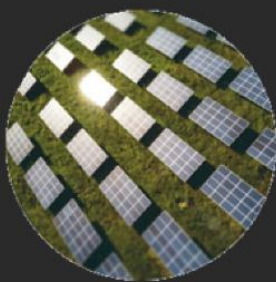


ΕΤΗΣΙΑ ΕΚΘΕΣΗ 2023



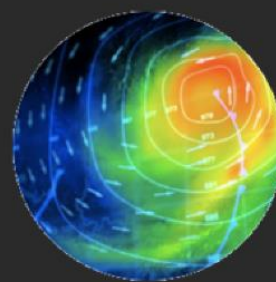
Ατμοσφαιρικό
περιβάλλον



Ενέργεια



Κλίμα και
κλιματική αλλαγή



Μετεωρολογία
και υδρολογία

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
2. ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ	4
3. ΟΡΓΑΝΩΣΗ	6
4. ΥΠΟΔΟΜΕΣ	9
5. ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΚΑΙ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	14
6. ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ 2023	19
7. ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ	45
8. ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ	52
9. ΕΞΩΣΤΡΕΦΕΙΑ	57

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η φετινή έκθεση του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΙΕΠΒΑ) επιδιώκει να αναδείξει το έργο που συντελέστηκε το 2023. Προς αυτή την κατεύθυνση το ΙΕΠΒΑ, υλοποιεί έρευνα αιχμής εδώ και πάνω από μία εκατονταετία για την κατανόηση των αυξανόμενων προσκλήσεων για το περιβάλλον και το κλίμα, αλλά και για την ανάπτυξη προτάσεων και εργαλείων για την ανάσχεση της περιβαλλοντικής και κλιματική κρίσης.

Δραστηριοποιούμενο σε μια πλειάδα σχετικών αντικειμένων, όπως ενδεικτικά τις επιπτώσεις της ανθρωπογενούς ανάπτυξης στο περιβάλλον, την υγεία και τα οικοσυστήματα, τη μελέτη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και των πηγών της, τις επιπτώσεις έντονων και ακραίων καιρικών φαινομένων, την τρωτότητα και τον κίνδυνο σε φυσικές καταστροφές, τη διαχείριση των υδατικών πόρων, τον μετριασμό και την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή με παράλληλη εκτίμηση των περιβαλλοντικών και κοινωνικοοικονομικών επιπτώσεών της, στις ανανεώσιμες πηγές, την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και την εξοικονόμηση ενέργειας, αποτελεί πόλο έγκυρης και πολύπλευρης εμπειρογνωμοσύνης και συμβουλευτικό όργανο της Πολιτείας και της Κοινωνίας, σε θέματα που άπτονται της κλιματικής αλλαγής και της συνεπαγόμενης υποβάθμισης του περιβάλλοντος. Πέραν της έρευνας, αναπτύσσεται από το Ινστιτούτο μια πληθώρα εκπαιδευτικών δράσεων, που ενημερώνουν το ευρύ κοινό για τις επιπτώσεις του σύγχρονου τρόπου ζωής στο περιβάλλον και για την κλιματική κρίση.

Το 2023 σηματοδοτεί για το Ινστιτούτο την έναρξη μιας νέας περιόδου όπου εκκινά η χάραξη μιας Νέας Στρατηγικής, υπό το πρίσμα της ολιστικής προσέγγισης των περιβαλλοντικών ζητημάτων και της κλιματικής κρίσης, μέσα από στοχευμένες, ισχυρές συνέργειες εντός και εκτός του Ινστιτούτου. Σκοπός η αξιοποίηση των δραστηριοτήτων και αποτελεσμάτων των ομάδων του ΙΕΠΒΑ για την ανάπτυξη ενός πορτοφολίου λύσεων που θα απηχεί στα προβλήματα του πραγματικού κόσμου, απλών πολιτών, αυτοδιοίκησης και κεντρικής πολιτείας, θα ευθυγραμίζεται με τις ανάγκες και τάσεις των καιρών, αναδεικνύοντας έτσι το μοντέρνο πρόσωπο του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών.

«Το Όλον είναι μεγαλύτερο από το άθροισμα των μερών του»

Αριστοτέλης

Ευάγγελος Γερασόπουλος

Διευθυντής ΙΕΠΒΑ/ΕΑΑ

2. ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ

Το Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΙΕΠΒΑ, (<https://www.iersd.noa.gr/>)) δραστηριοποιείται στον ευρύτερο τομέα του περιβάλλοντος, υλοποιώντας έρευνα αιχμής και αναπτύσσοντας υπηρεσίες τόσο για την Πολιτεία όσο και την κοινωνία. Αποτέλεσε την πρώτη Μετεωρολογική Υπηρεσία της χώρας (1858 – έναρξη συστηματικής πραγματοποίησης καθημερινών μετεωρολογικών παρατηρήσεων), ενώ για πρώτη φορά λειτούργησε και υπηρεσία Πρόγνωσης Καιρού κατά τις πρώτες δεκαετίες του 20ου αιώνα. Επίσης, αποτέλεσε και την πρώτη επίσημη υπηρεσία παρακολούθησης της ποιότητας του αέρα στα τέλη της δεκαετίας του 1960. Ως απόρροια των ανωτέρω, σημαντική και διεθνώς αναγνωρισμένη προσφορά του ΙΕΠΒΑ αποτελούν τα δεδομένα του ιστορικού κλιματικού σταθμού, ο οποίος το 1890 αναβαθμίστηκε σε σταθμό Α' τάξης και μεταφέρθηκε μόνιμα στις εγκαταστάσεις του ΕΑΑ στο Λόφο Νυμφών στο Θησείο, όπου λειτουργεί αδιάλειπτα μέχρι σήμερα. Ο σταθμός έχει λάβει επίσημο πιστοποιητικό αναγνώρισης από τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό (World Meteorological Organization, WMO), μαζί με άλλους 60 αιωνόβιους σταθμούς στον κόσμο, για τη συμβολή του στη μελέτη του κλίματος, σε εκατονταετή κλίμακα.

Οι κύριοι θεματικοί πυλώνες που το ΙΕΠΒΑ εστιάζει και συντονίζει την ερευνητική του δραστηριότητα αφορούν στους τομείς του Ατμοσφαιρικού Περιβάλλοντος, της Μετεωρολογίας και Υδρολογίας, του Κλίματος και Κλιματικής Αλλαγής και της Ενέργειας. Στο πλαίσιο των πυλώνων αυτών, θεραπεύονται τα ακόλουθα κύρια αντικείμενα:

- Ατμοσφαιρική σύσταση και ρύπανση, πηγές φυσικών και ανθρωπογενών εκπομπών, απόκριση του γήινου συστήματος στις αλληλεπιδράσεις ατμοσφαιρικών διεργασιών και κλίματος, χημικός καιρός, επιπτώσεις της ανθρωπογενούς ανάπτυξης στο περιβάλλον, την υγεία και τα οικοσυστήματα, αστική βιωσιμότητα, έξυπνες πόλεις
- Παρακολούθηση και πρόγνωση καιρού, φυσική δυναμική και κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις έντονων και ακραίων καιρικών φαινομένων, τρωτότητα και κίνδυνος σε φυσικές καταστροφές από υδρομετεωρολογικά και κλιματικά φαινόμενα, πυρομετεωρολογία και αλληλεπιδράσεις φωτιάς-ατμόσφαιρας, επιφανειακή και υπόγεια υδρολογία, διαχείριση υδατικών πόρων
- Κλιματολογία, επιπτώσεις, μετρίασμός και προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, εκτίμηση περιβαλλοντικών και κοινωνικοοικονομικών επιπτώσεων των πολιτικών/μέτρων για το μετρίασμό ή την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, εκτίμηση εκπομπών θερμοκηπικών αερίων
- Ανανεώσιμες πηγές με έμφαση στην ηλιακή και αιολική ενέργεια, ενεργειακή απόδοση κτιρίων, εξοικονόμηση ενέργειας, ενεργειακός σχεδιασμός και διαχείριση, παρακολούθηση και πρόγνωση δυναμικού παραγωγής ενέργειας

Πέραν της βασικής και εφαρμοσμένης έρευνας στα ανωτέρω αντικείμενα το ΙΕΠΒΑ αναπτύσσει και παρέχει υπηρεσίες τόσο σε επιχειρησιακό επίπεδο όσο και στο πλαίσιο της υλοποίησης των ερευνητικών του δράσεων. Η επιχειρησιακή μονάδα ΜΕΤΕΟ (www.meteo.gr) δραστηριοποιείται στην παροχή υπηρεσιών παρακολούθησης, πρόγνωσης και αποτίμησης καιρού, πλημμυρικών επεισοδίων σε επιλεγμένες λεκάνες, κεραυνικής και χαλαζικής δραστηριότητας, κυματισμού, μεταφοράς αφρικανικής σκόνης, επικινδυνότητας πυρομετεωρολογικών συνθηκών και εξάπλωσης και συμπεριφοράς δασικών πυρκαγιών, ενώ λειτουργεί το μεγαλύτερο πανελλαδικά Δίκτυο Αυτόματων Μετεωρολογικών Σταθμών (άνω των 520) και το Δίκτυο Καταγραφής Ηλεκτρικών Εκκενώσεων.

Η επιχειρησιακή μονάδα ΥΠΑΤΙΑ (<https://www.iersd.noa.gr/epixirisiakes-monades/ypatia/>) παρέχει υπηρεσίες καταγραφής συγκεντρώσεων βασικών και εξειδικευμένων ρύπων μέσω αυτόματων μετρήσεων, δειγματοληψιών και χημικών αναλύσεων, για την αξιολόγηση των επιπτώσεών τους στο κλίμα, την υγεία και τα οικοσυστήματα, μέσω προηγμένων σταθμών παρακολούθησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης (σταθερούς και κινητούς), δικτύων αισθητήρων (<https://air-quality.gr/>) και το Εργαστήριο Ατμοσφαιρικής Χημείας. Άλλες σημαντικές υπηρεσίες απορρέουν από τη λειτουργία του Δικτύου Υδρο-τηλεμετρικών Σταθμών (<https://hydronet.noa.gr>), του Εργαστηρίου Βαθμονόμησης Μετεωρολογικού Εξοπλισμού (<https://www.iersd.noa.gr/services/ergastirio-vathmonomisis-meteorologikon-organon/>), το Μετεωρολογικό Ραντάρ και τους Ακτινομετρικούς Σταθμούς, ενώ έχουν αναπτυχθεί και χρησιμοποιούνται μια πληθώρα καινοτόμων εργαλείων όπως ενδεικτικά για την ενίσχυση της λήψης αποφάσεων για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, την αποτύπωση του διαθέσιμου ηλιακού δυναμικού (<http://solea.gr/>), την διαχείριση των αποθεμάτων νερού, την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια και την πρόγνωση της ρύπανσης. Τέλος, το ΙΕΠΒΑ στηρίζει αδιάλειπτα και επί σειρά δεκαετιών την επιστημονική και ερευνητική κοινότητα της χώρας με παροχή κλιματικών και ατμοσφαιρικών δεδομένων από τις ιστορικές κλιματικές βάσεις του Ινστιτούτου.



3. ΟΡΓΑΝΩΣΗ

Κατά το ημερολογιακό έτος 2023 το ΙΕΠΒΑ είχε την ακόλουθη διάρθρωση:

Διευθυντής:	Γερασόπουλος Ευάγγελος, Ερευνητής Α	
Αναπληρώτρια Διευθύντρια:	Φουντά Δήμητρα, Ερευνήτρια Α	
Ερευνητές:	Ασημακοπούλου Βασιλική	Ερευνήτρια Α
	Γιαννακόπουλος Χρήστος	Ερευνητής Α
	Δασκαλάκη Ελένη	Ερευνήτρια Α
	Κοτρωνάρου Αναστασία	Ερευνήτρια Α
	Κοτρώνη Βασιλική	Ερευνήτρια Α
	Λαγουβάρδος Κωνσταντίνος	Ερευνητής Α
	Μοιρασγεντής Σεβαστιανός	Ερευνητής Α
	Μιχαλόπουλος Νικόλαος	Ερευνητής Α
	Μπαλαράς Κωνσταντίνος	Ερευνητής Α
	Ρετάλης Αδριανός	Ερευνητής Α
	Φουντά Δήμητρα	Ερευνήτρια Α
	Γεωργοπούλου Έλενα	Ερευνήτρια Β
	Καλόγηρος Ιωάννης	Ερευνητής Β
	Λιακάκου Ελένη	Ερευνήτρια Β
	Μπουγιατιώτη Αικατερίνη	Ερευνήτρια Β
	Μυριοκεφαλιτάκης Στυλιανός	Ερευνητής Β
	Σαραφίδης Ιωάννης	Ερευνητής Β
	Ψυλόγλου Βασίλειος	Ερευνητής Β
	Γιάνναρος Μ. Θοδωρής	Ερευνητής Γ
	Κοσμόπουλος Παναγιώτης	Ερευνητής Γ
	Ρόζος Ευάγγελος	Ερευνητής Γ
Ειδικοί Λειτουργικοί Επιστήμονες:	Κατσάνος Δημήτριος	ΕΛΕ Β
	Λιάνου Μαρία	ΕΛΕ Β
	Μάζη Αικατερίνη	ΕΛΕ Β
	Μεταξάτου Αγγελίνα	ΕΛΕ Β
	Παπαγιαννάκη Αικατερίνη	ΕΛΕ Β
	Γρίβας Γεώργιος	ΕΛΕ Γ

Ειδικό Τεχνικό Προσωπικό:

Δρούτσα Καλλιόπη
Κοντογιαννίδης Σίμων
Κοπανιά Θεοδώρα
Κωλέτσης Ιωάννης
Πιέρρος Φραγκίσκος
Ρουκουνάκης Νικόλαος

ΠΕ Φυσικός Περιβάλλοντος
ΠΕ Μετεωρολόγος
ΠΕ Φυσικός Περιβάλλοντος
ΠΕ Περιβαλλοντολόγος, Μετεωρολόγος
ΠΕ Φυσικός
ΠΕ Χημικός Μηχανικός

Διοικητικό – Τεχνικό Προσωπικό:

Κάππος Νικόλαος
Μητσόπουλος Βασίλης
Παπαγιάννης Δημήτριος
Παπαδάκη Ευαγγελία

ΤΕ Μηχανικών
ΔΕ Προσωπικού Η/Υ
ΤΕ Μηχανικών
ΤΕ Μηχανικών

Ομότιμοι Ερευνητές:

Κούσης Αντώνιος
Πετράκης Μιχαήλ
Καμπεζίδης Χαράλαμπος

Συνεργαζόμενοι Ερευνητές:

Καζαντζής Στυλιανός

Εξωτερικοί Συνεργάτες:

Αθανασοπούλου Ελένη (PhD)
Βαρώτσος Κωνσταντίνος (PhD)
Βλάχου Καίτη (MSc)
Γάκης Νίκος (MSc)
Γρατσέα Μυρτώ (PhD)
Δραγόζη Ελένη (PhD)
Καλκαβούρας Παναγιώτης (PhD)
Καραγιάννης Δημήτρης (MSc)
Κασκαούτης Δημήτρης (PhD)
Κατσιγιάννη Μαρία (MSc)
Κόλλιας Γιώργος (MSc)
Κροντηρά Ειρήνη-Σελάνα (MEng)
Λεμέσιος Ιωάννης (MSc)
Μπαξεβανάκη Ευφροσύνη (MSc)
Πανταβού Κατερίνα (PhD)
Πετρινόλη Καλλιόπη (MSc)
Σακκά Αρεζίνα (MSc)
Τσιόδρα Ειρήνη-Ζαχαρούλα (PhD)

Αναγνώστου Μάριος (PhD)
Βαφειάδης Βασίλης (BSc)
Βότση Νεύτα-Ελευθερία (PhD)
Γαλανάκη Ελισάβετ (PhD)
Δημητριάδης Παναγιώτης (PhD)
Θεοχάρης Μαρίνος (PhD)
Καμπεζίδου Δήμητρα (MSc)
Καραγιαννίδης Αθανάσιος (PhD)
Καταβούτας Γιώργος (PhD)
Κιτσαρά Γιάννα (PhD)
Κουκούλης Αθανάσιος (MSc)
Κυριάκου Πέτρος (MSc)
Μακρή Κυριακούλα (PhD)
Μπεζές Αντώνης (MSc, Eng.)
Παπαβασιλείου Γεώργιος (PhD)
Ράπτης Παναγιώτης Ιωάννης (PhD)
Σταυρούλας Ιάσοντας (PhD)
Φαμέλη Κυριακή-Μαρία (PhD)

Αναγνωστάκης Γιάννης (MSc)
Βίγκος Σταύρος (BSc)
Βουγιούκας Στρατής (MSc)
Γιάνναρος Χρήστος (PhD)
Δημητρίου Κωνσταντίνος (PhD)
Κακούρη Αναστασία (MSc)
Καπετανάκης Δημήτρης (MSc)
Καράλη Άννα (MSc)
Κατρανίτσας Απόστολος (BSc)
Κλαδάκης Άγγελος (MSc)
Κουτσαντώνη Πελαγία (MSc)
Κύρος Γιώργος (MSc)
Μούστρος Αλέκος (MSc)
Ντάφης Σταύρος (PhD)
Παρασκευοπούλου Δέσποινα (PhD)
Ρωμηός Κυριάκος (MSc)
Τενέντες Βασίλειος (MSc)
Χαραλαμπίδου Χρύσα (MSc)

Χόντου Βάσω (PhD)

Speyer Orestis (MSc)

Ψημμένος Νικόλαος (MSc)

Van der Schriek Tim, (PhD)

Bailey Jennifer (MSc)

Weiss Kim-Andreas (MSc)

Επιστημονικό Συμβούλιο Ινστιτούτου:

Δρ. Ασημακοπούλου Βασιλική (πρόεδρος)

Δρ. Γιαννακόπουλος Χρήστος (αντιπρόεδρος)

Δρ. Κατσάνος Δημήτριος (μέλος)

Δρ. Κοτρώνη Βασιλική (μέλος)

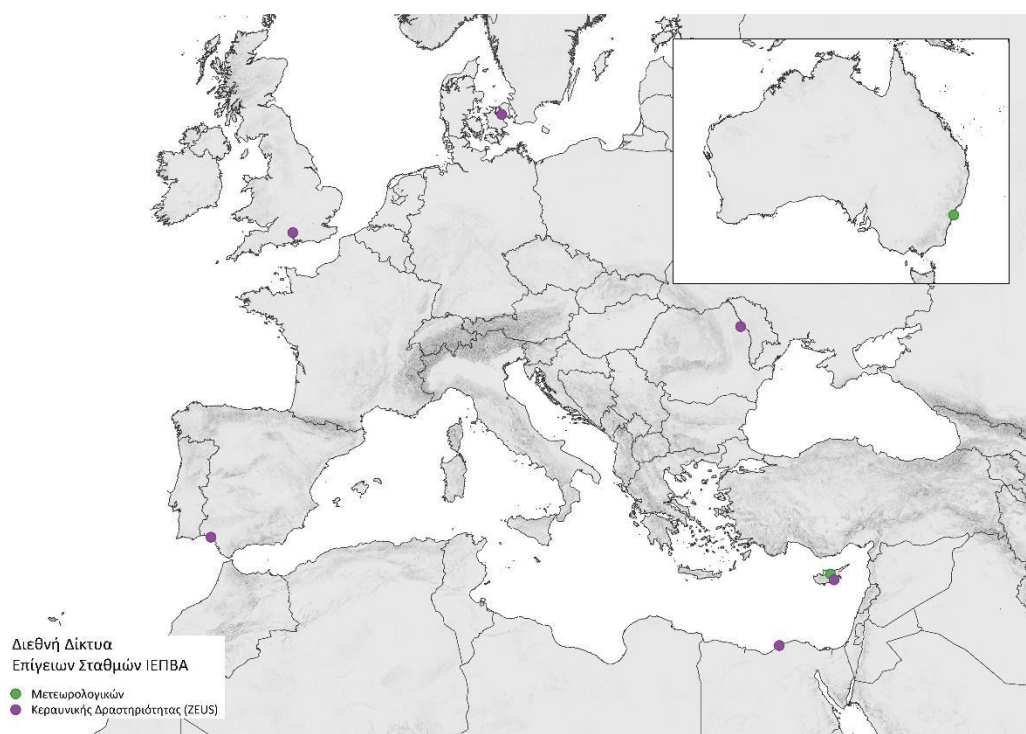
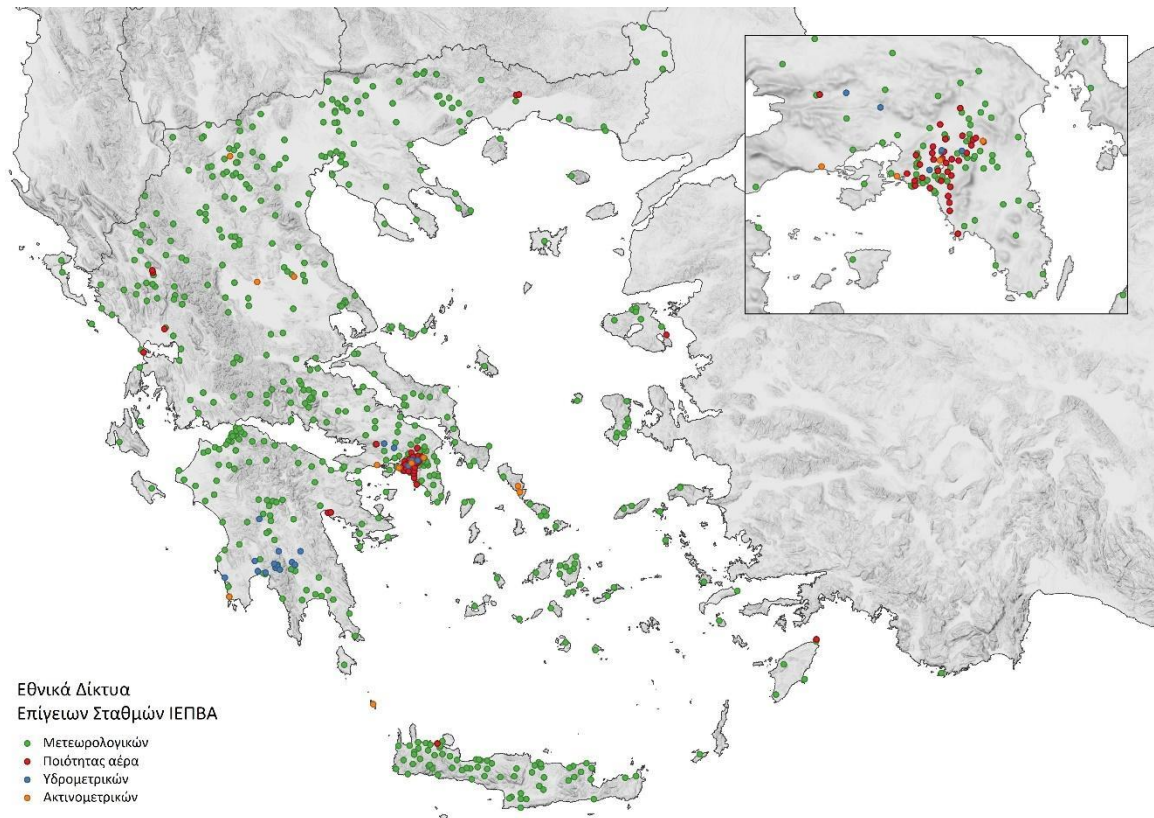
Δρ. Ψυλόγλου Βασίλης (μέλος)

Κοπανιά Θεοδώρα, Εκπρόσωπος ΕΤΕ



4. ΥΠΟΔΟΜΕΣ

Στο ΙΕΠΒΑ λειτουργεί μεγάλος αριθμός μετρητικών υποδομών, τόσο πεδίου όσο και εργαστηριακών, που υποστηρίζουν την υλοποίηση της έρευνας, την ανάπτυξη και παροχή των υπηρεσιών του. Αναλυτικότερα:



Υπερσταθμός Παρακολούθησης Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης Αστικού Υποβάθρου

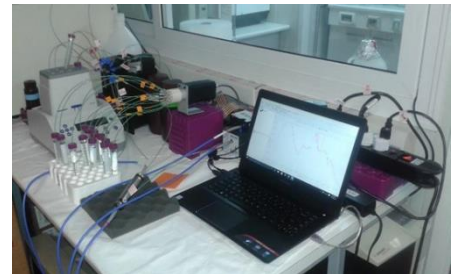
Ο σταθμός λειτουργεί στις εγκαταστάσεις του ΕΑΑ στο Θησείου από το 2013, σε αδιάλειπτη βάση. Αποτελεί αντιπροσωπευτικό σταθμό αστικού υποβάθρου για την Αθήνα και ως κύριο σκοπό έχει τη μελέτη των αιωρούμενων σωματιδίων και των ιδιοτήτων τους στην ατμόσφαιρα, ενώ παράλληλα καταγράφει τα επίπεδα θερμοθετημένων αερίων ρύπων και θερμοκηπικών αερίων.



Επίσης, πραγματοποιούνται συστηματικά δειγματοληψίες για εξειδικευμένες χημικές αναλύσεις επί δειγμάτων αέρα. Ο εξοπλισμός του σταθμού δίνει τη δυνατότητα μετρήσεων σε σχεδόν πραγματικό χρόνο με υψηλή χρονική ανάλυση, έχοντας ως στόχο τη διεξαγωγή βασικής και εφαρμοσμένης έρευνας αιχμής και τη βελτίωση των παρεχόμενων εξειδικευμένων υπηρεσιών.

Εργαστήριο Ατμοσφαιρικής Χημείας (EAX)

Το Εργαστήριο δημιουργήθηκε το 1996 και βρίσκεται στις εγκαταστάσεις του ΙΕΠΒΑ, στο λόφο Κουφού, στην Παλαιά Πεντέλη. Πεδίο εργασίας του αποτελεί η εφαρμογή δοκιμών για τον εντοπισμό και μέτρηση των χημικών ενώσεων που είναι επιβλαβείς στο περιβάλλον και τη δημόσια υγεία, με ιδιαίτερη έμφαση στα αιωρούμενα σωματίδια. Άμεσος στόχος του ΕΑΧ είναι η παροχή υψηλής ποιότητας υπηρεσιών προσδιορισμού της σύστασης και των ιδιοτήτων ατμοσφαιρικών δειγμάτων, προκειμένου να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις της ελληνικής κοινωνίας και των κρατικών και παραγωγικών φορέων για βιώσιμη, οικονομική και τεχνολογική ανάπτυξη, σε συνδυασμό με την προστασία του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας.



Κινητός Σταθμός Ελέγχου Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης και Θορύβου

Ο κινητός σταθμός φέρει πλήρη εξοπλισμό μέτρησης της ποιότητας του αέρα, με όργανα μέτρησης των βασικών ατμοσφαιρικών ρύπων και μετεωρολογικό σταθμό, σε ειδικά διαμορφωμένο και κλιματιζόμενο χώρο. Παράλληλα, είναι δυνατή η εγκατάσταση επιπλέον εξειδικευμένου εξοπλισμού, αναλόγως των αναγκών. Ο κινητός σταθμός μπορεί να παρέχει υπηρεσίες, μεταξύ άλλων προς φορείς της τοπικής αυτοδιοίκησης, προσφέροντας άμεση και επιτόπια ενημέρωση για τα επίπεδα ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην ευρύτερη περιοχή των Αθηνών αλλά και στην περιφέρεια. Επιπροσθέτως, παρέχει τη δυνατότητα διεξαγωγής μετρήσεων περιβαλλοντικού θορύβου σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, καθώς μπορεί να εξοπλιστεί με σύγχρονα ηχόμετρα κλάσης Α για την καταγραφή των επιπέδων θορύβου.



Ιστορικός Κλιματικός Σταθμός

Βρίσκεται στις εγκαταστάσεις του ΕΑΑ στο Θησείο από το Νοέμβριο του 1890 και λειτουργεί αδιάλειπτα μέχρι σήμερα. Συμπεριλαμβάνει αυτόματα και συμβατικά όργανα μέτρησης των βασικών κλιματικών παραμέτρων καθώς και αυτόματα όργανα μέτρησης θερμοκρασίας εδάφους, στην επιφάνεια και σε διάφορα βάθη. Ο σταθμός είναι ο αρχαιότερος στη χώρα και συγκαταλέγεται ανάμεσα στους 60 υπεραιώνόβιους σταθμούς στον κόσμο, έχοντας λάβει επίσημη αναγνώριση από τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό (WMO).

Δίκτυο Καταγραφής Ηλεκτρικών Εκκενώσεων (ΖΕΥΣ)

Το δίκτυο καταγραφής ηλεκτρικών εκκενώσεων ΖΕΥΣ λειτουργεί σε επιχειρησιακή βάση από το 2005 και περιλαμβάνει 6 αισθητήρες στην Ευρώπη και πιο συγκεκριμένα στο Chilbolton του Ηνωμένου Βασιλείου, στο Roskilde της Δανίας, στο Iasi της Ρουμανίας, στη Mazagon της Ισπανίας, στη Λάρνακα της Κύπρου και στην Αλεξάνδρεια της Αιγύπτου. Οι μετρήσεις του δικτύου και ο εντοπισμός των κεραυνών σε πραγματικό χρόνο παρουσιάζονται στην ιστοσελίδα <http://www.meteo.gr/talos>.

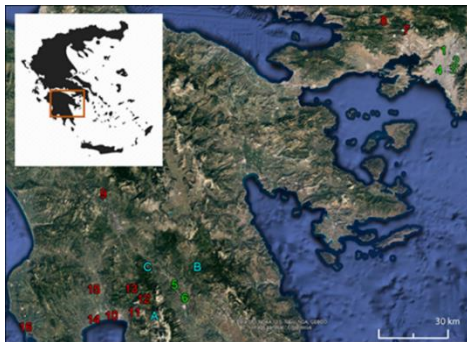
Δίκτυο Μετεωρολογικών Σταθμών

Το δίκτυο των αυτόματων μετεωρολογικών σταθμών περιλαμβάνει περισσότερους από 557 σταθμούς (12ος/2023), οι οποίοι καταγράφουν όλες τις βασικές μετεωρολογικές παραμέτρους (πίεση, θερμοκρασία, υγρασία, βροχόπτωση, διεύθυνση και ένταση του ανέμου) και ορισμένοι από αυτούς επιπλέον την ηλιακή και υπεριώδη ακτινοβολία. Τα δεδομένα καταγράφονται και μεταδίδονται σε πραγματικό χρόνο και κατόπιν ποιοτικού ελέγχου, αρχειοθετούνται για κάθε μελλοντική χρήση. Τα ιστορικά δεδομένα, σε ημερήσια χρονική κλίμακα, διατίθενται ελεύθερα στην ιστοσελίδα www.meteo.gr/metesearch ενώ πρόσβαση στις παρατηρήσεις του δικτύου σε πραγματικό χρόνο δίνεται στην ιστοσελίδα <https://www.meteo.gr/Gmap.cfm>.



Δίκτυο Υδρο-τηλεμετρικών Σταθμών (HYDRONET)

Το Δίκτυο HYDRONET (<https://hydronet.noa.gr>) ιδρύθηκε και λειτουργεί από το 2018. Απαρτίζεται από 16 σταθμούς και 3 αυτόνομα βροχόμετρα (5ος/2023) σε ποταμούς/ρέματα λεκανών απορροής σημαντικού ενδιαφέροντος στην Αττική και την Πελοπόννησο. Όλοι οι σταθμοί πραγματοποιούν



αυτόματα την μέτρηση της στάθμης, ενώ οι on-line μεταδίδουν σε σχεδόν πραγματικό χρόνο τα δεδομένα, τα οποία αφού περάσουν από ποιοτικό έλεγχο, διατίθενται από την ιστοσελίδα <https://openhi.net/>. Για την κατάρτιση ή την ενημέρωση των καμπυλών στάθμης-παροχής για κάθε σταθμό, πραγματοποιούνται περιοδικά υδρομετρήσεις της ταχύτητας των υδάτων με μυλίσκο, με ραντάρ επιφανειακής ταχύτητας υδάτων (SVR) και με εφαρμογή σύγχρονων μεθόδων οπτικής υδρομετρίας και υδραυλικής. Η

αδιάλειπτη λειτουργία του δικτύου εξυπηρετεί τη διαχείριση των υδατικών πόρων, καθώς και την εκτίμηση των κινδύνων από ακραία υδρολογικά φαινόμενα.

Μετεωρολογικό Ραντάρ

Το αυτοκινούμενο μετεωρολογικό Doppler ραντάρ διπλής πόλωσης λειτουργεί στις εγκαταστάσεις του ΙΕΠΒΑ στην Πεντέλη, έχοντας τη δυνατότητα μεταφοράς και εκτός Αττικής για τους ερευνητικούς και επιχειρησιακούς σκοπούς του Ινστιτούτου. Υλοποιεί αυτόματη συλλογή και ανάλυση παρατηρήσεων σε συχνότητα X-band (9.4 GHz), καταγράφοντας έτσι σε πραγματικό χρόνο στοιχεία νεφών που επιτρέπουν την μέτρηση της βροχόπτωσης αλλά και την εκτίμηση επερχόμενης βροχόπτωσης, σε απόσταση 100-120 χιλιομέτρων. Επιπλέον, τα σύγχρονα χαρακτηριστικά του κινητού ραντάρ του ΕΑΑ και η υψηλή ευαισθησία του το καθιστούν ιδιαίτερα χρήσιμο στην παρακολούθηση και καταγραφή ακόμα και βιολογικών στόχων (έντομα, πουλιά) σε απόσταση 10-20 χλμ. από το ραντάρ αναλόγως του μεγέθους τους.



Εργαστήριο Βαθμονόμησης Μετεωρολογικού Εξοπλισμού (ΕΒΜΟ)

Το Εργαστήριο λειτουργεί από το 1996 με αποστολή την υλοποίηση βαθμονομήσεων μετεωρολογικών και ακτινομετρικών οργάνων. Συγκεκριμένα, παρέχει τη δυνατότητα βαθμονόμησης των ακόλουθων οργάνων: θερμόμετρα (υδραργυρικά και ηλεκτρονικά) και θερμογράφους, υγρόμετρα και υγραγράφους, πυρανόμετρα, πυρηλιόμετρα, ανεμόμετρα θερμού σύρματος, φωτόμετρα και βροχόμετρα. Διαθέτοντας βαθμονομημένο πρότυπο εξοπλισμό, έχει τη δυνατότητα πραγματοποίησης εξειδικευμένων μετρήσεων ακριβείας για λογαριασμό εταιρειών και φορέων τόσο του δημόσιου όσο και του ιδιωτικού τομέα, προσφέροντας παράλληλα συμβουλευτικές υπηρεσίες και τεχνική υποστήριξη για τη χρήση μετεωρολογικών-ακτινομετρικών αισθητήρων και οργάνων. Το εργαστήριο έχει οργανωθεί βάσει των Διεθνών Προτύπων Διασφάλισης Ποιότητας.

Ακτινομετρικοί Σταθμοί

Ο πρώτος Ακτινομετρικός Σταθμός του ΕΑΑ (ΑΣΕΑΑ) εγκαταστάθηκε το 1953, στο Θησείο. Είναι ο αρχαιότερος σταθμός της χώρας, χαρακτηρίζεται ως “αστικός” και πλέον συμπεριλαμβάνει και μια φασματομετρική ακτινομετρική πλατφόρμα (ΦΑΠ) που παρέχει μια σειρά φασματικών μετρήσεων ολικής και άμεση ακτινοβολίας, αλλά και μετρήσεων στήλης ατμοσφαιρικών συστατικών (π.χ. αερολύματα, υδρατμούς), και συνοδεύονται από πιστοποιητικό



απόλυτης βαθμονόμησης από το Παγκόσμιο Κέντρο Ακτινοβολίας. Ένας δεύτερος, αυτόματος ακτινομετεωρολογικός σταθμός λειτουργεί στις εγκαταστάσεις του ΙΕΠΒΑ στην Πεντέλη, από τον Ιούνιο 1999. Αμφότεροι σταθμοί ακολουθούν τα διεθνή πρότυπα λειτουργίας. Από το 2011 έχει ξεκινήσει η επέκταση του δικτύου ακτινομετρικών σταθμών του ΙΕΠΒΑ και σε περιοχές εκτός του νομού Αττικής, αριθμώντας τους 7 (5ος/2023). Οι σε σχεδόν πραγματικό χρόνο μετρήσεις των σταθμών είναι

διαθέσιμες στο κοινό μέσω της ιστοσελίδας www.iersd.noa.gr/WeatherOnline.

Δίκτυα αισθητήρων για την παρακολούθηση ατμοσφαιρικής ρύπανσης

Το ΙΕΠΒΑ έχει αναπτύξει, από το 2018 στην Αττική και άλλες περιοχές της Ελλάδας, δίκτυα μέτρησης ποιότητας του αέρα βασισμένα σε τεχνολογία αισθητήρων. Όλα τα όργανα βαθμονομούνται με χρήση πρότυπου εξοπλισμού για τη διασφάλιση της ποιότητας των μετρήσεων. Στόχος των δράσεων είναι η χαρτογράφηση της αστικής ατμοσφαιρικής ρύπανσης σε υψηλή χωρική ανάλυση, και η αποτίμηση της έκθεσης του πληθυσμού, με παράλληλη συνεχή παροχή σχετικής πληροφορίας προς το ευρύ κοινό. Κεντρική υποδομή αποτελεί το δίκτυο αισθητήρων για την παρακολούθηση των λεπτών σωματιδίων $PM_{2.5}$, το οποίο αναπτύσσεται πανελλαδικά στο πλαίσιο της ΕΥ ΠΑΝΑΚΕΙΑ από το ΙΕΠΒΑ/ΕΑΑ σε συνεργασία με εγχώρια Πανεπιστήμια και Ερευνητικά Κέντρα. Κατά το 2023, το δίκτυο αριθμεί πάνω από 110 θέσεις μέτρησης σε 25 πόλεις πανελλαδικά, με 30 θέσεις να λειτουργούν στην Αττική υπό την άμεση εποπτεία του Ινστιτούτου. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων παρουσιάζονται σε συνεχή βάση και πραγματικό χρόνο στη διαδικτυακή πλατφόρμα air-quality.gr. Το ΙΕΠΒΑ παράλληλα έχει αναπτύξει δίκτυο συστημάτων αισθητήρων για την ταυτόχρονη μέτρηση πολλαπλών αέριων και σωματιδιακών ρύπων (6 θέσεις μέτρησης στο Λεκανοπέδιο Αττικής το 2023).

Υπολογιστικό Κέντρο

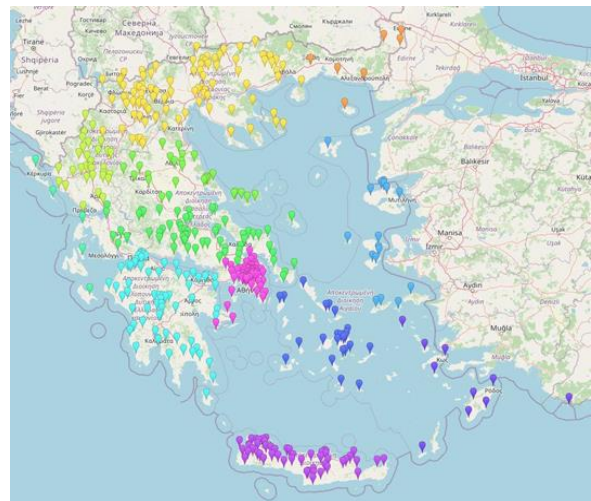
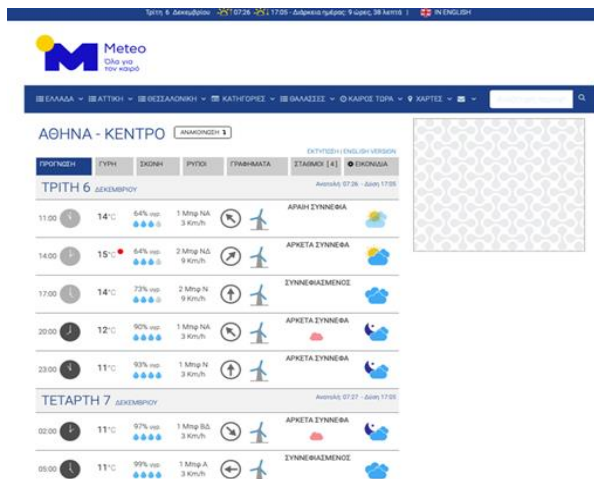
Το υπολογιστικό κέντρο του ΙΕΠΒΑ στηρίζει επί το πλείστον τις επιχειρησιακές δράσεις της μονάδας ΜΕΤΕΟ, περιλαμβάνοντας μια Υπερυπολογιστική Μονάδα με >900 υπολογιστικούς πυρήνες και δυνατότητα αποθήκευσης δεδομένων χωρητικότητας >300 TB. Συμπληρωματικές μονάδες μικρότερης υπολογιστικής ισχύος χρησιμοποιούνται από την μονάδα ΥΠΑΤΙΑ για τις ανάγκες αριθμητικών προσομοιώσεων της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.



5. ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΚΑΙ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ

5.1 ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

Μονάδα Παρακολούθησης και Πρόγνωσης καιρού (METEO). Η μονάδα λειτουργεί εξειδικευμένα επιχειρησιακά μοντέλα πρόγνωσης: καιρού, πλημμυρικών επεισοδίων σε επιλεγμένες λεκάνες, κεραυνικής και χαλαζικής δραστηριότητας, κυματισμού και μεταφοράς αφρικανικής σκόνης, ενώ παράλληλα καταγράφει και αναλύει συστηματικά τις κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις των έντονων καιρικών φαινομένων και πραγματοποιεί σχετικές εκτιμήσεις τρωτότητας και έκθεσης. Επιπροσθέτως, λειτουργεί συστήματα εντοπισμού και παρακολούθησης καταιγιδοφόρων συστημάτων μέσω δορυφορικής τηλεπισκόπησης, ευρωπαϊκής εμβέλειας δίκτυο εντοπισμού κεραυνών, καθώς και το πυκνότερο δίκτυο αυτόματων μετεωρολογικών σταθμών της χώρας.



Στο πλαίσιο της μονάδας, δραστηριοποιείται επίσης η πυρομετεωρολογική ομάδα FLAME, η οποία παρέχει σε επιχειρησιακή βάση υπηρεσίες πρόγνωσης, παρακολούθησης και αποτίμησης της επικινδυνότητας πυρομετεωρολογικών συνθηκών καθώς και πρόγνωσης, εξάπλωσης και συμπεριφοράς δασικών πυρκαγιών. Το έργο της μονάδας υποστηρίζεται από τις ακόλουθες υποδομές (περιγραφή στο 4): Δίκτυο Μετεωρολογικών Σταθμών, Δίκτυο Καταγραφής Ηλεκτρικών Εκκενώσεων ΖΕΥΣ, και Υπολογιστικό Κέντρο.

Μονάδα Παρακολούθησης και Μελέτης Επιπτώσεων Επεισοδίων Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης στο Περιβάλλον και στον Άνθρωπο (ΥΠΑΤΙΑ). Η μονάδα παρέχει σε επιχειρησιακή βάση υπηρεσίες καταγραφής συγκεντρώσεων βασικών και εξειδικευμένων ρύπων, ανθρωπογενούς και φυσικής προέλευσης, μέσω αυτοματοποιημένων μετρήσεων σε σχεδόν πραγματικό χρόνο, ανάπτυξης και λειτουργίας δικτύου αισθητήρων χαμηλού και μεσαίου κόστους, δειγματοληψιών και χημικών αναλύσεων. Μέσω χρήσης χημικών δεικτών, στατιστικών εργαλείων και αριθμητικών προσομοιώσεων, προσδιορίζονται οι πηγές εκπομπών και ποσοτικοποιείται η συνεισφορά τους στα επίπεδα συγκεντρώσεων ρύπων. Σκοπός της μονάδας, πέραν της επιχειρησιακής της δράσης, αποτελεί επίσης η αξιολόγηση των επιπτώσεων της ρύπανσης στο κλίμα, την υγεία και τα οικοσυστήματα και η υποστήριξη της λήψης αποφάσεων για το μετριασμό της ρύπανσης και τη βελτίωση της ποιότητας της ατμόσφαιρας και της ευζωίας. Το έργο της μονάδας υποστηρίζεται από τις προαναφερθείσες υποδομές (περιγραφή στο 4): Υπερσταθμός Παρακολούθησης Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης Αστικού Υποβάθρου, Κινητός Σταθμός Ελέγχου Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης και Θορύβου, Εργαστήριο Ατμοσφαιρικής Χημείας, και Υπολογιστικό Κέντρο.

5.2 ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ

Σύντομη Περιγραφή Υπηρεσιών	Σύνδεσμος
Εκτίμηση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου και αέριων ρύπων - Υπολογισμός ανθρακικού/περιβαλλοντικού αποτυπώματος Εκτίμηση ανθρακικού αποτυπώματος επιχειρήσεων (scope 1, 2, και 3 εκπομπές) με στόχο τη μείωσή του και τη διαμόρφωση Science Based Targets. Ανάλυση κλιματικών κινδύνων και ευκαιριών στο πλαίσιο του TCFD. Ανάπτυξη και παρακολούθηση Σχεδίων Δράσης για τη μείωση των εκπομπών των αερίων θερμοκηπίου σε εθνικό, περιοχικό και τοπικό επίπεδο.	Η εφαρμογή γίνεται κατά παραγγελία (on demand)
Παροχή προγνώσεων επιπέδων ατμοσφαιρικής ρύπανσης και αριθμητικές προσομοιώσεις ποιότητας της ατμόσφαιρας και εκτίμηση έκθεσης πληθυσμού. Αφορά στη μελέτη επεισοδίων ρύπανσης, σε περιπτώσεις επεισοδίων ρύπανσης, φυσικής καταστροφής (π.χ. πυρκαγιάς) ή βιομηχανικού ατυχήματος, για την Ελλάδα και το λεκανοπέδιο Αττικής.	Η εφαρμογή γίνεται κατόπιν αιτήματος (on demand)
Παρακολούθηση ακτινομετρικών παραμέτρων σε πραγματικό χρόνο Ακτινομετρικά δεδομένα (ολική & διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία, διάρκεια ηλιοφάνειας, καταγραφές φυσικού φωτισμού και υπερύδους ακτινοβολίας) μέσω του δικτύου αυτόματων ακτινομετρικών σταθμών του ΙΕΠΒΑ. Επιπροσθέτως, στο ίδιο δίκτυο περιλαμβάνονται και όλες οι καταγραφές μετεωρολογικών δεδομένων (θερμοκρασία, σχ. υγρασία, άνεμος, ατμοσφαιρική πίεση, υετός)	https://www.iersd.noa.gr/WeatherOnline/
Παροχή δεδομένων εκπομπών ρύπων Διάθεση δεδομένων μηνιαίων εκπομπών από ανθρωπογενείς πηγές, κατανεμημένων σε πλέγμα κελιών 6x6 km² για τους ρύπους CO, NH₃, NMVOCs, NO_x, PM₁₀ και PM_{2.5}. Παροχή ωριαίων εκπομπών αέριων ρύπων, σωματιδίων, βαρέων μετάλλων, PAHs και θερμοκηπικών αερίων από ανθρωπογενείς δραστηριότητες σε 2x2km² (Ελλάδα) και 1x1km² (Αττική).	Η υπηρεσία προσφέρεται κατόπιν αιτήματος (on demand)
Προσομοιώσεις διασποράς ρύπων Παροχή ωριαίων αποτελεσμάτων των προσομοιώσεων του συστήματος μοντέλων WRF/CAMx για 500 πόλεις της Ελλάδας που τρέχει σε συνεχή βάση για την ολιγοήμερη πρόγνωση των συγκεντρώσεων των ρύπων O₃, NO₂, PM₁₀, PM_{2.5}.	Κατόπιν επικοινωνίας και συνεννόησης (συμφωνητικό παροχής δεδομένων) - https://meteo.gr/cf-aqi.cfm?city_id=86
Παροχή μετρήσεων βασικών και εξειδικευμένων παραμέτρων ατμοσφαιρικής σύστασης. Οι μετρήσεις λαμβάνονται στον Υπερσταθμό Παρακολούθησης Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης αστικού υποβάθρου, στις εγκαταστάσεις του ΕΑΑ στο Θησείο και αφορούν σε συνεχείς μετρήσεις αστικού υποβάθρου και σε περιπτώσεις επεισοδίων ρύπανσης, φυσικής καταστροφής (π.χ. πυρκαγιάς) ή βιομηχανικού ατυχήματος.	Η εφαρμογή γίνεται κατόπιν αιτήματος (on demand)

Πλατφόρμα για την εκτίμηση του Δείκτη Βιώσιμης Ανάπτυξης 11.6.2 των Ηνωμένων Εθνών Πλατφόρμα υπολογισμού του Δείκτη Βιώσιμης Ανάπτυξης 11.6.2 «Ετήσια μέσα επίπεδα PM_{2.5} σε πόλεις σταθμισμένα με τον πληθυσμό» για περισσότερες από 600 Ευρωπαϊκές πόλεις. Ο υπολογισμός γίνεται ακολουθώντας την επίσημη μεθοδολογία των Ηνωμένων Εθνών με δεδομένα από τρεις υπηρεσίες Copernicus για την εκτίμηση του Δείκτη σε ετήσια βάση, αποτελώντας εργαλείο για τις αρχές.	http://apcg.meteo.noa.gr/sdg1162/
Συνεχής παρακολούθηση επιπέδων σωματιδιακής ρύπανσης μέσω πυκνών δικτύων αισθητήρων σε πανελλαδικό επίπεδο. Η υπηρεσία παρέχεται στο πλαίσιο της Εθνικής Ερευνητικής Υποδομής ΠΑΝΑΚΕΙΑ και άλλων δράσεων του ΙΕΠΒΑ.	https://air-quality.gr Ιστορικά δεδομένα παρέχονται κατόπιν αιτήματος (on demand)
Χρήση του Κινητού Σταθμού Ελέγχου Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης και άλλων φορητών υποδομών. Αφορά σε επιτόπιες μετρήσεις και δειγματοληψίες κατά τη διάρκεια επεισοδίων ρύπανσης, φυσικής καταστροφής (π.χ. πυρκαγιάς) ή βιομηχανικού ατυχήματος.	Η εφαρμογή γίνεται κατόπιν αιτήματος (on demand)
Ενεργειακές προβλέψεις και προβλέψεις εκπομπών Βραχυπρόθεσμη πρόβλεψη παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (αιολικά, ηλιακά). Ανάπτυξη εργαλείων για τη βραχυπρόθεσμη πρόβλεψη της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας και ισχύος ενσωματώνοντας οικονομικές και μετεωρολογικές παραμέτρους. Ανάλυση επιπτώσεων από την εφαρμογή οικονομικών ή/ και κανονιστικών πολιτικών στους τομείς περιβάλλοντος και ενέργειας, και εκτίμηση των μελλοντικών εκπομπών αερίων θερμοκηπίου και αέριων ρύπων με χρήση σύνθετων ενεργειακών μοντέλων.	Η εφαρμογή γίνεται κατά παραγγελία (on demand)
Παρακολούθηση και πρόγνωση ηλιακής ακτινοβολίας και ενέργειας Διαδικτυακές εφαρμογές και εργαλεία παροχής δεδομένων συνεχούς παρακολούθησης και πρόγνωσης του δυναμικού ηλιακής ενέργειας σε παγκόσμια κλίμακα. Τεχνολογικά αξιοποιούνται δορυφορικά, επίγεια και μοντελοποιημένα δεδομένα μεγάλου όγκου, τεχνικές μηχανικής μάθησης και υπολογιστικής όρασης για την πρόγνωση.	http://solea.gr/solearth/
Εφαρμογές ηλιακού κτηματολογίου Εκτιμήσεις συνθηκών βέλτιστης εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων σε οροφές κτιρίων. Αστικός σχεδιασμός και διαχείριση ενεργειακών κοινοτήτων με διεσπαρμένη παραγωγή.	http://solea.gr/athens-solar-cadastre/
Εφαρμογές εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια Παροχή θερμικών και CFD προσομοιώσεων, αξιολόγηση ποιότητας εσωτερικού περιβάλλοντος και ενεργειακός/θερμογραφικός έλεγχος, διαγνωστικές επιθεωρήσεις, μεσο- και μακροπρόθεσμη αξιολόγηση μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, συμβουλευτικές υπηρεσίες.	Η εφαρμογή γίνεται κατά παραγγελία (on demand)

Εκτίμηση επιπτώσεων κλιματικής αλλαγής Υπολογιστικό εργαλείο απεικόνισης των αναμενόμενων μεταβολών καθώς και των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής για τους τομείς της γεωργίας, τουρισμού και δασών στην Ελλάδα (CLIMPACT)	http://climdat.meteo.noa.gr/emblematic/
Ιστορικά κλιματικά δεδομένα για την περιοχή της Αθήνας Διατίθενται δεδομένα θερμοκρασίας επιφανειακού αέρα και εδάφους σε διαφορετικά βάθη, επιφανειακής ατμοσφαιρικής πίεσης, βροχόπτωσης/σχετικής υγρασίας/εξάτμισης, ταχύτητας και διεύθυνσης ανέμου, ποσοστό νεφοκάλυψης/ηλιοφάνεια/ορατότητα, ολική και διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία/ολικός και διάχυτος φωτισμός. Για συγκεκριμένες μετεωρολογικές μεταβλητές, η διάρκεια των δεδομένων ξεπερνά τον ενάμιση αιώνα, ενώ ημερήσια ιστορικά κλιματικά δεδομένα βασικών κλιματικών μεγεθών από το 1900 έχουν συμπεριληφθεί στο Δίκτυο του εμβληματικού προγράμματος CLIMPACT.	https://www.iersd.noa.gr/GR/agreement_en.pdf https://data.climpact.gr/dataset/2f5bbe2a-7e27-40e7-9ff6-1dcc08c507fa
Παροχή κλιματικών δεικτών Εργαλείο απεικόνισης και παροχής γενικών κλιματικών δεικτών (θερμοκρασία, υγρασία, βροχόπτωση) καθώς και πιο εξειδικευμένων (δασικές πυρκαγιές, ακτινοβολία, υγεία, νεφοκάλυψη) σε εθνικό επίπεδο (LIFE-IP AdaptInGR). Διατίθενται επίσης η δυνατότητα υπολογισμού κλιματικών δεικτών μέχρι το 2100 από δεδομένα περιοχικών κλιματικών μοντέλων και για διαφορετικά σενάρια μελλοντικών εκπομπών θερμοκηπικών αερίων. Οι δείκτες αφορούν σε γεωργία, δασικές πυρκαγιές, τουρισμό, ενεργειακή ζήτηση και υγεία, ενώ περαιτέρω εφαρμογή γίνεται κατά παραγγελία (on demand).	https://geo.adaptivegreecehub.gr/ https://mapsportal.yopen.gr/thema_climatechange
Υποστήριξη λήψης αποφάσεων προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή Εργαλείο υποστήριξης λήψης αποφάσεων για το σχεδιασμό προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή στο γεωργικό τομέα (ADAPT2CLIMA tool) και στο αστικό περιβάλλον (Urbanproof Toolkit).	https://tool.adapt2clima.eu https://tool.urbanproof.eu
Ανάπτυξη συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης προσαρμοσμένων στις ανάγκες πολιτικής προστασίας Έμφαση δίνεται στα έντονα καιρικά φαινόμενα, συμπεριλαμβανομένων των δασικών πυρκαγιών. Περιλαμβάνεται η αξιοποίηση των μετρητικών δικτύων και προγνωστικών μοντέλων που λειτουργεί η μονάδα METEO καθώς και η αξιοποίηση δορυφορικών δεδομένων για άμεση πρόγνωση. Επιπροσθέτως αναπτύσσεται και η ολοκληρωμένη web-based εφαρμογή για τη διάθεση των παραπάνω σε φορείς χρήστες.	https://www.meteo.gr/kilkis http://stratus.meteo.noa.gr/meteoscope/attica https://meteo.gr/rethymno
Εκτίμηση διακινδύνευσης από φυσικές καταστροφές που συνδέονται με τον καιρό Μεθοδολογία εκτίμησης ρίσκου και διακινδύνευσης, σε πολύ υψηλή ανάλυση, για φυσικές καταστροφές που συνδέονται με τον υδρομετεωρολογικούς και κλιματικούς κινδύνους (πλημμύρες, πυρκαγιές, χαλαζοπτώσεις, κλπ). Εφαρμογή σε υποδομές.	Η υπηρεσία δίνεται κατά παραγγελία (on demand)

Παρακολούθηση μετεωρολογικών παραμέτρων σε πραγματικό χρόνο Για τη συλλογή μετεωρολογικών δεδομένων (θερμοκρασία, σχ. υγρασία, άνεμος, υετός, ακτινοβολία) αξιοποιείται το δίκτυο αυτόματων μετεωρολογικών σταθμών της μονάδας METEO. Για την παρακολούθηση της κεραυνικής δραστηριότητας χρησιμοποιείται το δίκτυο ZEYΣ. Επιπροσθέτως περιλαμβάνονται δίκτυα μέτρησης στάθμης σε επιλεγμένες λεκάνες και ύψους χιονιού στην Κρήτη.	https://www.meteo.gr/meteosearch https://www.meteo.gr/Gmap.cfm http://www.meteo.gr/talos
Παροχή πυρομετεωρολογικών δεδομένων και προγνώσεων επικινδυνότητας Κατά τη διάρκεια της αντιπυρικής περιόδου (01.05 - 31.10) αναρτώνται καθημερινά χάρτες επικινδυνότητας για τις επόμενες δύο ημέρες. Για τη συλλογή πυρομετεωρολογικών δεδομένων αξιοποιείται το δίκτυο αυτόματων μετεωρολογικών σταθμών της επιχειρησιακής μονάδας METEO, ενώ οι προγνώσεις πυρομετεωρολογικής επικινδυνότητας για την έναρξη και εξάπλωση δασικών πυρκαγιών βασίζεται σε μοντέλα αριθμητικής πρόγνωσης του καιρού.	http://stratus.meteo.noa.gr/firescope https://fireweather.eu/firescope/ https://www.meteo.gr/
Παροχή προγνώσεων εξάπλωσης και συμπεριφοράς δασικών πυρκαγιών Οι εξειδικευμένες προγνώσεις εξάπλωσης και συμπεριφοράς δασικών πυρκαγιών παρέχονται μέσα από την εφαρμογή του προγνωστικού συστήματος ταχείας απόκρισης IRIS, το οποίο αναπτύχθηκε και εφαρμόζεται από την μονάδα METEO. Το συγκεκριμένο σύστημα αξιοποιήθηκε επιχειρησιακά από το Πυροσβεστικό Σώμα σε περισσότερα από 40 συμβάντα δασικών πυρκαγιών κατά τη διετία 2019 - 2020.	Η εφαρμογή του συστήματος IRIS γίνεται κατά παραγγελία (on demand)
Παροχή υδρομετρικών δεδομένων Καταγράφονται από τους τηλε-υδρομετρικούς σταθμούς του δικτύου HYDRO-NET και παρέχονται ελεύθερα σε όλους τους ενδιαφερόμενους, σε πραγματικό χρόνο.	https://hydronet.noa.gr https://openhi.net/
Παροχή υπηρεσιών βαθμονόμησης μετεωρολογικών οργάνων Με χρήση βαθμονομημένων προτύπων εργασίας, παρέχεται μέσω του ΕΒΜΟ η δυνατότητα βαθμονόμησης θερμομέτρων (υδραργυρικών και ηλεκτρονικών) και θερμογράφων, υγρομέτρων και υγρογράφων, πυρανομέτρων, πυρηλιομέτρων, φωτομέτρων και βροχομέτρων.	Η υπηρεσία προσφέρεται κατόπιν αιτήματος (on demand) στο https://www.iersd.noa.gr/services/erga-stirio-vathmonomisis-meteorologikon-organon/
Παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών και εξειδικευμένων μετρήσεων ακριβείας Διαθέτοντας βαθμονομημένο πρότυπο εξοπλισμό, το προσωπικό του ΕΒΜΟ έχει τη δυνατότητα πραγματοποίησης εξειδικευμένων μετρήσεων ακριβείας για λογαριασμό εταιρειών και φορέων τόσο του δημόσιου όσο και του ιδιωτικού τομέα, προσφέροντας παράλληλα συμβουλευτικές υπηρεσίες και τεχνική υποστήριξη για τη χρήση μετεωρολογικών-ακτινομετρικών αισθητήρων και οργάνων.	Η υπηρεσία προσφέρεται κατόπιν αιτήματος (on demand)

6. ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ 2023

6.1 ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

6.1.1 ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΕΡΑ

Στο πλαίσιο του αντικειμένου αυτού ερευνώνται τομείς σχετικοί με τη σύσταση της ατμόσφαιρας, τη φυσική και τη χημεία της κατώτερης τροπόσφαιρας και την ποιότητα του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος, σε διάφορες περιοχές ενδιαφέροντος (αστικό και απομακρυσμένο περιβάλλον), δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στην ποιότητα του αέρα και τις επιπτώσεις στην υγεία. Οι υφιστάμενες υποδομές του ΕΑΧ εξασφαλίζουν τη δειγματοληψία και τη μέτρηση συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων και αερίων ρύπων, ενώ ταυτόχρονα καθιστούν δυνατή τη χημική ανάλυση των πιο σημαντικών εξ αυτών. Ο προσδιορισμός των επιπέδων τους στην ατμόσφαιρα παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, λόγω των επιπτώσεών τους στην υγεία (τοξικότητα, ενδεχόμενη καρκινογόνος και μεταλλαξιογόνος δράση), στο περιβάλλον (φωτοχημική ρύπανση, ποιότητα ατμόσφαιρας και ορατότητα) και έμμεσα στο κλίμα και τα οικοσυστήματα.

Ο Σταθμός Παρακολούθησης Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης του ΙΕΠΒΑ λειτουργεί από το τέλος του 2013, σε μόνιμη βάση, στο Θησείο ως Αστικός Σταθμός Υποβάθρου. Έχει ως κύριο σκοπό τη μελέτη των φυσικών χαρακτηριστικών των αιωρούμενων σωματιδίων, των οπτικών ιδιοτήτων τους και της χημικής τους σύστασης, την παρακολούθηση των διεργασιών παραγωγής και μεταφοράς σωματιδιακών ρύπων στην Ανατολική Μεσόγειο, τον καθορισμό του κλιματικού τους ρόλου στην ατμόσφαιρα μέσω της αλληλεπίδρασής τους με την ακτινοβολία, τις ανθρωπογενείς πηγές στον αστικό ιστό της Αθήνας αλλά και τις επιδράσεις στην υγεία και τα οικοσυστήματα. Πραγματοποιούνται επιπλέον σε συνεχή βάση ακριβείς μετρήσεις συγκεντρώσεων θερμοκηπικών αερίων (διοξειδίου του άνθρακα και μεθανίου), παρέχοντας μοναδικές μετρήσεις μεγάλης χρονικής διακριτικής ικανότητας. Παράλληλα παρακολουθείται το οξειδωτικό δυναμικό της ατμόσφαιρας μέσω της μέτρησης των Δραστικών Οξειδωτικών Ενώσεων (Reactive Oxygen Species) και του καφέ άνθρακα που συμβάλλει στην απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας, αλλά και ειδικές δειγματοληψίες βιοαερολυμάτων όπως γύρης, βακτηρίων και ιών, για την μελέτη του μικροβιώματος του αέρα. Το 2023 συνεχίστηκαν οι εποχιακές δειγματοληψίες αέρος για την μελέτη των βιοαερολυμάτων, την εξαγωγή, απομόνωση και αλληλούχιση του eDNA, με στόχο να διερευνηθεί η εποχιακή διακύμανση των βακτηρίων & μυκήτων, κυρίως, που αφθονούν στην ατμόσφαιρα. Συνεχίστηκε και η δειγματοληψία θαλασσινού νερού για την μελέτη του μικροβιώματος και στην θάλασσα και την σύγκριση των πληθυσμών που αφθονούν στον αέρα και στην θάλασσα (βακτηρίων & μυκήτων κυρίως). Κατά το 2023 συνεχίστηκε η παρακολούθηση της αέριας ρύπανσης κατά τη διάρκεια του χειμώνα λόγω των επεισοδίων αιθαλομίχλης με στόχο την έγκυρη και έγκαιρη ενημέρωση της πολιτείας και του κοινού. Υλοποιήθηκαν δράσεις «παροχής πρόσβασης» στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού Έργου ATMO-ACCESS στο αντικείμενο της χρήσης αισθητήρων για την παρακολούθηση της ποιότητας της ατμόσφαιρας αλλά και στην αξιολόγηση και χρήση αναλυτών ρύπων ενδιαφέροντος της αναθεωρημένης οδηγίας για την ποιότητα της ατμόσφαιρας όπως είναι η αμμωνία. Επιπροσθέτως, ο Σταθμός συμμετείχε σε παράλληλες δειγματοληψίες αιωρούμενων σωματιδίων (Αθήνα, Βαρκελώνη, Παρίσι, Ζυρίχη: RI-URBANS, EC-Horizon-2020) τόσο του αδρού κλάσματος (PM₁₀) όσο και του λεπτού (PM_{2.5}) και χημικό προσδιορισμό του οξειδωτικού δυναμικού αερολυμάτων, που επίσης θα αποτελέσει νέα παράμετρο παρακολούθησης της αναθεωρημένης οδηγίας. Παράλληλα, στο πλαίσιο του πανευρωπαϊκού προγράμματος RI-Urbans (Horizon 2020) το Εργαστήριο Ατμοσφαιρικής Χημείας συμμετείχε στην διεργαστηριακή άσκηση σύγκρισης με κοινά

δείγματα που απεστάλησαν σε 20 διαφορετικά εργαστήρια παγκοσμίως. Η άσκηση αυτή έλαβε χώρα από τις 15 Φεβρουαρίου μέχρι τις 28 Φεβρουαρίου 2023 και κάθε εργαστήριο πραγματοποίησε τον προσδιορισμό του οξειδωτικού δυναμικού (OP) με την μέθοδο που χρησιμοποιεί αλλά και με ένα απλοποιημένο πρωτόκολλο προσδιορισμού που εν δυνάμει θα προταθεί σε πανευρωπαϊκό επίπεδο ως μέθοδος αναφοράς.

Συνεχείς μετρήσεις NO_2 , HCHO , CHOCHO και O_4 διενεργούνται με το σύστημα MAX-DOAS καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Οι μετρήσεις πραγματοποιούνται σε συγκεκριμένες διευθύνσεις πάνω από το λεκανοπέδιο της Αττικής. Στις εγκαταστάσεις του ακτινομετρικού σταθμού του Θησείου λειτουργεί η



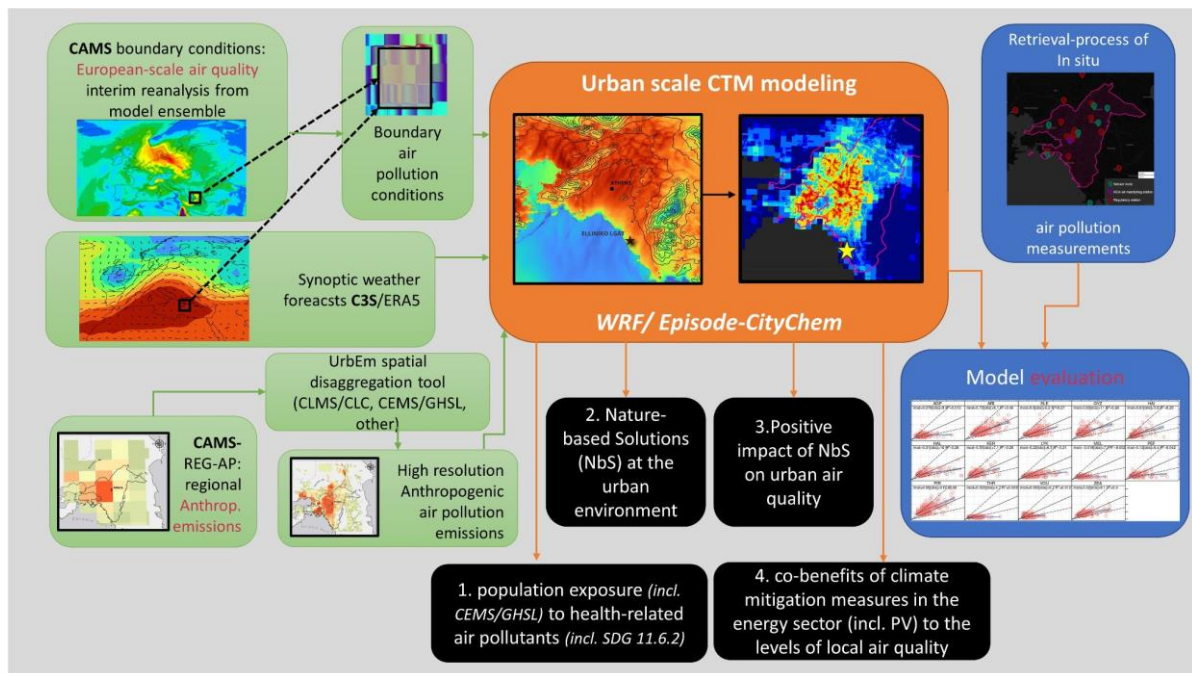
Φασματοφωτομετρική Ακτινομετρική Πλατφόρμα (ΦΑΠ) μέτρησης των φασματικών χαρακτηριστικών της ηλιακής ακτινοβολίας. Μεταξύ των οργάνων μέτρησης λειτουργεί το φασματοφωτόμετρο τύπου Pandora, μέλος του παγκόσμιου δικτύου Pandonia, το οποίο χρησιμοποιείται για τη μελέτη της ποιότητας της ατμόσφαιρας σε περιπτώσεις επεισοδίων ρύπανσης, αλλά και μακροχρόνιων τάσεων ατμοσφαιρικών συστατικών, καθώς και για τη διακρίβωση δορυφορικών μετρήσεων και τη βελτίωση επίγειων μετρήσεων (Οπτικού βάθους αερολυμάτων) για δορυφορικές διακρίβώσεις. Το όργανο αποτελεί μέρος του διεθνούς προγράμματος Nid4Val που έχει σαν στόχο την διακρίβωση των μετρήσεων του δορυφόρου Sentinel5P και συγκεκριμένα των μετρήσεων του NO_2 του δορυφορικού φασματοφωτομέτρου TROPOMI. Επίσης, είναι μέρος του προγράμματος της ESA QA4EO AOD improvements using NO_2 (2021-2023), που έχει ως στόχο την ανάπτυξη αλγορίθμων για τη βελτίωση των δεδομένων αερολυμάτων με χρήση στην διακρίβωση πρόσφατων και μελλοντικών παρατηρήσεων από δορυφορικά όργανα τηλεπισκόπησης.



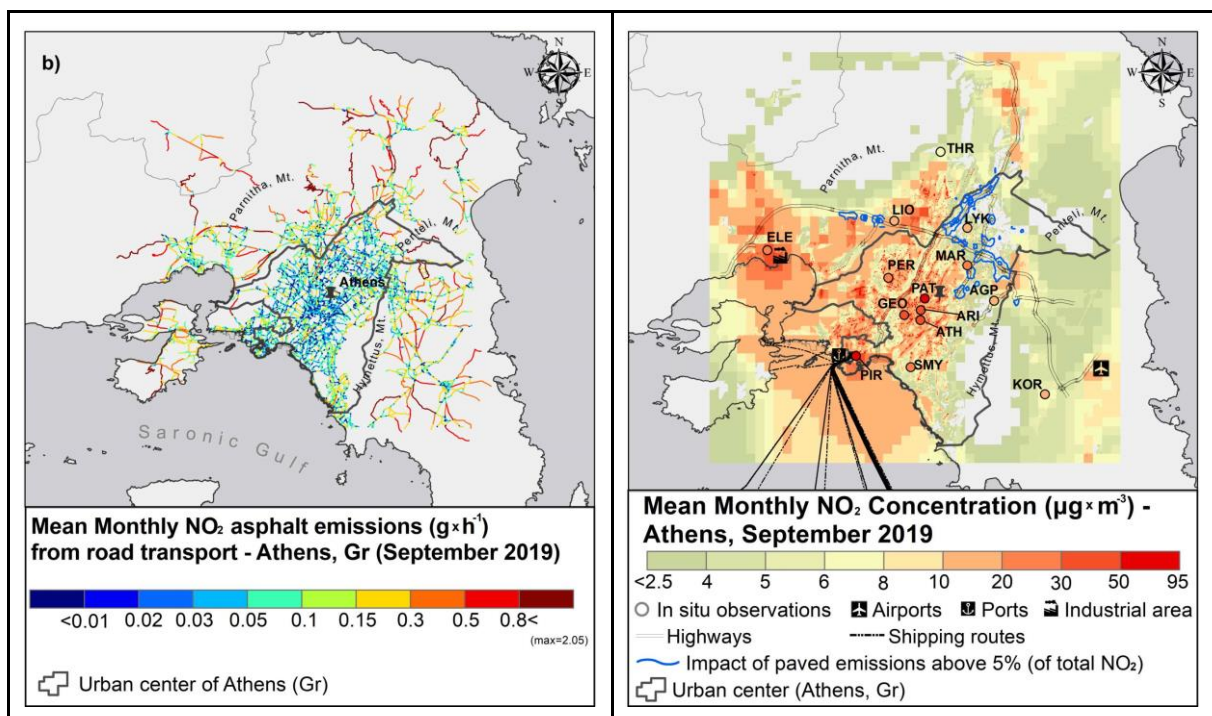
6.1.2 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΦΥΣΙΚΟ-ΧΗΜΙΚΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

6.1.2.1 ΑΣΤΙΚΗ – ΠΕΡΙΟΧΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ

Εντός του έτους 2023, συνεχίστηκε η μελέτη της ενδο-αστικής μεταβλητότητας της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην Αττική μέσω αριθμητικών προσομοιώσεων. Αποτελέσματα συγκεντρώσεων ατμοσφαιρικών ρύπων παρέχονται σε υψηλή χωρική ανάλυση ($100 \times 100 \text{ m}^2$) για το 2019, τα οποία έχουν αξιολογηθεί με το αναγνωρισμένο εργαλείο DELTA FAIRMODE (JRC), χρησιμοποιώντας διαθέσιμες μετρήσεις από τις υποδομές του Ινστιτούτου (meteo, ypatia, air-quality) και τις μετρήσεις του Εθνικού Δικτύου.



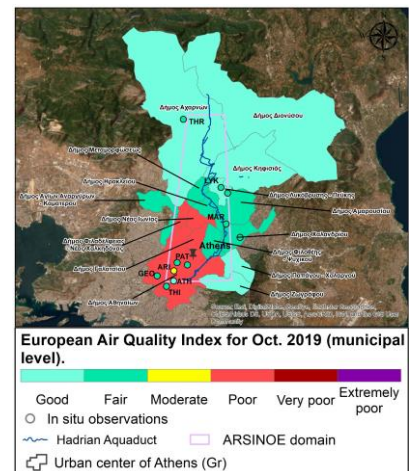
Μετά από πρόσκληση ερευνητικών Ινστιτούτων στη Γαλλία, το παραπάνω σύστημα κλήθηκε να εφαρμοστεί προκειμένου να διαπιστώσει την επίδραση των εκπομπών οξειδίων του αζώτου από το οδόστρωμα στη ρύπανση πλησίον των οδικών αξόνων.



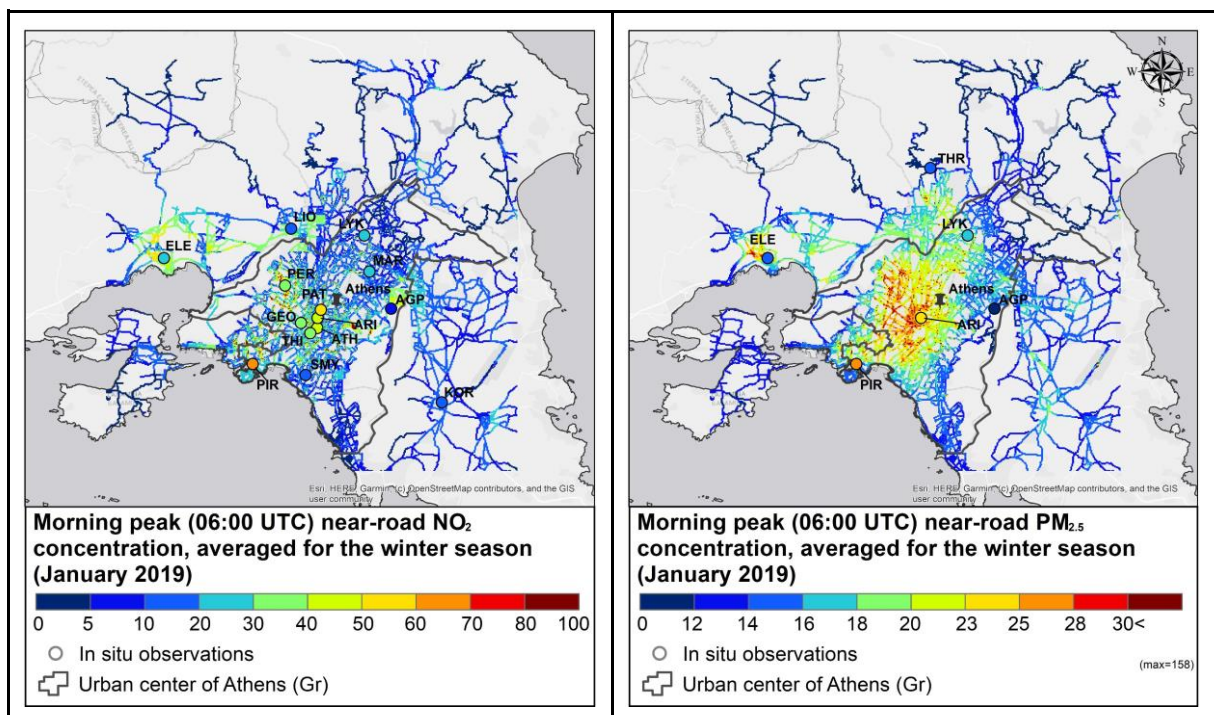
Η εν λόγω πηγή δεν είχε μελετηθεί προηγουμένως και βρίσκεται διαθέσιμη ως επιστημονικό άρθρο, εδώ: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212095523000512?via%3Dihub>

Ταυτόχρονα, έχει ξεκινήσει η διερεύνηση των συνωφελειών στην ποιότητα της ατμόσφαιρας από δράσεις/σενάρια βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων/ διείσδυσης του εξηλεκτρισμού, καθώς και της ηλεκτροκίνησης, στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού προγράμματος Eiffel. Τα πρώτα αποτελέσματα βρίσκονται ήδη διαθέσιμα εδώ: <http://159.69.55.61/> (App: Air Quality co-benefits).

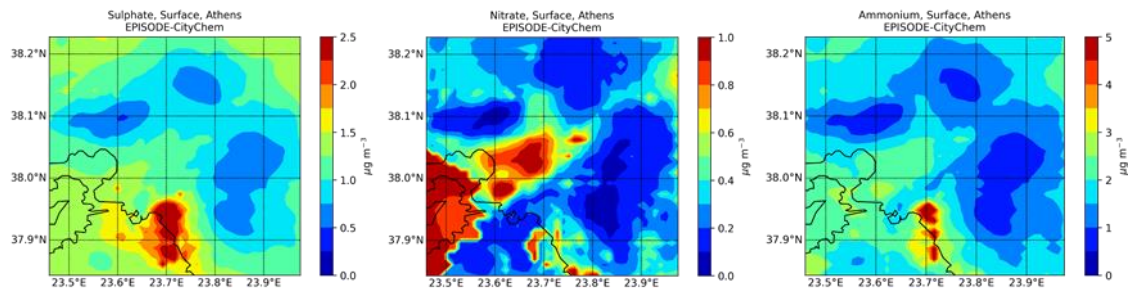
Στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού προγράμματος Arsinoe οι αριθμητικές προσομοιώσεις θα χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό των περιοχών υψηλής έκθεσης του πληθυσμού σε ατμοσφαιρική ρύπανση προκειμένου να οριστούν περιοχές φυσικών παρεμβάσεων και στη συνέχεια να εκτιμηθεί η (θετική) επίδραση αυτών στην ατμόσφαιρα της Αττικής. Για τον σκοπό αυτό, επιλέχθηκε ένας θερμός μήνας για τον οποίο έχει υπολογιστεί ο δείκτης ατμοσφαιρικής ρύπανσης AQI, καθώς και ο αριθμός ωρών για τις οποίες η ρύπανση επιλεγμένων Δήμων της Αττικής χαρακτηρίζεται από μέτρια ως πολύ κακή σύμφωνα με τον δείκτη.



Με χρήση του εργαλείου χωρικής αναβάθμισης των γεωχωρικών δεδομένων εκπομπών ατμοσφαιρικής ρύπανσης UrbEm, το Ινστιτούτο παρέχει δεδομένα εκπομπών για προσομοιώσεις της ποιότητας της ατμόσφαιρας σε επιπλέον 7 (σύνολο 13) ευρωπαϊκές πόλεις (Αθήνα, Βαρκελώνη, Αμβούργο, Ελσίνκι, Λονδίνο, Μαδρίτη, Ζυρίχη) στα πλαίσια του ευρωπαϊκού προγράμματος RI-URBANS. Παράλληλα, μελετήθηκε η χαρτογράφηση της ρύπανσης χαρακτηριστικών ρύπων κατά τη θερινή και χειμερινή περίοδο επί του οδικού δικτύου κατά τις ώρες κυκλοφοριακής αιχμής. Η μελέτη αυτή έγινε επίσης στα πλαίσια του προγράμματος RI-URBANS με την Αθήνα να αποτελεί μία από τις πόλεις-πilotους του προγράμματος.

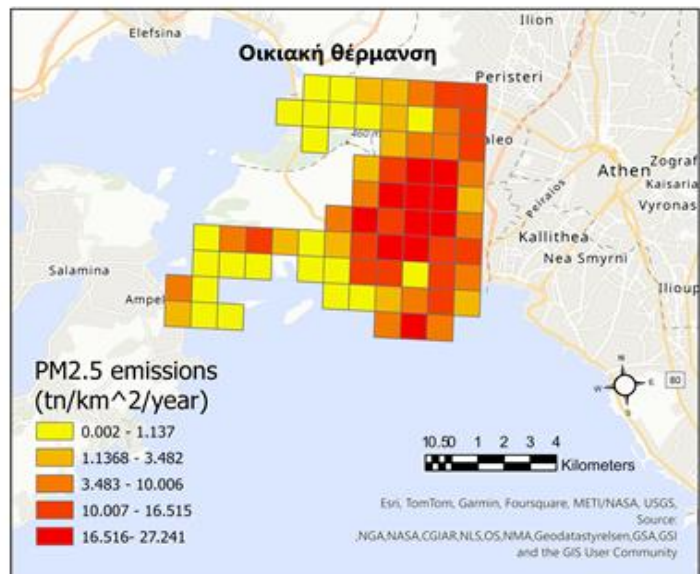
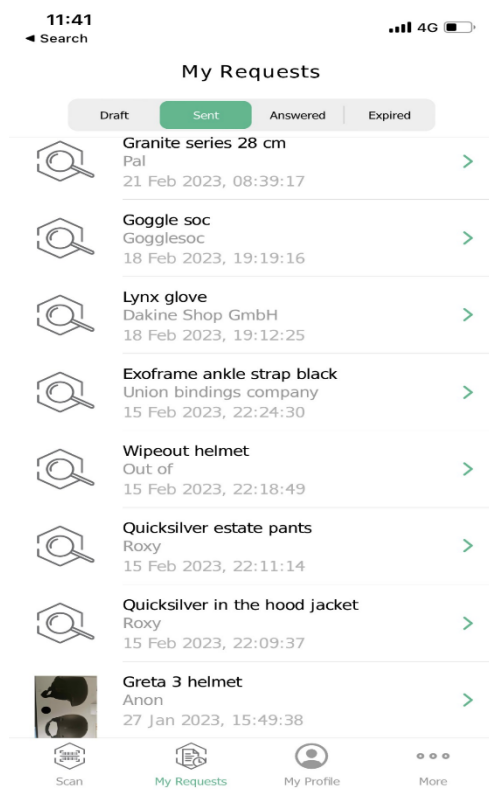


Τέλος, σε συνέχεια της ανάπτυξης καινούριων υπολογιστικών εργαλείων, για τον σχηματισμό και την κατανομή των δευτερογενών ανόργανων αερολυμάτων (σύζευξη του θερμοδυναμικού μοντέλου ISORROPIA-II με το μοντέλο EPISODE-CityChem) κατατέθηκε προς έγκριση για δημοσίευση το παρακάτω επιστημονικό άρθρο: <https://doi.org/10.5194/egusphere-2023-2798>



6.1.2.2 Χαρτογράφηση και παρακολούθηση της ποιότητας της ατμόσφαιρας σε αστικό περιβάλλον - Δράσεις ευαισθητοποίησης πολιτών

Η απογραφή εκπομπών για την Ελλάδα και την Αττική συνεχίστηκε και το 2023, ενώ ταυτόχρονα στο πλαίσιο παροχής υπηρεσιών αυξήθηκε η ανάλυση πάνω από την ευρύτερη περιοχή του Πειραιά σε χωρική κλίμακα $1 \times 1 \text{ km}^2$ όπως αποτυπώνεται στο ακόλουθο γράφημα ετήσιων εκπομπών $\text{PM}_{2.5}$ (έτος αναφοράς 2019). Την ίδια χρονιά ξεκίνησε η ανάπτυξη του πιλοτικού δικτύου έξυπνων σταθμών FAIRCITY (ATTP4-0360457) στο πλαίσιο έργου που χρηματοδοτείται από το ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΤΤΙΚΗ

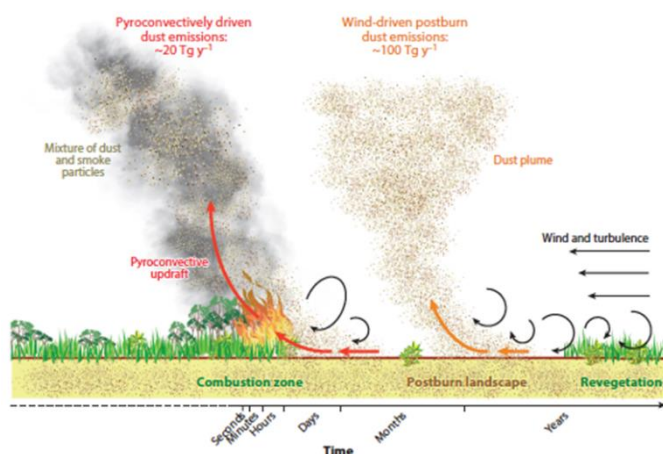


2014-2020 στο πλαίσιο της δράσης «ΣΥΝΕΡΓΕΙΕΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΑΤΤΙΚΗΣ» για τη συνδυαστική παρακολούθηση της ποιότητας αέρα και την παροχή υπηρεσιών έξυπνης πόλης (δωρεάν πρόσβαση στο διαδίκτυο, δωρεάν φόρτιση αμαξιδίων ΑΜΕΑ κ.α.). Το έργο περιλαμβάνει τη δημιουργία πλατφόρμας παροχής στατιστικών δεδομένων και πληροφοριών χρήσης γης καθώς και εκπομπών από τη βάση FEI-GREGAA, που αφορούν στους δήμους της Αττικής στους οποίους θα τοποθετηθούν οι έξυπνοι σταθμοί. Τα δεδομένα παρουσιάζονται προς το ευρύ κοινό μέσω της πλατφόρμας που διαχειρίζεται η ομάδα UESG που είναι συντονιστές του

έργου (<https://uesg.maps.arcgis.com/apps/mapviewer/index.html>) όπως επίσης και από τις οθόνες που είναι ενσωματωμένες στα παγκάκια των έξυπνων σταθμών.

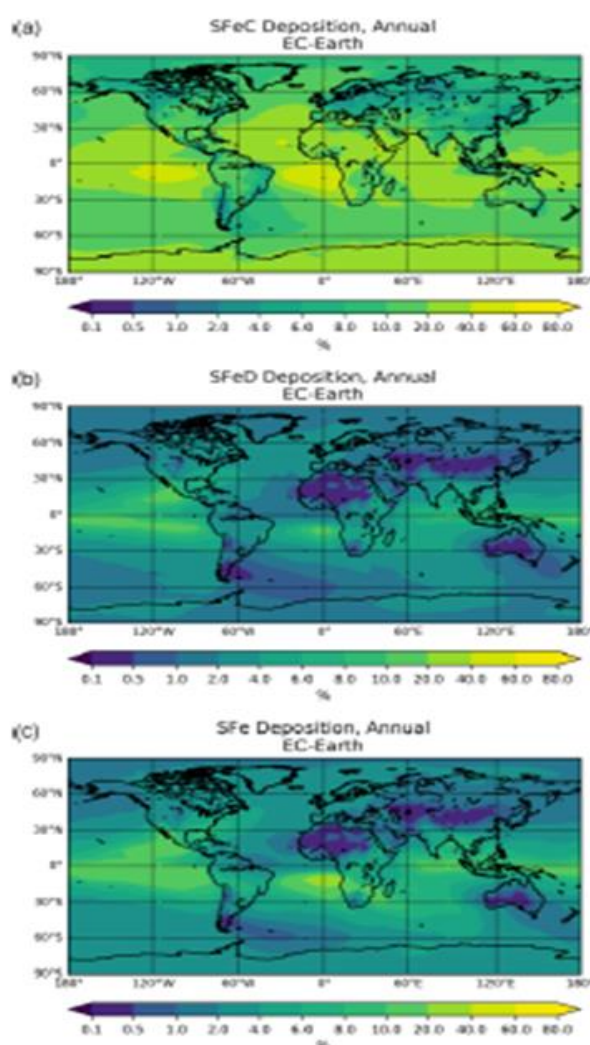
6.1.2.3 ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΛΙΜΑΚΑ

Τα μοντέλα παγκόσμιας κλίμακας TM5-MP και EC-Earth χρησιμοποιούνται από το Ινστιτούτο ως εργαλεία για την κατανόηση των πολύπλοκων μεταβολών του γήινου συστήματος. Το TM5-MP



αναπτύσσεται σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο του Wageningen της Ολλανδίας και το Βασιλικό Ολλανδικό Μετεωρολογικό Ινστιτούτο (KNMI), ενώ το EC-Earth αναπτύσσεται σε συνεργασία με το Υπερυπολογιστικό Ινστιτούτο της Βαρκελώνης (BSC) και το Βασιλικό Ολλανδικό Μετεωρολογικό Ινστιτούτο (KNMI). Το σύνολο των παγκόσμιων προσομοιώσεων με τα παραπάνω μοντέλα, πραγματοποιούνται στο εθνικό υπερ-υπολογιστικό σύστημα της ΕΔΕΤ (ARIS).

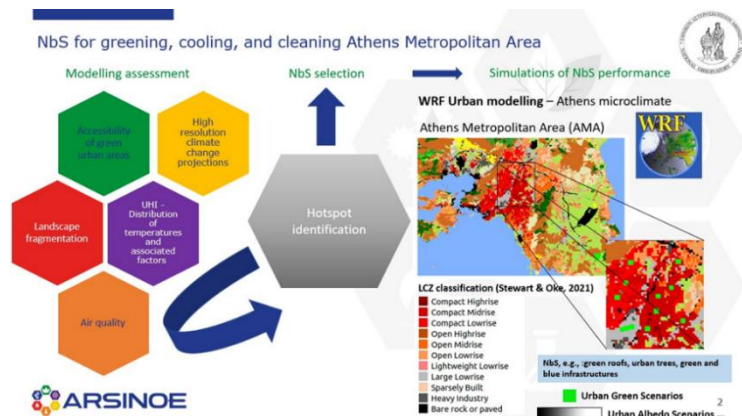
Το ΙΕΠΒΑ είναι μέλος της ομάδας ανάπτυξης του κλιματικού μοντέλου EC-Earth, το οποίο είναι ένα από τα κλιματικά μοντέλα που συμμετέχουν στο έργο Coupled Model Intercomparison Project phase 6 (CMIP6). Κατά το 2022, το Ινστιτούτο δημοσίευσε κλιματική μελέτη με το μοντέλο EC-Earth για την επίδραση των αντιδράσεων πολυφασικής χημείας στον ατμοσφαιρικό κύκλο του σιδήρου ώστε να εκτιμηθεί η επίδρασή τους στην θαλάσσια βιογεωχημεία, δημοσιεύτηκε στο περιοδικό Geoscientific Model Development (<https://doi.org/10.5194/gmd-15-3079-2022>, 2022), ενώ συμμετείχε μαζί με μια διεθνή ομάδα ερευνητών σε ετήσια ανασκόπηση για την σημασία των αέριων αερολυμάτων στην βιογεωχημεία των ωκεανών και συνεπώς στο κλίμα, με βάσει την τρέχουσα γνώση. Η αποτυπώμενη ανασκόπηση δημοσιεύτηκε στο Annual Review of Marine Science (<https://doi.org/10.1146/annurev-marine-031921-013612>, 2022). Τέλος, το 2022 ολοκληρώθηκε από την ομάδα Αστικής Περιβαλλοντικής Βιωσιμότητας η περαιτέρω ανάπτυξη και εμπλουτισμός της χαρτογραφημένης βάσης δεδομένων εκπομπών ρύπων για την Ελλάδα και την Αττική.



6.1.3 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΥΝΕΡΓΕΙΑΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΩΝ ΓΕΩΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΩΝ

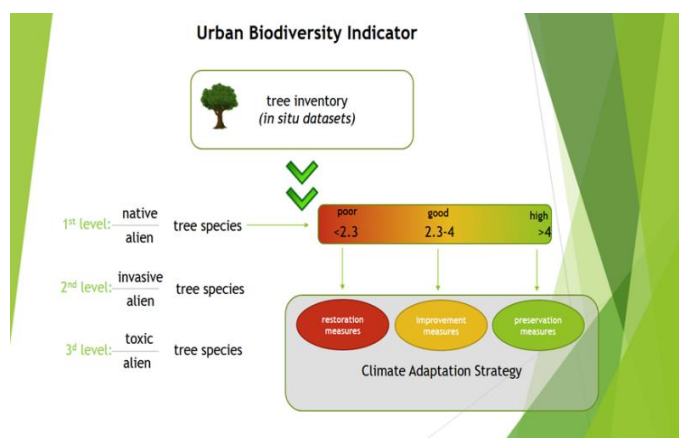
6.1.3.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΛΥΣΕΩΝ ΠΟΥ ΒΑΣΙΖΟΝΤΑΙ ΣΤΗ ΦΥΣΗ (Nature-based Solutions - NbS)

Στο πλαίσιο του έργου ARSINOE (H2020, Green Deal) το ΙΕΠΒΑ (σε συνεργασία με άλλα ινστιτούτα και φορείς) ανέπτυξε ένα ολοκληρωμένο μεθοδολογικό πλαίσιο εφαρμογής και αξιολόγησης της αποτελεσματικότητας λύσεων που βασίζονται στη φύση (NbS – Nature Based Solutions) για την Αθήνα προκειμένου να αντιμετωπιστεί η τρωτότητα και να βελτιωθεί η προσαρμοστικότητα της πόλης, αξιοποιώντας προϊόντα και υπηρεσίες της γεωπαράτηρησης και μικροκλιματικών προσομοιώσεων. Η μεθοδολογική προσέγγιση περιλαμβάνει την χαρτογράφηση των πιο επιβαρυνμένων περιοχών όσον αφορά την αστική θερμική νησίδα, την ατμοσφαιρική ρύπανση, τις κλιματικές παραμέτρους, την προσβασιμότητα στο αστικό πράσινο και τη συνεκτικότητα των προστατευόμενων περιοχών με τη βοήθεια γεωχωρικών αναλύσεων (χωρική μοντελοποίηση και στατιστική) και τη χρήση Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (GIS) για τη συλλογή, τον έλεγχο, την επεξεργασία, την ανάλυση και την οπτικοποίηση περιβαλλοντικών και κοινωνικοοικονομικών δεδομένων. Η τελική αποτίμηση και επιλογή των λύσεων που βασίζονται στη φύση πραγματοποιείται μέσω αριθμητικών προσομοιώσεων αστικής κλίμακας των κλιματικών και ατμοσφαιρικών παραμέτρων (WRF).



6.1.3.2 ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΣΤΙΚΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ

Στο πλαίσιο συμβουλευτικών υπηρεσιών που παρέχει το ΙΕΠΒΑ στον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος (ΕΟΠ - European Environment Agency EEA), προτάθηκαν δείκτες προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή που βασίζονται στη γεωπαράτηρηση. Πιο συγκεκριμένα, αναπτύχθηκαν τρεις δείκτες που αξιολογούν την αστική βιοποικιλότητα μέσω του υπολογισμού της κατανομής των αυτοφυών, ξενικών, χωροκατακτητικών και τοξικών ειδών δέντρων σε μια πόλη, προσφέροντας κρίσιμες πληροφορίες για την σύνθεση μέρους της χλωρίδας στους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων και χάραξης πολιτικής, καθώς και στους ενδιαφερόμενους φορείς της πόλης, με σκοπό τη θέσπιση εξειδικευμένων και αποτελεσματικών στρατηγικών πρωτοβουλιών για την αποκατάσταση, βελτίωση και προστασία της αστικής βιοποικιλότητας, συμβάλλοντας έτσι στην προσαρμογή των πόλεων στην κλιματική αλλαγή. Οι δείκτες αυτοί θα ενσωματωθούν σαν παράδειγμα καλής πρακτικής στην επικείμενη αναφορά του ΕΟΠ σχετικά με την προσαρμογή των πόλεων στην κλιματική αλλαγή.



6.1.3.3 ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Ένα κοινό νήμα διατρέχει τις σχετικές πρωτοβουλίες του Ινστιτούτου, αυτό της κατά το δυνατόν συνέργειας δεδομένων γεωπαρατήρησης (συμπεριλαμβανομένων αριθμ. προσομοιώσεων) και κοινωνικο-οικονομικών δεδομένων για την παραγωγή ανώτερων προϊόντων/υπηρεσιών. Ακολουθώντας τις διεθνείς εξελίξεις, όπως την πρόσφατη Ευρωπαϊκή Οδηγία περί High Value Datasets, που εξισώνει τα παραπάνω δεδομένα, αλλά και τη διαρκή παρότρυνση από το GEO για την ουσιαστική υλοποίηση αυτής της συνέργειας, το Ινστιτούτο διευρύνει τον ορισμό των πλατφορμών γεωπαρατήρησης με την προσθήκη in situ πλατφορμών και επιπλέον χρησιμοποιεί κοινωνικο-οικονομικά δεδομένα σε μια σειρά θεσμικών δράσεων.

Υπό το Ευρωπαϊκό ερευνητικό πρόγραμμα EIFFEL, δεδομένα νοικοκυριού και κατοικίας από την ΕΛΣΤΑΤ χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με δεδομένα από τις υπηρεσίες Copernicus για την ημι-αυτόματη χωροταξική ταξινόμηση κτιρίων βάσει ενεργειακής απόδοσης, ενεργειακής ανάγκης και εκπομπών θερμοκηπικών αερίων. Ομοίως, δεδομένα από Σχέδια Βιώσιμης Αστικής Ανάπτυξης Δήμων σε συνδυασμό με δεδομένα γεωπαρατήρησης, ενισχύουν την εγκυρότητα των εκτιμήσεων εκπομπών θερμοκηπικών αερίων. Σε συνεργασία με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος, το Ινστιτούτο διερευνά καλές πρακτικές σε Ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο όσον αφορά στην καταγραφή επιπτώσεων κλιματικών φαινομένων με δεδομένα μη δορυφορικά, με ετερόκλητες πηγές που περιλαμβάνουν εντεταλμένες αρχές, τον τύπο αλλά και τα social media. Γεωχωρικά δεδομένα που προέρχονται από τη, ΕΛΣΤΑΤ και άλλες κοινωνικο-οικονομικές βάσεις χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με φυσικο-χημικά μοντέλα της ατμόσφαιρας προς παραγωγή ρεαλιστικότερων εκτιμήσεων (στατικών, δυναμικών) της έκθεσης του πληθυσμού σε αέρια ρύπανση. Τέλος, υπηρετώντας τον στόχο Leave No One Behind του Green Deal και την ευρύτερη βιβλιογραφία περί περιβαλλοντικής ισότητας, πολλές εφαρμογές του Ινστιτούτου (όπως η πρόσφατη του Περιφερειακού Σχεδίου Προσαρμογής στην Κλιματική Αλλαγή της Περιφέρειας Αττικής) ενσωματώνουν κοινωνικο-οικονομικά δεδομένα τουλάχιστον σε ότι αφορά την εκτίμηση της τρωτότητας αλλά και στην υποστήριξη του σχεδιασμού δίκαιων και αποδοτικών μέτρων από μεριάς της Πολιτείας.

6.1.3.4 ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ - ΕΠΙΣΗΜΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ

Το Ινστιτούτο πραγματώνει μέσα από τις δράσεις του τη σύμπραξη της γεωπαρατήρησης με το μοντέλο της «Έξυπνης Πόλης». Χαρακτηριστικές δράσεις αποτελούν η συμμετοχή του στην διεθνή πρωτοβουλία του GEO, EO4SDG, και το προαναφερθέν δίκτυο αισθητήρων ποιότητας αέρα. Το τελευταίο μάλιστα έχει χρησιμοποιηθεί τόσο σε επιχειρησιακό επίπεδο όσο και σε ερευνητικό μέσα από το πρόγραμμα GAUSS μαζί με την Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Διαστήματος και την ΕΛΣΤΑΤ. Στο GAUSS διερευνάται ο ρόλος των δεδομένων γεωπαρατήρησης από διάφορες πλατφόρμες στην παραγωγή επίσημων στατιστικών (official statistics). Το Ινστιτούτο, και μέσω του Ελληνικού Γραφείου Γεωπαρατήρησης που φιλοξενεί, παράλληλα με τις ανωτέρω ερευνητικές δράσεις, συνδράμει και στην πολιτική πραγμάτωσή τους συμμετέχοντας με ενεργότατο ρόλο σε διεθνή φόρα όπως το UNGGIM Europe (United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information System) αλλά και σε εθνικό επίπεδο έχοντας συνάψει Μνημόνιο Συνεργασίας με την ΕΛΣΤΑΤ.

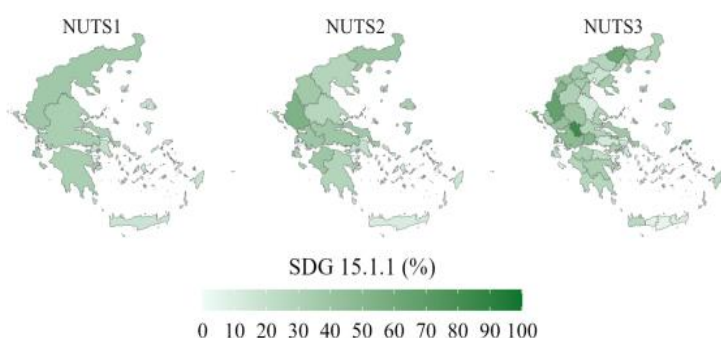
6.1.3.5 ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑ

Η διεθνής πρωτοβουλία με τίτλο «Κλιματικό Παρατηρητήριο Αστικής Κληρονομιάς» (Urban Heritage Climate Observatory – UHCO), η οποία συντονίζεται μέσω του Ελληνικού Γραφείου Γεωπαρατήρησης (Greek GEO Office) που λειτουργεί στο Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, σε συνεργασία με το Κέντρο Παγκόσμιας Κληρονομιάς της UNESCO και την Γραμματεία του GEO, συνεχίζει να αναπτύσσεται επεκτείνοντας τις δραστηριότητές της μέσω της συνεχούς αλληλεπίδρασής της με τα μέλη. Με το πέρας της έρευνας με τίτλο “Selecting Pilot World Heritage Cities”, από την οποία προέκυψαν 18 διαφορετικά αστικά συμπλέγματα, και έχοντας εξασφαλίσει την επικοινωνία με τους αρμόδιους τοπικούς φορείς, θα ακολουθήσει η διερεύνηση της προστιθέμενης αξίας που θα μπορούσε να επιφέρει η Γεωπαρατήρηση στην αποτελεσματική διαχείριση της αστικής κληρονομιάς των τελικών πιλότων / πόλεων. Παράλληλα, δημοσιεύτηκε και το ηλεκτρονικό βιβλίο ([ebook](#)) της UHCO με στόχο την προώθηση και επικοινωνία του οράματος και της στρατηγική της πρωτοβουλίας για τον μετριασμό των κινδύνων της κλιματικής αλλαγής που επηρεάζουν τις πόλεις Παγκόσμιας Κληρονομιάς, αξιοποιώντας δεδομένα, υπηρεσίες και τεχνολογίες Γεωπαρατήρησης. Επιπροσθέτως, η διεθνής πρωτοβουλία UHCO, έχει προχωρήσει στη σύνταξη μιας αναφοράς (σε εξέλιξη) εστιάζοντας στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στις πόλεις Παγκόσμιας Κληρονομιάς της Μεσογείου. Στην αναφορά παρουσιάζεται η υφιστάμενη κατάσταση των μεσογειακών πόλεων, καθώς επίσης και η μελλοντική κατάσταση με βάση κλιματικά μοντέλα πρόβλεψης. Στόχος είναι η ευαισθητοποίηση και κινητοποίηση των αρμόδιων φορέων διαχείρισης της πολιτισμικής κληρονομιάς απέναντι στους κινδύνους της κλιματικής αλλαγής.



6.1.3.6 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΤΩΝ ΣΤΟΧΩΝ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Στο πλαίσιο της συμμετοχής του ΙΕΠΒΑ στο έργο JustReDi (Εθνικό Σχέδιο Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας Ελλάδα 2.0), εκτιμήθηκαν περιβαλλοντικοί δείκτες για την παρακολούθηση της

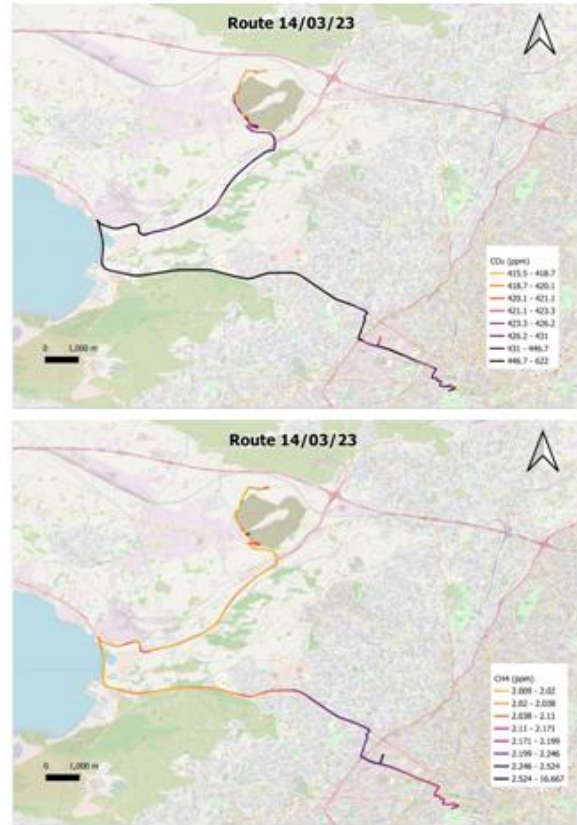


επίτευξης των [Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης](#) (ΣΒΑ) του ΟΗΕ με την χρήση προϊόντων και υπηρεσιών γεωπαρατήρησης. Ειδικότερα, υπολογίστηκαν οι δείκτες 15.1.1 (Μερίδιο δασικής έκτασης) και 11.3.1 (Λόγος ρυθμού κατανάλωσης γαιών προς τον ρυθμό αύξησης του πληθυσμού) τόσο σε εθνικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο περιφερειών και

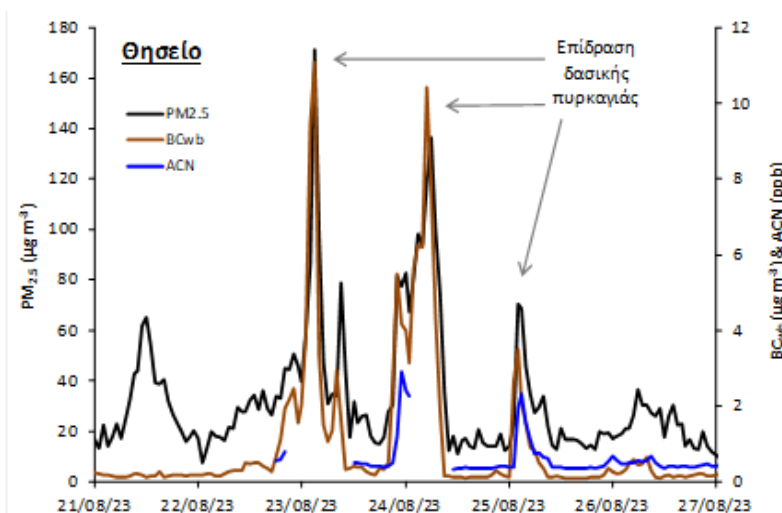
περιφερειακών ενοτήτων (NUTS 1, 2, 3) για διαφορετικά έτη. Οι συγκεκριμένοι δείκτες αντανακλούν την κατάσταση του φυσικού και αστικού περιβάλλοντος σε επίπεδο διατήρησης και αποκατάστασης των δασικών οικοσυστημάτων και διαχείρισης της γης αντίστοιχα. Η διαθεσιμότητα δεδομένων γεωπαρατήρησης σε χρονοσειρές και με αυξημένη χωρική ανάλυση επιτρέπει την αποτελεσματική παρακολούθηση της προόδου προς τους ΣΒΑ, την εφαρμογή στοχευμένων πολιτικών και μέτρων σε τοπικό επίπεδο και την αναπροσαρμογή τους ανάλογα με την πρόοδο που παρατηρείται.

6.1.4 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΕΚΣΤΡΑΤΕΙΕΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Από το τέλος του 2021 και το COP26 η Ελλάδα συνυπέγραψε την παγκόσμια δέσμευση για το μεθάνιο, σύμφωνα με την οποία 155 χώρες συμφωνούν να αναλάβουν εθελοντικές δράσεις για να συμβάλουν σε μια συλλογική προσπάθεια μείωσης των παγκόσμιων εκπομπών μεθανίου τουλάχιστον κατά 30 τοις εκατό από τα επίπεδα του 2020 έως το 2030. Καθώς μια από τις μεγαλύτερες πηγές εκπομπής μεθανίου είναι η διαχείριση αποβλήτων, κατά την διάρκεια του 2023 πραγματοποιήθηκαν προκαταρκτικές διαδρομές χαρτογράφησης πηγών των θερμοκηπικών αερίων στο λεκανοπέδιο της Αττικής με έμφαση σε περιοχές υψηλών αναμενόμενων εκπομπών όπως π.χ. ο ΧΥΤΑ των Άνω Λιοσίων και βασικές οδικές αρτηρίες. Τα επίπεδα που μετρήθηκαν συγκρίθηκαν και με τις τιμές υποβάθρου από τον Σταθμό Παρακολούθησης Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης στο Θησείο. Όσον αφορά τα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) είναι εμφανές ότι πολύ υψηλές συγκεντρώσεις παρουσιάζονται σε κεντρικές οδικές αρτηρίες όπως η Λεωφ. Αθηνών και Περιφ. Αιγιάλεω όπου κινούνται και οχήματα βαρέως τύπου. Όσον αφορά το μεθάνιο (CH_4) υψηλές συγκεντρώσεις παρατηρούνται στην περιοχή του Ελαιώνα όπου και βρίσκονται σημεία στα οποία το αέριο μεταφέρεται από έναν αγωγό μεταφοράς στο τοπικό δίκτυο διανομής (citygates) αλλά και κατάντη του ΧΥΤΑ (σημειακή πηγή).



Στο πλαίσιο μετρήσεων στοχευμένων ρύπων εντάσσεται και η διευρυμένη καμπάνια συνεχών μετρήσεων σε πραγματικό χρόνο από το καλοκαίρι του 2023, πτητικών οργανικών ενώσεων μέσω αυτόματου φασματογράφου μάζας με αρχή λειτουργίας αντίδραση πρωτονίων και τετραπολικό ανιχνευτή στον Σταθμό Παρακολούθησης Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης του ΙΕΠΒΑ στο Θησείο. Στόχο



αποτελεί η διερεύνηση των επιπέδων, των πηγών εκπομπής και του ρόλου των πτητικών οργανικών ενώσεων στις ατμοσφαιρικές διεργασίες. Η συνεισφορά της συγκεκριμένης τεχνικής αναδείχθηκε τον Αύγουστο του 2023 κατά τη διάρκεια της πυρκαγιάς στην Πάρνηθα. Ιχνηθέτες διεργασιών καύσεων όπως το ακετονιτρίλιο (ACN) παρουσίασαν ίδια μεταβολή με τους σωματιδιακούς ρύπους, γεγο-

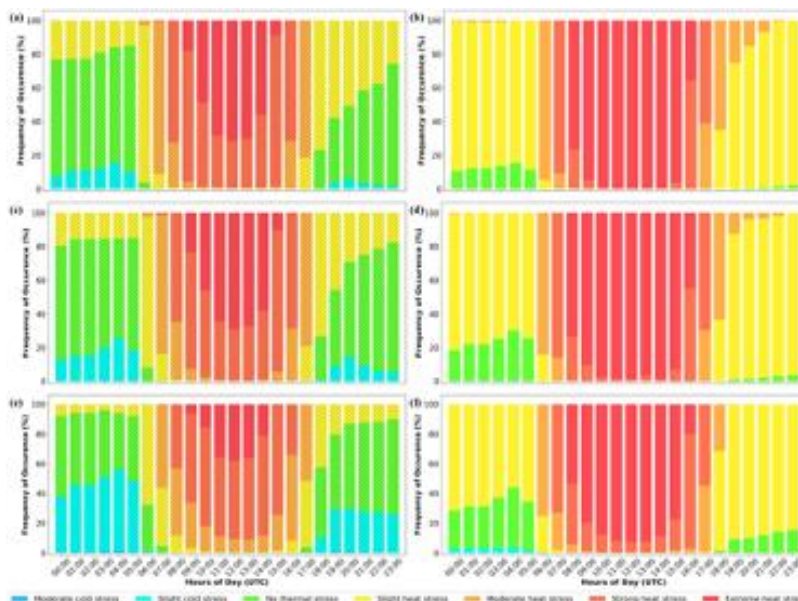
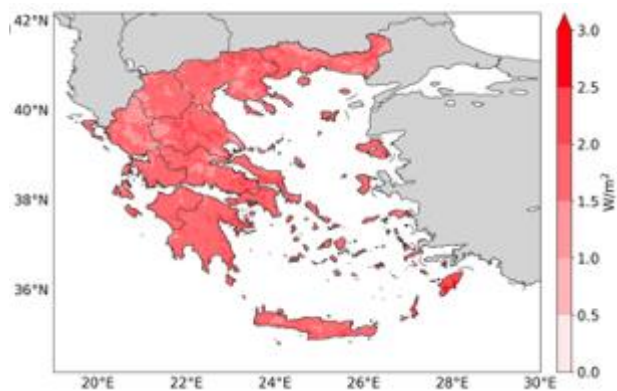
νός που θα επιτρέψει την επέκταση της εφαρμογής μοντέλων απόδοσης πηγών.

6.2 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ

6.2.1 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΓΝΩΣΗ ΚΑΙΡΟΥ

6.2.1.1 ΜΕΛΕΤΗ ΦΥΣΙΚΩΝ, ΔΥΝΑΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ

Απόδοση ακραίων καιρικών φαινομένων στην κλιματική αλλαγή: Αναλύθηκε το ακραίο κύμα καύσωνα Ιουλίου/ Αυγούστου 2021 (JA2021HW) στην Ελλάδα στο πλαίσιο της άμεσης επίδρασης των ανθρωπογενών αέριων θερμοκηπίου. Για τη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα επανανάλυσης και παρατηρήσεις 11 ετών από το πυκνό δίκτυο σταθμών της μονάδας Meteo. Η επίδραση των συγκεντρώσεων αερίων του θερμοκηπίου στο εξεταζόμενο ακραίο γεγονός, όσον αφορά ένταση και πιθανότητα εμφάνισης του κύματος καύσωνα, εξετάζεται με χρήση του μοντέλου WRF και τη μεθοδολογία μοντελοποίησης πολλαπλών δειγμάτων (31 ensemble members). Μοντελοποιήθηκε το γεγονός με τις τρέχουσες συγκεντρώσεις (GHG) (GHG_2021 ENS), καθώς και με συγκεντρώσεις μειωμένες στο επίπεδο της προβιομηχανικής εποχής. Τα αποτελέσματα δείχνουν τη συμβολή των αυξημένων συγκεντρώσεων GHG στην ένταση του φαινομένου στη Δυτική και Νότια ηπειρωτική και νησιωτική Ελλάδα, η οποία μπορεί να είναι σημαντική στο πλαίσιο των επιπτώσεων στην ανθρώπινη υγεία από ακραίες θερμοκρασίες. (<https://doi.org/10.1002/asl.1191>). Το γράφημα αποτυπώνει την ακτινοβολία μεγάλου κύματος ως τη μέση διαφορά του πολλαπλού δείγματος μεταξύ των προσομοιώσεων με τρέχουσες και μειωμένες σε προβιομηχανικά επίπεδα συγκεντρώσεις.

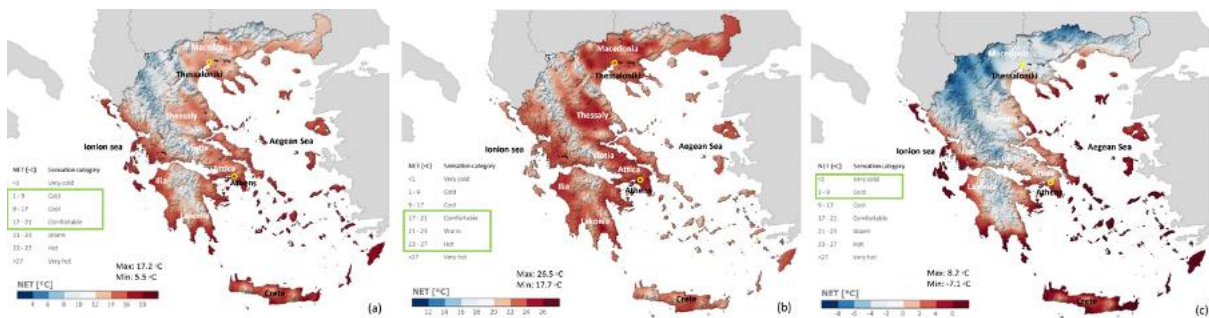


Το ακραίο κύμα καύσωνα Ιουλίου-Αυγούστου 2021 στην αστική περιοχή της Αθήνας: Πραγματοποιήθηκε ατμοσφαιρική και ανθρωπο-βιομετεωρολογική ανάλυση αξιοποιώντας αριθμητική μοντελοποίηση εξαιρετικά υψηλής ανάλυσης και το πλαίσιο της τοπικής κλιματικής ζώνης. Στην μελέτη, χρησιμοποιείται ένα σύστημα αριθμητικής μοντελοποίησης πολλαπλής κλίμακας για την ανάλυση του αστικού κλίματος και της θερμικού βιοκλίματος στην αστική

περιοχή της Αθήνας κατά τη διάρκεια της εκδήλωσης ενός σημαντικού κύματος καύσωνα. Το σύστημα αποτελείται από το μοντέλο WRF, το προηγμένο αστικό σχήμα παραμετροποίησης BEP/BEM (Building Energy Parameterization/ Building Energy Model), το ανθρωπο- βιομετεωρολογικό μοντέλο RayMan Pro και ενσωματώνει το σύστημα ταξινόμησης τοπικής κλιματικής ζώνης (LCZ)

(<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159300>). Στην σχετική δημοσίευση παρουσιάζονται διαγράμματα θερμικού βιοκλίματος (δείκτης mPET) στις νότιες (a, b), τις κεντρικές (c, d) και τις βόρειες (e, f) περιοχές της Αττικής υπό συνθήκες μη καύσωνα (a, c, e) και καύσωνα (b, d, f).

Μελέτη του βιοκλίματος στην Ελλάδα: Στο πλαίσιο του έργου BIOMETEO-GR μελετήθηκαν οι βιοκλιματικές συνθήκες στην Ελλάδα. Στο πρώτο βήμα, εξετάσαμε την αποτελεσματικότητα ευρέως χρησιμοποιούμενων δεικτών στην ποσοτικοποίηση του θερμικού περιβάλλοντος για επιχειρησιακές εφαρμογές για να βρούμε τον κατάλληλο δείκτη για χρήση στη μελέτη μας. Εξετάστηκαν οκτώ δείκτες (έξι απλοί και δύο θερμοφυσιολογικοί): Apparent Temperature, Heat Index, Humidex, Net Effective Temperature (NET), Physiologically Equivalent Temperature (PET), Universal Thermal Climate Index (UTCI), Wet-Bulb Globe Temperature και Wind Chill Temperature. Οι δείκτες NET και UTCI θεωρήθηκαν ότι ικανοποιούν επαρκώς τις απαιτήσεις για επιχειρησιακή χρήση και συμμετείχαν στην περαιτέρω ανάλυση. Μελετήθηκε η χωρική κατανομή των NET και UTCI στην Ελλάδα για τον καθορισμό γεωγραφικών διαφοροποιήσεων και την παροχή ανάλυσης των χωρικών προτύπων και των ιδιοσημιωτήτων της θερμικής αίσθησης και της μεταβλητότητας του θερμικού στρες. Στο ακόλουθο γράφημα παρουσιάζεται η χωρική κατανομή της μέσης ημερήσιας (α) μέσης, (β) μέγιστης τιμής του δείκτη NET των θερινών μηνών (Ιούνιος, Ιούλιος και Αυγούστου) και (γ) ελάχιστης χειμερινής (Δεκέμβριος, Ιανουάριος και Φεβρουάριος) από το 1991 έως το 2020.



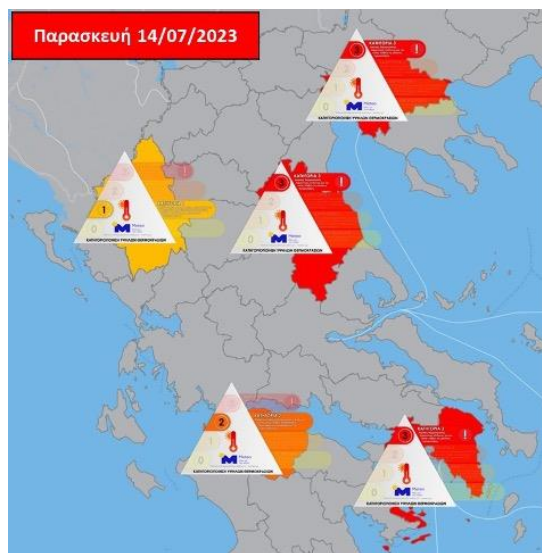
6.2.1.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΕΚΣΤΡΑΤΕΙΕΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Στο πλαίσιο του έργου Climpract πραγματοποιούνται δράσεις που συντονίζει η μονάδα METEO και αφορούν στη συστηματική και πειραματική παρακολούθηση του αστικού περιβάλλοντος της Αθήνας της Θεσσαλονίκης και του Ηρακλείου. Το έργο & η συγκεκριμένη δράση ξεκίνησαν το 2023 και έχει πραγματοποιηθεί ήδη η πρώτη πειραματική καμπάνια μετρήσεων με τη διάταξη MeteoOnWheels (MOW) κατά τη διάρκεια του καύσωνα στις 24/7/2023. Τα δεδομένα αυτά αναλύονται σε συνδυασμό με τις αστικές κλιματικές ζώνες ενώ πληρέστερη καμπάνια προγραμματίζεται για το 2024. Στο πλαίσιο του έργου πραγματοποιούνται επίσης προσομοιώσεις υψηλής ανάλυσης με το μοντέλο WRF με σκοπό την αποτύπωση της αστικής θερμικής νησίδας.



6.2.2 ΕΓΚΑΙΡΗ ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΑΚΡΑΙΩΝ ΚΑΙΡΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ

Κατηγοριοποίηση υψηλών θερμοκρασιών για 6 πόλεις στην Ελλάδα: Η μονάδα ΜΕΤΕΟ του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ), με τη χρηματοδότηση του Arsht-Rock Resilience Center, ανέλαβε την ανάπτυξη συστήματος έγκαιρης προειδοποίησης για συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών για 6 μεγάλες πόλεις της χώρας: Αθήνα, Θεσσαλονίκη, Λάρισα, Ιωάννινα, Πάτρα και Ηράκλειο. Ο στόχος του έργου είναι να αναλύσει ιστορικά δεδομένα καιρού και δεδομένα ημερήσιας θνησιμότητας για να διευκολύνει την αναδρομική ανάλυση που απαιτείται για τη δημιουργία αλγορίθμων συστημάτων προειδοποίησης με βάση την υγεία. Η κατηγοριοποίηση των ημερών με υψηλές θερμοκρασίες παρέχεται μέσω του www.meteo.gr. Το σύστημα κατηγοριοποίησης βασίζεται σε έναν αλγόριθμο για την πρόβλεψη των επιπτώσεων των επόμενων ημερών με υψηλές θερμοκρασίες στην υγεία των κατοίκων των έξι πόλεων. Ο αλγόριθμος λαμβάνει υπόψη, εκτός από τη θερμοκρασία, και άλλες παραμέτρους που επηρεάζουν την ανθρώπινη θερμική αίσθηση, όπως η υγρασία και ο άνεμος. Η κατηγοριοποίηση περιλαμβάνει τέσσερις κατηγορίες κατάταξης (0-1-2-3). Το σύστημα είναι ήδη σε λειτουργία και για την αξιοποίησή του έχει συναφθεί συνεργασία με τον Ελληνικό Ερυθρό Σταυρό και το ελληνικό γραφείο της Διεθνούς Ομοσπονδίας Ερυθρού Σταυρού και Ερυθράς Ημισελήνου (IFRC). Το γράφημα παρουσιάζει την κλίμακα κατηγοριοποίησης υψηλών θερμοκρασιών και προειδοποιήσεις για τις 14/7/2023.



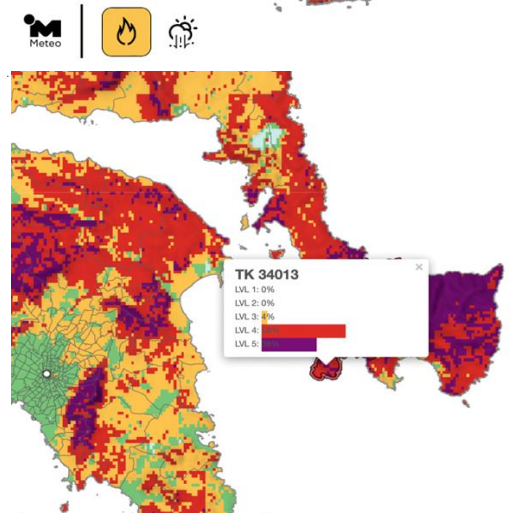
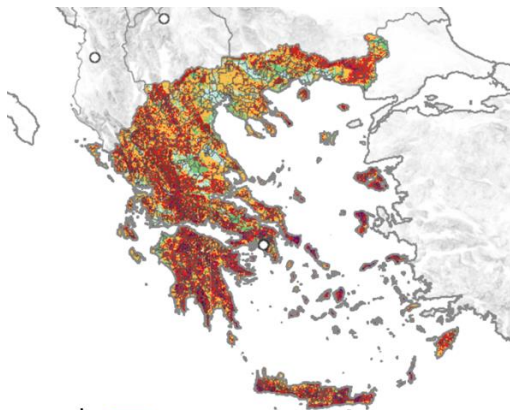
Χωροχρονική ανάλυση των χαρακτηριστικών κυμάτων καύσωνα στην Ελλάδα (1950 – 2020): Μελετήθηκε η μεταβλητότητα δεικτών καύσωνα με δεδομένα επανάλυσης (ERA5-Land) για την περίοδο 1950–2020 για την περιοχή της Ελλάδας. Ως καύσωνες ορίστηκαν οι περίοδοι όπου δύο κατώφλια, (του τροποποιημένου δείκτη Excessive Heat Factor (EHF) και του 95ο εκατοστημόριου της μέγιστης ημερήσιας θερμοκρασίας), ξεπερνούνται για τουλάχιστον τρεις συνεχόμενες ημέρες. Η Ελλάδα βιώνει σχεδόν 0,7 καύσωνες ετησίως κατά μέσο όρο σε όλη την περίοδο, ενώ αυτή η τιμή έχει αυξηθεί κατά ~80% από το 1990. Η ανάλυση τάσης αποκάλυψε ότι οι καύσωνες έχουν γίνει πιο συχνοί, μεγαλύτερης διάρκειας και έντασης από το 1950. Το ποσοστό της έκτασης που βιώνει τουλάχιστον ένα καύσωνα ετησίως σχεδόν διπλασιάστηκε την εξεταζόμενη περίοδο. Αυξητική τάση εντοπίστηκε στον αριθμό καυσώνων που σημειώθηκαν τον Ιούνιο. (<https://doi.org/10.3390/cli11010005>).

Έχει αναπτυχθεί και λειτουργεί σε επιχειρησιακή βάση ένα ολοκληρωμένο σύστημα καταγραφής μετρήσεων βροχόπτωσης και ανέμου στην ευρύτερη περιοχή της Αττικής με το κινητό μετεωρολογικό ραντάρ του ΕΑΑ (XPOL), εντοπισμού αστραπών με υψηλή χωροχρονική ακρίβεια με ένα νέο δίκτυο ανιχνευτών αστραπών (LDN) που καλύπτει ειδικά την περιοχή της Ελλάδας, και ενσωμάτωσης των δεδομένων στο μετεωρολογικό μοντέλο Weather Research and Forecasting (WRF) για βραχυπρόθεσμη (3-6 ώρες) πρόγνωση με αυξημένη ακρίβεια έντονων καιρικών φαινομένων στην ευρύτερη περιοχή της Αττικής. Το μετεωρολογικό ραντάρ είναι εγκατεστημένο στο Αστεροσκοπείο στην Παλαιά Πεντέλη, όπου λειτουργεί όταν δεν συμμετέχει σε ερευνητικά προγράμματα σε άλλες περιοχές, ενώ η γεωμετρία των θέσεων των αισθητήρων του δικτύου LDN εξασφαλίζει ακριβείς εντοπισμούς αστραπών σε όλη την Ελλάδα. Τα δεδομένα του μετεωρολογικού ραντάρ εισάγονται σε πραγματικό χρόνο στο σύστημα αφομοίωσης δεδομένων (data assimilation) του μοντέλου WRF και

στη συνέχεια παράγεται βραχυπρόθεσμη πρόγνωση (nowcast) για την ευρύτερη περιοχή της Αθήνας. Στο άμεσο μέλλον θα αφομοιώνονται στο μοντέλο και τα δεδομένα εντοπισμού αστραπών. Τα δεδομένα και η πρόγνωση της βροχόπτωσης και του ανέμου σε ύψος 10 μ. από την επιφάνεια μέχρι 6 ώρες στο μέλλον παρουσιάζονται σε επιχειρησιακή βάση σε διαδραστική ιστοσελίδα (<https://nowcast.meteo.noa.gr>) που ανανεώνεται κάθε 3 ώρες, ενώ τα δεδομένα παρουσιάζονται σε σχεδόν πραγματικό χρόνο. Επιπλέον, σε συνεργασία με άλλους ερευνητικούς φορείς στην Ελλάδα (Δημοκρίτειο Πολυτεχνείο Θράκης) και της Ιταλίας (Πανεπιστήμιο της Καλαβρίας) αναπτύσσεται ένα ολοκληρωμένο σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης αιφνιδίων πλημμυρικών φαινομένων σε αστικό περιβάλλον και σε επίπεδο ανάλυσης δρόμου (χωρική ανάλυση λίγων τετραγωνικών μέτρων), χρησιμοποιώντας χάρτες βροχόπτωσης υψηλής ανάλυσης από τις μετρήσεις του κινητού μετεωρολογικού ραντάρ του ΕΑΑ και της βραχυπρόθεσμης πρόγνωσης σαν είσοδο σε υδροδυναμικά-υδρολογικά μοντέλα που τρέχουν σε υπερυπολογιστές. Το σύστημα θα μπορεί να λειτουργεί σε επιχειρησιακή βάση και να παρέχει ακριβείς προγνώσεις ύψους και ταχύτητας ροής του νερού με χρόνο προειδοποίησης 1-2 ώρες, που αποτελούν πολύτιμες πληροφορίες για τις υπηρεσίες πολιτικής προστασίας.

6.2.3 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΕΙΚΤΩΝ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΚΑΙ ΧΑΛΑΖΙΟΥ

Αναπτύχθηκαν δείκτες κινδύνου για δασική πυρκαγιά και χαλάζι στη ελληνική επικράτεια και σε ανάλυση 500m x 500m. Ο κίνδυνος δασικής πυρκαγιάς, Fire Risk Index (FRI), υπολογίστηκε με τη μαθηματική μέθοδο Analytic Hierarchy Process (AHP), συνυπολογίζοντας παραμέτρους σχετικών με τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά (υψόμετρο, κλίση εδάφους, προσανατολισμός), τη χρήση γης (wildland-urban-interface), τις κλιματικές συνθήκες (Καναδικός πυρομετεωρολογικός δείκτης, CFWI),



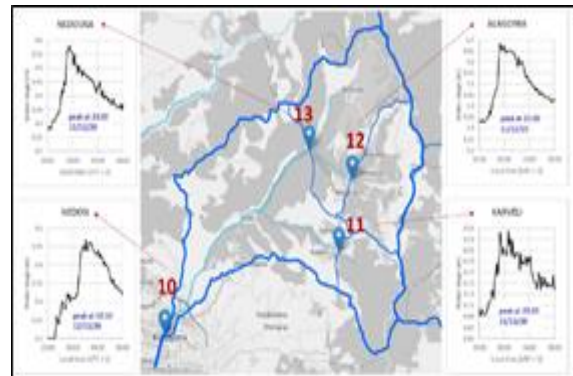
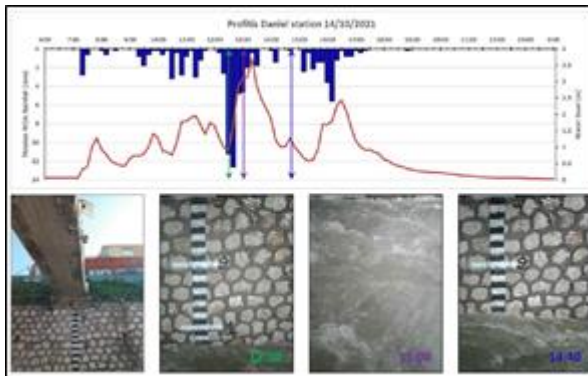
την καύσιμη ύλη και το ιστορικό δασικών πυρκαγιών. Ο κίνδυνος εκδήλωσης χαλαζοπτώσεων, Hail Risk Index (HRI), στην Ελλάδα υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας δεδομένα από το αριθμητικό μοντέλο ECMWF Reanalysis v5 (ERA5) του Ευρωπαϊκού Κέντρου Μεσοπρόθεσμων Προγνώσεων και καταγραφές κεραυνών από το σύστημα ανίχνευσης ηλεκτρικών εκκενώσεων ZEUS του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών/meteo.gr, μειώνοντας έτσι σημαντικά το σφάλμα εντοπισμού καταιγίδων στον ελλαδικό χώρο. Ο υπολογισμός του δείκτη HRI περιλαμβάνει την κατακόρυφη ολοκλήρωση ατμοσφαιρικών παραμέτρων (θερμοκρασίας, υγρασίας, ανέμου, επιφανειακής ατμοσφαιρικής πίεσης) σε 37 επίπεδα, και σε ένα επιπλέον που αντιστοιχεί στο έδαφος. Η μεθοδολογία περιλαμβάνει την εκτίμηση της έντασης των καταιγίδων, όπως τη Δυνητικά Διαθέσιμη Ενέργεια Κατακόρυφης Κίνησης Μεταφοράς (CAPE) σε συνδυασμό με την κατακόρυφη διάτμηση του ανέμου, καθώς και για την εκτίμηση της μέγιστης διαμέτρου του χαλαζιού βάσει στατιστικών μοντέλων που βασίζονται στην ανάλυση παλινδρόμησης μεταξύ ατμοσφαιρικών παραμέτρων και της δυνητικής διαμέτρου του χαλαζιού που μπορεί να φτάσει στο έδαφος.

6.2.4 ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΑΣ

Βασικό εργαλείο στην υδρολογική έρευνα είναι η μαθηματική προσομοίωση, υποστηριζόμενη από κατάλληλες υδρομετεωρολογικές, υδρογεωλογικές και βιογεωχημικές παρατηρήσεις. Κατά το 2023 η ομάδα Υδρολογίας του ΙΕΠΒΑ (<http://hydronoa.gr/>), εμβαθύνοντας τις εσωτερικές συνεργασίες στο ΙΕΠΒΑ και διευρύνοντας τις διεθνείς της συνεργασίες, δημοσίευσε ερευνητικό έργο στα πεδία της επιφανειακής υδρολογίας, με έμφαση στην καινοτομία κατά την ανάπτυξη υδρο-τηλεμετρικών δικτύων και του υπολογισμού παροχών ποταμών, στην υδρολογική μοντελοποίηση και την μηχανική μάθηση, ενώ ξεκίνησε νέες διεθνείς συνεργασίες στο πεδίο της υπόγειας υδρολογίας.

6.2.4.1 ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ

Στην εργασία <https://doi.org/10.3390/hydrology10010019> παρουσιάστηκε και περιγράφηκε το *HYDRONET*, ένα πρωτότυπο τηλεμετρικό δίκτυο παρακολούθησης ροής ποταμών στην ελληνική επικράτεια, όπου τέτοια δεδομένα είναι αραιά. Το *HYDRONET* παρέχει δωρεάν και σχεδόν σε πραγματικό χρόνο διαδικτυακή πρόσβαση στα δεδομένα των σταθμών του. Οι καινοτομίες του συνοψίζονται στα εξής: (α) απαρτίζεται και από εμπορικούς και από εσωτερικά σχεδιασμένους και κατασκευασμένους τηλεμετρικούς σταθμούς, με πρόσθετες ιδιότητες και ενεργειακή εξοικονόμηση, η κατασκευή των οποίων μείωσε το κόστος εξοπλισμού κατά περίπου 50% και (β) με την ανάπτυξη και εφαρμογή μιας νέας μεθόδου μέγιστης εντροπίας για την εκτίμηση της παροχής ποταμού από τις παρατηρήσεις επιφανειακής ταχύτητας, οι εργασίες των υδρομετρικών εκστρατειών μειώθηκαν. Στην παρακάτω εικόνα αριστερά, φαίνεται ο κατασκευασμένος από το ΙΕΠΒΑ/ΕΑΑ σταθμός στον Προφήτη Δανιήλ, το υδρογράφημα του επεισοδίου βροχής 14/10/2021 και αυτόματες φωτό της κοίτης του. Η δυνατότητα του *HYDRONET* να παρέχει υπηρεσίες πολιτικής προστασίας καταδεικνύεται μέσω επιδεικτικής πρόγνωσης πλημμύρας για το κέντρο της πόλης της Καλαμάτας (δεξιά στην εικόνα).



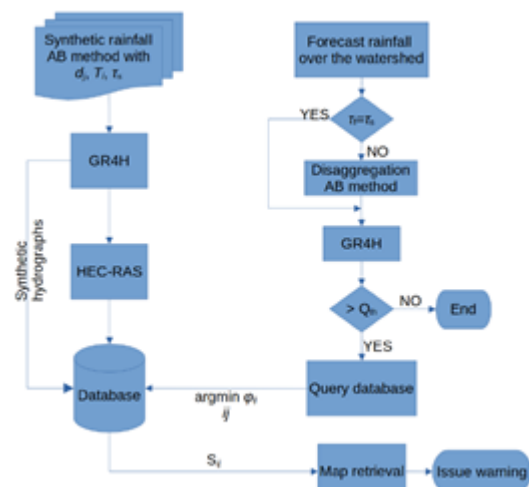
6.2.4.2 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ

Η Μάνδρα γνώρισε τον Νοέμβριο του 2017 μια καταστροφική πλημμύρα με σημαντικές απώλειες ζωής. Παρουσιάστηκε στην εργασία αυτή υβριδικό σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης πλημμυρών (online-offline) που αναπτύχθηκε για την πόλη της Μάνδρας, το οποίο μπορεί να εφαρμοστεί σε λεκάνες απορροής ποταμών, των οποίων το μικρό μέγεθος απαιτεί ταχεία αντίδραση για αποτελεσματική προειδοποίηση για επερχόμενη πλημμύρα, και όπου τα υδρομετρικά δεδομένα είναι ελλιπή.

Για την αντιμετώπιση του πρώτου ζητήματος, δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων με προ-προσομοιωμένα πλημμυρικά γεγονότα από ένα 2-D υδροδυναμικό μοντέλο που αντιστοιχεί σε συνθετικές κατακρημνίσεις με διαφορετικές περιόδους επιστροφής. Όσον αφορά την έλλειψη υδρομετρικών δεδομένων, το υδρολογικό μοντέλο βαθμονομήθηκε βάσει ποιοτικών πληροφοριών που συλλέχθηκαν μετά την πλημμύρα. Χρησιμοποιώντας προ-προσομοιωμένα γεγονότα και ποιοτικές πληροφορίες, το σύστημα παρέχει πολύτιμες πληροφορίες για την πρόβλεψη πλημμυρών και βοηθά στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων.

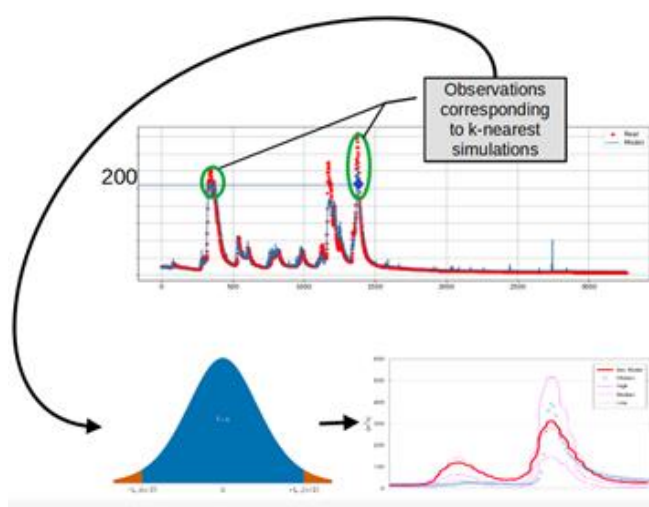
<https://doi.org/10.3390/hydrology10100203>. Αυτή η

προσέγγιση μπορεί να εφαρμοστεί σε άλλες παρόμοιες τοποθεσίες με περιορισμένη διαθεσιμότητα δεδομένων, συμβάλλοντας σε βελτιωμένες στρατηγικές διαχείρισης πλημμυρών και ενίσχυση της ανθεκτικότητας των περιοχών.



6.2.4.3 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ & ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΗΝ ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ

Η μηχανική μάθηση έχει χρησιμοποιηθεί σε υδρολογικές εφαρμογές για δεκαετίες και πρόσφατα, αποδείχθηκε ότι είναι πιο αποτελεσματική από τις εξελιγμένες τεχνικές μοντελοποίησης που βασίζονται σε φυσική κατάσταση. Άλλα και σε υβριδικά πλαίσια που συνδυάζουν υδρολογικά μοντέλα και μοντέλα μηχανικής μάθησης. Η ιδέα πίσω από το τελευταίο είναι η χρήση της μηχανικής μάθησης ως φίλτρου που προάγει την απόδοση του υδρολογικού μοντέλου. Σε αυτή τη μελέτη, η μηχανική μάθηση χρησιμοποιήθηκε ως εργαλείο για την ανάλυση του σφάλματος των



υδρολογικών μοντέλων σε μια προσπάθεια κατανόησης της πηγής και των χαρακτηριστικών των σφαλμάτων συστηματικής μοντελοποίησης. Τρία υδρολογικά μοντέλα εφαρμόστηκαν σε τρεις διαφορετικές περιπτώσιολογικές μελέτες. Τα αποτελέσματα των μοντέλων αναλύθηκαν με ένα επαναλαμβανόμενο νευρωνικό δίκτυο και με τον αλγόριθμο k-πλησιέστερων γειτόνων. Τα περισσότερα από τα συστηματικά σφάλματα εντοπίστηκαν, αλλά ορισμένοι τύποι αυτών, συμπεριλαμβανομένων των συστηματικών σφαλμάτων υπό όρους, δεν ανιχνεύθηκαν, οδηγώντας σε υπερεκτίμηση της εμπιστοσύνης ορισμένων, εσφαλμένα προσομοιωμένων, τιμών. Αυτό είναι ένα ζήτημα που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη όταν χρησιμοποιείται η μηχανική μάθηση ως φίλτρο σε υβριδικά δίκτυα. Η απλή τεχνική, που αναπτύχθηκε στην εργασία <https://doi.org/10.3390/hydrology10020049>, του συνδυασμού των προσομοιώσεων δύο ή περισσότερων υδρολογικών μοντέλων, καθιστά τα συστηματικά σφάλματα πιο ανιχνεύσιμα στα μοντέλα μηχανικής μάθησης.

6.2.4.4 ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

Κατά το 2023 ξεκίνησε συνεργασία με την *British Geological Survey*, με τους Ερευνητές Dr. A.G. Hughes, Dr. V. Christelis και Dr. J.Al-Jawad, *Ομάδα Υπογείων Υδάτων*. Θα διερευνηθεί η εφαρμογή μοντελοποίησης βάσει δεδομένων για την αντιμετώπιση του αυξημένου υπολογιστικού κόστους που σχετίζεται με την προσομοίωση ροών μεταβλητής πυκνότητας, κυρίως σε παράκτιους υδροφορείς. Σκοπός της συνεργασίας είναι να εντοπιστούν κατάλληλες τεχνικές που θα μπορέσουν να εφαρμοστούν και σε προσομοιώσεις, πλούσιων σε λίθιο, άλμων που υπάρχουν σε υπερ-αλμυρές λίμνες (salars). Συνεχίζεται επίσης, η συνεργασία με το Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής για την υδρομηχανική ανάλυση υδρομετρικών προβλημάτων και τον αλγεβρικό υπολογισμό της ειδικής αποθηκευτικότητας σε υπόγειους υδροφορείς.

6.2.5 ΠΥΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ

Η πυρομετεωρολογική ομάδα FLAME υλοποιεί βασική και εφαρμοσμένη έρευνα υψηλού αντίκτυπου για την προώθηση της κατανόησης των ακραίων πυρομετεωρολογικών συνθηκών και της επίδρασης τους στην εκδήλωση και συμπεριφορά των δασικών πυρκαγιών. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, η ομάδα εστιάζει στην ανάπτυξη νέων προγνωστικών εργαλείων και υπηρεσιών για την υποστήριξη χάραξης ασφαλέστερων και περισσότερο αποδοτικών στρατηγικών διαχείρισης και καταστολής των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα και την Ευρώπη. Γενικότερα, η έρευνα της πυρομετεωρολογικής ομάδας FLAME αποσκοπεί στην μεταστροφή από το δόγμα της καταστολής σε αυτό της πρόληψης, προωθώντας την επιστημονικά τεκμηριωμένη διαχείριση των συμβάντων και τη λήψη αποφάσεων που λαμβάνει υπόψη της τη διακινδύνευση. Τα ειδικότερα ερευνητικά πεδία δραστηριοποίησης της πυρομετεωρολογικής ομάδας FLAME περιλαμβάνουν:

6.2.5.1 ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥ ΚΑΙΡΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΚΛΙΜΑΤΟΣ ΣΤΙΣ ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ

Εντός του 2023, η ομάδα ολοκλήρωσε τον καθορισμό των πρωτότυπων πυρομετεωρολογικών τύπων δασικών πυρκαγιών της Ελλάδας, μία συλλογή συνοπτικών τύπων καιρού, με τον κάθε ένα από αυτούς να αντιστοιχεί σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο επικινδυνότητας εκδήλωσης και εξάπλωσης πυρκαγιάς. Επιπροσθέτως, η ομάδα ολοκλήρωσε την μελέτη της εκδήλωσης ακραίων πυρομετεωρολογικών συνθηκών σε ευρωπαϊκή κλίμακα, αναδεικνύοντας πιθανές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Τα αποτελέσματα και των δύο αυτών μελετών παρουσιάστηκαν με επιτυχία στο IX International Conference on Forest Fire Research, το Νοέμβριο του 2022.

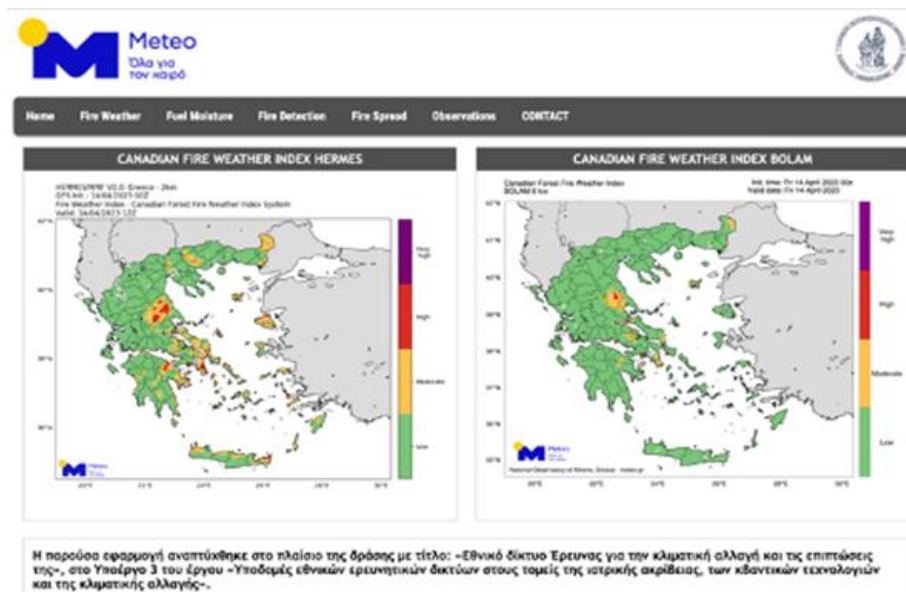
6.2.5.2 ΕΓΚΑΙΡΗ ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗ ΓΙΑ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΕΣ ΠΥΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Εντός του 2023, η ομάδα προχώρησε στην ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου συστήματος πληροφόρησης και έγκαιρης προειδοποίησης σχετικά με τις πυρομετεωρολογικές συνθήκες σε Ελλάδα και Ευρώπη. Το πλήρως λειτουργικό, σήμερα, σύστημα είναι ελεύθερα προσβάσιμο από τις

ακόλουθες διευθύνσεις: <https://fireweather.eu/firescope/> & <http://stratus.meteo.noa.gr/firescope>. Παράλληλα, η ομάδα ξεκίνησε την καθημερινή έκδοση χαρτών πυρομετεωρολογικής επικινδυνότητας για την Ελλάδα, προχωρώντας επίσης σε έκτακτες πυρομετεωρολογικές προειδοποιήσεις όποτε αυτό κρίνόταν σκόπιμο και με στόχο την ενίσχυση της επαγρύπνησης και της ετοιμότητας των πολιτών και των αρμόδιων επιχειρησιακών φορέων.

6.2.5.3 ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΦΩΤΙΑΣ-ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ ΚΑΙ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΞΑΠΛΩΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ

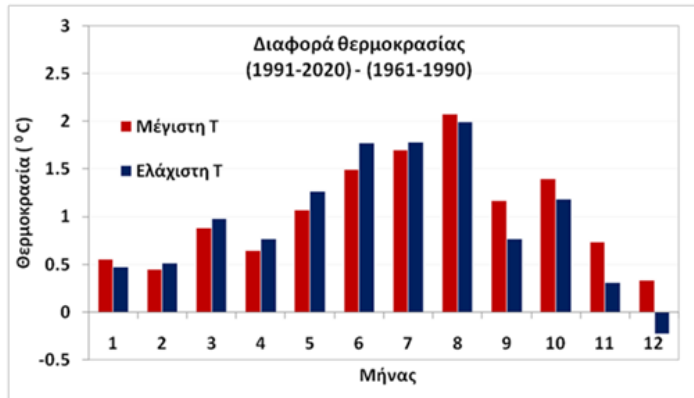
Εντός του 2023, η ομάδα συνέχισε την ανάπτυξη του προγνωστικού συστήματος ταχείας απόκρισης IRIS 2.0. Το συγκεκριμένο σύστημα αποτελεί καινοτόμο προγνωστικό εργαλείο που αναπτύχθηκε στο ΙΕΠΒΑ/ΕΑΑ, υποστηρίζοντας επιχειρησιακά το Πυροσβεστικό Σώμα κατά τη διετία 2019-2020. Πέρα από την επιχειρησιακή του αξιοποίηση, η ομάδα χρησιμοποιεί το IRIS 2.0 και για την μελέτη των αλληλεπιδράσεων φωτιάς-ατμόσφαιρας. Επιπροσθέτως, στο πλαίσιο του έργου CLIMPACT αναπτύχθηκε ολοκληρωμένο επιχειρησιακό σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης για δασικές πυρκαγιές σε όλη την ελληνική επικράτεια, συμπεριλαμβανομένου βελτιωμένου επιχειρησιακού μοντέλου εξάπλωσης πυρκαγιάς. Το συγκεκριμένο παραδοτέο περιλαμβάνει υποσυστήματα για: (α) πρόγνωση δεικτών επικινδυνότητας εκδήλωσης και εξάπλωσης πυρκαγιάς για τις επόμενες ημέρες από τα επιχειρησιακά μοντέλα πρόγνωσης καιρού, (β) αποτύπωση σε πραγματικό χρόνο των πραγματικών τρεχουσών πυρόο-μετεωρολογικών συνθηκών από το σύνολο των μετεωρολογικών σταθμών που λειτουργεί η μονάδα ΜΕΤΕΟ, (γ) λεπτομερή αποτύπωση της αναφλεξιμότητας με τη χρήση δορυφορικών δεδομένων, (δ) λειτουργία μοντέλου ταχείας απόκρισης, υψηλής ανάλυσης για την πρόγνωση εξάπλωσης πυρκαγιάς – IRIS. Το σύνολο των παραπάνω περιλαμβάνονται ως σύστημα στο www.meteo.gr/fire όπως αποτυπώνεται παρακάτω. Τέλος, διερευνήθηκε η χρήση ενός συστήματος προσομοίωσης της χωρικής συμπεριφοράς μιας πυρκαγιάς μέσα από στον υπολογισμό των πιθανοτήτων καύσης μιας περιοχής, καταγράφοντας τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της χρήσης του. Χρησιμοποιήθηκε λογισμικό FlamMap και μελετήθηκαν περιοχές ενδιαφέροντος με βεβαρημένο ιστορικό δασικών πυρκαγιών και εκτεταμένη παρουσία ζωνών μίξης (οικιστικών ζωνών με δάση).



6.3 ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

6.3.1 ΙΣΤΟΡΙΚΕΣ ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΤΑΣΕΙΣ

Η μελέτη του παρελθοντικού κλίματος και των μεταβολών του ιδιαίτερα σε μεγάλες χρονικές κλίμακες, αποτελεί το μοναδικό τρόπο κατανόησης της φυσικής μεταβλητότητας του κλίματος και τον διαχωρισμό/εκτίμηση της ανθρωπογενούς συνιστώσας στην κλιματική μεταβολή. Η ιστορική κλιματική βάση του ΙΕΠΒΑ αποτελεί ένα μοναδικό εργαλείο για τη μελέτη των μακροχρόνιων μεταβολών του κλίματος. Χρονολογείται από τα μέσα του 19ου αιώνα και αποτελεί την παλαιότερη

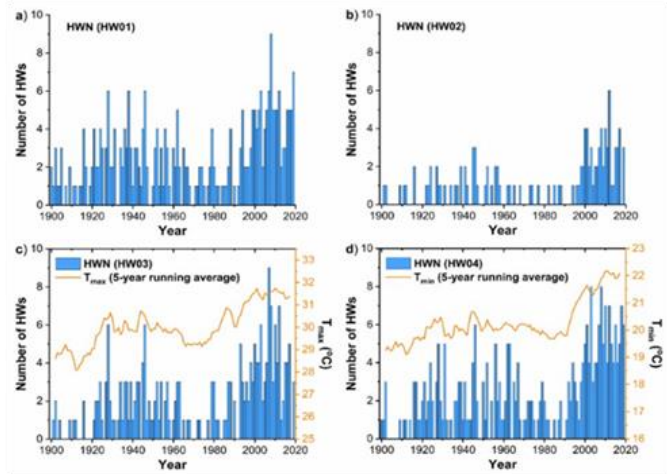


και μοναδική ιστορική πηγή πληροφορίας για το παρελθοντικό κλίμα στη χώρα αλλά και την ευρύτερη περιοχή της Αν. Μεσογείου, μια περιοχή που ως γνωστό έχει χαρακτηριστεί ως μια από τις πλέον ευάλωτες περιοχές στον πλανήτη (hot spot), κυρίως σε ότι αφορά το μελλοντικό θερμικό κίνδυνο λόγω κλιματικής αλλαγής. Οι κλιματικές αυτές χρονοσειρές αποτυπώνουν με αξιόπιστο τρόπο τις μακροχρόνιες μεταβολές στο κλίμα από φυσικά και

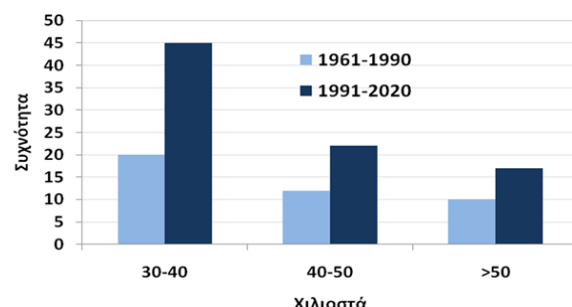
από ανθρωπογενή αίτια (παγκόσμια/περιοχική θέρμανση ή/και αστικοποίηση σε μικρότερη χωρική κλίμακα). Σύμφωνα με το ιστορικό αρχείο του ΙΕΠΒΑ, η θερμοκρασία στην Αθήνα παρουσιάζει έντονη διακύμανση από τα μέσα του 19ου αιώνα έως σήμερα, με εναλλαγή ψυχρότερων και θερμόμετρων περιόδων, σύμφωνα με τη διακύμανση της θερμοκρασίας στο Β. Ημισφαίριο. Από τα μέσα της δεκαετίας του 1970 και μετά, η θερμοκρασία παρουσιάζει σταθερή ανοδική τάση, με μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης το καλοκαίρι σε σχέση με το χειμώνα, και μεγαλύτερο ρυθμό στην ελάχιστη (T_{min}) σε σχέση με τη μέγιστη (T_{max}) θερμοκρασία. Ο ρυθμός αύξησης της μέγιστης θερμοκρασίας το καλοκαίρι προσεγγίζει τους 0.6 °C/δεκαετία και της ελάχιστης 0.8 °C/δεκαετία. Το 2023 ήταν το θερμότερο έτος που έχει καταγραφεί ποτέ στην Αθήνα από τα μέσα του 19ου αιώνα (αλλά και παγκοσμίως). Με μέση θερμοκρασία ίση με 19.8 °C το 2023 ήταν κατά 2.3 °C θερμότερο σε σχέση με την προ-βιομηχανική περίοδο (1860-1900), και κατά 1.3 °C θερμότερο από τη μέση ετήσια θερμοκρασία της πιο πρόσφατης κλιματικής περιόδου, 1991-2020. Επιπλέον, η πρόσφατη δεκαετία 2014-2023 ήταν κατά 1.7 °C θερμότερη από τη μέση θερμοκρασία της περιόδου 1860-1900 στην Αθήνα. Οι συνθήκες αυτές διαμορφώνουν πλέον το «νέο κλίμα» της Αθήνας. Η σύγκριση της τελευταίας 30ετούς κλιματικής περιόδου (1991-2020) σε σχέση με την προηγούμενη (1961-1990) έδειξε αύξηση της θερμοκρασίας έως και 2 °C κατά τους θερινούς μήνες.



Μοναδική είναι επίσης η συμβολή του ιστορικού κλιματικού αρχείου στη μελέτη των ακραίων καιρικών φαινομένων και της μεταβολής στη συχνότητα εμφάνισης και έντασής τους. Στο ΙΕΠΒΑ πραγματοποιείται σημαντική έρευνα για τη μελέτη ακραίων καιρικών φαινομένων όπως είναι οι καύσωνες. Εκτός από τη συχνότητα εμφάνισης, διάρκεια, ή ένταση, μελετώνται και άλλοι δείκτες που συνδυάζουν τη διάρκεια με την ένταση, όπως για παράδειγμα η «αθροιστική θερμότητα» (Cumulative heat) καθ' όλη τη διάρκεια του φαινομένου. Πρόσφατη μελέτη στο ΙΕΠΒΑ έδειξε ότι ο καύσωνας της περιόδου 28/07-6/08/2022 ήταν ο καύσωνας με τη μεγαλύτερη διάρκεια όλων των εποχών στην Αθήνα, αλλά και τις μεγαλύτερες νυχτερινές θερμοκρασίες καθώς και αθροιστική θερμότητα (Founda et al 2022, Sustainability, <https://doi.org/10.3390/su14137766>). Στο παραπάνω γράφημα αποτυπώνεται η συχνότητα εμφάνισης καυσώνων στην Αθήνα, σύμφωνα με 4 διαφορετικούς ορισμούς του καύσωνα (Founda et al. 2022, Global & Planetary Change, <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2022.103807>). Από το 1990 και μετά, η συχνότητα των καυσώνων έχει τριπλασιαστεί σε σχέση με το μέσο όρο όλης περιόδου.



Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει επίσης η μακροχρόνια μεταβολή στη βροχόπτωση. Σύμφωνα με το ιστορικό αρχείο του ΙΕΠΒΑ, η ετήσια βροχόπτωση στην Αθήνα (περίπου 400 χιλιοστά/έτος) παρουσιάζει έντονες διακυμάνσεις από έτος σε έτος, ενώ η μακροχρόνια τάση από τα μέσα του 19ου αιώνα έως σήμερα είναι σχεδόν μηδενική. Παρόλα αυτά, η συχνότητα των βροχοπτώσεων και η έντασή τους εμφανίζει σημαντικές διαχρονικές μεταβολές. Από τη σύγκριση των 2 πιο πρόσφατων κλιματικών περιόδων 1961-1990 και 1991-2020 προκύπτει διπλασιασμός των ισχυρών (30-40 χιλιοστά/ημέρα), πολύ ισχυρών (40-50 χιλιοστά/ημέρα) και ραγδαίων (> 50 χιλιοστά/ημέρα) κατά την τελευταία περίοδο σε σχέση με την προηγούμενη. Υπολογίστηκε ότι περίπου το 30% της συνολικής βροχόπτωσης κατά την περίοδο 1991-2020 συγκεντρώθηκε από επεισόδια έντονης βροχόπτωσης (> 30 χιλ./ημέρα), ενώ το αντίστοιχο ποσοστό για την περίοδο 1961-1990 ήταν μόλις 16%.



6.3.2 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ

Η Ομάδα CLIMADAPT (<http://climadapt.meteo.noa.gr/>) του ΙΕΠΒΑ για την κλιματική αλλαγή και τις επιπτώσεις της, ολοκλήρωσε μέσα στο 2023 μία σειρά δράσεων στα πλαίσια ερευνητικών προγραμμάτων. Πιο συγκεκριμένα, συμμετείχε στο ολοκληρωμένο έργο LIFE-IP AdaptInGR το οποίο

αποτελεί το σημαντικότερο έργο για την προσαρμογή της Ελλάδας στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Το ΙΕΠΒΑ συμμετέχει στη χωρική βάση κλιματικών δεδομένων και στη δημιουργία Εθνικού Πληροφοριακού Διαδικτυακού Κόμβου, με δεδομένα μελλοντικών προβλέψεων, κλιματικούς δείκτες και χάρτες για τις 13 Περιφέρειες της Ελλάδας, τις 12 πιλοτικές περιοχές του έργου και επιλεγμένες διαδρομές τοπίου και πολιτιστικής κληρονομιάς. Το ΙΕΠΒΑ έχει ενσωματώσει, σε συνεργασία με την Ακαδημία Αθηνών τις παραγόμενες κλιματικές προβολές χωρικής ανάλυσης 0,11° (~ 12 χλμ) που αφορούν 24 κλιματικούς δείκτες υπό τη μορφή χαρτών συνδυασμένων με γεωχωρικά δεδομένα, στη Διαδικτυακή Πύλη Γεωχωρικών Πληροφοριών του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας (https://mapsportal.ypen.gr/thema_climatechange) καθώς και στον Εθνικό Κόμβο για την Προσαρμογή στην Κλιματική αλλαγή (<https://geo.adaptivegreecehub.gr>) με στόχο την παροχή υψηλής ποιότητας κλιματικές πληροφορίες σε εθνικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο σε ευάλωτους στο κλίμα τομείς, συμβάλλοντας στην προσαρμογή της Ελλάδας στην κλιματική αλλαγή. Έχουν ήδη παραχθεί από το ΙΕΠΒΑ κλιματικές προβολές/δείκτες που αφορούν 8 πιλοτικές περιοχές του έργου και 8 περιπτώσεις μελέτης διαδρομών τοπίου και πολιτιστικής κληρονομιάς.

Η ομάδα CLIMADAPT, παρήγαγε επίσης υψηλής χωρικής ανάλυσης εποχικές προγνώσεις κινδύνου πυρκαγιάς, καθώς και μελλοντικές κλιματικές προβολές δεικτών σχετικών με ακραίες πυρκαγιές για επιλεγμένες ευάλωτες στις πυρκαγιές περιοχές της Ευρώπης στο πλαίσιο του ερευνητικού προγράμματος H2020 FIRE-RES. Ταυτόχρονα, συμμετέχει στο έργο Mare Natura, ένα περιβαλλοντικό πρόγραμμα που έχει ως απώτερο σκοπό την πρόταση προς θεσμοθέτηση νέων θαλάσσιων προστατευόμενων περιοχών, προκειμένου να διευρυνθεί το δίκτυο Natura 2000 στην Ελλάδα και να εφαρμοστεί η στρατηγική για τη βιοποικιλότητα της ΕΕ με ορίζοντα το 2030. Το ΙΕΠΒΑ συμμετέχει παρέχοντας κλιματικές προβολές και κλιματικούς δείκτες υψηλής ανάλυσης, για ολόκληρη την περιοχή μελέτης, εστιάζοντας σε ατμοσφαιρικές και ωκεάνιες μεταβλητές που επηρεάζουν άμεσα την αναπαραγωγή, τη διατροφή και διαδρόμους μετανάστευσης της θαλάσσιας μεγαλοπανίδας-στόχου. Το έργο έχει πρόσφατα ξεκινήσει και το ΙΕΠΒΑ έχει ήδη επιλέξει υποσύνολα κλιματικών μοντέλων που θα χρησιμοποιηθούν για την χρήση κίματικών προβολών υπό διαφορετικά σενάρια εκπομπών.

6.3.2.1 ΤΟΥΡΙΣΜΟΣ

Αναπτύχθηκαν και εφαρμόστηκαν εξειδικευμένα για τον Ελλαδικό χώρο θεματικά τουριστικά μοντέλα εκτίμησης των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής που καλύπτουν τον τουρισμό παραλίας, τα θαλάσσια σπορ, τον χειμερινό τουρισμό για σκι, τον ορειβατικό τουρισμό, και τον αστικό τουρισμό. Με βάση τα αποτελέσματα της ανάλυσης στο μελλοντικό κλίμα αναμένεται βελτίωση των κλιματικών συνθηκών για αστικό τουρισμό στην Ελλάδα κατά τους περισσότερους μήνες του έτους. Εξαίρεση αποτελούν οι καλοκαιρινοί μήνες, λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας στην πλειοψηφία των αστικών προορισμών. Όμως οι θερινοί μήνες εξακολουθούν να χαρακτηρίζονται από καλές έως άριστες συνθήκες, ενώ η περίοδος με καλές συνθήκες για τον αστικό τουρισμό αναμένεται να επεκταθεί και τους ανοιξιάτικους και φθινοπωρινούς μήνες. Βελτίωση των κλιματικών συνθηκών αναμένεται και για τον παραθαλάσσιο τουρισμό και τα θαλάσσια σπορ με την βελτίωση να είναι μεγαλύτερη στους μήνες εκτός της περιόδου αιχμής.

Η βελτίωση των κλιματικών συνθηκών θα έχει ως αποτέλεσμα τη διεύρυνση της περιόδου με ιδανικές συνθήκες για παραθαλάσσιο τουρισμό και θαλάσσια σπορ και στους ανοιξιάτικους και φθινοπωρινούς μήνες (shoulder months). Σε ό,τι αφορά τον χειμερινό και τον ορεινό τουρισμό αναμένεται βελτίωση των συνθηκών για το σύνολο των μηνών Νοεμβρίου-Μαρτίου σε όλους τους προορισμούς με αποτέλεσμα τη διεύρυνση της περιόδου με καλές συνθήκες και εκτός των μηνών

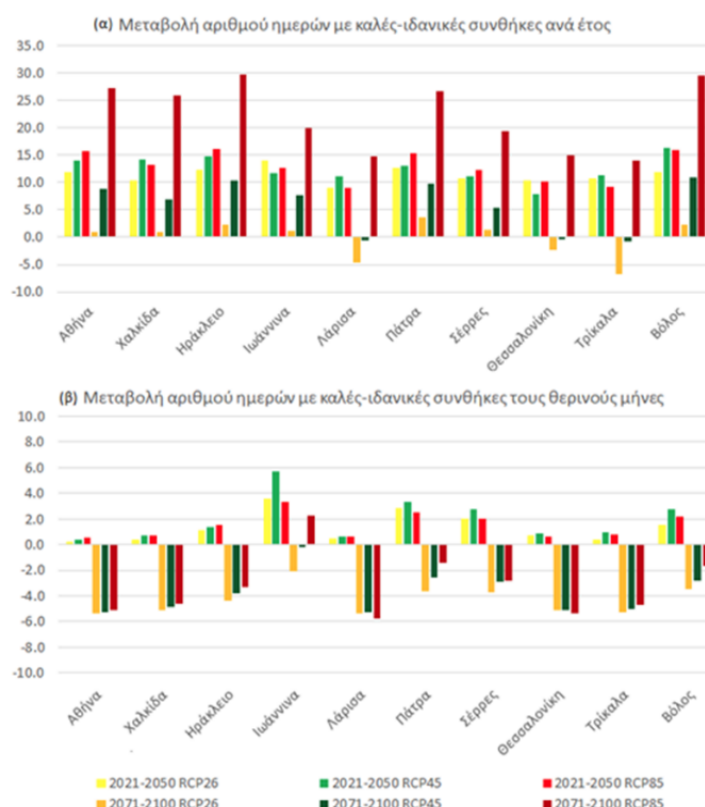
Δεκεμβρίου-Ιανουαρίου. Τους θερινούς μήνες αναμένεται επιδείνωση των συνθηκών η οποία όμως δεν επηρεάζει αρνητικά την κατηγορία ελκυστικότητας των εν λόγω μηνών, οι οποίοι συνεχίζουν να χαρακτηρίζονται ως μήνες με καλές και πολύ καλές συνθήκες για δραστηριότητες ορεινού τουρισμού όπως η πεζοπορία, η ορειβασία κλπ. Η βελτίωση των συνθηκών δεν σχετίζεται όμως με τις αναμενόμενες μεταβολές στην χιονοκάλυψη και τη χιονόστρωση, οι οποίες επηρεάζουν την ποσότητα και ποιότητα του χιονιού που είναι απαραίτητη για τις δραστηριότητες σκι και οι οποίες αναμένεται να επηρεαστούν αρνητικά από την αύξηση της θερμοκρασίας.

6.3.2.2 ΓΕΩΡΓΙΑ

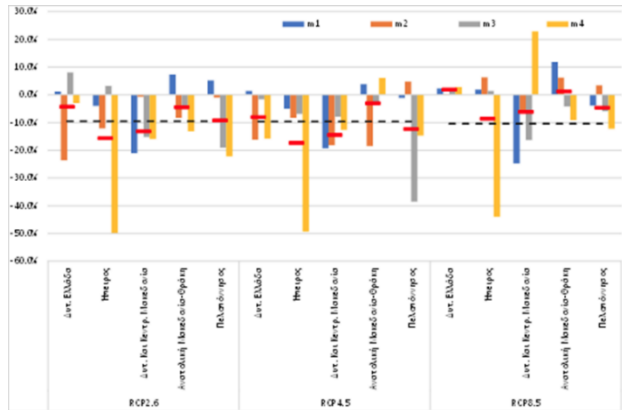
Ο αγροτοδιατροφικός τομέας είναι ένας από τους σημαντικότερους οικονομικούς τομείς όπου η κλιματική αλλαγή μπορεί να έχει μεγάλες επιπτώσεις. Στη γεωργία, η μεταβολή των κλιματικών συνθηκών (θερμοκρασίες, βροχόπτωση, κλπ.) επηρεάζει την ανάπτυξη των καλλιεργειών και κατά συνέπεια τις στρεμματικές αποδόσεις και την ποιότητά τους, με άμεσες επιπτώσεις στη διαθεσιμότητα τροφίμων. Οι επιπτώσεις στην κτηνοτροφία μπορεί να είναι άμεσες (π.χ. θερμικό στρες των ζώων, αλλαγές στην υγεία και στην παραγωγική ικανότητα των ζώων) ή έμμεσες μέσω επιπτώσεων στις παραγόμενες ζωοτροφές, στη διαθεσιμότητα νερού και στην ανάπτυξη παθογενειών. Στην Ελλάδα, το 2022 ο τομέας της γεωργίας-κτηνοτροφίας-δασοκομίας-αλιείας

παρήγαγε το 4.5% της ελληνικής ακαθάριστης προστιθέμενης αξίας, ενώ η συμμετοχή του σε ορισμένους νομούς της χώρας είναι πολύ υψηλότερος, της τάξης του 16-25%. Κατά συνέπεια, οι επιπτώσεις στην ποσότητα και ποιότητα της παραγωγής του τομέα λόγω της αλλαγής του κλίματος έχουν άμεσο αντίκτυπο στις τοπικές οικονομίες και αθροιστικά και στην εθνική οικονομία.

Η Ομάδα Ενεργειακού Σχεδιασμού και Βιώσιμης Ανάπτυξης του ΙΕΠΒΑ διερευνά τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στον αγροτοδιατροφικό τομέα, εστιάζοντας για το 2023, στο πλαίσιο μελέτης που χρηματοδοτήθηκε από την Τράπεζα Πειραιώς, (α) στην ανάλυση, και επιλογή - ανάπτυξη μοντέλων προσομοίωσης γεωργικών καλλιεργειών και (β) στην εφαρμογή των μοντέλων που επιλέχτηκαν/αναπτύχθηκαν για την εκτίμηση των επιπτώσεων ανά κλάδο, καλλιέργεια, και Περιφέρεια.



6.3.3 ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΠΡΑΣΙΝΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ



Η κλιματική κρίση επιβάλλει την απανθρακοποίηση των οικονομιών στο χρονικό ορίζοντα του 2050, προκειμένου να μετριασθούν οι επιπτώσεις της καταστροφικής κλιματικής αλλαγής. Εντούτοις, η πράσινη αυτή μετάβαση είναι δυνατόν να προκαλέσει και μια σειρά από αρνητικές επιπτώσεις. Στην Ελλάδα, στις λιγνιτικές περιοχές και στις τοπικές οικονομίες τους λόγω της απολιγνιτοποίησης, σε παραδοσιακούς κλάδους της οικονομίας που βασίζονται στα ορυκτά καύσιμα, στις χρήσεις

της αλλά και ευρύτερα στο περιβάλλον από τη μεγάλη κλίμακας ανάπτυξη των ΑΠΕ, στα πλέον ευάλωτα νοικοκυριά από πιθανές αυξήσεις στις τιμές ενέργειας, στις νησιωτικές και θαλάσσιες περιοχές από την ανάπτυξη νέων δραστηριοτήτων που μπορεί να έρχονται σε σύγκρουση με υφιστάμενες (π.χ. ανάπτυξη (υπεράκτιων) αιολικών πάρκων vs. τουρισμός). Από την άλλη μεριά, η πράσινη μετάβαση κατάλληλα σχεδιασμένη μπορεί να αποφέρει ευρύτερα κοινωνικά οφέλη, για παράδειγμα στη δημόσια υγεία λόγω βελτίωσης του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος αλλά και των συνθηκών στο εσωτερικό των κτιρίων, στην αντιμετώπιση της ενεργειακής ένδειας, στην οικονομική ανάπτυξη και δημιουργία θέσεων εργασίας σε νέους (π.χ. νέα καύσιμα) αλλά και παραδοσιακούς (π.χ. κατασκευές) κλάδους της οικονομίας, στην ενεργειακή ασφάλεια και στη μείωση των εισαγωγών, στη βελτίωση της παραγωγικότητας. Η Ομάδα Ενεργειακού Σχεδιασμού και Βιώσιμης Ανάπτυξης του ΙΕΠΒΑ διερευνά τις επιπτώσεις (θετικές και αρνητικές) της πράσινης μετάβασης στην κοινωνία και οικονομία (προγράμματα JustReDI, ENACT, κ.α.), εστιάζοντας στο πως η μετάβαση αυτή μπορεί να είναι οικονομικά αποδοτική, δίκαιη, κοινωνικά ισορροπημένη και αμερόληπτη. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στις μακρο-οικονομικές επιπτώσεις της πράσινης μετάβασης, στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη μεγάλης κλίμακας ανάπτυξη των ΑΠΕ, στα ζητήματα ενεργειακής φτώχειας και πώς οι πολιτικές της πράσινης μετάβασης μπορούν να συμβάλλουν στην άμβλυνσή της, στις αλληλεπιδράσεις πράσινης και ψηφιακής μετάβασης, κλπ.

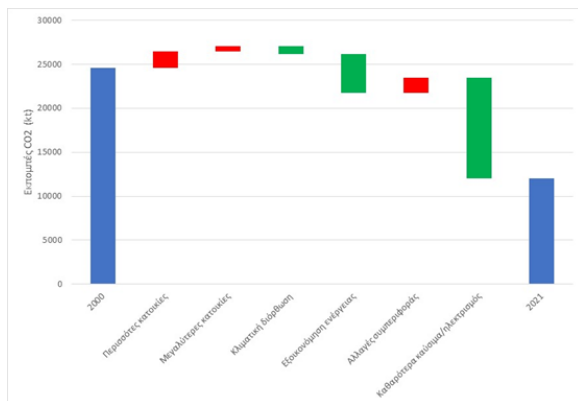
6.3.4 ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ο τομέας της ενέργειας από τη μια μεριά συμβάλλει στο φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής μέσω της καύσης ορυκτών καυσίμων και της συνεπαγόμενης παραγωγής αερίων θερμοκηπίου, και από την άλλη επηρεάζεται ο ίδιος από τις κλιματικές αλλαγές. Οι μεταβολές των κλιματικών και καιρικών συνθηκών αναμένεται να επηρεάσουν τόσο την προσφορά ενέργειας, μεταβάλλοντας την αποδοτικότητα των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς για παράδειγμα η παραγωγή των μονάδων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) εξαρτάται άμεσα από τις κλιματικές συνθήκες, όσο και τη διανομή και ζήτηση ενέργειας, ιδιαίτερα δε τον τομέα των κτιρίων. Στο πλαίσιο της δραστηριότητας αυτής, και μέσω διαφόρων προγραμμάτων (CLIMPACT II, JustReDI, ClimSA), διερευνώνται διάφορες διαστάσεις του σύνθετου αυτού προβλήματος. Συγκεκριμένα, το 2023 διερευνήθηκαν μεταξύ άλλων θέματα που σχετίζονται με τις επιπτώσεις της χρόνιας κλιματικής αλλαγής στην παραγωγικότητα μονάδων παραγωγής ηλεκτρισμού (τεχνολογιών ΑΠΕ και μονάδων

ορυκτών καυσίμων) και στη ζήτηση ενέργειας, τις επιπτώσεις των ακραίων φαινομένων στα δίκτυα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, τη μεσοπρόθεσμη και μακροπρόθεσμη μοντελοποίηση των ενεργειακών συστημάτων ενσωματώνοντας και κλιματικές/μετεωρολογικές παραμέτρους, την ανάλυση σεναρίων απανθρακοποίησης της Ελληνικής οικονομίας, και την ανάλυση του δυναμικού μη τεχνολογικών μέτρων μείωσης των εκπομπών θερμοκηπικών αερίων.

6.3.5 ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ, ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΦΤΩΧΕΙΑ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ

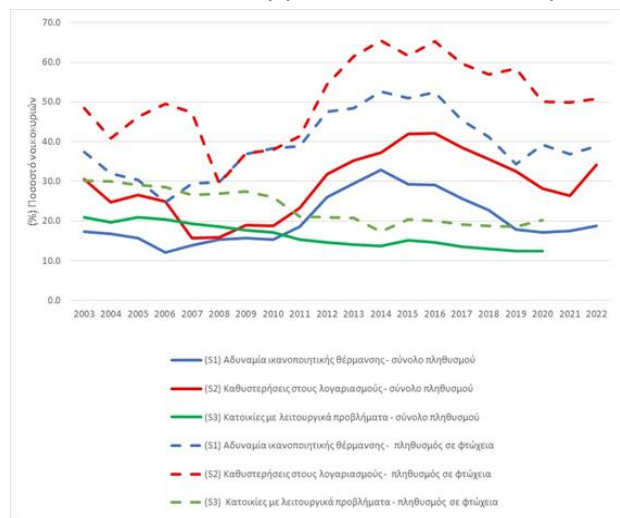
Οι πολιτικές για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής διαμορφώνουν ένα νέο τοπίο προκλήσεων και απαιτήσεων για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των πολιτών. Για παράδειγμα, από τη μια συμβάλλουν στην άμβλυνση του φαινομένου της ενεργειακής φτώχειας μέσω π.χ. της ενεργειακής αναβάθμισης των κατοικιών, και από την άλλη είναι δυνατόν να επιβαρύνουν τη θέση εύάλωτων



νοικοκυριών μέσω για παράδειγμα της εφαρμογής του ETS-2 και των αναπόφευκτων αυξήσεων στις τιμές ενέργειας που θα επιφέρει. Απαιτείται επομένως ένας ολοκληρωμένος σχεδιασμός πολιτικών στον οικιακό τομέα, που θα επιδιώκει ταυτόχρονα: (α) τη μείωση των εκπομπών θερμοκηπικών αερίων, (β) την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, και (γ) τη βελτίωση των παρεχόμενων ενεργειακών υπηρεσιών και την αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας. Στην Ελλάδα, ο τομέας έχει μελετηθεί διεξοδικά ως προς το δυναμικό μείωσης των

εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που είναι δυνατόν να προσφέρει στην προσπάθεια απανθρακοποίησης της οικονομίας και τα πιθανά μέτρα προσαρμογής που θα απαιτηθούν στις νέες κλιματικές συνθήκες. Εντούτοις, σε μεγάλο βαθμό οι αναλύσεις γίνονται αγνοώντας το επίπεδο ενεργειακών υπηρεσιών που λαμβάνουν οι πολίτες και τα επίπεδα ενεργειακής φτώχειας. Η έρευνα

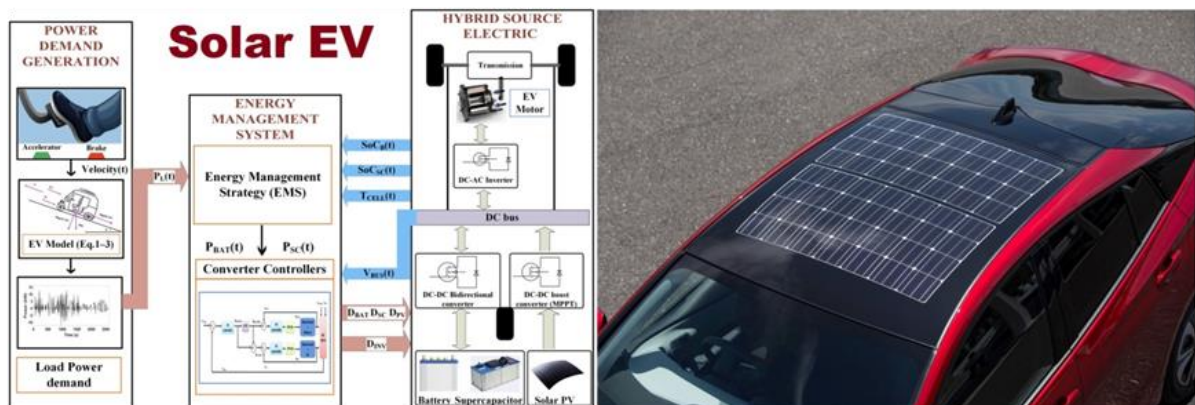
που πραγματοποιείται τα τελευταία χρόνια στο ΙΕΠΒΑ (προγράμματα JustReDI, ENACT) έρχεται να συμβάλει στην κάλυψη αυτού του κενού, επικεντρώνοντας στο ζήτημα της ενεργειακής φτώχειας των νοικοκυριών, εξετάζοντας διαφορετικούς δείκτες μέτρησής της, αναλύοντας τους προσδιοριστικούς της παράγοντες, διαμορφώνοντας στατιστικά μοντέλα εντοπισμού των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών μέσω κατάλληλων προσδιοριστικών παραμέτρων τα οποία παρέχουν ένα πλαίσιο αξιολόγησης της αποτελεσματικότητας εφαρμογής πιθανών πολιτικών και μέτρων που επιδιώκουν την αντιμετώπισή της, και τέλος διερευνώντας τις διασυνδέσεις του θέματος με τη δημόσια υγεία και την κοινωνική ευημερία των νοικοκυριών. Το γράφημα συνοψίζει την εξέλιξη υποκειμενικών δεικτών ενεργειακής φτώχειας στην Ελλάδα την περίοδο 2003-2022.



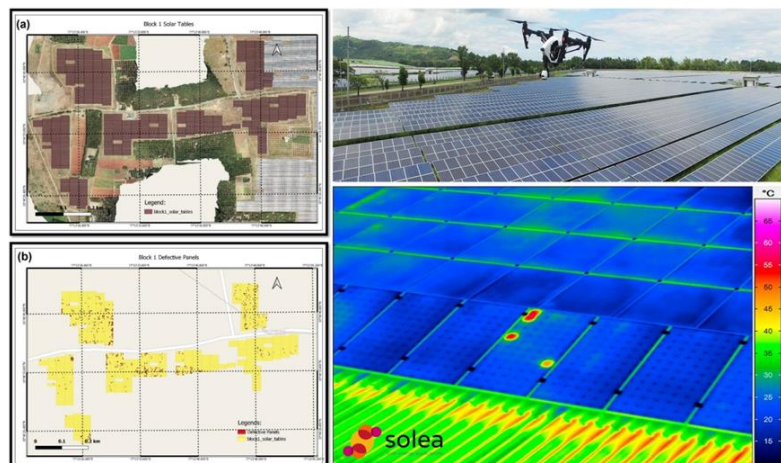
6.4 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

6.4.1 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Το ΙΕΠΒΑ μέσω της ομάδας εφαρμογών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας solea (<http://solea.gr/>), κατά το έτος 2023 δραστηριοποιήθηκε στην εκτίμηση και πειραματική μέτρηση απόδοσης φωτοβολταϊκών πάνελ (<https://doi.org/10.3390/en16176322>) ενώ παρουσίασε μια ολιστική προσέγγιση απομακρυσμένης παρακολούθησης και πρόγνωσης της διεσπαρμένης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά συστήματα με τη χρήση μεθόδων γεωπαρατήρησης, προτείνοντας μια εναλλακτική λύση για έξυπνη λήψη αποφάσεων ενεργειακής μετάβασης και ασφάλειας. (<https://doi.org/10.1016/C2019-0-05445-3>). Στα πλαίσια της γενικευμένης ενεργειακής μετάβασης προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η οποία πλέον συντελείται σε παγκόσμια κλίμακα, δημοσιεύτηκε μια καινοτόμα μελέτη, με στόχο την τεχνολογική εξέλιξη των ηλεκτρικών αυτοκινήτων σε ηλιακά ηλεκτρικά οχήματα. Με κεντρικό γνώμονα την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας στις οροφές των αυτοκινήτων, αναπτύχθηκε ένα έξυπνο σύστημα υβριδικής ενεργειακής διαχείρισης που δύναται να τροφοδοτεί τον ηλεκτροκινητήρα τόσο με τη χρήση μπαταριών όσο και απευθείας από τον ήλιο. Η προτεινόμενη λύση θέτει τις βάσεις στην υφιστάμενη αυτοκινητοβιομηχανία για την υπό προϋποθέσεις ενεργειακή αυτονομία της αστικής και περιαστικής μετακίνησης, όπου καινοτόμα οχήματα κατάλληλου σχεδιασμού υπό συγκεκριμένες συνθήκες λειτουργίας, θα μπορούν ρεαλιστικά να διανύουν σε εβδομαδιαία βάση 200 με 300 χιλιόμετρα με περιορισμένη ανάγκη φόρτισης (<https://doi.org/10.3390/en16031214>).

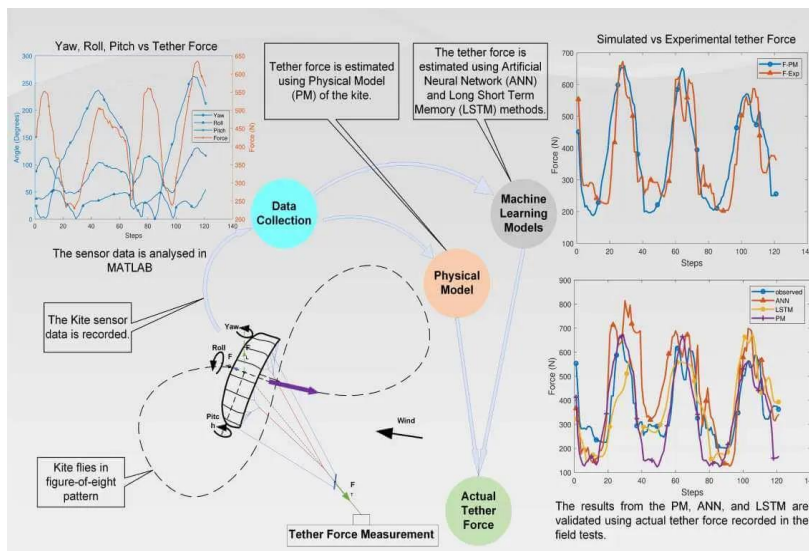


Εφαρμόστηκε επίσης μια καινοτόμα μεθοδολογία χρήσης drones, με στόχο την αξιοποίησή τους στην παρακολούθηση φωτοβολταϊκών πάρκων. Με κεντρικό γνώμονα τη δυνατότητα αυτόνομης λειτουργίας, έγκαιρης προειδοποίησης και υποστήριξης λήψης αποφάσεων, αναπτύχθηκε ένα έξυπνο σύστημα που δύναται να εντοπίζει με τη χρήση θερμικών εικόνων ελαττωματικά πάνελ καθώς και συνθήκες που απαιτούν γενικευμένη συντήρηση ή καθαρισμό του εκάστοτε ηλιακού πάρκου. Η πλειονότητα των πιθανών προβλημάτων που εντοπίζονται, αφορά σε αστοχίες κατασκευής ή και φυσιολογικής φθοράς από το χρόνο, επίμονης τοπικής σκίασης, ρύπανσης από αερολύματα (κυρίως από μετα-



φερόμενη σκόνη), καθώς και στις κατά τόπους ακραίες καιρικές συνθήκες (χαλάζι, κεραυνοί κτλ). Η δυνατότητα αυτόνομης παρακολούθησης των φωτοβολταϊκών πάρκων εκτιμάται ότι σε παγκόσμια κλίμακα θα υποστηρίξει ευρέως τους παραγωγούς ηλιακής ενέργειας και τους διαχειριστές λειτουργίας και συντήρησής τους με άμεσο ενεργειακό και οικονομικό όφελος (<https://doi.org/10.3390/rs15071914>).

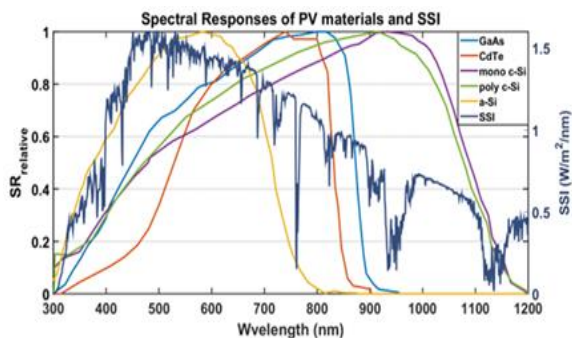
Τέλος, εξελίχθηκε περαιτέρω η τεχνολογία παραγωγής αιολικής ενέργειας με τη χρήση ενός αερομεταφερόμενου συστήματος χαρταετού το οποίο και αποτελεί μια νέα κατηγορία ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ειδικότερα, η προτεινόμενη μέθοδος χρησιμοποιεί υπτάμενους χαρταετούς για την



παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, οι οποίοι, σε αντίθεση με τις παραδοσιακές ανεμογεννήτριες που είναι αγκυρωμένες στο έδαφος, πετούν σε μεγάλα υψόμετρα για να αξιοποιήσουν τους δυνατούς και σταθερούς ανέμους. Η τεχνολογία αυτή έχει πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις ανεμογεννήτριες, όπως χαμηλότερο κόστος υλικών και συντήρησης, υψηλότερους συντελεστές αποδοτικότητας και δυνατότητα λειτουργίας σε

περιοχές όπου οι ανεμογεννήτριες δεν είναι παραγωγικές. Επιπλέον, τέτοια συστήματα παραγωγής ενέργειας με τη χρήση χαρταετών, μπορούν εύκολα να αναπτυχθούν σε απομακρυσμένες ή εκτός δικτύου τοποθεσίες, καθιστώντας τα ιδανικά για την τροφοδοσία μικρών κοινοτήτων ή την ενεργειακή υποστήριξη ύστερα από φυσικές καταστροφές. Η αρχιτεκτονική των αερομεταφερόμενων συστημάτων χαρταετού δύναται να υποστηρίξει ονομαστική ισχύ μέχρι και 2MW αποτελώντας ένα βήμα προόδου για την ενεργειακή επιστημονική κοινότητα με σκοπό την ανάπτυξη τέτοιων συστημάτων σε περιοχές όπου δεν υπάρχει πρόσβαση σε ηλεκτρικό δίκτυο. Αντιπροσωπεύει μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία για την παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας που έχει τη δυνατότητα να συμβάλει ενεργά στην παγκόσμια ενεργειακή μετάβαση (<https://doi.org/10.3390/en16135213>, <https://doi.org/10.3390/en16196804>).

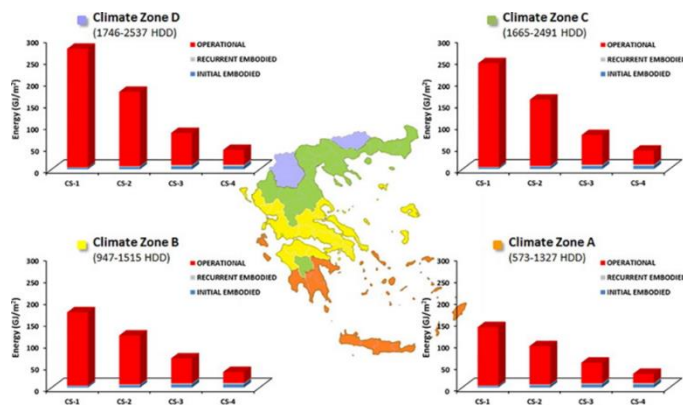
Στο ΙΕΠΒΑ συνεχίζουν να γίνονται φασματικές μετρήσεις της απευθείας και ολικής ηλιακής ακτινοβολίας οι οποίες χρησιμοποιούνται για αξιολόγηση μετρήσεων μοντέλων πρόγνωσης της



ηλιακής ακτινοβολίας και ηλ. ενέργειας αλλά και για επιστημονική έρευνα σχετικά με την πραγματική απόδοση των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Οι μετρήσεις χρησιμοποιήθηκαν για το πρόγραμμα ASPIRE (<https://aspire.geol.uoa.gr/>) 2020-2023, το οποίο είναι μια συνεργασία του ΙΕΠΒΑ/ΕΑΑ με το Εθν. Καποδιστριακό Παν. Αθηνών, World Radiation Center Switzerland, the German Aerospace Center and the Un. of Bremen, Germany.

6.4.2 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΚΤΗΡΙΩΝ

Οι σχετικές δραστηριότητες του ΙΕΠΒΑ έχουν ως στόχο την ορθολογική χρήση ενέργειας στα κτήρια, έναν τομέα που αντιπροσωπεύει ~41% του ενεργειακού ισοζυγίου της τελικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ελλάδα, και κατ' επέκταση τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τις εκπομπές ρύπων που είναι ~27% των συνολικών αερίων του θερμοκηπίου στην Ελλάδα. Η διερεύνηση της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτηρίων γίνεται μέσω διαγνωστικών και ενεργειακών επιθεωρήσεων, για τις οποίες έχουν αναπτυχθεί διάφορες μεθοδολογίες και υπολογιστικά εργαλεία αλλά και με θερμικές προσομοιώσεις και ρευστοδυναμική ανάλυση (CFD) για την καλύτερη κατανόηση της θερμικής συμπεριφοράς των κτηρίων και της ποιότητας του εσωτερικού περιβάλλοντος. Τα αποτελέσματα υποστηρίζουν τον καλύτερο σχεδιασμό κτηρίων και εγκαταστάσεων HVAC και την επιλογή βέλτιστων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας σε επίπεδο κτηρίου ή στο κτηριακό απόθεμα. Η μείωση των ενεργειακών απαιτήσεων των κτηρίων υποστηρίζεται από την διερεύνηση των δυνατοτήτων εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως των τεχνολογιών και συστημάτων ηλιακού κλιματισμού και θέρμανσης. Επίσης, διερευνώνται οι συνολικές ενεργειακές-περιβαλλοντικές επιπτώσεις των κτηρίων στον κύκλο ζωής τους, με την εμπεριεχόμενη ενέργεια από τη διαδικασία παραγωγής των δομικών υλικών τους και του εξοπλισμού των ΗΜ εγκαταστάσεων μέχρι και την αντικατάσταση/απομάκρυνση/ανακύκλωσή τους με απώτερο στόχο την απανθρακοποίηση του κτιριακού αποθέματος μέχρι το 2050. Συνεχίστηκαν επίσης οι εργασίες επικαιροποίησης του ελληνικού μοντέλου κτιριακού αποθέματος για την ανάλυση σεναρίων και την αξιολόγηση διαφορετικών στρατηγικών ενεργειακής ανακαίνισης κτιρίων προς την επίτευξη των εθνικών στόχων του 2030 και 2050, υποστηρίζοντας τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων για την ανάπτυξη υποστηρικτικών πολιτικών. Για διευκόλυνση της διαδικασίας συλλογής δεδομένων εισόδου του μοντέλου γίνεται προσπάθεια εκμετάλλευσης πληροφοριών για το δομημένο περιβάλλον από Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών, γνωστά και ως GIS. Επίσης, τον Δεκέμβριο του 2023 ολοκληρώθηκε το έργο ανάπτυξης καινοτόμων εργαλείων και μεθοδολογιών για το σχεδιασμό αποτελεσματικών πολιτικών, στρατηγικών και σχεδίων δράσης για την αειφόρο ανάπτυξη σε δήμους της Μεσογείου.



7. ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ

7.1 ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΡΓΩΝ ΜΕ ΥΨΗΛΟ ΑΝΤΙΚΤΥΠΟ



Το έργο Urban ReLeaf (<https://urbanreleaf.eu>) προσανατολίζεται σε δράσεις που αξιοποιούν τις ευρείες δυνατότητες της επιστήμης των πολιτών, με στόχο την ανάπτυξη και χρήση καινοτόμων τεχνολογιών που δημιουργούν οικοσυστήματα δεδομένων ικανών να υποστηρίξουν αστικές πολιτικές για τον σχεδιασμό υποδομών πρασίνου

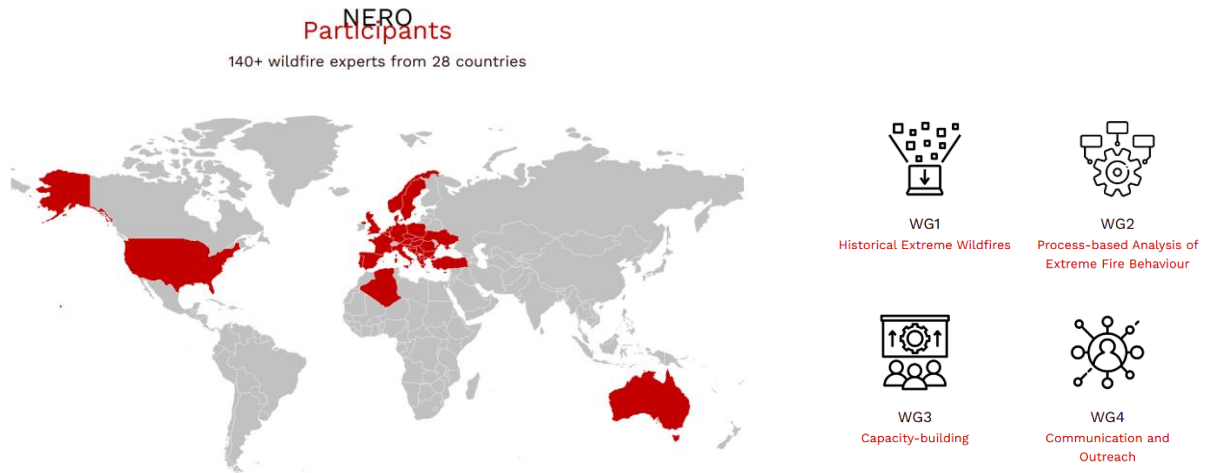
και την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή. Πέραν από τη χάραξη τοπικής πολιτικής, για την οποία κινητοποιούνται αστικοί φορείς διαχείρισης και ομάδες πολιτών, το έργο υποστηρίζει ευρωπαϊκές στρατηγικές (Green Deal, Copernicus), και πρωτοβουλίες σε παγκόσμιο επίπεδο (π.χ. στόχοι βιώσιμης Ανάπτυξης, GEOSS). Το έργο θα: (i) αξιολογήσει τις τρέχουσες πολιτικές αστικού πρασίνου σε έξι ευρωπαϊκές πόλεις (Αθήνα, Cascais, Dundee, Mannheim, Utrecht, Riga), συνδημιουργώντας λύσεις που χρησιμοποιούν τις παρατηρήσεις των πολιτών για τη συμπλήρωση υφιστάμενων οικοσυστημάτων δεδομένων και τη λήψη αποφάσεων, (ii) υποστηρίζει τη μακροπρόθεσμη συμπερίληψη των καταγραφόμενων δεδομένων από πολίτες σε έγκυρες ροές δεδομένων (iii) ενδυναμώνει τις αστικές κοινότητες μέσω της συμμετοχής τους σε θέματα αστικού πρασίνου, (iv) αναπτύξει μια κοινότητα πρακτικής (community of practice) σχετική με τη χρήση των παρατηρήσεων πολιτών για τον αστικό σχεδιασμό, (v) παράξει ευέλικτες και καινοτόμες λύσεις διακυβέρνησης υποβοηθώντας τις πράσινες μεταβάσεις χωρίς αποκλεισμούς και (iv) προωθήσει την αναγνώριση και υιοθέτηση των έγκυρων παρατηρήσεων πολιτών για την περιβαλλοντική διαχείριση.

Το έργο, που χρηματοδοτείται στο πλαίσιο του Horizon Europe, συντονίζεται από το International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) και περιλαμβάνει τεχνικούς εταίρους που έχουν υλοποιήσει έργα H2020 σχετικά με παρατηρητήρια πολιτών, καθώς και έξι πόλεις πρόθυμες να υιοθετήσουν τις νέες ροές δεδομένων για τον σχεδιασμό και τη χάραξη πολιτικής αστικού πρασίνου σε συνεργασία με τους πολίτες και ιδίως τις ευάλωτες ομάδες. Στο Urban ReLeaf το EAA μέσω της ομάδας APCG συντονίζει και επιβλέπει όλες τις δράσεις που άπτονται της ποιότητας του αέρα –έναν από τους τέσσερεις άξονες παραγωγής δεδομένων – και δραστηριοποιείται στη χρήση, αξιολόγηση και βαθμονόμηση καινοτόμων αισθητήρων σωματιδιακής ρύπανσης, στην ανάπτυξη και εγκατάσταση εκτεταμένων δικτύων παρακολούθησης PM_{2.5} σε συνεργασία με τοπικές αρχές σε Αθήνα και Riga, και στην υλοποίηση προγραμμάτων κινητών μετρήσεων ατομικής έκθεσης πολιτών σε αναδυόμενους ρύπους (αιθάλη, υπέρλεπτα σωματίδια). Η διάρκεια του έργου καλύπτει την τετραετία 2023-2026, και εντός του 2024 προγραμματίζεται η πρώτη φάση μετρήσεων ατμοσφαιρικής ρύπανσης στις πιλοτικές περιοχές εφαρμογής.





Η δράση NERO (<https://nero-network.eu>) στα πλαίσια του COST στοχεύει στην προώθηση της επιστημονικής γνώσης για τις ακραίες δασικές πυρκαγιές και την ανάπτυξη νέων προγνωστικών εργαλείων και υπηρεσιών, ικανών να υποστηρίξουν την αποδοτικότερη και ασφαλέστερη διαχείριση αυτών των συμβάντων. Το δίκτυο της Δράσης NERO περιλαμβάνει σήμερα περισσότερους από 140 συμμετέχοντες από 26 Ευρωπαϊκές χώρες και τις ΗΠΑ. Συντονίζεται από το ΙΕΠΒΑ και οι δραστηριότητες του οργανώνονται σε 3 οριζόντιες ομάδες εργασίας καθώς και μία ομάδα εργασίας για την επικοινωνία και την προβολή.



Η δράση ClimSA (<https://www.climsa.org/>) στα πλαίσια του 11^{ου} Ευρωπαϊκού Ταμείου Ανάπτυξης στοχεύει στη συντονισμένη πρόσβαση των αναπτυσσόμενων χωρών της Αφρικής, της Καραϊβικής και του Ειρηνικού Ωκεανού στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και σε γεωσκοπικές υπηρεσίες ενεργειακού σχεδιασμού και διαχείρισης, συμβάλλοντας έτσι τα μέγιστα στη χάραξη πολιτικών ενεργειακής μετάβασης και ασφάλειας θέτοντας ως ύψιστο μέλημα την κοινωνική συνοχή. Το ΙΕΠΒΑ ως επίσημο μέλος της τεχνικής συμβουλευτικής επιτροπής για τις κλιματικές υπηρεσίες που αφορούν τις ανανεώσιμες πηγές στις αναπτυσσόμενες χώρες, συντονίζει την ανάπτυξη προηγμένων κλιματικών υπηρεσιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, οι οποίες δυνητικά θα συνεισφέρουν στη λήψη αποφάσεων σχετικά με τη βέλτιστη χρήση και εφαρμογή τους από τα αναπτυσσόμενα κράτη. Κύριος στόχος είναι η χρήση σύγχρονων τεχνολογιών στην οικοδόμηση περιφερειακής ανθεκτικότητας των ευάλωτων χωρών ενάντια στην κλιματική αλλαγή καθώς και η άμεση εφαρμογή αυτών.



7.2 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ

Τα τρέχοντα προγράμματα του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης για το 2023 είναι 82, με συνολικό προϋπολογισμό (καθόλη τη διάρκειά τους) για το ΙΕΠΒΑ 15,039,396€, όπως φαίνεται αναλυτικά και στον παρακάτω πίνακα.

ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΟΥ (ΠΛΑΙΣΙΟ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ)	ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΙΕΠΒΑ	ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΙΕΠΒΑ (ΕΥΡΩ)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ
ACTRIS-IMP (EU-H2020)	Μιχαλόπουλος Ν.	85,000.00	2020-2023
Adapt2CC: Καινοτόμος έρευνα για την ανάπτυξη δείκτη τρωτότητας αστικών περιοχών στην κλιματική αλλαγή και τη δημιουργία πολυκριτηριακού συστήματος εκτίμησης της αποδοτικότητας μέτρων προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή (Εταίρος: ΕΣΠΑ, Ερευνώ-Καινοτομώ-Δημιουργώ)	Λαγουβάρδος Κ.	189,240.00	2020-2023
AGRO WATER: AGRO WATER: Ολοκληρωμένο σύστημα άρδευσης ακριβείας και προστασίας των καλλιεργειών σε συνθήκες κλιματικής αλλαγής και έλλειψης υδατικών πόρων - κωδικός έργου Δράσης M16SYN2-00167 (ΕΣΠΑ)	Λαγουβάρδος Κ.	35,000.00	2023-2025
ATMO-ACCESS (EU-H2020)	Μιχαλόπουλος Ν.	435,000.00	2021-2025
AUGURES (OTHER)	Λαγουβάρδος Κ.	55,000.00	2023-2024
Austrian Energy Communities: Distributed photovoltaics planning and energy communities management in Austria (ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ: PRIVATE)	Κοσμόπουλος Π.	10,000.00	2023-2023
BIOCLIMATE-GR: ANALYSIS OF THE BIOMETEOROLOGICAL CONDITIONS IN GREECE IN THE CURRENT AND FUTURE CLIMATE (ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ: EUROPEAN CLIMATE FOUNDATION)	Κοτρώνη Β.	58,000.00	2022-2023
CHOICE: Mainstreaming Integrated Assessment Models by embedding behavioural change and actor heterogeneity, and increasing their outreach to citizens, communities and industrial actors (HORIZON EUROPE)	Γιαννακόπουλος Χ.	187,500.00	2023-2026
CiROCCO: Enhancing the In-situ Environmental Observations across Under-sampled Deserts (HORIZON EUROPE)	Γερασόπουλος Ε.	361,875.00	2023-2026
CLIMA-GRID21: Παροχή ενός ευρέως φάσματος πληροφοριών και υπηρεσιών για τον καιρό και το κλίμα του Δήμου Ρεθύμνης (ΕΤΑΙΡΟΣ: ΔΗΜΟΣ ΡΕΘΥΜΝΟΥ)	Λαγουβάρδος Κ.	91,127.00	2021-2023
Climate Services for Renewable Energy: ClimSA: Intra-ACP climate services and related applications programme (HORIZON EUROPE)	Κοσμόπουλος Π.	31,527.00	2021-2024
ClimateLiteracy: Climate Literacy & 'Greening' Behavior in Greece (ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ: OTHER)	Παπαγιαννάκη Α.	10,000.00	2023-2024
CLIMATTICA: Υπηρεσίες εγκατάστασης συστημάτων παρακολούθησης χωρικής και τομεακής τρωτότητας και προόδου εφαρμογής του ΠΕ.Σ.Π.Κ.Α. της Περιφέρειας Αττικής (Έργα Παροχής Υπηρεσιών)	Γερασόπουλος Ε.	17,000.00	2022-2024
CLIMPACT: Υποστήριξη της αναβάθμισης λειτουργίας του Εθνικού Δικτύου για την Κλιματική Αλλαγή (OTHER NATIONAL)	Μιχαλόπουλος Ν.	979,699.60	2023-2025

CoABLE: Study of the Structure of the Coastal Atmospheric Boundary Layer and EM/EO Propagation (ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ: OTHER)	Καλόγηρος Ι.	128,173.19	2022-2026
COSCO: Μελέτη ανεμολογικού πεδίου λιμανιού (PRIVATE)	Γιαννακόπουλος Χ.	46,000.00	2018-2024
DOMOS: Dust-Ocean Modelling & Observing Study (ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ: ESA)	Μυριοκεφαλιάκης Σ.	12,000.00	2020-2023
ENACT: Κλιματική αλλαγή, υγεία και ενέργεια: Επιπτώσεις και αλληλεπιδράσεις (ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ: OTHER NATIONAL)	Μιχαλόπουλος Ν.	199,080.00	2023-2024
Enhancing The Role Of GEOSS As The Default Digital Portal For Building Climate Change Adaptation & Mitigation - EIFFEL (HORIZON 2020)	Γερασόπουλος Ε.	391,818.37	2021-2024
ERSILIA: Enhanced-resolution source identification for aerosol in Athens (ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ: OTHER NATIONAL)	Γρίβας Γ.	8,000.00	2022-2024
ESA IDEAS- QA4EO: QUALITY ASSURED DATA FOR EARTH OBSERVATION COMMUNITIES (ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ: ESA)	Ράπτης Ι.	91,000.00	2021-2024
E-SHAPE (ΙΕΠΒΑ) (HORIZON 2020)	Γερασόπουλος Ε.	291,270.00	2019-2023
EXCLIMATE-GR: SEVERE AND HIGH IMPACT WEATHER EVENTS & CLIMATE ATTRIBUTION IN GREECE (ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ: EUROPEAN CLIMATE FOUNDATION)	Κοτρώνη Β.	55,000.00	2021-2023
EXHAUSTION: Exposure to heat and air pollution in EUrope-cardiopulmonary impacts and benefits of mitigation and adaptation (OTHER)	Γιαννακόπουλος Χ.	15,000.00	2021-2023
FAIRCITY: Future smart city environment: Innovative air pollution monitoring network using info kiosks benches - FAIRCITY/Καινοτόμο δίκτυο παρακολούθησης της ποιότητας αέρα στο μελλοντικό περιβάλλον της Έξυπνης Πόλης επιστρατεύοντας τα έξυπνα info kiosks παγκάκια (ATTP4-0360457). (ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ: ΕΣΠΑ)	Ασημακοπούλου Β.	130,500.00	2024-2024
FIRE-RES: Innovative technologies and socio-ecological-economic solutions for fire resilient territories in Europe (HORIZON EUROPE)	Γιαννακόπουλος Χ.	168,125.00	2021-2025
Flammable Greece: Increasing awareness and preparedness for extreme fire weather and behaviour (ΕΛΙΔΕΚ)	Γιάνναρος Θ.	163,701.00	2020-2024
FRAPORT Greece Report: Επικαιροποίηση της μελέτης για την κλιματική αλλαγή του 2017 για τα 14 περιφερειακά αεροδρόμια της FRAPORT Greece (SERVICES / STUDIES)	Γιαννακόπουλος Χ.	24,000.00	2022-2024
Generating Advanced Usage of EO for Smart Statistics - GAUSS (ESA)	Γερασόπουλος Ε.	120,006.82	2021-2023
HEAT-ARCHT (ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ: OTHER)	Λαγουβάρδος Κ.	80,000.00	2023-2024
Improved surface-based aerosol retrievals using NO2 correction (ESA - IDEAS QA4EO)	Καζαντζής Σ. & Ραπτής Π.	94,800.00	2021 - 2024
InCASE: In Situ data for Climate Adaptation Showcases within EuroGEO (ΔΙΕΘΝΗ - European Environment Agency)	Γερασόπουλος Ε.	150,000.00	2021-2023

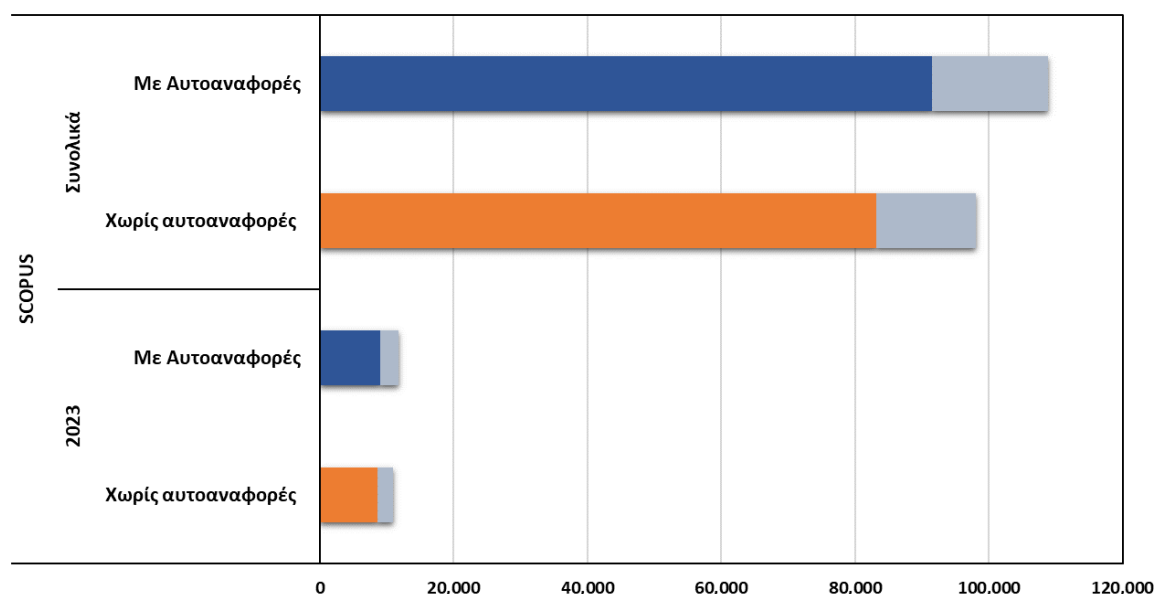
Integrated tools and methodologies for sustainable Mediterranean cities_Sustainable MED Cities_C_B.4.3_0063	Μπαλαράς Κ.	123,356.00	2021-2023
JustReDi: Resilience, Inclusiveness and Development: Towards a Just Green and Digital Transition of Greek Regions (ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ: OTHER NATIONAL)	Μιρασγεντής Σ.	747,400.00	2023-2025
LandEval: Σύστημα αξιολόγησης γαιών για γεωργική χρήση ενόψει της κλιματικής κρίσης (SERVICES / STUDIES)	Γιαννακόπουλος Χ.	21,600.00	2022-2024
LIFE ASKREACH - ΕΘΝΙΚΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ (ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ: OTHER NATIONAL)	Ασημακοπούλου Β.	13,984.00	2019-2023
LIFE ASKREACH: LIFE16 GIE/DE/000738 - LIFE AskREACH B«Enabling REACH consumer information rights on chemicals in articles by IT-tools (LIFE)	Ασημακοπούλου Β.	119,120.85	2017-2024
LIFE PROFILE: Promote financial instruments for liability on environment (LIFE19 GIE/GR/001127) (LIFE)	Ασημακοπούλου Β.	61,450.00	2020-2025
LIFE-IP AdaptInGR: Innovative technologies & socio-ecological-economic solutions for fire resilient territories in Europe (LIFE)	Γιαννακόπουλος Χ.	370,978.00	2019-2026
LIFE-MareNatura: Conservation of priority species of marine megafauna in Greece and Italy (LIFE)	Γιαννακόπουλος Χ.	214,642.00	2023-2029
LOCOBUFLO: Low computational burden flood modelling (ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ: OTHER)	Ρόζος Ε.	8,000.00	2020-2020
MED-GOLD: Turning climate-related information into added value for traditional MEDiterranean Grape, Olive and Durum wheat food systems (HORIZON EUROPE)	Γιαννακόπουλος Χ.	233,937.00	2017-2023
MediterRE3: Reducing fire-related greenhouse gas emissions in Greece, Montenegro and France by promoting fire-smart landscape management (OTHER)	Γιαννακόπουλος Χ.	126,000.00	2021-2023
METEO.GR: Weather forecasts for the private sector, weather related applications and info, www.meteo.gr. (ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ: ΙΔΙΩΤΙΚΗ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ: ()	Κοτρώνη Β. & Λαγουβάρδος Κ.	5,000,000.00	2006-now
NAVGREEN: Πράσινη Ναυτιλία Μηδενικού Ανθρακικού Αποτυπώματος (OTHER NATIONAL)	Μιχαλόπουλος Ν.	100,000.00	2023-2025
NERO: European Network on Extreme fiRe behaviOr (ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ: OTHER)	Γιάνναρος Θ.	600,000.00	2023-2027
OCEAN RIG: Έντονα καιρικά φαινόμενα στις θαλάσσιες περιοχές του Ιονίου και του Σαρωνικού (ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ: ΙΔΙΩΤΙΚΗ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ)	Λαγουβάρδος Κ.	38,778.00	2018-2024
PAUL (EU-Green-Deal)	Μιχαλόπουλος Ν.	20,000.00	2021-2025
PetroupolisAQ: Μελέτη χαρακτηρισμού χωρικής διακύμανσης ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην Πετρούπολη (ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ: SERVICES / STUDIES)	Γρίβας Γ.	36,952.00	2023-2024
PLEIONE (ΥΠΕΡΓΟΛΑΒΟΣ: ΕΣΠΑ, «ΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑΣ/ ΣΣΚ»)	Κοτρώνη Β.	40,000.00	2022-2023
Prespa's Green and Blue LifeLines: Prespa's Green and Blue LifeLines (PRIVATE)	Γιαννακόπουλος Χ.	56,330.00	2022-2025
Raycap @ meteo (ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ: OTHER NATIONAL)	Λαγουβάρδος Κ.	9,000.00	2023-2024
REGENERATE (ΕΛΙΔΕΚ Έμπειροι Ερευνητές)	Μιχαλόπουλος Ν.	170,000.00	2020-2024

REGION ALERT: Συστήματα Παρακολούθησης & έγκυρης προειδοποίησης καιρικών φαινομένων σε δημοτικό και περιφερειακό επίπεδο (ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ: ΙΔΙΩΤΙΚΗ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ)	Λαγουβάρδος Κ.	10,200.00	2021-2023
RI-URBANS (EU-Green-Deal)	Μιχαλόπουλος Ν.	355,000.00	2021-2025
SNOWCLIM (ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ: OTHER)	Κοτρώνη Β.	71,001.78	2023-2024
Solar Cadastre Agias Paraskevis: Μελέτη για τη διεύθυνση φωτοβολταϊκών στις στέγες του Δήμου Αγίας Παρασκευής. (ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ: PUBLIC AUTHORITIES)	Κοσμόπουλος Π.	7,440.00	2022-2023
Solar energy management decision support application for India (ΕΡΓΑ ΠΑΡΟΧΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ)	Κοσμόπουλος Π.	10,000.00	2023-2024
Solar Energy Management in India: Solar energy management decision support application for India. (PRIVATE)	Γιαννακόπουλος Χ.	10,000.00	2023-2024
Study of the Structure of the Coastal Atmospheric Boundary Layer and EM/EO Propagation (Federal grants, ΗΠΑ, Research Initiatives at the	Καλόγηρος Ι.	128,171.00	2022 - 2026
Thinking Earth: ThinkingEarth: Copernicus Foundation Models for a Thinking Earth (ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ: EUSPA)	Κοσμόπουλος Π.	205,000.00	2023-2027
TRIPGiFT: TRAINING PUPILS ON GEOSCIENCES THROUGH VIRTUAL FIELD TRIPS (ΕΤΑΙΡΟΣ: ERASMUS +)	Κοτρώνη Β.	23,659.00	2022-2025
Urban ReLeaf: Citizen-powered data ecosystems for inclusive and green urban transitions (HORIZON EUROPE)	Γερασόπουλος Ε.	315,287.50	2023-2026
Weather Alert: Ανάπτυξη συστημάτων παρακολούθησης και έγκυρης προειδοποίησης καιρικών φαινομένων (ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ: ΙΔΙΩΤΙΚΗ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ)	Λαγουβάρδος Κ.	193,412.00	2020-2024
Ανάλυση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στο γεωργικό και κτηνοτροφικό τομέα στην Ελλάδα	Σαραφίδης Γ.	25,000.00	2023-2024
Διερεύνηση της συμβολής της Μονάδας Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων Πλοίων της OIL ONE A.B.E.E. στην Ποιότητα Αέρα στην Περιοχή της Δραπετσώνας (ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ: PRIVATE)	Ασημακοπούλου Β.	170,000.00	2019-2025
Έντονα καιρικά φαινόμενα στο Ελληνικό οδικό δίκτυο (ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ: ΟΜΙΛΟΣ INTERAMERICAN)	Κοτρώνη Β.	138,992.00	2017-2024
Επικαιροποίηση της μελέτης για την κλιματική αλλαγή του 2017 για τα 14 περιφερειακά αεροδρόμια της FRAPORT Greece (FRAPORT)	Γιαννακόπουλος Χ.	24,000.00	2022 - 2024
Εργαστήριο Βαθμονόμησης Μετεωρολογικών Οργάνων (EBMO) (Συντονιστής: Ιδιωτική Χρηματοδότηση)	Ψυλόγλου Β.	43,800.00	2013-now
Κατάρτιση του Περιφερειακού Σχεδίου για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή (Πε.Σ.Π.Κ.Α.) της Περιφέρειας Αττικής	Γιαννακόπουλος Χ.	39,680.00	2019 - 2023
Μελέτη ανεμολογικού πεδίου λιμανιού (PIRAEUS CONTAINER TERMINAL SA)	Γιαννακόπουλος Χ.	40,000.00	2018 - 2023
ΝΗΣΟΣ: Εμβληματική Δράση Πράσινων Νησιών στο πλαίσιο της Κυκλικής Οικονομίας (OTHER NATIONAL)	Μάζη Κ.	37,500.00	2023-2025
ΠΑΥΣΑΝΙΑΣ-ΜΕΤΕΟ (OTHER NATIONAL)	Κοτρώνη Β.	75,967.36	2023-2024
Πε.Σ.Π.Κ.Α.: Περιφερειακό Σχέδιο Προσαρμογής στην Κλιματική Αλλαγή Αττικής (PRIVATE)	Γιαννακόπουλος Χ.	39,680.00	2019-2023

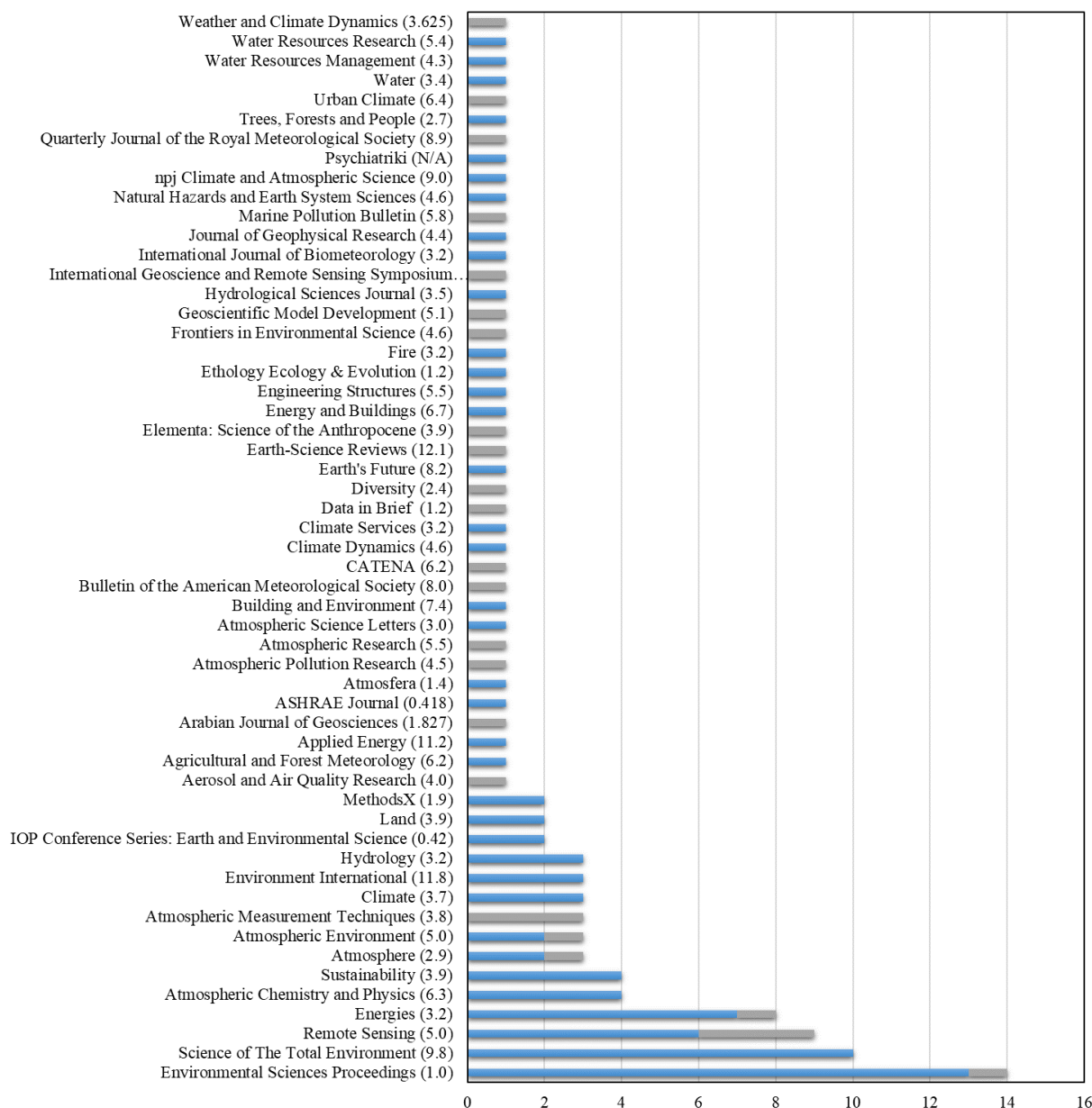
Περί Ανέμων και Υδάτων - Εκπαιδευτικά Προγράμματα (ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ: ΙΔΙΩΤΙΚΗ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ)	Κοτρώνη Β.	136,540.00	2016 - now
ΣΚΑΪ ΑΝΑΠΤΥΞΗ Α.Π.Ε. Α.Ε.: ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΤΙΚΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΠΡΟΣΠΙΠΤΟΥΣΑΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΣΤΑ Φ/Β ΠΑΡΚΑ ΕΥΘΥΝΗΣ ΤΗΣ ΣΚΑΪ ΑΝΑΠΤΥΞΗ Α.Π.Ε. Α.Ε. (SERVICES / STUDIES)	Ψυλόγλου Β.	15,624.00	2023-2024
Σύστημα παρακολούθησης μετεωρολογικών συνθηκών και συνθηκών ποιότητας αέρα του Δήμου Κάτω Νευροκοπίου (ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ: ΔΗΜΟΣ ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ)	Λαγουβάρδος Κ.	72,440.00	2021 - 2022
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΘΝΙΚΗΣ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΝΗΜΕΙΩΝ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ ΣΤΙΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ (OTHER NATIONAL)	Κοτρώνη Β.	248,000.00	2023-2024
TITAN-RISK-METEO (ΕΤΑΙΡΟΣ: ΟΜΙΛΟΣ TITAN)	Κοτρώνη Β.	8,000.00	2022-2023

8. ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ

Οι συνολικές αναφορές (Citations) μέσα στο 2023, σε δημοσιευμένες εργασίες του προσωπικού του ΙΕΠΒΑ, σύμφωνα με τη βάση δεδομένων Scopus, ανέρχονται σε 11771 (10967 χωρίς αυτοαναφορές) (Εικόνα α). Συνολικά από το προσωπικό του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης, το 2023 δημοσιεύτηκαν 113 εργασίες σε 56 διεθνή περιοδικά με κριτές. Ο συντελεστής απήχησης (impact factor) των περιοδικών κυμαίνεται μεταξύ 0,40 και 12,1 με βαρυκεντρικό μέσο 4,83 (Εικόνα β).



Συνολικές αναφορές σε δημοσιευμένες εργασίες του συνόλου του προσωπικού του ΙΕΠΒΑ σύμφωνα με τη βάση δεδομένων Scopus. Η γκρι σκιασμένη περιοχή αντιστοιχεί σε όλες τις εργασίες των συνεργαζόμενων ερευνητών.



Πρωτότυπες επιστημονικές εργασίες ανά διεθνές περιοδικό με κριτές. Η γκρι σκιασμένη περιοχή αντιστοιχεί σε δημοσιεύσεις των συνεργαζόμενων ερευνητών και συνεργατών.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται αναλυτικά οι δημοσιεύσεις και αναφορές που έχουν γίνει στο δημοσιευμένο έργο των ερευνητών και των λοιπών επιστημόνων του ΙΕΠΒΑ, μέχρι και το 2023, σύμφωνα με τη βάση δεδομένων Scopus. Επίσης, δημοσιεύτηκε ή παρουσιάστηκε ένας μεγάλος αριθμός εργασιών σε διεθνή συνέδρια ή συμπόσια που διοργανώθηκαν σε διάφορες χώρες καθώς και σε εθνικά συνέδρια. Τέλος, δημοσιεύθηκαν πολλές Τεχνικές/ Επιστημονικές Μελέτες στο πλαίσιο της εκπόνησης ερευνητικών προγραμμάτων και έργων, καθώς και αρκετά κεφάλαια σε επιστημονικά βιβλία.

Δημοσιεύσεις και αναφορές ανά επιστήμονα, σύμφωνα με τη βάση δεδομένων Scopus.

ΙΕΠΒΑ/ΕΑΑ	Δημοσιεύσεις		Αναφορές		Δείκτης h	Αναφορές / Δημοσίευση	Αντιπροσωπευτική Δημοσίευση
	2023	Σύνολο	2023	Σύνολο			
Ερευνητές & Ομότιμοι Ερευνητές							
Ασημακοπούλου Βασιλική		56	128	2199	21	39	
Γερασόπουλος Ευάγγελος	4	136	479	5196	45	38	
Γεωργοπούλου Έλενα		41	366	3865	23	94	
Γιαννακόπουλος Χρήστος	9	108	392	3710	30	34	
Γιάνναρος Θεόδωρος	4	55	230	987	20	18	
Δασκαλάκη Έλενα	4	62	221	2649	29	43	
Καλόγηρος Ιωάννης	2	76	138	1160	21	15	
Κοσμόπουλος Παναγιώτης	10	52	179	1386	22	27	
Κοτρωνάρου Αναστασία		24	47	1416	18	59	
Κοτρώνη Βασιλική	5	173	602	4666	39	27	
Λαγουβάρδος Κωνσταντίνος	7	172	514	4220	36	25	
Λιακάκου Ελένη	4	53	246	1716	24	32	
Μιχαλόπουλος Νικόλαος	19	404	1736	20787	78	51	
Μοιρασγεντής Σεβαστιανός		59	266	2523	27	43	
Μπαλαράς Κωνσταντίνος	7	114	437	5183	39	45	
Μπουγιατιώτη Αικατερίνη	2	79	444	3582	34	45	
Μυριοκεφαλιάκης Στέλιος	2	39	316	2448	23	63	
Ρετάλης Αδριανός	1	63	131	1212	19	19	
Ρόζος Ευάγγελος	3	37	94	672	17	18	
Σαραφίδης Ιωάννης		33	91	1516	17	46	
Φουντά Δήμητρα	2	52	240	2277	25	44	
Ψυλόγλου Βασίλειος	5	68	159	1480	23	22	

Καμπεζίδης Χαράλαμπος*	3	176	289	4500	39	26	
Κούσης Αντώνιος*	1	89	136	1568	23	18	
Πετράκης Μιχάλης*		50	88	2015	23	40	
Σύνολο Ερευνητών	94	2271	7969	82933	29	37	
Συνεργαζόμενοι Ερευνητές							
Καζαντζής Στέλιος**	2	179	472	4624	40	26	
Σύνολο Ερευνητών & Συνεργαζόμενων Ερευνητών	96	2450	8441	87557	29	36	
Ειδικοί Λειτουργικοί Επιστήμονες (Ε.Λ.Ε.)							
Γρίβας Γεώργιος	4	55	333	2817	26	51	🔗
Κατσάνος Δημήτρης	2	29	99	714	14	25	
Λιάνου Μαρία		17	47	560	12	33	
Μάζη Αικατερίνη	2	27	88	583	12	22	🔗
Μεταξάτου Αγγελίνα		6	9	145	5	24	
Παπαγιαννάκη Αικατερίνη	2	23	134	700	15	30	🔗
Σύνολο Ε.Λ.Ε.	10	157	710	5519	14	35	
Προσωπικό Ιδιωτικού Δικαίου Αορίστου Χρόνου (Ι.Δ.Α.Χ.)							
Δρούτσα Καλλιόπη	1	34	167	1447	18	43	🔗
Κοντογιαννίδης Σίμων	1	31	140	1199	16	39	🔗
Κοπανιά Θεοδώρα	1	4	32	139	3	35	
Πιέρρος Φραγκίσκος		12	58	265	9	22	
Ρουκουνάκης Νίκος	2	6	11	41	5	7	🔗
Σύνολο Ι.Δ.Α.Χ.	5	87	408	3091	10	36	
Συνεργάτες	44	516	2212	12757	16	25	
Σύνολο ΙΕΠΒΑ	155	3210	11771	108924	22	34	

* Ομότιμος ερευνητής

** Συνεργαζόμενος ερευνητής

9. ΕΞΩΣΤΡΕΦΕΙΑ

Εκπαιδευτικό Πρόγραμμα «Περί Ανέμων και Υδάτων»

Το εκπαιδευτικό πρόγραμμα “Περί Ανέμων και Υδάτων” αναπτύχθηκε από τη μονάδα ΜΕΤΕΟ του ΙΕΠΒΑ και παρέχει ένα σύγχρονο μάθημα φυσικής πλήρως διαδραστικό, αφού οι μαθητές συμμετέχουν σε πειράματα, διαδραστικές εφαρμογές και παρακολουθούν επεξηγηματικά βίντεο με σκοπό τη μελέτη δημιουργίας των μετεωρολογικών φαινομένων (<http://www.meteo.gr/perianemon.cfm>). Το εκπαιδευτικό πρόγραμμα Μετεωρολογίας «Περί Ανέμων & Υδάτων» έχει έγκριση από το Υπουργείο Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων (αρ. πρωτ. 131633/Δ2 της 09/08/2016) αλλά και από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής (ΙΕΠ) (πράξη 23/30-06-2016 του Δ.Σ.) από το οποίο λαμβάνει ετήσιες ανανεώσεις της έγκρισης λειτουργίας του. Η δομή του προγράμματος είναι πλήρως συμβατή με τις γνώσεις που αποκομίζουν τα παιδιά από τη φυσική του σχολείου σε όλες τις βαθμίδες της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και είναι προσαρμοσμένη κάθε φορά στις γνώσεις των μαθητών που παρακολουθούν το πρόγραμμα. Ιδιαίτερο βάρος, δίνεται στην εκπαίδευση των μαθητών σχετικά με τους τρόπους προστασίας από τα έντονα καιρικά φαινόμενα, όπως κεραυνός, ανεμοστρόβιλος και έντονες βροχές. Το πρόγραμμα παρουσιάζεται στο Κέντρο Επισκεπτών Πεντέλης και από το Νοέμβριο 2016. Συνολικά έως και το Δεκέμβριο του 2023 το παρακολούθησαν περίπου 12.500 μαθητές, καθηγητές και ενήλικες (εκ των οποίων 1.894 μαθητές το 2023).



Εκπαιδευτικές Δράσεις

Από τον Οκτώβριο του 2018 έως και σήμερα, η επιστημονική ομάδα εκπαιδευτικής μετεωρολογίας «Περί Ανέμων & Υδάτων» της μονάδας ΜΕΤΕΟ του ΙΕΠΒΑ δημιούργησε και παρουσιάζει στο Κέντρο Πολιτισμού Ίδρυμα Σταύρος Νιάρχος (ΚΠΙΣΝ), δύο εκπαιδευτικές δράσεις: «Το Κλίμα αλλάζει...» (<https://www.snfcc.org/klima-allazei>) και «Βιώσιμος Πλανήτης» (<https://www.snfcc.org/school-articles/viosimos-planitis/5317>). Το 2023 ήταν ενεργά και τα δύο προγράμματα, με μετονομασία του προγράμματος «Το Κλίμα αλλάζει...» σε «Βιώσιμος Πλανήτης (για μαθητές Γυμνασίου)»:

- **«Βιώσιμος Πλανήτης (για μαθητές Γυμνασίου)»** Οι μαθητές με αφορμή το ενεργειακό στέγαστρο αλλά και τον μετεωρολογικό σταθμό του ΚΠΙΣΝ και εργαλείο το πείραμα και την παρατήρηση μέσω ειδικών VR γυαλιών, ανακαλύπτουν πώς ο άνθρωπος έχει επηρεάσει το κλίμα σε παγκόσμιο αλλά και σε τοπικό επίπεδο και πως εξελίχθηκε η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Στόχος του εκπαιδευτικού προγράμματος είναι οι μαθητές

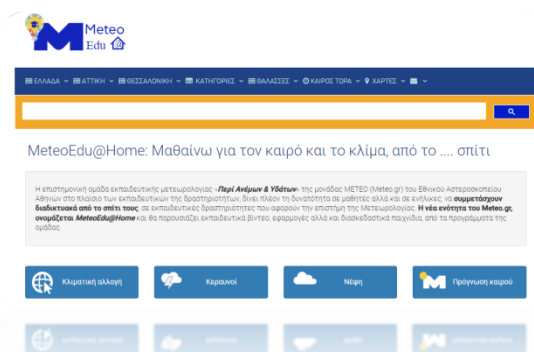
να μάθουν για τις αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού στο πλαίσιο του πως αυτές βρίσκουν εφαρμογή τόσο στο σχεδιασμό, όσο και στην καθημερινή λειτουργία του ΚΠΙΣΝ. Από τον Οκτώβριο του 2018 έως το Δεκέμβριο του 2023 το πρόγραμμα παρακολούθησαν περίπου 4.900 μαθητές (εκ των οποίων 462 μαθητές το 2023).

- «Βιώσιμος Πλανήτης» (<https://www.snfcc.org/SchoolsSustainabilityPrograms>). Οι μαθητές μέσω πειραμάτων και κατασκευών κατανοούν τις επιπτώσεις του σύγχρονου τρόπου ζωής στο περιβάλλον, αντιλαμβάνονται τις φιλικές προς το περιβάλλον συμπεριφορές της καθημερινότητας και συμμετέχουν στη δημιουργία χρήσιμων αντικειμένων μέσα από ένα διαδραστικό εργαστήριο ανακύκλωσης. Από τον Οκτώβριο του 2019 έως το Δεκέμβριο του 2023 το πρόγραμμα παρακολούθησαν περίπου 4.800 μαθητές (εκ των οποίων 1.202 μαθητές το 2023).

Ψηφιακά Εκπαιδευτικά Προγράμματα

Η επιστημονική ομάδα εκπαιδευτικής μετεωρολογίας «Περί Ανέμων & Υδάτων» της μονάδας METEO του ΙΕΠΒΑ έχει σχεδιάσει, αναπτύξει και λειτουργεί τα παρακάτω ψηφιακά εκπαιδευτικά προγράμματα τα οποία ήταν ενεργά κατά το 2023:

- **Meteorpedia** (<https://wiki.meteo.gr>): Έχει σκοπό τη διάχυση της επιστήμης της μετεωρολογίας στο ευρύ κοινό. Πρόκειται για μια ψηφιακή, διαδικτυακή και ελεύθερης πρόσβασης εγκυκλοπαίδεια που αναπτύχθηκε από τη μονάδα METEO με το λογισμικό wiki, στο οποίο στηρίζεται η ψηφιακή εγκυκλοπαίδεια Wikipedia. Τα λήμματα της Meteorpedia αφορούν πληροφορίες σχετικά με μετεωρολογικά φαινόμενα, μετεωρολογικούς όρους και ορισμούς, καθώς επίσης και στοιχεία από τις κακοκαιρίες που φέρουν όνομα, σύμφωνα με τα κριτήρια που έχει ορίσει το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών/[meteo.gr](https://wiki.meteo.gr).
- **MeteoEdu@Home** (<https://meteo.gr/meteoedu/>): Κατά τη διάρκεια αναστολής των εκπαιδευτικών δράσεων, λόγω των μέτρων αντιμετώπισης για τη διασπορά της πανδημίας Covid-19, η ομάδα «Περί Ανέμων & Υδάτων» δημιούργησε ψηφιακά εκπαιδευτικά προγράμματα, με θέμα τον καιρό, το κλίμα και την κλιματική αλλαγή. Συγκεκριμένα αναπτύχθηκε και λειτουργεί αδιάλειπτα η ψηφιακή ενότητα MeteoEdu@Home (<https://meteo.gr/meteoedu/>) που δίνει τη δυνατότητα σε μαθητές αλλά και σε ενήλικες, να συμμετάσχουν διαδικτυακά από το σπίτι τους, σε εκπαιδευτικές δραστηριότητες που αφορούν την επιστήμη της Μετεωρολογίας. Η ενότητα αυτή, παρουσιάζει εκπαιδευτικά βίντεο, εφαρμογές αλλά και διασκεδαστικά παιχνίδια στις θεματικές: Κλιματική Αλλαγή, Κεραυνοί, Νέφη & Πρόγνωση Καιρού.



Διαδραστικές Εκπαιδευτικές Εκθέσεις

- **«Ο καιρός και το κλίμα της Κρήτης»:** Από τον Ιούνιο του 2018 σε συνεργασία με την ANEK LINES το «Περί Ανέμων & Υδάτων» ξεκίνησε η λειτουργία περιπτέρου/έκθεσης σε δύο πλοία της (Ελ. Βενιζέλος και Κρήτη II) τα οποία δραστηριοποιούνται στις γραμμές της Κρήτης. Η έκθεση με τίτλο «Ο καιρός και το κλίμα της Κρήτης», αποτελείται από προβολή βίντεο τα οποία παρουσιάζουν με κατανοητό τρόπο το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής, τα κύρια χαρακτηριστικά του καιρού της Κρήτης ανά εποχή, τις τρέχουσες καιρικές συνθήκες στο νησί από το δίκτυο σταθμών του ΕΑΑ/Meteo.gr, τους υδατικούς πόρους του νησιού, τις δορυφορικές μετρήσεις θερμοκρασίας θάλασσας αλλά και προγνώσεις καιρού για τις πόλεις της Κρήτης και τις περισσότερες παραλίες της. Τέλος, στο περίπτερο υπάρχουν διαδραστικά παιχνίδια σε ταμπλέτες, με θέμα τον καιρό και το κλίμα. Η έκθεση ήταν ενεργή το 2023 στο πλοίο «Κρήτη II».
- **«Του καιρού τα μυστικά»:** Σε συνεργασία με τον Όμιλο Τσιμέντων «TITAN», το «Περί Ανέμων και Υδάτων» δημιούργησε τη διαδραστική έκθεση μετεωρολογίας: «Του καιρού τα μυστικά». Πρόκειται για μια πλήρως διαδραστική έκθεση, η οποία χωρίζεται σε τρεις θεματικές ενότητες, παρουσιάζοντας την εξέλιξη της επιστήμης της Μετεωρολογίας και των μετεωρολογικών οργάνων από την αρχαία Ελλάδα έως σήμερα, καθώς επίσης και την εξήγηση των σημαντικότερων μετεωρολογικών φαινομένων μέσω βίντεο, πειραμάτων και διαδραστικών εφαρμογών, δίνοντας έμφαση στα έντονα καιρικά φαινόμενα και τους τρόπους προστασίας από αυτά. Η έκθεση ξεκίνησε τον Οκτώβριο του 2018 στις εγκαταστάσεις των εργοστασίων του ομίλου, στη Θεσσαλονίκη και στην Ελευσίνα, ενώ από τον Οκτώβριο του 2019 (2019-2020 και 2022 έως και σήμερα) η έκθεση παρουσιάζεται στις εγκαταστάσεις του TITAN στο Δρέπανο Αχαΐας (Πάτρα). Συνολικά την έκθεση έχουν παρακολουθήσει στα προαναφερόμενα μέρη, έως και τον Δεκέμβριο του 2023, περίπου 27.000 επισκέπτες. Η έκθεση ήταν ενεργή το 2023 στο Δρέπανο Αχαΐας και την παρακολούθησαν 2.275 μαθητές.





<https://www.iersd.noa.gr/>