

Κλιματική Αλλαγή

Οι κλιματικές συνθήκες στη Γη καθορίζονται από μια συνεχή ροή θερμικής ενέργειας από τον ήλιο, η οποία διαπερνά την ατμόσφαιρα της Γης, η οποία με την σειρά της προστατεύει τη ζωή με το να απορροφά την υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία, να θερμαίνει την επιφάνεια της με την παρακράτηση της θερμότητας και να μειώνει τις αυξομειώσεις της θερμοκρασίας ανάμεσα στη μέρα και τη νύχτα.

Όσο αυξάνει η θερμοκρασία της επιφάνειας, η Γη στέλνει, υπό τη μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας, θερμική ενέργεια πίσω στην ατμόσφαιρα, μέρος της οποίας απορροφάται από τα λεγόμενα «αέρια του θερμοκηπίου», όπως το CO₂, το CH₄, το N₂O και οι υδρατμοί, παγιδεύοντας έτσι την ενέργεια και διατηρώντας τη μέση θερμοκρασία της Γης περίπου στους 15°C.

Με δεδομένο ότι αυτά είναι τα απαραίτητα επίπεδα θερμοκρασίας για τη διατήρηση της ζωής για ανθρώπους, φυτά και ζώα, η έλλειψη των αέριων αυτών, θα δημιουργούσε σοβαρά προβλήματα στη θερμοκρασία της Γης, η οποία θα μπορούσε να πέσει στους -18°C, παγώνοντας τις περισσότερες μορφές ζωής.

Το CO₂ είναι το πιο σημαντικό από τα αέρια που διατηρούν τα επιθυμητά επίπεδα θερμοκρασίας στη Γη. Οι διεργασίες εκπομπής και απορρόφησης CO₂ που προκύπτουν στη φύση αποτελούν τον φυσικό κύκλο του αερίου και είναι υπεύθυνες για τη διατήρηση της ισορροπημένης συγκέντρωσης του στην ατμόσφαιρα, μέσω διαδικασιών απελευθέρωσης CO₂ όπως της αποσύνθεσης των φυτών, των ηφαιστειακών εκρήξεων και της αναπνοής ζωικών οργανισμών, αλλά και διεργασιών εκ νέου απορρόφησης, όπως πχ μέσω της φωτοσύνθεσης, της διάλυσης του στο νερό των ωκεανών.

Αν και η φύση έχει προνοήσει για την σχεδόν τέλεια διατήρηση της ισορροπίας εκπεμπόμενου CO₂ και της αντίστοιχης ποσότητας που απορροφάται, ακόμα και μικρές αλλαγές οφειλόμενες κυρίως σε ανθρώπινες δραστηριότητες, είναι δυνατόν να επηρεάσουν την φυσική ισορροπία, δημιουργώντας ανεπιθύμητες συνέπειες, κυρίως προς την αλλαγή του κλίματος.

Με δεδομένο ότι η Ευρώπη και ιδιαίτερα τα κράτη της Μεσογείου θεωρούνται, λόγω της γεωφυσικής τους θέσης, τα πλέον ευάλωτα στις κλιματικές αλλαγές, η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) έχει αρχίσει να μελετά συστηματικά το πρόβλημα των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Επίσης άρχισε να διαμορφώνει σταδιακά μια συνεκτική και πολύπλευρη πολιτική και ένα κατάλληλο νομικό πλαίσιο (σε κάποιες περιπτώσεις) για την αντιμετώπιση τους και την εν

γένει προσαρμογή των Ευρωπαϊκών κοινωνιών και οικονομιών σε αυτές. Τα περισσότερα κείμενα πολιτικής της ΕΕ στον τομέα αυτό εξετάζουν και την εξωτερική διάσταση του ζητήματος, θεωρώντας ότι η συνεργασία και η ενίσχυση της προσαρμοστικής ικανότητας γειτονικών κρατών και ιδιαιτέρως των πιο τρωτών αναπτυσσόμενων κρατών αποτελούν αφενός ένδειξη αλληλεγγύης, αφού η κλιματική αλλαγή εντείνει τις ανισότητες και εμποδίζει τη βιώσιμη ανάπτυξη. Πρόκειται για μια προληπτικού χαρακτήρα επιλογή, η οποία θα μειώσει μια σειρά κινδύνων και προβλημάτων για την ίδια την ΕΕ, όπως για παράδειγμα τις περιφερειακές συγκρούσεις και την περιβαλλοντική μετανάστευση (<http://www.eea.europa.eu/>).

Παράγοντες που Ενισχύουν την Κλιματική Αλλαγή

Πέρα από τις φυσικές διαδικασίες οι οποίες επιφέρουν κλιματικές αλλαγές, οι κύριες μεταβολές του κλίματος οφείλονται σε ανθρώπινες δραστηριότητες που συντελούν στην αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου και επομένως στην αύξηση της ακτινοβολίας – θερμότητας που παγιδεύεται στην ατμόσφαιρα, με αποτέλεσμα την ενίσχυση του φυσικού φαινομένου του θερμοκηπίου.

Οι ανθρωπογενείς αυτές δραστηριότητες αφορούν στην υπερβολική χρήση ορυκτών καυσίμων, όπως ο άνθρακας, ο λιγνίτης, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, η καύση των οποίων απελευθερώνει τεράστιες ποσότητες CO₂ στην ατμόσφαιρα. Τη μεγαλύτερη συνεισφορά έχουν οι μεταφορές που ευθύνονται για το 50% των συνολικών εκπομπών, οι βιομηχανίες και οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Από τις εκπομπές αυτές το 40% είναι CO₂, ενώ το υπόλοιπο 10% αποτελείται από άλλα αέρια με κυριότερα το CH₄, το O₃ και το CO. Επίσης η συνεχής και εκτεταμένη καταστροφή των δασών, λόγω εκχέρσωσης, αποψίλωσης ή των πυρκαγιών, που συνεισφέρουν στην αύξηση των αερίων του θερμοκηπίου κατά 15%. Ακόμη η παραγωγή και χρήση συνθετικών χημικών ουσιών, όπως οι χλωροφθοράνθρακες ή οι αλογονομένοι υδρογονάνθρακες (Halons) και η εντατική γεωργία και οι κτηνοτροφικές δραστηριότητες που συμβάλουν στην εκπομπή CH₄, έχουν διαταράξει ανεπανόρθωτα τις ισορροπίες στον κύκλο του CO₂. Οι ενέργειες αυτές μεταβάλλουν τη φυσική ασπίδα προστασίας που καλύπτει τη Γη, με αποτέλεσμα να συγκρατούν ολοένα και περισσότερη ενέργεια η οποία, με τη σειρά της, αυξάνει την μέση θερμοκρασία του πλανήτη, ενώ η ταχύτητα με την οποία συντελείται αυτή η αύξηση είναι σημαντικά μεγαλύτερη από οποιαδήποτε φυσική διεργασία. Το αποτέλεσμα είναι η αδυναμία των φυσικών συστημάτων να προσαρμοστούν στα νέα δεδομένα.

Είναι σαφές πως η αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας επηρεάζει και τα αντίστοιχα επίπεδα υγρασίας του πλανήτη, άλλοτε δημιουργώντας συνθήκες ξηρασίας στις τροπικές περιοχές και άλλοτε υπερβολικά μεγάλες ποσότητες βροχόπτωσης στην εύκρατη ζώνη.

Ένας από τους σοβαρότερους ανθρωπογενείς παράγοντες που ενισχύουν την κλιματική αλλαγή, ο οποίος σε συνδυασμό με την υπερθέρμανση του πλανήτη, επηρεάζει άμεσα την υγεία των ανθρώπων, την οικολογική ισορροπία του φυσικού περιβάλλοντος και την βιοποικιλότητα, είναι η ατμοσφαιρική ρύπανση.

Ατμοσφαιρική Ρύπανση

Ατμοσφαιρική ρύπανση καλείται η παρουσία στην ατμόσφαιρα ρύπων σε ποσότητα, συγκέντρωση ή διάρκεια, που έχουν ως αποτέλεσμα την αλλοίωση της δομής, της σύστασης και των χαρακτηριστικών της ατμόσφαιρας. Αυτές οι αλλαγές μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία, στους ζωντανούς οργανισμούς και τα οικοσυστήματα και γενικά να καταστήσουν το περιβάλλον ακατάλληλο για τις επιθυμητές χρήσεις του. Τα αιωρούμενα σωματίδια PM₁₀ και PM_{2,5}, το NO₂ και το O₃ αναγνωρίζονται πλέον κατά κανόνα ως οι τρεις σημαντικότεροι ρύποι από την άποψη των επιπτώσεων για την υγεία. Η μακροχρόνια και οξεία έκθεση σε αυτούς τους ρύπους ενδέχεται να προκαλέσει επιπτώσεις κυμαινόμενης βαρύτητας για την υγεία, από προσβολή του αναπνευστικού συστήματος έως πρόωρο θάνατο. Περίπου 90% του ευρωπαϊκού αστικού πληθυσμού εκτίθεται σε συγκεντρώσεις ρύπων που υπερβαίνουν τα όρια ποιότητας του αέρα τα οποία κρίνονται επιβλαβή για την ανθρώπινη υγεία.

Οι κύριες πηγές ρύπανσης της ατμόσφαιρας που συνδέονται με ανθρωπογενείς δραστηριότητες και είναι υπεύθυνες για τα υψηλά επίπεδα ρύπανσης τα οποία επικρατούν κυρίως στις αστικές περιοχές, είναι η παραγωγή ενέργειας από στερεά και υγρά καύσιμα, οι μεταφορές, οι βιομηχανίες, η θέρμανση των κτιρίων και η σκόνη.

Παρ όλα αυτά η ποιότητα του αέρα δεν βελτιώνεται πάντα με βάση τη γενική μείωση των ανθρωπογενών εκπομπών ατμοσφαιρικών ρύπων. Οι λόγοι για το εν λόγω φαινόμενο είναι πολύπλοκοι:

- Δεν υπάρχει πάντα σαφής γραμμική σχέση ανάμεσα στις μειούμενες εκπομπές και τις συγκεντρώσεις ατμοσφαιρικών ρύπων στον αέρα.
- Το πρόβλημα της μεταφοράς ατμοσφαιρικών ρύπων σε μεγάλη απόσταση από άλλες περιοχές.

Οι ρύποι διακρίνονται σε πρωτογενείς ρύπους που εκλύονται απευθείας στον αέρα (πχ CO, NO, NO₂, SO₂) και δευτερογενείς ρύπους που δημιουργούνται στον αέρα από αντιδράσεις μεταξύ των πρωτογενών ρύπων (πχ O₃).

Αν και η ατμόσφαιρα διαθέτει φυσικοχημικούς μηχανισμούς απομάκρυνσης των ατμοσφαιρικών ρύπων, τα επεισόδια ρύπανσης οφείλονται κυρίως σε «δυσμενείς» μετεωρολογικές συνθήκες οι οποίες περιορίζουν σημαντικά την ικανότητα της ατμόσφαιρας να αραιώσει τους ρύπους, ενώ κάποιες από τις συνθήκες αυτές λειτουργούν επίσης ως επιταχυντές στην δημιουργία της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Συνέπειες της Κλιματικής Αλλαγής

Το ευρύ φάσμα των επιπτώσεων της αλλαγής του κλίματος και ιδιαίτερα η τροποποίηση της σύνθεσης της ατμόσφαιρας, εντοπίζονται μεταξύ άλλων, στην ανθρώπινη υγεία, στη γεωργία, την αλιεία, το έδαφος, τους υδάτινους πόρους, τις παράκτιες ζώνες και τη βιοποικιλότητα. Για παράδειγμα, μια σημαντική αύξηση των συγκεντρώσεων O₃ και NO₂, η οποία θα συνοδεύεται από συχνή παρουσία κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, ενός παχύρρευστου φωτοχημικού νέφους, συνεπάγεται την αύξηση των καρδιακών και αναπνευστικών νοσημάτων. Επίσης, οι υψηλές τιμές του SO₂ και CO, αυξάνουν τη συχνότητα του νέφους κατά τους χειμερινούς μήνες, ενώ ενδέχεται να προκύψουν σοβαρά περιστατικά όξινης βροχής. Η όξινη βροχή έχει έντονες επιπτώσεις στα φυσικά οικοσυστήματα (δάση, υδροβιότοπους, έδαφος), σκοτώνοντας άμεσα ή έμμεσα διάφορες μορφές ζωής, αλλά και στα οικιστικά οικοσυστήματα, διαβρώνοντας ιστορικά μνημεία, προκαλώντας ζημιές σε κτίρια και οχήματα, αλλά και βλάπτοντας άμεσα την ανθρώπινη υγεία. Επίσης η πτώση του pH στα επιφανειακά ύδατα από την όξινη βροχή έχει δραματικές επιπτώσεις σε πολλά υδρόβια είδη ζωής και ιδιαίτερα στα αυγά ή τα νεογνά τους, που συνήθως είναι πιο ευαίσθητα. Καταστρεπτικές είναι οι επιδράσεις της επίσης και στα επιφανειακά νερά, κυρίως λίμνες και μικρά ποτάμια, καθώς η αυξημένη συγκέντρωση οξέων καταστρέφει το πλαγκτόν, την υδάτινη χλωρίδα και τα αυγά αμφιβίων και ψαριών. Επίσης το έδαφος βλάπτεται σοβαρά από την όξινη βροχή καθώς πολλές εδαφόβιες μορφές ζωής δεν αντέχουν το χαμηλό pH και εξοντώνονται. Επίσης τα οξέα διαλύουν και ενεργοποιούν βαρέα μέταλλα και άλλες τοξίνες με ακόμη χειρότερα αποτελέσματα. Ακόμη τα δάση υψηλού ύψους είναι ιδιαίτερα τρωτά όπως περιβάλλονται συχνά από όξινη ομίχλη που είναι πιο όξινη από τη βροχή, ενώ σημαντικές είναι και οι βλάβες στα υπόλοιπα φυτά, καθώς και τις ανθρώπινες καλλιέργειες. Μεταξύ των μακροχρόνιων επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής είναι η ύψωση της στάθμης της θάλασσας με ανυπολόγιστες κοινωνικοοικονομικές συνέπειες ενώ επίσης σοβαρές

συνέπειες της αλλαγής του κλίματος αποτυπώνονται με συχνά συμβάντα ξηρασίας και πλημμυρών. Αν και το φαινόμενο είναι παγκόσμιο, οι πλέον ευάλωτες περιοχές εστιάζονται στη νότια Ευρώπη και ιδιαίτερα στο σύνολο της λεκάνης της Μεσογείου λόγω, αφενός, της υψηλής αύξησης των θερμοκρασιών στην επιφάνεια των νερών της θάλασσας και αφετέρου, της μείωσης των βροχοπτώσεων σε περιοχές στις οποίες ήδη παρατηρείται λειψυδρία. Συγκεκριμένα οι Μεσογειακές, παράκτιες ζώνες, λόγω της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, συνδέονται με αυξημένο κίνδυνο πλημμυρών, οι ορεινές περιοχές, λόγω της ανόδου των θερμοκρασιών, με εκτεταμένη τήξη των χιονιών και των πάγων και άρα με μεταβολή της ροής των ποταμών (<http://www.climatechange.org/>).

Μια ακόμα δυσχερής επίπτωση της ανθρωπογενούς κλιματικής αλλαγής συνδέεται με συγκεκριμένα ακραία καιρικά φαινόμενα, καθώς η συχνότητα και η έντασή των φαινομένων αυτών αυξάνεται από την υπερθέρμανση του πλανήτη. Τέτοια ακραία καιρικά φαινόμενα περιλαμβάνουν τροπικούς κυκλώνες στον κεντρικό Ειρηνικό, αυξημένες βροχοπτώσεις και χαλαζοπτώσεις σε όλη την Ευρώπη, κύματα καύσωνα στην Ασία, την Αυστραλία και τη Νότια Αμερική και εκτεταμένη ξηρασία στην Αφρική.

Επίσης οι ραγδαίες αλλαγές χρήσεων γης, λόγω της επέκτασης των οικονομικών δραστηριοτήτων και του αστικού χώρου, ο κατακερματισμός των δασικών εκτάσεων από τις μεταφορικές υποδομές και η υπερεκμετάλλευση των πόρων έρχονται να ενώσουν τις δυνάμεις τους με τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, δημιουργώντας ένα επικίνδυνο μείγμα όσων αφορά την συνεχή μείωση των δασικών εκτάσεων, σε συνδυασμό με τις εκτεταμένες δασικές πυρκαγιές.

Μια από τις σοβαρότερες δυνητικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής εντοπίζεται στην σύνθετη αλληλεπίδραση των ειδών σε σχέση με τους κλιματικούς παράγοντες επιβίωσης τους. Υπάρχει πολύ υψηλή πιστότητα, με βάση στοιχεία από μεγάλο εύρος ειδών, ότι η αύξηση της θερμοκρασίας επηρεάζει ισχυρά τα χερσαία βιολογικά συστήματα, προκαλώντας αλλαγές, όπως πχ την πρώιμη έκπτυξη φύλλων, την μετανάστευση και την ωοαπόθεση καθώς και τις μετατοπίσεις της εξάπλωσης των ειδών προς τους πόλους και τα μεγαλύτερα υψόμετρα. Αντίστοιχα οι παρατηρούμενες μεταβολές στις υπηρεσίες των οικοσυστημάτων και ειδικότερα στα 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.

Αν και οι υπηρεσίες των οικοσυστημάτων μεταβάλλονται λόγω φυσικών αιτιών, οι τρέχουσες αλλαγές οφείλονται κυρίως σε ανθρωπογενή αίτια, όπως η αλλαγή των ενδονημάτων λόγω

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 την υπεραλίευση.

Επίσης τα κλιματικά φαινόμενα έχουν επιπτώσεις στη δομή των ενδιαιτημάτων και της οικολογικής λειτουργίας τους και κατά συνέπεια στις αλλαγές που παρατηρούνται στους πληθυσμούς των ειδών, στις αλλαγές του τρόπου εξάπλωσης τους και σε μια σειρά από φαινολογικές και οικολογικές αλλαγές που εντοπίζονται στο ευρύτερο φυσικό περιβάλλον διαβίωσης και αναπαραγωγής τους. Οι σημαντικότερες επιπτώσεις στη βιολογική οργάνωση και λειτουργία του φυσικού περιβάλλοντος, σχετίζονται με πολύπλευρες και πολυποίκιλες βιολογικές ανακατατάξεις και διαταραχές, όπως:

- Άμεσες επιπτώσεις στους οργανισμούς. Πχ η θερμοκρασία επηρεάζει τα ποσοστά επιβίωσης, την αναπαραγωγική επιτυχία, τα πρότυπα διασποράς και συμπεριφοράς διαφόρων ειδών.
- Επιπτώσεις μέσω βιοτικών αλληλεπιδράσεων. Π.χ. την παραχώρηση ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος μεταξύ διαφορετικών, ίσως και ανταγωνιστικών ειδών.
- Επιπτώσεις μέσω μεταβολής των αβιοτικών παραγόντων. Π.χ. η κατάκλιση με νερό σημαντικών ενδιαιτημάτων, οι μεταβολές σε ωκεάνια ρεύματα που σχετίζονται με τον τρόπο μετακίνησης των ειδών.
- Επιπτώσεις στη γενετική ποικιλότητα εντός των ειδών. Π.χ. ο υβριδισμός ενός είδους, μπορεί να επιφέρει εκφυλισμό του γενετικού υλικού του, το οποίο δημιουργήθηκε μέσα από φυσικές επιλογές αιώνων και του επιτρέπει να επιβιώνει και να προσαρμόζεται.

Οι επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής στη ποικιλομορφία των σύγχρονων μορφών ζωής, αναφέρονται ως αλλαγές στη βιοποικιλότητα. Ως βιοποικιλότητα νοείται η ποικιλία των ζώντων οργανισμών πάσης προελεύσεως περιλαμβανομένων, μεταξύ άλλων, χερσαίων, θαλασσίων και άλλων υδατικών οικοσυστημάτων και οικολογικών συμπλεγμάτων, των οποίων αποτελούν μέρος, ενώ επίσης περιλαμβάνεται η ποικιλότητα εντός των ειδών, μεταξύ ειδών και οικοσυστημάτων. Η βιοποικιλότητα συνήθως εξετάζεται όσον αφορά στη γενετική ποικιλότητα, στην ποικιλότητα των ειδών και στην ποικιλότητα των οικοσυστημάτων. Τα τρία αυτά επίπεδα αντιστοιχούν στα ισάριθμα θεμελιώδη και ιεραρχικά συνδεδεμένα επίπεδα της οργάνωσης της ζωής.

Η βιοποικιλότητα είναι αναγκαία για τη διατήρηση της ζωής πάνω στη Γη, με την πραγματική της αξία να είναι ανυπολόγιστη, καθώς παρέχει τη δυνατότητα σε όλους τους ζωντανούς οργανισμούς να προσαρμόζονται σε ένα μεταβαλλόμενο περιβάλλον, βελτιώνοντας την ποιότητα ζωής, ενισχύοντας το βιοτικό επίπεδο, συντελώντας στην κοινωνική ευημερία και συνοχή και προσφέροντας νέες ευκαιρίες για επένδυση και εργασία. Κατά τις τελευταίες δεκαετίες η ανθρωπότητα επωφελήθηκε κατά πολύ από την ανάπτυξη, η οποία εμπλούτισε τη ζωή του μέσου ανθρώπου, ενώ ταυτοχρόνως, μεγάλο μέρος της εν λόγω ανάπτυξης συνδυάστηκε με την υποβάθμιση της βιοποικιλότητας.

Η υποβάθμιση και κατά συνέπεια 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. Ειδικότερα η απώλεια βιοποικιλότητας συνεπάγεται αλλοτρίωση των υπηρεσιών που παρέχουν τα οικοσυστήματα, μεταξύ των οποίων 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.

Μια σημαντικότερη και ιδιαίτερη μορφή απώλειας βιοποικιλότητας αποτελεί η εξάπλωση ή μετανάστευση πολλών ειδών σε νέες περιοχές. Οι ωκεανοί, οι θάλασσες, οι οροσειρές, οι έρημοι, ακόμη και οι μεγάλοι ποταμοί, παρεμβάλλουν φυσικά εμπόδια στη μετακίνηση των ζωικών και φυτικών ειδών, συμβάλλοντας σημαντικά με τον τρόπο αυτό στην πλούσια βιοποικιλότητα του πλανήτη και στην ανάπτυξη ζωικών και φυτικών κοινοτήτων που θεωρούνται χαρακτηριστικές συγκεκριμένων περιφερειών ή τοποθεσιών. Υπό την επίδραση της κλιματικής αλλαγής, αίρονται τα φυσικά εμπόδια χάρη στα οποία αναπτύχθηκε η περιφερειακά διακριτή χλωρίδα και πανίδα και, τυχαία ή εσκεμμένα, φθάνουν είδη σε τοποθεσίες που απέχουν εκατοντάδες και χιλιάδες χιλιόμετρα από το φυσικό τους ενδιαίτημα. Σε πολλές περιπτώσεις, αυτά τα μη ιθαγενή είδη προσαρμόζονται ελάχιστα στο νέο περιβάλλον τους και γρήγορα εκλείπουν. Σε άλλες περιπτώσεις, ωστόσο, επιβιώνουν, αναπαράγονται και εγκαθίστανται. Μερικές φορές, οι νέες αυτές αφίξεις σημειώνουν τόση επιτυχία ώστε να μην αποτελούν πλέον βιολογικό αξιοπερίεργο, αλλά πραγματική απειλή, προκαλώντας σοβαρές ζημίες, όχι μόνο στα οικοσυστήματα, αλλά και στις καλλιέργειες και το ζωικό κεφάλαιο, διαταράσσοντας την τοπική οικολογική ισορροπία, επηρεάζοντας την υγεία του ανθρώπου και έχοντας σοβαρές οικονομικές συνέπειες. Τα μη ιθαγενή είδη, είναι γνωστά ως Χωροκατακτητικά Είδη.

Επικίνδυνα Καιρικά Φαινόμενα

Ως επικίνδυνα καιρικά φαινόμενα χαρακτηρίζονται τα μετεωρολογικά εκείνα φαινόμενα στα οποία παρατηρούνται επικίνδυνα μεγάλες ή μικρές τιμές μετεωρολογικών παρατηρήσεων ασυνήθιστων ή και σπάνιων που συμβαίνουν σε μια περιοχή. Η αντιμετώπιση αυτών των φαινομένων, όταν συμβούν, ανήκει κατ' αντικείμενο και καθ' ύλη αρμοδιότητα σε ειδικές συντονιστικές υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης, κατά χώρα ή περιοχή, που συγκροτούνται από διάφορα υπουργεία, των επιμέρους διευθύνσεων και άλλων υπηρεσιών τους όπου, και κινητοποιούν τα διάφορα κλιμάκια με τα αντίστοιχα διαθέσιμα μέσα και υλικά, κατά περίπτωση.

Αν και συνήθως τα μέτρα που θα πρέπει να λαμβάνονται για την αντιμετώπιση τους θεωρούνται πολύ δαπανηρά για την συνεχή διατήρηση και ετοιμότητά τους, η πρόβλεψη τέτοιων φαινομένων αποτελεί πρωταρχικό σκοπό των φορέων πολιτικής προστασίας και είναι διαρκές αντικείμενο έρευνας, καθώς επιτρέπει την έγκαιρη ενημέρωση, πρόληψη και αντιμετώπιση δυσμενών καταστάσεων. Επίσης πολύ σημαντικός ερευνητικός τομέας αποτελεί η διερεύνηση των συνθηκών κάτω από τις οποίες παρατηρούνται τα φαινόμενα αυτά, καθώς και ποιοι δευτερογενείς παράγοντες τα ενισχύουν ή τα αποδυναμώνουν.

Ένα από τα συχνότερα όσο και σοβαρότερα επικίνδυνα καιρικά φαινόμενα το οποίο δημιουργεί σημαντικά προβλήματα στις γεωργικές καλλιέργειες με αντίστοιχο οικονομικό κόστος, είναι αυτό της χαλαζόπτωσης.

Δασικές Πυρκαγιές

Η πιο άμεση και ραγδαία επίπτωση της κλιματικής αλλαγής στα μεσογειακά δάση αφορά στις δασικές πυρκαγιές. Η αύξηση της συχνότητας και της έντασης των πυρκαγιών, καθώς και της έκτασης των καμένων εκτάσεων, ευνοείται από τις συνθήκες ξηρασίας, τις παρατεταμένες περιόδους υψηλών θερμοκρασιών και τα ακραία καιρικά φαινόμενα που παρατηρούνται κυρίως στις βορειότερες περιοχές της Μεσογείου όπως στη Πορτογαλία, στην Ιταλία, την Ισπανία και την Ελλάδα (<http://www.climatechange.org/>).

Συγκεκριμένα για τις δασικές πυρκαγιές της Ελλάδας, οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής έχουν γίνει ιδιαίτερα ορατές το χρονικό διάστημα από το 1980 και μετά. Το εν λόγω διάστημα στο οποίο παρατηρήθηκαν θερμά καλοκαίρια με αλληπάλληλες περιόδους καύσωνα και ιδιαίτερα χαμηλά ποσοστά υγρασίας και βροχοπτώσεων, σε συνδυασμό με τις μαζικές ξηράνσεις δασικών ειδών, όπως πεύκων πχ στο Νομό Ηλείας και ελάτων πχ στο Χελμό, τα οποία είχαν καταπονηθεί, από την εισβολή εντόμων εξαιτίας διαφόρων παραγόντων που

σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή, κάηκαν περίπου 10 εκατομμύρια στρέμματα φυσικών εκτάσεων (<http://www.fria.gr/>).

1.1.1 Χωροκατακτητικά Είδη

Τα ΧΕ θεωρούνται ως μία από τις σημαντικότερες δυνητικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και μια από τις μεγαλύτερες απειλές για τη βιοποικιλότητα, καθώς επιδρούν στην τοπική οικολογία με:

- Ανταγωνισμό με ιθαγενείς οργανισμούς για την τροφή και το ενδιαίτημα, όπως π.χ. ο αμερικανικός γκρι σκίουρος (*Sciurus carolinensis*) εκτοπίζει τον ιθαγενή κόκκινο σκίουρο (*Sciurus vulgaris*) σε πολλές περιοχές της Ευρώπης.
- Μεταβολή της δομής των οικοσυστημάτων, όπως π.χ. το φύκι *Caulerpa taxifolia* έχει μετατρέψει μεγάλες εκτάσεις μεσογειακών ακτών σε μονοκαλλιέργεια *Caulerpa*.
- Υβριδισμό με ιθαγενή είδη, όπως π.χ. τα ελάφια Sika (*Cervus nippon*) μπορούν να απειλήσουν ιθαγενή είδη με εξαφάνιση σε τοπική κλίμακα, λόγω διασταύρωσης και γένεσης υβριδίων.
- Άμεση τοξικότητα, όπως π.χ. το ψάρι λαγοκέφαλος (*Lagocephalus Sceleratus*).
- Δημιουργία εστιών παρασίτων ή φορέων παθογόνων οργανισμών και ασθενειών, όπως π.χ. το κουνούπι τίγρης (*Aedes Albopictus*).

Για να αντιμετωπιστούν με επιτυχία τα ΧΕ είναι απαραίτητη η κατανόηση του τρόπου εξάπλωσης και εγκατάστασης τους, αλλά και γενικότερα ο εντοπισμός των αιτιών που συνθέτουν το εν λόγω πρόβλημά (<http://www.invasive.org/>).

Είναι γεγονός ότι τα περισσότερα μη ιθαγενή είδη που συναντώνται στην Ευρώπη εισήχθησαν εσκεμμένα. Για παράδειγμα, για το εμπόριο γούνας ή για χρήση στη γεωργία ή τη δασοκομία η οποία μπορεί να δημιουργήσει συνθήκες ταχύτερης ανάπτυξης, αύξησης της οικονομικής απόδοσης, εντατικότερης εκμετάλλευσης, αλλά και για λόγους προστασίας από τη διάβρωση του εδάφους.. Επίσης πολύ σύνηθες είναι το φαινόμενο εισαγωγής ξένων ειδών για αναψυχή ή κάλυψη της ζήτησης εξωτικών προϊόντων όπως ζώα συντροφιάς, φυτά κήπου. Τέλος ένας πολύ σοβαρός λόγος εισαγωγής ξενικών ειδών αποτελεί η βιολογική εξόντωση ή καταπολέμηση επιβλαβών ειδών με εισαγωγή αντίστοιχων τα οποία συνήθως τρέφονται με τα επιβλαβή είδη.

Από την άλλη πλευρά υπάρχουν πάρα πολλές ακούσιες εισαγωγές ειδών, οι οποίες συνδέονται άμεσα με το εμπόριο, όπου το είδος είναι είτε το ίδιο το εμπόρευμα όπως ξύλο, ίνες, ζωντανά ή νεκρά φυτά και ζώα, είτε πρόσμιξη στο εμπόρευμα καθώς πολλοί επιβλαβείς

οργανισμοί – μύκητες, βακτηρίδια, ιοί και έντομα, εισάγονται προσκολλημένοι στο βασικό προϊόν που αποτελεί το αντικείμενο της εμπορικής συναλλαγής. Επιπλέον, είναι δυνατή η εισαγωγή ειδών ως "λαθρεπιβατών" μέσω εμπορικών ή μεταφορικών οδών, ανεξάρτητα από τα βασικά προϊόντα. Για παράδειγμα, τα κύτη των πλοίων αποτελούν γνωστούς φορείς οργανισμών που εναποτίθενται σε αυτά ή εξαπλώνονται με το υδάτινο έρμα. Οι εν λόγω οδοί μπορεί να είναι διεθνείς (π.χ. ποντοπόρος ναυτιλία) ή τοπικές (π.χ. μετακίνηση σκαφών αναψυχής από λεκάνη απορροής που έχει προσβληθεί, σε αμόλυντο ποταμό ή λίμνη) (<http://www.invasive.org/>; <http://www.cabi.org/isc/>).

Το σημαντικότερο κριτήριο και ο βασικότερος βιολογικός παράγοντας που σχετίζεται με την επιβίωση ή όχι των ΧΕ είναι οι κλιματικές συνθήκες, οι οποίες εάν δεν είναι πρόσφορες τότε το μη ιθαγενές είδος θα εκλείψει. Στις περιπτώσεις όμως, που το κλίμα είναι πρόσφορο, το μη ιθαγενές είδος μπορεί να επιβιώσει, να αναπτυχθεί, να αναπαραχθεί και να κατορθώσει να εγκαταστήσει τοπική αποικία.

Η κλιματική αλλαγή και ιδίως οι ηπιότεροι χειμώνες, είναι υπεύθυνοι για την παρατηρούμενη μετατόπιση των ειδών αυτών, με το γενικό πρότυπο να εστιάζεται σε μια μετατόπιση από τα νοτιοδυτικά προς τα βορειοανατολικά στον κατάλληλο κλιματικό χώρο που καλύπτει τις συνθήκες διαβίωσης τους. Οι ρυθμοί μεταβολής της εξάπλωσης, συνδυάζονται με τους ρυθμούς αλλαγής του κλίματος, ενώ σημαντικό ρόλο παίζει και η γενικότερη αναδιάταξη και ο κατακερματισμός των ενδιαιτημάτων, λόγω των συνεπειών των κλιματικών μεταβολών.

Παρότι τα ιθαγενή είδη είναι ανθεκτικά στους τοπικούς επιβλαβείς οργανισμούς ή ασθένειες, συχνά έχουν λίγες ή μηδενικές φυσικές άμυνες ενάντια σε ξένους οργανισμούς και επομένως, μπορεί κυριολεκτικά να εξαλειφθούν.

Ομοίως, τα ζώα ή τα έντομα που δεν έχουν φυσικούς θηρευτές, μπορούν να αναπαραχθούν γρήγορα και να κατακλύσουν ένα καινούριο περιβάλλον, δημιουργώντας ανεπανόρθωτη οικολογική καταστροφή. Επίσης, πολλά ΧΕ συνιστούν απειλή για την ανθρώπινη υγεία, όπως το ασιατικό κουνούπι-τίγρης, το οποίο είναι φορέας τουλάχιστον 22 ιών, συμπεριλαμβανομένων του ιού του δυτικού Νείλου του δάγκειου πυρετού, της εγκεφαλίτιδας, καθώς και διάφορων παράσιτων που προκαλούν φιλαρίαση. Επίσης το ψάρι λαγοκέφαλος, το οποίο αποτελεί ίσως τον πιο επικίνδυνο από τους 29 συνολικά «λεσεψιανούς μετανάστες» που πέρασαν στη Μεσόγειο μέσω της διώρυγας του Σουέζ, η κατανάλωση του οποίου είναι άκρως επικίνδυνη για τον άνθρωπο, καθώς παράγει την τοξική ουσία τετραδοτοξίνη που μπορεί να επιφέρει πόνο στο στομάχι, διάρροια, εμετό, δύσπνοια, παράλυση, ακόμη και θάνατο. Ακόμη, κάποια χωροκατακτητικά είδη, όπως το φυτό

ηράκλειο, προκαλούν αλλεργίες, δερματικούς ερεθισμούς και εγκαύματα, ενώ άλλα χυροκατακτητικά είδη ελέγχονται για την διάδοση ιών, όπως ο ιός της γρίπης και ο HIV.

Τα ΧΕ αποτελούν σημαντικότερο ανασταλτικό παράγοντα της διεθνούς οικονομίας, καθώς είναι χαρακτηριστικό ότι το ετήσιο κόστος για τον έλεγχο τους και την αποκατάσταση της βλάβης που προκαλούν σε όλη την Ευρωπαϊκή Ένωση, εκτιμάται σε περίπου 12 δισεκατομμύρια ευρώ, υπογραμμίζοντας ότι το ποσό αυτό θεωρείται υποτιμημένο, καθώς πολλές χώρες μόλις τώρα αρχίζουν να υπολογίζουν το σχετικό κόστος. Συγκριτικά, οι ΗΠΑ εκτιμάται ότι δαπανούν περίπου 80 δισεκατομμύρια ευρώ ετησίως για την καταπολέμηση των βιολογικών εισβολών (<http://www.invasive.org/>; <http://www.cabi.org/isc/>).

Με δεδομένο ότι ορισμένα μόνο κράτη της Ευρώπης έχουν θεσπίσει νόμους και προγράμματα για τον σκοπό της αντιμετώπισης των ΧΕ, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή προσδιορίζοντας την επιτακτική ανάγκη για μια ενιαία Ευρωπαϊκή στρατηγική, εξέδωσε το 2008 ανακοίνωση προς τη χάραξη στρατηγικής της Ευρώπης για τα ΧΕ, υπογραμμίζοντας ότι το πρόβλημα απαιτεί μια προσέγγιση τριών βημάτων (ΦΕΚ 2383/2014, ΥΠΕΚΑ):

- Η πρόληψη είναι η οικονομικότερη και βέλτιστη προσέγγιση, η οποία συνεπάγεται αυστηρότερους μεθοριακούς ελέγχους και ανταλλαγή πληροφοριών σε περιφερειακό, εθνικό και διεθνές επίπεδο. Παρότι δεν είναι όλα τα ξένα είδη επιβλαβή, η αρχή της προφύλαξης υπαγορεύει ότι όλα τα εισερχόμενα είδη πρέπει να ανιχνεύονται, καθώς και ότι οι αρχές είναι υποχρεωμένες να είναι έτοιμες να ανταποκριθούν γρήγορα και να αντιμετωπίσουν τα προβλήματα. Η έγκαιρη ανίχνευση και η ταχεία ανταπόκριση είναι οικονομικά αποδοτικότερες και έχουν περισσότερες πιθανότητες επιτυχίας από την ανάληψη δράσης μετά την εγκατάσταση ενός είδους.
- Μετά την εγκατάσταση των ΧΕ, το πλέον αποτελεσματικό μέτρο είναι η εξάλειψη. Προκειμένου να καλυφθούν μεγάλες εκτάσεις, η εν λόγω δράση απαιτεί κεντρικό συντονισμό και χρηματοδότηση.
- Αν η εξάλειψη δεν είναι εφικτή, απαιτούνται συγκράτηση και μακροπρόθεσμος έλεγχος προκειμένου να διακοπεί η περαιτέρω εξάπλωσή τους.

Στο πλαίσιο της παραπάνω ανακοίνωσης, εγκρίθηκε η Ελληνική Εθνική Στρατηγική και το 5ετές Σχέδιο Δράσης για την πενταετία 2014-2019, βάσει του Ν. 3937/2011 περί Βιοποικιλότητας, στο οποίο μαζί με τις εθνικές προτεραιότητες, η Ελλάδα ανταποκρίνεται ταυτόχρονα και στις υποχρεώσεις της που απορρέουν από το άρθρο 6 της Διεθνούς Σύμβασης για τη Βιολογική Ποικιλότητα, της οποίας είναι συμβαλλόμενο μέρος (ΦΕΚ

2383/2014, ΥΠΕΚΑ). Στην Ελληνική Εθνική Στρατηγική ο γενικός στόχος 8, αφορά την προστασία της βιοποικιλότητας από τα χωροκατακτητικά είδη, με επιμέρους συντονισμένες δράσεις, συστάσεις και ρυθμίσεις που αποτυπώνονται εκτενώς στο ΦΕΚ 2383/2014, ΥΠΕΚΑ.

Ενδεικτικές εργασίες στην διερεύνηση της κλιματικής αλλαγής με μεθόδους Τεχνητής Νοημοσύνης

1. Anezakis, V., Mallinis, G., Iliadis, L., Demertzis, K., 2018. Soft computing forecasting of cardiovascular and respiratory incidents based on climate change scenarios, in: 2018 IEEE Conference on Evolving and Adaptive Intelligent Systems (EAIS). Presented at the 2018 IEEE Conference on Evolving and Adaptive Intelligent Systems (EAIS), pp. 1–8. <https://doi.org/10.1109/EAIS.2018.8397174>
2. Anezakis, V.-D., Demertzis, K., Iliadis, L., 2018a. Classifying with fuzzy chi-square test: The case of invasive species. AIP Conference Proceedings 1978, 290003. <https://doi.org/10/gdtm5q>
3. Anezakis, V.-D., Demertzis, K., Iliadis, L., Spartalis, S., 2018b. Hybrid intelligent modeling of wild fires risk. *Evolving Systems* 9, 267–283. <https://doi.org/10/gdp863>
4. Anezakis, V.-D., Demertzis, K., Iliadis, L., Spartalis, S., 2016a. A Hybrid Soft Computing Approach Producing Robust Forest Fire Risk Indices, in: Iliadis, L., Maglogiannis, I. (Eds.), *Artificial Intelligence Applications and Innovations, IFIP Advances in Information and Communication Technology*. Springer International Publishing, pp. 191–203.
5. Anezakis, V.-D., Demertzis, K., Iliadis, L., Spartalis, S., 2016b. Fuzzy Cognitive Maps for Long-Term Prognosis of the Evolution of Atmospheric Pollution, Based on Climate Change Scenarios: The Case of Athens, in: Nguyen, N.-T., Iliadis, L., Manolopoulos, Y., Trawiński, B. (Eds.), *Computational Collective Intelligence, Lecture Notes in Computer Science*. Springer International Publishing, pp. 175–186.
6. Anezakis, V.-D., Iliadis, L., Demertzis, K., Mallinis, G., 2017. Hybrid Soft Computing Analytics of Cardiorespiratory Morbidity and Mortality Risk Due to Air Pollution, in: Dokas, I.M., Bellamine-Ben Saoud, N., Dugdale, J., Díaz, P. (Eds.), *Information Systems for Crisis Response and Management in Mediterranean Countries, Lecture Notes in Business Information Processing*. Springer International Publishing, pp. 87–105.
7. Bougoudis, I., Demertzis, K., Iliadis, L., 2016a. Fast and low cost prediction of extreme air pollution values with hybrid unsupervised learning. *Integrated Computer-Aided Engineering* 23, 115–127. <https://doi.org/10/f8dt4t>
8. Bougoudis, I., Demertzis, K., Iliadis, L., 2016b. HISYCOL a hybrid computational intelligence system for combined machine learning: the case of air pollution modeling in Athens. *Neural Comput & Applic* 27, 1191–1206. <https://doi.org/10/f8r7vf>
9. Bougoudis, I., Demertzis, K., Iliadis, L., Anezakis, V.-D., Papaleonidas, A., 2018. FuSSFFra, a fuzzy semi-supervised forecasting framework: the case of the air pollution in Athens. *Neural Comput & Applic* 29, 375–388. <https://doi.org/10/gc9bbf>
10. Bougoudis, I., Demertzis, K., Iliadis, L., Anezakis, V.-D., Papaleonidas, A., 2016c. Semi-supervised Hybrid Modeling of Atmospheric Pollution in Urban Centers, in: Jayne, C., Iliadis, L. (Eds.), *Engineering Applications of Neural Networks, Communications in Computer and Information Science*. Springer International Publishing, pp. 51–63.
11. Demertzis, Konstantinos, Anezakis, V.-D., Iliadis, L., Spartalis, S., 2018a. Temporal Modeling of Invasive Species' Migration in Greece from Neighboring Countries Using Fuzzy Cognitive Maps, in: Iliadis, L., Maglogiannis, I., Plagianakos, V. (Eds.), *Artificial*

- Intelligence Applications and Innovations, IFIP Advances in Information and Communication Technology. Springer International Publishing, pp. 592–605.
12. Demertzis, K., Iliadis, L., 2018b. The Impact of Climate Change on Biodiversity: The Ecological Consequences of Invasive Species in Greece, in: Leal Filho, W., Manolas, E., Azul, A.M., Azeiteiro, U.M., McGhie, H. (Eds.), Handbook of Climate Change Communication: Vol. 1: Theory of Climate Change Communication, Climate Change Management. Springer International Publishing, Cham, pp. 15–38. https://doi.org/10.1007/978-3-319-69838-0_2
 13. Demertzis, K., Iliadis, L., 2017a. Adaptive Elitist Differential Evolution Extreme Learning Machines on Big Data: Intelligent Recognition of Invasive Species, in: Angelov, P., Manolopoulos, Y., Iliadis, L., Roy, A., Vellasco, M. (Eds.), Advances in Big Data, Advances in Intelligent Systems and Computing. Springer International Publishing, pp. 333–345.
 14. Demertzis, K., Iliadis, L., 2015c. Intelligent Bio-Inspired Detection of Food Borne Pathogen by DNA Barcodes: The Case of Invasive Fish Species *Lagocephalus Sceleratus*, in: Iliadis, L., Jayne, C. (Eds.), Engineering Applications of Neural Networks, Communications in Computer and Information Science. Springer International Publishing, pp. 89–99.
 15. Demertzis, K., Iliadis, L., Anezakis, V., 2017. A deep spiking machine-hearing system for the case of invasive fish species, in: 2017 IEEE International Conference on INnovations in Intelligent SysTems and Applications (INISTA). Presented at the 2017 IEEE International Conference on INnovations in Intelligent SysTems and Applications (INISTA), pp. 23–28. <https://doi.org/10.1109/INISTA.2017.8001126>
 16. Demertzis, Konstantinos, Iliadis, L., Anezakis, V.-D., 2017a. Commentary: *Aedes albopictus* and *Aedes japonicus*—two invasive mosquito species with different temperature niches in Europe. *Front. Environ. Sci.* 5. <https://doi.org/10/gdp865>
 17. Demertzis, K., Iliadis, L., Avramidis, S., El-Kassaby, Y.A., 2017. Machine learning use in predicting interior spruce wood density utilizing progeny test information. *Neural Comput & Applic* 28, 505–519. <https://doi.org/10/gdp86z>
 18. Demertzis, Konstantinos, Iliadis, L.S., Anezakis, V.-D., 2018d. Extreme deep learning in biosecurity: the case of machine hearing for marine species identification. *Journal of Information and Telecommunication* 2, 492–510. <https://doi.org/10/gdwszn>
 19. Dimou, V., Anezakis, V.-D., Demertzis, K., Iliadis, L., 2018. Comparative analysis of exhaust emissions caused by chainsaws with soft computing and statistical approaches. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* 15, 1597–1608. <https://doi.org/10/gdp864>
 20. Iliadis, L., Anezakis, V.-D., Demertzis, K., Mallinis, G., 2017. Hybrid Unsupervised Modeling of Air Pollution Impact to Cardiovascular and Respiratory Diseases. *IJISCRAM* 9, 13–35. <https://doi.org/10/gfkhpm>
 21. Iliadis, L., Anezakis, V.-D., Demertzis, K., Spartalis, S., 2018. Hybrid Soft Computing for Atmospheric Pollution-Climate Change Data Mining, in: Thanh Nguyen, N., Kowalczyk, R. (Eds.), Transactions on Computational Collective Intelligence XXX, Lecture Notes in Computer Science. Springer International Publishing, Cham, pp. 152–177. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99810-7_8
 22. Demertzis, K., Iliadis, L., 2017b. Detecting invasive species with a bio-inspired semi-supervised neurocomputing approach: the case of *Lagocephalus sceleratus*. *Neural Comput & Applic* 28, 1225–1234. <https://doi.org/10/gbkgb7>
 23. Κωνσταντίνος Δεμερτζής, Λάζαρος Ηλιάδης, 2015, Γενετική Ταυτοποίηση Χωροκατακτητικών Ειδών με Εξελιγμένες Μεθόδους Τεχνητής Νοημοσύνης: Η Περίπτωση του Ασιατικού Κουνουπιού Τίγρης (*Aedes Albopictus*). Θέματα Δασολογίας & Διαχείρισης Περιβάλλοντος & Φυσικών Πόρων, 7ος τόμος, Κλιματική Αλλαγή:

Διεπιστημονικές Προσεγγίσεις, ISSN: 1791-7824, ISBN: 978-960-9698-11-5, Εκδοτικός Οίκος: Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

24. Βαρδής-Δημήτριος Ανεζάκης, Κωνσταντίνος Δεμερτζής, Λάζαρος Ηλιάδης. Πρόβλεψη Χαλαζοπτώσεων Μέσω Μηχανικής Μάθησης. 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο Πολιτικής Προστασίας «SafeEnros 2016: Οι νέες τεχνολογίες στην υπηρεσία της Πολιτικής Προστασίας», Proceedings, ISBN : 978-960-89345-7-3, Ιούνιος 2017, Εκδοτικός Οίκος: Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης.