

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ, ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ &
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗ
ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ»**



ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΥ ΑΣΗΜΕΝΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΧΡΙΣΤΟΠΟΥΛΟΥ ΟΛΓΑ

ΒΟΛΟΣ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2016

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η βιοποικιλότητα συνεχίζει να δέχεται πιέσεις από τις αυξανόμενες αλλαγές του κλίματος παγκοσμίως, με κίνδυνο τη μείωση ή απώλεια αυτής. Οι αυξημένες συγκεντρώσεις αερίων του θερμοκηπίου, και κυρίως διοξειδίου του άνθρακα, οδηγούν σε αλλαγές του κλίματος, όπως αυξημένη ξηρασία και άνοδο της θερμοκρασίας. Η κλιματική αλλαγή είναι μία πρόσθετη πίεση σε αυτές που ήδη ασκούνται στη βιοποικιλότητα και στα οικοσυστήματα. Η υπερκμετάλλευση των ειδών, η ρύπανση της ατμόσφαιρας, του εδάφους και των υδάτων, η εναπόθεση αζώτου, η καταστροφή ενδιαιτημάτων και η εισαγωγή χωροκατακτητικών ειδών σε συνδυασμό με την αλλαγή του κλίματος δημιουργούν μεγαλύτερες πιέσεις στη βιοποικιλότητα και τα οικοσυστήματα. Στην παρούσα εργασία εξετάζεται το πώς επηρεάζουν οι αλλαγές του κλίματος τα είδη της βιοποικιλότητας, τι αντίκτυπο έχουν σε αυτά, αλλά και στη δομή και λειτουργία των οικοσυστημάτων γενικότερα. Τέλος, αναλύονται οι δράσεις για το μετριασμό της κλιματικής αλλαγής, κυρίως μέσω της μείωσης εκπομπών αερίων, και δράσεις για την προσαρμογή στις αλλαγές που έχουν ήδη επέλθει στη βιοποικιλότητα και τα οικοσυστήματα.

Λέξεις κλειδιά: βιοποικιλότητα, οικοσυστήματα, κλιματική αλλαγή, μετριασμός, προσαρμογή

ABSTRACT

Biodiversity continues to be under pressure by the increasing climate changes worldwide at the risk of reduction or loss thereof. The increased atmospheric concentrations of greenhouse gases, especially of carbon dioxide, contribute to climate changes, such as rising temperature and drought. Climate change is an additional pressure on those already exerted on biodiversity and ecosystems. Exploitation of species, water, soil and air pollution, nitrogen deposition, destruction of habitats, and introduction of alien species interacting with climate change, contribute to greater pressures on biodiversity and ecosystems. The current study works on the effects of climate change on biodiversity species, the impacts on them, but also on structure and function of ecosystems in general. Finally, the study works on actions for climate change mitigation, by reducing greenhouse gas emissions, and adaptation of biodiversity and ecosystems to changes that have already occurred.

Key words: biodiversity, ecosystems, climate change, mitigation, adaptation

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερος την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου κυρία Χριστοπούλου Όλγα για την καθοδήγηση κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας, αλλά και τη συμβολής της; στην ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας.

Ακόμα, ευχαριστώ την οικογένεια μου και τους φίλους μου για τη στήριξη και την υπομονή τους καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
1. ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ.....	4
1.1 ΈΝΝΟΙΑ/ΟΡΙΣΜΟΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ.....	4
1.2 ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑ/ΑΞΙΑ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ	4
1.3 ΠΙΕΣΕΙΣ ΣΤΗ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ/ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΑΠΩΛΕΙΑΣ	5
1.3.1 ΓΕΝΕΣΙΟΥΡΓΑ ΑΙΤΙΑ	5
1.3.2 ΑΜΕΣΑ ΑΙΤΙΑ.....	6
1.4 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ.....	9
1.4.1 ΕΘΝΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	9
1.4.2 ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	9
1.4.3 ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΛΑΙΣΙΟ	11
2. ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ	14
2.1 ΕΝΝΟΙΑ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ.....	14
2.2 ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΛΙΜΑΤΟΣ ΣΗΜΕΡΑ	14
2.3 ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ	16
2.4 ΠΑΡΑΤΗΡΟΥΜΕΝΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΟ ΚΛΙΜΑ	17
2.4.1 ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ	18
2.4.2 ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΤΗΣ ΓΗΣ ΚΑΙ ΣΤΙΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΙΣ	18
2.4.3 ΑΛΛΑΓΕΣ ΚΑΛΥΨΗΣ ΠΑΓΟΥ ΚΑΙ ΣΤΑΘΜΗΣ ΘΑΛΑΣΣΩΝ ΚΑΙ ΠΟΤΑΜΩΝ	19
2.5 ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΟ ΚΛΙΜΑ.....	20
3. ΕΠΠΤΩΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ.....	22
3.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	22
3.2 ΕΠΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΧΕΡΣΑΙΩΝ/ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	23
3.2.1 ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΗ ΦΑΙΝΟΛΟΓΙΑ	25
3.2.2 ΠΡΟΩΡΗ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑ	27
3.2.3 ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΚΑΙ ΑΝΘΡΑΚΑ	28
3.2.4 ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΕ ΠΟΙΚΙΛΙΑ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ, ΑΦΘΟΝΙΑ ΚΑΙ ΕΞΑΦΑΝΙΣΗ.....	30
3.2.5 ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΙΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ.....	30
3.2.6 ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΕ ΑΦΘΟΝΙΑ ΚΑΙ ΕΞΑΦΑΝΙΣΕΙΣ ΕΙΔΩΝ ΤΟΠΙΚΑ.....	31
3.2.7 ΕΞΑΦΑΝΙΣΕΙΣ ΕΙΔΩΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ	33

3.2.8 ΔΑΣΙΚΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	34
3.3 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	38
3.3.1 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟΥΣ ΚΟΡΑΛΛΙΟΓΕΝΕΙΣ ΥΦΑΛΟΥΣ	38
3.3.2 ΕΙΣΒΟΛΗ ΑΛΜΥΡΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΑ ΓΛΥΚΑ ΝΕΡΑ	39
3.3.3 ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ	39
3.4 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	41
3.4.1 ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	41
3.4.2 ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΦΘΟΝΙΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ...	42
3.4.3 ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΙΣ ΤΡΟΦΙΚΕΣ ΑΛΥΣΙΔΕΣ	42
3.4.4 ΑΥΞΗΣΗ ΕΥΠΑΘΕΙΑΣ	43
3.4.5 ΟΞΙΝΙΣΗ ΤΩΝ ΩΚΕΑΝΩΝ	43
4. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΗΣ ΑΕΙΦΟΡΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ	44
4.1 ΓΕΝΙΚΑ	44
4.2 ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ	46
4.2.1 ΜΕΙΩΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ	46
4.2.2 ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΠΟΡΩΝ	49
4.2.3 ΠΑΡΟΧΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΧΑΜΗΛΗ ΣΕ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΝΘΡΑΚΑ	50
4.2.4 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	51
4.2.5 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΑΣΙΚΩΝ ΕΚΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ ΓΗΣ	52
4.2.6 ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΟΥ ΚΛΙΜΑΤΟΣ	56
5. ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	58
5.1 ΧΕΡΣΑΙΑ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	61
5.2 ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΧΑΜΗΛΟΥ ΥΨΟΜΕΤΡΟΥ	66
5.3 ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΩΚΕΑΝΟΙ	69
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	71
ΠΗΓΕΣ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ	78

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εξετάζει τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη βιοποικιλότητα, αλλά και τους τρόπους αντιμετώπισης και προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή, με στόχο την αποφυγή των δυσμενών επιπτώσεων στη βιολογική ποικιλότητα.

Η βιοποικιλότητα δέχεται πολλαπλές πιέσεις, ανεξάρτητα της κλιματικής αλλαγής, όπως οι αυξημένης έντασης αλλαγές χρήσεων γης και η καταστροφή των φυσικών και ημιφυσικών ενδιαιτημάτων. Σε συνδυασμό, λοιπόν, με την πίεση που δέχεται από τις κλιματικές μεταβολές ενέχεται ο κίνδυνος μείωσης ή και απώλειας αυτής. Το κρίσιμο ερώτημα είναι κατά πόσο η κλιματική αλλαγή μπορεί να ενισχύσει ή να αναστείλει τη μείωση και απώλεια της βιοποικιλότητας.

Στην παρούσα εργασία εξετάζεται το κατά πόσο οι πληθυσμοί και τα είδη της βιολογικής ποικιλότητας μπορούν να επηρεαστούν από την κλιματική αλλαγή σε συνδυασμό με άλλες πιέσεις που ασκεί η ανθρωπογενής παρέμβαση. Οι αλλαγές στη συμπεριφορά των ειδών, οι μειώσεις σε αφθονία αυτών ή και η απώλεια τους μπορούν να οδηγήσουν σε αλλαγές στη δομή και στη λειτουργία των οικοσυστημάτων που επηρεάζονται. Αυτές οι αλλαγές, με τη σειρά τους, μπορούν να οδηγήσουν σε περαιτέρω απώλειες των ειδών και σε κλιμακωτές επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα και στην έκθεση των οικοσυστημάτων σε εισβολή ξενικών ειδών και γενικότερα στη διατάραξη αυτών. Οι επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής στη βιοποικιλότητα θα πρέπει να αξιολογηθούν επίσης σε επίπεδο οικοσυστημάτων, καθώς επηρεάζεται άμεσα η δομή και η λειτουργία τους.

1. ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ

1.1 ΕΝΝΟΙΑ/ΟΡΙΣΜΟΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ

Η βιολογική ποικιλότητα, ή αλλιώς βιοποικιλότητα, ορίζεται ως η ποικιλία της ζωής πάνω στη γη. Η σημερινή μορφή της βιοποικιλότητας είναι αποτέλεσμα εξέλιξης δισεκατομμυρίων χρόνων μέσω φυσικών διεργασιών αλλά και παρέμβασης του ανθρώπινου είδους (<https://www.cbd.int/2010/biodiversity/>). Η βιολογική ποικιλότητα αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του ανθρώπου, καθώς εξαρτάται από αυτήν πλήρως. Η έννοια της βιοποικιλότητας περιλαμβάνει την ποικιλία μεταξύ ατόμων του ίδιου είδους (γονιδίων), την ποικιλία μεταξύ ειδών και την ποικιλία μεταξύ οικοσυστημάτων (οικοθέσεις και τοπία) (Χατζημήτρος, 2007). Τα τρία αυτά επίπεδα αποτελούν επίπεδα οργάνωσης της ζωής και είναι ισάριθμα θεμελιώδη και ιεραρχικά μεταξύ τους (Επιτροπή μελέτης επιπτώσεων κλιματικής αλλαγής, 2009).

Η κατάσταση διατήρησης των ειδών, ζώων, φυτών και μυκήτων του πλανήτη καταγράφεται παγκοσμίως στον «κόκκινο κατάλογο» (red list) της Διεθνούς Ένωσης για τη Διατήρηση της Φύσης. Κατά ακολουθίαν της, πολλά κράτη συντάσσουν δικούς τους εθνικούς κόκκινους καταλόγους, οι οποίοι περιλαμβάνουν τα είδη της επικράτειας τους, αντίστοιχα.

1.2 ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑ/ΑΞΙΑ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ

Η διατήρηση της βιοποικιλότητας είναι μείζονος σημασίας για τη διατήρηση της ζωής στη γη. Η εξαφάνιση ενός είδους χλωρίδας ή πανίδας θα αποτελέσει μη αναστρέψιμη περιβαλλοντική απώλεια. Κανένας φυσικός μηχανισμός, αλλά ούτε και η σύγχρονη τεχνολογία δεν είναι σε θέση να το ξαναδημιουργήσουν (Fahrig, 2003). Η βιοποικιλότητα δίνει τη δυνατότητα σε όλους τους ζωντανούς οργανισμούς να προσαρμόζονται σε ένα μεταβαλλόμενο περιβάλλον, κάνοντας την αξία της ανυπολόγιστη και αποτελεί παράγοντα ζωτικότητας και ευημερίας μέσω της βελτίωσης του βιοτικού μας επιπέδου και της ποιότητας ζωής μας. Μέσω αυτής επιτυγχάνεται συνοχή, κοινωνική ευημερία και ευκαιρίες για εργασία και επένδυση. Ακόμα, σημαντική είναι και η συνεισφορά της βιοποικιλότητας στην οικονομία, δεδομένου ότι πολλά είδη χλωρίδας και πανίδας χρησιμοποιούνται για την παρασκευή φαρμάκων, τη βελτίωση της γεωργικής και κτηνοτροφικής παραγωγής, την αξιοποίηση νέων επιτεύξεων της βιοτεχνολογίας κλπ (Χατζημήτρος, 2007).

Η απώλεια της βιοποικιλότητας οδηγεί σε σοβαρούς προβληματισμούς, διότι αποτελεί το υπόβαθρο πάνω στο οποίο βασίζονται η ανάπτυξη, η ανταγωνιστικότητα, η απασχόληση και η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου. Η απώλεια της βιοποικιλότητας έχει ως αποτέλεσμα την υποβάθμιση των υπηρεσιών που παρέχουν τα οικοσυστήματα, καθώς τα οικοσυστήματα παρέχουν πολλά αγαθά και υπηρεσίες ζωτικής σημασίας για την ανθρώπινη επιβίωση. Οι υπηρεσίες που καλύπτουν τα οικοσυστήματα μπορεί να είναι υπηρεσίες πρόληψης (πχ αλιεία, βιομάζα), υπηρεσίες συντήρησης (επικονίαση, ανακύκλωση θρεπτικών συστατικών, καθαρισμός νερού), που ρυθμίζονται από τις υπηρεσίες πρόληψης και πολιτιστικές υπηρεσίες (π.χ. αναψυχή) (Δημαδάμα, 2008).

Γενικότερα υπηρεσίες που μπορεί να εξυπηρετούν τα οικοσυστήματα είναι τα τρόφιμα, οι φυτικές ίνες, τα καύσιμα, η ενέργεια, οι ζωοτροφές, τα φάρμακα, ο καθαρός αέρας, το καθαρό νερό, η ρύθμιση των υδάτων και του κλίματος, η διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους και του κύκλου των θρεπτικών στοιχείων. Τα οικοσυστήματα παίζουν σημαντικό ρόλο στις βιοχημικές διαδικασίες που αποτελούν τη βάση για τη λειτουργία των συστημάτων της Γης (IPCC, 2002). Με βάση την αξιολόγηση της χιλιετίας (Millennium Assessment, 2005) οι περισσότερες από αυτές τις υπηρεσίες υποβαθμίζονται από την ανθρώπινη παρέμβαση.

Με την ανεξέλεγκτη ανθρώπινη παρέμβαση μειώνονται και καταστρέφονται οι φυσικοί πόροι, θέτοντας σε κίνδυνο την ικανότητα των οικοσυστημάτων να μπορέσουν να ικανοποιήσουν τις ανάγκες των μελλοντικών γενεών. Το όποιο κέρδος που προκύπτει από την υπερβολική εκμετάλλευση των φυσικών πόρων είναι βραχυπρόθεσμο, ενώ μακροχρόνια μόνο απώλειες μπορεί να επιφέρει. Το πρόβλημα χρήζει άμεσης αντιμετώπισης μέσω ουσιαστικών αλλαγών στην πολιτική και στην πράξη (Bellard et al, 2012).

1.3 ΠΙΕΣΕΙΣ ΣΤΗ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ/ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΑΠΩΛΕΙΑΣ

1.3.1 ΓΕΝΕΣΙΟΥΡΓΑ ΑΙΤΙΑ

Σύμφωνα με την Παγκόσμια Αξιολόγηση της Χιλιετίας, τα γενεσιουργά αίτια που οδηγούν σε μεταβολές στη βιοποικιλότητα και στις υπηρεσίες των οικοσυστημάτων είναι δημογραφικά, οικονομικά, κοινωνικοπολιτικά, πολιτισμικά, θρησκευτικά, επιστημονικά και τεχνολογικά. Τα γενεσιουργά αίτια αποτελούν τα βαθύτερα αίτια, οι παράγοντες δηλαδή που επιτρέπουν ή προκαλούν τη δημιουργία των άμεσων αιτιών

απώλειας της βιοποικιλότητας. Και αυτό γιατί παρόλο που οι μεταβολές στη βιοποικιλότητα και στις υπηρεσίες των οικοσυστημάτων οφείλονται σε φυσικά αίτια, οι τρέχουσες αλλαγές οφείλονται σε ανθρωπογενή αίτια. (Επιτροπή μελέτης επιπτώσεων κλιματικής αλλαγής, 2011)

1.3.2 ΑΜΕΣΑ ΑΙΤΙΑ

Τις τελευταίες δεκαετίες χάθηκε η ισορροπία μεταξύ περιβάλλοντος και ανάπτυξης εις βάρος του περιβάλλοντος. Έτσι μπήκε στη ζωή μας και η έννοια της αειφορίας, καθώς οι φυσικοί πόροι υποβαθμίζονται ή καταστρέφονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα, εμποδίζοντας την εξασφάλιση τους και για τις μελλοντικές γενεές (Τσάλτας, 2009). Η απώλεια της βιοποικιλότητας οδηγεί σε σοβαρούς προβληματισμούς, διότι αποτελεί το υπόβαθρο πάνω στο οποίο βασίζονται η ανάπτυξη, η ανταγωνιστικότητα, η απασχόληση και η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου. Η απώλεια της βιοποικιλότητας έχει ως αποτέλεσμα την υποβάθμιση των υπηρεσιών που παρέχουν τα οικοσυστήματα. Τέτοιες υπηρεσίες μπορεί να είναι η ρύθμιση των υδάτων και του κλίματος, η διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους και του κύκλου των θρεπτικών στοιχείων, η παραγωγή τροφίμων, ινών, φαρμάκων, καυσίμων και άλλα. Με βάση την αξιολόγηση της χιλιετίας (Millennium Assessment, 2005) οι περισσότερες από αυτές τις υπηρεσίες υποβαθμίζονται (Επιτροπή μελέτης επιπτώσεων κλιματικής αλλαγής, 2011).

Καταστροφή ή κατάτμηση οικολογικών ενδιαιτημάτων

Η απώλεια και ο κατακερματισμός των ενδιαιτημάτων οφείλεται κυρίως στις αλλαγές χρήσεων γης. Όσον αφορά τα χερσαία οικοσυστήματα η καταστροφή και η κατάτμηση των ενδιαιτημάτων προκαλείται από τη γεωργία, καθώς ένα μεγάλο μέρος της γης έχει μετατραπεί σε γεωργική γη. Η μεγάλης κλίμακας εμπορική γη αποτελεί απειλή για τη βιοποικιλότητα και τα οικοσυστήματα (Belfrage, 2006). Την κατάσταση επιδεινώνει η αυξημένη ζήτηση σε βιοκαύσιμα, μετατρέποντας δασικές και φυσικές εκτάσεις σε φυτείες μονοκαλλιέργειας (Danielsen et al, 2009).

Η απώλεια ενδιαιτημάτων αποτελεί μείζονα απειλή και για τα παράκτια οικοσυστήματα, λόγω των υδατοκαλλιέργειών, με τους υγροτόπους να αντιμετωπίζουν μεγάλη απώλεια (Valiela et al. 2004). Τα συστήματα του γλυκού νερού επηρεάζονται σοβαρά από τον κατακερματισμό και τα οικοσυστήματα κοιτών πλημμυρών επίσης απειλούνται (Tockner et al.,2008). Ακόμη, στις καταστροφές των ενδιαιτημάτων περιλαμβάνονται η απώλεια κοραλλιογενών υφάλων και βλάβες στον πυθμένα της

θάλασσας ως αποτέλεσμα της αλιείας με τράτες βυθού και άλλων καταστροφικών μεθόδων ψαρέματος (Thrush et al., 2002).

Υπερεκμετάλλευση

Η υπερεκμετάλλευση άγριων ειδών είναι μία σημαντική απειλή για τη βιοποικιλότητα και οικοσυστήματα και περιλαμβάνει δραστηριότητες, όπως η αλιεία, η θήρα, η υλοτομία και το εμπόριο. Ο άνθρωπος εκμεταλλεύεται τις χερσαίες εκτάσεις γης αλλάζοντας τις χρήσεις και επιδρώντας αρνητικά στη βιοποικιλότητα και τα οικοσυστήματα. Συγκεκριμένα, ο άνθρωπος εκμεταλλεύεται τα φυτά για ξυλεία, τρόφιμα και φάρμακα, τα θηλαστικά για κρέας και κυνήγι, τα πτηνά για τροφή και κατοικίδια, τα αμφίβια για την παραδοσιακή περίθαλψη και τα τρόφιμα.

Στα θαλάσσια οικοσυστήματα η υπερεκμετάλλευση των θαλάσσιων ειδών οφείλεται κυρίως στην υπεραλίευση. Σε τοπικό, περιφερειακό και παγκόσμιο επίπεδο το μεγαλύτερο ποσοστό εξαφάνισης θαλάσσιων ειδών τα τελευταία διακόσια χρόνια προκλήθηκε από την υπερεκμετάλλευση, ενώ το υπόλοιπο από την απώλεια ενδιαιτημάτων και άλλες απειλές. Η εμπορική αλιεία είναι κύρια πηγή απώλειας ιχθυοαποθέματος, αλλά και η αλιεία μικρής κλίμακας έχει επιπτώσεις. Με την υπερεκμετάλλευση δημιουργούνται και αλλαγές στη σύνθεση των κοινοτήτων. Για παράδειγμα, οι κοινότητες κοραλλιών έχουν μετατραπεί σε συστήματα κυριαρχίας φυκιών λόγω της υπεραλίευσης των φυτοφάγων. Η τεχνολογία μπορεί να βελτιώσει την ένταση και το εύρος των ανθρώπινων επιπτώσεων στη θαλάσσια βιοποικιλότητα, ενώ μπορεί διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στη λήψη λιγότερο καταστροφικών πρακτικών ψαρέματος. Η υπεραλίευση σε υγράτους του γλυκού νερού μπορεί να έχει επίσης αρνητικές επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα.

Εισαγωγή ξενικών ειδών στα οικοσυστήματα

Η εισαγωγή χωροκατακτητικών ξένων ειδών εξαλείφει τα εμπόδια που δημιουργούνται από τη φυσική απόσταση μεταξύ των ηπείρων της γης. Η εισαγωγή αυτών των ειδών αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες απειλές ενάντια στη διατήρηση της βιοποικιλότητας, ενώ εντείνει την καταστροφή και κατακερματισμό των ενδιαιτημάτων. Ολοένα και περισσότεροι οικοτόποι είναι εκτεθειμένοι στην εισβολή αυτών των ειδών (Παναγιωτίδης κ.ά, 2009). Η εισβολή χωροκατακτητικών ειδών ίσως αποτελέσει ένα σημαντικό παράγοντα απώλεια της βιοποικιλότητας στο μέλλον, δεδομένου ότι ήδη πολλοί οικοτόποι έχουν δεχθεί χωροκατακτητικά ξένα είδη και υπάρχει ο κίνδυνος

καταστροφής τους. Επιπροσθέτως, η εισβολή ξενικών ειδών είναι σχεδόν μη αναστρέψιμη, καθώς οι ζωντανοί οργανισμοί αναπαράγονται από μόνοι τους σε αντίθεση με οικολογικά προβλήματα, όπως η ρύπανση (Τσάλτας, 2009)

Συγκεκριμένα τα ξένα είδη μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά την τοπική βιοποικιλότητα τροποποιώντας το τοπικό τροφικό πλέγμα, ανταγωνίζοντας άλλους οργανισμούς, όντας τοξικά, φέροντας παράσιτα ή άλλους παθογόνους μικροοργανισμούς, μέσω του υβριδισμού με συγγενικά είδη ή ποικιλίες και προκαλώντας εξαφάνιση των ιθαγενών ειδών (<https://www.nobanis.org/about-nobanis/>)

Η πρόληψη είναι πολύ πιο εύκολη από τη θεραπεία, δεδομένου ότι είναι σχεδόν αδύνατο να εξαλειφθούν τα περισσότερα χωροκατακτητικά είδη. Η πρόληψη είναι σημαντική σε παγκόσμιο επίπεδο, καθώς η εισαγωγή χωροκατακτητικών ξένων ειδών έχει αρνητικές επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα και τα οικοσυστήματα στα περισσότερα μέρη του κόσμου (http://ec.europa.eu/index_el.htm).

Ρύπανση νερών, αέρα, εδάφους

Η ρύπανση είναι η παρουσία ρύπων στο περιβάλλον (ουσίες, θόρυβος, ακτινοβολία, μορφές ενέργειας), οι οποίες σε μεγάλη συγκέντρωση μπορούν να έχουν αρνητικές επιδράσεις, όχι μόνο στον άνθρωπο αλλά και στη βιοποικιλότητα και τα οικοσυστήματα (Κούγκολος, 2007). Ρύποι από φυτοφάρμακα και λιπάσματα προέρχονται κυρίως από τους τομείς της γεωργίας και της δασοκομίας. Ακόμα, ρύποι παράγονται από τη βιομηχανία μέσω της εξόρυξης πετρελαίου ή φυσικού αερίου, των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων και των πετρελαιοκηλίδων. Όλα αυτά έχουν άμεσο αντίκτυπο στη βιοποικιλότητα με κίνδυνο απώλειας αυτής και μειωμένης αναπαραγωγικής επιτυχίας, ενώ έμμεσο αντίκτυπο έχουν στην υποβάθμιση των ενδιαιτημάτων (ΜΑ, 2005).

Οι εσωτερικοί υγρότοποι και οι παράκτιοι/θαλάσσιοι οικότοποι απειλούνται από τους ρύπους που παράγουν τα πλωτά μέσα (πλοία, σκάφη). Επιπλέον, η ατμοσφαιρική ρύπανση στα χερσαία συστήματα προκαλείται κυρίως από την εναπόθεση αζώτου και θείου. Η εναπόθεση αζώτου εξακολουθεί να αποτελεί σημαντική απειλή για τη βιοποικιλότητα, ιδιαίτερα για τα είδη που έχουν προσαρμοστεί σε ενδιαιτήματα χαμηλού ποσοστού αζώτου (Dise et al., 2011).

1.4 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ

1.4.1 ΕΘΝΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Η Ελλάδα παρουσιάζει πλούσια βιολογική ποικιλότητα και διαθέτει ένα από τα υψηλότερα επίπεδα βιοποικιλότητας στη Μεσόγειο και την Ευρώπη με ταυτόχρονα ένα πολύ υψηλό βαθμό ενδημισμού. Παρόλα αυτά, μέχρι και τον Ιανουάριο του 2014, όπου συντάχθηκε η εθνική στρατηγική για τη βιοποικιλότητα, η Ελλάδα δεν διέθετε πλαίσιο δράσεων για τη διατήρηση και μείωση απώλειας της βιοποικιλότητας και την ανάσχεση της υποβάθμισης των οικοσυστημικών υπηρεσιών της. Η Ελλάδα αποτελεί Συμβαλλόμενο Μέρος της Διεθνούς Σύμβασης για τη Βιοποικιλότητα, την οποία κύρωσε με το Νόμο 2204/ΦΕΚ Α 59/1994, και στο πλαίσιο των υποχρεώσεων της συντάχθηκε η Εθνική Στρατηγική και ένα Σχέδιο Δράσης για την υλοποίηση της. (ΥΠΕΚΑ, 2014).

1.4.2 ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Η βιοποικιλότητα κινδυνεύει και σε ευρωπαϊκό επίπεδο, καθώς το ένα τέταρτο των άγριων ζώων απειλούνται σήμερα με εξαφάνιση, ενώ τα περισσότερα οικοσυστήματα έχουν υποστεί υποβάθμιση με κίνδυνο να μην έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν τις πολύτιμες υπηρεσίες τους. Το 2001 ο επικεφαλής κρατών και κυβερνήσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) έθεσε ως στόχο την αναχαίτιση της απώλειας της βιοποικιλότητας έως το 2010, στόχοι οι οποίοι δεν επιτεύχθηκαν, όπως ούτε οι στόχοι για δραστική μείωση του ρυθμού απώλειας της βιοποικιλότητας έως το 2010 σε παγκόσμιο επίπεδο.

Για το λόγο αυτό, στο πλαίσιο δράσης της Ευρωπαϊκής Ένωσης εγκρίθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή νέα στρατηγική για τη βιοποικιλότητα μέχρι το 2020, η οποία τέθηκε σε ισχύ από το Μάρτιο του 2010. Συγκεκριμένα, γενικός στόχος της ΕΕ για το 2020 είναι η «Ανάσχεση της απώλειας βιοποικιλότητας και της υποβάθμισης των οικοσυστημικών υπηρεσιών στην ΕΕ μέχρι το 2020 και η αποκατάστασή τους στον βαθμό του εφικτού, με παράλληλη ενίσχυση της συμβολής της ΕΕ στην αποτροπή της απώλειας βιοποικιλότητας παγκοσμίως» (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2011).

Η στρατηγική περιλαμβάνει έξι στόχους, οι οποίοι αφορούν την προστασία της βιοποικιλότητας μέσω της καταπολέμησης των αιτιών που τις προκαλούν. Στόχος, λοιπόν, είναι η μείωση ή και εξάλειψη των πιέσεων που δέχονται η βιοποικιλότητα και

τα οικοσυστήματα και οι αρνητικές επιδράσεις πάνω τους. Ο κάθε στόχος περιλαμβάνει συγκεκριμένες δράσεις, αλλά και χρονικό όριο και επιπλέον συνοδευτικά μέτρα.

Ο Στόχος 1 είναι η πλήρης εφαρμογή των οδηγιών για τα πτηνά και τα ενδιαιτήματα. Οι δράσεις που περιλαμβάνει ο στόχος αυτός είναι η ολοκλήρωση της συγκρότησης του δικτύου Natura 2000 και η διασφάλιση χρηστής διαχείρισης, η εξασφάλιση επαρκούς χρηματοδότησης για τις περιοχές Natura 2000, η ευαισθητοποίηση των εμπλεκόμενων φορέων, ενίσχυση της συμμετοχής τους και βελτίωση της τήρησης της νομοθεσίας, η βελτίωση και ο εξορθολογισμός της παρακολούθησης και υποβολής εκθέσεων. Ο Στόχος 2 αφορά τη διατήρηση και βελτίωση των οικοσυστημάτων και των υπηρεσιών που παρέχουν, με δημιουργία πράσινης υποδομής και αποκατάσταση τουλάχιστον του 15% των υποβαθμισμένων οικοσυστημάτων. Οι δράσεις για το στόχο αυτό είναι η βελτίωση των γνώσεων σχετικά με τα οικοσυστήματα και τις οικοσυστημικές υπηρεσίες στην ΕΕ, ο καθορισμός προτεραιοτήτων για την αποκατάσταση οικοσυστημάτων και την προώθηση της χρήσης πράσινης υποδομής και η εξασφάλιση μηδενικής καθαρής απώλειας βιοποικιλότητας και οικοσυστημικών υπηρεσιών. Ο Στόχος 3 αφορά την αύξηση της συμβολής της γεωργίας και της δασοκομίας στη διατήρηση και ενίσχυση της βιοποικιλότητας. Οι δράσεις για το στόχο αυτό είναι η αύξηση των άμεσων ενισχύσεων για περιβαλλοντικά δημόσια αγαθά στο πλαίσιο της κοινής γεωργικής πολιτικής της ΕΕ, η ακριβέστερη στόχευση της διατήρησης της βιοποικιλότητας από την αγροτική ανάπτυξη, η διατήρηση της γεωργικής γενετικής ποικιλότητας της Ευρώπης, η ενθάρρυνση των δασοκαλλιεργητών ώστε να προστατεύουν και να εμπλουτίζουν τη δασική βιοποικιλότητα, η ένταξη μέτρων υπέρ της βιοποικιλότητας στα σχέδια δασικής διαχείρισης.

Ο Στόχος 4 αφορά την εξασφάλιση της αειφόρου χρήσης των αλιευτικών πόρων μέσω της βελτίωσης διαχείρισης των ιχθυαποθεμάτων και της εξάλειψης των δυσμενών επιπτώσεων σε ιχθυαποθέματα και θαλάσσια είδη, ενδιαιτήματα και οικοσυστήματα. Ο Στόχος 5 αφορά την καταπολέμηση των χωροκατακτητικών ξένων ειδών μέσω της ενίσχυσης των ενωσιακών καθεστώτων υγείας φυτών και ζώων και της θέσπισης ειδικής πράξης για τα χωροκατακτητικά ξένα είδη. Τέλος ο Στόχος 6 αφορά τη συμβολή στην αποτροπή της απώλειας της βιοποικιλότητας σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι δράσεις που περιλαμβάνει ο στόχος αυτός είναι ο περιορισμός των έμμεσων αιτιών της απώλειας βιοποικιλότητας, η κινητοποίηση πρόσθετων πόρων για τη διατήρηση της παγκόσμιας βιοποικιλότητας, η ενωσιακή αναπτυξιακή συνεργασία με θωράκιση έναντι

των επιπτώσεων στη βιοποικιλότητα, η ρύθμιση της πρόσβασης στους γενετικούς πόρους και της δίκαιης και ισότιμης συμμετοχής στα οφέλη που προκύπτουν από τη χρησιμοποίησή τους

1.4.3 ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΛΑΙΣΙΟ

Η ανησυχία για την ραγδαία μείωση της βιοποικιλότητας προέτρεψε την παγκόσμια κοινότητα να οργανώσει την Παγκόσμια Διάσκεψη στο Ρίο Ντεζανέιρο της Βραζιλίας το 1992. Αυτή η γενική ανησυχία δεν περιορίζεται μόνο στη μείωση της βιοποικιλότητας αλλά και στο γεγονός ότι η βιολογική ποικιλότητα αποτελεί έναν βασικό παράγοντα παροχής μίας σειράς αγαθών και υπηρεσιών των οικοσυστημάτων από τα οποία ο άνθρωπος εξαρτάται άμεσα. Ειδικότερα η αγροτική φτώχεια εξαρτάται σημαντικά από τις υπηρεσίες που παρέχουν τα οικοσυστήματα, όπως το φαγητό, η στέγη και η προστασία από φυσικούς κινδύνους. Η επιστημονικώς τεκμηριωμένη διαπίστωση απώλειας της βιοποικιλότητας, η διεθνής αναγνώριση της αξίας της στην ανθρωπότητα και η ανάγκη διατήρησης της και προστασίας της συζητήθηκαν για πρώτη φορά στην παγκόσμια διάσκεψη του Ρίο το 1992. Μέσω της παγκόσμιας αυτής διάσκεψης αναγνωρίστηκε ο όρος «βιοποικιλότητα» και δόθηκε μία νέα διάσταση στην αξία του περιβάλλοντος γενικότερα (Yongyut et al., 2011).

Ένα από τα αποτελέσματα της Παγκόσμιας Διάσκεψης του 1992 ήταν η υιοθέτηση της Σύμβασης για τη Βιολογική Ποικιλότητα, η οποία επικυρώθηκε από τουλάχιστον 190 χώρες (Mehtab et al, 2014). Σκοπός της διεθνούς Σύμβασης για τη Βιολογική Ποικιλότητα, η οποία υπεγράφη στο Ρίο το 1992 είναι «η διατήρηση της βιολογικής ποικιλότητας, η αειφορική χρήση των συστατικών της και ο δίκαιος και ισότιμος καταμερισμός των πλεονεκτημάτων, που θα προκύψουν από τη χρήση των γενετικών πόρων (EEA, 2010). Η Σύμβαση αυτή είναι μία από τις σημαντικότερες παγκόσμιες συμβάσεις και εφαρμόζεται ευρέως σε όλο τον κόσμο. Η Ελλάδα αποτελεί συμβαλλόμενο μέλος στη διεθνή Σύμβαση για τη Βιολογική Ποικιλότητα. Επιπλέον, το 2001 ως στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης τέθηκε η αναχαίτιση της απώλειας της βιοποικιλότητας έως το 2010, ενώ το 2002 το θέμα τέθηκε σε παγκόσμιο επίπεδο, καθώς 130 κράτη δεσμεύτηκαν να μειώσουν ουσιαστικά τον ρυθμό απώλειας της βιοποικιλότητας έως το 2010 (Yongyut et al., 2011).

Η Εθνική Στρατηγική για τη Βιοποικιλότητα και τα Σχέδια Δράσης (National Biodiversity Strategy and Action Plans, NBSAPs) είναι τα κύρια μέσα για την

εφαρμογή της Σύμβασης για τη Βιολογική Ποικιλότητα σε εθνικό επίπεδο. Η Σύμβαση για τη Βιολογική Ποικιλότητα απαιτεί από όλες τις χώρες παγκοσμίως να προετοιμάσουν μία εθνική στρατηγική για τη βιοποικιλότητα και να διασφαλίσουν ότι η εκάστοτε στρατηγική θα ενσωματωθεί στο σχεδιασμό και τις δραστηριότητες όλων εκείνων των τομέων που επιδρούν θετικά ή αρνητικά στη βιοποικιλότητα. Όμως η Εθνική Στρατηγική για τη Βιοποικιλότητα και τα Σχέδια Δράσης δεν θα πρέπει να εκληφθούν ως ένα ενιαίο έγγραφο ή προϊόν, αλλά ως μία διαδικασία με την οποία το επίπεδο της εμπλοκής και συμμετοχής των κυβερνητικών και μη κυβερνητικών μερών είναι ένα βασικό στοιχείο για την οποιαδήποτε επιτυχία ή αποτυχία. Επιπλέον, οι στρατηγικές για τη βιοποικιλότητα πέρα από το εθνικό επίπεδο αναπτύσσονται και εφαρμόζονται σε περιφερειακό επίπεδο (UNEP, 2015).

Η αποτυχία διατήρησης και αειφορικής χρήσης της βιοποικιλότητας θα οδηγήσει σε περαιτέρω υποβάθμιση του περιβάλλοντος και σε άνιση ανάπτυξη. Για αυτό το 2002 τα Συμβαλλόμενα Μέρη δεσμεύτηκαν να επιτύχουν σημαντική μείωση του ρυθμού απώλειας της βιοποικιλότητας έως το 2010 σε παγκόσμιο, περιφερειακό και εθνικό επίπεδο ως συμβολή στην άμβλυνση της φτώχειας και στα οφέλη της ζωής πάνω στη Γη. Οι στόχοι αυτοί εγκρίθηκαν κατά τη διάρκεια της Παγκόσμιας Διάσκεψης για την Αειφόρο Ανάπτυξη στο Γιοχάνεσμπουργκ. Οι αποκαλούμενοι «Στόχοι 2010 για τη βιοποικιλότητα» αναπτύχθηκαν και τέθηκαν οι δείκτες, τα μέτρα και οι επιλογές για την καθοδήγηση των δραστηριοτήτων που θα εφαρμοστούν. Οι στόχοι αυτοί χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο στη δημόσια πολιτική. Οι μακροπρόθεσμοι αυτοί στόχοι που υιοθετήθηκαν από την παγκόσμια κοινότητα μπορούν να βοηθήσουν στην επίτευξη των προσδοκιών και στη δημιουργία των συνθηκών, στις οποίες όλοι οι παράγοντες μαζί, είτε είναι οι κυβερνήσεις, ο ιδιωτικός τομέας ή η κοινωνία των πολιτών, θα μπορέσουν να αναπτύξουν λύσεις σε κοινά προβλήματα. (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2011)

Επιπλέον, με τη θέσπιση των στόχων και των δεικτών, η πρόοδος μπορεί να αξιολογηθεί και να παρθούν οι κατάλληλες δράσεις. Πέρα από τους στόχους 2010 για τη βιοποικιλότητα, η Σύμβαση έχει θεσπίσει και άλλους στόχους, όπως την Παγκόσμια Στρατηγική για τη Διατήρηση των Φυτών, και το Πρόγραμμα Εργασίας για τις Προστατευόμενες Περιοχές. Παράλληλα, οι αναπτυξιακοί στόχοι της Χιλιετίας (Millennium Development Goals) ιδρύθηκαν επίσημα όταν η Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών (United Nations General Assembly) υιοθέτησε τη Διακήρυξη της

Χιλιετίας το 2002. Οι αναπτυξιακοί στόχοι της Χιλιετίας αφορούν θέματα όπως η εξάλειψη της φτώχειας και η αειφορική ανάπτυξη. Ένας από τους σημαντικότερους στόχους είναι ο στόχος 7, ο οποίος επικεντρώνεται στην αντιμετώπιση των προκλήσεων στη βιοποικιλότητα από την κλιματική αλλαγή και τη ρύπανση. Ακόμα, γίνονται προσπάθειες για τη διατήρηση και βελτίωση της ανθεκτικότητας για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή και τη μείωση της ρύπανσης, καθώς επηρεάζουν άμεσα τη βιοποικιλότητα. Αυτά τα μέτρα πρέπει να ενσωματώσουν τη βιοποικιλότητα όχι μόνο στο στόχο 7, που προαναφέρθηκε, αλλά και στους υπόλοιπους αναπτυξιακούς στόχους της Χιλιετίας, καθώς η επίτευξη αυτών των στόχων πιθανώς να προσκρούσουν άμεσα ή έμμεσα στην κατάσταση και στη χρήση της βιοποικιλότητας (OHE, 2005; Yongyut et al., 2011).

Η έκθεση αξιολόγησης του NBSAPs, που έγινε το 2010, έδωσε 28 προτάσεις για την προετοιμασία και το σχεδιασμό των μελλοντικών στρατηγικών και σχεδίων. Ένα από αυτά ήταν ότι το NBSAPs θα πρέπει να αποτελέσει το βασικό εργαλείο όλων των Διασκέψεων που αφορούν τη βιοποικιλότητα, λειτουργώντας ως μέσο προώθησης της συνοχής της εθνικής εφαρμογής των Πολυμερών Περιβαλλοντικών Συμφωνιών (Multilateral Environmental Agreements, MEAs). Η συνεργασία όλων των συνεδριών και των σημαντικών παραγόντων που σχετίζονται με την εφαρμογή θα βοηθήσουν στην καλύτερη δυνατή ανάπτυξη, αναθεώρηση και εφαρμογή του NBSAPs (UNEP, 2015).

Δεδομένου, όμως, ότι η δραστική μείωση του ρυθμού απώλειας της βιοποικιλότητας έως το 2010 από 130 κράτη δεν επιτεύχθηκε, αλλά αντίθετα η απώλεια της βιοποικιλότητας συνεχίζει να αυξάνεται, πραγματοποιήθηκε εκ νέου δέκατη διάσκεψη των μερών (COP10) της Σύμβασης των Ηνωμένων Εθνών για τη Βιοποικιλότητα (CBD) το 2010 στη Ναγκόγια της Ιαπωνίας. Εκεί υιοθετήθηκε το Στρατηγικό Πλάνο για τη Βιοποικιλότητα 2011-2020 στη δέκατη συνάντηση της Διάσκεψης των Μερών (Conference of the Parties, COP) για τη Σύμβαση της Βιοποικιλότητας στην Ιαπωνία. (Εθνική Στρατηγική και Σχέδιο Δράσης για τη Βιοποικιλότητα 2014). Εκεί τα Μέρη συμφώνησαν στη μετατροπή του διεθνούς πλαισίου σε αναθεωρημένο και αναβαθμισμένο NBSAPs. Η Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών (UN General Assembly, UNGA) αποφάσισε να αναλάβει το Στρατηγικό Σχέδιο για τη Βιοποικιλότητα 2011-2020 ως ένα παγκόσμιο πλαίσιο δράσης για τη βιοποικιλότητα ένα θεμέλιο για την αειφόρο ανάπτυξη όλων των φορέων, συμπεριλαμβανομένων όλων των οργανισμών του συστήματος των Ηνωμένων Εθνών (UNEP, 2015).

Το Στρατηγικό Σχέδιο για τη Βιοποικιλότητα 2011-2020 περιλαμβάνει το όραμα «όντας σε αρμονία με τη φύση, σε ένα κόσμο όπου η βιοποικιλότητα αξιολογείται, αποκαθίσταται και χρησιμοποιείται σωστά, διατηρώντας τις λειτουργίες των οικοσυστημάτων και έναν υγιή πλανήτη και παρέχοντας οφέλη ουσιώδη και απαραίτητα για όλους τους ανθρώπους» (ΥΠΕΚΑ, 2014). Η αποστολή του Στρατηγικού Σχεδίου είναι η ανάληψη αποτελεσματικών, επειγουσών ενεργειών για την ανάσχεση της απώλειας της βιοποικιλότητας, η εξασφάλιση της προσαρμοστικότητας των οικοσυστημάτων και η συνέχιση παροχής των λειτουργιών της έως το 2020, συμβάλλοντας στην ανθρώπινη ευμάρεια και στην εξάλειψη της φτώχειας. Το Στρατηγικό Σχέδιο για τη Βιοποικιλότητα 2011-2020 περιλαμβάνει πέντε στρατηγικούς στόχους, οι οποίοι εξειδικεύονται σε 20 επιμέρους στόχους, οποίοι αναφέρονται ως Aichi Targets.

2. ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

2.1 ΕΝΝΟΙΑ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

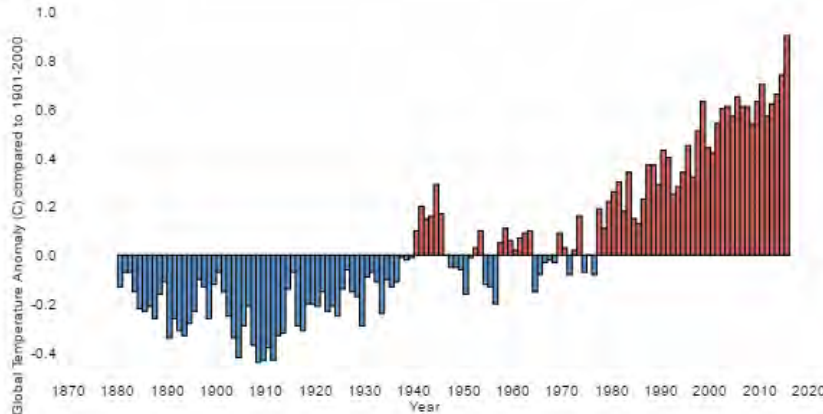
Η κλιματική αλλαγή αναφέρεται σε οποιαδήποτε αλλαγή του κλίματος με την πάροδο του χρόνου, είτε οφείλεται σε φυσικές μεταβολές, είτε στην ανθρώπινη δραστηριότητα (IPCC, 2002). Αυτή η χρήση της έννοιας διαφοροποιείται λίγο από αυτήν της UNFCCC, σύμφωνα με την οποία η αλλαγή του κλίματος αποδίδεται άμεσα στην ανθρώπινη δραστηριότητα, η οποία μεταβάλλει τη σύνθεση της παγκόσμιας ατμόσφαιρας και αυτό παρατηρείται στη φυσική μεταβλητότητα του κλίματος με την πάροδο του χρόνου.

2.2 ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΛΙΜΑΤΟΣ ΣΗΜΕΡΑ

Σύμφωνα με τη NOAA, οι μετρήσεις της θερμοκρασίας σε ξηρά και θάλασσα φαίνεται να παρουσιάζουν σημαντική αύξηση της θερμοκρασίας. Υπολογίζεται ότι η διαφορά μεταξύ υψηλότερης και χαμηλότερης θερμοκρασίας στη γη είναι πάνω από 100°F (55°C). Οι θερμοκρασίες κυμαίνονται σε διαφορετικά επίπεδα από νύχτα σε μέρα αλλά και από το νότιο μέχρι το βόρειο ημισφαίριο, που σημαίνει ότι κάποια μέρη της γης παρουσιάζουν αρκετά χαμηλές θερμοκρασίες και άλλα υπερβολικά υψηλές. Η σημασία της γνώσης της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας έγκειται στον εντοπισμό και στην παρακολούθηση των μεταβολών των συνθηκών της γης στην πάροδο του χρόνου (<https://www.climate.gov/>).

Στο παρακάτω γράφημα απεικονίζονται οι μέσες ετήσιες παγκόσμιες θερμοκρασίες από το 1880 συγκρινόμενο με το μακροπρόθεσμο μέσο όρο (1901-2000). Η τιμή μηδέν αντιστοιχεί στη μακροπρόθεσμη μέση θερμοκρασία ολόκληρου του πλανήτη, ενώ οι κόκκινες και μπλε μπάρες δείχνουν διαφορά πάνω ή κάτω του μέσου όρου για κάθε χρόνο αντίστοιχα.

Διάγραμμα 1: Μέσες ετήσιες παγκόσμιες θερμοκρασίες 1880-2015 σε σχέση με τη μακροπρόθεσμη μέση θερμοκρασία 1901-2000)



Πηγή: National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)

Στόχος των επιστημόνων μέσω των μετρήσεων της θερμοκρασίας σε όλες τις τοποθεσίες είναι να καταλήξουν σε συμπεράσματα για τη μακροπρόθεσμη μέση θερμοκρασία της γης. Η ανοδική τάση στην παγκόσμια μέση θερμοκρασία δείχνει ότι οι περισσότερες περιοχές είναι ζεστές. Από το 1976, κάθε χρόνο, συμπεριλαμβανομένου του 2015 παρατηρείται μία μέση παγκόσμια θερμοκρασία θερμότερη από το μακροπρόθεσμο μέσο όρο. Κατά τη διάρκεια των 38 αυτών ετών ανέβηκε κατά μέσο όρο 0.50 °F (0.28 °C) ανά δεκαετία στη ξηρά και 0.22 °F (0.12 °C) στη θάλασσα αντίστοιχα. Τα τελευταία πενήντα χρόνια η μέση θερμοκρασία της γης αυξήθηκε κατά περίπου 0,13 °C ανά δεκαετία, ενώ τα επόμενα είκοσι χρόνια οι ειδικοί προβλέπουν αύξηση της θερμοκρασίας κατά περίπου 0,2°C ανά δεκαετία. Η μέση θερμοκρασία της γης σε ξηρά και θάλασσα το 2015 ήταν 0,90 °C πιο πάνω από το μέσο όρο της παγκόσμιας θερμοκρασίας του 20^{ου} αιώνα.

Σύμφωνα με το World Meteorological Organization(WMO), ο ρυθμός μεταβολής του κλίματος είναι ανησυχητικός λόγω των αυξημένων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Η μέση παγκόσμια θερμοκρασία στην επιφάνεια της γης το 2015 ήταν κατά 0,76°C πάνω από το μέσο όρο της χρονικής περιόδου 1961-1990 εξαιτίας του ισχυρού El Niño και της υπερθέρμανσης του πλανήτη, που προκάλεσε ο άνθρωπος. Ο Ιανουάριος και ο

Φεβρουάριος του 2016 έθεσε νέα μηνιαία ρεκόρ θερμοκρασίας με τη θερμότητα να είναι ιδιαίτερα έντονη στα ψηλά βόρεια γεωγραφικά πλάτη, ενώ ο πάγος στην Αρκτική θάλασσα ήταν λιγότερος από κάθε άλλη φορά, σπάζοντας το ρεκόρ. Σήμερα η Γη είναι κατά περίπου 1°C θερμότερη από ότι στην αρχή του 20^{ου} αιώνα και αν δεν τεθούν εκτεταμένα μέτρα για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου αναμένεται η αύξηση της θερμοκρασίας να φτάσει και τους 3°C. (http://www.wmo.int/pages/index_en.html).

2.3 ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Λόγω των κλιματικών μεταβολών παρατηρείται αύξηση της θερμοκρασίας της γης παγκοσμίως. Οι αλλαγές του κλίματος οφείλονται στις μεταβολές των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Τα αέρια αυτά δεσμεύουν την υπεριώδη ακτινοβολία που ανακλάται στην επιφάνεια της γης και έτσι προκαλείται το φαινόμενο του θερμοκηπίου (IPCC, 2007).

Ο ήλιος θερμαίνει τη γη με την ακτινοβολία του κατά τη διάρκεια της ημέρας, ενώ τη νύχτα η γη αποβάλλει ένα μέρος της θερμότητας με την μορφή της υπέρυθρης ακτινοβολίας. Το διοξείδιο του άνθρακα και το νερό της ατμόσφαιρας απορροφούν την υπέρυθρη ακτινοβολία και έτσι η ενέργεια μένει στη γη και σταδιακά με την αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα αυξάνεται και η μέση θερμοκρασία της γης. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου εντείνουν και άλλα αέρια που παράγονται, όπως το μεθάνιο, το οποίο απορροφά την υπέρυθρη ακτινοβολία σε μεγαλύτερο βαθμό από το διοξείδιο του άνθρακα, οι χλωροφθοράνθρακες, το υποξείδιο του αζώτου, το όζον και άλλα αέρια. Για την αντιμετώπιση του φαινομένου θα πρέπει να μειωθούν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, έτσι ώστε να μετριαστούν οι κλιματικές αλλαγές. (Κούγκολος, 2007)

Τα αέρια που ευθύνονται για την ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου εκλύονται στο πλαίσιο των ανθρώπινων δραστηριοτήτων που αφορούν τον ενεργειακό τομέα συμπεριλαμβανομένων και των μεταφορών, την αποψίλωση των δασών και τη γεωργία. Μέσω της παραγωγής ενέργειας με κάρβουνο, βενζίνη, πετρέλαιο κλπ. εκλύονται τεράστιες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, αλλά και ένα μικρότερο ποσοστό άλλων αερίων, όπως το μεθάνιο, το τροποσφαιρικό όζον και το μονοξείδιο του άνθρακα. Επιπλέον, η αποψίλωση των δασικών εκτάσεων οδηγεί και αυτή σε παραγωγή αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, κυρίως διοξειδίου του άνθρακα. Η καύση και η αποσύνθεση των δασών αποτελούν πηγές υποξειδίου του

αζώτου, μονοξειδίου του άνθρακα και μεθανίου. Μέσω των γεωργικών δραστηριοτήτων παράγεται μεθάνιο, το οποίο προέρχεται από την κτηνοτροφία και τις καλλιέργειες, ενώ με τη χρήση λιπασμάτων απελευθερώνεται υποξείδιο του αζώτου. Ακόμα από τις γεωργικές βιομηχανίες εκλύονται μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα (Επιτροπή μελέτης επιπτώσεων κλιματικής αλλαγής, 2011).

2.4 ΠΑΡΑΤΗΡΟΥΜΕΝΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΟ ΚΛΙΜΑ

Η μεταβολή του κλίματος του πλανήτη ως ένα σημείο είναι αποτέλεσμα φυσικών παραγόντων. Με την πάροδο του χρόνου η τροχιά της Γης γύρω από τον ήλιο μεταβάλλεται και σε συνδυασμό με την ηφαιστειακή δραστηριότητα και τις διάφορες διακυμάνσεις του κλιματικού συστήματος το παγκόσμιο κλίμα επηρεάζεται. Η Γη θερμαίνεται από την ηλιακή ενέργεια και ένα μέρος αυτής επιστρέφεται στο διάστημα. Ορισμένα αέρια της ατμόσφαιρας δεσμεύουν ηλιακή ενέργεια επιτρέποντας της να εισέλθει και εμποδίζοντας την να διαφύγει. Ακόμα ορισμένα αέρια, όπως οι υδρατμοί, υπάρχουν έτσι κι αλλιώς στην ατμόσφαιρα προσδίδοντας στον πλανήτη υψηλότερη θερμοκρασία. Χωρίς αυτά τα αέρια η μέση θερμοκρασία της Γης θα ήταν πολύ χαμηλότερη της τάξεως +7 C. Η θερμοκρασία υπολογίζεται ότι θα ήταν -18C αντί +15C που είναι σήμερα (http://ec.europa.eu/environment/index_en.htm).

Ωστόσο, οι μεταβολές του κλίματος έχουν γίνει πλέον ορατές και δεν οφείλονται ως επι το πλείστον σε φυσικές μεταβολές αλλά στην ανθρώπινη δραστηριότητα, η οποία γίνεται όλο και πιο ανεξέλεγκτη. Η σύνθεση της ατμόσφαιρας έχει αλλάξει στις μέρες μας, καθώς παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση αερίων του θερμοκηπίου, όπως διοξείδιο του άνθρακα CO₂ και μεθάνιο CH₄ στην ατμόσφαιρα. Μέσω της ανθρώπινης δραστηριότητας εκλύονται τεράστιες ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, γεγονός που εντείνει το φαινόμενο του θερμοκηπίου, καθώς η θερμοκρασία του πλανήτη συνεχώς αυξάνεται. Η αλόγιστη χρήση ορυκτών καυσίμων, η αποψίλωση των δασών και η υπερεκμετάλλευση της γης για κτηνοτροφία είναι μερικές από τις δραστηριότητες του ανθρώπινου είδους που συντελούν στην αλλαγή του κλίματος.

Γενικότερα, το κλίμα σήμερα παρουσιάζει έντονες αλλαγές παγκοσμίως. Παρατηρούνται ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως έντονες και με μεγάλη συχνότητα βροχοπτώσεις, αυξήσεις της θερμοκρασίας, λιώσιμο των πάγων, αύξηση της στάθμης της θάλασσας, πλημμύρες και ξηρασίες, ενώ τα φαινόμενα του El Niño έχουν ενταθεί.

Επόμενο αυτών, είναι η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, η υπερχειλίση των ποταμών και ο αυξημένος κίνδυνος ανάφλεξης (Caroline et al., 2013). Όλες αυτές οι αλλαγές στο κλίμα έχουν αντίκτυπο στην βιοποικιλότητα και για αυτό αναλύονται παρακάτω. Για παράδειγμα, η συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα επηρεάζει τη φωτοσύνθεση και τη χρήση του νερού. Επιπλέον, κλιματικοί παράγοντες επηρεάζουν την παραγωγικότητα των φυτών και των ζώων και άλλες λειτουργίες του οικοσυστήματος (IPCC, 2002).

2.4.1 ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

Οι ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου έχουν αρχίσει να αυξάνονται από την προβιομηχανική εποχή εξαιτίας των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, ενώ τα υψηλότερα επίπεδα συγκέντρωσης καταγράφονται τη δεκαετία του 1990 και μετέπειτα συνέχισαν να αυξάνονται. Κατά τη διάρκεια της περιόδου 1750 μέχρι το 2000, η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα αυξήθηκε κατά $31\pm 4\%$, ενώ η συγκέντρωση του μεθανίου στην ατμόσφαιρα κατά $151\pm 25\%$, κυρίως λόγω της αλόγιστης χρήσης καυσίμων, της υπερεκμετάλλευσης της γης και των αλλαγών των χρήσεων γης (IPCC, 2014).

2.4.2 ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΤΗΣ ΓΗΣ ΚΑΙ ΣΤΙΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΙΣ

Κατά τη διάρκεια του 20^{ου} αιώνα και στο πέρας του 21^{ου} έχει παρατηρηθεί μία σταθερή ανοδική πορεία της θερμοκρασίας στην επιφάνεια της γης και του ωκεανού και κατά πάσα πιθανότητα οφείλεται στην αυξημένη συγκέντρωση αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Η μέση παγκόσμια θερμοκρασία της επιφάνειας γης και ωκεανού τα τελευταία εκατό χρόνια αυξήθηκε κατά 0.6°C ($0.4\text{--}0.8^{\circ}\text{C}$). Μέχρι να αναδειχθεί το 2015 ως η θερμότερη χρονιά, το 1998 θεωρούνταν η πιο θερμή χρονιά, ενώ η δεκαετία του 1990 ήταν αυτή με την υψηλότερη μέση θερμοκρασία (WMO, 2015).

Οι υψηλότερες θερμοκρασίες έχουν καταγραφεί σε περιοχές μεσαίου και υψηλού γεωγραφικού πλάτους σε βορείους ηπείρους. Οι εκτάσεις γης έχουν θερμανθεί περισσότερο από τους ωκεανούς, ενώ οι θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της νύχτας είναι πιο ζεστές από αυτές της ημέρας. Από το 1950, η αύξηση της θερμοκρασίας στην επιφάνεια της γης είναι περίπου η μισή της μέσης αύξησης της επιφάνειας του αέρα, ενώ οι ελάχιστες καθημερινές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της νύχτας στην επιφάνεια της γης έχουν αυξηθεί κατά μέσο όρο περίπου $0,2^{\circ}\text{C}$ ανά δεκαετία, περίπου

δηλαδή το διπλάσιο ποσοστό από την αντίστοιχη αύξηση μέγιστης καθημερινής θερμοκρασίας του αέρα (IPCC, 2007).

Επιπροσθέτως, οι βροχοπτώσεις έχουν αυξηθεί κατά 5 με 10% σε μεσαίου και υψηλού γεωγραφικού πλάτους ηπείρους του Βόρειου Ημισφαιρίου, ενώ αντίθετα οι βροχοπτώσεις έχουν μειωθεί κατά 3% περίπου σε υποτροπικές περιοχές. Αυξάνοντας τη μέση παγκόσμια θερμοκρασία στην επιφάνεια της γης είναι πολύ πιθανό να οδηγήσει σε αλλαγές των βροχοπτώσεων και την υγρασία της ατμόσφαιρας λόγω των αλλαγών στην κυκλοφορία της ατμόσφαιρας, δηλαδή έναν πιο ενεργό υδρολογικό κύκλο, και σε αυξήσεις της ικανότητας συγκράτησης του νερού στην ατμόσφαιρα. Παρατηρήθηκε αύξηση κατά 2 με 4% στη συχνότητα των βαριών βροχοπτώσεων στις ηπείρους του Βόρειου Ημισφαιρίου κατά το δεύτερο μισό του 20^{ου} αιώνα. Κατά τη διάρκεια του 20^{ου} αιώνα έχουν υπάρξει μικρές αυξήσεις σε περιοχές που αντιμετωπίζουν έντονη ξηρασία ή έντονη υγρασία (IPCC, 2014).

2.4.3 ΑΛΛΑΓΕΣ ΚΑΛΥΨΗΣ ΠΑΓΟΥ ΚΑΙ ΣΤΑΘΜΗΣ ΘΑΛΑΣΣΩΝ ΚΑΙ ΠΟΤΑΜΩΝ

Η κάλυψη του χιονιού και η έκταση των πάγων έχουν μειωθεί αρκετά. Η έκταση του χιονιού είναι πιθανό να έχει μειωθεί κατά 10% κατά μέσο όρο στο Βόρειο Ημισφαίριο από τα τέλη του 1960 μέχρι το 2000, κυρίως μέσω των αλλαγών της περιόδου της άνοιξης στην Αμερική και στην Ευρασία, ενώ το πάχος του θαλάσσιου πάγου της Αρκτικής έχει μειωθεί κατά 40% κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και του φθινοπώρου τις τελευταίες τρεις δεκαετίες του 20^{ου} αιώνα. Ακόμα, η μέση ετήσια διάρκεια πάγου σε ποτάμια και λίμνες, που καλύπτουν τις περιοχές μεσαίου και υψηλού γεωγραφικού πλάτους του Βορείου Ημισφαιρίου, έχει μειωθεί περίπου δύο εβδομάδες κατά τη διάρκεια του 20^{ου} αιώνα. Υπήρξε, επίσης, μία υποχώρηση των παγετώνων σε μη πολικές περιοχές κατά τη διάρκεια του τελευταίου αιώνα. Γενικότερα, στην περιοχή της Ανταρκτικής δεν υπάρχει καμία αλλαγή στη συνολική έκταση του πάγου από το 1978 μέχρι το 2000 (McNutt, 2013).

Όσον αφορά τη στάθμη της θάλασσας και των ποταμών, φαίνεται να έχει αυξηθεί και η μέση ετήσια αύξηση της στάθμης τους ήταν μεταξύ 1 και 2 mm κατά τη διάρκεια του 20^{ου} αιώνα. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις της IPCC, είναι πιθανό η αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας να επηρέασε την παρατηρούμενη άνοδο της στάθμης των θαλασσών και των ποταμών, μέσω του λιώσιμου των πάγων (IPCC, 2014).

Σύμφωνα με τον World Meteorological Organization (WMO) μεγάλες περιοχές του ωκεανού θερμάνθηκαν σημαντικά. Συγκεκριμένα, ο τροπικός κεντρικός και ανατολικός Ειρηνικός ωκεανός ήταν πολύ πιο ζεστός από το μέσο όρο λόγω του φαινομένου του El Niño (WMO, 2016).

2.5 ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΟ ΚΛΙΜΑ

Σύμφωνα με την Τρίτη έκθεση αξιολόγησης του IPCC έχουν συνοψιστεί οι πέντε λόγοι ανησυχίας (Five Reasons For Concern, RFCs) για την κλιματική αλλαγή και την υπερθέρμανση του πλανήτη. Οι πέντε αυτοί λόγοι σχετίζονται με:

- **Μοναδικά και απειλούμενα οικοσυστήματα:** Μερικά οικοσυστήματα βρίσκονται ήδη σε κίνδυνο λόγω της κλιματικής αλλαγής. Με επιπλέον αύξηση της θερμοκρασίας της τάξεως του 1 °C, ο αριθμός των μοναδικών και απειλούμενων συστημάτων που βρίσκονται σε κίνδυνο με σοβαρές συνέπειες αυξάνεται. Πολλά οικοσυστήματα με περιορισμένη ικανότητα προσαρμογής, ιδίως εκείνων που σχετίζονται με τον πάγο της Αρκτικής θάλασσας, υπόκεινται σε πολύ υψηλό κίνδυνο με την αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2°C. Εκτός από τους κινδύνους που προκαλούνται από την αύξηση της θερμοκρασίας, τα είδη των χερσαίων οικοσυστημάτων είναι επίσης ευαίσθητα στην άνοδο της θερμοκρασίας, τα είδη των θαλάσσιων οικοσυστημάτων στο ρυθμό και στο βαθμό οξίνισης των ωκεανών και τα παράκτια οικοσυστήματα στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας.
- **Ακραία καιρικά φαινόμενα:** Η κλιματική αλλαγή σχετίζεται με τους κινδύνους ακραίων καιρικών φαινομένων, όπως κύματα καύσωνα και βαριές βροχοπτώσεις. Με επιπλέον αύξηση της θερμοκρασίας της τάξεως του 1°C, ο κίνδυνος μεγαλώνει. Οι κίνδυνοι που σχετίζονται με ορισμένα ακραία καιρικά φαινόμενα (π.χ., υπερβολική ζέστη) αυξάνουν προοδευτικά με την περαιτέρω αύξηση της θερμοκρασίας.
- **Κατανομή των επιπτώσεων:** Οι κίνδυνοι είναι άνισα κατανεμημένοι μεταξύ ομάδων ανθρώπων και μεταξύ περιφερειών. Οι κίνδυνοι είναι μεγαλύτεροι για τα λιγότερα ευνοημένα άτομα και τις κοινότητες και έχουν ήδη εμφανιστεί λόγω των περιφερειακών διαφορών στις παρατηρούμενες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, ιδίως για τις καλλιέργειες. Με βάση τις προβλεπόμενες μειώσεις στις περιφερειακές αποδόσεις των καλλιεργειών και στη διαθεσιμότητα του νερού, ο

κίνδυνος των άνισα κατανεμημένων επιπτώσεων είναι υψηλός εάν αυξηθεί η θερμοκρασία κατά 2°C.

- Παγκόσμιες επιπτώσεις συνολικά: Οι κίνδυνοι από τις παγκόσμιες επιπτώσεις συνολικά τείνουν να ενταθούν με την αύξηση της θερμοκρασίας από 1 έως 2°C, αντανακλώντας στη βιολογική ποικιλότητα της γης και στην παγκόσμια οικονομία. Η εκτεταμένη απώλεια της βιοποικιλότητας με την επακόλουθη απώλεια των αγαθών και υπηρεσιών που παράγουν τα οικοσυστήματα οδηγούν σε αυξημένους κινδύνους με την αύξηση της θερμοκρασίας κατά 3°C. Συνολική οικονομική ζημία επιταχύνει με την αύξηση της θερμοκρασίας, αλλά λίγες ποσοτικές εκτιμήσεις είναι διαθέσιμες για επιπλέον αύξηση της θερμοκρασίας πάνω από το 3°C.
- Μεγάλης κλίμακας μεμονωμένα γεγονότα: Με την αύξηση της θερμοκρασίας μερικά φυσικά και οικολογικά οικοσυστήματα βρίσκονται σε κίνδυνο απότομων ή και μη αναστρέψιμων αλλαγών.

Οι κλιματικές αλλαγές καθ' όλη τη διάρκεια του 21^{ου} αιώνα προβλέπεται να μειώσουν τους ανανεώσιμους πόρους επιφανειακών και υπόγειων υδάτων στις πιο ξηρές υποτροπικές περιοχές. Στις παρούσες ξηρές περιοχές η συχνότητα των ξηρασιών αναμένεται να αυξηθεί κατά το τέλος του αιώνα. Αντίθετα, οι υδάτινοι πόροι αναμένεται να αυξηθούν σε υψηλά γεωγραφικά πλάτη. Η αλληλεπίδραση της αυξημένης θερμοκρασίας, των αυξημένων φορτίων ιζημάτων, θρεπτικών ουσιών και ρύπων από τις έντονες βροχοπτώσεις, οι αυξημένες συγκεντρώσεις ρύπων κατά τη διάρκεια ξηρασιών και η διατάραξη των εγκαταστάσεων επεξεργασίας κατά τη διάρκεια των πλημμυρών θα μειώσει την ποιότητα του ακατέργαστου νερού και ενέχεται κίνδυνος για την ποιότητα του πόσιμου νερού.

Μέχρι τα μέσα του αιώνα, η κλιματική αλλαγή αναμένεται να επηρεάσει αρνητικά την ανθρώπινη υγεία, κυρίως με την επιδείνωση προβλημάτων υγείας που ήδη υπάρχουν σε πολλές περιοχές και ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες με χαμηλό εισόδημα. Ο κίνδυνος υποσιτισμού στις φτωχές χώρες είναι πιθανό να αυξηθεί.

Ακόμα, αναμένονται μεγαλύτερα κύματα καύσωνα και πυρκαγιών, ενώ ο συνδυασμός υψηλής θερμοκρασίας και υγρασίας σε ορισμένες περιοχές για συγκεκριμένες χρονικές περιόδους του έτους αναμένεται να θέσει σε κίνδυνο τις ανθρώπινες δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένων της καλλιέργειας τροφίμων και των εξωτερικών εργασιών. Στις

αστικές περιοχές, η αλλαγή του κλίματος αναμένεται να αυξήσει τους κινδύνους για τους ανθρώπους, τα περιουσιακά στοιχεία, τις οικονομίες και τα οικοσυστήματα, συμπεριλαμβανομένων των κινδύνων από τη θερμότητα, τις καταιγίδες, τις ακραίες βροχοπτώσεις, τις εσωτερικές και παράκτιες πλημμύρες, τις κατολισθήσεις, τη ρύπανση του αέρα, την ξηρασία, τη λειψυδρία, την άνοδο της στάθμης της θάλασσας και τα κύματα καταιγίδας. Οι κίνδυνοι αυτοί θα ενισχυθούν για όσους δεν διαθέτουν βασικές υποδομές και υπηρεσίες ή ζουν σε εκτεθειμένες περιοχές.

Οι αγροτικές περιοχές είναι πιθανό να αντιμετωπίσουν προβλήματα σε σχέση με τη διαθεσιμότητα και την παροχή νερού, την εξασφάλιση σίτισης, τις υποδομές και τα γεωργικά εισοδήματα, συμπεριλαμβανομένων τις μεταβολές στην παραγωγή σε όλο τον κόσμο. Αυτές οι επιπτώσεις θα επηρεάσουν κυρίως τις φτωχότερες τάξεις στις αγροτικές περιοχές.

3. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η βιοποικιλότητα προβλέπεται να μειωθεί σημαντικά στο μέλλον, ανεξάρτητα από την κλιματική αλλαγή, λόγω των πολλαπλών πιέσεων που δέχεται λόγω της εκμετάλλευσης της γης και των αλλαγών χρήσεων γης και την καταστροφή των φυσικών και ημι-φυσικών ενδιαιτημάτων (D.I. Jarvis et al., 2007). Συγκεκριμένα, οι σημαντικότερες πιέσεις είναι η υποβάθμιση των οικοτόπων, η απώλεια και ο κατακερματισμός τους ή ειδικότερα στην περίπτωση των υδάτινων οικοσυστημάτων η ενοποίηση των οικοτόπων, η εισαγωγή χωροτακτικών ειδών και άμεσες επιδράσεις στην αναπαραγωγή, στην επικράτηση και στην επιβίωση μέσα από μηχανικές και χημικές θεραπείες (Mehtab Singh et al., 2014).

Σύμφωνα με πρόσφατα στοιχεία, οι εκτιμήσεις δείχνουν ότι το 60% των ειδών και 77% των οικοτόπων στην Ευρώπη συνεχίζουν να βρίσκονται σε δυσμενή κατάσταση διατήρησης. Η συνεχής απώλεια ενδιαιτημάτων, η διάχυτη ρύπανση, η υπερεκμετάλλευση των φυσικών πόρων και τα ξενικά είδη εντείνουν τις κλιματικές αλλαγές επηρεάζοντας τη βιοποικιλότητα. Αυτές οι αλλαγές έχουν άμεση επίπτωση στη βιοποικιλότητα και τα οικοσυστήματα. Ειδικότερα στις περιοχές με υψηλότερη θερμοκρασία οι αλλαγές του κλίματος έχουν επίδραση στην περίοδο που γίνεται η αναπαραγωγή των ζώων και των φυτών, στη μετανάστευση των ζώων, στη διάρκεια της

περιόδου καλλιέργειας, στις κατανομές των ζώων, στα μεγέθη του πληθυσμού και στη συχνότητα επιβλαβών οργανισμών και ασθενειών (EEA, 2015b).

Ακόμα, μερικά θαλάσσια οικοσυστήματα και οικοσυστήματα υψηλού γεωγραφικού πλάτους και μεγάλου υψομέτρου έχουν επηρεαστεί σημαντικά από τις κλιματικές αλλαγές και γενικότερα αναμένεται να επηρεαστεί η σύνθεση και λειτουργία των οικοσυστημάτων. Αν δεν μπορέσει να αντιμετωπιστεί ή τουλάχιστον μετριαστεί αυτή η κατάσταση, οι επιπτώσεις της αλλαγής του κλίματος παγκοσμίως αναμένεται να ενταθούν τις επόμενες δεκαετίες και να επηρεάσουν σημαντικά τη βιοποικιλότητα, προκαλώντας μείωση αλλά και απώλεια αυτής (IPCC, 2002).

Για το λόγο αυτό, κύριος στόχος της Ευρώπης είναι η αναχαίτιση της απώλειας της βιοποικιλότητας και της υποβάθμισης των υπηρεσιών των οικοσυστημάτων μέχρι το 2020. Η Ευρώπη απαντά στο συγκεκριμένο ζήτημα μειώνοντας τις δικές της εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και ενθαρρύνοντας και άλλες χώρες να κάνουν το ίδιο. Ακόμη όμως και αν ο στόχος αυτός επιτευχθεί, η κλιματική αλλαγή θα συνεχιστεί σε κάποιο βαθμό. Αυτό συμβαίνει διότι ορισμένα αέρια του θερμοκηπίου παραμένουν στην ατμόσφαιρα για μεγάλο χρονικό διάστημα και οι ωκεανοί λειτουργούν ως τεράστιες δεξαμενές θερμότητας, που σημαίνει ότι ως ένα βαθμό θα πρέπει να προσαρμοστούμε στην κλιματική αλλαγή (EEA, 2015a).

3.2 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΧΕΡΣΑΙΩΝ/ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Οι κλιματικές αλλαγές αποτελούν μία αυξημένη απειλή για τα χερσαία/υδάτινα οικοσυστήματα και τη βιοποικιλότητα που περιλαμβάνουν. Οι επιπτώσεις είναι άμεσες και έμμεσες και μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές ανεπιθύμητες επιδράσεις στις διαδικασίες και τις υπηρεσίες των χερσαίων και υδάτινων οικοσυστημάτων. Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής εντοπίζονται σε ατομικό οργανικό επίπεδο, σε πληθυσμούς αλλά και σε είδη (Bellard et al., 2012).

Ακόμα, οι κλιματικές μεταβολές φαίνεται να επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τα οικοσυστήματα όσον αφορά τη δομή και τη λειτουργία τους και κυρίως εκείνα τα οικοσυστήματα και τα τοπία που δεν είναι εντατικής διαχείρισης. Ο κίνδυνος μείωσης της βιοποικιλότητας των χερσαίων και υδάτινων οικοσυστημάτων στο μέλλον είναι μεγάλος, κυρίως λόγω της αυξημένης έντασης των χρήσεων γης και της καταστροφής των φυσικών και ημιφυσικών ενδιαιτημάτων (Daniel et al., 2016).

Ακόμα, δεν είναι ξεκάθαρο το πώς και πού η αλληλοεπίδραση μεταξύ της απώλειας και του κατακερματισμού των ενδιαιτημάτων και της κλιματικής αλλαγής θα επηρεάσει τα οικοσυστήματα και τα είδη. Προηγούμενες αξιολογήσεις οικοσυστημάτων που έχουν λάβει υπόψη την κλιματική αλλαγή, έχουν επικεντρωθεί στην αξιολόγηση των διαφόρων διαστάσεων της πιθανής έκθεσης στις κλιματικές αλλαγές, συμπεριλαμβανομένων του χρονικού ρυθμού της κλιματικής αλλαγής, το βαθμό διαφοράς μεταξύ παρελθόντων, παρόντων και προβλεπόμενων αλλαγών του κλίματος. Και αυτό γιατί είναι αποδεδειγμένο ότι τα περισσότερα είδη που βρίσκονται σε κίνδυνο ή σε μια κατάσταση μαρasmus ταυτόχρονα επηρεάζονται από μια σειρά από απειλητικές διαδικασίες, με κυρίαρχη την απώλεια και τον κατακερματισμό των ενδιαιτημάτων (Daniel et al., 2016).

Καταστροφή ενδιαιτημάτων

Οι άμεσες επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα από την απώλεια και καταστροφή των ενδιαιτημάτων είναι τεκμηριωμένες και περιλαμβάνουν την εξαφάνιση, τη μείωση του πληθυσμού, τη μείωση της γενετικής ποικιλότητας, τη μείωση της επιτυχίας αναπαραγωγής, τη χαμηλότερη ικανότητα διασποράς, την αυξημένη ευπάθεια σε στοχαστικά γεγονότα, την αυξημένη ευαισθησία σε χωρακατακτητικά είδη, την απλοποίηση του τροφικού πλέγματος και τις μεταβαλλόμενες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ειδών (Fahrig, 2003).

Η απώλεια και ο κατακερματισμός των ενδιαιτημάτων είναι μία σημαντική απειλή για τα είδη και τα οικοσυστήματα στο μέλλον. Υπάρχουν πολλοί τρόποι με τους οποίους οι ραγδαίες ανθρωπογενείς αλλαγές του κλίματος μπορούν να επιδεινώσουν ή να περιορίσουν την ικανότητα ενός είδους να αντιμετωπίσει την απώλεια και τη καταστροφή των ενδιαιτημάτων (Newbold et al., 2015). Για παράδειγμα, η αλλαγή του κλίματος προκαλεί αλλαγές στη συμπεριφορά των ειδών και εμπλέκεται σε μειωμένα επίπεδα της ατομικής φυσικής κατάστασης. Αυτή η κατάσταση μπορεί να οδηγήσει σε περιορισμό της ικανότητας των ειδών να ανταπεξέλθουν σε μία περαιτέρω διατάραξη του οικοσυστήματος. Η κλιματική αλλαγή μπορεί επίσης να αυξήσει την απόσταση που χρειάζεται ένα είδος να διανύσει για να βρεθεί σε ένα κατάλληλο περιβάλλον σε περίπτωση μελλοντικής καταστροφής ή απώλειας (Williams et al., 2007).

Σύμφωνα με μελέτες οι αρνητικές επιπτώσεις που συνδέονται με απώλεια και κατακερματισμό των ενδιαιτημάτων είναι πιο πιθανό να συμβούν μαζί με δύο

καθοριστικούς κλιματικούς παράγοντες; την τρέχουσα αύξηση της θερμοκρασίας και τη μείωση των βροχοπτώσεων.(Mantyka-Pringle et al., 2012)

Απώλεια ειδών

Δεν υπάρχουν στοιχεία που να δείχνουν ότι η κλιματική αλλαγή θα επιβραδύνει την απώλεια των ειδών, αλλά υπάρχουν στοιχεία για το ότι μπορεί να αυξήσει την απώλεια των ειδών. Σύμφωνα με τα δεδομένα της παλαιοοικολογίας οι ζώντες οργανισμοί σε παγκόσμιο επίπεδο θα μπορούσαν να παράγουν κατά μέσο όρο τρία νέα είδη το χρόνο (πολλές τάξεις μεγέθους πιο αργή η παραγωγή από τον τρέχοντα ρυθμό εξαφάνισης), αλλά με μεγάλες αποκλίσεις σχετικά με το μέσο όρο των μεταξύ γεωλογικών εποχών. Οι παλμοί της ειδογένεσης και της εξαφάνισης των ειδών μερικές φορές φαίνεται να σχετίζεται μακροπρόθεσμα με τις κλιματικές αλλαγές. Παρόλα αυτά, οι μέτριες διακυμάνσεις του κλίματος δεν προωθούν απαραίτητα την ειδογένεση παρά τις μεταβολές που επέφεραν στις διάφορες γεωγραφικές περιοχές των ειδών. Πολλά είδη στον πλανήτη βρίσκονται ήδη σε κίνδυνο να εξαφανιστούν λόγω των πιέσεων που προκύπτουν από φυσικές διεργασίες και από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Η κλιματική αλλαγή προστίθεται σε αυτές τις πιέσεις, ιδιαίτερα για εκείνα τα είδη με περιορισμένο κλιματικό εύρος ή και περιορισμένες απαιτήσεις οικοτόπων (IPCC, 2014).

3.2.1 ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΗ ΦΑΙΝΟΛΟΓΙΑ

Οι αλλαγές στην φαινολογία αναμένεται να συμβούν σε πολλά είδη και έχουν ήδη παρατηρηθεί αλλαγές σε πολλά από αυτά τις τελευταίες δεκαετίες. Αυτές οι αλλαγές είναι συνήθως στενά συνδεδεμένες με τις αλλαγές του κλίματος (Μπαλούτσος κ.ά., 2013) Σε εκατοντάδες φυτά και ζώα σε πολλές περιοχές του Βόρειου Ημισφαιρίου παρατηρούνται συμβάντα πρόωρης άνοιξης, όπως η αναπαραγωγή, η γένεση των μπουμπουκιών, η διακοπή της χειμέριας νάρκης, η άνθηση των λουλουδιών και η μετανάστευση. (Peñuelas et al.,2013) Τα μεγέθη των αλλαγών, όμως, διαφέρουν σημαντικά και ορισμένα είδη δεν παρουσιάζουν καμία αλλαγή. Μία ανάλυση 203 ειδών δείχνει ότι η αύξηση των ημερών της άνοιξης του Βόρειου Ημισφαιρίου κυμαίνεται από $-2.8 \pm 0,35$ ημέρες ανά δεκαετία (Parmesan, 2007).

Φυτά

Η μεγαλύτερη διάρκεια της άνοιξης παρατηρείται σε όλο το Βόρειο Ημισφαίριο συμπεριλαμβανομένων της Νοτίου Αμερικής, της Ευρώπης, της Ασίας και της

Αρκτικής. Οι αλλαγές είναι μεγαλύτερες στα υψηλότερα γεωγραφικά πλάτη. Μία ανάλυση δείχνει ότι η μέση διάρκεια της περιόδου της άνοιξης του Βόρειου Ημισφαιρίου είναι $1 \pm 0,16$ ημέρες ανά δεκαετία για τα βότανα και χόρτα (85 είδη), $-1.1 \pm 0,68$ ημέρες ανά δεκαετία για τους θάμνους (6 είδη), και $-3,3 \pm 0,87$ ημέρες ανά δεκαετία για τα δέντρα (16 είδη), για περίοδο από 35 έως 132 χρόνια ανάλογα με τη μελέτη (IPCC, 2014) Η αυξημένη θερμοκρασία της επιφάνειας των υδάτων σε πολλές λίμνες της Αμερικής, της Ευρασίας και της Αφρικής (Adrian et al., 2009) συνδέονται με την πρόωρη άνθηση των φυτοπλαγκτόν (Winder et al., 2012). Τα δορυφορικά δεδομένα δείχνουν μία γενική τάση αύξησης της περιόδου της άνοιξης, παρόλο που υπάρχουν διακυμάνσεις μεταξύ των δορυφορικών μελετών, ειδικότερα σε τοπικές κλίμακες, λόγω της χρήσης διαφόρων μέσων και μεθόδων (White et al., 2009).

Ζώα

Πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι υπάρχουν αλλαγές και στη φαινολογία των ζώων, όπως στα αμφίβια, στα έντομα, στα θηλαστικά, στα πτηνά και στα πλαγκτόν του γλυκού νερού. Συγκεκριμένα παρατηρούνται αλλαγές στην αναπαραγωγή των ζώων διαφόρων ειδών σε διάφορες περιοχές (IPCC, 2014). Σύμφωνα με αρκετές μελέτες, στο Βόρειο Ημισφαίριο παρατηρούνται αλλαγές των ημερομηνιών ωοτοκίας στα πτηνά ($-3,7 \pm 0,7$ ημέρες ανά δεκαετία, σε 41 είδη). Η καθυστέρηση της μέσης αναπαραγωγής δύο εκ των εννέα θαλάσσιων πτηνών στην Ανατολική Ανταρκτική συνδέεται με τη μειωμένη επιφάνεια πάγου πάνω στη θάλασσα (Barbraud κ.ά, 2006). Οι ημερομηνίες άφιξης την άνοιξη έχουν αλλάξει για πολλά αποδημητικά πουλιά (Thorup et al., 2007). Ακόμα, στις εύκρατες και αρκτικές περιοχές του Βόρειου Ημισφαιρίου η πρόωρη άνοιξη έχει επηρεάσει πολλά είδη φυτών και ζώων. Οι αλλαγές στη φαινολογία φαίνεται να συνδέονται με την αύξηση της θερμοκρασίας (Cook et al., 2012). Κλιματικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη φαινολογία των ζώων είναι η χρονική στιγμή λιώσιμου του πάγου, η κάλυψη χιονιού και το βάθος του χιονιού. Το πρόωρο λιώσιμο του χιονιού οδήγησε σε πρόωρη άνθηση και εμφάνιση φυτών και αρθροπόδων στη Γροιλανδία τη χρονική περίοδο μεταξύ 1996 και 2005, αλλά και σε πρόωρη άνθηση ενός αλπικού φυτού στα βουνά Rocky στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής μεταξύ 1975 και 2008. Ακόμα, το πρόωρο λιώσιμο του χιονιού μείωσε τα άνθη και επηρέασε τη δυναμική του πληθυσμού εντόμων σε ορεινές περιοχές των Η.Π.Α. τις χρονιές 1980, 1985, 1986 και 1989 (Boggs et al., 2012). Στην Αλμπέρτα του Καναδά σκίουροι Κολομβίας εμφανίστηκαν αργότερα λόγω καθυστέρησης λιώσιμου των πάγων

που σχετίζεται με την αύξηση χιονοστιβάδων της όψιμης περιόδου. Η καθυστέρηση της χειμερινής νάρκης συνδέθηκε με μείωση του ποσοστού αύξησης του πληθυσμού (Lane et al., 2012).

Παρά το γεγονός ύπαρξης αρκετών μη κλιματικών παραγόντων που επηρεάζουν τη φαινολογία των ειδών ένας αυξημένος αριθμός παρατηρήσεων και πειραματικών μελετών σε πολλούς τύπους οργανισμών δείχνουν πως η αύξηση της θερμοκρασίας έχει οδηγήσει σε συνολική παρατήρηση πρόωρης άνοιξης στο Βόρειο Ημισφαίριο.

3.2.2 ΠΡΩΩΡΗ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑ

Η πρωτογενής παραγωγή, η διαδικασία ανάπτυξης των φυτών, είναι θεμελιώδους σημασίας για τον παγκόσμιο κύκλο του άνθρακα και στηρίζει την παροχή υπηρεσιών των οικοσυστημάτων, όπως την τροφή, την ξυλεία και τη βόσκηση. Οι τάσεις σε ποσότητα, εποχιακό χρονοδιάγραμμα, μεταβλητότητα, τοποθεσία και είδος πρωτογενούς παραγωγής είναι, επομένως, σημαντικοί δείκτες λειτουργίας των οικοσυστημάτων. Η πρωτογενής παραγωγή είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη στις κλιματικές αλλαγές, καθώς την επηρεάζουν άμεσα. Επιπλέον, η πρωτογενής παραγωγή επηρεάζεται έμμεσα από τις επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής στους επιβλαβείς οργανισμούς (παράσιτα) και στις ασθένειες. Η ποικιλία των παραγόντων που επηρεάζουν την πρωτογενή παραγωγή, σε συνδυασμό με την πολυπλοκότητα των αλληλεπιδράσεων μεταξύ τους, σημαίνει ότι σε μια δεδομένη τοποθεσία, το καθαρό αποτέλεσμα μπορεί να είναι μια αύξηση, καμία αλλαγή, ή μια μείωση της παραγωγικότητας.

Η συγκέντρωση του CO₂ στην ατμόσφαιρα δείχνει σαφή πρότυπα χώρου και χρόνου που σχετίζονται σε μεγάλο βαθμό με την πρωτογενή παραγωγικότητα της γης και των ωκεανών (Canadell et al., 2007). Η καθαρή απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα από τη γη είναι ιδιαίτερα μεταβλητή χρόνο με το χρόνο, κυρίως λόγω των κλιματικών αλλαγών και των μεγάλων ηφαιστειακών εκρήξεων. Η καθαρή απορρόφηση άνθρακα από τα φυσικά και ημι-φυσικά χερσαία οικοσυστήματα ισοκατανέμεται ευρέως μεταξύ δασικών και μη δασικών οικοσυστημάτων, αλλά αντισταθμίζεται στα τροπικά με την τεράστια ροή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που προκύπτει από τις αλλαγές χρήσεων γης και κυρίως την αποψίλωση των δασών (Pan et al., 2011).

Ακόμα, την περασμένη χιλιετία παρατηρήθηκαν αλλαγές στους δακτυλίους των κορμών των δέντρων που αφορούν στην ανάπτυξη τους. Πολλοί δακτύλιοι δείχνουν την

ταχεία ανάπτυξη των δέντρων κατά τη διάρκεια του 20^{ου} αιώνα, γεγονός που συχνά συσχετίζεται με την αύξηση της θερμοκρασίας. Αλλαγές στους δακτυλίους των κορμών των δέντρων, στην πυκνότητα και τη σύνθεση προκύπτουν λόγω αυξημένης θερμοκρασίας, έντονης υγρασίας, λίπανσης του διοξειδίου του άνθρακα, εναπόθεσης αζώτου και καταστροφή του όζοντος. (Gedalof et al., 2010)

Οι αυξήσεις εναποθέσεως αζώτου και οι ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, ο διπλασιασμός των εισροών αζώτου στον επίγειο κύκλο του αζώτου, που οφείλεται στις ανθρώπινες δραστηριότητες, μπορεί να επιταχύνει την απώλεια της βιολογικής ποικιλότητας. Οι επιπτώσεις της εναπόθεσης αζώτου στις κοινότητες των φυτών μπορούν να δημιουργήσουν οικοσυστήματα φτωχά σε θρεπτικές ουσίες, όπου τα ενδημικά φυτά που είναι προσαρμοσμένα σε αυτά τα εδάφη να μην είναι σε θέση να ανταγωνιστούν την ταχύτερη ανάπτυξη ξενικών ειδών όταν οι θρεπτικές ουσίες δεν είναι πλέον περιοριστικές. Σε μερικές περιπτώσεις μπορεί να παρουσιαστεί μία αύξηση της τοπικής βιοποικιλότητας, συνήθως ως αποτέλεσμα της εισαγωγής ξενικών ειδών, οι μακροχρόνιες συνέπειες των οποίων είναι δύσκολο να προβλεφθούν. Επίσης, είναι πιθανό η πιο εντατική χρήση γης τοπικά να μειώσει τη ζήτηση για εντατική χρήση ή αλλαγή χρήσης γης σε άλλες τοποθεσίες, μειώνοντας έτσι την απώλεια της βιοποικιλότητας σε αυτές τις περιοχές (IPCC, 2002).

Η πρωτογενής παραγωγή των λιμνών γλυκού νερού έχει παρατηρηθεί ότι αυξάνεται σε κάποιες περιοχές της Αρκτικής και στις ψυχρές λίμνες, ενώ μείωση παρατηρείται στις τροπικές περιοχές. Είναι γεγονός ότι η καθαρή πρωτογενής παραγωγικότητα των χερσαίων/υδάτινων οικοσυστημάτων έχει αυξηθεί σε παγκόσμια κλίμακα σε σχέση με την προβιομηχανική εποχή. Όμως, δεν είναι αποδεδειγμένο ότι σίγουρα αυτό οφείλεται στην κλιματική αλλαγή. Οι περισσότερες μελέτες εικάζουν ότι οι υψηλές συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα οδηγούν σε αυτή την τάση μέσω της διέγερσης της φωτοσύνθεσης, αλλά δεν είναι ξεκάθαρο το ότι προκύπτει από τις κλιματικές μεταβολές.

3.2.3 ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΚΑΙ ΑΝΘΡΑΚΑ

Τα δάση έχουν αυξήσει τα αποθέματα βιομάζας και άνθρακα κατά το τελευταίο μισό του αιώνα στην Ευρώπη και τις ΗΠΑ. Η канаδική διαχείριση δασών αυξήθηκε ελαφρώς σε βιομάζα κατά τη διάρκεια 1998–2008, διότι η αύξηση αντισταθμίστηκε λόγω σημαντικής απώλειας λόγω πυρκαγιών και της επιδημίας του σκαθαριού (Stinson

et al., 2011). Στο δάσος του Αμαζονίου η βιομάζα έχει γενικά αυξηθεί τις τελευταίες δεκαετίες, πέφτοντας προσωρινά μετά από μία ξηρασία το 2005. Η παγκόσμια χερσαία δεξαμενή άνθρακα αντισταθμίζεται μερικώς από τις απώλειες των αποθεμάτων άνθρακα των δασών στην ατμόσφαιρα μέσω των αλλαγών χρήσεων γης, κυρίως στις τροπικές περιοχές.

Τα αποθέματα άνθρακα στο έδαφος είναι δέκα φορές μεγαλύτερα από τα αποθέματα άνθρακα στη βιομάζα των δασών. Οι αλλαγές στο μέγεθος των αποθεμάτων άνθρακα του εδάφους προέκυψαν από τις αλλαγές στο καθαρό ισοζύγιο των εισροών και απωλειών στο πέρασμα πολλών ετών. Οι εισροές προέκυψαν από την πρωτογενή παραγωγικότητα, ενώ οι απώλειες είναι αποτέλεσμα της αναπνοής των μικροοργανισμών του εδάφους που αυξάνονται με την αύξηση της θερμοκρασίας (Kindermann et al., 2008). Η παρούσα και μελλοντική ευαισθησία στη θερμοκρασία των αναπνοών των μικροοργανισμών παραμένουν αβέβαιες. Σύμφωνα με μετρήσεις του εδάφους σε όλο τον κόσμο παρατηρήθηκε αύξηση της αναπνοής στο έδαφος τις τελευταίες δύο δεκαετίες (Bond-Lamberty et al., 2010). Εάν η αναπνοή του εδάφους υπερέβαινε την πρωτογενή παραγωγικότητα των χερσαίων οικοσυστημάτων παγκοσμίως, και σε μία σταθερή βάση, η παρούσα καθαρή δεξαμενή αυτών θα γινόταν μία καθαρή πηγή, επιταχύνοντας το ποσοστό συσσώρευσης διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα (Luo, 2007). Το ποσοστό άνθρακα στα υδάτινα οικοσυστήματα είναι επίσης αρκετά υψηλό σε παγκόσμιο επίπεδο.

Μία μελέτη μικρής διάρκειας της ευαισθησίας της αποσύνθεσης στη θερμοκρασία σε πλημμυρισμένα παράκτια εδάφη, που εξαπλώθηκαν κατά τη διάρκεια του 21^{ου} αιώνα, έδειξε ότι οι αυξήσεις στην αναπνοή θα υπερβούν τις αυξήσεις στη μελλοντική παραγωγή (Kirwan et al., 2011).

Συμπερασματικά, η βιομάζα και τα αποθέματα άνθρακα στο έδαφος των χερσαίων/υδάτινων οικοσυστημάτων συνεχώς αυξάνεται αλλά είναι ευάλωτα στο να χαθούν στην ατμόσφαιρα ως αποτέλεσμα της αύξησης της θερμοκρασίας, της ξηρασίας και των πυρκαγιών που προβλέπονται κατά τη διάρκεια του 21ου αιώνα. Οι μετρήσεις αυξημένης ανάπτυξης των δέντρων κατά τις τελευταίες δεκαετίες, μία τεράστια δεξαμενή άνθρακα, είναι αποτέλεσμα των παραπάνω. Όμως, παράγοντες που οδηγούν εκεί, όπως η εναπόθεση αζώτου, η αναδάσωση και η διαχείριση γης, δημιουργούν συγχύσεις για την επίδραση της κλιματικής αλλαγής.

3.2.4 ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΕ ΠΟΙΚΙΛΙΑ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ, ΑΦΘΟΝΙΑ ΚΑΙ ΕΞΑΦΑΝΙΣΗ

Τα είδη των χερσαίων/υδάτινων οικοσυστημάτων ανταποκρίνονται στην κλιματική αλλαγή μέσω της μετακίνησης έξω από τα δυσμενή κλίματα σε ευνοϊκά κλίματα ή μέσω της μετακίνησης τοπικά ή μέσω της εξαφάνισης παγκοσμίως. (Bellard et al., 2012). Αυτές οι αντιδράσεις των ειδών στην κλιματική αλλαγή ενδεχομένως να έχουν τεράστιο αντίκτυπο στη βιοποικιλότητα και τις υπηρεσίες των οικοσυστημάτων. Οι μετακινήσεις των ειδών συνδέονται με αλλαγές στην αφθονία, τις τοπικές εξαφανίσεις και τον αποικισμό που μπορούν να αλλάξουν τις υπηρεσίες των οικοσυστημάτων όταν αυτά επηρεάζουν τα κυρίαρχα είδη, όπως τα δέντρα, τα θεμελιώδη είδη, όπως οι επικονιαστές ή είδη που είναι φορείς ασθενειών (ενδιάμεσοι ξενιστές) (Zarnetske et al., 2012). Οι παγκόσμιες εξαφανίσεις ειδών έχουν σαν αποτέλεσμα τη μόνιμη απώλεια μοναδικών μορφών ζωής.

Πολλά είδη ζώων και φυτών των χερσαίων και υδάτινων οικοσυστημάτων σε διάφορες περιοχές τις τελευταίες δεκαετίες λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας και αυτή η μετακίνηση προβλέπεται να επιταχυνθεί τις επόμενες δεκαετίες λόγω της επιδείνωσης της κλιματικής αλλαγής. Η αφθονία των ειδών αυξάνεται σε περιοχές όπου το κλίμα έχει γίνει πιο ευνοϊκό, ενώ οι εξαφανίσεις των ειδών είναι πιθανό να συνδέονται με την κλιματική αλλαγή, χωρίς όμως να είναι ακόμα κάτι σίγουρο.

3.2.5 ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΙΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ

Οι μετακινήσεις των ειδών σε πιο ευνοϊκά κλίματα φαίνεται να συνδέεται με την πρόσφατη αλλαγή της θερμοκρασίας. Η αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί σε αλλαγές των βροχοπτώσεων, της χρήσης γης, των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των ειδών και άλλων παραγόντων (Parmesan, 2006). Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγόντων που προαναφέρθηκαν οδηγούν σε μετακινήσεις των ειδών κατηγορικά ή μακριά από τους πόλους. Υπάρχουν μεγάλες διαφορές στην ικανότητα των ομάδων των ειδών, αλλά και μεταξύ των ειδών μιας ομάδας στον εντοπισμό των αλλαγών μέσω των μετακινήσεων. Για παράδειγμα, οι πεταλούδες φαίνεται να εντοπίζουν καλύτερα τις αλλαγές από ότι τα πτηνά (Chen et al., 2011).

Επιπλέον, η αύξηση της θερμοκρασίας του νερού φαίνεται να σχετίζεται με τις μετακινήσεις των ειδών στις κοινότητες των ψαριών των ποταμών, σε συνδυασμό με μείωση πρόσληψης και επιβίωσης, καθώς και συρρίκνωση του εύρους ψαριών του κρύου νερού, όπως οι σαλμονίδες. Οι μετακινήσεις των ειδών των υδάτινων οικοσυστημάτων προς μεγαλύτερα υψόμετρα δε συμβαδίζει με το ρυθμό αύξησης της

θερμοκρασίας σε ρέματα και ποτάμια. Παρόλο που οι αλλαγές στη θερμοκρασία των ποταμών οδηγούν στη δημιουργία νέων ενδιαιτημάτων σε υψηλότερα γεωγραφικά πλάτη, είναι σχεδόν σίγουρη η απειλή εξαφάνισης μερικών υδρόβιων ειδών (Tisseuil et al., 2012).

Τα είδη των χερσαίων οικοσυστημάτων έχουν μετακινηθεί σε ποσοστά που αντιστοιχούν καλύτερα με τις αλλαγές στη θερμοκρασία όταν το κλίμα έχει μετρηθεί μόνο σε περιοχές όπου έχουν παρατηρηθεί μετακινήσεις των ειδών, παρέχοντας μεγαλύτερη εγκυρότητα στις μετακινήσεις λόγω κλιματικών αλλαγών (Chen et al., 2011). Οι μετακινήσεις των ειδών προκύπτουν από τις αλληλεπιδράσεις κλιματικών και μη κλιματικών παραγόντων. Πολλές ομάδες ειδών που έχουν μελετηθεί, όπως έντομα και πουλιά, έχουν διανύσει σημαντικές αποστάσεις (10 χμ ή περισσότερα) τις τελευταίες δεκαετίες και αυτές οι μετακινήσεις μπορούν να αποδοθούν στην κλιματική αλλαγή (IPCC, 2014). Αλλά για άλλες ομάδες είναι πιο δύσκολο να αποδοθούν οι μετακινήσεις τους σε κλιματικούς παράγοντες, λόγω σύγχυσης και με άλλους παράγοντες.

3.2.6 ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΕ ΑΦΘΟΝΙΑ ΚΑΙ ΕΞΑΦΑΝΙΣΕΙΣ ΕΙΔΩΝ ΤΟΠΙΚΑ

Η κλιματική αλλαγή έχει οδηγήσει σε αλλαγές στην αφθονία των ειδών, αλλά και στις τοπικές εξαφανίσεις μερικών από αυτών. Για αρκετές ομάδες ειδών είναι βέβαιο ότι οι αλλαγές αυτές οφείλονται στις μεταβολές του κλίματος (Cahill et al., 2013). Αλλαγές στην αφθονία των ειδών έχουν παρατηρηθεί, οι οποίες προκύπτουν από αλλαγές στο μέγεθος του πληθυσμού μεμονωμένων ειδών ή αλλαγές στη δομή της κοινότητας, ως αποτέλεσμα της πρόσφατης αύξησης της θερμοκρασίας. Η υπερθέρμανση του πλανήτη ως μόνιμη αιτία δεν μπορεί να αποδοθεί λόγω και άλλων παραγόντων που εμπλέκονται στις αλλαγές των ειδών, όπως οι ασθένειες, η αλλαγή χρήσεων γης και τα χωροκατακτητικά είδη (Cahill et al., 2013).

Οι κλιματικοί παράγοντες που σχετίζονται με την αφθονία και την εξαφάνιση ειδών είναι πιθανό να σχετίζονται περισσότερο με τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ειδών παρά με τα φυσιολογικά ανεκτά όρια. Επιπλέον, οι βροχοπτώσεις είναι πιθανό να παίζουν μεγαλύτερο ρόλο στην αφθονία των ειδών από ότι η θερμοκρασία σε πολλές περιπτώσεις. Το γεγονός αυτό δίνει ιδιαίτερη βαρύτητα στις ανησυχίες των βιολογικών αλληλεπιδράσεων και ίσως παίζουν σημαντικό ρόλο και στη διαμεσολάβηση των

επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στην αφθονία και την εξαφάνιση των ειδών (Vadadi-Fulop et al., 2012).

Μερικά σαφή παραδείγματα αλλαγών στον πληθυσμό των ειδών που οφείλονται σε κλιματικούς παράγοντες προέρχονται από οικοσυστήματα υψηλού γεωγραφικού πλάτους, όπου οι μη κλιματικοί παράγοντες καθίστανται μικρότερης σημασίας. Η αφθονία του θάμνου φαίνεται να αυξάνεται γενικά σε ευρείες περιοχές της αρκτικής τούνδρα λόγω της υπερθέρμανσης του πλανήτη (Myers-Smith et al., 2011). Στη Ανταρκτική δύο είδη αυτοχθόνων φυτών (Antarctic pearlwort, Antarctic hair grass) παρουσιάζουν μεγαλύτερη ανάπτυξη τις τελευταίες δεκαετίες πιθανόν λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας του εδάφους. Οι πληθυσμοί των πιγκουίνων έχουν μειωθεί σε πολλές περιοχές της Ανταρκτικής, συμπεριλαμβανομένης μίας πρόσφατης εξαφάνισης του πληθυσμού ενός είδους πιγκουίνου (Emperor penguin) που έχει αποδοθεί στις κλιματικές αλλαγές (Trathan et al., 2011). Οι μειώσεις αυτές που αποδίδονται σε αλλαγές του περιφερειακού κλίματος είναι τεκμηριωμένες, αλλά η σύνδεση με την παγκόσμια αύξηση του πλανήτη είναι αδύναμη (Barbraud et al., 2011).

Μία αύξηση της αφθονίας των ειδών φυτοκοινωνιών στις βουνοκορφές των ευρωπαϊκών και αρκτικών ζωνών λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας και μία μείωση στην αφθονία των ειδών στις μεσογειακές βουνοκορφές πιθανόν λόγω της μείωσης διαθεσιμότητας νερού στη νότια Ευρώπη. Αύξηση πληθυσμών ειδών που έχουν προσαρμοστεί στη θέρμανση του πλανήτη παρατηρήθηκε σε μεγάλα υψόμετρα και φαίνεται να συνδέεται με την αύξηση της θερμοκρασίας. Ωστόσο, σε αυτές τις αλλαγές εμπλέκονται και ανθρωπογενείς επιρροές, όπως αλλαγές στην πίεση της βόσκησης, στην εναπόθεση αζώτου στην ατμόσφαιρα και στις πρακτικές διαχείρισης των δασών (Gottfried et al., 2012).

Αλλαγές σε πληθυσμούς δεν μπορούν να προβλεφθούν, αλλά οι μετακινήσεις σε πιο ευνοϊκά κλίματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να συναχθούν περιοχές όπου πληθυσμοί ειδών ίσως αυξηθούν ή μειωθούν. Ο κίνδυνος τοπικών εξαφανίσεων μέχρι το τέλος του 21^{ου} αιώνα λόγω της κλιματικής αλλαγής θα ποικίλει ευρέως. Σε κάποια είδη ή ομάδες ειδών δεν αναμένεται να αυξηθεί ο κίνδυνος εξαφάνισης, ενώ σε άλλα προβλέπεται αυξημένος κίνδυνος τοπικών εξαφανίσεων σε περισσότερο από 95% του σημερινού φάσματος (Bellard et al., 2012). Τα προβλεπόμενα ποσοστά αποικισμού είναι επίσης μεταβλητά. Οι αλλαγές στην αφθονία και την τοπική εξαφάνιση των ειδών

ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής μπορούν να κυμαίνονται από θετικές έως πολύ αρνητικές και καθορίζονται από ένα σύνολο περιβαλλοντικών, δημογραφικών και ιστορικών παραγόντων, καθώς και οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ αυτών.

Αλλαγές στην αφθονία των ειδών συνοδεύονται και από αλλαγές στη γενετική ποικιλότητα. Η μελλοντική κλιματική αλλαγή προβλέπεται να προκαλέσει απώλειες της γενετικής ποικιλότητας έχοντας σαν αποτέλεσμα τη συρρίκνωση του εύρους. Επιπλέον, υπάρχουν θεωρητικές και παρατηρητικές αποδείξεις για την απώλεια της γενετικής ποικιλότητας από τα ποσοστά μετανάστευσης και συρρίκνωσης του εύρους. Σε αυτή την περίπτωση, οι μειώσεις της γενετικής ποικιλότητας μπορούν να μειώσουν με τη σειρά τους την ικανότητα των ειδών να προσαρμοστούν σε περαιτέρω αλλαγή του κλίματος ή σε άλλες παγκόσμιες αλλαγές. Η κλιματική αλλαγή μπορεί επίσης να ενισχύσει τις απώλειες της γενετικής ποικιλότητας που ήδη συμβαίνουν λόγω άλλων παγκόσμιων αλλαγών, όπως η εισαγωγή ξενικών ειδών ή ο κατακερματισμός των ενδιαιτημάτων (IPCC, 2014).

3.2.7 ΕΞΑΦΑΝΙΣΕΙΣ ΕΙΔΩΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ

Εξαφανίσεις ειδών παγκοσμίως, πολλές εκ των οποίων οφείλονται σε ανθρώπινες δραστηριότητες, παρατηρούνται σε μεγάλα ποσοστά που τείνουν να ξεπεράσουν τα όρια των παρατηρούμενων φυσικών ποσοστών εξαφάνισης απολιθωμάτων (Barnosky et al., 2011). Ωστόσο, στο σύνολο των ειδών δεν είναι σίγουρο ότι τα ποσοστά εξαφάνισης έχουν αυξηθεί τις τελευταίες δεκαετίες (IPCC, 2014). Οι περισσότερες εξαφανίσεις ειδών τις τελευταίες δεκαετίες οφείλονται στην απώλεια ενδιαιτημάτων, στην υπερεκμετάλλευση, στη ρύπανση και στα χωροκατακτητικά είδη (Αξιολόγηση της Χιλιετίας 2005). Σύμφωνα με την Ένωση Διατήρησης της Φύσης (IUCN), από τις οκτακόσιες εξαφανίσεις ειδών παγκοσμίως είκοσι σχετίζονται με τις αλλαγές του κλίματος.

Τα μαλάκια, ειδικότερα αυτά του γλυκού νερού, παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ποσοστό εξαφάνισης όλων των ομάδων ειδών. Οι εξαφανίσεις αυτές, όμως, οφείλονται κυρίως στην αλλαγή ενδιαιτημάτων, στη ρύπανση και τα χωροκατακτητικά είδη και όχι τόσο σε κλιματικούς παράγοντες (Chiba et al., 2011). Τα ψάρια του γλυκού νερού παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ρυθμό εξαφάνισης όλων των σπονδυλωτών, αλλά και εκεί δεν υπάρχουν μεγάλες συσχετίσεις με την αλλαγή του κλίματος (Cahill et al., 2013). Αντίθετα, οι κλιματικές αλλαγές έχουν αποδειχθεί ως ένας από τους βασικούς

παράγοντες εξαφάνισης των αμφιβίων. Έχουν παρατηρηθεί πάνω από εκατόν εξήντα εξαφανίσεις αμφιβίων κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων δεκαετιών, πολλών εκ των οποίων στην Κεντρική Αμερική (Kiesecker, 2011). Η αλληλεπίδραση των πιέσεων της κλιματικής αλλαγής σε συνδυασμό με τις πιέσεις μη κλιματικών παραγόντων αποτελούν τη μεγαλύτερη απειλή για όλα τα είδη. Συνολικά, δεν μπορεί να αποδοθεί η εξαφάνιση ειδών αποκλειστικά στην κλιματική αλλαγή, διότι προς το παρόν δεν έχει αποδειχθεί κάτι τέτοιο.

3.2.8 ΔΑΣΙΚΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Μία ευρεία κατηγορία των χερσαίων/θαλάσσιων οικοσυστημάτων αποτελούν τα δασικά οικοσυστήματα. Δίνεται ιδιαίτερη έμφαση σε αυτά τα οικοσυστήματα, διότι παρουσιάζουν υψηλή έκθεση σε κλιματικές αλλαγές και ενδεχόμενες αλλαγές στη συνολική λειτουργία τους. Τα δάση αποτελούν ενδιαίτημα ενός μεγάλου ποσοστού των χερσαίων ειδών ζώων και φυτών του πλανήτη με υψηλές συγκεντρώσεις και επίπεδα ενδημισμού σε τροπικές περιοχές (Gibson et al., 2011). Για το λόγο αυτό, κρίνεται σκόπιμη η εξέταση των δασικών οικοσυστημάτων, όσον αφορά τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη βιοποικιλότητα, ξεχωριστά από αυτήν των χερσαίων οικοσυστημάτων.

Οι αλλαγές του κλίματος ενδέχεται να επηρεάσουν τη σύνθεση, τη δομή και τη λειτουργία των δασικών οικοσυστημάτων, όπως για παράδειγμα το δάσος του Αμαζονίου οδηγώντας σε σημαντικές πρόσθετες κλιματικές αλλαγές.

ΑΥΞΗΣΗ ΕΥΠΑΘΕΙΑΣ

Τα δασικά οικοσυστήματα είναι ευάλωτα σε αυξήσεις της θερμοκρασίας και σε ξηρασίες που προκαλούνται από την κλιματική αλλαγή. Το μεγαλύτερο ποσοστό των επιζώντων ειδών δέντρων λειτουργούν με οριακή διάθεση νερού, γεγονός που δείχνει ότι η ευπάθεια στην ξηρασία και τη θερμοκρασία δεν περιορίζεται σε άγονα και ημι-ξηρά δάση. Ακόμα ο χρόνος που χρειάζονται οι κοινότητες των φυτών και ζώων να επανέλθουν μετά από μία ξηρασία είναι σε μεγάλο βαθμό άγνωστος. Ενδείξεις δείχνουν ότι ο χρόνος ανάκαμψης των ειδών μετά από ξηρασία μπορεί να είναι μεγαλύτερος από τα διαστήματα επιστροφής της ξηρασίας, οδηγώντας σε «σύνθεση» επιπτώσεων πολλαπλών ξηρασιών (Saatchi et al., 2013). Η προβλεπόμενη αύξηση της θερμοκρασίας αναμένεται να διευκολύνει την εξάπλωση επιβλαβών οργανισμών προς τους πόλους και σε υψόμετρο, κάτι που μπορεί να προκαλέσει ή να συμβάλει σε

θνησιμότητα των δέντρων Δεν είναι σίγουρο εάν η κλιματική αλλαγή θα αυξήσει ή θα μειώσει τη συχνότητα των πυρκαγιών σε επιμέρους τοποθεσίες. Οι αρρώστιες λόγω κλιματικών αλλαγών και η εμφάνιση αφθονίας εντόμων θα μπορούσε να αυξήσει την ευαισθησία των δασών στις πυρκαγιές (IPCC, 2014).

Ο άνθρακας που λαμβάνεται από τα υγιή δάση φαίνεται να έχει σταθεροποιηθεί σε σύγκριση με τη δεκαετία του 1990 (Pan et al., 2011). Όμως, είναι πιθανό οι αυξανόμενες θερμοκρασίες, η ξηρασία και οι πυρκαγιές να οδηγήσουν στο να γίνουν τα δάση μία αδύναμη δεξαμενή ή μία καθαρή πηγή άνθρακα πριν το τέλος του αιώνα. Οι παράγοντες που επηρεάζουν τα δάση ως δεξαμενή άνθρακα ποικίλουν από περιοχή σε περιοχή και περιλαμβάνουν την ανανέωση των δασών, την τόνωση της δέσμευσης άνθρακα με την κλιματική αλλαγή, τις αυξημένες ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα και την εναπόθεση αζώτου (Pan et al., 2011).

Η αύξηση της παραγωγικότητας των αρκτικών δασών είναι πιθανό να αυξηθεί λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας. Πολλές περιοχές αρκτικών δασών, αντίθετα, έχουν παρουσιάσει μείωση της παραγωγικότητας. Από μελέτες των δακτυλίων των κορμών των δέντρων έχει επιβεβαιωθεί η μείωση της παραγωγικότητας λόγω αύξησης της θερμοκρασίας. Αντίθετα, η παραγωγικότητα έχει αυξηθεί σε οικοτόνους αρκτικών δασών-δασών τούνδρας. Η αύξηση θερμοκρασίας και ξηρασίας, σε συνδυασμό με τις μειώσεις της παραγωγικότητας, την ενόχληση από έντομα και τη θνησιμότητα των δέντρων, ευνοούν τον κίνδυνο πυρκαγιών.

ΑΥΞΗΣΗ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΔΕΝΤΡΩΝ /ΑΦΑΝΙΣΜΟΣ ΔΑΣΩΝ

Η αύξηση θνησιμότητας δέντρων παρατηρείται σε πολλά μέρη σε όλο τον κόσμο, και σε πολλά μέρη αποδίδεται στην αλλαγή του κλίματος. Σε κάποιες περιοχές το φαινόμενο είναι αρκετά έντονο με αποτέλεσμα τον αυξημένο κίνδυνο μαρασμού των δασών. Ωστόσο, λείπουν δεδομένα από πολλές περιοχές για προκύψει μία παγκόσμια τάση. Η μακροπρόθεσμη αύξηση θνησιμότητας των δέντρων, που συνδέεται με αυξήσεις στη θερμοκρασία και την ξηρασία, έχουν τεκμηριωθεί σε αρκτικά και εύκρατα δάση στη Βόρεια Αμερική (Peng et al., 2011). Αυξημένα επίπεδα θνησιμότητα έχουν παρατηρηθεί σε πολλά τροπικά δάση και στην Ευρώπη.

Η θνησιμότητα των δέντρων και ο ενδεχόμενος μαρασμός των δασών έχει πολύ σημαντικά αντίκτυπα στο περιβάλλον και τον άνθρωπο. Περιπτώσεις εκτεταμένου

μαρασμού δασών έχει παρατηρηθεί σε πολλούς τύπους βλάστησης, ειδικότερα στη δυτική Βόρεια Αμερική, την Αυστραλία και τη Νότια Ευρώπη (Carnicer et al, 2011).

Οι επιπτώσεις στην παραγωγή ξυλείας, τη διαθεσιμότητα του νερού, την αναψυχή, τις οικονομικές δραστηριότητες, αλλά και στη βιοποικιλότητα, είναι μεγάλες. Για παράδειγμα στις δυτικές και ψυχρές περιοχές της Βορείου Αμερικής, παρατηρείται θνησιμότητα των δέντρων τις τελευταίες δεκαετίες και οφείλονται ως επί το πλείστον στις επιδράσεις της υψηλής θερμοκρασίας και της ξηρασίας ή στις αλλαγές στην κατανομή και αφθονία επιβλαβών εντόμων που σχετίζονται εν μέρει με την αύξηση της θερμοκρασίας (Peng et al., 2011).

Η θνησιμότητα των δέντρων, η οποία συνδέεται άμεσα και με αφανισμό των δασών, είναι πολύ πιθανό να ενταθεί σε πολλές περιοχές. Προηγούμενες προβλέψεις αυξημένης ανάπτυξης των δέντρων και ενισχυμένης δέσμευσης άνθρακα από τα δάση λόγω της αυξανόμενης διάρκειας εποχών, αυξημένης συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα και εναπόθεσης αζώτου στην ατμόσφαιρα πρέπει να αντισταθμιστούν από τις παρατηρήσεις και προβλέψεις της αύξησης της θνησιμότητας των δέντρων και της απώλειας των δασών εξαιτίας των πυρκαγιών και των επιβλαβών οργανισμών (IPCC, 2014).

Επιπλέον, οι επιπτώσεις στην παροχή ξυλείας και άλλων προϊόντων που παράγονται από ξύλο προβλέπεται να είναι ιδιαιτέρως μεταβλητές μεταξύ περιοχών και προϊόντων εξαρτώμενες από την ισορροπία των θετικών έναντι των αρνητικών επιδράσεων της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής.

Η ανάπτυξη των δέντρων σε πολλές περιοχές είναι πολύ πιθανό να έχει επηρεαστεί από την αυξανόμενη θερμοκρασία του πλανήτη και τις αυξανόμενες συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα. Η αύξηση της θερμοκρασίας και οι αλλαγές στην καθίζηση αυξάνουν τη θνησιμότητα των δέντρων σε ένα ευρύ φάσμα των δασικών οικοσυστημάτων (Silva et al., 2013). Οι πιέσεις που δέχονται τα οικοσυστήματα από τη θερμοκρασία, την ξηρασία, την εμφάνιση επιβλαβών οργανισμών (παράσιτα) και ένα ευρύ φάσμα άλλων έμμεσων μηχανισμών έχουν αντίκτυπο στα δασικά οικοσυστήματα. Μία παγκόσμια συνεκτική διαπίστωση όσον αφορά τη θνησιμότητα των δέντρων είναι δύσκολο να γίνει, λόγω της έλλειψης μακροχρόνιων παρατηρήσεων σε πολλές περιοχές και η θνησιμότητα είναι δύσκολο να αποδοθεί στην κλιματική αλλαγή λόγω της πολυπλοκότητας των μηχανισμών που μεσολαβούν για τη θνησιμότητα των δέντρων.

Οι διαταραχές στα δασικά οικοσυστήματα λόγω της κλιματικής αλλαγής προκαλούνται από τη θνησιμότητα των δέντρων και τις πυρκαγιές στα τροπικά δάση και στις περιοχές χαμηλού γεωγραφικού πλάτους των αρκτικών δασών, αλλά και από την εξάπλωση των αρκτικών δασών στην αρκτική τούνδρα (Good et al., 2011). Το μέλλον της αλληλεπίδρασης μεταξύ κλιματικής αλλαγής και δασών δεν είναι ξεκάθαρο. Για παράδειγμα, οι περισσότερες προβλέψεις υποδεικνύουν μετακίνηση των αρκτικών δασών προς τους πόλους σε δάση της τούνδρα, που συνοδεύεται από μία γενικότερη αλλαγή στη σύνθεση προς λειτουργικούς τύπους πιο εύκρατων φυτών (πχ αιθαλή με φύλλο βελόνα αντικαθίστανται από φυλλοβόλα πλατύφυλλα). Εάν συμβούν μετακινήσεις θα βάλουν σε κίνδυνο τη δεξαμενή άνθρακα των αρκτικών δασών.

Το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής εντείνεται από τις αυξημένες πιέσεις για νέες καλλιέργειες και βοσκοτόπους, οι οποίες συνεχίζουν να υφίστανται και να οδηγούν σε αποψίλωση τροπικών δασών (Nepstad et al., 2013). Η αποψίλωση δασών έχει μειωθεί την τελευταία δεκαετία. Σημαντικές μειώσεις έχουν γίνει σε τροπικά δάση, όπως στο τροπικό δάσος του Αμαζονίου στη Βραζιλία, όπου τα ποσοστά αποψίλωσης μειώθηκαν ραγδαία μετά την κορύφωση τους το 2005 (IPCC, 2014). Ο άνθρακας που προσλαμβάνουν δάση, τα οποία είναι άθικτα και συνεχώς ανανεώνονται, αντισταθμίζεται από την απελευθέρωση άνθρακα από τις αλλαγές χρήσεων γης και συγκεκριμένα από την αποψίλωση και υποβάθμιση των δασών που σχετίζονται με την υλοτομία και τις πυρκαγιές.

Ο αφανισμός των δασών επηρεάζει τη σύνθεση και τη δομή των ειδών, ενώ σε μερικές περιπτώσεις οδηγεί σε μείωση της ποικιλίας των ειδών των φυτών και σε αυξημένο κίνδυνο εισβολής ξενικών ειδών (Anderegg et al., 2012). Ακόμα, ο εκτεταμένος μαρασμός των δασών δημιουργεί πολλαπλές αλληλεπιδράσεις μεταξύ βιόσφαιρας ατμόσφαιρας, ενώ θα μπορούσε να παίξει σημαντικό ρόλο σε μελλοντικές ανατροφοδοτήσεις του κύκλου του άνθρακα μέσω πολύπλοκων επιπτώσεων στις βιοφυσικές ιδιότητες των δασών και τους βιογεωχημικούς κύκλους (Anderson et al., 2011). Παρ' όλα αυτά, υπάρχουν επιφυλάξεις για την απώλεια των δασών παγκοσμίως λόγω κλιματικών αλλαγών.

3.3 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Τα θαλάσσια και παράκτια οικοσυστήματα επηρεάζονται σημαντικά από τις ανεξέλεγκτες και επιβλαβείς για αυτά ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως η παράκτια ανάπτυξη, ο τουρισμός, η κάθαρση της γης, η ρύπανση και η υπερεκμετάλλευση μερικών ειδών. Οι δραστηριότητες αυτές οδηγούν σε υποβάθμιση των κοραλλιογενών υφάλων, των μαγγρόβιων, της θαλάσσιας βλάστησης, των παράκτιων υγροτόπων και των παραλιακών οικοσυστημάτων. Η κλιματική αλλαγή αναμένεται να επηρεάσει τα φυσικά, βιολογικά και βιογεωχημικά χαρακτηριστικά των ωκεανών και των ακτών σε διαφορετικές κλίμακες χώρου και χρόνου επηρεάζοντας τη δομή και τη λειτουργία τους και έτσι να ασκήσει ανατροφοδοτήσεις στο κλιματικό σύστημα (IPCC, 2014).

Οι παράκτιες περιοχές και οι περιοχές χαμηλού υψομέτρου κινδυνεύουν από βυθίσεις, πλημμύρες και διάβρωση καθ' όλη τη διάρκεια του 21^{ου} αιώνα, λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας και της ανόδου της στάθμης της θάλασσας. Ο πληθυσμός και οι πόροι των παράκτιων οικοσυστημάτων θα εκτεθούν σε κίνδυνο, καθώς οι κλιματικές αλλαγές σε συνδυασμό με τις ανθρωπογενείς πιέσεις σε αυτά αυξάνονται τις επόμενες δεκαετίες.

3.3.1 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟΥΣ ΚΟΡΑΛΛΙΟΓΕΝΕΙΣ ΥΦΑΛΟΥΣ

Ο συνδυασμός κλιματικών, αλλά και μη κλιματικών παραγόντων, που επηρεάζουν τους κοραλλιογενείς υφάλους θα διαβρώσουν τους οικοτόπους, θα επεκτείνουν την ακτογραμμή με τα κύματα και τις καταιγίδες και θα υποβαθμίσουν σημαντικά περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά. Οι κοραλλιογενείς ύφαλοι θα επηρεαστούν ανεπανόρθωτα εάν η θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας αυξηθεί περισσότερο από 1 °C πάνω από το εποχιακό ανώτατο όριο. Η λεύκανση των κοραλλιογενών υφάλων είναι πιθανό να επεκταθεί ευρέως μέχρι το 2100, καθώς η θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας αναμένεται να αυξηθεί τουλάχιστον κατά 1 με 2 °C. Βραχυπρόθεσμα, εάν η θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας αυξηθεί πάνω από 3°C και αν αυτή η αύξηση διαρκέσει για αρκετούς μήνες είναι πιθανό να οδηγήσει σε εκτεταμένη θνησιμότητα των κοραλλιών. Επιπλέον, μία αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα και επομένως και στους ωκεανούς, θα επιδρούσε αρνητικά στην ικανότητα των φυτών και των ζώων των υφάλων να δημιουργούν ασβεστολιθικούς σκελετούς (ασβεστοποίηση υφάλων), οι οποίοι είναι απαραίτητοι για τη δημιουργία και διατήρηση των υφάλων. Ο διπλασιασμός της συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα θα μπορούσε να μειώσει την ασβεστοποίηση

των υφάλων και την ικανότητα των κοραλλιών να αναπτυχθούν κάθετα και να συμβαδίζουν με την άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Η συνολική επίπτωση της αύξησης της θερμοκρασίας της επιφάνειας της θάλασσας και της αυξημένης συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα θα μπορούσε να οδηγήσει σε μείωση της ποικιλότητας των ειδών στους κοραλλιογενείς υφάλους και σε πιο συχνή εμφάνιση παράσιτων και ασθενειών στο σύστημα των υφάλων. Οι επιδράσεις της μείωσης της παραγωγικότητας των οικοσυστημάτων των υφάλων στα πτηνά και τα θαλάσσια θηλαστικά αναμένεται να είναι σημαντική.

3.3.2 ΕΙΣΒΟΛΗ ΑΛΜΥΡΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΑ ΓΛΥΚΑ ΝΕΡΑ

Επιπλέον, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας και άλλοι κλιματικοί παράγοντες μπορεί να επηρεάσουν μια σειρά από υδροτόπους του γλυκού νερού σε περιοχές χαμηλού υψομέτρου. Για παράδειγμα, σε τροπικές περιοχές, οι κοίτες πλημμυρών σε χαμηλά υψόμετρα και οι συναφείς βάλτοι θα μπορούσαν να αντικατασταθούν από ενδιαιτήματα αλμυρού νερού λόγω των συνδυασμένων δράσεων της αύξησης της στάθμης της θάλασσας, των πιο έντονων βροχοπτώσεων και μεγαλύτερων παλιρροϊκών κυμάτων και καταγίδων. Η εισβολή του αλμυρού νερού στους υδροφόρους ορίζοντες του γλυκού νερού θα αποτελέσει σημαντικό πρόβλημα.

3.3.3 ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ

Η επί του παρόντος διάβρωση των παράκτιων περιοχών αναμένεται να ενταθεί λόγω των κλιματικών αλλαγών και της αύξησης της στάθμης της θάλασσας. Η διάβρωση των ακτών, η οποία είναι ήδη πρόβλημα σε πολλές ακτογραμμές για άλλους λόγους από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, είναι πιθανό να επιδεινωθεί από την αύξηση της στάθμης της θάλασσας και να επηρεάσει δυσμενώς τη βιολογική ποικιλότητα των παράκτιων περιοχών. Η αύξηση της στάθμης της θάλασσας κατά ένα μέτρο προβλέπεται να προκαλέσει απώλεια χερσαίας μάζας σε νησιά ανά τον κόσμο, όπως τα νησιά Marshall και Tongatapu, με επιπτώσεις στη συνολική βιοποικιλότητα. Παρόμοιες διαδικασίες είναι πιθανό να επηρεάσουν ενδημικά είδη φυτών στην Cuba, είδη πτηνών που απειλούνται στη Hawaii και σε άλλα νησιά, και την απώλεια σημαντικών επικονιαστών (IPCC, 2002).

Παγκοσμίως, το 20% των παράκτιων υδροτόπων θα μπορούσε να χαθεί μέχρι το 2080 από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας με σημαντικές διαφοροποιήσεις ανά περιοχή. Αυτές οι απώλειες θα ενίσχυαν άλλες δυσμενείς τάσεις απώλειας παράκτιων υδροτόπων που προξενούνται κυρίως από άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες.

Οι επιπτώσεις της αύξησης της στάθμης της θάλασσας στα παράκτια οικοσυστήματα (π.χ. μαγγρόβια, έλη, θαλάσσια λιβάδια) ποικίλουν από περιοχή σε περιοχή και εξαρτώνται από τις διαδικασίες της διάβρωσης από τη θάλασσα και τις διαδικασίες απόθεσης από την ξηρά.

Η ικανότητα των μαγγρόβιων να προσαρμόζονται στην αύξηση της στάθμης της θάλασσας διαφέρει ανά περιοχή. Τα μαγγρόβια καταλαμβάνουν μία μεταβατική ζώνη ανάμεσα σε ξηρά και θάλασσα που υπόκειται σε διαδικασίες διάβρωσης από τη θάλασσα και τις διαδικασίες απόθεσης από την ξηρά. Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα μαγγρόβια θα είναι η συνάρτηση της αλληλεπίδρασης μεταξύ αυτών των διαδικασιών και της ανόδου της στάθμης της θάλασσας. Για παράδειγμα, τα μαγγρόβια που βρίσκονται σε παράκτιες περιοχές χαμηλού υψομέτρου, όπου τα φορτία καθίζησης είναι υψηλά και οι διαδικασίες διάβρωσης είναι χαμηλές, ίσως είναι περισσότερο ικανά να ανταποκριθούν στην αύξηση της στάθμης της θάλασσας επειδή τα ιζήματα που κατατίθενται θα δημιουργήσουν ένα καινούριο οικότοπο για να αποικίσουν τα μαγγρόβια. Στις περιπτώσεις όπου τα μαγγρόβια δεν μπορούν να μεταναστεύσουν εσωτερικά λόγω της ανόδου της στάθμης της θάλασσας είναι πιθανό να υπάρξει κατάρρευση του συστήματος.

Σε μερικές περιοχές, το σημερινό ποσοστό κέρδους ανάδειξης βάλτων δεν είναι επαρκές για να αντισταθμίσει τη σχετική άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Η ανταπόκριση των παλιρροϊκών ελών (βάλτων) στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας επηρεάζεται από την προσφορά ιζημάτων και το περιβάλλον της ακτής από πίσω. Γενικά, η προσαύξηση του παλιρροϊκού βάλτου καταγράφει την άνοδο της στάθμης της θάλασσας και τις διακυμάνσεις στο ρυθμό αύξησης της στάθμης της θάλασσας, αλλά το μέγιστο βιώσιμο ποσοστό προσαύξησης είναι μεταβλητό. Σε περιοχές όπου η παροχή ιζήματος είναι χαμηλή ή το περιβάλλον περιέχει μία σταθερή υποδομή, η διάβρωση του βάλτου μπορεί να συμβεί από κοινού με την άνοδο της στάθμης της θάλασσας προκαλώντας μία σημαντική απώλεια παράκτιων υγροτόπων.

Η διαθεσιμότητα των ιζημάτων, σε συνδυασμό με την αύξηση της θερμοκρασίας και το βάθος του νερού ως συνέπεια της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, θα έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στην παραγωγικότητα και τη φυσιολογική λειτουργία των θαλάσσιων λιβαδιών. Αυτό ενδέχεται να έχει αρνητικές συνέπειες στον πληθυσμό των ψαριών που εξαρτώνται από τη θαλάσσια βλάστηση. Τα δέλτα των ποταμών, τα οποία

επιδεινώνονται από τη χαμηλή παροχή ιζημάτων, τις καθιζήσεις και άλλες πιέσεις, θα είναι επιρρεπή σε πλημμύρες, ύφεση της ακτογραμμής και υποβάθμιση των υγροτόπων. Τα Δέλτα των ποταμών είναι πολύ ευαίσθητα στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας, η οποία θα επιδεινώσει τις αρνητικές επιδράσεις της ανθρωπογενούς μείωσης παροχής ιζημάτων, όπως στα Δέλτα του Έβρου, του Ινδού και του Νείλου. Η εξόρυξη των υπόγειων υδάτων μπορεί να οδηγήσει σε καθίζηση του εδάφους και σε σχετική άνοδο της στάθμης της θάλασσας, γεγονός που μπορεί να αυξήσει την ευπάθεια των Δέλτα, όπως προβλέπεται στην Ταϊλάνδη και την Κίνα. Όπου τα τοπικά επίπεδα καθίζησης και η άνοδος της στάθμης της θάλασσας δεν θα εξισορροπηθεί από τη συσσώρευση ιζημάτων θα κυριαρχήσουν οι πλημμύρες και θα οδηγήσουν σε σημαντική απώλεια γης στο εξωτερικό του δέλτα από τη διάβρωση του κύματος. Για παράδειγμα, με την άνοδο της στάθμης της θάλασσας αναμένεται να επηρεαστεί το δέλτα του Αμαζονίου.

3.4 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Οι αλλαγές της θερμοκρασίας έχουν επηρεάσει θα συνεχίζουν να επηρεάζουν τις κατανομές των ειδών, την αφθονία, την ποικιλομορφία, τις τροφικές αλληλεπιδράσεις, τα σύνολα των κοινοτήτων. Όλα αυτά γενικότερα ενέχουν κινδύνους εξαφάνισης των ειδών και αναταράξεις στη λειτουργία των θαλάσσιων οικοσυστημάτων. Οι οργανισμοί θα πρέπει να ανταποκριθούν στις αλλαγές που προκαλεί η θερμοκρασία, όπως η μείωση της κάλυψης πάγου, η στρωματοποίηση. Οι αλλαγές στη θερμοκρασία φαίνεται να επηρεάζουν περισσότερο τα θηλαστικά και τα θαλασσοπούλια. Η θερμοκρασία αλληλοεπιδρά και με άλλους παράγοντες, όπως η οξίνιση των ωκεανών. Ακόμα, τα αυξημένα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα στα θαλάσσια οικοσυστήματα, αναμένεται να επηρεάσουν τους θαλάσσιους οργανισμούς και να παρέμβουν σε οικολογικές και βιογεωχημικές διεργασίες στους ωκεανούς (IPCC, 2014).

3.4.1 ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Η μέση κατανομή της παραγωγικότητας των θαλάσσιων οικοσυστημάτων σε πολλές περιοχές θα μπορούσε να αλλάξει κατά τη διάρκεια του 21^{ου} αιώνα με τις προβλεπόμενες αλλαγές στη θερμοκρασία της επιφάνεια της θάλασσας, την ταχύτητα του ανέμου, την παροχή θρεπτικών συστατικών και το φως του ήλιου. Η αύξηση της συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα θα μειώσει το pH του θαλασσινού νερού. Η προσφορά θρεπτικών συστατικών στην επιφάνεια της θάλασσας θα μπορούσε να μειωθεί εάν η στρωματοποίηση των ωκεανών μειώσει την παροχή σημαντικών θρεπτικών συστατικών, τα οποία μεταφέρονται από τα βάθη του ωκεανού στην

επιφάνεια της θάλασσας. Σε περιοχές όπου υπάρχουν περιορισμένες ποσότητες θρεπτικών συστατικών στα βάθη των ωκεανών, η στρωματοποίηση μπορεί να μειώσει την παραγωγικότητα των θαλάσσιων οικοσυστημάτων και έτσι την αντοχή εξαγωγής άνθρακα με βιολογικές διαδικασίες. Σε περιοχές όπου το φως είναι περιορισμένο η στρωματοποίηση θα μπορούσε να αυξήσει την έκθεση φωτός των θαλάσσιων οργανισμών και έτσι να αυξήσει την παραγωγικότητα (Φερεντίνος, 2002).

3.4.2 ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΦΘΟΝΙΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ

Η κλιματική αλλαγή θα έχει θετικές και αρνητικές επιπτώσεις στην αφθονία και την κατανομή των θαλάσσιων ζώντων οργανισμών. Οι επιπτώσεις της αλιείας και της κλιματικής αλλαγής θα επηρεάσει τη δυναμική των ψαριών και των οστρακοειδών. Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα συστήματα των ωκεανών συμπεριλαμβάνει τη θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας που προκαλεί αλλαγές στη γεωγραφική κατανομή των ζώντων οργανισμών και στη σύνθεση της βιοποικιλότητας, ειδικότερα στα υψηλά γεωγραφικά πλάτη. Οι επιπτώσεις μπορεί να ποικίλουν ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των ειδών και της κοινότητας και τις ειδικές συνθήκες της εκάστοτε περιοχής (Bertrand et al., 2000). Ακόμα, δεν έχει προβλεφθεί πώς οι κλιματικές μεταβολές θα επηρεάσουν τη θερμή πύσινα στο δυτικό και κεντρικό Ειρηνικό αλλά εάν οι συνθήκες του φαινομένου του El Niño ενταθούν, τότε μπορεί μία ανατολική στροφή στο κέντρο της αφθονίας του ψαριού τόνου να γίνει πιο επίμονη. Η αύξηση της θερμοκρασίας στο βόρειο Ειρηνικό Ωκεανό θα αλλάξει την κατανομή του σολομού sockeye μεταφέροντας τους στην περιθωριακή θάλασσα του Ειρηνικού τη Βερίγγειο θάλασσα (IPCC, 2002).

3.4.3 ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΙΣ ΤΡΟΦΙΚΕΣ ΑΛΥΣΙΔΕΣ

Επιπροσθέτως, η κλιματική αλλαγή θα μπορούσε να επηρεάσει τις τροφικές αλυσίδες των θαλάσσιων οικοσυστημάτων, ιδίως εκείνες που περιλαμβάνουν θαλάσσια θηλαστικά. Για παράδειγμα, οι παρατεταμένες περίοδοι χωρίς πάγο στην Αρκτική θα μπορούσαν να παρατείνουν την κατάσταση νηστείας των πολικών αρκούδων και να επηρεάσουν τη διατροφική κατάσταση, την αναπαραγωγή και τελικά την αφθονία του πληθυσμού της φώκιας. Η μείωση της κάλυψης πάγου και η πρόσβαση σε φώκιες θα περιόριζε την επιτυχία κυνηγιού τους από τις πολικές αρκούδες και τις αλεπούδες, με αποτέλεσμα τη μείωση των πληθυσμών των αρκούδων και των αλεπούδων. Οι μειώσεις των θαλάσσιων πάγων στην Αρκτική και την Ανταρκτική θα μπορούσε να μεταβάλει τις εποχιακές κατανομές, τις γεωγραφικές ζώνες, την αναπαραγωγή, τη μετανάστευση

και τελικά την αφθονία των θαλάσσιων θηλαστικών. Τα θαλάσσια οικοσυστήματα μπορούν να επηρεαστούν από τους κλιματικούς παράγοντες και αυτές οι αλλαγές με τη σειρά τους να λειτουργήσουν ως πρόσθετες ανατροφοδοτήσεις στο κλιματικό σύστημα.

Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τα δάση. Η θερμοκρασία του αέρα, η ηλιακή ακτινοβολία, οι βροχοπτώσεις και οι συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα είναι βασικοί παράγοντες της παραγωγικότητας και της δυναμικής των δασών. Από την άλλη, τα δάση βοηθούν στη ρύθμιση του κλίματος μέσω των τεράστιων ποσοτήτων άνθρακα που μπορούν να αφαιρέσουν ή να απελευθερώσουν στην ατμόσφαιρα, μέσω της απορρόφησης ή αντανάκλασης της ηλιακής ακτινοβολίας, μέσω της ψύξης διαμέσου της εξατμισοδιαπνοής (συνολική διεργασία μεταφοράς νερού στην ατμόσφαιρα) και μέσω της παραγωγής αερολυμάτων σε μορφή σύννεφων.

3.4.4 ΑΥΞΗΣΗ ΕΥΠΑΘΕΙΑΣ

Οι αλλαγές του κλίματος οδηγούν σε γρήγορες αλλαγές του περιβάλλοντος με αποτέλεσμα τα διάφορα είδη να μην μπορούν να προσαρμοστούν σε αυτές. Η μη προσαρμοστικότητα τους στις περιβαλλοντικές αλλαγές αυξάνει τον κίνδυνο εξαφάνισης τους. Ακόμα και τα είδη που θεωρητικά ίσως θα μπορούσαν να ανεχθούν ως ένα βαθμό αυτές τις αλλαγές, σίγουρα αναμένεται να μειωθούν, καθώς το οικοσύστημα από το οποίο εξαρτώνται καταρρέει. Οι ωκεανοί γίνονται όλο και πιο στρωματοποιημένοι και λιγότερο παραγωγικοί. Η απώλεια της παραγωγικότητας των ωκεανών θα είναι καταστροφική για το 20% του πληθυσμού, που η διατροφή τους στηρίζεται στις θάλασσες. Ακόμα οι καλλιέργειες δεν θα αποδίδουν τακτικά, ειδικότερα σε περιοχές που βρίσκονται σε χαμηλότερα γεωγραφικά πλάτη, όπου υπάρχουν περιορισμένα εφόδια. Αυτή η δυσμενής κατάσταση θα μπορούσε να διαρκέσει πολλές χιλιάδες χρόνια, καθώς οι γεωλογικές διαδικασίες σιγά σιγά ανταποκρίνονται στις ανισορροπίες, που δημιουργούνται από τις δεξαμενές απελευθέρωσης άνθρακα. Το χρονικό διάστημα για την αποκατάσταση της βιοποικιλότητας, με όλα όσα αυτή προσφέρει στον άνθρωπο, θα είναι ακόμα μεγαλύτερο (McNutt, 2013).

3.4.5 ΟΞΙΝΙΣΗ ΤΩΝ ΩΚΕΑΝΩΝ

Η οξίνιση των ωκεανών, η οποία οφείλεται στις αυξημένες συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, συνεχώς αυξάνεται και θα έχει σοβαρές επιπτώσεις στα θαλάσσια οικοσυστήματα. Το διοξείδιο του άνθρακα απορροφάται από τους ωκεανούς, με αποτέλεσμα η μεγαλύτερη απελευθέρωση διοξειδίου του άνθρακα να οδηγεί και σε μεγαλύτερη απορρόφηση του από τους ωκεανούς. Οι ωκεανοί γίνονται πιο όξινοι και

δεκάδες χιλιάδες θαλάσσια είδη δημιουργούν τα κελύφη και τους σκελετούς τους από ανθρακικό ασβέστιο. Όσο πιο κρύο και όξινο είναι το νερό τόσο πιο δύσκολο είναι για τα θαλάσσια είδη να ενεργοποιήσουν ανθρακικό ασβέστιο. Οι οργανισμοί αυτοί λοιπόν, εξαρτώνται από την ισορροπία του ανθρακικού ασβεστίου. Τέτοιοι οργανισμοί είναι μεταξύ άλλων τα κοράλλια, η γιγάντια αχιβάδα και οι λιλιπούτσιοι πλαγκτονικοί οργανισμοί που υπάρχουν στη θαλάσσια τροφική αλυσίδα σε αφθονία. Ήδη παρατηρούνται αλλαγές στη βάση των τροφικών αλυσίδων ανοιχτά της Αλάσκας και στο βόρειο Ατλαντικό (Lovejoy, 2009).

Πέρα από τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, οι κλιματικές αλλαγές στον πλανήτη Γη θα έχουν και άλλες επιπτώσεις, όπως ευτροφισμό, ρύπανση του αέρα και των υδάτων, μαζική αλλαγή της γης και άλλες πολλές επιπτώσεις, οι οποίες θα αλληλοεπιδράσουν και θα οδηγήσουν σε συσσώρευση επιδράσεων, συμπεριλαμβανομένης και της βιοποικιλότητας (McNutt, 2013).

4. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΗΣ ΑΕΙΦΟΡΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Ο μετριασμός των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής ορίζεται ως μία ανθρωπογενής παρέμβαση με σκοπό τη μείωση των πηγών ή την ενίσχυση των δεξαμενών αερίων του θερμοκηπίου. Οι δράσεις που μειώνουν τις καθαρές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μειώνουν το προβλεπόμενο μέγεθος και ρυθμό της κλιματικής αλλαγής και ως εκ τούτου την πίεση που ασκεί η κλιματική αλλαγή στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον. Οι δράσεις για το μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής αναμένεται να καθυστερήσουν και να μειώσουν τις βλάβες από την κλιματική αλλαγή, παρέχοντας περιβαλλοντικά και κοινωνικό-οικονομικά οφέλη, συμπεριλαμβανομένης της βιοποικιλότητας. Ορισμένες δραστηριότητες έχουν θετικές επιδράσεις στη βιοποικιλότητα, ενώ άλλες αρνητικές, ανεξάρτητα από τις επιδράσεις τους στο κλιματικό σύστημα.

Για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα θα πρέπει να κατανοηθούν οι σωρευτικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Παρόλο που το θερμικό μέγιστο Παλαιοκαίνου – Ηωκαίνου, περίπου 55 χρόνια πριν, είναι η χρονική περίοδος που θεωρείται μία λογική αναλογία σε ένα μέλλον υψηλότερου διοξειδίου του άνθρακα, ο πλανήτης δεν αντιμετώπισε αυτούς τους άλλους πειστικούς παράγοντες και την κλιματική αλλαγή

ταυτόχρονα. Έτσι, τα διάφορα χερσαία είδη, που μπορούν να ανταπεξέλθουν μόνα τους σε ένα αντίκτυπο της κλιματικής αλλαγής, ίσως να αντιμετωπίσουν την απειλή της εξαφάνισης εάν μειωθεί ένα μέρος της φυσικής τους κατανομής μέσω της αποψίλωσης των δασών και την κατάτμηση των ενδιαιτημάτων. Τα θαλάσσια είδη που είναι ελαφρώς ευαίσθητα στην οξίνιση των ωκεανών μπορεί να μην είναι σε θέση να ανεχθούν αυτή την κατάσταση καθώς και τα χαμηλά επίπεδα οξυγόνου (McNutt, 2013).

Μερικές φορές η επιστήμη των σωρευτικών επιπτώσεων είναι πολύ απλή. Για παράδειγμα, η σύνδεση οικοτόπων για να παρέχουν μεταναστευτικούς άξονες ως αποτέλεσμα της αύξησης της στάθμης της θάλασσας που προκαλούν οι κλιματικές αλλαγές. Η αντιμετώπιση των σωρευτικών διαστάσεων αποτελούν προτεραιότητα για να βρεθούν ζωτικές λύσεις στην πραγματική περιβαλλοντική κρίση των επόμενων δεκαετιών. Η συμβολή των επιστημόνων σε αυτό θα είναι καθοριστική (McNutt, 2013).

Για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στη βιοποικιλότητα απαιτείται η δέσμευση και η αποφυγή εκπομπών άνθρακα από τις δραστηριότητες διαχείρισης της γης, η αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας, η χρήση ενεργειακών συστημάτων χαμηλών σε άνθρακα ή ενεργειακών συστημάτων χωρίς άνθρακα, συμπεριλαμβανομένων ενέργειας βιομάζας, ηλιακής ενέργειας, αιολικής ενέργειας, υδροηλεκτρικής ενέργειας, και η βιολογική πρόσληψη άνθρακα στους ωκεανούς.

Οι δασικές εκτάσεις, οι αγροτικές εκτάσεις και άλλα χερσαία οικοσυστήματα αποτελούν σημαντικές δεξαμενές άνθρακα στα πλαίσια μετριασμού της κλιματικής αλλαγής. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω των αλλαγών των χρήσεων γης, την αποφυγή της αποψίλωσης των δασών και τη σωστή διαχείριση των γεωργικών και δασικών εκτάσεων και των βοσκοτόπων (IPCC, 2007). Η παραγωγή αντισταθμιστικών οφελών θα πρέπει να τοποθετηθεί στο πλαίσιο των πολλών αγαθών και υπηρεσιών που παράγουν τα οικοσυστήματα. Η ζήτηση για αγαθά και υπηρεσίες ασκεί πίεση στη βιοποικιλότητα. Τα αντισταθμιστικά οφέλη των αερίων του θερμοκηπίου μπορούν να ανταγωνιστούν ή να συμπληρώσουν τις χρήσεις άλλων οικοσυστημάτων και τη διατήρηση της βιοποικιλότητας.

Ακόμα, οι κατάλληλες στρατηγικές διαχείρισης που απαιτούνται για το μετριασμό των μακροπρόθεσμων ή μη αναστρέψιμων απωλειών των υπηρεσιών των οικοσυστημάτων λόγω των κλιματικών μεταβολών είναι απαραίτητες. Η ευαισθησία των αλλαγών των

τοπικών οικοσυστημάτων πέραν των κατώτατων ορίων συνεχώς διερευνάται και τα αποτελέσματα αυτών συνεχώς ανανεώνονται από τους επιστήμονες. Τα αποτελέσματα αυτά χρησιμοποιούνται για το σχεδιασμό στόχων πολιτικής από τους ιθύνοντες και τη δημιουργία μέτρων αντιμετώπισης από τους εμπλεκόμενους φορείς.

4.2 ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ

4.2.1 ΜΕΙΩΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής θα πρέπει να μειωθούν ή ακόμα και να μηδενιστούν, εάν είναι δυνατό, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Με τον τρόπο αυτό θα επιτευχθεί η σταθεροποίηση του κλίματος του πλανήτη και για αυτό η ενέργεια αυτή αποτελεί αναγκαία προϋπόθεση (Ινστιτούτο Worldwatch, 2009).

Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα είναι αποτέλεσμα των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Η διάκριση μεταξύ των φυσικών και ανθρωπογενών εκπομπών αερίων προκύπτει από τις παρατηρούμενες αλλαγές χρήσεων γης μέσω κυρίως της γεωργίας και της δασοκομίας. (IPCC, 2006). Η κλιματική αλλαγή θα συνεχιστεί σε κάποιο βαθμό, καθώς ορισμένα αέρια του θερμοκηπίου παραμένουν στην ατμόσφαιρα για μεγάλο χρονικό διάστημα και οι ωκεανοί λειτουργούν ως τεράστιες δεξαμενές θερμότητας. Μαθαίνουμε επομένως να προσαρμοζόμαστε σε κάποιον βαθμό κλιματικής αλλαγής (http://ec.europa.eu/environment/index_en.htm).

Μέσα στους στόχους της στρατηγικής «Ευρώπη 2020», η οποία εγκρίθηκε από το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο στις 17 Ιουνίου του 2010, είναι η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και η ενεργειακή βιωσιμότητα μέχρι το 2020. Συγκεκριμένα, προβλέπεται μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 20% (ή και 30%, εφόσον οι συνθήκες το επιτρέπουν) σε σχέση με το 1990, εξασφάλιση του 20% της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και αύξηση κατά 20% της ενεργειακής απόδοσης. (<http://ec.europa.eu/environment/basics/green-economy/>).

Ο στόχος της Σύμβασης-Πλαισίου των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (UNFCCC) είναι η σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου (GHG) στην ατμόσφαιρα σε ένα επίπεδο που θα αποτρέψει και θα μειώσει τις επικίνδυνες ανθρωπογενείς παρεμβάσεις στο κλιματικό σύστημα. Η ικανότητα της διεθνούς κοινότητας για την επίτευξη αυτού του στόχου εξαρτάται από την ακριβή γνώση των τάσεων των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, καθώς και της συλλογικής

ικανότητάς μας να αλλάξουμε αυτές τις τάσεις. Η Διάσκεψη των Μερών (The Conference of the Parties) με την απόφαση 24 / CP.19, ενέκρινε τις «Κατευθυντήριες γραμμές για την προετοιμασία των εθνικών ανακοινώσεων των μερών που περιλαμβάνονται στο παράρτημα I της Σύμβασης, Μέρος I: κατευθυντήριες γραμμές υποβολής εκθέσεων σχετικά με τα ετήσια αποθέματα αερίων του θερμοκηπίου.

Οι ετήσιες απογραφές εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και άλλων αερίων αποτελούν αναπόσπαστο εργαλείο στη χάραξη περιβαλλοντικής πολιτικής μιας χώρας, ενώ παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την εξέλιξη των εθνικών εκπομπών αναφορικά με ένα προεπιλεγμένο έτος βάσης. Στόχος είναι η συμμόρφωση σύμφωνα με τους στόχους του Πρωτοκόλλου του Κιότο (<http://www.eea.europa.eu/>).

Επιπλέον, η συνεισφορά στη διαδικασία παρακολούθησης των μέτρων που σχετίζονται με τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, και επομένως στην πρόληψη αυτών, είναι καθοριστική. Οι απογραφές των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου περιλαμβάνουν αναλυτικές πληροφορίες για το από που προέρχονται, όπως για παράδειγμα από την παραγωγή ενέργειας, τις μεταφορές, τις βιομηχανικές διεργασίες, τη χρήση διαλυτών και άλλων προϊόντων, τα απόβλητα, τις αλλαγές χρήσεων γης, τη γεωργία και τη δασοπονία. Στις ετήσιες εκθέσεις περιγράφονται οι μέθοδοι υπολογισμού των εκπομπών, παρουσιάζονται τα δεδομένα δραστηριότητας και οι συντελεστές εκπομπής που χρησιμοποιήθηκαν και υπολογίζεται η αβεβαιότητα κατά την εκτίμηση των εκπομπών. (www.ypeka.gr). Μία πλήρης έκθεση μίας χώρας για την εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου περιλαμβάνει ένα σύνολο συγκεκριμένων πινάκων, οι οποίοι περιέχουν όλα τα σχετικά αέρια, τις κατηγορίες και τα έτη και μία γραπτή αναφορά που τεκμηριώνει τις μεθοδολογίες και τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την τελική εκτίμηση. (IPCC, 2006). Σύμφωνα με τις κατευθυντήριες αρχές του IPCC 2006 για τις εθνικές απογραφές αερίων του θερμοκηπίου τα αέρια που εξετάζονται είναι:

- διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)
- μεθάνιο (CH₄)
- πρωτοξείδιο του αζώτου (N₂O)
- υδροφθοράνθρακες (HFCs)
- υπερφθοράνθρακες (PFCs)
- εξαφθοριούχο θείο (SF₆)

- τριφθοριούχο άζωτο (NF₃)
- πενταφθοριούχο τριφθορομεθύλιο θείου (SF₅CF₃)
- αλογονωμένοι αιθέρες (π.χ., C₄F₉OC₂H₅, CHF₂OCF₂OC₂F₄OCHF₂, CHF₂OCF₂OCHF₂)
- και άλλα αλογονανθράκες που δεν καλύπτονται από το πρωτόκολλο του Μόντρεαλ, συμπεριλαμβανομένων CF₃I, CH₂Br₂, CHCl₃, CH₃Cl, CH₂Cl₂.

Οι εκτιμήσεις για την εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου χωρίζονται στους τομείς της ενέργειας, των βιομηχανικών διεργασιών και χρήσης προϊόντων, της γεωργίας, δασοκομίας και άλλων χρήσεων γης, των αποβλήτων και άλλων (π.χ. έμμεσων εκπομπών από την εναπόθεση αζώτου από μη γεωργικές πηγές). Κάθε τομέας περιλαμβάνει επιμέρους κατηγορίες, όπως για παράδειγμα τις μεταφορές, αλλά και υποκατηγορίες, όπως τα αυτοκίνητα. Ένα εθνικό σύνολο υπολογισμού αερίων του θερμοκηπίου υπολογίζεται από τις εκπομπές και τις απορροφήσεις κάθε αερίου, με εξαίρεση τις εκπομπές από τη χρήση καυσίμων σε πλοία και αεροσκάφη που εμπλέκονται με διεθνείς μεταφορές και αναφέρονται ξεχωριστά. (Τσάλτας, 2009).

Διάσκεψη COP21 του ΟΗΕ για την Κλιματική Αλλαγή

Λόγω του γεγονότος ότι το Πρωτόκολλο του Κιότο περατώθηκε το 2012, κρίθηκε αναγκαία η Διάσκεψη COP-21 των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (21st Conference of Parties, 21ης Διάσκεψης των Μερών) το Δεκέμβρη του 2015 στο Παρίσι, στην οποία συμμετείχαν 195 κράτη που αποτελούν τα μέλη της Σύμβασης. Στόχος ήταν μία νέα παγκόσμια συμφωνία για το κλίμα περιορίζοντας την αύξηση της παγκόσμιας μέσης θερμοκρασίας της επιφάνειας κάτω από τους 2°C -σε σύγκριση με την προβιομηχανική εποχή- προκειμένου να αποφευχθούν οι πλέον επικίνδυνες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, η οποία θα τεθεί σε ισχύ μέχρι το 2020. Η κρισιμότητα της Διάσκεψης αυτής έγκειται στην ενίσχυση της διεθνούς συλλογικής δράσης και την επιτάχυνση της παγκόσμιας μετάβασης σε μια κοινωνία που έχει χαμηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και είναι ανθεκτική στην κλιματική αλλαγή.

Σύμφωνα με πρόσφατα πορίσματα της IPCC, για να μην αυξηθεί η παγκόσμια μέση θερμοκρασία της επιφάνειας πάνω από τους 2°C, οι παγκόσμιες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου θα πρέπει να φτάσουν στις υψηλότερες τιμές τους μέχρι το 2020 το αργότερο, να ελαττωθούν κατά 50% τουλάχιστον έως το 2050 σε σύγκριση με το 1990 και να είναι σχεδόν μηδενικές ή και χαμηλότερες έως το 2100. Τα κράτη μέλη της

υπέβαλαν τις εθνικά καθορισμένες προθέσεις συνεισφοράς τους στις 6 Μαρτίου 2015, με δεσμευτικό στόχο μείωσης τουλάχιστον κατά 40% των εγχώριων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου έως το 2030 σε σύγκριση με το 1990.

Η Συμφωνία του Παρισιού έχει ως στόχο το μετριασμό της κλιματικής αλλαγής, την παροχή δίκαιων, φιλόδοξων και ποσοτικών μετρήσιμων δεσμεύσεων μετριασμού από όλα τα συμβαλλόμενα μέρη, σύμφωνα με τις αρχές της UNFCCC εφαρμοζόμενες στο πλαίσιο διαφορετικών εθνικών συνθηκών και μεταβαλλόμενων οικονομικών δεδομένων και δυνατοτήτων. Ακόμη στα πλαίσια της Συμφωνίας, περιλαμβάνονται απλουστευμένες διαδικασίες για την ανανέωση και την προσαρμογή προς τα άνω των στόχων μετριασμού, καθεστώς συμμόρφωσης το οποίο προάγει την έγκαιρη και αποτελεσματική εφαρμογή και ευελιξία για τις χώρες που έχουν λιγότερες ικανότητες.

4.2.2 ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΠΟΡΩΝ

Η ορθολογική χρήση των πόρων αποτελεί προϋπόθεση υψίστης σημασίας στο πλαίσιο μιας κοινωνίας που θέλει να αναπτυχθεί με βάση την αρχή της αειφορίας. Η σωστή χρήση των πόρων θα μειώσει τις επιπτώσεις στο περιβάλλον. Είναι, λοιπόν, σημαντικό να μην γίνεται άσκοπη χρήση των φυσικών πόρων και να χρησιμοποιούμε όσο το δυνατόν λιγότερους πόρους. Με αποδοτικότερες διαδικασίες παραγωγής και καλύτερα συστήματα διαχείρισης του περιβάλλοντος μπορούν να μειωθούν σε μεγάλο βαθμό η ρύπανση και τα απόβλητα και να επιτευχθεί η εξοικονόμηση των πόρων, όπως του νερού, και ειδικότερα των πόρων που δεν ανανεώνονται. Η διαχείριση των πρώτων υλών, όπως το νερό, τα μεταλλεύματα και η ξυλεία θα πρέπει να γίνεται με όσο το δυνατόν αποδοτικότερο τρόπο, έτσι ώστε να αξιοποιούνται πλήρως αλλά και με σύνεση καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους μέχρι και την τελική τους απόρριψη. Η χρήση των πόρων με τους υπάρχοντες ρυθμούς αναμένεται μέχρι το 2050 να οδηγήσει σε συντήρηση ισοδύναμα δύο και πλέον πλανητών.

Ειδικότερα, στην ορθολογική χρήση των πόρων θα βοηθήσουν σημαντικά η ανακύκλωση, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, οι φιλικές προς το περιβάλλον βιομηχανίες και οι πράσινες τεχνολογίες (Δημαδάμα, 2008). Οι τομείς των ποτών και των τροφίμων, των κτιρίων και των μεταφορών είναι αυτοί οι τομείς που επιβαρύνουν περισσότερο την κατάσταση, καθώς γίνονται μεγάλες σπατάλες των πόρων από αυτούς. Για την επίτευξη της μεγαλύτερης αποδοτικότητας των πόρων θα πρέπει επιχειρήσεις και καταναλωτές να αλλάξουν τον τρόπο με τον οποίο παράγουν και καταναλώνουν. Οι

πολιτικές, η χρηματοδότηση, οι επενδύσεις, η έρευνα και η καινοτομία θα πρέπει να συγκλίνουν για την αποτελεσματική προστασία του περιβάλλοντος και της βιοποικιλότητας και επομένως τη ρύθμιση του κλίματος.

4.2.3 ΠΑΡΟΧΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΧΑΜΗΛΗ ΣΕ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΝΘΡΑΚΑ

Για την καταπολέμηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, σημαντικό ρόλο θα διαδραματίσουν η δημιουργία και η διάδοση νέων τεχνολογιών, των οποίων βασικό χαρακτηριστικό είναι η προστασία και διαφύλαξη του περιβάλλοντος μέσω της χρήσης ενέργειας που θα είναι καθαρή από άνθρακα. Οι τεχνολογίες αυτές θα μεγιστοποιούν την παραγωγή και τη χρήση ενέργειας, η οποία θα είναι καθαρή από άνθρακα. Σημαντικό είναι μέσω αυτών των τεχνολογιών να ελαχιστοποιείται το κόστος, αλλά και να είναι εύχρηστες. Η εύκολη χρήση των νέων τεχνολογιών είναι πολύ σημαντικό, δεδομένου ότι η ελκυστικότητα των καυσίμων που περιέχουν άνθρακα, πέραν της καλής τιμής τους, οφείλεται και στην ευκολία μεταφοράς, αποθήκευσης και χρήσης τους. Είναι σημαντικό να δοθούν κίνητρα για την ανάπτυξη τέτοιων «πράσινων τεχνολογιών» (Στασινός, 2013).

Σύμφωνα με μελέτη που διεξήχθη για το μετριασμό των εκπομπών άνθρακα σε επιχειρήσεις υψηλής έντασης άνθρακα, εντοπίστηκαν πέντε βασικές στρατηγικές. Η μελέτη αυτή αξιολόγησε τις σχέσεις μεταξύ δεκαεννέα πρακτικών και των αντίστοιχων στρατηγικών τους. Οι πέντε βασικές στρατηγικές που εντοπίστηκαν αφορούν την εμπορία των δικαιωμάτων των εκπομπών, τη μείωση της παραγωγής εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, τη μείωση των εκπομπών καύσης, εξωτερικά μέτρα και η μείωση της παραγωγής προϊόντων που δεν έχουν αναπτυχθεί ευρέως. Συμπληρωματικά μεταξύ των στρατηγικών που προαναφέρθηκαν είναι η εστίαση σε μία μεμονωμένη πολιτική κάθε φορά για το μετριασμό της κλιματικής αλλαγής και όχι στην ανάπτυξη πολλαπλών στρατηγικών ταυτόχρονα. Η αυστηρότητα στην πολιτική μετριασμού της κλιματικής αλλαγής φαίνεται να έχει θετική επίδραση στις εταιρικές προσπάθειες για τη μείωση των εκπομπών άνθρακα στην ατμόσφαιρα. (Simon et al., 2016)

Η μόνη στρατηγική από τις παραπάνω, που είναι ευρέως διαδεδομένη και αναπτύσσεται είναι η εμπορία των εκπομπών. Η εμπορία των δικαιωμάτων εκπομπών αποτελεί ένα σημαντικό μέρος της κοινοτικής στρατηγικής για την εφαρμογή των δεσμεύσεων της ΕΕ σε συνδυασμό και με άλλες πολιτικές και μέτρα. Σύμφωνα με την Οδηγία 2003/87/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 13ης Οκτωβρίου

2003 (L 275/ 25.10.03) για τη θέσπιση συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα και την τροποποίηση της οδηγίας 96/61/ΕΚ του Συμβουλίου, υιοθετεί το Κοινοτικό σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Απώτερος στόχος είναι να εκπληρωθεί αποτελεσματικά ο στόχος της Ευρωπαϊκής Κοινότητας και των κρατών-μελών της για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. (www.ypeka.gr).

Το κοινοτικό σύστημα εμπορίας ξεκίνησε την 1η Ιανουαρίου 2005 και κάλυπτε εκπομπές μόνο διοξειδίου του άνθρακα από μεγάλες σταθερές πηγές (εγκαταστάσεις που ανήκουν στις κατηγορίες δραστηριοτήτων που προσδιορίζονται στο Παράρτημα Ι της Οδηγίας). Η πρώτη φάση ολοκληρώθηκε το 2007 ενώ η δεύτερη αφορά την περίοδο 2008-2012. Η τρίτη φάση αφορά τα έτη 2013-2020 και περιλαμβάνει εκτός από τις σταθερές εγκαταστάσεις και τις αεροπορικές εταιρείες που εμπίπτουν στα κριτήρια του Παραρτήματος Ι της Οδηγίας. Ακόμα, η εμπορία του άνθρακα συμπεριλαμβανόταν στο μηχανισμό διεθνών διαπραγματεύσεων για τη μείωση των εκπομπών άνθρακα για το διάστημα 2008-2012.

Σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κιότο κάθε χώρα μπορούσε να χρησιμοποιήσει ένα συνδυασμό εγχώριων πολιτικών και μέτρων για την επίτευξη της μείωσης των εκπομπών αερίων παράλληλα με κάποιον από τους τρεις «ευέλικτους μηχανισμούς». Οι μηχανισμοί ήταν:

- Ο Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης, ο οποίος επέτρεπε τη μείωση αερίων του θερμοκηπίου με σημαντικά χαμηλότερο κόστος μέσω της χρηματοδότησης από τις βιομηχανικά αναπτυγμένες χώρες σχετικών επενδυτικών προγραμμάτων στις αναπτυσσόμενες χώρες.
- Η Από κοινού Εφαρμογή, που αφορούσε μόνο τις χώρες που είχαν δεσμευτεί να μειώσουν τις εκπομπές άνθρακα, όπως οι χώρες της Ανατολικής Ευρώπης.
- Η Εμπορία Εκπομπών μέσω αδειών που παρείχαν δικαιώματα εκπομπής αερίων συγκεκριμένης ποσότητας για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα (Τσάλτας, 2009).

4.2.4 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν βασικό παράγοντα για ένα μέλλον με χαμηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Για το λόγο αυτό, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας διαδραματίζουν ολοένα και σημαντικότερο ρόλο, τόσο σε ευρωπαϊκό, όσο

και σε διεθνές επίπεδο, επιτυγχάνοντας τη μείωση της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα παγκοσμίως. Οι μελλοντικές ευκαιρίες και προκλήσεις από τη χρήση εναλλακτικών πηγών ενέργειας είναι πολλές και πρέπει να αξιοποιηθούν αποτελεσματικά. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα αποτελέσουν το «κλειδί» για τις μακροπρόθεσμες προσπάθειες μετριασμού της κλιματικής αλλαγής, η οποία επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό και τη βιοποικιλότητα (<http://www.eea.europa.eu/>).

Όσον αφορά την Ευρωπαϊκή Ένωση, η κατανάλωση ενέργειας μέσω ανανεώσιμων πηγών ενέργειας συνεχίζει να αυξάνεται χρόνο με το χρόνο αγγίζοντας το 2014 το 16% της τελικής ενέργειας, υψηλότερο των προσδοκιών της Οδηγίας για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Στόχος όλων των κρατών είναι η αποτελεσματική αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και στήριξη της διαρθρωτικής μετάβασης σε καθαρή ενέργεια. Ακόμα παρατηρείται αυξημένο ενδιαφέρον και στήριξη του ευρύτερου κοινού σε πηγές καθαρής ενέργειας, γεγονός θετικό για την επίτευξη του στόχου. Σύμφωνα με την Συνθήκη του Παρισιού, τέθηκε ο ευρωπαϊκός στόχος για απαλλαγή ανθρακούχων εκπομπών μέσω της χρήσης εναλλακτικών πηγών ενέργειας και κάλυψη ενεργειακών αναγκών τουλάχιστον 55% με 75% μέχρι το 2050. Απώτερος στόχος είναι η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Οι τεχνολογίες παραγωγής από άποψη κόστους ενέργειας γίνονται όλο και πιο ανταγωνιστικές (<http://www.eea.europa.eu/>)

Σύμφωνα με την έκθεση του ΕΟΠ σχετικά με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ευρώπη, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει συμβάλει σημαντικά στην ανάπτυξη τεχνολογιών παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Κατά την περίοδο 2005 με 2012 το υψηλότερο ποσοστό επί του συνόλου των επενδύσεων σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καταγράφηκε στην Ευρώπη, ενώ από το 2013 στην πρώτη θέση βρίσκεται η Κίνα και ακολουθεί η Ευρώπη. Στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας περιλαμβάνονται η αιολική ενέργεια, η ηλιακή φωτοβολταϊκή ενέργεια και στερεή βιομάζα (Maser, 1999).

4.2.5 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΑΣΙΚΩΝ ΕΚΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ ΓΗΣ

ΔΑΣΩΣΗ-ΑΝΑΔΑΣΩΣΗ

Στα πλαίσια του Πρωτοκόλλου του Κιότο, η δάσωση και η αναδάσωση αναφέρονται στη μετατροπή της γης. Η δάσωση ορίζεται ως η άμεση ανθρωπογενής μετατροπή της γης, η οποία δεν είναι δασική έκταση για χρονικό διάστημα τουλάχιστον πενήντα

χρόνων, σε δασική έκταση μέσω της φύτευσης, της σποράς και /ή της ανθρωπογενούς προώθησης φυσικών πηγών σπόρων. Η αναδάσωση ορίζεται ως η άμεση ανθρωπογενής μετατροπή μίας μη δασικής έκτασης, η οποία ήταν δασική έκταση αλλά έχει μετατραπεί σε μη δασική, σε δασική έκταση μέσω της φύτευσης, της σποράς και/ή της ανθρωπογενούς προώθησης φυσικών πηγών σπόρων στη γη. Η πρώτη δέσμευση του Πρωτοκόλλου του Κιότο για την περίοδο 2008-2012 ήταν να περιοριστούν οι δραστηριότητες αναδάσωσης σε αναδάσώσεις εκτάσεων που δεν περιέχουν δάση (IPCC, 2002).

Οι δράσεις για δάσωση και αναδάσωση μπορεί να έχουν θετικές, ουδέτερες ή αρνητικές επιδράσεις στη βιοποικιλότητα, εξαρτώμενες από το επίπεδο της βιοποικιλότητας των μη δασικών οικοσυστημάτων που αντικαθίστανται, από την κλίμακα που εξετάζεται και άλλων θεμάτων σχεδιασμού και εφαρμογής (πχ ιθαγενών ειδών έναντι αυτοχθόνων ειδών, απλών έναντι πολύπλοκων ειδών). Οι δραστηριότητες δάσωσης και αναδάσωσης που αντικαθιστούν τα γηγενή μη δασικά οικοσυστήματα (π.χ. τοπικά λιβάδια πλούσια σε είδη) με μη γηγενή είδη, ή με ένα μόνο ή μερικά είδη οποιασδήποτε προέλευσης, μειώνει την τοπική βιοποικιλότητα της εκάστοτε έκτασης (Jarvis, 2007).

Η δάσωση και η αναδάσωση μπορεί να είναι ουδέτερες ή μπορεί να επωφελήσουν τη βιοποικιλότητα όταν αντικαταστήσουν μία χρήση γης που είναι υποβαθμισμένη όσον αφορά τη βιοποικιλότητα ή προωθώντας την επιστροφή, την επιβίωση και την επέκταση των ιθαγενών πληθυσμών φυτών και ζώων. Όπου η δάσωση και η αναδάσωση γίνονται για την αποκατάσταση των υποβαθμισμένων εδαφών είναι πιθανό να δημιουργηθούν και άλλα οφέλη, όπως η μείωση της διάβρωσης, ο έλεγχος της αλατότητας και η προστασία των λεκανών απορροής (British Ecological Society, c2005).

Η δάσωση, όμως, η οποία απαιτεί χρήση νερού μεγαλύτερης ποσότητας από αυτή της υπάρχουσας βλάστησης μπορεί να προκαλέσει σημαντική μείωση της ροής των υδατορευμάτων, που θα έχει αντίκτυπο στη βιοποικιλότητα των παραποτάμων, των υδροτόπων και των κοιτών. Για παράδειγμα, η απόδοση του νερού από τις λεκάνες απορροής στη Νότια Αφρική μειώθηκε σημαντικά όταν φυτεύτηκαν πεύκα και ευκάλυπτοι (IPCC, 2014).

Παρόλο που οι φυτεύσεις έχουν λιγότερη βιοποικιλότητα από τα φυσικά δάση, μπορούν να μειώσουν την πίεση στα φυσικά δάση χρησιμοποιώντας ως πηγές δασικών

προϊόντων, αφήνοντας έτσι μεγαλύτερες περιοχές για βιοποικιλότητα και άλλες υπηρεσίες περιβάλλοντος. Σε επίπεδο χώρου οι φυτείες μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά τη βιοποικιλότητα εάν αντικαταστήσουν ιθαγενή λιβάδια πλούσια σε είδη, υγροτόπους, χερσότοπους, θαμνώδεις εκτάσεις οικοτόπων, αλλά φυτεύσεις με ενδημικά ή μη ενδημικά είδη μπορούν να σχεδιαστούν για να βελτιώσουν τη βιοποικιλότητα ενθαρρύνοντας την προστασία ή την αποκατάσταση των φυσικών δασών. Για παράδειγμα, στην επαρχία Mpumalanga της Νοτίου Αφρικής η επέκταση εμπορικών φυτειών (ευκάλυπτοι, πεύκα) έχουν οδηγήσει σε σημαντικές μειώσεις σε πολλά ενδημικά είδη και απειλούμενα είδη πουλιών και υποβάθμιση της χλωρίδας (Mehtab, 2014).

Γενικά, οι φυτείες μερικών ειδών, ειδικά εάν δεν είναι ενδημικά, είναι πιθανό να έχουν πιο περιορισμένη χλωρίδα και πανίδα από ότι τα δάση με ενδημικά είδη. Φυτείες πολλών ειδών και καλά κατανεμημένες που δημιουργούνται σε περιοχές φτωχές σε βιοποικιλότητα μπορούν να εμπλουτίσουν τη βιοποικιλότητα. Επιπλέον, μελέτες έχουν δείξει ότι οι φυτεύσεις ακόμη και ενός είδους στις τροπικές/υποτροπικές περιοχές μπορούν, εφόσον τηρηθούν οι ανάλογες αποστάσεις, να επιτρέψουν τη δημιουργία ποικιλίας ενδημικών ειδών παρέχοντας σκιά και ρυθμίζοντας τα μικροκλίματα (Yongyut et al., 2011).

Οι δυνατότητες μετριασμού της δάσωσης (afforestation, Φύτευση νέων δασών σε εκτάσεις που ιστορικά δεν περιέχουν δάση) μετά το 1990 παγκοσμίως προβλέπεται να είναι 60-87 Gt άνθρακα σε 700 Mha μεταξύ 1995-2050, με 70% σε τροπικά δάση, 25% σε εύκρατα δάση και 5% σε αρκτικά δάση. Η δάσωση, η αναδάσωση σε συνδυασμό και η αποφυγή αποψίλωσης των δασών με κατάλληλη διαχείριση, επιλεκτικά κριτήρια και συμμετοχή των τοπικών κοινοτήτων μπορούν να βοηθήσουν στη διατήρηση και αιφορική χρήση της βιοποικιλότητας. Τα πρωτογενή τροπικά δάση περιέχουν κατά εκτίμηση το 50 με 70% του συνόλου των χερσαίων ειδών, ενώ τα τροπικά δάση αντιμετωπίζουν προς το παρόν σημαντικό ποσοστό αποψίλωσης. Η αποψίλωση των δασών και η υποβάθμιση των δασών είναι σημαντικές αιτίες της παγκόσμιας απώλειας της βιοποικιλότητας, ενώ μπορούν να μειώσουν τη διαθεσιμότητα των οικοτόπων και προκαλούν τοπική απώλεια των ειδών, του πληθυσμού και της γενετικής ποικιλότητας (Mehtab S., 2014).

ΜΕΙΩΣΗ ΑΠΟΨΙΛΩΣΗΣ

Τα προγράμματα για την αποφυγή της αποψίλωσης των απειλούμενων ή ευάλωτων δασών, τα οποία παρουσιάζουν βιολογική ποικιλότητα και σημαντική οικολογική αξία, μπορούν να φανούν ιδιαίτερος σημαντικά για την προστασία της βιοποικιλότητας (Mehtab, 2014).

Παρά το γεγονός ότι τα προγράμματα που επιβραδύνουν την αποψίλωση των δασών ή την υποβάθμιση τους θα βοηθήσουν στη διατήρηση της βιοποικιλότητας, τα σχέδια που αφορούν απειλούμενες και μεγάλης οικολογικής αξίας δάση, τα οποία είναι ασυνήθιστα πλούσια σε είδη, παγκοσμίως σπάνια ή μοναδικά στην εκάστοτε περιοχή, μπορούν να παρέχουν τα μεγαλύτερα οφέλη στη διατήρηση της βιολογικής ποικιλότητας. Έργα, τα οποία προστατεύουν τα δάση από τη μετατροπή τη γης ή την υποβάθμιση της σε βασικές λεκάνες απορροής, έχουν τη δυνατότητα να μειώσουν σημαντικά τη διάβρωση του εδάφους, να προστατεύσουν τους υδάτινους πόρους και να διατηρήσουν τη βιοποικιλότητα. Τα έργα που σχεδιάζονται για τη μείωση της εκμετάλλευσης ως αντιστάθμισμα του άνθρακα μπορούν να παρέχουν λιγότερα συμπληρωματικά οφέλη για τη βιοποικιλότητα από ότι η προστασία των δασών (πχ η μη εκμετάλλευση) σε επίπεδο χώρου, αλλά ίσως να παρέχουν μεγαλύτερα κοινωνικό-οικονομικά οφέλη στους τοπικούς ιδιοκτήτες και να αποδειχθεί ότι είναι μία πιο βιώσιμη επιλογή, ειδικότερα σε περιοχές όπου οι κοινωνίες είναι σε μεγάλο βαθμό εξαρτημένες από τα δάση για το βιοπορισμό τους (IPCC, 2002).

Η προστασία των πιο απειλούμενων οικοσυστημάτων δεν παρέχει πάντα τα μεγαλύτερα οφέλη άνθρακα. Στη Βραζιλία,, για παράδειγμα, τα λιγότερο προστατευόμενα και τα πιο απειλούμενα είδη δασών εκτείνονται κατά μήκος των νότιων ορίων του Αμαζόνια, όπου η δημιουργία αποθέματος είναι σχετικά ακριβή και τα δάση περιέχουν λιγότερη βιομάζα (άνθρακα) από ότι στην κεντρικό Αμαζόνιο. Ακόμα, η προστασία των δασών ίσως να έχει αρνητικές κοινωνικές επιπτώσεις, όπως η μετατόπιση των τοπικών πληθυσμών, το μειωμένο εισόδημα και η μειωμένη ροή προϊόντων. Οι συγκρούσεις μεταξύ της προστασίας των φυσικών συστημάτων και των άλλων λειτουργιών μπορούν να ελαχιστοποιηθούν με την κατάλληλη χρήση γης στο τοπίο και την κατάλληλη διαχείριση και χρήση των περιβαλλοντικών και κοινωνικών εκτιμήσεων (Junguo et al., 2015).

Τα πιλοτικά προγράμματα, τα οποία έχουν σχεδιαστεί για την αποφυγή των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου μειώνοντας την αποψίλωση και την υποβάθμιση των δασών,

παράγουν κοινωνικό-οικονομικά συμπληρωματικά οφέλη, όπως η διατήρηση της βιοποικιλότητας, η προστασία των λεκανών απορροής, η τοπική ανάπτυξη και η απασχόληση στις τοπικές επιχειρήσεις. (IPCC, 2014)

4.2.6 ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΟΥ ΚΛΙΜΑΤΟΣ

Είναι δεδομένο ότι ο κύριος παράγοντας υποβάθμισης και απώλειας της βιοποικιλότητας είναι η κλιματική αλλαγή. Σημαντικό ρόλο στο να προσαρμοστούμε στην κλιματική αλλαγή, αλλά και στον να καταφέρουμε να την μετριάσουμε, διαδραματίζουν οι υπηρεσίες της βιοποικιλότητας και των οικοσυστημάτων, που σημαίνει ότι για να αντιμετωπιστεί η κλιματική αλλαγή θα πρέπει να σεβόμαστε τη φύση. Μέχρι και σήμερα, φαίνεται να δίνεται βάση από την κοινή γνώμη στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, ενώ η προστασία της βιοποικιλότητας περιθωριοποιείται λόγω της λανθασμένης αντίληψης ότι αφορά αποκλειστικά την προστασία των ειδών. Η προστασία, όμως, της βιοποικιλότητας αποτελεί ασπίδα προστασίας των κλίματος. Τα υγιή οικοσυστήματα μπορούν να ανταπεξέλθουν ευκολότερα στις κλιματικές αλλαγές, καθώς είναι προσαρμοστικά, και μπορούν να βοηθήσουν στη μετρίαση της κλιματικής αλλαγής και στον περιορισμό της υπερθέρμανσης του πλανήτη.

Οι τρέχουσες απειλές για απώλεια, κατακερματισμό και ρύπανση των βιοτόπων κρίνεται απαραίτητη για τη διασφάλιση της ζωής στο μέλλον. Σημαντικός σε αυτό είναι ο ρόλος του δικτύου προστατευόμενων περιοχών Natura 2000, το οποίο καλύπτει ήδη το ένα πέμπτο της συνολικής έκτασης της ΕΕ, περιλαμβάνοντας περισσότερες από 25.000 περιοχές, ενώ παράλληλα το θαλάσσιο δίκτυο αναμένεται να ολοκληρωθεί. Μέσω των οικοσυστημάτων που προστατεύονται από το δίκτυο αυτό και άλλων συναφών εθνικών και περιφερειακών προστατευόμενων περιοχών εξασφαλίζονται σημαντικές υπηρεσίες, όπως ο καθαρός αέρας, το καθαρό νερό, αντιπλημμυρική προστασία, αλλά και αναψυχή. Η προστασία των φυσικών χώρων για καταφύγιο, τροφή και αναπαραγωγή είναι ζωτικής σημασίας, ακόμα και αν τα είδη που προορίζονταν για εκεί έχουν μετοικήσει, καθώς οι χώροι αυτοί μπορεί να αποτελέσουν βιοτόπους για αλλά είδη που αναζητούν κατάλληλες κλιματικές συνθήκες.

Η διατήρηση της γενετικής ποικιλίας και της ποικιλίας των ειδών είναι σημαντική για τα οικοσυστήματα, καθώς μπορεί να αυξήσει την προσαρμοστικότητά τους εξασφαλίζοντας ότι υπάρχουν αρκετά διαφορετικά είδη για να στηρίξουν τις

οικολογικές διεργασίες σε περίπτωση απρόβλεπτων διαταραχών. Ωστόσο, η προστασία της φύσης από μόνη της δεν επαρκεί. Η διατήρηση ποικίλων, λειτουργικών, και αλληλοσυνδεδεμένων οικοσυστημάτων στο ευρύτερο χερσαίο και υδρόβιο περιβάλλον είναι απαραίτητη για τη θωράκιση του περιβάλλοντος απέναντι στην κλιματική αλλαγή. Τα χερσαία και θαλάσσια οικοσυστήματα παίζουν πρωταρχικό ρόλο στη ρύθμιση και διαφύλαξη του κλίματος, καθώς απορροφούν τις μισές περίπου ανθρωπογενείς ανθρακούχες εκπομπές. Οι τυρφώνες, οι υγρότοποι, το έδαφος, τα δάση και οι ωκεανοί είναι σημαντικοί για τη διατήρηση και απορρόφηση του άνθρακα, βοηθώντας στην προστασία του κλίματος. Τα χερσαία οικοσυστήματα αποθηκεύουν τριπλάσια ποσότητα άνθρακα από όση περιέχεται στην ατμόσφαιρα, περίπου 2.100 Gt άνθρακα στους ζωντανούς οργανισμούς, στα απορρίμματα και στην οργανική ύλη του εδάφους, ενώ οι ωκεανοί αντίστοιχα δεσμεύουν ακόμη μεγαλύτερες ποσότητες άνθρακα. Είναι, λοιπόν, απαραίτητη η διατήρηση των φυσικών δεξαμενών άνθρακα παγκοσμίως για τη ρύθμιση ως ένα βαθμό του κλίματος (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2009).

Αν δεν προστατεύσουμε τη βιοποικιλότητα και τα οικοσυστήματα αποτελεσματικά, αυτό θα επιταχύνει την κλιματική αλλαγή. Τα οφέλη σχετικά με τη διαφύλαξη του κλίματος από τη συνεργασία με τη φύση θα είναι πολλαπλά, καθώς κλίμα και βιοποικιλότητα είναι δύο αλληλένδετες έννοιες που αλληλοεπηρεάζονται και αλληλεξαρτώνται από την ανθρώπινη παρέμβαση. Η φύση είναι ξεκάθαρο ότι χρειάζεται προστασία από την ανεξέλεγκτη ανθρώπινη παρέμβαση. Η προστασία της φύσης και η αποκατάσταση των οικοσυστημάτων θα μειώσει την ευπάθεια και θα αυξήσει την προσαρμοστικότητα.

Υψηλές θερμοκρασίες

Οι ακραίες υψηλές θερμοκρασίες μπορούν να αποφευχθούν ή να μετριαστούν μέσω της αύξησης των χώρων πρασίνου στις πόλεις. Έτσι, θα βελτιωθεί το μικροκλίμα και θα αποκατασταθεί η ποιότητα του αέρα. Αυτό συμβαίνει διότι τα δέντρα πέραν του ότι παρέχουν ενδιαιτήματα για είδη ζώων και φυτών, καθαρίζουν τον αέρα που αναπνέουμε συγκρατώντας το διοξείδιο του αζώτου, το διοξείδιο του θείου, το μονοξείδιο του άνθρακα και το όζον, ενώ αποθηκεύουν ή απορροφούν άνθρακα μέσα στο ξύλο τους. Ακόμα, το πράσινο παρέχει καταφύγιο σε είδη ζώων και φυτών, καθώς και υπηρεσίες οικοσυστήματος. Επιπλέον, το πράσινο στις πόλεις βοηθάει στη βελτίωση της ποιότητας ζωής, καθώς πέραν του ότι φιλτράρει τον αέρα που

αναπνέουμε, μειώνει το θόρυβο και δημιουργεί τόπους φυσικού κάλλους στους οποίους μπορούμε να ζήσουμε ή να αξιοποιήσουμε τον ελεύθερο χρόνο μας. (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2009).

Πλημμύρες και ξηρασία

Μέσω της διατήρησης των δασών μπορεί να καταπολεμιστεί η αυξημένη ξηρασία, καθώς αυτά έχουν την ικανότητα να απορροφούν το νερό σαν τα σφουγγάρια εμποδίζοντας τις πλημμύρες αλλά και να αποθηκεύουν νερό για τις περιόδους ξηρασίας. Για παράδειγμα, εκτός από πολλές άλλες υπηρεσίες που παρέχουν, τα παράκτια οικοσυστήματα, όπως οι υγρότοποι, τα μαγγρόβια, οι κοραλλιογενείς ύφαλοι, οι ύφαλοι στρειδιών και τα παραλιακά φράγματα, παρέχουν επίσης και φυσική προστασία από θύελλες και πλημμύρες στις ακτογραμμές. Σε αυτό θα βοηθήσει η χρήση κατάλληλων γεωργικών και δασικών πρακτικών για την αύξηση της ικανότητας κατακράτησης του νερού και το μετριασμό της ξηρασίας.

Υπερχείλιση ποταμών

Η προστασία των λεκανών απορροής και των υδρολογικών λεκανών κοντά σε πόλεις είναι μια έξυπνη λύση από οικονομική, οικολογική και κοινωνική άποψη. Επιπλέον, τα προστατευόμενα μέρη στις περιοχές λεκανών απορροής στοιχίζουν λιγότερο από τις εγκαταστάσεις καθαρισμού αστικών λυμάτων και, επομένως, προσφέρουν μια τοπική εναλλακτική λύση αντί για την άντληση νερού από πιο απομακρυσμένες περιοχές. Οι μεγάλες πόλεις του πλανήτη (πχ Ρίο ντε Τζανέιρο, Γιοχάνεσμπουργκ, Τόκιο, Μελβούρνη, Νέα Υόρκη και Τζακάρτα) στηρίζονται στις προστατευόμενες περιοχές για την παροχή πόσιμου νερού στους κατοίκους τους (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2009).

Ανάφλεξη

Τέλος, μέσω της αύξησης καλλιεργειών ποικίλων δασών μπορεί να μετριαστεί ο αυξημένος κίνδυνος ανάφλεξης, καθώς οι καλλιέργειες αυτές έχουν μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στις επιθέσεις επιβλαβών οργανισμών και παρουσιάζουν μικρότερο κίνδυνο ανάφλεξης.

5. ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Οι επιβλαβείς επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην ποιότητα των οικοσυστημάτων και στη βιοποικιλότητα γίνονται όλο και πιο έκδηλες παγκοσμίως. Όπως

προαναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, η ισορροπία της βιοποικιλότητας διαταράσσεται μέσω του κινδύνου εξάλειψης ή μείωσης ορισμένων ειδών λόγω κλιματικών αλλαγών. Η αυξημένη ξηρασία, οι ακραίες θερμοκρασίες, η υπερχειλίση ποταμών και ο αυξημένος κίνδυνος ανάφλεξης είναι μερικές από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής που επηρεάζουν με τη σειρά τους καθοριστικά τη βιοποικιλότητα και τα οικοσυστήματα. Η τήξη των πάγων επηρεάζει την παροχή ύδατος αυξάνοντας τον κίνδυνο πλημμύρας, ο κίνδυνος λειψυδρίας επηρεάζει τόσο τις ανθρώπινες δραστηριότητες όσο και τα οικοσυστήματα. Η ένταση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής διαφέρει από περιοχή σε περιοχή, ενώ σε ορισμένες γεωγραφικές περιοχές και σε συγκεκριμένους τομείς είναι ακόμη δυνατόν να προκύψουν και οφέλη (<http://www.ypeka.gr>).

Πέραν, όμως, της αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής, είναι σημαντικό να ενισχυθεί η προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή. Είναι, λοιπόν, σημαντικό να μπορέσουμε να προσαρμοστούμε ως ένα βαθμό στις αλλαγές του κλίματος, που ήδη έχουν επέλθει. Η προσαρμογή υποβοηθούμενη από τον άνθρωπο νοείται ως η σκόπιμη παρέμβαση με την πρόθεση αύξησης της ικανότητας του στοχευμένου οργανισμού, οικοσυστήματος ή κοινωνικό-οικολογικού συστήματος να επιβιώσει και να λειτουργήσει σε ένα αποδεκτό επίπεδο στην παρούσα κλιματική αλλαγή. Είναι γνωστή ως «προγραμματισμένη προσαρμογή» (Smit et al., 2007).

Η προσαρμογή στο παρόν κεφάλαιο επικεντρώνεται στα οικοσυστήματα, λαμβάνοντας υπόψιν τη σημαντικότητα του ανθρώπινου στοιχείου εντός του οικοσυστήματος. Η προσαρμογή βασισμένη στα οικοσυστήματα ενσωματώνει τη χρήση της βιοποικιλότητας και των υπηρεσιών των οικοσυστημάτων στις στρατηγικές προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή με τρόπους που μπορούν να βελτιστοποιήσουν κοινά οφέλη για τοπικές κοινότητες και τη διαχείριση του άνθρακα, μειώνοντας τους κινδύνους που σχετίζονται με ανεπιτυχή προσαρμογή (Willis et al., 2009).

Για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή θα πρέπει πρώτα να ληφθούν κάποια μέτρα. Η λήψη των μέτρων αυτών, όμως, προϋποθέτει τη σωστή εκτίμηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στη βιοποικιλότητα και τα οικοσυστήματα, αλλά θα γίνει σε ένα γενικότερο πλαίσιο δράσης, το οποίο θα περιλαμβάνει και τους τομείς της οικονομικής και κοινωνικής δραστηριότητας. Λόγω της πληθώρας νέων

πληροφοριών και εξελίξεων απαιτείται συνεχής αξιολόγηση της κατάστασης, εκμάθηση και εξειδικευμένη ανάλυση.

Οι στρατηγικές που αφορούν την προσαρμογή στις αλλαγές του κλίματος που επηρεάζουν τη βιοποικιλότητα θα πρέπει να αναδιαμορφώνονται θέτοντας σε κίνηση μια συνεχή διαδικασία επανεξέτασης, επικαιροποίησης και επαναπροσδιορισμού των στρατηγικών. Είναι απαραίτητη μία εθνική στρατηγική ανά χώρα, η οποία θα έχει ως στόχο τη βελτίωση της διαδικασίας λήψης αποφάσεων μέσω της απόκτησης πληρέστερων πληροφοριών και επιστημονικών δεδομένων σχετικών με την προσαρμογή, την προώθηση της ανάπτυξης και εφαρμογής περιφερειακών/τοπικών σχεδίων δράσης σε συμφωνία με την παρούσα στρατηγική, την προώθηση δράσεων και πολιτικών προσαρμογής σε όλους τους τομείς με έμφαση στους πιο ευάλωτους, τη δημιουργία μηχανισμού παρακολούθησης και αξιολόγησης των δράσεων και πολιτικών προσαρμογής και την ενημέρωση και ευαισθητοποίηση της κοινωνίας.

Συγκεκριμένα, όσον αφορά τη βιοποικιλότητα, τα μέτρα προσαρμογής αφορούν την αποτελεσματικότερη χρήση των λιγοστών υδάτινων πόρων, την ανάπτυξη ανθεκτικών στην ξηρασία καλλιεργειών, την επιλογή δασικών ειδών και δασοκομικών πρακτικών λιγότερο ευάλωτων στις καταιγίδες και τις πυρκαγιές, την εκπόνηση χωροταξικών σχεδίων και τη δημιουργία διαδρόμων για να διευκολυνθεί η μετανάστευση των ειδών. (<http://www.ypeka.gr>)

Η επένδυση σε έγκαιρα συστήματα προειδοποίησης καταστροφής και σε υπηρεσίες κλίματος, όπως εργαλεία διαχείρισης της ξηρασίας, των πλημμυρών και της θερμότητας θα βοηθήσουν στην προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή (http://www.wmo.int/pages/index_en.html). Η ανάπτυξη ικανότητας προσαρμογής και η ιεράρχηση και υλοποίηση ενός πρώτου συνόλου δράσεων είναι απαραίτητη παγκοσμίως λαμβάνοντας υπόψιν τις διαφορές που παρατηρούνται από περιοχή σε περιοχή, καθώς οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής παρουσιάζουν διαφορές ανά περιοχές του πλανήτη.

Οι ευκαιρίες που θα επιτρέψουν το σχεδιασμό προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή και την εφαρμογή υπάρχουν σε όλους τους τομείς και τις περιοχές με διαφορετικές δυνατότητες και προσεγγίσεις. Η ανάγκη για προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, μαζί με τις συναφείς προκλήσεις, αναμένεται να αυξηθεί με την κλιματική αλλαγή. Όσον αφορά την προστασία της βιοποικιλότητας από την κλιματική αλλαγή οι τομείς στους

οποίους θα πρέπει να εφαρμοστούν μέτρα προσαρμογής είναι τα χερσαία και υδάτινα οικοσυστήματα, τα παράκτια συστήματα και οι πεδινές περιοχές, τα θαλάσσια συστήματα και οι ωκεανοί (IPCC, 2014).

5.1 ΧΕΡΣΑΙΑ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Ένα μεγάλο μέρος των ειδών των χερσαίων και υδάτινων οικοσυστημάτων αντιμετωπίζει αυξημένο κίνδυνο εξαφάνισης από την προβλεπόμενη κλιματική αλλαγή κατά τη διάρκεια και πέραν του 21^{ου} αιώνα, ιδιαίτερα καθώς η κλιματική αλλαγή αλληλοεπιδρά με άλλους πιεστικούς παράγοντες, όπως η τροποποίηση των ενδιαιτημάτων, η ρύπανση και τα χωροκατακτητικά είδη. Σύμφωνα με όλα τα σενάρια ο κίνδυνος εξαφάνισης των ειδών αυξάνεται μαζί με το μέγεθος και το ρυθμό αλλαγής του κλίματος. Πολλά είδη δεν θα είναι ικανά να εντοπίσουν τα κατάλληλα κλίματα του ρυθμού της κλιματικής αλλαγής κατά τη διάρκεια του 21^{ου} αιώνα. Τα χαμηλότερα ποσοστά αλλαγών θα δημιουργήσουν λιγότερα προβλήματα και ορισμένα είδη θα μπορέσουν να προσαρμοστούν στις κλιματικές αλλαγές. Αυτά τα είδη που δεν μπορούν να προσαρμοστούν στις αλλαγές θα μειωθούν σε αφθονία ή θα εξαφανιστούν (IPCC, 2014).

Εντός αυτού του αιώνα το μέγεθος και ο ρυθμός αλλαγής του κλίματος που σχετίζεται με το σενάριο μεσαίων σε υψηλών εκπομπών ενέχουν υψηλό κίνδυνο απότομης και μη αναστρέψιμης αλλαγής της περιφερειακής κλίμακας στη σύνθεση, στη δομή και στη λειτουργία των χερσαίων και υδάτινων οικοσυστημάτων, συμπεριλαμβανομένων των υδροβιότοπων. Παραδείγματα τα οποία θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε σημαντικές επιπτώσεις στο κλίμα είναι η αρκτική τούνδρα της Αρκτικής και το δάσος του Αμαζονίου. Ο άνθρακας που αποθηκεύεται στη χερσαία βιόσφαιρα (π.χ. σε τυρφώνες, σε μονίμως παγωμένες εκτάσεις και σε δάση) είναι επιρρεπής σε απώλεια στην ατμόσφαιρα ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής, της αποψίλωσης των δασών και της υποβάθμισης των οικοσυστημάτων. Η αυξημένη θνησιμότητα των δέντρων και ο μαρασμός των δασών προβλέπεται να συμβεί σε πολλές περιοχές κατά τη διάρκεια του 21ου αιώνα λόγω των αυξημένων θερμοκρασιών και της ξηρασίας. Ο μαρασμός των δασών ενέχει κινδύνους για την αποθήκευση άνθρακα, τη βιοποικιλότητα, την παραγωγή ξυλείας, την ποιότητα του νερού, την αναψυχή αλλά και την οικονομική δραστηριότητα.

Η ικανότητα των ανθρώπινων κοινωνιών να προσαρμοστούν στην κλιματική αλλαγή εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη διαχείριση των χερσαίων και υδάτινων οικοσυστημάτων. Το ένα πέμπτο των παγκόσμιων ανθρωπογενών εκπομπών άνθρακα σήμερα απορροφάται από τα χερσαία οικοσυστήματα. Αυτή η σημαντική δεξαμενή άνθρακα λειτουργεί σε μεγάλο βαθμό χωρίς την ανθρώπινη παρέμβαση, αλλά θα μπορούσε να αυξηθεί η αποδοτικότητα της μέσω μίας συντονισμένης προσπάθειας μείωσης της απώλειας των δασών και αποκατάστασης των κατεστραμμένων οικοσυστημάτων, βοηθώντας έτσι και στη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Η εκκαθάριση και η υποβάθμιση των δασών και των τυρφών οδηγούν σε μεγαλύτερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, κάτι που μπορεί να αντιμετωπιστεί μέσω σωστής διαχείρισης. Για παράδειγμα, στον Αμαζόνιο της Βραζιλίας έχει επιτευχθεί μία μείωση της αποψίλωσης στα τρία τέταρτα τις τελευταίες δύο δεκαετίες. Η προσαρμογή μπορεί επίσης να βοηθηθεί περισσότερο μέσω πιο ενεργού εντοπισμού και διαχείρισης πυρκαγιών και εστιών παρασίτων, μειωμένης αποξήρανσης των τυρφώνων, δημιουργίας διαδρόμων μετανάστευσης ειδών και επικουρούμενης μετανάστευσης.

Η παρέμβαση περιλαμβάνει μία σειρά ενεργειών, όπως η εξασφάλιση ύπαρξης των κατάλληλων ενδιαιτημάτων και διαδρόμων διασποράς, μείωση των μη κλιματικών παραγόντων, φυσική μετακίνηση των οργανισμών και δημιουργία νέων τόπων. Οι δράσεις διαχείρισης μπορούν να μειώσουν αλλά όχι να εξαλείψουν τους κινδύνους των επιπτώσεων στα χερσαία και υδάτινα οικοσυστήματα λόγω της κλιματικής αλλαγής. Οι δράσεις περιλαμβάνουν διατήρηση της γενετικής ποικιλότητας, επικουρούμενη μετανάστευση των ειδών και διασπορά, χειραγώγηση των διαταρασσόμενων συστημάτων (πυρκαγιές, πλημμύρες) και μείωση οποιονδήποτε άλλων παραγόντων που ασκούν πίεση. Οι επιλογές διαχείρισης που μειώνουν τους μη κλιματικούς παράγοντες που ασκούν πίεση, όπως η αλλαγή των ενδιαιτημάτων (τροποποίηση οικοτόπων), η υπερεκμετάλλευση, η ρύπανση και η εισαγωγή χωροκατακτητικών ειδών, αυξάνουν την εγγενή ικανότητα των οικοσυστημάτων και των ειδών τους να προσαρμοστούν σε μία κλιματική μεταβολή. Άλλες επιλογές περιλαμβάνουν τη βελτίωση των έγκαιρων συστημάτων προειδοποίησης και άλλων συναφών συστημάτων ανταπόκρισης. Η βελτιωμένη συνδεσιμότητα των ευπαθών οικοσυστημάτων μπορεί επίσης να βοηθήσει την αυτόνομη προσαρμογή. Ακόμα, η μετακίνηση των ειδών είναι αμφιλεγόμενη και

αναμένεται να γίνει λιγότερο εφικτή εκεί όπου ολόκληρα οικοσυστήματα βρίσκονται σε κίνδυνο (IPCC , 2014)

Μείωση μη κλιματικών παραγόντων και αποκατάσταση υποβαθμισμένων οικοσυστημάτων

Η μείωση των μη κλιματικών παραγόντων που δρουν στα οικοσυστήματα θα βοηθήσει στην αύξηση της ικανότητας των οικοσυστημάτων να επιβιώσουν και να προσαρμοστούν στην κλιματική αλλαγή. Επιπλέον, η αποκατάσταση των οικοσυστημάτων είναι ένας τρόπος «ανακούφισης» από τις πιέσεις που δέχονται τα οικοσυστήματα, ενώ αυξάνει τη διαθέσιμη έκταση για προσαρμογή (Harris et al., 2006). Η στρατηγική προσαρμογής για την Αρκτική στηρίζεται στην εξασφάλιση της ανθεκτικότητας των οικοσυστημάτων που βρίσκονται σε κίνδυνο εντοπίζοντας τα συνολικά αντίκτυπα που έχει η κλιματική αλλαγή σε αυτά και τους πόρους για την αποτελεσματική προστασία (Christie et al., 2012). Οι δράσεις προστασίας και αποκατάστασης στοχεύουν στην αύξηση της ανθεκτικότητας και μπορούν να αποτελέσουν ένα αποδοτικό μέσο μίας συνολικής στρατηγικής για την προσαρμογή βοηθώντας τον άνθρωπο να προσαρμοστεί στις δυσμενείς επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής (Colls et al., 2009).

Το μέγεθος, η τοποθεσία, και η διάταξη των προστατευόμενων περιοχών

Σύμφωνα με τα προβλεπόμενα σενάρια της κλιματικής αλλαγής, ένα σημαντικό ποσοστό της βιοποικιλότητας των περισσότερων προστατευόμενων περιοχών δεν θα έχει πλέον ένα βιώσιμο πληθυσμό εντός αυτών (Heller et al., 2009). Οι προσθήκες και αναδιατάξεις στις προστατευόμενες περιοχές προτείνονται συνήθως ως προ-προσαρμογές στις προβλεπόμενες αλλαγές του κλίματος.

Το ένα τρίτο του μισού των προστατευόμενων περιοχών της Ευρώπης κάτω από τις προβλεπόμενες κλιματικές αλλαγές του 21^{ου} αιώνα θα μπορούσε δυνητικά να καταληφθεί από διαφορετική βλάστηση από αυτή που υπάρχει σήμερα (Hickler et al., 2012) Τα καινούρια τμήματα που χρειάζεται να προστεθούν στο υπάρχον δίκτυο προστασίας για να διασφαλιστεί η αντιπροσωπευτικότητα είναι ξεχωριστή σε κάθε περίπτωση, αλλά ισχύουν κάποιοι γενικοί κανόνες σχεδιασμού. Για παράδειγμα, ο σχεδιασμός της περιφερειακής κλίμακας είναι πιο αποτελεσματικός από την αντιμετώπιση κάθε περίπτωσης ξεχωριστά, διότι το δίκτυο των οικοτόπων και των

προστατευόμενων περιοχών προσδίδουν την ανθεκτικότητα και όχι κάθε επιμέρους στοιχείο (Heller et al., 2009). Γενικά, υπάρχουν αρκετές ευκαιρίες για να διευκολυνθεί η φυσική προσαρμογή της βιοποικιλότητας, συμπεριλαμβανομένης της επέκτασης του δικτύου των προστατευόμενων περιοχών και την αποκατάσταση των ενδιαιτημάτων σε μεγάλη κλίμακα (Dunlop et al., 2012)

Διαχείριση τοπίου και λεκανών απορροής

Η ανάγκη ένταξης της κλιματικής αλλαγής στη διαχείριση των ευπαθών οικοσυστημάτων συμπεριλαμβάνεται στους στρατηγικούς στόχους της Σύμβασης για τη Βιολογική Ποικιλότητα (Oliver et al., 2012), βασιζόμενη σε τρία σενάρια. Το πρώτο αφορά δυσμενείς ευαισθησίες, όπου οι περιοχές μαζί με το σημερινό γεωγραφικό εύρος των ειδών θα είναι κλιματικά ακατάλληλες με μία κλιματική αλλαγή. Το δεύτερο αφορά την επικάλυψη του κλίματος, όπου υπάρχουν περιοχές θα έπρεπε να παραμείνουν κλιματικά κατάλληλες μαζί με το εύρος των ειδών. Το τρίτο αφορά νέους κλιματικούς χώρους, όπου αναφέρονται σε περιοχές εκτός του σημερινού εύρους, οι οποίες προβλέπεται να γίνουν κλιματικά κατάλληλες. Η αύξηση της ετερογένειας των οικοτόπων των χώρων και η συνδεσιμότητα των οικοτόπων σε ολόκληρα τοπία στερούνται επαρκούς ειδικότητας για να διασφαλίσουν τη διατήρηση πολλών ειδών και συναφών υπηρεσιών οικοσυστημάτων στις επερχόμενες αλλαγές του κλίματος (Heller et al., 2009). Μέχρι σήμερα οι συστάσεις εστιάζουν κυρίως σε οικολογικά δεδομένα παραμελώντας τις ιδέες της κοινωνικής επιστήμης. Λίγοι πόροι υπάρχουν για να καθοδηγήσουν τις διαδικασίες σχεδιασμού προσαρμογής σε οποιαδήποτε κλίμακα.

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα υδρολογικά και θερμικά συστήματα των υδάτινων οικοσυστημάτων μπορεί να αντισταθμιστεί μέσω της βελτιωμένης διαχείρισης των περιβαλλοντικών απελευθερώσεων ροών από τις δεξαμενές (Poff et al., 2010). Η προστασία και αποκατάσταση της παρόχθιας βλάστησης σε μικρά συστήματα ρέματος παρέχουν μία αποτελεσματική στρατηγική για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας και την αντιστάθμιση της αύξησης της θερμοκρασίας και την προστασία της ποιότητας νερού των οικοσυστημάτων και τις περιοχές διάθεσης νερού (Caron et al., 2013).

Στα πλαίσια της κλιματικής αλλαγής, η επιτυχής διαχείριση των φυσικών πόρων θα επιτευχθεί απαιτεί συνεργία μεταξύ «διαχείρισης για ανθεκτικότητα» και «διαχείρισης για αλλαγή» (West et al., 2009). Αυτό απαιτεί την πρόβλεψη των αλλαγών που μπορούν να αλλάξουν της βόσκησης, της φωτιάς, της συγκομιδής κλπ. Σε εθνικό επίπεδο οι

αρχές για τη διευκόλυνση της προσαρμογής περιλαμβάνουν διαχείριση σε κατάλληλες κλίμακες και όχι κατά ανάγκη σε κλίμακες ευκολίας, αυξημένη συνεργασία μεταξύ των υπηρεσιών, ορθολογική προσέγγιση για τον καθορισμό προτεραιοτήτων και διαχείριση με την προσδοκία αλλαγής του οικοσυστήματος και όχι διατήρησης του ως έχει. Τα εμπόδια και οι ευκαιρίες χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες: νομοθεσία και κανονισμό, πολιτικές και διαδικασίες διαχείρισης, ανθρώπινο και οικονομικό κεφάλαιο, πληροφορίες και επιστήμη.

Υποβοηθούμενη μετανάστευση

Η υποβοηθούμενη μετανάστευση προτείνεται όταν η κατάτμηση των ενδιαιτημάτων περιορίζει τα όρια μετανάστευσης ή όταν τα φυσικά ποσοστά μετανάστευσης υπερβούν τα όρια λόγω κλιματικών αλλαγών (Loss et al., 2011). Στόχος της υποβοηθούμενης μετανάστευσης είναι η προσπάθεια διατήρησης ή βελτίωσης των υπαρχόντων ενδιαιτημάτων ή περιβάλλοντος, έτσι ώστε τα είδη να μην χρειαστεί να μετακινηθούν, η διατήρηση ή βελτίωση των διαδρομών μετανάστευσης, συμπεριλαμβανομένης της ενεργούς διαχείρισης για τη βελτίωση της επιβίωσης κατά μήκος της κατανομής του περιθωρίου μετακίνησης και τέλος η απευθείας μετατόπιση των ειδών ή γενετικά διακριτών πληθυσμών μέσα σε ένα είδος (IPCC 2014). Δεν είναι ακόμα σίγουρο εάν είναι καλύτερο να αυξηθεί η ανθεκτικότητα των οικοσυστημάτων στην κλιματική αλλαγή, όπως συμβαίνει ήδη ή να ενισχυθεί η ικανότητα των οικοσυστημάτων να αντιμετωπίσουν την αλλαγή του κλίματος (Richardson et al., 2009).

Η διατήρηση ή βελτίωση των διαδρομών μετανάστευσης ή των οικολογικών δικτύων είναι μία στρατηγική καλή, διότι βοηθάει επίσης στην καταπολέμηση των αρνητικών επιπτώσεων της κατάτμησης των ενδιαιτημάτων στους δυναμικούς πληθυσμούς (Jongman et al., 2011). Αυτή η προσέγγιση έχει το πλεονέκτημα της βελτίωσης ενδεχόμενης μετανάστευσης για έναν μεγάλο αριθμό ειδών και είναι μία πιο ευρεία προσέγγιση οικοσυστήματος από την υποβοηθούμενη μετανάστευση για μεμονωμένα είδη (Matthiessen et al., 2010). Ωστόσο, αυξήσεις στη συνδεσιμότητα των οικοτόπων που δεν βελτιώνουν πάντα τη δυναμική του πληθυσμού των στοχευμένων ειδών, ίσως μειώσουν την ποικιλότητα των ειδών και διευκολύνουν την εξάπλωση των χωροκατακτητικών ειδών (Matthiessen et al., 2010).

Η πρακτική της υποβοηθούμενης μετανάστευσης στοχευόμενων ειδών ίσως να είναι μια χρήσιμη επιλογή προσαρμογής. Η ταχύτητα αλλαγής του κλίματος κατά τη

διάρκεια του 21^{ου} αιώνα και η σημαντική κατάτμηση των ενδιαιτημάτων σε μεγάλα τμήματα κατά μήκος του πλανήτη ενέχουν τον κίνδυνο πολλά είδη να μην είναι ικανά να μεταναστεύσουν ή να προσαρμοστούν αρκετά γρήγορα, έτσι ώστε να συμβαδίσουν με την κλιματική αλλαγή, παρουσιάζοντας προβλήματα επιβίωσης. Μερικοί οικολόγοι πιστεύουν ότι η προσεκτική συλλογή των ειδών που μετακινούνται θα ελαχιστοποιούσε τον κίνδυνο ανεπιθύμητων επιπτώσεων στις υπάρχουσες κοινότητες ή στη λειτουργία των οικοσυστημάτων (Minteer et al., 2010). Άλλοι υποστηρίζουν ότι η ιστορία των σκόπιμων εισαγωγών ειδών δείχνει ότι τα αποτελέσματα είναι απρόβλεπτα και σε πολλές περιπτώσεις έχουν καταστροφικές συνέπειες (Ricciardi et al., 2009). Ο αριθμός των ειδών που απαιτούν τη βοήθεια μετανάστευσης να ξεπεράσει την ικανότητα χρηματοδότησης (Minteer et al., 2010). Οι αποφάσεις σχετικά με το ποια είδη θα πρέπει να μετατοπίζονται είναι πολύπλοκες και αμφισβητήσιμες, δεδομένης της μεταβλητότητας μεταξύ και εντός των ειδών και των ηθικών ζητημάτων που εμπλέκονται (Winder, R. et al., 2011).

Διατήρηση βιολογικής ποικιλότητας εκτός τόπου (Ex Situ Conservation)

Η διατήρηση των γενετικών πόρων της βιοποικιλότητας έξω από το φυσικό περιβάλλον, όπως για παράδειγμα σε ζωολογικούς κήπους, προγράμματα αναπαραγωγής, τράπεζες σπόρων ή τράπεζες γονιδίων, ευρέως υποστηρίζονται ως η «ασφάλιση» ενάντια σε κλιματικούς αλλά και μη κλιματικούς παράγοντες που οδηγούν στην απώλεια της βιοποικιλότητας (Khoury et al., 2010). Υπάρχουν ήδη πολλές προσπάθειες προς αυτή την κατεύθυνση, κάποιες με παγκόσμιο σκοπό, όπως η Τράπεζα Σπόρων της Χιλιετίας (Millennium Seed Bank), η Κατεψυγμένη Κιβωτός (Frozen Ark) και άλλα. Η γνώση των γενετικών παραλλαγών που έχουν περισσότερες δυνατότητες για προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή θα βοηθούσε στο να δοθεί προτεραιότητα στο αποθηκευμένο υλικό (Michalski et al., 2010). Παρότι υπάρχουν μερικές τεκμηριωμένες επιτυχίες, παραμένει αβέβαιο το κατά πόσο είναι πιθανό να επαναφέρεις είδη επιτυχώς στη φύση μετά από γενεές της εκτός τόπου διατήρησης (Ex Situ Conservation).

Αρκετά ζητήματα παραμένουν σε μεγάλο βαθμό άλυτα. Η φυσιολογική, θεσμική και οικονομική βιωσιμότητα αυτών των προσπαθειών στο αόριστο μέλλον είναι ασαφής.

5.2 ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΧΑΜΗΛΟΥ ΥΨΟΜΕΤΡΟΥ

Ένα ευρύ φάσμα πλαισίων και μέτρων διαχείρισης διατίθενται και χρησιμοποιείται για την προσαρμογή των παράκτιων οικοσυστημάτων και των περιοχών χαμηλού

υψομέτρου στην κλιματική αλλαγή. Το φάσμα αυτό εξελίσσεται και συνεχώς αυξάνεται συνδυάζοντας τα σενάρια της κλιματικής αλλαγής, τις κοινωνικό-οικονομικές συνθήκες και την αξιολόγηση των κινδύνων (Kirshen et al., 2012). Ενώ διάφορα μέτρα προσαρμογής είναι διαθέσιμα, σε τοπικό επίπεδο, παραμένουν ανεπαρκείς πληροφορίες αξιολόγησης των εναλλακτικών επιλογών προσαρμογής, ειδικότερα στις αναπτυσσόμενες χώρες.

Οι στρατηγικές προσαρμογής των παράκτιων οικοσυστημάτων περιλαμβάνουν καταφύγιο, κατάλυμα και προστασία και χρησιμοποιούνται ευρέως και εφαρμόζονται τόσο στις ανεπτυγμένες όσο και στις αναπτυσσόμενες χώρες. Αυτή τριλογία στρατηγικών έχει επεκταθεί σε ευρείες προσεγγίσεις του καταφυγίου, της υπεράσπισης και της επίθεσης (Linhham et al., 2012).

Η προστασία στοχεύει στην προώθηση ή διατήρηση των υφιστάμενων γραμμών άμυνας μέσω διαφορετικών επιλογών, όπως η θρέψη παραλιών και αμμόλοφων, η κατασκευή τεχνητών αμμόλοφων και σκληρών δομών, όπως κυματοθραύστες, θαλάσσια αναχώματα και εμπόδια κυμάτων καταιγίδας, αφαίρεση ξενικών ειδών και αποκατάσταση αυτοχθόνων ειδών. Το κατάλυμα επιτυγχάνεται με την αύξηση ευελιξίας, τη θωράκιση πλημμυρών, την ανθεκτική γεωργία σε πλημμύρες, τη χαρτογράφηση πλημμυρών, την εφαρμογή έγκαιρων συστημάτων προειδοποίησης πλημμυρών (Peel, 2010).

Οι επιλογές καταφυγίων περιλαμβάνουν τη δυνατότητα στους υγροτόπους να μεταναστεύσουν στην ενδοχώρα, την οπισθοχώρηση των ακτογραμμών και τη διαχείριση της επανευθυγράμμισης από, για παράδειγμα την παραβίαση των ορίων των ακτών επιτρέποντας τη δημιουργία ενός παλιρροϊκού βιοτόπου. Το κατάλληλο μέτρο μπορεί να εξαρτάται από διάφορους παράγοντες που απαιτούν προσεκτική λήψη αποφάσεων και σωστή διαδικασία από την πλευρά της διακυβέρνησης.

Τα μέτρα προσαρμογής βασίζονται στην προστασία και αποκατάσταση των παράκτιων φυσικών οικοσυστημάτων, όπως τα μαγγρόβια, οι ύφαλοι στρειδιών και βάλτοι αλμυρού νερού (Cheong et al., 2013). Αναγκαία κρίνεται η περαιτέρω εργασία πάνω σε αξιόπιστες ποσοτικές εκτιμήσεις και σε προβλέψεις της ικανότητας των παράκτιων οικοσυστημάτων να μειώσουν τις επιπτώσεις των κυμάτων, των κυμάτων καταιγίδας και της αύξησης της στάθμης της θάλασσας.

Η διαχείριση προσαρμογής των παράκτιων οικοσυστημάτων ασχολείται με τους κινδύνους διάβρωσης των παράκτιων περιοχών και των πλημμυρών (Hanaket al., 2012). Σε πολλά μέρη του κόσμου πολλές μικρές αυτόχθονες κοινότητες νησιών αντιμετωπίζουν τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής με βάση τις δικές τους παραδοσιακές γνώσεις (Nakashima et al., 2012). Η μακροπρόθεσμη προσαρμογή στην αύξηση της στάθμης της θάλασσας έχει περιοριστεί σε μερικά σημαντικά έργα, όπως το έργο της Λιμνοθάλασσας της Βενετίας, το έργο για τις εκβολές του Τάμεση 2100 και το Πρόγραμμα του Δέλτα στην Ολλανδία (IPCC, 2014). Με το το Πρόγραμμα του Δέλτα στην Ολλανδία εμποδίζονται οι κίνδυνοι πλημμυρών από τη συνεχή άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Στις λύσεις για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή περιλαμβάνονται η διατήρηση της γης, έτσι ώστε να μπορεί να συγκρατήσει αυξημένες πλημμύρες ποταμών, η διατήρηση της προστασίας των ακτών με τη θρέψη της παραλίας, η βελτίωση του επιπέδου προστασίας από τις πλημμύρες με τη βοήθεια των αναγκαίων πολιτικό-διοικητικών, νομικών και οικονομικών πόρων (Stive et al., 2011).

Για την αποτελεσματικότητα της προσαρμογής θα πρέπει να τηρούνται κάποιες αρχές, όπως σαφείς καθορισμένοι στόχοι ανά τοποθεσία, σε βάθος κατανόηση της συνδεσιμότητας εντός και μεταξύ των οικοσυστημάτων, η εξέταση των μη κλιματικών παραγόντων, συμμετοχή όλων των εμπλεκόμενων φορέων, ευκολία διάθεσης δεδομένων, αναστοχασμός της υπάρχουσας πολιτικής και των περιορισμών σχεδιασμού και προσαρμογή σε τοπική/περιφερειακή κλίμακα (Hadwen et al., 2011). Σύμφωνα με μελέτες υποδεικνύεται η σημασία της μεταφοράς των γνώσεων των μεθόδων καλής πρακτικής που αφορούν τις στρατηγικές προσαρμογής εντός και μεταξύ των περιφερειών, αλλά και πέραν της εθνικής κλίμακας (Martinez et al., 2011).

Μία πληθώρα δραστηριοτήτων προσαρμογής παρατηρούνται στην παράκτια ζώνη, εξαρτώμενη από την τεχνολογία, την πολιτική, την οικονομική και θεσμική υποστήριξη. Η ολοκληρωμένη διαχείριση της παράκτιας ζώνης αναμένεται να παραμείνει ένα σημαντικό πλαίσιο για την προσαρμογή των παράκτιων οικοσυστημάτων στην κλιματική αλλαγή. Παρά την πλούσια ανάπτυξη των δραστηριοτήτων προσαρμογής πρέπει να τονιστεί ότι η εκπλήρωση των στόχων απαριθμώντας τους πληθυσμούς που είναι πιο ευάλωτοι και ενσωματώνοντας πλήρως τη μελέτη των φυσικών οικοσυστημάτων, είναι ακόμα σε εξέλιξη (IPCC, 2014). Εν τω μεταξύ το πρόβλημα επιδεινώνεται σε περιοχές υψηλού κινδύνου με την υποβάθμιση των παράκτιων οικοσυστημάτων, την υπερκεμετάλλευση των πόρων του γλυκού νερού

και την αύξηση της ευπάθειας των παράκτιων οικοσυστημάτων με κίνδυνο καταστροφής (Mercer, 2010).

5.3 ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΩΚΕΑΝΟΙ

Με τη αυξανόμενη κλιματική αλλαγή τα τοπικά μέτρα προσαρμογής (πχ διατήρηση) ή η μείωση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων (πχ υπεραλίευση) ίσως δεν μπορούν να αντισταθμίσουν επαρκώς τις επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής στα θαλάσσια οικοσυστήματα σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής περιπλέκουν τα συστήματα διαχείρισης, όπως αυτό της διαχείρισης προστασίας των θαλάσσιων περιοχών όταν τα είδη υποβάλλονται σε μετακινήσεις που αλλάζουν την κατανομή τους.

Μείωση μη κλιματικών παραγόντων

Μια αλλαγή του κλίματος θα έχει τόσο θετικές όσο και αρνητικές συνέπειες στη διαχείριση των πόρων του ωκεανού (Eide et al., 2002). Η διαχείριση με βάση τα οικοσυστήματα είναι μία προσέγγιση, η οποία αναγνωρίζει τις ανθρωπογενείς αλληλεπιδράσεις μέσα σε ένα οικοσύστημα, ενώ η προσέγγιση οικοσυστημάτων είναι μία στρατηγική για την ολοκληρωμένη διαχείριση των έμβιων πόρων προωθώντας τη διατήρησή τους, αλλά και την αειφορική χρήση. Και οι δύο αυτές προσεγγίσεις έχουν υιοθετηθεί παγκοσμίως για την προστασία των θαλάσσιων οικοσυστημάτων (FAO, 2003). Η διαχείριση με βάση τα οικοσυστήματα αντιμετωπίζει αλλαγές που προκαλούνται από κλιματικούς, αλλά και μη κλιματικούς παράγοντες, λαμβάνοντας υπόψη και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ αυτών των παραγόντων (Eero et al., 2011). Οι ανθρωπογενείς πιέσεις υπονομεύουν την ανθεκτικότητα σε αλλαγές του κλίματος και την αποτελεσματικότητα της προσαρμογής των οικοσυστημάτων σε αυτές τις αλλαγές, αυξάνοντας τη μεταβλητότητα και περιορίζοντας το πεδίο εφαρμογής προσαρμογής των οικοσυστημάτων στην κλιματική αλλαγή (Eero et al., 2011). Έτσι, η διαχείριση των οικοσυστημάτων στο πλαίσιο της κλιματικής αλλαγής αυξάνει την ανθεκτικότητα των οικοσυστημάτων και την προσαρμοστική ικανότητα των συστημάτων διαχείρισης μέσω της μείωσης άλλων ανθρωπογενών διαταράξεων των οικοσυστημάτων (πχ υπεραλίευση).

Η διαχείριση των οικοσυστημάτων μειώνει επίσης τις επιπτώσεις της οξίνισης των ωκεανών μέχρι η μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα να είναι αποτελεσματική (McLeod et al., 2013). Επιπλέον, η ανθεκτικότητα των θαλάσσιων

οικοσυστημάτων ενισχύεται με τη μείωση του περιφερειακού ευτροφισμού, ή στον τομέα της υδατοκαλλιέργειας αποφεύγοντας τη χρήση οξινισμένου νερού και επιλέγοντας και καλλιεργώντας προ-προσαρμοσμένα είδη (IPCC 2014).

Μέτρα προσαρμογής τοπικά

Ωστόσο, οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής δεν μπορούν να ανατραπούν μόνο με τη μείωση των μη κλιματικών παραγόντων, τονίζοντας την ανάγκη διαχείρισης προσαρμογής των οικοσυστημάτων στην κλιματική αλλαγή. Η αυξημένη μεταβλητότητα των ανταποκρίσεων των οικοσυστημάτων στις αλλαγές του κλίματος και η χαμηλή προβλεψιμότητα ορισμένων βιολογικών αντιδράσεων υπονομεύουν την αποτελεσματικότητα της διαχείρισης και διατήρησης των μέτρων.

Ένας μεγάλος κίνδυνος έγκειται στο γεγονός ότι η κλιματική αλλαγή μπορεί να οδηγήσει σε μεγάλης κλίμακας μετακίνηση των ειδών των θαλάσσιων οικοσυστημάτων. Οι προβλέψεις και η ανίχνευση για μετατοπίσεις χρονοσειρών περιβαλλοντικών και βιολογικών δεδομένων περιορίζονται από ανεπαρκή αριθμό των παρατηρήσεων και περιορισμένη ποσοτική κατανόηση.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η βιοποικιλότητα είναι μία βασική συνιστώσα της ανθρώπινης ανάπτυξης και της ασφάλειας. Η απώλεια της βιοποικιλότητας έχει ως αποτέλεσμα την υποβάθμιση των υπηρεσιών που παρέχουν τα οικοσυστήματα, καθώς τα οικοσυστήματα παρέχουν πολλά αγαθά και υπηρεσίες ζωτικής σημασίας για την ανθρώπινη επιβίωση. Ο άνθρωπος εξαρτάται άμεσα από τη βιοποικιλότητα και τα οικοσυστήματα και οφείλει να τα διαφυλάξει.

Όμως, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου συνεχίζουν να αυξάνονται, εντείνοντας τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Αναμένεται περαιτέρω αύξηση της θερμοκρασίας και μακροχρόνιες αλλαγές σε όλες τις συνιστώσες του κλιματικού συστήματος, αυξάνοντας την πιθανότητα σοβαρών, διάχυτων και μη αναστρέψιμων επιπτώσεων στα οικοσυστήματα και τη βιολογική ποικιλότητα του πλανήτη. Οι δυσμενείς επιπτώσεις εντείνονται από τους μη κλιματικούς παράγοντες, όπως η εισαγωγή χωροκατακτητικών ειδών, η υπερεκμετάλλευση, η ρύπανση της ατμόσφαιρας, των υδάτων και του εδάφους και η καταστροφή ή κατάτμηση των ενδιαιτημάτων.

Η κλιματική αλλαγή εντείνει τους ήδη αυξημένους κινδύνους μείωσης και απώλειας της βιοποικιλότητας, καταστροφής ή κατάτμησης των ενδιαιτημάτων και αλλαγές στην εύρυθμη λειτουργία των οικοσυστημάτων. Οι δυσμενείς επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα και τα οικοσυστήματα είναι πιο έντονες αν ληφθούν υπόψιν κλιματικοί και μη κλιματικοί παράγοντες που ασκούν πίεση. Η αποτυχία χρήσης και διατήρησης της βιολογικής ποικιλότητας μέσω της αειφορικής διαχείρισης σε συνδυασμό με την κλιματική αλλαγή εντείνει παγκοσμίως την υποβάθμιση του περιβάλλοντος, οδηγεί σε νέες και περισσότερες ασθένειες, εντονότερη φτώχεια και ένα μοντέλο ανάπτυξης άδικο και αβάσιμο.

Συγκεκριμένα, η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τα χερσαία/υδάτινα, τα θαλάσσια και τα παράκτια οικοσυστήματα, όπως επίσης τη βιοποικιλότητα αυτών:

Χερσαία/υδάτινα οικοσυστήματα

Όσον αφορά τα χερσαία και υδάτινα οικοσυστήματα παρατηρούνται αλλαγές στη φαινολογία των ειδών. Για παράδειγμα σε πολλά είδη παρατηρούνται αλλαγές στην αναπαραγωγή, τη γένεση των μπουμπουκιών, τη διακοπή της χειμέριας νάρκης, την

άνθηση των λουλουδιών και τη μετανάστευση. Λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας έχει παρατηρηθεί πρόωρη άνοιξη στο Βόρειο Ημισφαίριο. Επιπροσθέτως, η κλιματική αλλαγή είναι πιθανό να οδηγήσει σε αλλαγές στην αφθονία των ειδών ή και εξαφάνιση κάποιων από αυτά. Η αλλαγή στην αφθονία προκαλείται κυρίως από τις μετακινήσεις των ειδών σε πιο ευνοϊκά κλίματα. Είδη τα οποία δυσκολεύονται να προσαρμοστούν είναι πιθανό και να εξαφανιστούν.

Ο κατακερματισμός και η καταστροφή των ενδιαιτημάτων, λαμβάνοντας υπόψιν όλους τους μη κλιματικούς παράγοντες που επιδρούν, είναι πιο πιθανό να συμβούν σε συνδυασμό με δύο καθοριστικούς κλιματικούς παράγοντες; την τρέχουσα αύξηση της θερμοκρασίας και τη μείωση των βροχοπτώσεων. Ακόμα, η κλιματική αλλαγή από μόνη της δεν έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια ειδών, αλλά μπορεί να αυξήσει την απώλεια των ειδών σε συνδυασμό με τους μη κλιματικούς παράγοντες. Ιδιαίτερα ευάλωτα σε απώλεια είναι είδη με περιορισμένο κλιματικό εύρος ή και περιορισμένες απαιτήσεις οικοτόπων.

Η βιομάζα και τα αποθέματα άνθρακα στο έδαφος των χερσαίων/υδάτινων οικοσυστημάτων συνεχώς αυξάνονται αλλά είναι ευάλωτα στο να χαθούν στην ατμόσφαιρα ως αποτέλεσμα της αύξησης της θερμοκρασίας, της ξηρασίας και των πυρκαγιών που προβλέπονται κατά τη διάρκεια του 21ου αιώνα.

Τα δασικά οικοσυστήματα κινδυνεύουν να αυξήσουν την ευπάθεια τους λόγω της ανόδου της θερμοκρασίας και της ξηρασίας. Η προβλεπόμενη αύξηση της θερμοκρασίας αναμένεται να διευκολύνει την εξάπλωση επιβλαβών οργανισμών με πιθανή θνησιμότητα δέντρων. Η μακροπρόθεσμη αύξηση θνησιμότητας των δέντρων έχει παρατηρηθεί σε αρκτικά και εύκρατα δάση στη Βόρεια Αμερική. Η θνησιμότητα των δασών μπορεί να οδηγήσει και σε μαρασμό ολόκληρων δασών. Ο αφανισμός των δασών επηρεάζει τη σύνθεση και τη δομή των ειδών, ενώ σε μερικές περιπτώσεις οδηγεί σε μείωση της ποικιλίας των ειδών των φυτών και σε αυξημένο κίνδυνο εισβολής ξενικών ειδών. Προς το παρόν όμως, η θνησιμότητα των δασών δεν μπορεί να αποδοθεί μόνο στην κλιματική αλλαγή.

Ακόμα, η εξάπλωση παρασίτων και οι ενδεχόμενες αρρώστιες λόγω κλιματικής αλλαγής μπορεί να αυξήσει τις πυρκαγιές. Τα δάση κινδυνεύουν να γίνουν μία αδύναμη δεξαμενή άνθρακα λόγω αυξημένης συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα. Αλλαγές αναμένονται και στην παραγωγικότητα των δασών από περιοχή σε περιοχή.

Παράκτια οικοσυστήματα

Τα παράκτια οικοσυστήματα φαίνεται να επηρεάζονται ως ένα βαθμό από την κλιματική αλλαγή. Ο πληθυσμός και οι πόροι των παράκτιων οικοσυστημάτων είναι πιθανό να εκτεθούν σε κίνδυνο, καθώς οι κλιματικές αλλαγές σε συνδυασμό με τις ανθρωπογενείς πιέσεις σε αυτά αυξάνονται τις επόμενες δεκαετίες. Η αύξηση της θερμοκρασίας πάνω από 1°C από το εποχιακό ανώτατο όριο θα επηρεάσει τους κοραλλιογενείς υφάλους ανεπανόρθωτα, ενώ η λεύκανση των κοραλλιογενών υφάλων είναι πιθανό να επεκταθεί ευρέως μέχρι το 2100 λόγω της ανόδου της θερμοκρασίας της επιφάνειας της θάλασσας. Μία αύξηση της θερμοκρασίας της επιφάνειας της θάλασσας πάνω από 3°C, και αν αυτή η αύξηση διαρκέσει για αρκετούς μήνες, μπορεί να οδηγήσει σε εκτεταμένη θνησιμότητα των κοραλλιών. Η αυξανόμενη θερμοκρασία σε συνδυασμό με την αύξηση της συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα θα μπορούσε να οδηγήσει σε μείωση της ποικιλότητας των ειδών στους κοραλλιογενείς υφάλους και σε πιο συχνή εμφάνιση παρασίτων και ασθενειών στο σύστημα των υφάλων. Ακόμα, η μείωση της παραγωγικότητας των υφάλων αναμένεται να επηρεάσει τα πτηνά και τα θαλάσσια θηλαστικά.

Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, οι πιο έντονες βροχοπτώσεις, τα παλιρροϊκά κύματα και οι καταγίδες μπορεί να οδηγήσουν σε εισβολή του αλμυρού νερού στους υδροφόρους ορίζοντες του γλυκού νερού. Αυτό μπορεί να συμβεί σε υγροτόπους του γλυκού νερού σε περιοχές χαμηλού υψομέτρου. Η βιολογική ποικιλότητα των παράκτιων περιοχών είναι πιθανό να επηρεαστεί από την περαιτέρω διάβρωση των παράκτιων περιοχών λόγω της αύξησης της στάθμης της θάλασσας. Ακόμα, εάν η ένταση των φαινομένων επιδεινωθεί μπορεί να βυθιστούν χερσαίες μάζες, όπως νησιά. Από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας είναι δυνατόν να επηρεαστούν παράκτια οικοσυστήματα (π.χ. μαγγρόβια, έλη, θαλάσσια λιβάδια). Επιπλέον, τα Δέλτα των ποταμών είναι πολύ ευαίσθητα στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Η εξόρυξη των υπόγειων υδάτων μπορεί να οδηγήσει σε καθίζηση του εδάφους και σε σχετική άνοδο της στάθμης της θάλασσας, γεγονός που μπορεί να αυξήσει την ευπάθεια των Δέλτα.

Θαλάσσια οικοσυστήματα

Η κλιματική αλλαγή επιδρά και στα είδη των θαλάσσιων οικοσυστημάτων μέσω της αύξησης της θερμοκρασίας, τη μείωση κάλυψης πάγου, τη στρωματοποίηση και την οξίνιση των ωκεανών. Συγκεκριμένα, οι κλιματικοί παράγοντες επηρεάζουν την

αφθονία και τις κατανομές των πληθυσμών. Οι επιπτώσεις της αλιείας και της κλιματικής αλλαγής αναμένεται να επηρεάσουν τη δυναμική των ψαριών και των οστρακοειδών. Λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας της επιφάνειας της θάλασσας είναι πιθανό να παρατηρηθούν αλλαγές στη γεωγραφική κατανομή και στη σύνθεση της βιοποικιλότητας. Η παραγωγικότητα των θαλάσσιων οικοσυστημάτων μπορεί να επηρεαστεί μέσω της στρωματοποίησης των ωκεανών. Σε περιοχές όπου υπάρχουν περιορισμένες ποσότητες θρεπτικών συστατικών στα βάθη των ωκεανών, η στρωματοποίηση μπορεί να μειώσει την παραγωγικότητα των θαλάσσιων οικοσυστημάτων και έτσι την αντοχή εξαγωγής άνθρακα με βιολογικές διαδικασίες.

Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει και τις τροφικές αλυσίδες των θαλάσσιων οικοσυστημάτων, εκείνες κυρίως που περιλαμβάνουν θαλάσσια θηλαστικά. Οι αλλαγές στις τροφικές αλυσίδες μπορούν να οδηγήσουν σε αλλαγές στην τροφική κατάσταση, στην κατανομή των πληθυσμών και την αναπαραγωγή. Ακόμα, το γεγονός μερικά είδη να μην μπορούν να προσαρμοστούν στις αλλαγές του κλίματος εντείνει τον κίνδυνο απώλεια ή και εξαφάνισης αυτών. Η στρωματοποίηση των ωκεανών τους καθιστά όλο και λιγότερο παραγωγικούς επηρεάζοντας κυρίως τα είδη που η διατροφή τους στηρίζεται στη θάλασσα. Τέλος, η αυξανόμενη συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα οδηγεί και σε αυξανόμενη απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα από τους ωκεανούς προκαλώντας την οξίνιση των ωκεανών.

Ο μετριασμός των κλιματικών αλλαγών θα επιτευχθεί μέσω ουσιαστικών και διαρκών μειώσεων των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, και κυρίως του διοξειδίου του άνθρακα. Ο στόχος της Σύμβασης-Πλαισίου των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή είναι η σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα σε ένα επίπεδο που θα αποτρέψει και θα μειώσει τις επικίνδυνες ανθρωπογενείς παρεμβάσεις στο κλιματικό σύστημα. Στην πολιτική αυτή βοηθούν και οι ετήσιες απογραφές εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και άλλων αερίων.

Επιπλέον, στον επιτυχή μετριασμό της κλιματικής αλλαγής παίζει σημαντικό ρόλο η ορθολογική χρήση των πόρων στα πλαίσια της αειφόρου ανάπτυξης σύμφωνα με τη Σύμβαση για τη βιοποικιλότητα που υπεγράφη στο Ρίο της Βραζιλίας το 1992. Σε αυτή την κατεύθυνση θα βοηθήσει και η παροχή ενέργειας χαμηλή σε εκπομπές άνθρακα. Η δημιουργία και η διάδοση νέων τεχνολογιών, των οποίων βασικό χαρακτηριστικό είναι η προστασία και διαφύλαξη του περιβάλλοντος μέσω της χρήσης ενέργειας που θα

είναι καθαρή από άνθρακα θα βοηθήσει σημαντικά. Σε αυτό συνδράμουν στρατηγικές, όπως αυτή της εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Ακόμα, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι απαραίτητες για ένα μέλλον με χαμηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Τέλος η σωστή διαχείριση των δασικών εκτάσεων μέσω της αναδάσωσης και της δάσωσης, αλλά και μέσω της μείωσης αποψίλωσης είναι καθοριστική για το μετριασμό της κλιματικής αλλαγής. Τα πιλοτικά προγράμματα, τα οποία έχουν σχεδιαστεί για την αποφυγή των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου μειώνοντας την αποψίλωση και την υποβάθμιση των δασών, παράγουν κοινωνικό-οικονομικά συμπληρωματικά οφέλη, όπως η διατήρηση της βιοποικιλότητας.

Πέραν της αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής, σημαντική είναι και η προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή. Στόχος της πολιτικής της προσαρμογής είναι η προσαρμογή των οικοσυστημάτων και των ανθρώπων στις αλλαγές που έχουν ήδη επέλθει. Συγκεκριμένα, η προσαρμογή βασισμένη στα οικοσυστήματα ενσωματώνει τη χρήση της βιοποικιλότητας και των υπηρεσιών των οικοσυστημάτων στις στρατηγικές προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή με τρόπους που μπορούν να βελτιστοποιήσουν τη διαχείριση του άνθρακα μειώνοντας τους κινδύνους που σχετίζονται με ανεπιτυχή προσαρμογή.

Η σωστή εκτίμηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στη βιοποικιλότητα και τα οικοσυστήματα είναι απαραίτητη για τη λήψη μέτρων προσαρμογής. Η επικαιροποίηση και ο επαναπροσδιορισμός των στρατηγικών χρήζει υψίστης σημασίας, ενώ η μείωση των μη κλιματικών παραγόντων που δρουν στα οικοσυστήματα είναι καθοριστική.

Χερσαία/υδάτινα οικοσυστήματα

Η προσαρμογή με βάση τα χερσαία/υδάτινα οικοσυστήματα περιλαμβάνει ενέργειες, όπως η εξασφάλιση ύπαρξης των κατάλληλων ενδιαιτημάτων και διαδρόμων διασποράς, μείωση των μη κλιματικών παραγόντων, υποβοηθούμενη μετανάστευση, δημιουργία νέων τόπων και διατήρηση βιοποικιλότητας εκτός τόπου. Υπάρχουν αρκετές ευκαιρίες για να διευκολυνθεί η φυσική προσαρμογή της βιοποικιλότητας, συμπεριλαμβανομένης της επέκτασης του δικτύου των προστατευόμενων περιοχών και την αποκατάσταση των ενδιαιτημάτων σε μεγάλη κλίμακα. Ακόμα, οι προσθήκες και αναδιατάξεις στις προστατευόμενες περιοχές προτείνονται συνήθως ως προ-

προσαρμογές στις προβλεπόμενες αλλαγές του κλίματος. Σε περίπτωση κατάτμησης ενδιαιτημάτων ή μεγάλου ποσοστού φυσικής μετανάστευσης λόγω κλιματικής αλλαγής προτείνεται η υποβοηθούμενη μετανάστευση. Μέσω της υποβοηθούμενης μετανάστευσης επιτυγχάνεται η διατήρηση ή βελτίωση των υπαρχόντων ενδιαιτημάτων ή περιβάλλοντος, η διατήρηση ή βελτίωση των διαδρομών μετανάστευσης και τέλος η απευθείας μετατόπιση των ειδών ή γενετικά διακριτών πληθυσμών μέσα σε ένα είδος. Επιπλέον, η διατήρηση των ειδών εκτός τόπου (Ex Situ Conservation) φαίνεται να διασφαλίζει τα είδη στο μέλλον Παρότι υπάρχουν μερικές τεκμηριωμένες επιτυχίες, παραμένει αβέβαιο το κατά πόσο είναι πιθανό να επαναφέρεις είδη επιτυχώς στη φύση μετά από γενεές της εκτός τόπου διατήρησης

Παράκτια οικοσυστήματα/περιοχές χαμηλού υψομέτρου

Οι στρατηγικές για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή βασισμένοι στα παράκτια οικοσυστήματα στηρίζεται στην προσαρμογή των οικοσυστημάτων στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας και στον αυξημένο κίνδυνο πλημμυρών. Οι στρατηγικές προσαρμογής έχουν τρεις πτυχές: κατάλυμα, καταφύγιο και προστασία. Το κατάλυμα επιτυγχάνεται με την αύξηση ευελιξίας, τη θωράκιση πλημμυρών, την ανθεκτική γεωργία σε πλημμύρες, τη χαρτογράφηση πλημμυρών, την εφαρμογή έγκαιρων συστημάτων προειδοποίησης πλημμυρών. Οι επιλογές καταφυγίων περιλαμβάνουν τη δυνατότητα στους υγροτόπους να μεταναστεύσουν στην ενδοχώρα, την οπισθοχώρηση των ακτογραμμών και τη διαχείριση της επανευθυγράμμισης. Οι στρατηγικές προστασίας περιλαμβάνουν προώθηση ή διατήρηση των υφιστάμενων γραμμών άμυνας μέσω διαφορετικών επιλογών, όπως η θρέψη παραλιών και αμμόλοφων, η κατασκευή τεχνητών αμμόλοφων και σκληρών δομών, όπως κυματοθραύστες, θαλάσσια αναχώματα και εμπόδια κυμάτων καταγίδας, αφαίρεση ξενικών ειδών και αποκατάσταση αυτοχθόνων ειδών. Σημαντική για την προσαρμογή είναι και η ολοκληρωμένη διαχείριση της παράκτιας ζώνης.

Θαλάσσια οικοσυστήματα

Η προσαρμογή στην κλιματικής αλλαγή βασισμένη στα θαλάσσια οικοσυστήματα μπορεί να βοηθηθεί σημαντικά από τη μείωση των μη κλιματικών παραγόντων. Οι ανθρωπογενείς πιέσεις δυσκολεύουν την προσαρμογή των θαλάσσιων οικοσυστημάτων και μειώνουν την ανθεκτικότητά τους. Έτσι, μέσω της διαχείρισης των οικοσυστημάτων μειώνονται οι επιπτώσεις της οξίνισης των ωκεανών μειώνεται η

ευπάθεια και αυξάνεται η προσαρμοστικότητα. Όμως, απαραίτητη είναι και η διαχείριση προσαρμογής των οικοσυστημάτων στην κλιματική αλλαγή, αλλά η μεταβλητότητα των ανταποκρίσεων των οικοσυστημάτων στις αλλαγές του κλίματος και η χαμηλή προβλεψιμότητα ορισμένων βιολογικών αντιδράσεων υπονομεύουν την αποτελεσματικότητα της διαχείρισης και διατήρησης των μέτρων.

Γενικότερα, δεν είναι ακόμα σίγουρο εάν είναι καλύτερο να αυξηθεί η ανθεκτικότητα των οικοσυστημάτων στην κλιματική αλλαγή, όπως συμβαίνει ήδη ή να ενισχυθεί η ικανότητα των οικοσυστημάτων να αντιμετωπίσουν την αλλαγή του κλίματος. Επιπροσθέτως, αρκετά ζητήματα παραμένουν σε μεγάλο βαθμό άλυτα. Η φυσιολογική, θεσμική και οικονομική βιωσιμότητα προσπαθειών που αφορούν την προσαρμογή των φυσικών οικοσυστημάτων στο αόριστο μέλλον είναι ασαφής.

Ο μετριασμός της κλιματικής αλλαγής σε συνδυασμό με την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, θα μπορούσε να περιορίσει τους κινδύνους αλλαγής του κλίματος. Το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα θα επιτευχθεί μέσω της διεθνούς συνεργασίας. Το σίγουρο είναι ότι οι αλλαγές του κλίματος επηρεάζουν τα οικοσυστήματα και τη βιοποικιλότητα διαταράσσοντας την ισορροπία τους χωρίς να γνωρίζουμε με σιγουριά τις επιπτώσεις που μπορεί να προκληθούν σε βάθος χρόνου και το αντίκτυπο που μπορεί να έχουν συνολικά στον πλανήτη και το ανθρώπινο είδος, εάν δεν ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα.

ΠΗΓΕΣ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ**Βιβλιογραφία****Ελληνόγλωσση**

-Γρηγόρης Τσάλτας (2009): *Κλιματική αλλαγή: Το περιβάλλον μετά τη διάσκεψη των Η.Ε. στο Μπαλί*, Αθήνα, Εκδόσεις Ι. Σιδέρης

-Ινστιτούτο Worldwatch (2009): *Η κατάσταση του κόσμου σήμερα: Η κλιματική αλλαγή μόλις άρχισε*, Αθήνα, Ευώνυμος Οικολογική Βιβλιοθήκη

-Στασινός Γεώργιος Ι. (2013): *Κλιματική αλλαγή και δασικά οικοσυστήματα της Ευρώπης*, Βόλος 2013

-Δημαδάμα Ζέφη (2008): *Οικονομία, ανάπτυξη και περιβάλλον: Θεωρητικές προσεγγίσεις και πολιτικές της Αειφόρου Ανάπτυξης*, Αθήνα, Εκδόσεις Παπαζήση

-Επιτροπή μελέτης επιπτώσεων κλιματικής αλλαγής (2011), *Οι περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα*, Ιούνιος 2011, Εκδόσεις Τράπεζα της Ελλάδος

-Κούγκολος Αθανάσιος Γ. (2007): *Εισαγωγή στην περιβαλλοντική μηχανική*, Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Τζιόλα

-Χατζημπίρος Κίμων, *Οικολογία* (2007): *Οικοσυστήματα και Προστασία Περιβάλλοντος*, Έκδοση Γ, Αθήνα, Εκδόσεις Συμμετρία

-Παπαθεοδώρου Γεώργιος (2011), “Επιχειρησιακή ωκεανογραφία” Διαθέσιμο στο http://www.geology.upatras.gr/files/shmioseis/12607E/EPIXEIRHSIAKH_OKEANOGRRAFIA_2011.pdf

Ξενόγλωσση

Anderegg, W.R.L., L.D.L. Anderegg, C. Sherman, and D.S. Karp, (2012): Effects of widespread drought-induced aspen mortality on understory plants. *Conservation Biology*, 26(6), 1082-1090. Διαθέσιμο στο <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22891923>

- Anderson, R.G., J.G. Canadell, J.T. Randerson, R.B. Jackson, B.A. Hungate, D.D. Baldocchi, G.A. Ban-Weiss, G.B. Bonan, K. Caldeira, L. Cao, N.S. Diffenbaugh, K.R. Gurney, L.M. Kueppers, B.E. Law, S. Luysaert, and T.L. O’Halloran, (2011): Biophysical considerations in forestry for climate protection. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9(3), 174-182. Διαθέσιμο στο <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/090179/abstract>

- Arponen A., R.K. Heikkinen, C.D. Thomas, A. Moilanen (2005): The Value of Biodiversity in Reserve Selection: Representation, Species Weighting, and Benefit Functions, Volume 19, Issue 6 Pages 2009–2014 Διαθέσιμο στο <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1523-1739.2005.00218.x/abstract>
- Barbraud, C. and H. Weimerskirch, (2006): Antarctic birds breed later in response to climate change. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 103(16), 6248-6251 Διαθέσιμο στο <http://www.pnas.org/content/103/16/6248.abstract>
- Barbraud, C., M. Gavriilo, Y. Mizin, and H. Weimerskirch, (2011): Comparison of emperor penguin declines between Pointe Geologie and Haswell Island over the past 50 years. Antarctic Science, 23(5), 461-468. Διαθέσιμο στο http://rus-arc.ru/ShareFiles/Publications/Barbraud_et_al_2011_Emperor_Penguins.pdf
- Barnosky, A.D., N. Matzke, S. Tomiya, G.O.U. Wogan, B. Swartz, T.B. Quental, C. Marshall, J.L. McGuire, E.L. Lindsey, K.C. Maguire, B. Mersey, and E.A. Ferrer, (2011): *Has the Earth's sixth mass extinction already arrived?* Nature, 471(7336), 51-57. Διαθέσιμο στο <http://www.nature.com/nature/journal/v471/n7336/full/nature09678.html>
- Bellard, C., C. Bertelsmeier, P. Leadley, W. Thuiller, and F. Courchamp, (2012): Impacts of climate change on the future of biodiversity. Ecology Letters, 15(4), 365-377. Διαθέσιμο στο <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1461-0248.2011.01736.x/full>
- Belfrage, K. (2006): The effects of farm size and organic farming on diversity of birds, pollinators and plants in Swedish landscape, *Ambio* 34(8), 582–588 Διαθέσιμο στο <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16521832>
- Bertrand, A., and Josse, E. (2000): Acoustic estimation of longline tuna abundance, *ICES Journal of Marine Science*, 57: 919–926. Διαθέσιμο στο <http://icesjms.oxfordjournals.org/content/57/4/919.full.pdf>
- Bond-Lamberty, B. and A. Thomson, 2010: Temperature-associated increases in the global soil respiration record. *Nature*, 464(7288), Διαθέσιμο στο 579-582 <http://www.nature.com/nature/journal/v464/n7288/full/nature08930.html>
- Boggs, C.L. and D.W. Inouye, (2012): A single climate driver has direct and indirect effects on insect population dynamics. *Ecology Letters*, 15(5), 502-508 Διαθέσιμο στο <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22414183>
- British Ecological Society (c2005): *Biological diversity and function in soils*, Cambridge New York: Cambridge University Press, (c2005)

-Cahill,A.E., M.E.Aiello-Lammens, M.C. Fisher-Reid, X. Hua, C.J. Karanewsky, H.Y. Ryu, G.C. Sbeglia, F. Spagnolo, J.B.Waldron, O.Warsi, and J.J.Wiens, (2013): How does climate change cause extinction? Proceedings of the Royal Society B, 280(1750), 20121890, doi:10.1098/rspb.2012.1890. Διαθέσιμο στο <http://rspb.royalsocietypublishing.org/content/280/1750/20121890>

-Canadell, J.G., C. Le Quéré, M.R. Raupach, C.B. Field, E.T. Buitenhuis, P. Ciais, T.J. Conway, N.P. Gillett, R.A. Houghton, and G. Marland, (2007): Contributions to accelerating atmospheric CO₂ growth from economic activity, carbon intensity, and efficiency of natural sinks. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 104(47), 18866-18870 Διαθέσιμο στο <http://www.pnas.org/content/104/47/18866.full.pdf>

-Capon, S.J., L.E. Chambers, R. Mac Nally, R.J. Naiman, P. Davies, N. Marshall, J. Pittock, M. Reid, T. Capon, M. Douglas, J. Catford, D.S. Baldwin, M. Stewardson, J. Roberts, M. Parsons, and S.E. Williams, (2013): Riparian ecosystems in the 21st century: hotspots for climate change adaptation? Ecosystems, 16(3), 359-381. Διαθέσιμο στο <http://link.springer.com/article/10.1007/s10021-013-9656-1>

-Carnicer, J., M. Coll, M. Ninyerola, X. Pons, G. Sanchez, and J. Penuelas, (2011): Widespread crown condition decline, food web disruption, and amplified tree mortality with increased climate change-type drought. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 108(4), 1474- 1478 Διαθέσιμο στο <http://www.pnas.org/content/108/4/1474.abstract>

-CAROLINE ASH, ELIZABETH CULOTTA, JULIA FAHRENKAMP-UPPENBRINK, DAVID MALAKOFF, JESSE SMITH, ANDREW SUGDEN, SACHA VIGNIERI 2013, Once and Future Climate Change, Science

-Chen, I.-C., J.K. Hill, R. Ohlemüller, D.B. Roy, and C.D.Thomas, 2011: Rapid range shifts of species associated with high levels of climate warming. Science, 333(6045), 1024-1026. Διαθέσιμο στο <http://science.sciencemag.org/content/333/6045/1024>

-Chiba, S. and K. Roy, (2011): Selectivity of terrestrial gastropod extinctions on an oceanic archipelago and insights into the anthropogenic extinction process. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 108(23), 9496-9501. Διαθέσιμο στο <http://www.pnas.org/content/108/23/9496.abstract>

Christie, P. and M. Sommerkorn, (2012): RaCeR: Rapid Assessment of Circum-Arctic Ecosystem Resilience. WWF Global Arctic Programme, World Wildlife Fund (WWF), Ottawa, Canada. Διαθέσιμο στο http://assets.worldwildlife.org/publications/852/files/original/racer_handbook.pdf?1453232184

-Chrystal S. Mantyka-Pringlea, Tara G. Martinb, , David B. Moffatte, James Udyf, Jon Olleyg, Nina Saxtong, Fran Sheldong, Stuart E. Bunng, Jonathan R. Rhodes (2016):

Prioritizing management actions for the conservation of freshwater biodiversity under changing climate and land-cover, *Biological Conservation*, Volume 197, May 2016, Pages 80–89 Διαθέσιμο στο

-Chrystal S. Mantyka-pringle, Tara G. Martin, Jonathan R. Rhodes(2012): Interactions between climate and habitat loss effects on biodiversity: a systematic review and meta-analysis, Volume 18, Issue 4 Pages 1239–1252 Διαθέσιμο στο <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2486.2011.02593.x/abstract;jsessionid=2FFA0845BB982398A6D6887078CC9562.f01t02>

-Cloern , J.E., (2001): Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem, [Review] *Marine Ecology-Progress Series*, 210, 223-253. Διαθέσιμο στο <http://www.int-res.com/articles/meps/210/m210p223.pdf>

-Gedalof, Z. and A.A. Berg, (2010): Tree ring evidence for limited direct CO₂ fertilization of forests over the 20th century. *Global Biogeochemical Cycles*, 24(3), GB3027, Διαθέσιμο στο <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2009GB003699/full>

-Cheong, S.-M., B. Silliman, P.P.Wong, B. vanWesenbeeck, C.-K. Kim, and G. Guannel, (2013): Coastal adaptation with ecological engineering. *Nature Climate Change*, 3(9), 787-791. Διαθέσιμο στο <http://www.nature.com/nclimate/journal/v3/n9/full/nclimate1854.html>

-Colls, A., N. Ash, and N. Ikkala, (2009): Ecosystem-based Adaptation: A Natural Response to Climate Change. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), Gland, Switzerland. Διαθέσιμο στο https://cmsdata.iucn.org/downloads/iucn_eba_brochure.pdf

-Cook, B.I., E.M.Wolkovich,T.J. Davies,T.R.Ault,J.L. Betancourt,J.M.Allen, K. Bolmgren, E.E. Cleland,T.M. Crimmins,N.J.B. Kraft, L.T. Lancaster, S.J.Mazer,G.J.McCabe, B.J. McGill, C. Parmesan, S. Pau,J. Regetz,N. Salamin,M.D. Schwartz, and S.E.Travers, (2012a): Sensitivity of spring phenology to warming across temporal and spatial climate gradients in two independent databases. *Ecosystems*, 15(8), 1283-1294 Διαθέσιμο στο

-Daniel B. Segan, Kris A. Murray, James E.M. Watsona (2016): A global assessment of current and future biodiversity vulnerability to habitat loss–climate change interactions, *Global Ecology and Conservation* Volume 5, Pages 12–21. Διαθέσιμο στο <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351989415300354>

- Danielsen, F., Beukema, H., Burgess, N.D., Parish, F., Brühl, C.A., Donald, P.F., Murdiyarsa, D., Phalan, B., Reihnders, L., Struebig, M. and Fitzherbert, E.B. (2009). Biofuel plantations on forested lands: double jeopardy for biodiversity and climate, *Conservation Biology* 23, 348–358 Διαθέσιμο στο http://www.cifor.org/publications/pdf_files/Articles/AMurdiyarsa0801.pdf?pagewanted=all

- Eero, M., B.R. MacKenzie, F.W. Koster, and H. Gislason, (2011): Multi-decadal responses of a cod (*Gadus morhua*) population to human-induced trophic changes, fishing, and climate. *Ecological Applications*, 21(1). Διαθέσιμο στο 214-226. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21516899>
- Eide, A. and K. Heen, (2002): Economic impacts of global warming: a study of the fishing industry in North Norway. *Fisheries Research*, 56(3), 261-274. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165783601003241>
- Fahrig Lenore (2003): Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity, *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* Vol. 34: 487-515 Διαθέσιμο στο <http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>
- FAO, (2003): The Ecosystem Approach to Fisheries. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries, No. 4, Suppl. 2, Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy Διαθέσιμο στο <http://www.fao.org/docrep/005/y4470e/y4470e00.HTM>
- Gibson, L., T.M. Lee, L.P. Koh, B.W. Brook, T.A. Gardner, J. Barlow, C.A. Peres, C.J.A. Bradshaw, W.F. Laurance, T.E. Lovejoy, and N.S. Sodhi, (2011): Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. *Nature*, 478(7369), 378- 381 Διαθέσιμο στο <http://www.nature.com/nature/journal/v478/n7369/full/nature10425.html>
- Good, P., J. Caesar, D. Bernie, J.A. Lowe, P. van der Linden, S.N. Gosling, R. Warren, N.W. Arnell, S. Smith, J. Bamber, T. Payne, S. Laxon, M. Srokosz, S. Sitch, N. Gedney, G. Harris, H. Hewitt, L. Jackson, C.D. Jones, F. O'Connor, J. Ridley, M. Vellinga, P. Halloran, and D. McNeall, (2011): A review of recent developments in climate change science. Part I: understanding of future change in the large-scale climate system. *Progress in Physical Geography*, 35(3), 281-296. Διαθέσιμο στο <http://ppg.sagepub.com/content/35/3/281.abstract>
- Gottfried, M., H. Pauli, A. Futschik, M. Akhalkatsi, P. Barancok, J.L.B. Alonso, G. Coldea, J. Dick, B. Erschbamer, M.R.F. Calzado, G. Kazakis, J. Krajci, P. Larsson, M. Mallaun, O. Michelsen, D. Moiseev, P. Moiseev, U. Molau, A. Merzouki, L. Nagy, G. Nakhutsrishvili, B. Pedersen, G. Pelino, M. Puscas, G. Rossi, A. Stanisci, J.P. Theurillat, M. Tomaselli, L. Villar, P. Vittoz, I. Vogiatzakis, and G. Grabherr, (2012): Continent-wide response of mountain vegetation to climate change. *Nature Climate Change*, 2(2), 111-115. Διαθέσιμο στο <http://www.nature.com/nclimate/journal/v2/n2/full/nclimate1329.html>
- Hanak, E. and G. Moreno, (2012): California coastal management with a changing climate. *Climatic Change*, 111, 45-73 Διαθέσιμο στο <http://www.ppic.org/main/publication.asp?i=853>
- Heller, N.E. and E.S. Zavaleta, (2009): Biodiversity management in the face of climate change: a review of 22 years of recommendations. *Biological Conservation*, 142(1), 14-

32. Διαθέσιμο στο

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000632070800387X>

-Hickler,T., K.Vohland, J. Feehan, P.A. Miller, B. Smith, L. Costa,T. Giesecke, S. Fronzek, T.R. Carter, W. Cramer, I. Kühn, and M.T. Sykes, (2012): Projecting the future distribution of European potential natural vegetation zones with a generalized, tree species-based dynamic vegetation model.Global Ecology and Biogeography, 21(1), 50-63. Διαθέσιμο στο https://www.ufz.de/export/data/global/30749_Hickler-et-al_Vegetation_GEB-2012.pdf

-HM-Treasury (2006) Stern Review : The Economics of Climate Change, Executive Summary Διαθέσιμο στο

http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/destaques/sternreview_report_complete.pdf

- Jarvis D.I., C. Padoch, and H.D. Cooper (2007): Managing biodiversity in agricultural ecosystems, New York: Columbia University Press: Biodiversity International, c2007

-Junguo Liua , Giri Kattela, Hans Peter H. Arpc, Hong Yangd (2015): Ecological management for human-dominated urban and regional ecosystems, Pages 265–274

Διαθέσιμο στο <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304380014004256>

Jongman, R.H.G., I.M. Bouwma, A. Griffioen, L. Jones-Walters, and A.M. Van Doorn, (2011): The Pan European Ecological Network: PEEN. Landscape Ecology, 26(3), 311-326. Διαθέσιμο στο <http://link.springer.com/article/10.1007/s10980-010-9567-x>

-John Y. Takekawa, Isa Woo, Nicole D. Athearn, Scott Demers, Rachel J. Gardiner, William M. Perry, Neil K. Ganju, Gregory G. Shellenbarger, David H. Schoellhamer (2010): Measuring sediment accretion in early tidal marsh restoration Διαθέσιμο στο http://woodshole.er.usgs.gov/project-pages/estuaries/publications/takekawa_et_al_sediment.pdf

-John W. Williams, Stephen T. Jackson, and John E. Kutzbach (2007): Projected distributions of novel and disappearing climates by 2100 AD, Διαθέσιμο στο <http://www.pnas.org/content/104/14/5738>

Khoury, C., B. Laliberte, and L. Guarino, (2010): Trends in ex situ conservation of plant genetic resources: a review of global crop and regional conservation strategies. Genetic Resources and Crop Evolution, 57(4), 625-639. Διαθέσιμο στο <http://link.springer.com/article/10.1007/s10722-010-9534-z>

Kiesecker, J.M., (2011): Global stressors and the global decline of amphibians: tipping the stress immunocompetency axis. Ecological Research, 26(5), 897-908. Διαθέσιμο στο https://www.researchgate.net/publication/225600437_Global_stressors_and_the_global_decline_of_amphibians_Tipping_the_stress_immunocompetency_axis

- Kindermann, G.E., I. McCallum, S. Fritz, and M. Obersteiner, (2008): A global forest growing stock, biomass and carbon map based on FAO statistics. *Silva Fennica*, 42(3), 387-396. Διαθέσιμο στο <http://metla.eu/silvafennica/full/sf42/sf423387.pdf>
- Kirshen, P., S. Merrill, P. Slovinsky, and N. Richardson, (2012): Simplified method for scenario-based risk assessment adaptation planning in the coastal zone. *Climatic Change*, 113(3-4), 919-931. Διαθέσιμο στο <http://link.springer.com/article/10.1007/s10584-011-0379-z>
- Kirwan, M.L. and L.K. Blum, 2011: Enhanced decomposition offsets enhanced productivity and soil carbon accumulation in coastal wetlands responding to climate change. *Biogeosciences*, 8(4), 987-993. Διαθέσιμο στο <http://www.biogeosciences.net/8/987/2011/bg-8-987-2011.pdf>
- Linham, M.M. and R.J. Nicholls, (2012): Adaptation technologies for coastal erosion and flooding: a review. *Proceedings of the Institute of Civil Engineers – Maritime Engineering*, 165, 95-111. Διαθέσιμο στο <http://eprints.soton.ac.uk/343346/>
- Loss, S.R., L.A. Terwilliger, and A.C. Peterson, (2011): Assisted colonization: integrating conservation strategies in the face of climate change. *Biological Conservation*, 144(1), 92-100 Διαθέσιμο στο <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320710004866>
- Luo, Y.Q., 2007: *Terrestrial carbon-cycle feedback to climate warming. Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*, 38, 683-712. Διαθέσιμο στο <http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.ecolsys.38.091206.095808>
- Marcia McNutt, *Science* (2013): Climate Change Impacts, Διαθέσιμο στο <http://science.sciencemag.org/content/341/6145/435.full>
- Martinez, G., L. Bizikova, D. Blobel, and R. Swart, (2011): Emerging climate change coastal adaptation strategies and case studies around the world. In: *Global Change and Baltic Coastal Zones Coastal Research Library*, Vol. 1 [Schernewski, G., J. Hofstede, and T. Neumann (eds.)]. Springer-Verlag, Berlin and Heidelberg, Germany, pp. 249-273. Διαθέσιμο στο <http://ecologic.eu/4049>
- Maser, Chris-Boca Raton (c1999): *Ecological diversity in sustainable development: the vital and forgotten dimension*, London ; New York: Lewis, (c1999)
- Matthiessen, B., E. Mielke, and U. Sommer, (2010): Dispersal decreases diversity in heterogeneous metacommunities by enhancing regional competition. *Ecology*, 91(7), 2022-2033. Διαθέσιμο στο <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20715625>
- McLeod, E., K.R.N. Anthony, A. Andersson, R. Beeden, Y. Golbuu, J. Kleypas, K. Kroeker, D. Manzello, R.V. Salm, H. Schuttenberg, and J.E. Smith, (2013): Preparing to manage coral reefs for ocean acidification: lessons from coral bleaching. *Frontiers in*

Ecology and the Environment, 11(1), 20-27 Διαθέσιμο στο <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/110240/full>

- Mehtab Singh, R.B. Singh, M.I. Hassan (2014): Advances in Geographical and Environmental Sciences-Climate Change and Biodiversity Proceedings of IGU Rohtak Conference, Vol. 1, R.B. Singh University of Delhi Delhi, India

-Mercer, J., (2010): Disaster risk reduction or climate change adaptation: are we reinventing the wheel? Journal of International Development, 22(2), 247-264 Διαθέσιμο στο <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jid.1677/abstract>

-Michalski, S.G., W. Durka, A. Jentsch, J. Kreyling, S. Pompe, O. Schweiger, E. Willner, and C. Beierkuhnlein, (2010): Evidence for genetic differentiation and divergent selection in an autotetraploid forage grass (*Arrhenatherum elatius*). TAG Theoretical and Applied Genetics, 120(6), 1151-1162. Διαθέσιμο στο <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20049414>

-Minteer, B.A. and J.P. Collins, (2010): Move it or lose it? The ecological ethics of relocating species under climate change. Ecological Applications, 20(7), 1801- 1804. Διαθέσιμο στο <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/10-0318.1/pdf>

-Myers-Smith, I.H., B.C. Forbes, M.Wilmking, M. Hallinger, T. Lantz, D. Blok, K.D. Tape, M. Macias-Fauria, U. Sass-Klaassen, E. Levesque, S. Boudreau, P. Ropars, L. Hermanutz, A. Trant, L.S. Collier, S. Weijers, J. Rozema, S.A. Rayback, N.M. Schmidt, G. Schaepman-Strub, S.Wipf, C. Rixen, C.B. Menard, S.Venn, S. Goetz, L.Andreu-Hayles, S. Elmendorf, V. Ravolainen, J.Welker, P. Grogan, H.E. Epstein, and D.S. Hik, (2011): Shrub expansion in tundra ecosystems: dynamics, impacts and research priorities. Environmental Research Letters, 6(4), Διαθέσιμο στο <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/6/4/045509/meta;jsessionid=DABCAFA44A1E41F8E32C656D43FE1CEB.c5.iopscience.cld.iop.org>

-Nakashima, D.J., K. Galloway McLean, H.D. Thulstrup, A. Ramos Castillo, and R.T. Rubis, (2012): Weathering Uncertainty: Traditional Knowledge for Climate Change Assessment and Adaptation. The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), Paris, France, and United Nations University (UNU), Darwin, Australia <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002166/216613e.pdf>

-Nepstad, D.C., W. Boyd, C.M. Stickler, T. Bezerra, and A.A. Azevedo, 2013: Responding to climate change and the global land crisis: REDD+, market transformation and low-emissions rural development. Philosophical Transactions of the Royal Society B, 368(1619) Διαθέσιμο στο <http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/368/1619/20120167>

-Nicole E. Heller, , Erika S. Zavaleta (2009), "Biodiversity management in the face of climate change: A review of 22 years of recommendations", Biological Conservation,

Volume 142, Issue 1, Pages 14–32. Διαθέσιμο στο <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000632070800387X>

Norman, B., (2009): Planning for Coastal Climate Change: An Insight into International and National Approaches. Victorian Government Department of Planning and Community Development and Department of Sustainability and Environment, Melbourne, Australia Διαθέσιμο στο

Oliver, T.H., R.J. Smithers, S. Bailey, C.A. Walmsley, and K. Watts, (2012): A decision framework for considering climate change adaptation in biodiversity conservation planning. *Journal of Applied Ecology*, 49(6), 1247-1255. Διαθέσιμο στο <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1365-2664.12003/full>

-Pan, Y., R. Birdsey, J. Fang, R. Houghton, P. Kauppi, W.A. Kurz, O.L. Phillips, A. Shvidenko, S.L. Lewis, J.G. Canadell, P. Ciais, R.B. Jackson, S. Pacala, A.D. McGuire, S. Piao, A. Rautiainen, S. Sitch, and D. Hayes, (2011): A large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science*, 333(6045), 988-993. Διαθέσιμο στο <http://science.sciencemag.org/content/333/6045/988>

-Parmesan, C., (2007): Influences of species, latitudes and methodologies on estimates of phenological response to global warming. *Global Change Biology*, 13(9), 1860-1872 Διαθέσιμο στο http://media.eurekalert.org/aaasnewsroom/2008/FIL_000000000113/GCBphenolMeta.PDF

-Parmesan, C., 2006: Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*, 37, 637-669. Διαθέσιμο στο <http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.ecolsys.37.091305.110100>

-Peel, C. (ed.), (2010): Facing Up to Rising Sea-Levels: Retreat? Defend? Attack? Institution of Civil Engineers (ICE) and Building Futures: Royal Institute of British Architects, London, UK Διαθέσιμο στο http://www.buildingfutures.org.uk/assets/downloads/Facing_Up_To_Rising_Sea_Level_s.pdf

-Peng, C., Z. Ma, X. Lei, Q. Zhu, H. Chen, W. Wang, S. Liu, W. Li, X. Fang, and X. Zhou, 2011: A drought-induced pervasive increase in tree mortality across Canada's boreal forests. *Nature Climate Change*, 1(9), 467-471. Διαθέσιμο στο <http://www.nature.com/nclimate/journal/v1/n9/full/nclimate1293.html>

-Peñuelas, J., J. Sardans, M. Estiarte, R. Ogaya, J. Carnicer, M. Coll, A. Barbeta, A. Rivas-Ubach, J. Llusia, M. Garbulsky, I. Filella, and A.S. Jump, (2013): Evidence of current impact of climate change on life: a walk from genes to the biosphere. *Global Change Biology*, 19(8), 2303-2338. Διαθέσιμο στο

-Phalan, B., Reihnders, L., Struebig, M. and Fitzherbert, E.B. (2009): Biofuel plantations on forested lands: double jeopardy for biodiversity and climate,

Conservation Biology 23, 348–358 Διαθέσιμο στο http://www.cifor.org/publications/pdf_files/Articles/AMurdiyars0801.pdf?pagewanted=all

Poff, N.L., B.D. Richter, A.H. Arthington, S.E. Bunn, R.J. Naiman, E. Kendy, M. Acreman, C. Apse, B.P. Bledsoe, M.C. Freeman, J. Henriksen, R.B. Jacobson, J.G. Kennen, D.M. Merritt, J.H. O’Keeffe, J.D. Olden, K. Rogers, R.E. Tharme, and A. Warner, 2010: The ecological limits of hydrologic alteration (ELOHA): a new framework for developing regional environmental flow standards. *Freshwater Biology*, 55(1), 147-170. Διαθέσιμο στο <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2427.2009.02204.x/full>

-Richardson, D.M., J.J. Hellmann, J.S. McLachlan, D.F. Sax, M.W. Schwartz, P. Gonzalez, E.J. Brennan, A. Camacho, T.L. Root, O.E. Sala, S.H. Schneider, D.M. Ashe, J.R. Clark, R. Early, J.R. Ettlerson, E.D. Fielder, J.L. Gill, B.A. Minter, S. Polasky, H.D. Safford, A.R. Thompson, and M. Vellend, (2009): Multidimensional evaluation of managed relocation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(24), 9721-9724. Διαθέσιμο στο <http://www.pnas.org/content/106/24/9721>

-Ricciardi, A. and D. Simberloff, (2009): Assisted colonization is not a viable conservation strategy. *Trends in Ecology & Evolution*, 24(5), 248-253. Διαθέσιμο στο <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19324453>

-Saatchi, S., S. Asefi-Najafabady, Y. Malhi, L.E.O.C. Aragão, L.O. Anderson, R.B. Myneni, and R. Nemani, 2013: Persistent effects of a severe drought on Amazonian forest canopy. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(2), 565-570 Διαθέσιμο στο <http://www.pnas.org/content/110/2/565.full>

-Silva, L.C.R. and M. Anand, (2013): Probing for the influence of atmospheric CO₂ and climate change on forest ecosystems across biomes. *Global Ecology and Biogeography*, 22(1), 83-92 Διαθέσιμο στο <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1466-8238.2012.00783.x/abstract>

- Simon Cadeza, Albert Czerny (2016), Climate change mitigation strategies in carbon-intensive firms, Volume 112, Part 5, 20 January 2016, Pages 4132–4143 Διαθέσιμο στο <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652615010288>

- Stinson, G., W.A. Kurz, C.E. Smyth, E.T. Neilson, C.C. Dymond, J.M. Metsaranta, C. Goisvenue, C.J. Rampley, Q. Li, T.M. White, and D. Blain, (2011): An inventory based analysis of Canada’s managed forest carbon dynamics, 1990 to 2008. *Global Change Biology*, 17(6), 2227-2244 Διαθέσιμο στο <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2486.2010.02369.x/full>

-Stive, M.J.C., L.O. Fresco, P. Kabat, B.W.A.H. Parmet, and C.P. Veerman, (2011): How the Dutch plan to stay dry over the next century. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, 164(3), 114-121. Διαθέσιμο στο

https://www.researchgate.net/publication/254890445_How_the_Dutch_plan_to_stay_dry_over_the_next_Century

- Thrush, S.F. and Dayton, P.K. (2002): Disturbance to marine benthic habitats by trawling and dredging: implications for marine biodiversity, *Annual Review of Ecology and Systematics* 33, 449–473 Διαθέσιμο στο <http://daytonlab.ucsd.edu/Publications/Thrushetal02.pdf>

-Tisseuil, C., M.Vrac, G. Grenouillet, A.J. Wade, M. Gevrey, T. Oberdorff, J.B. Grodwohl, and S. Lek, 2012: Strengthening the link between climate, hydrological and species distribution modeling to assess the impacts of climate change on freshwater biodiversity. *Science of the Total Environment*, 424, 193-201. Διαθέσιμο στο <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22425276>

Trathan, P.N., P.T. Fretwell, and B. Stonehouse, (2011): *First recorded loss of an emperor penguin colony in the recent period of Antarctic regional warming: implications for other colonies.* *PLoS One*, 6(2), Διαθέσιμο στο <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0014738>

- Newbold Tim, Lawrence N. Hudson, Samantha L. L. Hill, Sara Contu, Igor Lysenko, Rebecca A. Senior, Luca Börger, Dominic J. Bennett, Argyrios Choimes, Ben Collen, Julie Day, Adriana De Palma, Sandra Díaz, Susy Echeverria-Londoño, Melanie J. Edgar, Anat Feldman, Morgan Garon, Michelle L. K. Harrison, Tamera Alhusseini, Daniel J. Ingram, Yuval Itescu, Jens Kattge, Victoria Kemp, Lucinda Kirkpatrick, Michael Kleyer et al., (2015): Global effects of land use on local terrestrial biodiversity, *Nature* 520, 45–50 Διαθέσιμο στο <http://www.nature.com/nature/journal/v520/n7545/full/nature14324.html>

- Tockner, K., Bunn, S.E., Quinn, G., Naiman, R., Stanford, J.A. and Gordon, C. (2008). Floodplains: Critically threatened ecosystems. In *Aquatic Ecosystems*, (ed. Polunin, N.C.). p.45–6, Διαθέσιμο στο http://www98.griffith.edu.au/dspace/bitstream/handle/10072/23618/53241_1.pdf?sequence=1

-Vadadi-Fulop, C., C. Sipkay, G. Meszaros, and L. Hufnagel, (2012): Climate change and freshwater zooplankton: what does it boil down to? *Aquatic Ecology*, 46(4), 501-519. Διαθέσιμο στο <http://link.springer.com/article/10.1007/s10452-012-9418-8>

-Valiela, I., Rutecki, D. and Fox, S. (2004): Saltmarshes: biological controls of foodwebs in a diminishing environment, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 300(1–2), 131–159, Διαθέσιμο στο <http://web.who.edu/seagrant/wp-content/uploads/sites/24/2015/01/WHOI-R-04-003-Valiela-I.-Salt-Marshes-Biolog.pdf>

-Winder, M. and U. Sommer, (2012): Phytoplankton response to a changing climate. *Hydrobiologia*, 698(1), 5-16. Διαθέσιμο στο <http://link.springer.com/article/10.1007/s10750-012-1149-2>

-West, J., S.H. Julius, P. Kareiva, C. Enquist, J.J. Lawler, B. Petersen, A.E. Johnson, and M.R. Shaw, (2009): U.S. natural resources and climate change: concepts and approaches for management adaptation. *Environmental Management*, 44(6), 1001-1011. Διαθέσιμο στο 1021 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2791483/>

Willis, K.J. and S.A. Bhagwat, (2009): Biodiversity and climate change. *Science*, 326(5954), 806-807. Διαθέσιμο στο <http://science.sciencemag.org/content/326/5954/806>

Winder, M., A.D. Jassby, and R. Mac Nally, (2011): Synergies between climate anomalies and hydrological modifications facilitate estuarine biotic invasions. *Ecology Letters*, 14(8), 749-757. Διαθέσιμο στο <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21645194>

-Winder, M. and U. Sommer, (2012): Phytoplankton response to a changing climate. *Hydrobiologia*, 698(1), 5-16 Διαθέσιμο στο <http://link.springer.com/article/10.1007/s10750-012-1149-2>

-Witt, G.B., R.A. Harrington, and M.J. Page, 2009: *Is 'vegetation thickening' occurring in Queensland's mulga lands – a 50-year aerial photographic analysis*. *Australian Journal of Botany*, 57(7), 572-582. Διαθέσιμο στο

- Yongyut Trisurat, Rajendra P. Shrestha, Rob Alkemade (2011): *Land use, Climate change and Biodiversity Modeling, Perspectives and Applications*, United States of America, 2011 by IGI Global

-Zarnetske, P.L., D.K. Skelly, and M.C. Urban, 2012: Biotic multipliers of climate change. *Science*, Διαθέσιμο στο 336(6088), 1516-1518. <http://science.sciencemag.org/content/336/6088/1516>

Τεχνικά έγγραφα / αναφορές / εκθέσεις αξιολόγησης

-Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Fifth Assessment Report of Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

-Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, Summary for Policymakers, Fifth Assessment Report of Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

-Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change, Fifth Assessment Report of Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

-Climate Change 2014-Synthesis Report, Fifth Assessment Report of Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

-Climate Change 2007-Synthesis Report, Fourth Assessment Report of Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

- Climate change and biodiversity, Technical Paper V- April 2002, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)
- Climate Change and Water, Technical Paper V-June 2008, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)
- Soil biodiversity: functions, threats and tools for policy makers, Technical Report - 2010 - 049
- Hadwen,W.L., S.J. Capon, E. Poloczanska,W. Rochester,T. Martin, L. Bay, M. Pratchett, J. Green, B. Cook, A. Berry, A. Lolonde, and S. Fahey, (2011): Climate Change Responses and Adaptation Pathways in Australian Coastal Ecosystems: Synthesis Report. Report for the National Climate Change Adaptation Research Facility, Gold Coast, Australia
- Dunlop, M., D.W. Hilbert, S. Ferrier, A. House, A. Liedloff, S.M. Prober, A. Smyth, T.G. Martin, T. Harwood, K.J. Williams, C. Fletcher, and H. Murphy, (2012): The Implications of Climate Change for Biodiversity Conservation and the National Reserve System: Final Synthesis. Canberra, ACT, Australia. Διαθέσιμο στο <https://publications.csiro.au/rpr/download?pid=csiro:EP105380&dsid=DS4>
- Dise, N.B., Ashmore, M., Belyazid, S., Bleeker, A., Bobbink, R., de Vries, W., Erisman, J.W., Spranger, T., Stevens, C.J. and van den Berg, L. (2011). Nitrogen as a threat to European terrestrial biodiversity. In The European Nitrogen Assessment (eds. Sutton, M.A., Howard, C.M., Erisman, J.W., Billen, G., Bleeker, A., Grennfelt, P., van Grinsven, H. and Grizzetti, B.). pp.463–494. Cambridge University Press, Cambridge
Διαθέσιμο στο http://www.nine-esf.org/sites/nine-esf.org/files/ena_doc/ENA_pdfs/ENA_c20.pdf
- Greece – National Inventory Report 2012 - Executive Summary -Annual inventory submission under the convention and the Kyoto protocol for greenhouse and other gases for the years 1990-2010 , April 2012
- Progress towards the European 2010 biodiversity target, EEA Report No 4/2009
Διαθέσιμο στο <http://www.eea.europa.eu/publications/progress-towards-the-european-2010-biodiversity-target>
- MA (2005): Ecosystems and Human Well-being: Wetlands and Water Synthesis. Millennium Ecosystem Assessment, World Resources Institute. Island Press, Washington, DC
Διαθέσιμο στο <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.358.aspx.pdf>
- United Nations, FCCC/CP/2013/10/Add.3 “Conference of the Parties, Report of the Conference of the Parties on its nineteenth session”, held in Warsaw from 11 to 23 November 2013”

- United Nations, FCCC/CP/2010/7/Add.1 “Conference of the Parties Report of the Conference of the Parties on its sixteenth session”, held in Cancun from 29 November to 10 December 2010, Addendum Part Two: Action taken by the Conference of the Parties at its sixteenth session”

- United Nations, FCCC/TP/2014/13/Add.2 “Updated compilation of information on the mitigation benefits of actions, initiatives and options to enhance mitigation ambition” Technical paper Addendum Technical examination process to unlock mitigation potential for raising pre-2020 ambition in urban environments” Διαθέσιμο στο

Διαδίκτυο

-European Commission http://ec.europa.eu/environment/index_en.htm

-ΥΠΕΚΑ (2014): *Εθνική Στρατηγική και Σχέδιο Δράσης για τη Βιοποικιλότητα 2014*, <http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=2VfCIB5XfW4%3D&tabid=232&language=el-GR>

-UNEP (2015). Sourcebook of opportunities for enhancing cooperation among the Biodiversity-related Conventions at national and regional levels. United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi, Kenya.

-Σύστημα πληροφοριών για τη βιοποικιλότητα στην Ευρώπη (BISE), www.biodiversity.europa.eu

-Ευρωπαϊκή Επιτροπή: *Στρατηγική της ΕΕ για τη βιοποικιλότητα με ορίζοντα το 2020*, 2011, http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/biodiversity_2020/2020%20Biodiversity%20Factsheet_EL.pdf

- (WHO)World Meteorological Organization <http://public.wmo.int/en>

- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) <http://www.noaa.gov/>

- Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), <http://unfccc.int/2860.php>

-Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Διαθέσιμο στο https://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_technical_papers.shtml

-United Nations Environment Programme (UNEP), <http://www.unep.org/>

- Climate Communication, science & outreach, <https://www.climatecommunication.org/>

- (WWF) WorldWildlifeFund, <http://www.wwf.gr/>

- European Union, <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>
- European Network on Invasive Alien Species, (NOBANIS), www.nobanis.org
- Convention on Biological Diversity (CBD), <https://www.cbd.int/>
- WMO (2016): WORLD METEOROLOGICAL DAY 2016 WEDNESDAY, 23 MARCH / WMO HEADQUARTERS, GENEVA-State of the climate: Record Heat and Weather Extremes, <http://public.wmo.int/en/media/press-release/state-of-climate-record-heat-and-weather-extremes>
- <https://www.climate.gov/about>
- CBD (2016)<https://www.cbd.int/doc/speech/2016/sp-2016-04-06-np-en.pdf> “the first meeting of the compliance committee under the nagoya protocol montreal, Canada”, 6–8 april 2016
- IPCC (2006): Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>
- Επιτροπή μελέτης επιπτώσεων κλιματικής αλλαγής (2011): *Κίνδυνοι και επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη βιοποικιλότητα και τα οικοσυστήματα*, <http://docplayer.gr/28102-Epitropi-meletis-epiptoseon-klimatikis-allagis.html>
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2009): *Ο ρόλος της φύσης στην κλιματική αλλαγή*, http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/Nature%20and%20Climate%20Change/Nature%20and%20Climate%20Change_EL.pdf
- ΥΠΕΚΑ (2014): *Εθνική Στρατηγική και Σχέδο Δράσης για τη Βιοποικιλότητα*, <https://www.cbd.int/doc/world/gr/gr-nbsap-01-el.pdf>
- WMO (2015) Statement on the Status of the Global Climate in 2015, http://library.wmo.int/pmb_ged/wmo_1167_en.pdf
- Βιοποικιλότητα στην Ελλάδα, <http://www.biodiversity.gr/>
- Μάριος Θεοδωρακάκης, Κλιματική αλλαγή, Εγκυκλοπαίδεια του περιβάλλοντος, National Geographic, <https://www.inedivim.gr/images/ng-egkykpolaideia/ng-egkykpolaideia-perivalon-2-klimatiki-allagi.pdf>
- EEA (2015a): The air and climate system, Topics: Climate change Air pollution <http://www.eea.europa.eu/soer-2015/europe/the-air-and-climate-system>
- EEA (2015b): Biodiversity, <http://www.eea.europa.eu/soer-2015/europe/biodiversity>
- EEA (2015g): Climate change impacts and adaptation, <http://www.eea.europa.eu/soer-2015/europe/climate-change-impacts-and-adaptation>