

Η βιοποικιλότητα της Ελλάδας – Οι επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής

Τσιαούση Βασιλική, Δουλγέρης Χ., Κεμιτζόγλου Δήμητρα, Παπαδήμος Δ.,
Χρυσοπολίτου Βασιλική και Σεφερλής Μ.

Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας - Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων Υγροτόπων

Εκτεταμένη Περίληψη

Η Ελλάδα διακρίνεται για τη μεγάλη βιολογική ποικιλότητά της, η οποία είναι από τις μεγαλύτερες στην Ευρώπη και τη Μεσόγειο. Στη χώρα μας εμφανίζεται πολύ μεγάλη ποικιλία φυσικών οικοσυστημάτων, χερσαίων, υγροτοπικών και θαλάσσιων. Σε ό,τι αφορά τα είδη, η χλωρίδα και η πανίδα της Ελλάδας αποτελείται από ευρωπαϊκά, ασιατικά, αφρικανικά και ενδημικά είδη, εκτιμάται ότι αριθμεί περίπου 5.500 είδη ανώτερων φυτών, 436 είδη πτηνών, 116 είδη θηλαστικών, 79 είδη ερπετών και αμφιβίων, 110 είδη ψαριών γλυκού νερού, 447 είδη θαλασσινών ψαριών και περίπου 4000 είδη ασπονδύλων. Από τα πιο σπουδαία γνωρίσματα της βιοποικιλότητας της Ελλάδας είναι ο υψηλός ενδημισμός στις περισσότερες φυτικές και ζωικές ομάδες. Ωστόσο, πολλά ενδημικά είδη έχουν πολύ περιορισμένη εξάπλωση και συνεπώς είναι πολύ ευαίσθητα σε διαταραχές.

Η κλιματική αλλαγή συγκαταλέγεται στα κυριότερα άμεσα αίτια απώλειας της βιοποικιλότητας και αλλαγών στις υπηρεσίες των οικοσυστημάτων σε παγκόσμιο επίπεδο. Σε πανευρωπαϊκή κλίμακα, η κλιματική αλλαγή όλο και περισσότερο αναγνωρίζεται ως σοβαρή απειλή, ιδίως σε ό,τι αφορά τα παράκτια, αλπικά και αρκτικά είδη και ενδιαιτήματα. Η Ελλάδα συγκαταλέγεται στις πλέον ευάλωτες περιοχές της Ευρώπης, λόγω, αφενός, της αύξησης των θερμοκρασιών και αφετέρου, της μείωσης των βροχοπτώσεων σε περιοχές στις οποίες ήδη παρατηρείται λειψυδρία, καθώς και λόγω της ανόδου της στάθμης της θάλασσας κατά μήκος της μεγάλης παράκτιας ζώνης της. Ωστόσο, η κλιματική αλλαγή δεν είναι η μόνη πίεση που επιδρά στη βιολογική ποικιλότητα και τα αποτελέσματά της εξαρτώνται και από τις αλληλεπιδράσεις με άλλες πιέσεις, όπως η αλλαγή των χρήσεων γης και η απώλεια ενδιαιτημάτων, καθώς αυτές μειώνουν την ικανότητα των οργανισμών να μετατοπίσουν την εξάπλωσή τους σε απόκριση της κλιματικής αλλαγής.

Σε ό,τι αφορά τις επιδράσεις στα είδη, η εξάπλωση πολλών ειδών στην Ευρώπη αναμένεται να επηρεαστεί από την κλιματική αλλαγή και οι αποκρίσεις είναι πιθανό να διαφέρουν μεταξύ των ειδών. Στη νότια Ευρώπη, σε περιοχές της Ιβηρικής Χερσονήσου, στην Ιταλία και στην Ελλάδα αναμένονται μειώσεις στην αφθονία των ειδών, ωστόσο η εξάπλωση των ειδών θα εξαρτηθεί επίσης από τη διαθεσιμότητα των κατάλληλων ενδιαιτημάτων.

Σε ό,τι αφορά τα δασικά οικοσυστήματα στην Ελλάδα, τρία φαινόμενα μεταβολών της βιοποικιλότητας των δασών θα μπορούσαν να αποδοθούν στην αλλαγή του κλίματος ή να συνδεθούν με αυτήν, η ξήρανση δασικής πεύκης, η ξήρανση ελάτης και η εισβολή κωνοφόρων σε δάση φυλλοβόλων.

Ειδικότερα για τους υγροτόπους, στη Μεσόγειο πολλά εφήμερα οικοσυστήματα αναμένεται να εξαφανιστούν και πολλά μόνιμα να συρρικνωθούν. Σε μεγάλο βαθμό ενδέχεται να επηρεαστούν οι λίμνες, από άποψη διαθεσιμότητας και ποιότητας νερού. Δεδομένα από τρεις λίμνες της Ελλάδας φαίνεται να επιβεβαιώνουν τη μείωση της επιφάνειας και του όγκου των

υδάτων τους. Τα εσωτερικά ύδατα εν γένει είναι πιθανό να εμφανίσουν χαμηλότερο όγκο ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής.

Οι παράκτιοι υγρότοποι σε όλη τη Μεσόγειο φαίνεται ότι απειλούνται με απώλεια ή με σημαντικές μεταβολές στην ιζηματοπόθεση σε πολλές περιοχές, καθώς η θέση τους συνδέεται στενά με τη στάθμη της θάλασσας. Οι δε παράκτιοι λειμώνες του ενδημικού μεσογειακού αγγειόσπερμου *Posidonia oceanica*, φαίνεται πως είναι ιδιαίτερα ευάλωτοι στις φυσικές και χημικές μεταβολές που προκαλούνται από ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα (π.χ. καταιγίδες και πλημμύρες).

Στη θάλασσα της Μεσογείου, οι ταχέως μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες παρέχουν ευνοϊκό έδαφος για την εισβολή χωροκατακτητικών ειδών, τα οποία με τη σειρά τους επηρεάζουν τα θαλάσσια οικοσυστήματα. Τα θαλάσσια χωροκατακτητικά ξενικά είδη προκαλούν απώλεια της βιοποικιλότητας οδηγώντας σε εξαφάνιση τα αυτόχθονα είδη, μπορεί να μεταβάλουν σημαντικά τη δομή και τις λειτουργίες του θαλάσσιου οικοσυστήματος, να βλάψουν οικονομικές δραστηριότητες (αλιεία, τουρισμός κ.ά.) αλλά και την ανθρώπινη υγεία.

Executive Summary

Greece is known for its great biological diversity, which is the largest in Europe and the Mediterranean, manifested by the great variety of natural ecosystems, terrestrial, wetland and marine and of species. The Greek flora and fauna is composed of European, Asian, African and endemic species; it is estimated that there are around 5,500 species of higher plants, 436 birds, 116 mammals, 79 reptiles and amphibians, 110 species of freshwater fish, 447 species of marine fish and around 4,000 invertebrates. The biodiversity of Greece is characterized by its high endemism in most animal and plant groups. However, many endemics have very limited distribution and are therefore very sensitive to disturbances.

Climate change is one of the main direct causes of biodiversity loss and changes in ecosystem services globally. At European level, climate change is increasingly recognized as a serious threat, particularly as regards coastal, alpine and arctic species and habitats. Greece is among the most vulnerable parts of Europe, on account of increases in temperatures and reductions of rainfall in areas already coping with water scarcity and because of rising sea levels along its long coastline. However, climate change is not the only pressure that affects biological diversity; its effects also depend on interactions with other pressures such as land use change and habitat loss as they reduce the ability of organisms to shift their distribution in response to climate change.

As regards the effects on species, climate change is expected to affect the distribution of many species in Europe; however the responses are likely to differ between species. In southern Europe, i.e. parts of the Iberian Peninsula, Italy and Greece, a decrease in abundance of species is expected, but the distribution of species will also depend on the availability of suitable habitats.

In terms of forest ecosystems in Greece, three types of changes in forest biodiversity could be attributed to climate change or connected with, i.e. the drying of forest pine, the drying of fir and the invasion of conifers in deciduous forests.

With regard to wetlands in particular, many Mediterranean ephemeral systems are expected to disappear and many permanent to shrink. Lakes may be affected to a large extent, in terms of water availability and quality. Data from three lakes in Greece seem to confirm the expected reduction of area and volume of their waters. Inland waters are generally likely to have reduced water volume as a result of climate change.

The coastal wetlands throughout the Mediterranean are threatened with loss or significant changes in sedimentation in many areas, since their location is closely linked to sea level. Moreover, the coastal grasslands of the Mediterranean endemic angiosperm *Posidonia oceanica*, seems especially vulnerable to physical and chemical changes caused by extreme weather events (e.g. storms and floods).

In the Mediterranean Sea, the rapidly changing environmental conditions provide a favourable ground for the invasion of alien species, which in turn affects the marine ecosystems. Marine invasive alien species cause loss of biodiversity resulting in the disappearance of native species. Moreover, they can significantly alter the structure and functions of marine ecosystems, damage economic activities (fishing, tourism etc.) and impair human health.

1. Εισαγωγή

Η βιολογική ποικιλότητα ή βιοποικιλότητα αναφέρεται στην ποικιλία των μορφών της ζωής: τα διάφορα φυτά, ζώα και μικροοργανισμοί, τα γονίδια που περιέχουν και τα οικοσυστήματα που σχηματίζουν. Έτσι, ο όρος «βιοποικιλότητα» αγκαλιάζει όλη τη ζωή στη Γη.

ΟΡΙΣΜΟΙ

Σύμφωνα με τη Σύμβαση για τη Βιολογική Ποικιλότητα (Άρθρο 2 «Ορισμοί»), ως **‘Βιολογική ποικιλότητα’** νοείται η ποικιλία των ζώντων οργανισμών πάσης προελεύσεως περιλαμβανομένων, μεταξύ άλλων, χερσαίων, θαλασσίων και άλλων υδατικών οικοσυστημάτων και οικολογικών συμπλεγμάτων, των οποίων αποτελούν μέρος. Επίσης, περιλαμβάνεται εδώ η ποικιλότητα εντός των ειδών, μεταξύ ειδών και οικοσυστημάτων.

Η βιοποικιλότητα συνήθως εξετάζεται σε τρία επίπεδα: τη γενετική ποικιλότητα, την ποικιλότητα των ειδών και την ποικιλότητα των οικοσυστημάτων. Τα τρία αυτά επίπεδα αντιστοιχούν στα ισάριθμα θεμελιώδη και ιεραρχικά συνδεδεμένα επίπεδα της οργάνωσης της ζωής.

Η ανάγκη συντονισμένης διεθνούς δράσης για την προστασία της βιοποικιλότητας προέκυψε, κυρίως, αφενός από την επιστημονικώς τεκμηριωμένη διαπίστωση απώλειας της βιοποικιλότητας παγκοσμίως και αφετέρου από τη διεθνή αναγνώριση της αξίας της για την ανθρωπότητα. Η διάσκεψη του Ρίο το 1992 ήταν το αποκορύφωμα της παγκόσμιας αναγνώρισης της ανάγκης να διατηρηθεί η βιοποικιλότητα, και της διεθνούς πολιτικής αναγνώρισης του όρου «βιοποικιλότητα». Ο σκοπός της διεθνούς Σύμβασης για τη Βιολογική Ποικιλότητα, η οποία υπεγράφη στο Ρίο το 1992, όπως ορίζεται

στο άρθρο 1 αυτής, 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 ...». Η Ελλάδα αποτελεί συμβαλλόμενο μέρος στη διεθνή Σύμβαση για τη Βιολογική Ποικιλότητα.

Επιπλέον, το 2001, οι επικεφαλής κρατών και κυβερνήσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) έθεσαν ως στόχο, «να αναχαιτίσουν την απώλεια της βιοποικιλότητας [στην ΕΕ] έως το 2010». Το 2002, ηγέτες 130 κρατών δεσμεύτηκαν να «μειώσουν ουσιαστικά τον ρυθμό απώλειας της βιοποικιλότητας [σε παγκόσμιο επίπεδο] έως το 2010». Σχετικές δημοσκοπήσεις δείχνουν ότι οι πολίτες της ΕΕ ενστερνίζονται ένθερμα τον εν λόγω προβληματισμό για τη βιοποικιλότητα.

2. Αξίες της βιοποικιλότητας

Η βιοποικιλότητα είναι αναγκαία για τη διατήρηση της ζωής πάνω στη Γη. Η πραγματική της αξία είναι ανυπολόγιστη, καθώς παρέχει τη δυνατότητα σε μας και σε όλους τους ζωντανούς οργανισμούς να προσαρμοζόμαστε σε ένα μεταβαλλόμενο περιβάλλον.

Η βιοποικιλότητα είναι ζωτική για την υγεία και την ευημερία μας. Βελτιώνει την ποιότητα ζωής μας και ενισχύει το βιοτικό μας επίπεδο, συντελεί στην κοινωνική ευημερία και συνοχή και προσφέρει νέες ευκαιρίες για επένδυση και εργασία. Κατά τις τελευταίες δεκαετίες η ανθρωπότητα επωφελήθηκε κατά πολύ από την ανάπτυξη, η οποία εμπλούτισε τη ζωή μας. Ταυτοχρόνως, μεγάλο μέρος της εν λόγω ανάπτυξης συνδυάστηκε με την υποβάθμιση της βιοποικιλότητας.

Η απώλεια βιοποικιλότητας προκαλεί προβληματισμό, όχι μόνο λόγω της ιδιαίτερης εγγενούς αξίας της, αλλά και επειδή η βιοποικιλότητα αποτελεί στοιχείο του υποβάθρου επί του οποίου βασίζονται η ανταγωνιστικότητα, η ανάπτυξη και η απασχόληση, καθώς και η βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης (Ευρωπαϊκή Επιτροπή 2006).

Η απώλεια βιοποικιλότητας συνεπάγεται υποβάθμιση των υπηρεσιών που παρέχουν τα οικοσυστήματα. Ως υπηρεσίες των οικοσυστημάτων ορίζονται οι διεργασίες και λειτουργίες που παρέχονται από το φυσικό περιβάλλον και ωφελούν τον άνθρωπο. Μεταξύ των προαναφερόμενων υπηρεσιών¹ περιλαμβάνονται η παραγωγή τροφίμων, καυσίμων, ινών και φαρμακευτικών ουσιών, η ρύθμιση των υδάτων, του αέρα και του κλίματος, η διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους και του κύκλου των θρεπτικών στοιχείων.

¹ Στις υπηρεσίες, περιλαμβάνονται και τα αγαθά.

Η πρόσφατη Αξιολόγηση της Χιλιετίας (Millennium Assessment 2005), η οποία παρέχει ένα διεθνώς αναγνωρισμένο πλαίσιο κατηγοριοποίησης αυτών των υπηρεσιών τονίζει ότι οι περισσότερες από τις εν λόγω υπηρεσίες υποβαθμίζονται. Το βασικό συμπέρασμα είναι ότι διασπαθίζουμε το κεφάλαιο φυσικών πόρων της γης και θέτουμε σε κίνδυνο την ικανότητα των οικοσυστημάτων να υποστηρίξουν τις μέλλουσες γενεές. Οποιαδήποτε βραχυπρόθεσμα οφέλη προκύψουν, αναμφίβολα θα αναιρεθούν από μαζικές μακροπρόθεσμες απώλειες. Η επιδείνωση είναι δυνατόν να αντιμετωπιστεί μόνο εάν επέλθουν ουσιαστικές αλλαγές στην πολιτική και στην πράξη.

Η Ελλάδα, ιδιαίτερα προικισμένη, σε σχέση με τις υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όσον αφορά τη βιοποικιλότητα, φέρει αντίστοιχο βάρος ηθικής ευθύνης για τη διατήρησή της, την αειφορική χρήση της, και τον δίκαιο και ισότιμο καταμερισμό των πλεονεκτημάτων, που θα προκύψουν από τη χρήση των γενετικών πόρων για τις γενιές που έρχονται.

Υπηρεσίες των Οικοσυστημάτων

Ο όρος «υπηρεσίες των οικοσυστημάτων» βρίσκεται στην προμετωπίδα των συζητήσεων για το περιβάλλον. Αυτό το αυξανόμενο δημοφιλές θέμα, μελετήθηκε επισταμένως κατά την αξιολόγηση των οικοσυστημάτων της χιλιετίας (Millennium Assessment 2005), η οποία παρουσιάζει μία οπτική του τρόπου με τον οποίο το φυσικό περιβάλλον στηρίζει τον άνθρωπο και παρέχει ένα πλαίσιο κατηγοριοποίησης των υπηρεσιών των οικοσυστημάτων. Τα οικοσυστήματα:

Παρέχουν φυσικούς πόρους για την επιβίωσή μας, όπως καθαρό αέρα και νερό.

Συμβάλλουν στην καλή σωματική και ψυχική μας υγεία, για παράδειγμα με την παρουσία πρασίνου στις πόλεις και την ύπαιθρο, με πρώτες ύλες για την παραγωγή φαρμάκων.

Ρυθμίζουν σπουδαίες διεργασίες όπως το κλίμα και η επικοινωνία των σοδειών.

Στηρίζουν στιβαρές και υγιείς οικονομίες με πρώτες ύλες για τη βιομηχανία και τη γεωργία, ή μέσω του τουρισμού και της αναψυχής.

Παρέχουν κοινωνικά, πολιτισμικά και εκπαιδευτικά οφέλη, συμβάλλουν στην ποιότητα ζωής.

Η βιοποικιλότητα, ως συστατικό στοιχείο των λειτουργιών των οικοσυστημάτων, παίζει πρωταρχικό ρόλο στην ικανότητά τους να παρέχουν αυτές τις υπηρεσίες.

Πληρωμές για τις Υπηρεσίες των Οικοσυστημάτων

Η έννοια αυτή αναπτύχθηκε από την αυξανόμενη ανησυχία που προκαλεί η απώλεια της βιοποικιλότητας και των υπηρεσιών των οικοσυστημάτων, σε συνάρτηση με τη σχετική επιτυχία του θεσμού της εμπορίας δικαιωμάτων ρύπων. Οι πληρωμές για τις υπηρεσίες των οικοσυστημάτων μπορούν να ορισθούν ως μία εθελοντική ρύθμιση, κατά την οποία μία υπηρεσία οικοσυστήματος, ή μία χρήση γης που εξασφαλίζει αυτή την υπηρεσία, «αγοράζεται» από έναν τουλάχιστον προμηθευτή, εάν και μόνο εάν, ο προμηθευτής εξασφαλίζει την παροχή της υπηρεσίας (Gallacher, προσαρμογή από Wunder 2005). Οι πληρωμές για τις υπηρεσίες των οικοσυστημάτων θεωρούνται ως εργαλείο πολιτικής που πρέπει να εφαρμόζεται με προσοχή και μόνον όταν μπορεί να αποδώσει τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Η έννοια αυτή αναμένεται ότι τα επόμενα έτη θα υποστεί περαιτέρω επεξεργασία και θα δοθούν στη δημοσιότητα παραδείγματα εφαρμογής. Σχετικά με την ώθηση που δίνεται στο θέμα αυτό, επισημαίνεται ότι η 9η Διάσκεψη των Συμβαλλόμενων Μερών στη Σύμβαση για τη Βιολογική Ποικιλότητα, στην απόφασή της για τη δασική βιοποικιλότητα, προσκαλεί τα Συμβαλλόμενα Μέρη, άλλες κυβερνήσεις και σχετικούς διεθνείς και άλλους οργανισμούς να αναπτύξουν περαιτέρω τη γνώση για τις υπηρεσίες που προσφέρουν τα δασικά οικοσυστήματα και να εφαρμόσουν, όπως ενδείκνυται, καινοτόμα εργαλεία, για να εξασφαλίσουν τέτοιες υπηρεσίες, όπως οι Πληρωμές για τις Υπηρεσίες των Οικοσυστημάτων, σε συμβατότητα και αρμονία με τη Σύμβαση και άλλες σχετικές διεθνείς υποχρεώσεις.

3. Η παρούσα κατάσταση της βιοποικιλότητας της Ελλάδας

3.1. Γενικά

Η Ελλάδα διακρίνεται για τη μεγάλη βιολογική ποικιλότητά της, η οποία είναι από τις μεγαλύτερες στην Ευρώπη και τη Μεσόγειο. Αυτό οφείλεται σε παράγοντες όπως η γεωγραφική θέση της στα όρια τριών ηπείρων, η σύνθετη γεωλογική ιστορία της και η μεγάλη τοπογραφική ποικιλότητά της (έντονο ανάγλυφο, εκτεταμένος κατακερματισμός χέρσου, μεγάλος αριθμός σπηλαίων, παρουσία θάλασσας, σχετικά ήπιες ανθρώπινες επεμβάσεις), οι οποίοι έθεσαν τις προϋποθέσεις για την ανάπτυξη και στήριξη μεγάλης ποικιλίας φυτών, ζώων, οικοσυστημάτων και τοπίων (Ντάφης κ.ά. 1997). Ως αποτέλεσμα της επίδρασης των ανωτέρω παραγόντων, η βιοποικιλότητα της Ελλάδας σήμερα, αποτελούμενη από ευρωπαϊκά, ασιατικά, αφρικανικά και ενδημικά είδη, εκτιμάται ότι αριθμεί περίπου 5.500 είδη ανώτερων φυτών, 436 είδη πτηνών, 116 είδη θηλαστικών, 79 είδη ερπετών και

αμφιβίων, 110 είδη ψαριών γλυκού νερού, 447 είδη θαλασσινών ψαριών, περίπου 4000 είδη ασπονδύλων. Από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά της βιοποικιλότητας της Ελλάδας είναι ο υψηλός ενδημισμός στις περισσότερες ζωικές και φυτικές ομάδες. Πολλά ενδημικά είδη έχουν πολύ περιορισμένη εξάπλωση (π.χ. σε μια μόνο νησίδα) και συνεπώς είναι πολύ ευαίσθητα σε διαταραχές.

3.2. Χλωρίδα

Για την Ελλάδα αναφέρονται 5.500 είδη χλωρίδας ανώτερων φυτών. Το ποσοστό των ενδημικών ειδών ανέρχεται σε περίπου 13% του συνόλου των γνωστών ειδών. Περίπου 4% των ειδών θεωρούνται απειλούμενα και σε ένα ίσο ποσοστό προστατεύονται βάσει της ισχύουσας νομοθεσίας. Το Κόκκινο Βιβλίο για τα σπάνια και απειλούμενα φυτά της Ελλάδας (Φοίτος κ.ά. 2010) περιλαμβάνει 300 είδη και υποείδη της ελληνικής χλωρίδας. Καθένα από αυτά εντάσσεται σε μία από τις κατηγορίες κινδύνου που περιέχονται στο σύστημα της Διεθνούς Ένωσης για την Προστασία της Φύσης (IUCN).

3.3. Πανίδα

Αναφορικά με τα σπονδυλόζωα, στο Κόκκινο Βιβλίο για τα ζώα της Ελλάδας (Λεγάκις και Μαραγκού 2009), συνολικά αξιολογήθηκαν 418 είδη που αντιστοιχούν περίπου στο 40% των ειδών σπονδυλόζωων της Ελλάδας (μεταξύ των οποίων το σύνολο των ειδών αμφιβίων, ερπετών και ψαριών του γλυκού νερού που απαντούν στην Ελλάδα). Επίσης, αξιολογήθηκε η κατάσταση 591 ειδών ασπονδύλων από 19 διαφορετικές ζωικές ομάδες, αριθμός που αποτελεί μικρό μόνο ποσοστό των ασπονδύλων της Ελλάδας. Από τα 418 είδη σπονδυλοζώων που αξιολογήθηκαν, τα 171 (40,90%) εντάχθηκαν σε κατηγορία κινδύνου. Ο αριθμός αυτός αντιστοιχεί στο 14,65% του συνολικού αριθμού σπονδυλοζώων που απαντά στην Ελλάδα. Επίσης, 39 είδη εκτιμήθηκαν ως Σχεδόν Απειλούμενα (9,33% των αξιολογηθέντων και 3,34% του συνόλου), ενώ 52 είδη εκτιμήθηκαν ως Ανεπαρκώς Γνωστά.

Η πλέον απειλούμενη ομάδα σπονδυλοζώων είναι τα ψάρια του γλυκού νερού, καθώς απειλείται το 38,58% του συνόλου των ειδών που απαντούν στην Ελλάδα, ενώ διαπιστώνονται και τοπικές εξαφανίσεις. Ακολουθούν τα αμφίβια, με το 27,27% του συνόλου των ειδών που απαντούν στην Ελλάδα να εντάσσεται σε κατηγορία κινδύνου, ενώ τα πουλιά, ως πιο πολυπληθής ομάδα, εμφανίζουν τον υψηλότερο αριθμό ειδών ανά κατηγορία κινδύνου.

Στην Ελλάδα απαντούν 182 ζωικά είδη Κοινοτικού ενδιαφέροντος, σύμφωνα με την Οδηγία 92/43/ΕΟΚ. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της 2η εθνικής έκθεσης εφαρμογής της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ για την περίοδο 2000 – 2006 (Χρυσοπολίτου και Χατζηχαράλαμπος 2008), υπάρχουν

μεγάλες ελλείψεις σε ό,τι αφορά τη χωροδιάταξη, το εύρος και τα πληθυσμιακά μεγέθη των ειδών αυτών καθώς η κατάσταση διατήρησης του 65% των ειδών ζώων είναι άγνωστη (118 από τα 182 είδη). Το 14% βρίσκεται σε ικανοποιητική κατάσταση (25 από τα 182 είδη), και αντίστοιχο ποσοστό σε ανεπαρκή κατάσταση (26 από τα 182 είδη), ενώ το υπόλοιπο 7% βρίσκεται σε κακή κατάσταση διατήρησης (13 από τα 182 είδη). Τα κενά της γνώσης είναι μεγαλύτερα στα ασπόνδυλα (για τα 45 από τα 46 είδη η κατάσταση είναι άγνωστη και για το 1 είδος ανεπαρκής), στα θηλαστικά (75% σε άγνωστη κατάσταση, 14% σε ανεπαρκή κατάσταση και το υπόλοιπο 11% σε κακή κατάσταση) και στα ερπετά (57% σε άγνωστη κατάσταση, 23% σε ανεπαρκή κατάσταση, 11% σε ικανοποιητική κατάσταση και το υπόλοιπο 9% σε κακή κατάσταση). Το 62% των ψαριών βρίσκεται σε ικανοποιητική κατάσταση διατήρησης.

3.4. Τύποι οικοτόπων

Η Ελλάδα φιλοξενεί 85 τύπους οικοτόπων του Παραρτήματος I της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ, εκ των οποίων σχεδόν το ένα τρίτο ανήκουν στην κατηγορία των δασών (27 τύποι ή 32%). Οι παράκτιοι και αλοφυτικοί οικοτόποι αντιπροσωπεύουν περίπου το 16,4% των τύπων οικοτόπων Κοινοτικού ενδιαφέροντος που απαντούν στην Ελλάδα (14 από τους 85 τύπους) και κατά φθίνουσα σειρά ακολουθούν οι οικοτόποι γλυκών υδάτων (9 ή 10,6%), οι παράκτιες θίνες και οι φυσικές και ημιφυσικές χλωώδεις διαπλάσεις (από 8 τύπους ή 9,4% η κάθε κατηγορία), οι λόχμες με σκληρόφυλλη βλάστηση (7 τύποι ή 8,2%), οι βραχώδεις οικοτόποι και τα σπήλαια (6 τύποι ή 7%) οι τυρφώνες και βάλτοι (4 τύποι ή 4,7%), και τέλος, τα εύκρατα χέρσα εδάφη και οι λόχμες (2 τύποι ή 2,3%).

Σύμφωνα με τη 2η εθνική έκθεση εφαρμογής της εν λόγω Οδηγίας για την περίοδο 2000 – 2006 (Χρυσοπολίτου και Χατζηχαραλάμπους 2008), 49 τύποι οικοτόπων, δηλαδή ποσοστό 58% των τύπων που απαντούν στην Ελλάδα, βρίσκονται σε ικανοποιητική κατάσταση διατήρησης, 26 τύποι (30%) βρίσκονται σε ανεπαρκή κατάσταση και 7 τύποι οικοτόπων εντοπίζονται σε κακή κατάσταση διατήρησης. Οι 7 αυτοί τύποι ανήκουν όλοι στην κατηγορία «παράκτιοι και αλοφυτικοί οικοτόποι», στοιχείο που δηλώνει ότι οι μισοί από τους οικοτόπους αυτής της κατηγορίας (7 από 14) βρίσκονται σε κακή κατάσταση. Άγνωστη είναι η κατάσταση τριών τύπων οικοτόπων του Παραρτήματος I, εκ των οποίων δύο είναι τυρφώνες-βάλτοι και ένας είναι παράκτιος (Αμμοσύρσεις που καλύπτονται διαρκώς από θαλάσσιο νερό μικρού βάθους).

3.5. Υγρότοποι

Στη χώρα μας εμφανίζεται πολύ μεγάλη ποικιλία φυσικών οικοσυστημάτων, χερσαίων, υγροτοπικών και θαλάσσιων. Το κύριο γνώρισμά τους είναι η υψηλή ποικιλότητά τους, η φυσικότητα της σύνθεσής

τους και η υποβάθμιση της παραγωγικής τους δυνατότητας αλλά και η μεγάλη ικανότητα φυσικής ανόρθωσής τους. Σε ό,τι ειδικότερα αφορά στα υγροτοπικά οικοσυστήματα, στην επικαιροποιημένη απογραφή των ελληνικών υγροτόπων του Ελληνικού Κέντρου Βιοτόπων Υγροτόπων (Φυτόκα κ.ά. 2000) αναφέρονται 411 υγρότοποι στην Ελλάδα, οι περισσότεροι εκ των οποίων (2/3) βρίσκονται στη βόρεια Ελλάδα. Πρόσφατη απογραφή των υγροτόπων των νησιών του Αιγαίου από το WWF Ελλάς (Κατσαδωράκης και Παραγκαμιάν 2007) εντόπισε 352 υγροτόπους σε 51 νησιά και νησίδες του Αιγαίου εκτός της Κρήτης, εκ των οποίων περισσότεροι από τους μισούς είναι μικρότεροι των 10 στρεμμάτων. Οι υφιστάμενοι υγρότοποι είναι πολλοί, πολλών τύπων και πλούσιοι σε βιοποικιλότητα. Οι σημαντικότεροι 10 υγρότοποι έχουν χαρακτηριστεί ως Υγρότοποι Διεθνούς Σημασίας σύμφωνα με τη Σύμβαση Ραμσάρ και έχουν περιληφθεί στους φορείς διαχείρισης προστατευόμενων περιοχών που ιδρύθηκαν με τον Ν. 3044/2002.

4. Απειλές για τη βιοποικιλότητα

Σε παγκόσμιο επίπεδο, η Αξιολόγηση της Χιλιετίας εξετάζει τα γενεσιουργά αίτια για τις μεταβολές στη βιοποικιλότητα και στις υπηρεσίες των οικοσυστημάτων και τα διακρίνει σε πέντε κατηγορίες: δημογραφία, οικονομία, κοινωνικοπολιτικά αίτια, πολιτισμικά - θρησκευτικά και επιστημονικά – τεχνολογικά. Αν και η βιοποικιλότητα και οι υπηρεσίες των οικοσυστημάτων μεταβάλλονται λόγω φυσικών αιτίων, οι τρέχουσες αλλαγές οφείλονται σε αυτά τα, ανθρωπογενή, γενεσιουργά αίτια. Τα βαθύτερα αυτά γενεσιουργά αίτια, είναι οι παράγοντες που επιτρέπουν ή προκαλούν, στο παρελθόν και σήμερα, τη δημιουργία των άμεσων αιτίων. Τα κυριότερα άμεσα αίτια απώλειας της βιοποικιλότητας και αλλαγών στις υπηρεσίες των οικοσυστημάτων είναι *η αλλαγή των ενδιατημάτων, περιλαμβανομένων των αλλαγών χρήσεων γης, των διευθετήσεων των ποταμών και των απολήψεων νερού από αυτούς, της απώλειας των κοραλλιογενών σχηματισμών, και της βλάβης στους πυθμένες των θαλασσών από τις τράτες, η κλιματική αλλαγή, τα χωροκατακτητικά ξενικά είδη, η υπερεκμετάλλευση των ειδών και η ρύπανση.*

Κάθε ένα από αυτά τα αίτια θα έχει σημαντικές επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα κατά τον 21^ο αιώνα. Ειδικότερα στοιχεία από την εν λόγω Αξιολόγηση για την κλιματική αλλαγή αναφέρουν:

Κλιματική αλλαγή. Στοιχεία από όλες τις ηπείρους και τους περισσότερους ωκεανούς δείχνουν ότι πολλά φυσικά συστήματα επηρεάζονται από αλλαγές κλίματος σε περιφερειακό επίπεδο και ειδικότερα από αυξήσεις στη θερμοκρασία.

Σε πανευρωπαϊκή κλίμακα, σύμφωνα με την Τέταρτη Αξιολόγηση για το Περιβάλλον του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος (2007), οι κύριες πιέσεις στη βιοποικιλότητα, είναι η αστική διασπορά, η ανάπτυξη υποδομών, η οξίνιση, ο ευτροφισμός, η ερημοποίηση, η υπερεκμετάλλευση

των πόρων, η εντατικοποίηση της γεωργίας και η εγκατάλειψη της γης. Η κλιματική αλλαγή όλο και περισσότερο αναγνωρίζεται ως σοβαρή απειλή, ιδίως σε ό,τι αφορά τα παράκτια, αλπικά και αρκτικά είδη και ενδιαιτήματα.

5. Φυσικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη βιοποικιλότητα

5.1. Γενικά

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί μία παγκόσμια απειλή. Τα αποτελέσματα της κλιματικής αλλαγής γίνονται όλο και πιο ορατά. Οι επιστήμονες θεωρούν ότι η κλιματική αλλαγή ήδη προκαλεί περισσότερο συχνά συμβάντα ξηρασίας, πλημμύρων και αύξησης της ελονοσίας. Άλλα φαινόμενα που αποδίδονται στην κλιματική αλλαγή είναι η αύξηση των περιστατικών τυφώνων και των δασικών πυρκαγιών. Μεταξύ των μακροχρόνιων επιπτώσεων είναι η ύψωση της στάθμης της θάλασσας και η ζημιά σε καλλιέργειες που μπορεί να οδηγήσει σε ελλείψεις τροφίμων. Πολλές αφρικανικές χώρες είναι μεταξύ των πιο ευάλωτων χωρών στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Πρόσφατες έρευνες επιβεβαιώνουν το ευρύ φάσμα επιπτώσεων της αλλαγής του κλίματος, μεταξύ άλλων στη γεωργία, την αλιεία, το έδαφος, τη βιοποικιλότητα, τους υδάτινους πόρους, τις παράκτιες ζώνες, τη θνησιμότητα που συνδέεται με τον καύσωνα και το ψύχος, και τις ζημίες από πλημμύρες. Η Ευρώπη δεν θα αποτελέσει εξαίρεση. Σύμφωνα με την πράσινη βίβλο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (2007), οι πλέον ευάλωτες περιοχές της Ευρώπης είναι οι ακόλουθες:

- Η νότια Ευρώπη και το σύνολο της λεκάνης της Μεσογείου λόγω, αφενός, της υψηλής αύξησης των θερμοκρασιών και αφετέρου, της μείωσης των βροχοπτώσεων σε περιοχές στις οποίες ήδη παρατηρείται λειψυδρία.
- Οι ορεινές περιοχές, και ιδίως οι Άλπεις, όπου η ταχεία άνοδος των θερμοκρασιών προκαλεί εκτεταμένη τήξη των χιονιών και των πάγων, με αποτέλεσμα να μεταβάλλεται η ροή των ποταμών.
- Οι παράκτιες ζώνες, λόγω της ανόδου της στάθμης της θάλασσας που συνδυάζεται με αυξημένο κίνδυνο καταγίδων.
- Οι πυκνοκατοικημένες κατακλυζόμενες εκτάσεις, λόγω του αυξημένου κινδύνου καταγίδων, έντονων βροχοπτώσεων και στιγμιαίων πλημμυρών, ικανών να προκαλέσουν εκτεταμένες ζημίες στους οικισμούς και τις υποδομές.

- Η Σκανδιναβία, όπου αναμένεται αύξηση των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, και ιδίως των βροχοπτώσεων, που θα υποκαταστήσουν, ως επί το πλείστον, τις χιονοπτώσεις.
- Η περιοχή της Αρκτικής, όπου θα σημειωθούν οι εντονότερες μεταβολές θερμοκρασιών ανά τον κόσμο.

Το Διακυβερνητικό Σώμα για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC), κατά την τέταρτη έκθεσή του (Alcamo κ.ά. 2007) συμπέρανε ότι η κλιματική αλλαγή θα προκαλέσει σημαντικές επιπτώσεις σε πολλές πλευρές της βιολογικής ποικιλότητας: στα οικοσυστήματα, τα είδη, τη γενετική ποικιλότητα εντός των ειδών και στις οικολογικές αλληλεπιδράσεις. Οι επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής στη βιοποικιλότητα είναι πολύπλευρες. Η βιοποικιλότητα μπορεί να επηρεάζεται από έναν συνδυασμό: (i) άμεσων επιπτώσεων στους οργανισμούς (για παράδειγμα, η θερμοκρασία επηρεάζει τα ποσοστά επιβίωσης, την αναπαραγωγική επιτυχία, τα πρότυπα διασποράς και συμπεριφοράς), (ii) επιπτώσεων μέσω βιοτικών αλληλεπιδράσεων (π.χ. παραχώρηση ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος) και (iii) επιπτώσεων μέσω μεταβολής των αβιοτικών παραγόντων (π.χ. κατάκλυση με νερό, μεταβολές σε ωκεάνια ρεύματα). Ωστόσο, η κλιματική αλλαγή δεν είναι η μόνη πίεση που επιδρά στη βιολογική ποικιλότητα και τα αποτελέσματά της εξαρτώνται και από τις αλληλεπιδράσεις με άλλες πιέσεις, όπως η αλλαγή των χρήσεων γης και η απώλεια ενδωιτημάτων που θεωρούνται παγκοσμίως κύριες απειλές προς τη βιοποικιλότητα (Millennium Assessment 2005), καθώς μειώνουν την ικανότητα των οργανισμών να μετατοπίσουν την εξάπλωσή τους σε απόκριση της κλιματικής αλλαγής (Campbell κ.ά. 2009).

Ορισμένα στοιχεία για τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.

Στοιχεία από όλες τις ηπείρους και τους περισσότερους ωκεανούς δείχνουν ότι πολλά φυσικά συστήματα επηρεάζονται από αλλαγές κλίματος σε περιφερειακό επίπεδο και ειδικότερα από αυξήσεις στη θερμοκρασία.

Υπάρχει πολύ υψηλή πιστότητα, με βάση στοιχεία από μεγάλο εύρος ειδών, ότι η τελευταία αύξηση της θερμοκρασίας επηρεάζει ισχυρά τα χερσαία βιολογικά συστήματα, προκαλώντας αλλαγές, όπως:

- Πρώιμη έναρξη διεργασιών που σχετίζονται με την άνοιξη, όπως η έκπτυξη φύλλων, η μετανάστευση και η ωοαπόθεση.
- Μετατοπίσεις της εξάπλωσης των ειδών προς τους πόλους και τα μεγαλύτερα υψόμετρα.

Υπάρχει υψηλή πιστότητα, που βασίζεται σε σημαντικά νέα στοιχεία ότι οι παρατηρούμενες μεταβολές σε βιολογικά συστήματα της θάλασσας και των εσωτερικών υδάτων σχετίζονται με την αύξηση της θερμοκρασίας καθώς και με τις συνδεόμενες αλλαγές στην κάλυψη με πάγο, την αλατότητα, τη συγκέντρωση οξυγόνου και την κυκλοφορία των υδάτων. Αυτές οι μεταβολές περιλαμβάνουν:

- Μετατοπίσεις στην εξάπλωση και μεταβολές στην αφθονία των φυκών, του ζωοπλαγκτού και των ψαριών σε μεγάλου γεωγραφικού πλάτους ωκεανούς.

- Αυξήσεις στην αφθονία των φυκών και του ζωοπλαγκτού σε λίμνες που βρίσκονται σε μεγάλα γεωγραφικά πλάτη και σε μεγάλα υψόμετρα.

Πηγή: IPCC 2007

5.2. Επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής στα είδη

Η εξάπλωση πολλών ειδών στην Ευρώπη αναμένεται να επηρεαστεί από την κλιματική αλλαγή και οι αποκρίσεις είναι πιθανό να διαφέρουν μεταξύ των ειδών (Harrison κ.ά. 2006). Σύμφωνα με τους ανωτέρω συγγραφείς, το γενικό πρότυπο είναι μια μετατόπιση από τα νοτιοδυτικά προς τα βορειοανατολικά στον κατάλληλο κλιματικό χώρο, η οποία, κατά τους ίδιους, συμφωνεί με τα αποτελέσματα άλλων ερευνών, με τα κέρδη να εξισορροπούν τις ζημιές για πολλά είδη. Η αλλαγή του κλίματος, ιδίως οι ηπιότεροι χειμώνες, είναι υπεύθυνοι για την παρατηρούμενη μετατόπιση των φυτικών ειδών προς τον βορρά και προς μεγαλύτερα υψόμετρα. Γενικότερα, τα είδη της Νότιας Ευρώπης φαίνεται να κερδίζουν τον περισσότερο χώρο και τα βορειο-ευρωπαϊκά να χάνουν τον περισσότερο χώρο, εν μέρει εξαιτίας του περιορισμένου μη καταληφθέντος χώρου στον βορρά. Θα πρέπει, βεβαίως, να σημειωθεί ότι τα αποτελέσματα τα οποία εξάγονται θα πρέπει να αντιμετωπίζονται με τον απαραίτητο βαθμό επιφύλαξης καθώς τα μοντέλα μόνο προσομοιώνουν την πιθανή μελλοντική εξάπλωση των ειδών και ιδανικά απαιτούν επιβεβαίωση με στοιχεία παρακολούθησης.

Σε ό,τι αφορά τα είδη φυτών, η κλιματική αλλαγή έχει ήδη προκαλέσει μετατοπίσεις στην εξάπλωση των φυτικών ειδών σε πολλά μέρη του κόσμου μεταξύ των οποίων και η Ευρώπη. Στο μέλλον αναμένεται αύξηση των επιπτώσεων ενώ είναι λίγες οι μελέτες που στοχεύουν στη γενική κατανόηση της κλιματικής αλλαγής σε σχέση με την ευπάθεια των ειδών σε τοπικό επίπεδο. Στο πλαίσιο έρευνας (Thuiller 2005), προβλέφθηκε η εξάπλωση για 1.350 είδη φυτών της Ευρώπης με βάση επτά διαφορετικά σενάρια αλλαγής του κλίματος. Η εφαρμογή των κριτηρίων του Κόκκινου Βιβλίου της IUCN στις προβλέψεις δείχνει ότι τα περισσότερα από τα εν λόγω φυτικά είδη θα καταστούν πιθανώς σοβαρά απειλούμενα. Περισσότερα από τα μισά είδη που μελετήθηκαν θα θεωρούνται τρωτά ή

απειλούμενα το έτος 2080. Ωστόσο οι εκτιμήσεις φαίνεται να διαφέρουν πολύ μεταξύ των διαφορετικών σεναρίων αλλαγής του κλίματος και μεταξύ των διαφορετικών περιοχών. Βεβαίως, οι κίνδυνοι από εξαφάνιση για τα φυτά της Ευρώπης μπορεί να είναι μεγάλοι, ακόμη και σε μέτρια σενάρια αλλαγής του κλίματος και παρά τη μεταβλητότητα μεταξύ των μοντέλων.

Σε ό,τι αφορά τους βιολογικούς κύκλους των φυτών, κατά την τελευταία δεκαετία, περισσότερα από 300 είδη φυτών στη Μεγάλη Βρετανία εμφανίζουν την πρώτη ανθοφορία τους κατά 4,5 ημέρες νωρίτερα (Fitter και Fitter 2002). Πρόκειται για ισχυρές βιολογικές ενδείξεις αλλαγής του κλίματος. Οι μεγαλύτερες αλλαγές αναμένονται κατά τη μετάβαση μεταξύ των μεσογειακών και των ευρωσιβηρικών περιοχών.

Σε ό,τι αφορά τα είδη ζώων, επισημαίνεται ότι ως απόκριση στην κλιματική αλλαγή, τα πουλιά, τα έντομα, τα θηλαστικά και άλλες ομάδες ζώων της Ευρώπης μετακινούνται προς τα βόρεια και σε μεγαλύτερα υψόμετρα. Οι ρυθμοί μεταβολής της εξάπλωσης δεν είναι απαραίτητο να συμβαδίζουν με την αλλαγή του κλίματος. Ο συνδυασμός του ρυθμού της αλλαγής του κλίματος, του κατακερματισμού των ενδιαιτημάτων και άλλων εμποδίων εμποδίζει τη μετακίνηση πολλών ειδών ζώων που ενδεχομένως μπορεί να οδηγήσει σε προοδευτική μείωση της βιοποικιλότητας της Ευρώπης.

Τα ενδημικά φυτά και σπονδυλωτά της Μεσογειακής λεκάνης είναι επίσης ιδιαίτερα ευάλωτα στις κλιματικές αλλαγές (Malcolm κ.ά. 2006), ενώ αν ο μεταναστευτικός παράγοντας θεωρηθεί μηδενικός, τότε τα περισσότερα αμφίβια και ερπετά στη νοτιοδυτική Ευρώπη, ειδικά την Ιβηρική χερσόνησο, θα αντιμετωπίσουν μια σημαντική απώλεια του εύρους εξάπλωσής τους (Araújo κ.ά. 2006).

Οι επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών στη σύνθεση των φυτικών ειδών της Μεσογείου αναμένεται να αυξηθούν κατά τις επόμενες δεκαετίες. Η κλιματική αλλαγή, επίσης, εκτιμάται ότι θα επιδεινώσει την απώλεια των ειδών, και ιδίως τα είδη με περιορισμένου εύρους κλιματικές και οικολογικές απαιτήσεις και με περιορισμένες δυνατότητες μετανάστευσης (IPCC 2007). Η αλλαγή του κλίματος είναι πιθανό να αλλάξει τη φαινολογία των φυτών. Μια αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του αέρα (εντός του εύρους που προβλέπεται για το 2100 από την IPCC) αντιστοιχεί σε μια μετατόπιση της εξάπλωσης των ειδών κατά 300-400 χιλιόμετρα προς τον Βορρά ή 500 μέτρα σε υψόμετρο (Hughes, 2000).

Σε ό,τι συγκεκριμένα αφορά σε επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής στη βιοποικιλότητα της Ελλάδας, στο πλαίσιο της έρευνας των Harrison κ.ά. (2006) το μοντέλο SPECIES χρησιμοποιήθηκε για την προσομοίωση του πιθανού κλιματικού χώρου 47 ειδών σε όλη την Ευρώπη. Από τα ελληνικά ενδιαιτήματα, επιλέχθηκε να μελετηθούν τα φρύγανα *Sarcopoterium spinosum* τα οποία

περιλαμβάνονται στον Κατάλογο της Οδηγίας των Οικοτόπων. Από τα είδη που επιλέχθηκαν γι' αυτό το ενδιαίτημα, το είδος *Vulpes vulpes* δεν εμφανίζει καμία αλλαγή στον κλιματικό του χώρο σε όλα τα σενάρια της αλλαγής του κλίματος ενώ τα δύο είδη *Genista acanthoclada* και *Sarcopoterium spinosum* δείχνουν μεγάλη αύξηση στον κλιματικό εύρος τους (386% και 198% σύμφωνα με ένα σενάριο, αντίστοιχα), εξαπλούμενα από την Νοτιοδυτική, μέσω της Κεντρικής στη Βόρεια Ευρώπη και κατά μήκος της Δυτικής Γαλλίας και της Ισπανίας και για το *Sarcopoterium spinosum*, επιπλέον βόρεια στη Σκανδιναβία. Από τα Μεσογειακά σκληρόφυλλα είδη δρυός, το είδος *Quercus macrolepis* ακολουθεί ένα παρόμοιο πρότυπο εξάπλωσης, παρουσιάζοντας μια αύξηση κυρίως διαμέσου των Βαλκανίων και της Γαλλίας, ενώ το είδος *Dendrocops medius* εμφανίζει μείωση στον κεντρικό ευρωπαϊκό κλιματικό χώρο συνοδευόμενη όμως από μια βόρεια εξάπλωση προς τη Σκανδιναβία αξιοσημείωτη σε σχέση με ένα από τα σενάρια της κλιματικής αλλαγής. Το είδος *Olea europea* κερδίζει τον περισσότερο χώρο από όλα τα είδη ελιάς, αυξανόμενο προς τα δυτικά και βορειοδυτικά της εξάπλωσής του. Το είδος *Matricaria chamomilla* (χαμομήλι) και το είδος *Sciurus anomalus* (περσικός σκίουρος) χάνουν επιφάνεια εξάπλωσης από τα δυτικά και νοτιοδυτικά. Ο κατάλληλος χώρος για το *Sciurus anomalus* στην Κεντρική Ευρώπη γίνεται όλο και πιο κατακερματισμένος ενώ το *Matricaria chamomilla* κερδίζει χώρο ακόμη πιο βόρεια προς τη Σκανδιναβία. Τρία είδη αντιμετωπίζουν σημαντική μείωση στον πιθανό κλιματικό χώρο στην Ελλάδα: *Matricaria chamomilla*, *Sciurus anomalus* και *Quercus macrolepis* χάνοντας 88%, 98% και 56%, αντίστοιχα σύμφωνα με ένα από τα σενάρια της κλιματικής αλλαγής. Παρ' όλα αυτά, τα είδη αυτά δεν είναι ιδιαίτερα τρωτά σε ευρωπαϊκό επίπεδο και για τον λόγο αυτό το θέμα δεν έχει παρά μόνο εθνικές διαστάσεις (Berry κ.ά. 2007).

Αναφορικά με κάποια από τα θηλαστικά της Ελλάδας και σύμφωνα με τους Levinsky κ.ά. (2007), τα κρητικά ενδημικά είδη *Acomys minous* και *Crocidura zimmermanni* αναμένεται να εξαφανιστούν σε σενάρια ήπιας αλλά και σοβαρής κλιματικής αλλαγής με την παραδοχή ότι δεν υπάρχει πιθανότητα μετανάστευσης. Το ίδιο ισχύει και για τα είδη *Myomimus roachi* και *Sciurus anomalus*. Ωστόσο, τα ενδημικά είδη, εκπροσωπούμενα στο μοντέλο από την ολότητα των κλιματικών θέσεων τους, εμφανίζονται πιο ευάλωτα στην κλιματική αλλαγή (με βάση την παραδοχή της μη μετανάστευσης) σε σχέση με τα υπόλοιπα είδη, κυρίως εξαιτίας της πιο περιορισμένης εξάπλωσής τους (Schwartz κ.ά. 2006). Τα ενδημικά είδη προβλέπεται επίσης να κερδίσουν περισσότερο κλιματικά κατάλληλο χώρο σε σύγκριση με τα μη ενδημικά είδη. Έχουν, γενικά, πολύ μικρή εξάπλωση, οπότε μια αλλαγή σε μερικά «τετράγωνα» (quadrats) έκτασης αυξάνει ή μειώνει την εξάπλωσή τους αναλογικά πολύ περισσότερο απ' ό τι θα συνέβαινε σε είδη με ευρεία εξάπλωση. Σύμφωνα με την ίδια εργασία, οι μεγαλύτερες μειώσεις στην αφθονία των ειδών αναμένονται να συμβούν στη νότια Ευρώπη, σε περιοχές της Ιβηρικής Χερσονήσου, στην Ιταλία και στην Ελλάδα, όπου η πλειονότητα των νησιών της Μεσογείου αναμένεται να χάσουν υπό προϋποθέσεις έως και το 100% της τρέχουσας αφθονίας των ειδών τους.

Η ανάλυση των αγγειόφυτων και του τοπικού κλίματος κατά μήκος της υψομετρικής διαβάθμισης στα Λευκά Όρη της Κρήτης και η αξιολόγηση των ενδεχόμενων συνεπειών της αλλαγής του κλίματος στην ποικιλότητα των φυτών της υπαλπικής και αλπικής ζώνης αποτέλεσαν αντικείμενο μελέτης από τους Kazakis κ.ά. (2007). Η μελέτη παρέχει μια ποσοτική και ποιοτική ανάλυση των σχέσεων της βλάστησης και του περιβάλλοντος για τέσσερις κορυφές της οροσειράς (1664-2339 m). Η ποικιλότητα και η αντικατάσταση των ειδών υπολογίστηκαν σε συνδυασμό με τη χλωριδική ομοιότητα μεταξύ των κορυφών. Συνολικά καταγράφηκαν 70 είδη που ανήκουν σε 23 διαφορετικές οικογένειες, εκ των οποίων τα 20 είδη είναι ενδημικά. Τα κρητικά ενδημικά κυριαρχούν σε αυτά τα μεγάλα υψόμετρα. Η ποικιλότητα και η αντικατάσταση των ειδών μειώνονται με την αύξηση του υψομέτρου. Οι δύο ψηλότερες κορυφές έδειξαν τη μεγαλύτερη χλωριδική ομοιότητα. Μόνο το 20% της συνολικής χλωρίδας που καταγράφηκε εμφανίζεται στην ψηλότερη κορυφή, ενώ το 10% είναι κοινή μεταξύ των βουνοκορυφών. Συνολικά παρατηρήθηκε μείωση της θερμοκρασίας κατά 4,96 οC κατά μήκος της υψομετρικής διαφοράς 675 μέτρων. Λαμβάνοντας υπόψη ένα σενάριο αύξησης της θερμοκρασίας, ο οικοτόνος μεταξύ της υποαλπικής και αλπικής ζώνης είναι πιθανό να παρουσιάσει τη μεγαλύτερη αντικατάσταση των ειδών. Οι εκθέσεις προς τον Νότο είναι πιθανό να παρουσιάσουν εισβολή πρώτα από θερμοφιλά είδη ενώ οι εκθέσεις προς τον Βορρά είναι πιθανό να είναι περισσότερο ανθεκτικές στις αλλαγές. Η κατανομή των ειδών θα εξαρτηθεί επίσης από τη διαθεσιμότητα των ενδιαιτημάτων. Πολλά, ήδη απειλούμενα, τοπικά ενδημικά είδη θα επηρεαστούν πρώτα από την αναμενόμενη αλλαγή του κλίματος.

Τέλος, αναφορικά με τα ψάρια των εσωτερικών υδάτων, από τον Κατάλογο των Ερυθρών Δεδομένων της Διεθνούς Ένωσης για την Προστασία της Φύσης (IUCN) προκύπτει πως 60 από τα 127 αυτόχθονα είδη (ποσοστό ~47%) που απαντούν στην Ελλάδα (Οικονομίδης 2009) απειλούνται από την κλιματική αλλαγή. Από αυτά τα 60 είδη ψαριών: α) τα 31 είναι ενδημικά, δηλαδή απαντούν μόνο στα υδατικά συστήματα της χώρας μας και πουθενά αλλού στον πλανήτη και β) τα 35 έχουν ταξινομηθεί (Οικονομίδης 2009) σε κάποια από τις 3 κατηγορίες κινδύνου (10 Κρισίμως Κινδυνεύοντα, 11 Κινδυνεύοντα και 14 Τρωτά), σύμφωνα με τα κριτήρια της IUCN.

5.3. Οι επιδράσεις στη βιοποικιλότητα των δασών

Στην Ελλάδα τρία φαινόμενα μεταβολών της βιοποικιλότητας των δασών θα μπορούσαν να αποδοθούν στην αλλαγή του κλίματος ή να συνδεθούν με αυτήν (Ντάφης προσ. επικ.). Αυτά είναι:

- Η νέκρωση δένδρων ελάτης, ιδιαίτερα στα ξηροόρια της, στην Πελοπόννησο αλλά και στην υπόλοιπη Ελλάδα. Το φαινόμενο πρωτοπαρουσιάστηκε σε μαζική μορφή το 1989 μετά τα δύο ξηρά και υπερβολικά θερμά καλοκαίρια του 1987 και 1988. Στην αρχή αποδόθηκε σε

επιδημία φλοιοφάγων εντόμων. Τα φλοιοφάγα όμως έντομα δρουν δευτερογενώς και ευνοούνται από την εξασθένηση των δένδρων. Στον Πάρνωνα, τον Ταΰγετο και το Μαίναλο το ποσοστό των ξηραμένων δένδρων κυμαίνονταν από 20 έως 40%. Το φαινόμενο αυτό παρουσιάστηκε και στην Κεντρική και Βόρεια Ελλάδα σε μικρότερο ποσοστό, από 10 έως 20%. Στον Όλυμπο ξεράθηκαν σχεδόν όλα τα άτομα ελάτης που είχαν εισβάλει στη ζώνη των αείφυλλων πλατυφύλλων. Η νέκρωση αυτή συνεχίζεται μέχρι σήμερα με μικρότερη, πιθανώς, ένταση.

- Η εισβολή κωνοφόρων και ιδιαίτερα της υβριδογενούς ελάτης και της μαύρης πεύκης σε δάση πλατυφύλλων ειδών και ιδιαίτερα της πλατύφυλλης δρυός (*Quercus frainetto*), της ευθύφλοιης δρυός (*Quercus cerris*), της καστανιάς και λιγότερο της οξιάς. Η εισβολή αυτή μπορεί να εντείνεται και από την υποβάθμιση του εδάφους λόγω της πρεμνοφυούς διαχείρισης των δασών αυτών και συνεπώς από τη μείωση της ανταγωνιστικής ικανότητας των πλατύφυλλων ειδών, τα οποία έχουν μικρότερο εύρος ανοχής από ό,τι τα κωνοφόρα και ιδιαίτερα τα είδη πεύκης.
- Η νέκρωση ατόμων της δασικής πεύκης στα Πιέρια όρη. Η δασική πεύκη μετανάστευσε στη χώρα μας κατά τη περίοδο των παγετώνων, από διάφορες περιοχές της Μεσευρώπης (Κεντρικής Ευρώπης). Αυτό αποδεικνύεται από το τεράστιο εύρος γενετικής ποικιλότητας του είδους στα Πιέρια. Σε μια μικρή σχετικά έκταση μπορεί να συναντήσει κανείς όλες τις μορφές της δασικής πεύκης από τις ψιλόλιγνες, ευθύκορφες, λεπτόκλαδες και βραχύκλαδες αλπικές μορφές με εντελώς πυραμιδοειδή κόμη μέχρι τις βραχύκορφες, καμπυλόκορφες, χονδρόκλαδες και ευρύκομες μορφές των πεδιάδων της Πολωνίας. Ο πληθυσμός της δασικής πεύκης των Πιερίων αποτελεί πολύτιμη πανευρωπαϊκή τράπεζα γονιδίων. Η νέκρωση οφείλεται στην προσβολή από μύκητες και έντομα η οποία όμως μπορεί να είναι δευτερογενής.

Προσαρμογή της διαχείρισης των δασών της Ελλάδας στην κλιματική αλλαγή

Στα πλαίσια του Κανονισμού (ΕΚ) 614/2007 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου (Life+) υλοποιείται το έργο με τίτλο: «Προσαρμογή της διαχείρισης των δασών στην κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα - AdaptFor», LIFE08 ENV/GR/000554.

Το έργο αποσκοπεί στην προσέγγιση της δασικής διαχείρισης με γνώμονα την κλιματική αλλαγή σε τέσσερις (4) πιλοτικές περιοχές μελέτης όπου έχουν ήδη παρατηρηθεί αλλαγές στη βλάστηση (ξήρανση δασικής πεύκης, ξήρανση ελάτης, εισβολή κωνοφόρων σε δάση φυλλοβόλων) και την προσαρμογή αυτής ανάλογα με τα προβλήματα και τις εκτιμώμενες τάσεις.

Οι τέσσερις περιοχές μελέτης είναι: Δάσος Ρητίνης - Βρίας στα Πιέρια Όρη, Δάσος Ασπροποτάμου - Καλαμπάκας, Εθνικός Δρυμός Πάρνηθας και Όρος Ταΰγετος.

Οι δράσεις που υλοποιούνται στο πλαίσιο του έργου είναι:

A. Υπολογισμός των τάσεων των κλιματικών δεδομένων για τις περιόδους 1950-2009 και 2010-2050. Ταυτοχρόνως, θα γίνει διερεύνηση των προηγούμενων τάσεων των δασών και της υφιστάμενης κατάστασής τους καθώς και των επιδράσεων της επερχόμενης κλιματικής αλλαγής στα δάση. Στη συνέχεια, και σύμφωνα με τα αποτελέσματα που θα προκύψουν, θα διατυπωθούν προτάσεις και μέτρα προσαρμογής της δασικής διαχείρισης στην κλιματική αλλαγή και θα ακολουθήσει τροποποίηση των δασικών διαχειριστικών σχεδίων. Τέλος, θα πραγματοποιηθεί εγκατάσταση ενός μόνιμου προγράμματος παρακολούθησης στις τέσσερις (4) περιοχές μελέτης.

B. Ενδυνάμωση των δασικών υπηρεσιών στο να προσαρμόσουν τη δασική διαχείριση στις περιοχές αρμοδιότητάς τους μέσω α) της έκδοσης οδηγιών προσαρμογής της δασικής διαχείρισης στην κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα και β) της διεξαγωγής σεμιναρίων κατάρτισης προς το προσωπικό των δασικών υπηρεσιών της χώρας με σκοπό να εξοικειωθούν με το θέμα αλλά και να μάθουν πώς να το αντιμετωπίζουν.

Γ. Δράσεις ενημέρωσης και επικοινωνίας (ιστοσελίδα, ενημερωτικό έντυπο, έκθεση, δελτία τύπου, σχέδιο επικοινωνίας μετά το τέλος του LIFE κ.ά.).

Το έργο υλοποιείται από το Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας / Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων – Υγροτόπων και τη Γενική Διεύθυνση Ανάπτυξης και Προστασίας Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος του ΥΠΕΚΑ. Ξεκίνησε την 1.1.2010 και προβλέπεται να ολοκληρωθεί την 30.6.2013.

Πηγή: <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=562&language=el-GR> και http://www.ekby.gr/AdaptFor/pages_el/the_project.html

5.4. Οι επιδράσεις στους υγροτόπους

Από τις εκθέσεις 25 κρατών μελών της ΕΕ, που υποβλήθηκαν στο πλαίσιο του Άρθρου 17 της Οδηγίας των Οικοτόπων για την περίοδο 2001-2006, προκύπτει πως η κλιματική αλλαγή έχει αρνητικές επιπτώσεις στην κατάσταση διατήρησης 42 τύπων οικοτόπων (19%) και 144 ειδών (12%) των Παραρτημάτων της Οδηγίας. Υγρότοποι, όπως τυρφώνες και βάλτοι, συγκαταλέγονται μεταξύ αυτών που πλήττονται περισσότερο από την κλιματική αλλαγή, με τις θίνες να επηρεάζονται επίσης αρνητικά. Έξι από τους δώδεκα τύπους οικοτόπων που ανήκουν στην κατηγορία «υψηλοί τυρφώνες, χαμηλοί τυρφώνες και βάλτοι» του Παραρτήματος I της Οδηγίας αναφέρθηκαν από τα κράτη μέλη ως υφιστάμενοι πιέσεων εξαιτίας της αλλαγής του κλίματος (ETC/BD 2009).

Ειδικότερα για τις επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής στη βιοποικιλότητα της Μεσογείου επισημαίνεται ότι η νότια Ευρώπη βιώνει, ήδη, εξαιρετικά ξηρές καιρικές συνθήκες, με τις βροχοπτώσεις να έχουν μειωθεί έως και κατά 20% κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα [από ΕΕΑ 2010]. Τα μεσογειακά οικοσυστήματα συγκαταλέγονται μεταξύ των πλέον ευάλωτων στην Ευρώπη (ΕΕΑ 2005, Schröter κ.ά. 2005, Berry κ.ά. 2007) αφού βρίσκονται κοντά στα περιβαλλοντικά τους όρια. Όσον αφορά στην ξηρασία, για παράδειγμα, στα μεσογειακά οικοσυστήματα αυτή εμφανίζεται νωρίτερα κάθε χρόνο και διαρκεί περισσότερο. Οι περιοχές που επηρεάζονται περισσότερο από την κλιματική αλλαγή θα μπορούσαν να είναι το νότιο τμήμα της Ιβηρικής Χερσονήσου, η ανατολική ακτή της Αδριατικής, και η νότια Ελλάδα (Beniston κ.ά. 2007). Σχετικά ήπια σενάρια ξήρανσης και υπερθέρμανσης του πλανήτη δείχνουν ότι είναι δυνατό να προκληθεί επέκταση των παρακείμενων ημι-άνυδρων και ξηρών συστημάτων.

Τα εσωτερικά ύδατα στη νότια Ευρώπη είναι πιθανό να εμφανίσουν χαμηλότερο όγκο και αυξημένη αλάτωση ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής (Williams 2001, Zalidis κ.ά. 2002). Πολλά εφήμερα οικοσυστήματα αναμένεται να εξαφανιστούν και πολλά μόνιμα να συρρικνωθούν (Alvarez Cobelas

κ.ά. 2005). Σε ό,τι αφορά τους παράκτιους υγροτόπους της Μεσογείου, σύμφωνα με τους French κ.ά. (1995), φαίνεται ότι απειλούνται με απώλεια ή σημαντικές μεταβολές στην ιζηματοπόθεση σε πολλές περιοχές, καθώς η θέση τους συνδέεται στενά με τη στάθμη της θάλασσας, αν και η ικανότητά τους να αντιδρούν δυναμικά στις μεταβολές αυτές θα πρέπει να εξεταστεί προσεκτικά (από Nicholls και Hoozemans 1996). Τυχόν σημαντική μείωση των υγροτοπικών εκτάσεων αναμένεται να επηρεάσει τις διαδρομές των μεταναστευτικών πουλιών, που εξαρτώνται κυρίως από τη διαθεσιμότητα κατάλληλων μεσογειακών ενδιαιτημάτων για διαχείμαση και ανάπαυση κατά την πορεία τους από τον Βορρά προς τον Νότο.

Σύμφωνα με τα περιφερειακά μοντέλα κλιματικής αλλαγής, η κλιματική αλλαγή ενδέχεται να επηρεάσει σημαντικά τις Μεσογειακές λίμνες, από άποψη διαθεσιμότητας και ποιότητας νερού (Dimitriou και Moussoulis 2010). Επίσης, η αυξημένη συχνότητα ακραίων επεισοδίων βροχής θα μπορούσε να αυξήσει την εισροή θρεπτικών ουσιών σε ορισμένους υγροτόπους (Sanchez Carrillo και Alvarez Cobelas 2001]. Επισημαίνεται ότι η αύξηση των περιστατικών άνθισης επιβλαβών φυκών (HABs - Harmful Algal Blooms) στις λίμνες ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής μπορεί να αποτελεί απειλή για τη δημόσια υγεία και να περιορίσει τη χρήση των υδάτων των λιμνών για απόληψη πόσιμου νερού και αναψυχή. Είναι πιθανό να απαιτηθεί ένταξη πρόσθετων μέτρων μείωσης του φορτίου θρεπτικών στα Σχέδια Διαχείρισης Λεκάνης Απορροής Ποταμού προκειμένου να επιτευχθεί η καλή οικολογική κατάσταση, όπως αυτή ορίζεται από την Οδηγία Πλαίσιο για τα Ύδατα.

Οι μεταβολές που επιφέρει η κλιματική αλλαγή στις περιόδους παγοκάλυψης, στο καθεστώς παροχής ποταμού, στη θερμική στρωμάτωση, στη διαθεσιμότητα των θρεπτικών ουσιών και στη διάρκεια της περιόδου αύξησης των ειδών επηρεάζουν τη σύνθεση της χλωρίδας και πανίδας και τη δομή των τροφικών πλεγμάτων στα εσωτερικά ύδατα (από ΕΕΑ 2010). Πιο συγκεκριμένα, η θερμοκρασία του νερού είναι μία από τις παραμέτρους που επηρεάζουν τα υδάτινα οικοσυστήματα, καθώς οι περισσότεροι υδρόβιοι οργανισμοί επιβιώνουν σε ένα συγκεκριμένο εύρος θερμοκρασιών. Η θερμοκρασία καθορίζει τη χωρική κατανομή τους κατά μήκος ενός ποταμού ή μιας περιοχής. Η αλλαγή του κλίματος θα μπορούσε να οδηγήσει στην εξαφάνιση ορισμένων υδρόβιων ειδών ή θα μπορούσε να τροποποιήσει την εξάπλωσή τους σε ένα ποτάμιο σύστημα ή να μετακινήσει την εξάπλωσή τους προς τα βόρεια.

Σε ό,τι αφορά ειδικά τους υγροτόπους της Ελλάδας, με βάση δημοσίευτα δεδομένα του ΕΚΒΥ και προσομοίωση του υδατικού ισοζυγίου των λιμνών Χειμαδίτιδα και Κερκίνη με ιστορικά κλιματικά δεδομένα και με τα κλιματικά σενάρια Α1Β για την περίοδο 2020 – 2050 και Α1Β και Α2 για την περίοδο 2070 - 2100, αναμένεται μείωση της επιφάνειας του νερού της Χειμαδίτιδας από 20 έως 37% και μείωση της επιφάνειας της λίμνης Κερκίνης από 5 έως 14% (Βλ. Πλαίσια 1 και 2).

Η επίδραση της κλιματικής αλλαγής στη λίμνη Χειμαδίτιδα

Η λίμνη Χειμαδίτιδα είναι μία σχετικά ρηχή και μικρή λίμνη (μέγιστο βάθος 4 m, έκταση 9 km² περίπου) στη Βόρεια Ελλάδα. Η υδρολογική της λεκάνη έχει έκταση 34,7 km² και υπάγεται στην ευρύτερη υδρογεωλογική λεκάνη του Αμυνταίου. Δέχεται τα υπερχειλίζοντα ύδατα της λίμνης Ζάζαρης, μέσω της υφιστάμενης ενωτικής διάφυρας των δύο λιμνών, ενώ τα πλεονάζοντα ύδατά της διοχετεύονται, μέσω της τάφρου Αμύντα, στη λίμνη Πετρών.

Στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας (βλ. κατωτέρω), αξιολογήθηκε η επίδραση της κλιματικής αλλαγής στο υδατικό ισοζύγιο της λίμνης, και συγκεκριμένα στην επιφάνεια του νερού, με τη χρήση υδρολογικού ομοιώματος που προσομοίωσε τη σχέση βροχής – απορροής και τη λειτουργία της λίμνης.

Το ομοίωμα βαθμονομήθηκε για την περίοδο 1979 – 1998 και σύμφωνα με αυτό, η μέση τιμή του απόλυτου υψόμετρου της στάθμης νερού στη λίμνη είναι 591,17 και το εμβαδό της ελεύθερης επιφάνειας νερού είναι 8,96 km².

Με την υιοθέτηση των κλιματικών σεναρίων A1B για την χρονική περίοδο 2020-2050, A1B για τη χρονική περίοδο 2070-2100 και A2 για τη χρονική περίοδο 2070-2100, η στάθμη της λίμνης διαμορφώνεται στα 590,81 m, 590,45 m και 590,35 m αντιστοίχως, δηλαδή παρατηρείται μείωση κατά 36, 72 και 82 cm αντιστοίχως. Επίσης, η επιφάνεια της λίμνης συρρικνώνεται στα 7,14 km², 5,92 km² και 5,61 km² αντίστοιχα. Η μέση μείωση της επιφάνειας του νερού για τα κλιματικά σενάρια A1B/2020-2050, A1B/2070-2100 και A2/2070-2100 είναι 20, 34 και 37% αντιστοίχως.

Τα ευρήματα αυτά καθιστούν απαραίτητη την εφαρμογή μέτρων προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή.

Πηγή: Δουλγέρης Χ. και Δ. Παπαδήμος. 2010. Επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής σε υγροτόπους της Ελλάδας. Αδημοσίευτα δεδομένα. Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων Υγροτόπων.

Η επίδραση της κλιματικής αλλαγής στην τεχνητή λίμνη Κερκίνη

Η λίμνη Κερκίνη δημιουργήθηκε το 1932 με την κατασκευή ενός φράγματος στον ποταμό Στρυμόνα, στο βορειοδυτικό τμήμα της πεδιάδας των Σερρών, ενός μεγάλου αναχώματος στην ανατολική πλευρά της περιοχής και ενός μικρότερου στα δυτικά για την προστασία του οικισμού της Κερκίνης. Αποτελεί μία πολλαπλώς προστατευόμενη περιοχή (Υγρότοπος διεθνούς σημασίας, περιοχή του δικτύου Natura 2000, Εθνικό Πάρκο). Καθώς η λίμνη λειτουργεί ως ταμιευτήρας αρδευτικού νερού, υπάρχει μία εποχική διακύμανση της στάθμης της λίμνης κατά 4,5 ως 5 m (από υψόμετρο 31,0-31,5 το φθινόπωρο, σε 36 περίπου την άνοιξη), με αποτέλεσμα η επιφάνειά της να μεταβάλλεται από 45.000 σε 74.000 περίπου στρέμματα.

Στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας (βλ. κατωτέρω), αξιολογήθηκε η επίδραση της κλιματικής αλλαγής στο υδατικό ισοζύγιο της λίμνης, και συγκεκριμένα στην έκταση της υδάτινης επιφάνειάς της, με τη χρήση υδρολογικού ομοιώματος που προσομοίωσε τη σχέση βροχής – απορροής και τη λειτουργία της λίμνης.

Η προσομοίωση με ιστορικά δεδομένα αναφέρεται στην περίοδο 2001-2006. Η μέση τιμή του απόλυτου υψόμετρου της στάθμης νερού στη λίμνη είναι 32,62 και το μέσο ετήσιο εμβαδό της ελεύθερης επιφάνειας νερού είναι 55,44 km². Με την υιοθέτηση των κλιματικών σεναρίων A1B/2020-2050, A1B/2070-2100 και A2/2070-2100 η στάθμη διαμορφώνεται στα 32,31, 31,9 και 31,82 m και η επιφάνεια της λίμνης στα 52,88, 48,9 και 47,69 km², αντίστοιχα.

Πηγή: Δουλγέρης Χ. και Δ. Παπαδήμος. 2010. Επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής σε υγροτόπους της Ελλάδας. Αδημοσίευτα δεδομένα. Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων Υγροτόπων.

Ταυτοχρόνως, στην Τριχωνίδα, τη μεγαλύτερη λίμνη της Ελλάδας, αναμένεται μείωση της στάθμης της και αύξηση της συγκέντρωσης του ολικού αζώτου (Dimitriou και Moussoulis 2010, βλ. Πλαίσιο 3).

Η επίδραση της κλιματικής αλλαγής στη λίμνη Τριχωνίδα

Η λεκάνη απορροής της λίμνης Τριχωνίδας, στη δυτική Ελλάδα, καλύπτει μία ημι-ορεινή επιφάνεια 403 km², στην οποία περιλαμβάνεται η μεγαλύτερη, σε όγκο, λίμνη της Ελλάδας (2.6×10⁹m³). Το μέγιστο βάθος της λίμνης είναι 58 m.

Στο πλαίσιο της έρευνας (βλ. πηγή κατωτέρω), αξιολογήθηκε η επίδραση της κλιματικής αλλαγής στην υδρολογία και τις συγκεντρώσεις των θρεπτικών της λίμνης, με τη χρήση χωρικός κατανεμημένου υδρολογικού ομοιώματος. Προσομοιώθηκαν δύο μελλοντικά σενάρια κλιματικής αλλαγής, το απαισιόδοξο A2 σενάριο του IPCC, το οποίο προβλέπει αύξηση της θερμοκρασίας κατά 3.8°C και μείωση της βροχόπτωσης κατά 0.25 mm/ημέρα και το πιο αισιόδοξο B2 σενάριο που προβλέπει αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2.5°C και μείωση της βροχόπτωσης κατά 0.25 mm/ημέρα. Το ομοίωμα βαθμονομήθηκε για την περίοδο 1990 – 1992. Τα αποτελέσματα ισοζυγίου της λίμνης για την περίοδο 1990 – 1992 δείχνουν αύξηση της αποθήκευσης ύδατος κατά 922 mm σε δύο έτη.

Τα αντίστοιχα αποτελέσματα για το σενάριο A2 δείχνουν μία αύξηση της αποθήκευσης νερού 671 mm (32.4×10⁶m³/έτος), που αντιστοιχεί σε μείωση της στάθμης της λίμνης κατά 25,1 cm (12.1 cm/έτος ή 12.1×10⁶m³/έτος) σε σχέση με τα δεδομένα βάσης 1990 – 1992.

Τα αποτελέσματα για το σενάριο B2 δείχνουν αύξηση της αποθήκευσης νερού σε 797 mm (38.5×10⁶m³/έτος), που αντιστοιχεί σε μείωση της στάθμης της λίμνης κατά 12, 5 cm (~6 cm/έτος ή 6×10⁶m³/έτος).

Ταυτοχρόνως, προβλέπεται αύξηση των συγκεντρώσεων του ολικού αζώτου κατά 10% στο σενάριο A2 και κατά 3,4% στο σενάριο B2, σε σχέση με τις τιμές στις αρχές της δεκαετίας του 1990, ωστόσο οι τιμές αυτές δεν προβλέπεται να υπερβαίνουν τις οδηγίες για τιμές των νιτρικών ιόντων στο πόσιμο νερό.

Τα ευρήματα αυτά καθιστούν απαραίτητη την εφαρμογή σχεδίων διαχείρισης και μετριασμού κλιματικής αλλαγής καθώς και την περαιτέρω έρευνα του φαινομένου.

Πηγή: Dimitriou E. and E. Moussoulis. 2010. Hydrological and nitrogen distributed catchment modeling to assess the impact of future climate change at Trichonis Lake, western Greece. Hydrogeology Journal 18: 441–454

5.5. Οι επιδράσεις σε θαλάσσια και παράκτια οικοσυστήματα

Ως μια μικρογραφία ωκεανού (καταλαμβάνει 0,82% της επιφάνειας των ωκεανών του πλανήτη) με μικρό χρόνο ανανέωσης (40-50 έτη), η Μεσόγειος, η οποία θεωρείται ότι φιλοξενεί περί το 8 - 9% της παγκόσμιας θαλάσσιας βιοποικιλότητας και περιλαμβάνει πλήθος ενδημικών ειδών (Bianchi και Morri 2000), είναι πιθανό να αποκριθεί ταχύτατα σε εξωτερικές πιέσεις, όπως η αλλαγή του κλίματος (Gambaiani κ.ά. 2009).

Η σημερινή βιοποικιλότητα της Μεσογείου υπόκειται σε ραγδαίες μεταβολές στο πλαίσιο της συνδυασμένης δράσης των πιέσεων της αλλαγής του κλίματος και των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων. Ωστόσο, σε σύγκριση με τα χερσαία οικοσυστήματα, η θάλασσα έχει μελετηθεί πολύ λιγότερο και τα ιστορικά δεδομένα είναι σχετικά σύγχρονα (Roberts και Hawkins 1999).

Στη Μεσόγειο Θάλασσα αναμένεται αύξηση της θερμοκρασίας και μείωση των απορροών [από EEA-JRC-WHO 2008]. Περαιτέρω, οι μεταβολές στις βιοχημικές και φυσικές ιδιότητες του θαλασσινού νερού που προκύπτουν από την υπερθέρμανση του πλανήτη είναι πιθανό να έχουν επιπτώσεις στη θαλάσσια βιοποικιλότητα, την παραγωγικότητα και τα τροφικά πλέγματα, και να δώσουν ώθηση σε εξάπλωση ασθενειών, άνθιση τοξικών φυκών και διάδοση θερμοφίλων ειδών [από Gambaiani κ.ά. 2009]. Ο Sanford (1999) έδειξε ότι μικρές αλλαγές στο κλίμα μπορεί να προκαλέσουν μεγάλες αλλαγές σε θαλάσσιες κοινωνίες μέσω της ρύθμισης της θήρευσης. Σύμφωνα με τους Petchey κ.ά. (1999), η υπερθέρμανση μεταβάλλει τη δομή των τροφικών πλεγμάτων και τη λειτουργία των υδατικών οικοσυστημάτων. Σε γενικές γραμμές, οι θαλάσσιες κοινωνίες ανταποκρίνονται σε περιβαλλοντικό στρες, με τρεις βασικές αλλαγές: (1) μείωση της ποικιλότητας (2) οπισθοδρόμηση στη διαδοχή και επικράτηση ευκαιριακών ειδών (opportunistic species) και (3) μείωση στο μέσο μέγεθος των κυρίαρχων ειδών (από Bianchi και Morri 2000).

Ειδικότερα σε ό,τι αφορά τους παράκτιους λειμώνες του ενδημικού μεσογειακού αγγειόσπερμου *Posidonia oceanica*, φαίνεται πως είναι ιδιαίτερα ευάλωτοι στις φυσικές και χημικές μεταβολές που προκαλούνται από ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα (π.χ. καταιγίδες και πλημμύρες) (Ort κ.ά. 1992, Bombace 2001), καθώς αυτά τα φαινόμενα προκαλούν τη διάθεση μεγάλων ποσοτήτων χερσαίων αιωρούμενων στερεών και ρύπων στο θαλάσσιο περιβάλλον. Καθώς αυτοί οι λειμώνες αποτελούν τόπο φωτοκίας και αναπαραγωγής για πολυάριθμα θαλάσσια είδη και διαδραματίζουν σημαντικό οικολογικό ρόλο, τυχόν υποβάθμιση ή εξαφάνισή τους αναμένεται να έχει σοβαρές συνέπειες για τα παράκτια οικοσυστήματα (Francour 1997).

Κατωτέρω γίνεται μία συνοπτική αναφορά στις επιπτώσεις στα κητώδη.

Κητώδη

Η κλιματική αλλαγή μπορεί να αποτελέσει την πιο σοβαρή μακροπρόθεσμη απειλή για τα κητώδη (Burns 2001), τα οποία δεν φαίνεται πιθανό να μπορέσουν να προσαρμοστούν στις ραγδαίες μεταβολές των περιβαλλοντικών συνθηκών (MacGarvin και Simmonds 1996).

Τα κητώδη μπορεί να επηρεαστούν από την υπερθέρμανση του πλανήτη με ποικίλους τρόπους. Ειδικότερα, η κλιματική αλλαγή μπορεί να επηρεάσει την εξάπλωση, αφθονία και μετανάστευση των κητωδών μέσω της διαθεσιμότητας τροφής (Kenney κ.ά. 1996). Για παράδειγμα, στην Αδριατική Θάλασσα, η αλλαγή του κλίματος θεωρείται υπεύθυνη για τη μεταβολή στην εξάπλωση των κύριων θηραμάτων του κοινού δελφινιού (*Delphinus delphis*)² και του ρινοδέλφινου (*Tursiops truncatus*)³ (Blanco κ.ά. 2001, Bearzi κ.ά. 2003).

Η αυξημένη θερμοκρασία της θάλασσας μπορεί επίσης να προκαλέσει μεγάλης κλίμακας ασθένειες που σχετίζονται με περιστατικά θνησιμότητας των δελφινιών στη Μεσόγειο (Geraci και Lounsbury 2002, από Alcamo κ.ά. 2007). Επιπρόσθετα, η μεταβολή της αλατότητας εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής μπορεί να προκαλέσει καταπόνηση στα κητώδη (για παράδειγμα, δερματικές κακώσεις), καθιστώντας τα περισσότερα ευάλωτα σε ασθένειες ή σε ανθρωπογενείς πιέσεις (Wilson κ.ά. 1999, Learmonth κ.ά. 2006).

Τέλος, η αυξημένη συχνότητα ανθίσεων τοξικών φυκών, όπως τα δινομαστιγωτά τα οποία συχνά παράγουν μπρεβετοξίνες, έχει συσχετιστεί με την κατάρρευση ορισμένων πληθυσμών θαλάσσιων ειδών, περιλαμβανομένων των κητωδών, όπως των ζωνοδέλφινων (*Stenella coeruleoalba*)⁴ στη Μεσόγειο Θάλασσα (από Gambaiani κ.ά. 2009).

5.6. Κλιματική αλλαγή, βιοποικιλότητα και χωροκατακτητικά ξενικά είδη

Ο αριθμός των χωροκατακτητικών ξενικών ειδών στην Ευρώπη, όπως και παγκοσμίως, έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία έτη. Τα χωροκατακτητικά ξενικά είδη αποτελούν σοβαρή απειλή για τη βιοποικιλότητα, καθώς ανταγωνίζονται τα αυτόχθονα είδη για τους ίδιους φυσικούς πόρους με συχνά δυσμενείς συνέπειες στα φυσικά οικοσυστήματα. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την εισαγωγή ξενικών ειδών περιλαμβάνουν οικολογικές μεταβολές στα οικοσυστήματα, μείωση της βιοποικιλότητας, ακόμη και εξάλειψη των αυτοχθόνων ειδών. Άλλη μία, εν δυνάμει, σοβαρή επίπτωση της εισαγωγής ξενικών ειδών είναι η πιθανότητα υβριδισμού με τα αυτόχθονα είδη. Τα χωροκατακτητικά ξενικά είδη αποτελούν επίσης ένα μεγάλο οικονομικό και κοινωνικό ζήτημα στην

² Το είδος απαντά στην Ελλάδα και περιλαμβάνεται στα Παραρτήματα της Οδηγίας των Οικοτόπων.

³ Το είδος απαντά στην Ελλάδα και περιλαμβάνεται στα Παραρτήματα της Οδηγίας των Οικοτόπων.

⁴ Το είδος απαντά στην Ελλάδα και περιλαμβάνεται στα Παραρτήματα της Οδηγίας των Οικοτόπων.

Ευρώπη. Επιπρόσθετα, είναι δυνατόν να επηρεάσουν αρνητικά την ανθρώπινη υγεία, δρώντας ως φορείς ασθενειών ή προκαλώντας αλλεργίες και δερματικές παθήσεις.

Ξενικό είδος (*alien species*): ένα είδος, υποείδος ή κάποια χαμηλότερη ταξινομική μονάδα, που έχει εισαχθεί εκτός των φυσικών παρελθόντων ή υφιστάμενων ορίων εξάπλωσης· περιλαμβάνει κάθε τμήμα, γαμέτες, σπόρια, αβγά ή πολλαπλασιαστικές μονάδες τέτοιων ειδών, τα οποία θα μπορούσαν να επιβιώσουν και ακολούθως να αναπαραχθούν.

Χωροκατακτητικό ξενικό είδος (*invasive alien species IAS*): ένα ξενικό είδος του οποίου η εισαγωγή ή/και η εξάπλωση αποτελούν απειλή για τη βιοποικιλότητα.

Εισαγωγή (*introduction*): η μετακίνηση μέσω ανθρώπινου παράγοντα, με άμεσο ή έμμεσο τρόπο, ενός ξενικού είδους εκτός των ορίων του φυσικού του εύρους. Αυτή η μετακίνηση μπορεί να συμβεί μέσα σε μία χώρα ή μεταξύ διαφορετικών χωρών ή και περιοχών πέρα από εθνική δικαιοδοσία.

Εγκατάσταση (*establishment*): η διαδικασία κατά την οποία ένα ξενικό είδος σε ένα νέο ενδιαίτημα παράγει επιτυχώς βιώσιμους απογόνους με την πιθανότητα μακροπρόθεσμης επιβίωσης.

Από την Απόφαση VI/23 της Διάσκεψης των Συμβαλλομένων Μερών (Σύμβαση για τη Βιολογική Ποικιλότητα - Χάγη, Απρίλιος του 2002)

5.6.1. Εσωτερικά Ύδατα

Στα εσωτερικά ύδατα (ποταμοί, λίμνες), η κλιματική αλλαγή αναμένεται να οδηγήσει σε εισβολές ειδών που προέρχονται από θερμότερες περιοχές (Galil κ.ά. 2007). Γενικότερα, η κλιματική αλλαγή προκαλεί αλλαγές στα ενδιαίτηματα των εσωτερικών υδάτων, επιτρέποντας στα ξενικά είδη να τα εποίκισουν, επηρεάζοντας με αυτόν τον τρόπο την οικολογική τους κατάσταση [από EEA 2010].

Για παράδειγμα, το υποτροπικό νηματοειδές κυανοβακτήριο *Cylindrospermopsis raciborskii*, το οποίο είναι εξαιρετικά τοξικό, απαντά συνήθως σε ύδατα όπου επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες, με στρωματοποιημένη στήλη νερού και υψηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών ουσιών. Προσφάτως, εξαπλώθηκε με ταχείς ρυθμούς σε εύκρατες περιοχές και είναι πλέον ευρέως διαδεδομένο σε όλη την Ευρώπη (Dyble κ.ά. 2002). Η εξάπλωση του κυανοβακτηρίου σε ταμειυτήρες νερού που χρησιμοποιούνται για ύδρευση και αναψυχή έχει προκαλέσει διεθνή ανησυχία για τη δημόσια υγεία λόγω της εν δυνάμει παραγωγής τοξινών.

Επίσης, ορισμένα είδη ψαριών προσαρμοσμένα σε θερμότερα νερά, όπως ο κυπρίνος, είναι δυνατό να αντικαταστήσουν αυτόχθονα είδη, όπως η πέρκα και πέστροφα σε πολλές περιοχές (Kolar και Lodge 2000, από EEA-JRC-WHO 2008).

5.6.2. Θαλάσσια και παράκτια οικοσυστήματα

Στη θάλασσα, οι ταχέως μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες παρέχουν ευνοϊκό έδαφος για τα χωροκατακτητικά είδη, τα οποία με τη σειρά τους επηρεάζουν τα θαλάσσια οικοσυστήματα. Τα θαλάσσια χωροκατακτητικά ξενικά είδη προκαλούν απώλεια της βιοποικιλότητας οδηγώντας στην εξαφάνιση τα αυτόχθονα είδη, και μπορούν να μεταβάλουν σημαντικά τη δομή και τις λειτουργίες του θαλάσσιου οικοσυστήματος και να προκαλέσουν βλάβες στις οικονομικές δραστηριότητες (αλιεία, τουρισμός κ.ά.) και στην ανθρώπινη υγεία. Αυτό συμβαίνει ιδίως όταν τα εν λόγω είδη εισβάλλουν σε ένα οικοσύστημα που θεωρείται ήδη ευάλωτο λόγω άλλων πιέσεων (EEA 2010).

Φυτοπλαγκτό

Λίγες πληροφορίες είναι διαθέσιμες αναφορικά με τις μεταβολές στη σύνθεση του φυτοπλαγκτού σε σχέση με την κλιματική αλλαγή στη Μεσόγειο Θάλασσα. Στο πλαίσιο των σεναρίων υπερθέρμανσης του πλανήτη, αναμένεται η γεωγραφική εξάπλωση των τροπικών ειδών. Η σταδιακή αύξηση της θερμοκρασίας της επιφάνειας της θάλασσας στη Μεσόγειο (Salat και Pasqual 2002) διευκόλυνε την προσαρμογή (εγκλιματισμό) και την εγκατάσταση των τροπικών θαλάσσιων μικροφυκών και άλλων οργανισμών (μακροφύκη, μαλάκια, ψάρια) (Occhipinti-Ambrogi 2007).

Τα διάτομα αναμένεται να βρεθούν σε μειονεκτική θέση εξαιτίας του περιορισμού του πυριτίου λόγω των μειωμένων βροχοπτώσεων και απορροών εσωτερικών υδάτων, ενώ τα μαστιγωτά (περιλαμβανομένων των δινομαστιγωτών) ευνοούνται σε συνθήκες στρωμάτωσης εξαιτίας της ικανότητάς τους να μετακινούνται στη στήλη του νερού (Anderson και Stolzenbach 1985, Levandowsky και Kaneta 1987).

Το τροπικό δινομαστιγωτό *Citharistes regius* αναφέρθηκε για πρώτη φορά στη Μεσόγειο ανοιχτά του Ιονίου Πελάγους (Gomez 2009). Περαιτέρω, οι αναφορές για τοξικά βενθικά δινομαστιγωτά στις ακτές της Μεσογείου αυξάνονται ολοένα κατά την τελευταία δεκαετία. Συγκεκριμένα, η εξάπλωση ειδών τροπικών γενών, όπως τα γένη *Gambierdiscus* και *Prorocentrum* στην Ελλάδα μπορεί να αποτελεί βιολογική ένδειξη της κλιματικής αλλαγής στην περιοχή. Συγκεκριμένα, η πρώτη αναφορά του είδους *Gambierdiscus* sp. στη Μεσόγειο ήρθε από τη θαλάσσια περιοχή της Κρήτης, το έτος 2003 (Aligizaki και Nikolaidis 2008). Το 2009, το είδος βρέθηκε στον Σαρωνικό Κόλπο, Σαλαμίνα, επεκτείνοντας την εξάπλωσή του ακόμη πιο βόρεια (γεωγραφικό πλάτος ~38° N) στη Μεσογειακή λεκάνη (Aligizaki κ.ά. 2009). Αυτό το βενθικό δινομαστιγωτό παράγει τοξίνες (Bagnis κ.ά. 1980) που ευθύνονται για τη σιγκουατέρα (ciguatera), μια μορφή τροφικής δηλητηρίασης από την οποία ασθενούν περισσότεροι από 50.000 άνθρωποι κάθε έτος, έπειτα από κατανάλωση ψαριών, κυρίως σε περιτροπικές περιοχές (Glaziou και Legrand 1994) [από Aligizaki 2009].

Μακροφύκη και αγγειόσπερμα

Έως τον Οκτώβριο του 2007, στις ελληνικές ακτές είχαν καταγραφεί 31 ξενικά θαλάσσια μακροφυτικά είδη, εκ των οποίων τα 4 ταξινομήθηκαν ως χωροκατακτητικά βάσει της εξάπλωσής

τους (αν και οι επιπτώσεις τους στη φυσική βλάστηση της χώρας μας δεν έχουν ακόμη τεκμηριωθεί). Τα είδη αυτά είναι τα *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*, *Codium fragile* spp. *tomentosoides*, *Womersleyella setacea* και *Halophila stipulacea* και συγκαταλέγονται ανάμεσα στα 9 πιο χωροκατακτητικά θαλάσσια μακροφύκη που έχουν αναφερθεί για τη Μεσόγειο (Boudouresque και Verlaque 2002), καθώς είναι γνωστό πως εκτοπίζουν (αντικαθιστούν) την αυτόχθονη χλωρίδα, μειώνουν την ποικιλότητα των τοπικών κοινωνιών και μεταβάλλουν τα κύρια οικολογικά χαρακτηριστικά των αυτόχθονων βενθικών κοινωνιών μέσω της διατάραξης των τροφικών πλεγμάτων. Η πρόσφατη αύξηση των εισβολών στη Μεσόγειο θάλασσα επικαλείται ένα σενάριο τροπικοποίησης. Πράγματι, πολλά από τα ξενικά μακροφυτικά είδη που έχουν εισαχθεί και εγκατασταθεί επιτυχώς στην Ελλάδα αποτελούν τροπικά και υποτροπικά είδη [από Tsiamis κ.ά. 2008].

Γενικώς, οι περιοχές με υψηλή ενδημική βιοποικιλότητα θεωρούνται λιγότερο εκτεθειμένες σε εισβολή ξενικών ειδών (Kennedy κ.ά. 2002, Stachowicz κ.ά. 2002, Duffy 2003). Αντιθέτως, αραιοί και γηρασμένοι πληθυσμοί του ενδημικού στη Μεσόγειο θαλάσσιου φανερογάμου *Posidonia oceanica* (λειμώνες Ποσειδωνίας) θεωρούνται περισσότερο ευάλωτοι στην εισβολή και αντικατάσταση από χωροκατακτητικά μακροφύκη, όπως τα είδη *Caulerpa taxifolia* και *Caulerpa racemosa* (Meinesz κ.ά. 2001, Boudouresque και Verlaque 2002, Peirano κ.ά. 2005). Η αλλαγή του κλίματος θα μπορούσε να είναι ένας από τους παράγοντες που ευθύνονται για την υποχώρηση των λειμώνων Ποσειδωνίας και για την επέκταση της εξάπλωσης της *Caulerpa* [από Gambaiani κ.ά. 2009].

Ζωοπλαγκτό, ζωοβένθος και ψάρια

Στις ελληνικές θάλασσες, μία πολυετής ανάλυση τάσεων που βασίζεται σε μία πρόσφατη απογραφή των ξενικών ειδών αποκάλυψε αύξησή τους κατά τα τελευταία έτη (Pancucci-Papadopoulou κ.ά. 2005). Το αυξημένο ποσοστό των εισαγωγών στις ελληνικές θάλασσες θα μπορούσε να είναι αποτέλεσμα μιας συνέργειας διαφορετικών αιτιών, μεταξύ των οποίων συγκαταλέγεται και η υπερθέρμανση του πλανήτη, η οποία δημιουργεί τις κατάλληλες συνθήκες για την εισαγωγή ή και εξάπλωση μιας σειράς ξενικών ειδών και ιδιαίτερα ορισμένων θερμόφιλων λεσεψιανών μεταναστών. Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνεται ο συνολικός αριθμός ξενικών ζωοβενθικών και ζωοπλαγκτικών ειδών, και ειδών ψαριών που καταγράφηκαν στα ελληνικά νερά τον Ιούλιο του 2007 (από Zenetos κ.ά. 2007).

Πίνακας 1. Συνολικός αριθμός (N) ξενικών ζωοβενθικών και ζωοπλαγκτικών ειδών, και ειδών ψαριών που καταγράφηκαν στα ελληνικά νερά τον Ιούλιο του 2007.

Κατηγορία	Αριθμός ειδών
Ζωοπλαγκτό	9
Ζωοβένθος	68
Ψάρια	33
Σύνολο	110

Αναφορικά με τα ψάρια, ο λαγοκέφαλος (*Lagocephalus sceleratus*), ένα τοξικό είδος από την περιοχή του Ινδικού-Ειρηνικού Ωκεανού, καταγράφηκε για πρώτη φορά στη Μεσόγειο στα νότια της Τουρκίας το έτος 2003, και από τότε έχει εξαπλωθεί στην ανατολική Μεσόγειο, φθάνοντας έως το βόρειο Αιγαίο (Ελλάδα) (Zenetos κ.ά. 2007). Το είδος περιέχει τετραδοτοξίνη, μια πολύ ισχυρή νευροτοξίνη (Κατίκου κ.ά. 2009), η οποία μπορεί να προκαλέσει δηλητηρίαση, ακόμα και θάνατο εάν το ψάρι καταναλωθεί πριν υποστεί κατάλληλη προετοιμασία [από ΕΕΑ 2010].

6. Βιβλιογραφία

A. Ελληνόγλωσση

Δουλγέρης, Χ. και Δ. Παπαδήμος (2010), «Επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής σε υγροτόπους της Ελλάδας», Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων Υγροτόπων. Αδημοσίευτα δεδομένα.

Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2006), «Η Ανάσχεση της απώλειας της βιοποικιλότητας έως το 2010 - και μετέπειτα. Η υποστήριξη των υπηρεσιών οικοσυστήματος με στόχο την ευημερία του ανθρώπου», Ανακοίνωση, COM (2006) 216 τελικό.

Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2007), «Η προσαρμογή της Ευρώπης στην αλλαγή του κλίματος – επιλογές δράσης για την ΕΕ». Πράσινη Βίβλος που υποβάλλεται από την Επιτροπή προς το Συμβούλιο, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, την Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και την Επιτροπή των Περιφερειών, COM (2007) 354 τελικό.

Κατσαδωράκης, Γ. και Κ. Παραγκαμιάν (2007), «Απογραφή των υγροτόπων των νησιών του Αιγαίου: ταυτότητα, οικολογική κατάσταση και απειλές», WWF Ελλάς.

Λεγάκις Α. και Παναγιώτα Μαραγκού (2009), «Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ειδών Ζώων της Ελλάδας», Ελληνική Ζωολογική Εταιρία, Αθήνα.

Ντάφης, Σ., Εύα Παπαστεργιάδου, Κ. Γεωργίου, Δ. Μπαμπαλώνας, Θ. Γεωργιάδης, Μαρία Παπαγεωργίου, Θάλεια Λαζαρίδου και Βασιλική Τσιαούση (1997), «Οδηγία 92/43/ΕΟΚ. Το Έργο Οικοτόπων στην Ελλάδα: Δίκτυο ΦΥΣΗ 2000», Συμβόλαιο αριθμός Β4-3200/94/756, Γεν. Διεύθυνση ΧΙ Επιτροπή Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας – Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων Υγροτόπων.

Οικονομίδης, Π.Σ. (2009), «Ψάρια Εσωτερικών Υδάτων». Σε: Λεγάκις, Α. και Π. Μαραγκού (επιμ. εκδ), Το Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ζώων της Ελλάδας, Ελληνική Ζωολογική Εταιρεία, Αθήνα.

Φοίτος Δ., Θ. Κωνσταντινίδης και Γεωργία Καμάρη (2010), «Βιβλίο Ερυθρών Δεδομένων των σπανίων και απειλούμενων φυτών της Ελλάδας», Ελληνική Βοτανική Εταιρία, Πάτρα.

Φυτώκα, Ε., Θ. Παρτόζης, Δ. Χουβαρδάς, Π.Α. Γεράκης και Μ. Καρτέρης (2000), «Απογραφή υγροτόπων στο πλαίσιο του έργου Ενημέρωση και Εμπλουτισμός Εθνικής Βάσης Δεδομένων για τους

Ελληνικούς Υγροτόπους Βάση Δεδομένων», Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων (ΕΚΒΥ) και Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Χρυσοπολίτου Β. και Έ. Χατζηχαλαράμους (Συντονίστριες Έκδοσης) (2008), «Δεύτερη εθνική έκθεση για την εφαρμογή της Οδηγίας των Οικοτόπων στην Ελλάδα (περίοδος αναφοράς: 2001-2006): Έντυπα αναφοράς και χάρτες για τους τύπους οικοτόπων του Παραρτήματος Ι και τα είδη των Παραρτημάτων ΙΙ, ΙV και V που απαντούν στην Ελλάδα. Τριετές πρόγραμμα δράσεων σε θέματα διαχείρισης φυσικού περιβάλλοντος», ΥΠΕΧΩΔΕ, Αθήνα – ΕΚΒΥ, Θέρμη.

B. Ξενόγλωσση

Alcamo, J., J.M. Moreno, B. Nováky, M. Bindi, R. Corobov, R.J.N. Devoy, C. Giannakopoulos, E. Martin, J.E. Olesen and A. Shvidenko (2007), «Europe. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change», M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 541-580.

Aligizaki, K. and G. Nikolaidis (2008), “Morphological identification of two tropical dinoflagellates of the genera *Gambierdiscus* and *Sinophysis* in the Mediterranean Sea”, *J. Biol. Res.-Thessalon.* 9, 75-82.

Aligizaki, K. (2009), “Spread of potentially toxic benthic dinoflagellates in the Mediterranean Sea: a response to climate change?” CIESM Workshop n°40: *Phytoplankton response to Mediterranean environmental change*, Tunis.

Aligizaki, K., P. Katikou, and G. Nikolaidis (2009), “Toxic benthic dinoflagellates spreading and potential risk in the Mediterranean Sea”, 7th International Conference in Molluscan Shellfish Safety, Nantes.

Alvarez Cobelas, M., J. Catalán and D. García de Jalón (2005), “Impactos sobre los ecosistemas acuáticos continentales. Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático”, in Moreno J.M. (ed), Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 113-146 .

Anderson, D.M. and K.D. Stolzenbach (1985), “Selective retention of two dinoflagellates in a well-mixed estuarine embayment: the importance of diel vertical migration and surface avoidance”, *Mar. Ecol. Progr. Series*, 25, 39-50.

Araújo, M.B., W. Thuiller, and R.G. Pearson (2006), «Climate warming and the decline of amphibians and reptiles in Europe». *Journal of Biogeography* 33, 1712-1728.

Bagnis, R., S. Chanteau, E. Chungue, L.M. Hurtel, T. Yasumoto, and A. Inoue (1980), “Origins of ciguatera fish poisoning: a new dinoflagellate, *Gambierdiscus toxicus* Adachi and Fukuyo, definitely involved as a causal agent”, *Toxicon*, 18, 199-208.

Bearzi, G., R.R. Reeves, G. Notarbartolo di Sciara, E. Politi, A. Canadas, A. Frantzis, and B. Mussi (2003), “Ecology, status and conservation of short-beaked common dolphins (*Delphinus delphis*) in the Mediterranean Sea”, *Mammal Review*, 33, 224–252.

Beniston, M., D.B. Stephenson, O.B. Christensen, C.A.T. Ferro, C. Frei, S. Goyette, K. Halsnaes, T. Holt, K. Jylhä, B. Koffi, J. Palutikof, R. Schöll, T. Semmler, and K. Woth (2007), “Future extreme events in European climate: an exploration of regional climate model projections.” *Climatic Change*, 81, S71-S95.

Berry, P.M., A.P. Jones, R.J. Nicholls, and C.C. Vos (eds.) (2007), “Assessment of the vulnerability of terrestrial and coastal habitats and species in Europe to climate change, Annex 2 of Planning for biodiversity in a changing climate - BRANCH project Final Report”, Natural England, UK.

Bianchi, C.N. and C. Morri. (2000), «Marine Biodiversity of the Mediterranean Sea: Situation, Problems and Prospects for Future Research», *Marine Pollution Bulletin*, 40, 5, 367-376.

Blanco, C., O. Salomon, and J.A. Raga (2001), “Diet of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the western Mediterranean Sea”, *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 81, 1053–1058.

Bombace, G. (2001), «Influence of climatic changes on stocks, fish species and marine ecosystems in the Mediterranean Sea», *Archives of Oceanography and Limnology*, 22, 67–72.

Boudouresque, C.-F. and M. Verlaque (2002), “Biological pollution in the Mediterranean Sea: invasive versus introduced macrophytes” *Mar. Pollut. Bull.*, 44, 32-38.

Burns, W.C.G. (2001), “From the harpoon to the heat: climate change and the International Whaling Commission in the 21st century”, *Georgetown International Environmental Law Review*, 13, 335–359.

Campbell, A., V. Kapos, J. P.W. Scharlemann, P. Bubb, A. Chenery, L. Coad, B. Dickson, N. Doswald, M. S. I. Khan, F. Kershaw, and M. Rashid. (2009), «Review of the Literature on the Links between Biodiversity and Climate Change: Impacts, Adaptation and Mitigation», Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, Technical Series No. 42.

Costanza, R., R. d'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R.V. O'Neill, J. Paruel, R.G. Raskin, P. Sutton and M. van den Belt, (1997), “The value of the world's ecosystem service and natural capital”, *Nature*, 387, 253-260.

Dimitriou, E. and E. Moussoulis (2010), «Hydrological and nitrogen distributed catchment modeling to assess the impact of future climate change at Trichonis Lake, western Greece», *Hydrogeology Journal*, 18, 441–454.

Duffy, J.E (2003), “Biodiversity loss, trophic skew and ecosystem functioning”, *Ecology Letters*, 6, 680–687.

Dyble, J., H.W. Paerl and B.A. Neilan (2002), “Genetic characterization of *Cylindrospermopsis raciborskii* (Cyanobacteria) isolated from diverse geographic origins based on nifH and cpcBA-IGS nucleotide sequence analysis”, *Applied and Environmental Microbiology*, 68, 5, 2567-2571.

European Environment Agency, Joint Research Centre EC and World Health Organization Europe, EEA-JRC-WHO, (2008), “Impacts of Europe’s changing climate - 2008 indicator-based assessment”, EEA No4/2008, Copenhagen, Denmark.

European Environment Agency (EEA) (2005), “Vulnerability and Adaptation to Climate Change in Europe”, EEA Technical Report No 7/2005, European Environment Agency, Copenhagen.

European Environment Agency (2007), “Europe’s Environment – The Fourth Assessment”, State of the Environment Report No 1/2007, Copenhagen.

European Environment Agency (EEA), (2010), “10 messages for 2010. Climate Change and Biodiversity”, Copenhagen.

European Environment Agency (EEA), (2010), “10 messages for 2010. Marine Ecosystems”, Copenhagen.

European Topic Center/Biodiversity (2009), “Habitats Directive Article 17 Reporting (2001–2006) — Some specific analysis on conservation status”, Paris 2009.

Fitter, A. H., and R. S. R. Fitter (2002), “Rapid changes in flowering time in British plants” *Science*, 296: 1689-1691.

Francour, P. (1997), «Fish assemblages of *Posidonia oceanica* beds at Port-Cros (France, NW Mediterranean): assessment of composition and long-term fluctuations by visual census), *Marine Ecology*, 18, 157–173.

French, J.R., Spencer, T. and D.J. Reed, (ed.) (1995), “Geomorphic response to sea-level rise”, *Earth Surface Processes and Landforms*, 20, 1-103.

Galil, B.S., Nehring, S. and V. Panov (2007), “Waterways as Invasion Highways – Impact of Climate Change and Globalization”, in Nentwig, W. (ed.), *Biological Invasions*. Ecological Studies 193. Springer, Berlin, Heidelberg.

Gambaiani, D.D., P. Mayol, S.J. Isaac, and M.P. Simmonds (2009), «Potential impacts of climate change and greenhouse gas emissions on Mediterranean marine ecosystems and cetaceans», [*Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 89](#), 1, 179 -201.

Gomez, F. (2009), “Changes in the Mediterranean phytoplankton community related to climate warming”, CIESM Workshop n°40: *Phytoplankton response to Mediterranean environmental change*, Tunis.

Harrison, P.A., P.M. Berry, N. Butt and M. New (2006), «Modelling climate change impacts on species’ distributions at the European scale: implications for conservation policy», *Environmental Science and Policy*, 9, 116 – 128.

Hughes, L. (2000), “Biological consequences of global warming: is the signal already apparent?”, *Tree*, 15, 56–61.

IPCC (2007), Summary for Policymakers, in “Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change”, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson (Eds), Cambridge University Press, Cambridge, UK, 7-22.

Katikou, P., D. Georgantelis, N. Sinouris, A. Petsi, and T. Fotaras (2009), “First report on toxicity assessment of the Lessepsian migrant pufferfish *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789) from European waters (Aegean Sea, Greece)”, *Toxicon* 54, 1, 50-55.

Kazakis, Z D. Z I. N. Ghosn, Z V. P. Vogiatzakis, and V. Papanastasis (2007), «Vascular plant diversity and climate change in the alpine zone of the Lefka Ori, Crete», *Biodivers Conserv*, 16,1603–1615

Kennedy, T.A., S. Naemm, K.M. Howe, J.M.H. Knops, D. Tilman, and P. Reich (2002), “Biodiversity as a barrier to ecological invasion”, *Nature*, 417, 636–638.

Kenney, R.D., P.M. Payne, D.W. Heinemann, and H.E. Winn (1996), “Shifts in northeast shelf cetacean distributions relative to trends in Gulf of Maine/Georges Bank finfish abundance”, in Sherman K., Jaworski N.A. and Smada T. (eds) *The northeast shelf ecosystem: assessment, sustainability and management*,. Cambridge, MA, Blackwell Science.

Kolar, C.S. and D.M. Lodge (2000), “Freshwater non-indigenous species: interactions with other global changes.” in Mooney HA and Hobbs RJ (eds), *Invasive species in a changing world*, Washington, DC: Island Press.

Learmonth, J.A., C.D. Macleod, M.B. Santos, J.G. Pierce, H.Q.P. Crick, and R.A. Robinson (2006), «Potential effects of climate change on marine mammals”, *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, 44, 431–464.

Levandowsky, M. and P.J. Kaneta (1987), “Behaviour in dinoflagellates”, in *The biology of dinoflagellates*, Taylor, F.J.R. (ed.), Blackwell Scientific Publications, Oxford.

Levinsky, I., F. Skov, J. C Svenning, and C. Rahbek (2007), «Potential impacts of climate change on the distributions and diversity patterns of European mammals», *Biodiversity and Conservation*, 16, 3803-3816.

Malcolm, J.R., C. Liu, R.P. Neilson, L. Hansen, and L. Hannah (2006), “Global warming and extinctions of endemic species from biodiversity hotspots”, *Conservation Biology*, 20, 538-548.

MacGarvin, M. and M. Simmonds (1996), “Whales and climate change”, in Simmonds M.P. and J.D. Hutchinson (eds), *The conservation of whales and dolphins*, Chichester: John Wiley & Sons Ltd.

Meinesz, A., Belsher T., Thibaut T., Antolic B., Mustapha K.B., Boudouresque C.F., Chiaverini D., Cinelli F., Cottalorda J.M., Djellouli A., El Abed A., Orestano C., Grau A.M., Ivesa L., Jaklin A., Langar H., Massuti-Pascual E., Peirano A., Tunesi L., de Vaugelas J., Zavodnik N. and A. Zuljevic (2001), “The introduced green alga *Caulerpa taxifolia* continues to spread in the Mediterranean”, *Biological Invasions*, 3, 201–210.

Millennium Ecosystem Assessment (MEA), (2005), “Ecosystems and Human Well-Being: Biodiversity Synthesis”. World Resource Institute, Washington, DC, USA.

Nicholls, R.J. and F.M.J. Hoozemans (1996), «The Mediterranean: vulnerability to coastal implications of climate change», *Ocean & Coastal Management*, 31, 2-3, 105-132.

Occhipinti-Ambrogi, A. (2007), «Global change and marine communities: alien species and climate change», *Mar. Pollut. Bull*, 55, 342-352.

Orr, J.C., E. Maier-Reimer, U. Mikolajewicz, P. Monfray, G.C. Ray, B.P. Hayden, A.J. Bulger, and M.G. McCormick-Ray (1992), «Effects of global warming on the biodiversity of coastal-marine zones», in Peters R.L. and Lovejoy T.E. (eds) *Global warming and biological diversity*, New Haven, CT, Yale University Press.

Pancucci-Papadopoulou, M.A., A. Zenetos, M. Corsini-Foka, and C.Y. Politou (2005), «Update of marine aliens in Hellenic waters», *Mediterranean Marine Science*, 6, 147–158.

Roberts, C.M. and J.P. Hawkins (1999), «Extinction risk in the sea», *Trends in Ecology and Evolution*, 14, 6, 241-245.

Peirano, A., V. Damasso, M. Montefalcone, C. Morri, and C.N. Bianchi (2005), “Effects of climate, invasive species and anthropogenic impacts on the growth of seagrass *Posidonia oceanica* (L) Delile in Liguria (NW Mediterranean Sea)”, *Marine Pollution Bulletin*, 50, 817–822.

Petchey, O.L., McPhearson, P.T., Casey, T.M. and P.J. Morin (1999), “Environmental warming alters food-web structure and ecosystem function”, *Nature*, 402, 69-72.

Salat, J. and J. Pasqual (2002), «The oceanographic and meteorological station at L’ Estartit (NW Mediterranean)», in Briand F. (ed) *Tracking long-term hydrological change in the Mediterranean Sea*, CIESM Workshop Monograph no 16, Monaco.

Sanford, E. (1999), “Regulation of keystone predation by small changes in ocean temperature”, *Science*, 283, 2095–2097.

Sanchez Carrillo, S. and M. Alvarez Cobelas (2001), “Nutrient dynamics and eutrophication patterns in a semiarid wetland: the effects of fluctuating hydrology”, *Water Air Soil Poll.*, 131, 97-118.

Schröter, D., Cramer, W., Leemans, R., Prentice, I. C., Araújo, M. B., Arnell, N. W., Bondeau, A., Bugmann, H., Carter, T. R., Gracia, C. A., Vega-Leinert, A.C., Erhard, M., Ewert, F., Glendinning, M., House, J. I., Kankaanpää, S., Klein, R. J. T., Lavorel, S., Lindner, M., Metzger, M. J., Meyer, J., Mitchell, T. D., Reginster, I., Rounsevell, M., Sabaté, S., Sitch, S., Smith, B., Smith, J., Smith, P., Sykes, M. T., Thonicke, K., Thuiller, W., Tuck, G., Zaehle, S., and Zierl, B. (2005), “Ecosystem Service Supply and Vulnerability to Global Change in Europe”, *Science*, 310, 1333–1337.

Schwartz, M.W., L.R. Iverson, A.M. Prasad, S.N. Matthews, and R.J. O’Connor (2006), “Predicting extinctions as a result of climate change”, *Ecology*, 87, 1611–1615.

Stachowicz, J.J., H. Fried, R.W. Osman, and R.B. Whitlatch (2002), “Biodiversity, invasion resistance, and marine ecosystem function: reconciling pattern and process”, *Ecology*, 83, 2575–2590.

Thomas, C., D. Alison, A. Cameron, R. E. Green, M. Bakkenes, L.J. Beaumont, Y.C. Collingham, B.F.N. Erasmus, M Ferreira de Siqueira, A. Grainger, L. Hannah, L. Hughes, B. Huntley, A. S. van Jaarsveld, G. F. Midgley, L. Miles, M. Ortega-Huerta, A. T. Peterson, O. L. Phillips and S. E. Williams, (2004), “Extinction risk from climate change”. *Letters to Nature, Nature*, 427, 145-148.

Thuiller, W., S. Lavorel, M.B. Araújo, M.T. Sykes, I.C. Prentice (2005), «Climate change threats to plant diversity in Europe», *PNAS* 102, 23.

Tsiamis K., P. Panayotidis and A. Zenetos (2008), “Alien marine macrophytes in Greece: a review”, *Botanica Marina*, 51, 4, 237-246.

Williams, W.D. (2001), “Anthropogenic salinisation of inland waters.” *Hydrobiologia*, 466: 329-337.

Wilson, B., H. Arnold, G. Bearzi, C.M. Fortuna, R. Gaspar, S. Ingram, C. Liret, S. Pribanic, A.J. Read, V. Ridoux, K. Schneider, K.W. Urian, R.S. Wells, C. Wood, P.M. Thompson, and P.S. Hammond (1999), “Epidermal diseases in bottlenose dolphins: impacts of natural and anthropogenic factors”, *Proceedings of the Royal Society of London Series B, Biological Sciences*, 266, 1077–1083.

Wunder, S. (2005), "Payments for environmental services: Some nuts and bolts" Occasional Paper No. 42, Center for International Forestry Research

Zalidis, G.C., T.L. Crisman and P.A. Gerakis (eds) (2002), "Restoration of Mediterranean Wetlands", Hellenic Ministry of Environment, Physical Planning and Public Works, Athens and Greek Biotope/Wetland Centre, Themi.

Zenetos, A., V. Vassilopoulou, M. Salomidi, and D. Poursanidis (2007), "Additions to the marine alien fauna of Greek waters (2007 update)", *Biodiversity records*.