της βιοποικιλότητας της Γης. Με συνεχή μάθηση, προσαρμογή και συνεργασία μεταξύ των κλάδων, μπορούμε να κατευθύνουμε συλλογικά τις προσπάθειες διατήρησης προς ένα πιο βιώσιμο και τεχνολογικά προσανατολισμένο μέλλον.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αθανασοπούλου, Χ., Αντωνιάδης, Κ., Αποστόλου, Μ., Βίττης, Ν., Βλάχου, Κ., Βρετού, Β., Καραγεώργου, Β., Καραμήτρου, Ζ., Κουτρουμάνη, Α., Μαυρομάτη, Ε., Πεχλιβάνογλου, Κ., Ρώσσιου, Ζ., Σγάγιας, Κ., Φλιάτουρα, Α., Ψαλτάκη, Μ. (2009) *Οδηγός για το Περιβάλλον. Νομικός Οδηγός*, Αθήνα: WWF Ελλάς, Συνήγορος του Πολίτη.

Γεράκης, Π. (1996) *Ελληνικοί Υγρότοποι*, Αθήνα Σαββάλας

Γεωργιάδης, Θ. & Τζανουδάκης, Δ., (1996) *Το Ελληνικό Περιβάλλον*, Αθήνα: Σαβάλλας.

Γεωργόπουλος, Α. (2000) *Γη - Ένας μικρός και εύθραυστος πλανήτης*, Αθήνα: Gutenberg.

Δημόπουλος, Π. (1999) *Περιβαλλοντική Βιολογία*, ΑΘΗΝΑ: χ.ε.

ΕΟΠ (2004) *Σήματα ΕΟΠ 2004 Ενημέρωση του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος σχετικά με επιλεγμένα θέματα*, Λουξεμβούργο: Υπηρεσία Επίσημων Εκδόσεων των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων.

Ιατρού, Γρ. & Γεωργιάδης, Θ. (1989) *Η Επίδραση των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων στην ενδημική χλωρίδα της Ελλάδας*, Θεσσαλονίκη: Bios.

Καραβέλλας, Γ., Κατσαδωράκης, Γ., Μαραγκού, Π., Νάντσου, Θ., Σβορώνου, Ε. (2003) *Διαχείριση Προστατευόμενων Περιοχών. Οδηγός Ορθής Πρακτικής*, Αθήνα: Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων.

Καρατάσος, Ν., Κεφαλογιάννη, Ζ., Δακανάλη, Α., Παπαζαφειρόπουλος, Δ., & Χαιρέτη, Μ. (2009) *Βιοποικιλότητα και Ενδημισμός στον Ψηλορείτη*, Ηράκλειο: Γραφικές Τέχνες.

Κασιούμης, Κ. (1995) *Διαχείριση Εθνικών Δρυμών και Προστατευόμενων Περιοχών στο Επιλεγμένα Θέματα Διαχείρισης Περιβάλλοντος*, Αθήνα: Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας.

Κιόρτσης, Β. (1979) 'Η κατάσταση της Ελλαδικής πανίδας και οι κίνδυνοι που την απειλούν', *Πρακτικά Συνεδρίου Προστασίας Πανίδας - Χλωρίδας - Βιοτόπων*, Αθήνα: Ελληνική Εταιρεία Προστασίας της Φύσεως.

Κουτσούμπας, Δ., (2005) 'Θαλάσσια Βιοποικιλότητα και Βιώσιμη Ανάπτυξη στη Μεσόγειο ως άξονες για Περιβαλλοντική Εκπαίδευση', *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Ερευνητικά Δεδομένα και Εκπαιδευτικός Σχεδιασμός*, Αθήνα: ΑΤΡΑΠΟΣ, 448-465.

Λαζαρέτου, Θ. (1994) *Οδηγός για την έννομη προστασία της φύσης*, Θεσσαλονίκη: ΕΚΒΥ.

Λαζαρέτου, Θ. (2002) *Περιβαλλοντικά Προβλήματα και Δίκαιο*, Αθήνα: Εθνικό Κέντρο Κοινωνικών Ερευνών & Γενική Γραμματεία Νέας Γενιάς

Λασκαράτος, Α. (2002) «*Το θαλάσσιο Περιβάλλον*» στο *Άνθρωπος και Περιβάλλον στην Ελλάδα*, Αθήνα: ΥΠΕΧΩΔΕ.

Μαρδίρης, Θ., Αντωνίου, Ν., Μηντζιαρίδης, Κ., Γρηγορίου, Μ., Ατζέμη, Α., Τζέρπος, Κ., & Πισιώτη, Α. (2005) *Βιοποικιλότητα, Το Εργαστήρι της ζωής*, Καστοριά ΥΠ.Ε.Π.Θ.

Μαρδίρης, Θ., Γρηγορίου, Μ., & Ευαγγέλου, Α. (2008) *Περιοχές με ιδιαίτερη βιοποικιλότητα (χλωρίδα-πανίδα)*, Αθήνα: προγράμματα ανοικτών τάξεων «ΚΑΛΛΙΣΤΩ».

Μελιάδου, Α. (2000), *Βιοποικιλότητα: Οδηγός Εκπαιδευτικών*, Αθήνα: ΥΠ.Ε.Π.Θ.

Μπιστίκα, Ε. (2010) 'Διεθνές Έτος Βιοποικιλότητας το 2010 - Κλιματική αλλαγή και βιοποικιλότητα συνδέονται άρρηκτα και απαιτούνται κοινά μέτρα προστασίας...', Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ, 17 Ιανουαρίου 2010.

Ντάφης, Σ., Παπαστεργιάδου, Ε., Γεωργίου, Κ., Μπαμπαλωνάς, Δ., Γεωργιάδης, Θ., Παπαγεωργίου, Μ., Λαζαρίδου, Θ., Τσιαούση, Β. (1997) *Οδηγία 92/43/ΕΟΚ. Το έργο των οικοτόπων στην Ελλάδα: Δίκτυο ΦΥΣΗ 2000*, Συμβόλαιο αριθμός Β4-3200/84/756, Γεν. Διεύθυνση ΧΙ Επιτροπή Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, Μουσείο Γουλιανδρή Φυσικής Ιστορίας – Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων Υγροτόπων σελ:932 Θεσσαλονίκη: Anima Graphics.

Οικονομίδου, Ε. & Γιαννίτσαρος, Α. (1995) 'Η ελληνική χλωρίδα που απειλείται και η ανάγκη δημιουργίας ενός Βιβλίου Ερυθρών δεδομένων για την Ελλάδα', *Πρακτικά Συνεδρίου Προστασίας Πανίδας - Χλωρίδας-Βιοτόπων*, Ελληνική Εταιρεία Προστασίας της Φύσεως, Αθήνα: χ.ε.

Παπαγεωργίου, Α. & Αραμπατζής Γ. (2001) 'Προστατευόμενες περιοχές και βιοποικιλότητα στην Ελλάδα: Κοινωνικοπολιτικές και αναπτυξιακές συνιστώσες',

Επιστημονική Επετηρίδα του τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος του Α.Π.Θ.

Παπαγεωργίου, Α. & Κατσαδωράκης, Γ. (2001) 'Πολιτικοκοινωνικές συνιστώσες της προστασίας και περιβαλλοντικής διαχείρισης των εθνικών δρυμών της Ελλάδας. Νόμος και φύση', *Επιστημονική Επετηρίδα του τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος του Α.Π.Θ.*

Περγάντης, Φ. (1995) *Ολοκληρωμένη διαχείριση Οικοσυστημάτων στα Επιλεγμένα Θέματα Διαχείρισης Περιβάλλοντος*, Αθήνα: Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας.

Προμπονάς, Μ. (2007) 'Προστατευόμενες φυσικές περιοχές και δίκτυο NATURA 2000', *Οικοτοπία*, 43, Οκτώβριος-Δεκέμβριος.

Προμπονάς, Μ. (2008) 'Προστατευόμενες περιοχές και Δίκτυο NATURA 2000', *Δασικά Οικοσυστήματα και Περιβαλλοντική Εκπαίδευση*, Νεάπολη Κρήτης: Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Νεάπολης Κρήτης.

Τσούκαλης, Ν. (2008) 'Κλιματική αλλαγή Πολιτικές και προκλήσεις, Οικοτοπία', τεύχος 45, Απρίλιος-Ιούνιος.

ΥΠΕΧΩΔΕ (1997) *Στο δρόμο για την Αειφορία, Ελληνικές δράσεις για το Περιβάλλον και τη Βιώσιμη Ανάπτυξη AGENDA 21-5 χρόνια μετά το Ρίο*, Αθήνα: χ.ε.

ΥΠΕΧΩΔΕ, (2003) *Επιτροπή Φύση 2000 Προστατευόμενες Φυσικές Περιοχές: προς ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης*, Αθήνα: Κύλινδρος.

Φοίτος, Δ., Κωνσταντινίδης, Θ., Καμάρη, Γ. (2009) *Βιβλίο ερυθρών δεδομένων των σπάνιων & απειλούμενων φυτών της Ελλάδας*, τόμος πρώτος Α-Δ, Πάτρα: Ελληνική βοτανική εταιρεία.

Greenpeace (1997) *Πράσινες πεδιάδες με σκοτεινό μέλλον* (επιμέλεια: Ευθυμόπουλος, Η. & Ψωμάς, Σ.), Αθήνα: Νεφέλη.

Greuter, D. (1979) 'The endemic flora of Crete and the significance of its protection', *Πρακτικά Συνεδρίου Προστασίας Πανίδας-Χλωρίδας-Βιοτόπων*, Αθήνα: Ελληνική Εταιρεία Προστασίας της Φύσεως.

Martz, G. (1977) *Προστασία του περιβάλλοντος*, (μετάφραση: Παπαδοπούλου, Ν.), Αθήνα: Γκιούρδας, Μ.

Primack, R., Αριανούτσου-Φαραγγιτάκη, Μ., Βαλάκος, Σ., Δανιηλίδης, Δ., Διαμαντόπουλος, Γ., Παντής, Ι., Παφίλης, Π. (2007) *Διατήρηση και προστασία της βιοποικιλότητας*, Αθήνα: αεί

Vernier, J. (2006) *Το περιβάλλον*, (μετάφραση: Παστρικού, Ε.), Αθήνα: ΒΗΜΑ

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Agrawal, A. & Gibson, C. C. (1999) 'Enchantment and Disenchantment: The Role of Community in Natural Resource Conservation', *World Development*, 27 (4), 629-649.

Allendorf, F.W., Hohenlohe, P.A., Luikart, G. (2010) 'Genomics and the future of conservation genetics', *Nature reviews genetics*, 11(10), 697-709.

Altieri, M.A. & Nicholls C.I. (2005) *Biodiversity and Pest Management in Agroecosystems*, CRC Press.

Aniama, S.O., Usman, S.S., Ayodele, S.M. (2016) 'Ethnobotanical documentation of some plants among Igala people of Kogi State', *The International Journal of Engineering and Science*, 5(4), 33-42.

Beek, L.P.H., Wada, Y., Bierkens, M.F.P. (2011) 'Global Monthly Water Stress 1: Water Balance and Water Availability', *Water Resources Research*, 47(7).

Berkes, F. (2009). 'Indigenous ways of knowing and the study of environmental change', *Journal of the Royal Society of New Zealand*, 39 (4), 151-156.

Berkes, F. (2017) *Sacred Ecology: Traditional Ecological Knowledge and Resource Management*, Taylor & Francis.

Binta Islam, S., Valles, D., Hibbitts, T.J., Ryberg, W.A., Walkup, D.K., Forstner, M. R. (2023) 'Animal Species Recognition with Deep Convolutional Neural Networks from Ecological Camera Trap Images', *Animals*, 13(9), 1526.

Bodin, Ö., Crona, B., Ernstson, H. (2006) 'Social networks in natural resource management: what is there to learn from a structural perspective?', *Ecology and society*, 11(2).

Bonney, R., Shirk, J.L., Phillips, T.B., Wiggins, A., Ballard, H.L., Miller-Rushing, A.J., Parrish, J.K. (2014) 'Next steps for citizen science', *Science*, 343(6178), 1436-1437.

Büscher, B., Fletcher, R., Brockington, D., Sandbrook, C., Adams, W.M., Campbell, L., Corson, C., Dressler, W., Duffy, R., Gray, N., Holmes, G., Kelly, A., Lunstrum, E., Ramutsindela, M., Shanker, K., (2017) 'Half Earth or Whole Earth? Radical Ideas for Conservation, and their Implications', *Oryx*, 51 (3), 407-410.

Casanelles-Abella, J., Chauvier, Y., Zellweger, F., Villiger, P., Frey, D., Ginzler, C., Pellissier, L. (2021) 'Applying predictive models to study the ecological properties of urban ecosystems: A case study in Zürich', *Switzerland. Landscape and Urban Planning*, 214, 104137.

Chapin, F.S., Carpenter, S.R., Kofinas, G.P., Folke, C., Abel, N., Clark, W.C., Swanson, F.J. (2010) 'Ecosystem stewardship: sustainability strategies for a rapidly changing planet', *Trends in ecology & evolution*, 25(4), 241-249.

Cherlet, M., Hutchinson, C., Reynolds, J., Hill, J., Sommer, S., von Maltitz, G. (2018) *World Atlas of Desertification*, Luxembourg: Publication Office of the European Union.

Cho, Y. & Park, K.S. (2023) 'Designing Immersive Virtual Reality Simulation for Environmental Science Education', *Electronics*, 12(2), 315.

Chopra, M. (2015) 'TreeID: An image recognition system for plant species identification', *Tech. report*.

Cleves, P.A., Strader, M.E., Bay, L.K., Pringle, J.R., Matz, M.V. (2018) 'CRISPR/Cas9-mediated genome editing in a reef-building coral', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(20), 5235-5240.

Cooper, C.B., Dickinson, J., Phillips, T., Bonney, R. (2007) 'Citizen science as a tool for conservation in residential ecosystems', *Ecology and society*, 12(2).

Costello, M.J. & Wieczorek, J. (2014) 'Best practice for biodiversity data management and publication', *Biological Conservation*, 173, 68-73.

de Jong, Y., Verbeek, M., Michelsen, V., Bjørn, P., Los, W., Steeman, F., Bailly, N., Basire, C., Chylarecki, P., Stloukal, E., Hagedorn, G., Wetzel, F., Glöckler, F., Kroupa, A., Korb, G., Hoffmann, A., Häuser, C., Kohlbecker, A., Müller, A., Güntsch, A., Stoev, P., Penev, L. (2014) 'Fauna Europaea - all European animal species on the web', *BiodiversityData*, 2: e4034

- Díaz-Delgado, R. & Múcher, S. (2019) 'Editorial of special issue "drones for biodiversity conservation and ecological monitoring"'. *Drones*, 3(2), 47.
- Dickinson, J.L., Zuckerberg, B., Bonter, D.N. (2010) 'Citizen science as an ecological research tool: challenges and benefits', *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, 41, 149-172.
- Dudley, N. (Editor) (2008) *Guidelines for Applying Protected Area Management Categories*, Gland, Switzerland: IUCN.
- Dudley, N. & Stolton, S. (Editors) (2012) *Arguments for protected areas: multiple benefits for conservation and use*. Routledge.
- Dudley, N., Stolton, S., Belokurov, A., Krueger, L., Lopoukhine, N., MacKinnon, K., Sandwith, T., Sekhran, N. (2009) *Natural Solutions - Protected Areas: Helping People Cope with Climate Change*, International Union for Conservation of Nature.
- Evans, A.EV., Mateo-Sagasta, J., Qadir, M., Boelee, E., Ippolito, A. (2019) 'Agricultural water pollution key knowledge gaps and research needs', *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 36, 20-27.
- Esvelt, K.M., Smidler, A.L., Catteruccia, F., Church, G.M. (2014) 'Concerning RNA-guided gene drives for the alteration of wild populations', *elife*, 3.
- Falkenmark, M. & Rockström, J. (2006) 'The New Blue and Green Water Paradigm Breaking New Ground for Water Resources Planning and Management', *Journal of Water Resources Planning and Management*, 132(3), 129-132.
- FAO (2012). *Coping with Water Scarcity: An Action Framework for Agriculture and Food Security*, Food and Agriculture Organization of the United Nations Water Reports 38.
- Ferronato N. & Torretta V. (2019) 'Waste Mismanagement in Developing Countries: A Review of Global Issues', *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 16(6):1060.
- Figgis, P., Leverington, A., Mackay, R., Macleod, A., & Valentine, P. (2015) 'Recognising the Multiple Values Associated with Protected Areas', *Parks*, 21(2), 87-100.

- Fourmile, H. (1999) 'Indigenous peoples, the conservation of traditional ecological knowledge, and global governance', *Global ethics and environment*, 215-246.
- Gadgil, M. & Vartak, V.D. (1978) 'Sacred Groves of India A Plea for Continued Conservation', *Journal of the Bombay Natural History Society*, 75 (2), 446-454.
- Game, E.T., Grantham, H.S., Hobday, A.J., Pressey, R.L., Lombard, A.T., Beckley, L.E., Richardson, A.J. (2009) 'Pelagic protected areas: the missing dimension in ocean conservation', *Trends in ecology & evolution*, 24(7), 360-369.
- Gaston, K. & Spicer J. (1998) *Biodiversity: An Introduction*, Blackwell Science Inc.
- Gleick, P.H. (2003) 'Water Use', *Annual Review of Environment and Resources*, 28, 275-314.
- Gold, Z., Sprague, J., Kushner, D.J., Zerecero Marin, E., Barber, P.H. (2021) 'eDNA metabarcoding as a biomonitoring tool for marine protected areas', *PLoS One*, 16(2).
- Groombridge, B. (1992) *Global Biodiversity: Status of the Earth's Living Resources*, London: Chapman and Hall.
- Guisan, A. & Zimmermann, N.E. (2000) 'Predictive habitat distribution models in ecology', *Ecological modelling*, 135(2-3), 147-186.
- Guston, D.H. (2014) 'Understanding 'anticipatory governance'', *Social studies of science*, 44(2), 218-242.
- Gwangwava, N. (2021) 'Blockchain Technology Concept for Improving Supply Chain Traceability in the Ivory Market', *International Journal of Applied Industrial Engineering (IJAIE)*, 8(1), 1-14.
- Haas, T.C. & Ferreira, S.M. (2015) 'Federated databases and actionable intelligence: using social network analysis to disrupt transnational wildlife trafficking criminal networks', *Security Informatics*, 4(1), 1-14.
- Hadjibiros, K. (1991) 'Training and research in relation to problems of E.I.A. implementation in Greece', Occas. Pap. No. 27, E.I.A. Centre, University of Manchester, 115-122.
- Harper, J.L. & Hawksworth, D.L. (1994) 'Biodiversity: measurement and estimation', *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, 345 (1311), 5-12.

Hebert, P.D., Cywinska, A., Ball, S.L., DeWaard, J.R. (2003) 'Biological identifications through DNA barcodes', *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 270(1512), 313-321.

Heeks, R. (2017) *Information and communication technology for development (ICT4D)*, New York: Routledge.

Hortal, J., de Bello, F., Diniz-Filho, J.A.F., Lewinsohn, T.M., Lobo, J.M., Ladle, R.J. (2015) 'Seven shortfalls that beset large-scale knowledge of biodiversity', *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 46, 523-549.

Hungerford, H.R., & Volk, T.L. (1990) 'Changing learner behavior through environmental education', *The journal of environmental education*, 21(3), 8-21.

Huntington, H.P. (2000) 'Using traditional ecological knowledge in science: methods and applications', *Ecological applications*, 10(5), 1270-1274.

IPCC, (2014) *Climate Change 2014: Synthesis Report*, Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland: IPCC.

Jordan, R.C., Gray, S.A., Howe, D.V., Brooks, W.R., Ehrenfeld, J.G. (2011) 'Knowledge gain and behavioral change in citizen-science programs', *Conservation biology*, 25(6), 1148-1154.

Kettunen, M. & ten Brink, P. (2006) 'Value of biodiversity- Documenting EU examples where biodiversity loss has led to the loss of ecosystem services', Final report for the European Commission. Institute for European Environmental Policy (IEEP), Brussels, Belgium.

Kühl, H.S., Bowler, D.E., Bösch, L., Bruelheide, H., Dauber, J., Eichenberg, D., Bonn, A. (2020) 'Effective biodiversity monitoring needs a culture of integration', *One Earth*, 3(4), 462-474.

Lawson, K.N., Tracy, B.M., Sharova, M., Muirhead, J.R., Cawood, A. (2022) 'Engaging online citizen scientists and the consensus method to monitor the marine biofouling community', *Frontiers in Marine Science*, 9, 862430.

Lawton, J.H. & May R.M. (1994) 'Estimating extinction rates', *Philosophical Transactions: Biological sciences*, 344 (1307), 1-104.

- Legakis, A., Constantinidis, T., Petrakis, P. V. (2018) 'Biodiversity in Greece', *In Global biodiversity*, Oakville Apple Academic Press, 2.
- Lemessa, F., Simane, B., Seyoum, A., Gebresenbet, G. (2023) 'Assessment of the Impact of Industrial Wastewater on the Water Quality of Rivers around the Bole Lemi Industrial Park (BLIP)', *Sustainability*, Ethiopia, 15(5):4290.
- Li, P. (2018) 'Mine Water Problems and Solutions in China', *Mine Water and the Environment*, 37, 217–22.
- Li, X., Zhao, N., Jin, R., Liu, S., Sun, X., Wen, X., Zhou, Y. (2019) 'Internet of Things to network smart devices for ecosystem monitoring', *Science Bulletin*, 64(17), 1234-1245.
- Lin, H.Y., Schuster, R., Wilson, S., Cooke, S.J., Rodewald, A.D., & Bennett, J.R. (2020) 'Integrating season-specific needs of migratory and resident birds in conservation planning', *Biological Conservation*, 252, 108826.
- Lovejoy, T. (2009) 'Climate change's pressures on biodiversity', *State of the World. Into a Warming World*, New York / London: W.W. Norton & Company, 67-70.
- Margules, C.R. & Pressey, R.L. (2000) 'Systematic conservation planning', *Nature*, 405(6783), 243-253.
- Mariam Yohannes (1999) 'The Impact of Acid Rain on the Aquatic Ecosystems of Eastern Canada', MPRA Paper, 670, 99-373.
- McCarthy, D.P., Donald, P.F., Scharlemann, J.P., Buchanan, G.M., Balmford, A., Green, J.M., Butchart, S.H. (2012) 'Financial costs of meeting global biodiversity conservation targets: current spending and unmet needs', *Science*, 338(6109), 946-949.
- McKinley, D.C., Miller-Rushing, A.J., Ballard, H.L., Bonney, R., Brown, H., Cook-Patton, S.C., Soukup, M.A. (2017) 'Citizen science can improve conservation science, natural resource management, and environmental protection', *Biological Conservation*, 208, 15-28.
- McKinney, M.L. (2006) 'Urbanization as a major cause of biotic homogenization', *Biological conservation*, 127(3), 247-260.

- Mesaglio, T., Soh, A., Kurniawidjaja, S., Sexton, C. (2021) 'First Known Photographs of Living Specimens: the power of iNaturalist for recording rare tropical butterflies', *Journal of Insect Conservation*, 25, 905-911.
- Mirzabaev, A., Wu, J., Evans, J., Garcia-Oliva, F., Hussein, I. A. G., Iqbal, M. H., Kimutai, J., Knowles, T., Meza, F., Nadjroaoui, D., Tena, F., Türkeş, M., Vázquez, R. J., Weltz, M. (2019) 'Desertification', *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*, 249-343.
- Mistry, J. & Berardi, A. (2016) 'Bridging indigenous and scientific knowledge', *Science*, 352(6291), 1274-1275.
- Moller, H., Berkes, F., Lyver, P.O.B., Kislalioglu, M. (2004) 'Combining science and traditional ecological knowledge: monitoring populations for co-management', *Ecology and society*, 9(3).
- Mykrä, H., Annala, M., Hilli, A., Hotanen, J.P., Hokajärvi, R., Jokikokko, P., Vaso, A. (2023) 'GIS-based planning of buffer zones for protection of boreal streams and their riparian forests', *Forest Ecology and Management*, 528, 120639.
- Nabhan, G.P. & Trimble, S. (1995) *The Geography of Childhood Why Children Need Wild Places*, Beacon Press.
- Norse, E., Rosenbaum, K., Wilcove, D., Wilcox, B., Romme, W., Johnston, D., Stout, M. (1986) *Conserving biological diversity in our national forests. The Wilderness Society*, Washington, DC.
- Noss, R.F. (2020) *Handbook of citizen science in ecology and conservation*, California: University of California Press.
- Noss, R.F. & Harris, L.D. (1986) 'Nodes, networks, and MUMs: Preserving diversity at all scales', *Environmental Management*, 10, 299-309.
- Obar, J.A. & Wildman, S. (2015) 'Social Media Definition and the Governance Challenge An Introduction to the Special Issue', *Telecommunications Policy*, 39(9), 745-750.
- Papageorgiou, A. (1995) 'Genetics of endangered Mediterranean tree species: An example with cypress. 70 years Higher Forestry Education in Bulgaria. Anniversary scientific session', *Higher Institute of Forestry*, Sofia, 548-559.

- Parmesan, C. (2006) 'Ecological and evolutionary responses to recent climate change', *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 37, 637-669.
- Petch J.P., Pauknerova E., Heywood, D.I. (1995) 'A strategy for GIS in nature conservation: the Zdarske Vrchy project'. *ITC Journal*, 2, 133-142.
- 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(4), 839-848.
- Pettorelli, N., Wegmann, M., Skidmore, A., Mùcher, S., Dawson, T.P., Fernandez, M., Geller, G.N. (2014) 'Framing the concept of satellite remote sensing essential biodiversity variables challenges and future directions', *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 1(1), 5-16.
- Rad, S.M., Ray, A.K., Barghi, S. (2022) 'Water Pollution and Agriculture Pesticide', *Clean Technologies*, 4(4), 1088-1102.
- Raymond, C.M., Fazey, I., Reed, M.S., Stringer, L.C., Robinson, G.M., Evely, A.C. (2010) 'Integrating local and scientific knowledge for environmental management', *Journal of environmental management*, 91(8), 1766-1777.
- Redpath, S.M., Gutiérrez, R.J., Wood, K.A., Young, J.C. (Editors) (2015) *Conflicts in conservation navigating towards solutions*, Cambridge University Press.
- Runting, R.K., Bryan, B.A., Dee, L.E., Maseyk, F.J., Mandle, L., Hamel, P., Rhodes, J.R. (2017) 'Incorporating climate change into ecosystem service assessments and decisions: a review', *Global change biology*, 23(1), 28-41.
- Salem, B.B. (2003) 'Application of GIS to biodiversity monitoring', *Journal of arid environments*, 54(1), 91-114.
- Salerno, F., Gaetano, V., Gianni, T. (2018) 'Urbanization and climate change impacts on surface water quality Enhancing the resilience by reducing impervious surfaces', *Water Research*, 144, 491-502.
- Scarpa, L.J. & Piña, C.I. (2019) 'The use of drones for conservation: A methodological tool to survey caimans nests density', *Biological Conservation*, 238, 108235.

- Schlosberg, D. (2013) 'Theorising environmental justice: the expanding sphere of a discourse', *Environmental politics*, 22(1), 37-55.
- Shi, H. & Singh, A. (2002) 'An assessment of biodiversity hotspots using Remote Sensing and GIS', *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 30, 105-112.
- Shi, M., Geng, B., Zhao, T., Wang, F. (2021) 'Influence of atmospheric deposition on surface water quality and DBP formation potential as well as control technology of rainwater DBPs: a review', *Environmental Science Water Research & Technology*, 7, 2156-2165.
- Shiklomanov, I.A. (2000) 'Appraisal and Assessment of World Water Resources', *Water International*, 25(1), 11-32.
- Shivaprakash, K.N., Swami, N., Mysorekar, S., Arora, R., Gangadharan, A., Vohra, K., Kiesecker, J.M. (2022) 'Potential for artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) applications in biodiversity conservation, managing forests, and related services in India', *Sustainability*, 14(12), 7154.
- Slingenberg, A., Braat, L., van der Windt, H., Eichler, L., Turner, K. (2009) 'Study on Understanding the Causes of Biodiversity Loss and the Policy Assessment Framework', *Directorate-General for Environment*, Rotterdam: European Commission.
- Siebert, S. & Döll, P. (2010) 'Quantifying Blue and Green Virtual Water Contents in Global Crop Production as well as Potential Production losses without Irrigation', *Journal of Hydrology*, 384(3-4), 198-217.
- Silvertown, J. (2009) 'A new dawn for citizen science', *Trends in ecology & evolution*, 24(9), 467-471.
- Sivakumar, M.V.K. (2007) 'Interactions between climate and desertification', *Agricultural and Forest Meteorology*, 142 (2-4), 143-155.
- Stilgoe, J., Owen, R., Macnaghten, P. (2013) 'Developing a framework for responsible innovation', *Research policy*, 42(9), 1568-1580.
- Thomsen, P.F., Kielgast, J., Iversen, L.L., Møller, P.R., Rasmussen, M., Willerslev, E. (2012) 'Detection of a diverse marine fish fauna using environmental DNA from seawater samples', *PLoS ONE*, 7(8).

- Thu, P.T., Huang, W.C., Chou, T.K., Van Quan, N., Van Chien, P., Li, F., Liao, T.Y. (2019) 'DNA barcoding of coastal ray-finned fishes in Vietnam', *PloS one*, 14(9).
- Tylianakis, J.M., Didham, R.K., Bascompte, J., Wardle, D.A. (2008), Global change and species interactions in terrestrial ecosystems. *Ecology Letters*, 11, 1351-1363.
- Tyler Miller, Jr. G. (1996) *Living in the environment: Principles, connections and Solutions*, 9th ed., Wadsworth Publishing Company.
- Tuia, D., Kellenberger, B., Beery, S., Costelloe, B.R., Zuffi, S., Risse, B., Berger-Wolf, T. (2022) 'Perspectives in machine learning for wildlife conservation', *Nature communications*, 13(1), 792.
- Turner, N.J. & Berkes, F. (2006) 'Coming to understanding: developing conservation through incremental learning in the Pacific Northwest', *Human ecology*, 34, 495-513.
- Turner, N.J., Ignace, M.B., Ignace, R. (2000) 'Traditional ecological knowledge and wisdom of aboriginal peoples in British Columbia', *Ecological applications*, 10(5), 1275-1287.
- Turner, W., Spector, S., Gardiner, N., Fladeland, M., Sterling, E., Steininger, M. (2015) 'Free and open-access satellite data are key to biodiversity conservation', *Biological Conservation*, 182, 173-176.
- UNCED (1992) 'Agenda 21. The United Nations Programme of Action from Rio', New York: UN.
- Van Deursen, A.J. & Van Dijk, J.A. (2014) 'The digital divide shifts to differences in usage', *New media & society*, 16(3), 507-526.
- Verstraete, M.M. & Schwartz, S.A. (1991) 'Desertification and Global Change', *Vegetatio*, 91 (1/2), 3-13.
- Warschauer, M. (2004) *Technology and social inclusion: Rethinking the digital divide*, MIT press.
- Watson, J.E., Evans, T., Venter, O., Williams, B., Tulloch, A., Stewart, C., Lindenmayer, D. (2018) 'The exceptional value of intact forest ecosystems', *Nature ecology & evolution*, 2(4), 599-610.

Whyte, K.P. (2018) 'Indigenous science (fiction) for the Anthropocene: Ancestral dystopias and fantasies of climate change crises', *Environment and Planning E: Nature and Space*, 1(1-2), 224-242.

Wilson, E.O. (2016) *Half-Earth. Our Planet's Fight for Life*, London: W W Norton and Company.

Xie, H., Yao, G., Liu, G. (2015) 'Spatial evaluation of the ecological importance based on GIS for environmental management: A case study in Xingguo county of China', *Ecological indicators*, 51, 3-12.

Yassoglou, N.J. & Kosmas, C. (2020) 'Desertification in the Mediterranean Europe: A case in Greece', *Rala Report no. 200*, 27-33.

Yibarbuk, D., Whitehead, P.J., Russell-Smith, J., Jackson, D., Godjuwa, C., Fisher, A., Cooke, P., Choquenot, D., Bowman, D.M.J.S. (2001) 'Fire Ecology and Aboriginal Land Management in Central Arnhem Land, Northern Australia: A Tradition of Ecosystem Management', *Journal of Biogeography*, 28 (3), 325-343.

Zabaikin, I.V., Lunkin, A.N., Lunkin, D.A. (2022) 'Disposal of Mining Waste and its Impact on the Environment', *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 23(3), 7-14.

Zhang, S., Huang, W., Huang, Y.A., Zhang, C. (2020) 'Plant species recognition methods using leaf image: Overview', *Neurocomputing*, 408, 246-272.

ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

<https://bioethics.gr/>

<https://www.nationalgeographic.org>

<https://www.cbd.int/biodiversity/>

<https://www.worldwildlife.org>

<https://www.hcmr.gr/en/marine-biodiversity>

<http://www.kpe.gr/traditional-agroecosystems>

<https://www.hcmr.gr>

<https://www.ornithologiki.gr>

<https://ypen.gov.gr/perivallon/viopoikilotita/prostatevomenes-perioches/>

<http://www.ekby.gr>

<http://www.biodiversity-info.gr/index.php/el/legislation/greek-biodiversity-law>

<https://www.ekpaa.gr>

<https://www.ramsar.org>

<https://www.parks.gr>

<https://www.eea.europa.eu>

<http://www.unesco-hellas.gr>

<https://www.culture.gov.gr>

<https://www.iucn.org/our-work/topic/effective-protected-areas>

<https://portals.iucn.org/>

<https://www.worldwildlife.org/threats>

<https://www.ipbes.net/global-assessment>

<https://www.unep.org/resources/report/biodiversity-and-pandemics>

<https://mio-ecsde.org/>

<https://www.thegef.org/topics/biodiversity>

<http://www.minagric.gr/>

<http://www.fao.org/3/ca8753en/ca8753en.pdf>

<http://www.ecocrete.gr/>

<https://rightsandresources.org/publication-category/rri-analyses-publication/>

<https://www.globalforestwatch.org/>

<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

<https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar4/>

<https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>

<https://gca.org/reports/>

<https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>

<http://swste-ton-planiti.blogspot.com/>

<https://sdgs.un.org/goals/goal6>

<https://www.kepka.org/>

<https://www.worldwildlife.org/threats>

<https://www.iucn.org/resources/issues-briefs/threats-species>

<https://www.millenniumassessment.org/en/index.html>

<https://wwf.panda.org/>

<https://www.eea.europa.eu/el/help/sychnes-erotiseis/poies-einai-oi-kyries-piges>

https://environment.ec.europa.eu/index_en

<http://www.biol.uoa.gr/gr/files/BiodiversityDay.pdf>