

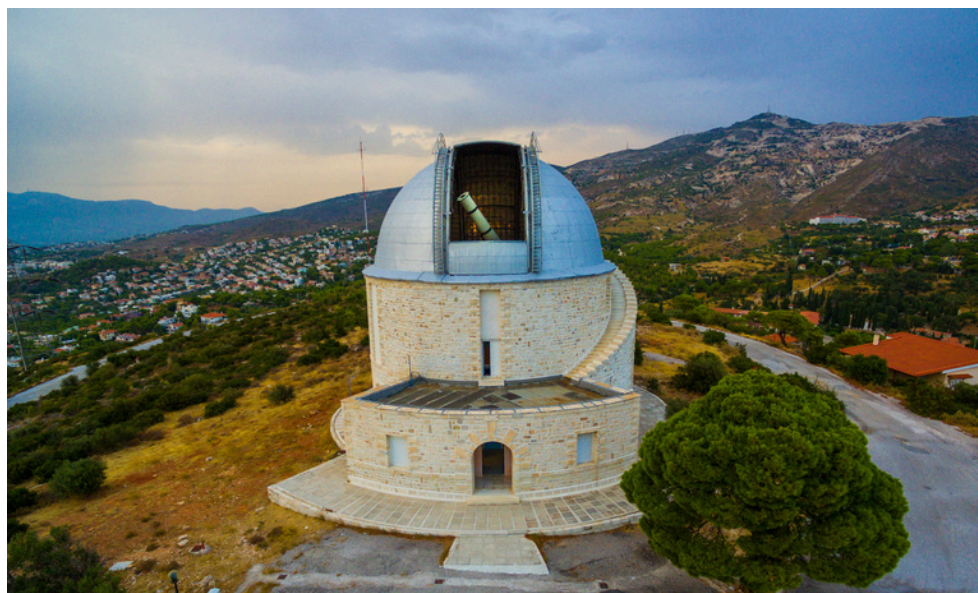
ΕΤΗΣΙΑ ΕΚΘΕΣΗ 2025



Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης
(ΙΕΠΒΑ)

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
2. ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ	4
3. ΟΡΓΑΝΩΣΗ	5
4. ΘΕΜΑΤΙΚΟΙ ΠΥΛΩΝΕΣ ΚΑΙ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ	7
5. ΥΠΟΔΟΜΕΣ	10
6. ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ	14
7. ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ 2025	15
8. ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ	44
9. ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ	47
10. ΕΞΩΣΤΡΕΦΕΙΑ	48



1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με ιδιαίτερη χαρά παρουσιάζουμε την Έκθεση Δραστηριοτήτων του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΙΕΠΒΑ) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών για το έτος 2025. Η φετινή χρονιά ανέδειξε με τον πιο σαφή τρόπο ότι η κλιματική αλλαγή και η ενεργειακή κρίση αποτελούν δύο αλληλένδετες προκλήσεις που απαιτούν επιστημονική τεκμηρίωση, καινοτομία και άμεση δράση. Σε αυτό το περιβάλλον, η τεχνητή νοημοσύνη αναδεικνύεται σε καταλύτη μετασχηματισμού, επιτρέποντάς μας να παρατηρούμε, να αναλύουμε και να προβλέπουμε με ακρίβεια φαινόμενα που επηρεάζουν την καθημερινότητα των πολιτών και τη βιωσιμότητα των κοινωνιών.

Το 2025 αποτέλεσε για το ΙΕΠΒΑ μια περίοδο ουσιαστικής προόδου και στρατηγικής ενίσχυσης των ερευνητικών και τεχνολογικών του δυνατοτήτων.

α) Ενισχύσαμε την έρευνα γύρω από την κλιματική αλλαγή, αξιοποιώντας προηγμένα μοντέλα πρόγνωσης, δορυφορικά δεδομένα και συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης, ώστε να υποστηρίξουμε την πολιτεία και τους φορείς στη λήψη αποφάσεων.

β) Επενδύσαμε σε τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης που αναβαθμίζουν ριζικά τις δυνατότητές μας: από την ανάλυση ακραίων καιρικών φαινομένων έως την πρόγνωση παραγωγής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και τη διαχείριση ενεργειακών συστημάτων.

γ) Συμβάλαμε ενεργά στην αντιμετώπιση της ενεργειακής κρίσης, παρέχοντας εργαλεία που ενισχύουν την ενεργειακή ασφάλεια, υποστηρίζουν την ενσωμάτωση των ΑΠΕ και διευκολύνουν τον στρατηγικό σχεδιασμό σε τοπικό και εθνικό επίπεδο.

δ) Ενδυναμώσαμε τη διεθνή μας παρουσία, συμμετέχοντας σε μεγάλα ευρωπαϊκά έργα και συνεργασίες που προωθούν την επιστημονική αριστεία και την τεχνολογική καινοτομία.

Παράλληλα, συνεχίσαμε να ανοίγουμε την επιστήμη προς την κοινωνία. Με σύγχρονα εργαλεία επικοινωνίας, ανοιχτές δράσεις και διαδραστικές εφαρμογές, επιδιώξαμε να φέρουμε τους πολίτες πιο κοντά στη γνώση, να ενισχύσουμε την κατανόηση των περιβαλλοντικών κινδύνων και να αναδείξουμε τον ρόλο της τεχνολογίας στη διαμόρφωση ενός βιώσιμου μέλλοντος.

Ευχαριστώ θερμά όλους τους συνεργάτες, ερευνητές και υποστηρικτές του ΙΕΠΒΑ για την αφοσίωση και τη δημιουργικότητά τους. Σας προσκαλώ να ανακαλύψετε μέσα από τις σελίδες της έκθεσης το έργο μας και το όραμα που μας καθοδηγεί σε μια εποχή μεγάλων προκλήσεων αλλά και μεγάλων δυνατοτήτων.

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, πυρομετεωρολογία και αλληλεπιδράσεις φωτιάς-ατμόσφαιρας, επιφανειακή και υπόγεια υδρολογία, διαχείριση υδατικών πόρων, φυσική δυναμική και κοινωνικο-οικονομικές επιπτώσεις έντονων και ακραίων καιρικών φαινομένων, τρωτότητα και κίνδυνος σε φυσικές καταστροφές από υδρομετεωρολογικά και κλιματικά φαινόμενα.
- Κλιματολογία, επιπτώσεις, μετριασμός και προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, εκτίμηση περιβαλλοντικών και κοινωνικο-οικονομικών επιπτώσεων των πολιτικών/μέτρων για το μετριασμό 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 METEO (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 (ΖΕΥΣ).

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 (EBMO) (<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

ΚΑΤΑ ΤΟ ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΑΚΟ ΕΤΟΣ 2025 ΤΟ ΙΕΠΒΑ ΕΙΧΕ ΤΗΝ ΑΚΟΛΟΥΘΗ ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ:

Διευθυντής:

- Γερασόπουλος Ευάγγελος, Ερευνητής Α

Αναπληρώτρια Διευθύντρια:

- Φουντά Δήμητρα, Ερευνήτρια Α

Ερευνητές/τριες:

- 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
- Ψυλόγλου Βασίλειος, Ερευνητής Α
- Γεωργοπούλου Έλενα, Ερευνήτρια Β
- Γιάνναρος Μ. Θοδωρής, Ερευνητής Β
- Καλόγηρος Ιωάννης, Ερευνητής Β
- Κοσμόπουλος Παναγιώτης, Ερευνητής Β
- Λιακάκου Ελένη, Ερευνήτρια Β
- Μαρκόνης Ιωάννης, Ερευνητής Β
- Μπουγιατιώτη Αικατερίνη, Ερευνήτρια Β
- Μυριοκεφαλιάκης Στυλιανός, Ερευνητής Β
- Σαραφίδης Ιωάννης, Ερευνητής Β
- 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, ΠΕ Φυσικός Περιβάλλοντος
- Κοντογιαννίδης Σίμων, ΠΕ Μετεωρολόγος
- Κοπανιά Θεοδώρα, ΠΕ Φυσικός Περιβάλλοντος
- Κωλέτσης Ιωάννης, ΠΕ Περιβαλλοντολόγος, Μετεωρολόγος
- Ρουκουνάκης Νικόλαος, ΠΕ Χημικός Μηχανικός

Γραμματεία:

- Χρόνη Αθανασία

Διοικητικό - Τεχνικό Προσωπικό:

- Κάππος Νικόλαος, ΤΕ Μηχανικών
- Μητσόπουλος Βασίλης, ΔΕ Προσωπικού Η/Υ
- Παπαδάκη Ευαγγελία, ΤΕ Μηχανικών

Ομότιμοι Ερευνητές:

- Κούσης Αντώνιος
- Πετράκης Μιχαήλ
- Καμπεζίδης Χαράλαμπος

Συνεργαζόμενοι Ερευνητές:

- Καζαντζής Στυλιανός
- Rob Allan

Επιστημονικό Συμβούλιο Ινστιτούτου:

- Κοτρώνη Βασιλική (πρόεδρος)
- Γιαννακόπουλος Χρήστος (αντιπρόεδρος)
- Κατσάνος Δημήτριος (μέλος)
- Μυριοκεφαλιάκης Στυλιανός (μέλος)
- Ρετάλης Αδριανός (μέλος)
- Κοπανιά Θεοδώρα, Εκπρόσωπος ΕΤΕ



Συνεργάτες Έτους 2025:

Αθανασοπούλου Ελένη (PhD)	Αλεξόπουλος Κωνσταντής (MSc)	Αναγνωστάκης Γιάννης (MSc)
Αναγνώστου Μάριος (PhD)	Βαρώτσος Κωνσταντίνος (PhD)	Βαρώτσος Παναγιώτης (PhD)
Βαφειάδης Βασίλης (BSc)	Βίγκος Σταύρος (BSc)	Βλάχου Καίτη (MSc)
Βότση Νεύτα-Ελευθερία (PhD)	Βουγιούκας Στρατής (MSc)	Βρεττού Ειρήνη (MSc)
Γάκης Νίκος (MSc)	Γιαννακλής Χρήστος (MSc)	Γιάνναρος Χρήστος (PhD)
Γρατσέα Μυρτώ (PhD)	Δημητριάδης Παναγιώτης (PhD)	Δημητρέλλος Αντώνης (PhD)
Δουζένης Νικόλας (MSc)	Θεοχάρης Μαρίνος (PhD)	Κακούρη Αναστασία (PhD)
Καλκαβούρας Παναγιώτης (PhD)	Καμπεζίδου Δήμητρα (MSc)	Κανελλόπουλος Γεώργιος (PhD)
Καπετανάκης Δημήτρης (MSc)	Καραγιάννης Δημήτρης (MSc)	Καραγιαννίδης Αθανάσιος (PhD)
Καραγκούνης Κωνσταντίνος (MSc)	Καράλη Άννα (MSc)	Κασκαούτης Δημήτρης (PhD)
Καταβούτας Γιώργος (PhD)	Κατρανίτσας Απόστολος (BSc)	Κιμουρτζή Μαρία (MSc)
Κιτσαρά Γιάννα (PhD)	Κλαδάκης Άγγελος (MSc)	Κουκούλης Αθανάσιος (MSc)
Κουτσαντώνη Πελαγία (MSc)	Κυριάκου Πέτρος (MSc)	Κύρος Γιώργος (MSc)
Λαβδάκης Νικόλαος (MSc)	Λεμέσιος Ιωάννης (MSc)	Λυκούδης Σπύρος (PhD)
Μακρή Κυριακούλα (PhD)	Μαχαίρα Παρασκευή (MSc)	Μασλουμίδης Ιωάννης (MSc)
Μαργώση Μαρία (PhD)	Μελίτα Νεφέλη (MSc)	Μιχαηλίδου Δανάη-Ελένη (PhD)
Μούστρης Αλέκος (MSc)	Μπαξεβανάκη Ευφροσύνη (MSc)	Μπασούλου Μαριάννα (MSc)
Μπεζές Αντώνης (MSc, Eng.)	Μπέρου Γραμματεία (MSc)	Μπρούμας Ευάγγελος (MSc)
Ντάφης Σταύρος (PhD)	Πανταβού Κατερίνα (PhD)	Παπαβασιλείου Γεώργιος (PhD)
Παπαγγελής Γεώργιος (PhD)	Παρασκευοπούλου Δέσποινα (PhD)	Πετρινόλη Καλλιόπη (MSc)
Πετρόπουλος Χρήστος (PhD)	Ραπτάκη Έλζα (MSc)	Ράπτης Παναγιώτης Ιωάννης (PhD)
Ρωμής Κυριάκος (MSc)	Σακκά Αρεζίνα (MSc)	Σαμπούλου Ευγενία (MSc)
Σερέτης Νικόλαος (MSc)	Σουμπασάκης Αδάμ (MSc)	Σωτηροπούλου Μαρία (PhD)
Τενέντες Βασίλειος (MSc)	Τσαρόγλου Στέλλα (MSc)	Τσιόδρα Ειρήνη-Ζαχαρούλα (PhD)
Υφαντής Βασίλης (MSc)	Φαμέλη Κυριακή-Μαρία (PhD)	Φραγκουλίδης Γεώργιος (PhD)
Χαραλαμπίδου Χρύσα (MSc)	Χατζηδιάκος Χαράλαμπος (MSc)	Χόντου Βάσω (PhD)
Bailey Jennifer (MSc)	Harshal Dhake (MSc)	Henna Toppinen (MSc)
Roystan Castelino (PhD)	Speyer Orestis (MSc)	Van der Schriek Tim, (PhD)
Weiss Kim-Andreas (MSc)		

4. ΘΕΜΑΤΙΚΟΙ ΠΥΛΩΝΕΣ ΚΑΙ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ

Το ΙΕΠΒΑ εστιάζει και συντονίζει την ερευνητική του δραστηριότητα σε τέσσερις (4) κύριους Θεματικούς Πυλώνες: Ατμοσφαιρικό Περιβάλλον, Μετεωρολογία και Υδρολογία, Κλίμα και Κλιματική Αλλαγή και Ενέργεια. Ακολουθεί περιγραφή των κύριων αντικειμένων που θεραπεύονται ανά πυλώνα:

01



Ατμοσφαιρικό
Περιβάλλον

02



Μετεωρολογία
και Υδρολογία

03



Κλίμα και
Κλιματική
Αλλαγή

04



Ενέργεια

ΠΥΛΩΝΑΣ I: Ατμοσφαιρικό Περιβάλλον

Διεξαγωγή έρευνας αιχμής σχετικά με τη σύσταση της ατμόσφαιρας και των πολύπλοκων ατμοσφαιρικών διεργασιών που την διέπουν, μέσω διενέργειας μετρήσεων, συλλογής ετερογενών δεδομένων, ανάπτυξης βάσεων εκπομπών, και προσομοιώσεων, για την: (α) εκτίμηση των επιπτώσεων της στο κλίμα και την ανθρώπινη υγεία, (β) μελέτη των αλληλεπιδράσεων και επιπτώσεων της στη βιόσφαιρα, την υδρόσφαιρα και τη γεώσφαιρα, και (γ) υποστήριξη του μετριασμού της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και την προώθηση βιώσιμων πρακτικών, από αστική σε παγκόσμια κλίμακα.

Υφιστάμενα αντικείμενα στόχευσης

- Ατμοσφαιρική σύσταση και ποιότητα του αέρα: παρακολούθηση των κύριων συστατικών της ατμόσφαιρας που καθορίζουν τα επίπεδα της αστικής και περιφερειακής ρύπανσης (π.χ. πρωτογενείς και δευτερογενείς, αέριοι και σωματιδιακοί ρύποι), καθώς και των παραγόντων που επιδρούν στο κλίμα (π.χ. θερμοκηπικά αέρια, μαύρος άνθρακας, σκόνη).
- Πηγές φυσικών και ανθρωπογενών εκπομπών: συστηματικός χαρακτηρισμός και απογραφή εκπομπών ρύπων, και ποσοτικοποίηση της συνεισφοράς τους στα επίπεδα ρύπανσης και την ατμοσφαιρική σύσταση.
- Προσομοίωση και πρόγνωση ατμοσφαιρικής σύστασης (χημικός καιρός): μέσω μοντελοποίησης διεργασιών σε παγκόσμια, περιοχική και αστική κλίμακα, και ανατροφοδότηση μέσω παρατηρησιακών πλατφορμών.
- Απόκριση του γήινου συστήματος στις ατμοσφαιρικές και κλιματικές αλληλεπιδράσεις: προσομοίωση και κατανόηση της διασύνδεσης ατμόσφαιρας και κλίματος σε πολλαπλές χωρικές και χρονικές κλίμακες.

ΠΥΛΩΝΑΣ II: Μετεωρολογία και Υδρολογία

Η διεξαγωγή υψηλής ποιότητας βασικής έρευνας για την κατανόηση των μετεωρολογικών (συμπεριλαμβανομένης της ηλιακής ακτινοβολίας), πυρομετεωρολογικών και υδρολογικών διεργασιών και της διασύνδεσής τους με το συνεχώς μεταβαλλόμενο κλίμα, την παροχή ολοκληρωμένων, επιστημονικά τεκμηριωμένων υπηρεσιών αιχμής και τη γενικότερη υποστήριξη της ετοιμότητας και της ικανότητας αντιμετώπισης κινδύνων φυσικών καταστροφών σχετιζόμενων με υδρομετεωρολογικά φαινόμενα και δασικές πυρκαγιές.

Υφιστάμενα αντικείμενα στόχευσης

- Παρακολούθηση και πρόγνωση καιρικών φαινομένων: ανάπτυξη και λειτουργία δικτύων υδρομετεωρολογικής παρακολούθησης, πρόγνωση σε κλίμακες από τη βραχυπρόθεσμη ως την εποχική, μελέτη της φυσικής, της δυναμικής και των μεταβολών έντασης/συχνότητας των έντονων καιρικών φαινομένων.
- Τηλεπισκόπηση ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων: λειτουργία μικρών ραντάρ καιρού και παροχή των μετρήσεων ως δεδομένων εισόδου σε υδρολογικά μοντέλα για την πρόγνωση πλημμυρών.

- Παρακολούθηση ακτινομετρικών μεγεθών: ανάπτυξη και λειτουργία δικτύου παρακολούθησης ακτινομετρικών παραμέτρων, συμπεριλαμβανομένων της μικρού και μεγάλου (infrared) μήκους κύματος ακτινοβολίας, υπεριώδους ακτινοβολίας (UV), καθώς και τον φυσικό φωτισμό (daylight illuminance).
- Παρακολούθηση και πρόγνωση πυρομετεωρολογικών συνθηκών: εκτίμηση της πυρομετεωρολογικής επικινδυνότητας, προσομοίωση της εξάπλωσης και συμπεριφοράς δασικών πυρκαγιών, μελέτη των αλληλεπιδράσεων μεταξύ πυρκαγιών και ατμόσφαιρας, αναδρομική ανάλυση δασικών πυρκαγιών, δορυφορική χαρτογράφηση της εξάπλωσης και συμπεριφοράς δασικών πυρκαγιών.
- Επιφανειακή υδρολογία: με έμφαση στα μετρητικά δίκτυα, υδρομετρήσεις και νέες μεθόδους εκτίμησης παροχής ποταμού, τήρηση βάσης υδρολογικών δεδομένων και μοντελοποίηση επιφανειακών υδάτων.
- Υπόγεια υδρολογία: με έμφαση στην υφαλμύριση υπόγειων υδροφορέων και την μοντελοποίηση υπόγειων ροών, καθώς και τη διαχείριση υδατικών πόρων.
- Κοινωνικο-οικονομικές επιπτώσεις υδρομετεωρολογικών και κλιματικών κινδύνων: καταγραφή, παρακολούθηση και ανάλυση κοινωνικο-οικονομικών επιπτώσεων έντονων και ακραίων καιρικών φαινομένων, πραγματοποίηση και ανάλυση ερευνών συμπεριφοράς για τις αντιλήψεις κινδύνων, την ετοιμότητα, την προσαρμοστικότητα και την απόκριση.
- Διακινδύνευση και τρωτότητα σε φυσικές καταστροφές: ανάπτυξη μεθοδολογιών για την εκτίμηση δεικτών διακινδύνευσης και τρωτότητας από υδρομετεωρολογικά φαινόμενα και εφαρμογές σε υποδομές και υπηρεσίες.

ΠΥΛΩΝΑΣ III: Κλίμα και Κλιματική αλλαγή

Διαχρονική παρακολούθηση του κλιματικών παραμέτρων και μελέτη της κλιματικής αλλαγής για την έγκαιρη και έγκυρη εκτίμηση των περιβαλλοντικών, οικονομικών και κοινωνικών επιπτώσεών της, προς την κατεύθυνση της λήψης μέτρων προσαρμογής, μετριασμού και ενίσχυσης της ανθεκτικότητας.

Υφιστάμενα αντικείμενα στόχευσης

- Κλιματολογία: ανάλυση ιστορικών κλιματικών δεδομένων, κλιματικές προσομοιώσεις σε κατάλληλη χωρική και χρονική κλίμακα, μελέτη παραμέτρων αστικού μικροκλίματος, π.χ. μελέτη αστικής θερμικής νησίδας, και ακραίων καιρικών φαινομένων.
- Επιπτώσεις και προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή: ανάλυση επιπτώσεων σε τομεακό επίπεδο ή προερχόμενες από ακραία καιρικά φαινόμενα, εκτίμηση περιβαλλοντικών και κοινωνικο-οικονομικών επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, εκτίμηση υφιστάμενης και μελλοντικής τρωτότητας σε τομείς προτεραιότητας, προσδιορισμός και αξιολόγηση μέτρων προσαρμογής.
- Μετριασμός της κλιματικής αλλαγής: Εκτίμηση εκπομπών θερμοκηπικών αερίων και ανθρακικού/περιβαλλοντικού αποτυπώματος, ανάλυση σεναρίων και πολιτικών της Πράσινης Μετάβασης.

ΠΥΛΩΝΑΣ IV: Ενέργεια

Υποστήριξη της μετάβασης προς ένα βιώσιμο και ενεργειακά καθαρό μέλλον μέσω της βελτιστοποίησης της ενεργειακής αποδοτικότητας του δομημένου περιβάλλοντος, όπως αυτή επιτυγχάνεται με τη βελτίωση της απόδοσης των κτιρίων, των μεταφορών και της βιομηχανίας, και την αξιοποίηση των τεχνολογιών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ).

Υφιστάμενα αντικείμενα στόχευσης

- Ενεργειακή απόδοση κτιρίων και εξοικονόμηση ενέργειας: μοντελοποίηση του κτιριακού αποθέματος με τυπολογίες κτιρίων, αξιολόγηση της ενεργειακής και της οικονομικής ανταποδοτικότητας από την ενεργειακή αναβάθμιση του κτιριακού αποθέματος και ανάλυση κύκλου ζωής προς τα σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης και μηδενικού ισοζυγίου εκπομπών άνθρακα κτίρια.
- Αειφορία και ανθεκτικότητα του δομημένου περιβάλλοντος στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής: ανάλυση και σύστημα αξιολόγησης της υπάρχουσας κατάστασης και σεναρίων αναβάθμισης σε κλίμακα κτιρίου, γειτονιάς και πόλης.

- Εκτίμηση του δυναμικού αξιοποίησης ΑΠΕ (έμφαση στην ηλιακή και αιολική ενέργεια): πρόγνωση της παραγωγής ενέργειας από φωτοβολταϊκά (σε κλίμακα από στέγες κτιρίων μέχρι μεγάλα ηλιακά πάρκα), και από ανεμογεννήτριες (υπεράκτια αιολικά πάρκα). Εφαρμογές ΑΠΕ και συνεισφορά τους στον μετριασμό εκπομπών θερμοκηπικών αερίων.
- Μακροχρόνιος και βραχυχρόνιος ενεργειακός σχεδιασμός: ανάπτυξη ρεαλιστικών σεναρίων ενεργειακού σχεδιασμού, συμβατών με την πρόκληση της ενεργειακής μετάβασης και ενεργειακής ασφάλειας. Ενσωμάτωση αναδυόμενων ενεργειακών τεχνολογιών.
- Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας ενεργειακών πολιτικών και μέτρων υπό το πρίσμα των προβλημάτων ενεργειακής φτώχειας και των επιπτώσεων της στη δημόσια υγεία και κοινωνική συνοχή. Ένταξη στο ενεργειακό σύστημα στοχαστικών ΑΠΕ σε μεγάλη κλίμακα.

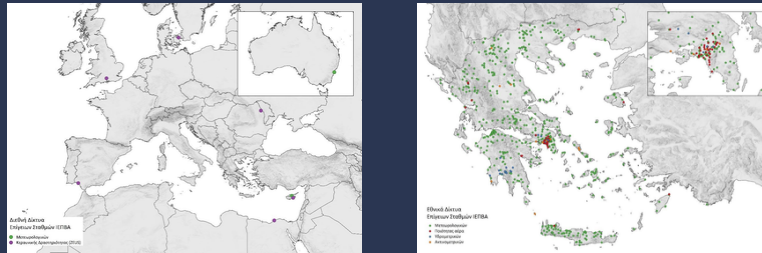
Από τους 23 συνολικά στόχους τετραετίας που έχουν τεθεί στη Στρατηγική του Ινστιτούτου για τους Πυλώνες, εντός του 2025 έχει υπάρξει ιδιαίτερη πρόοδος σε όλους και έγινε σχεδιασμός για την επόμενη χρονιά. Οι Πυλώνες έχουν συμβάλει ουσιαστικά και στους οριζόντιους στόχους, όπως απεικονίζεται στο ινφογράφημα που ακολουθεί.

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΣΥΜΒΟΛΗ ΠΥΛΩΝΩΝ ΣΕ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΥΣ ΣΤΟΧΟΥΣ



5. 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:



ΥΠΕΡΣΤΑΘΜΟΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ

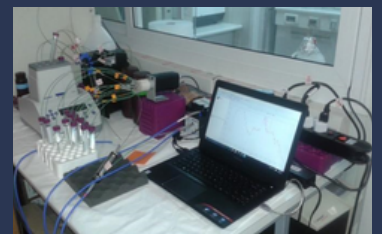
Ο σταθμός λειτουργεί στις εγκαταστάσεις του ΕΑΑ στο Θησείου από το 2013, σε αδιάλειπτη βάση. Αποτελεί αντιπροσωπευτικό σταθμό αστικού υποβάθρου για την Αθήνα και ως κύριο σκοπό έχει τη μελέτη των αιωρούμενων σωματιδίων και των ιδιοτήτων τους στην ατμόσφαιρα, ενώ παράλληλα καταγράφει τα επίπεδα θερμοθετημένων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



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ (ΕΑΧ)

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.



ΚΙΝΗΤΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΘΟΡΥΒΟΥ

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 όχημα. 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.



ΙΣΤΟΡΙΚΟΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ

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 υπεραιωνόβιους σταθμούς στον κόσμο, έχοντας λάβει επίσημη αναγνώριση από τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό (WMO).

ΔΙΚΤΥΟ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΚΚΕΝΩΣΕΩΝ (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>.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ (ΕΒΜΟ)

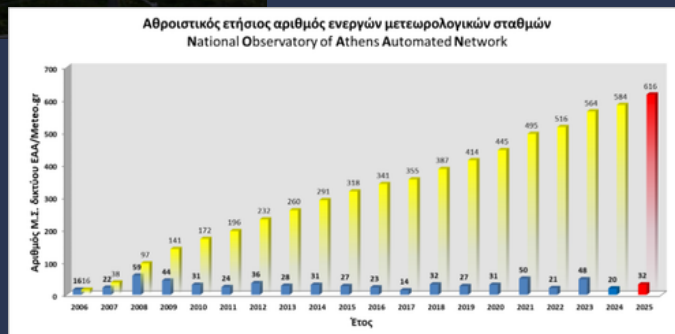
Το Εργαστήριο λειτουργεί από το 1996 με αποστολή την υλοποίηση βαθμονομήσεων μετεωρολογικών και ακτινομετρικών οργάνων. Συγκεκριμένα, παρέχει τη δυνατότητα βαθμονόμησης των ακόλουθων οργάνων: θερμόμετρα (υδραργυρικά και ηλεκτρονικά) και θερμογράφους, υγρόμετρα και υγραγράφους, πυρανόμετρα, πυρηλιόμετρα, 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.

ΔΙΚΤΥΟ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ

Το δίκτυο των αυτόματων μετεωρολογικών σταθμών περιλαμβάνει περισσότερους από 616 σταθμούς (12ος/2025), 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 <http://www.meteo.gr/meteosearch> ενώ πρόσβαση στις παρατηρήσεις του δικτύου σε πραγματικό χρόνο δίνεται στην ιστοσελίδα <https://www.meteo.gr/Gmap.cfm>.



ΤΟ 2025 ΕΝΤΑΧΘΗΚΑΝ
ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ 35 ΝΕΟΙ
ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΙ
ΣΤΑΘΜΟΙ.



ΔΙΚΤΥΟ ΥΔΡΟ-ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ (HYDRONET)

Το Δίκτυο HYDRONET (<https://hydronet.noa.gr>) ιδρύθηκε και λειτουργεί από το 2018. Απαρτίζεται από 17 σταθμούς και 1 αυτόνομο βροχόμετρο (12ος/2025) σε ποταμούς/ρέματα λεκανών απορροής σημαντικού ενδιαφέροντος στην Αττική και την Πελοπόννησο, καθώς και σε Κύθηρα και Αντικύθηρα.

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/> σε χρονικό βήμα 3-h. Οι μετρήσεις των σταθμών (με χρονικό βήμα που μετρά ο κάθε σταθμός) δημοσιεύονται σε κυκλόμενα 24-h στο <https://stations.hydronet.noa.gr/>. 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.



ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟ ΡΑΝΤΑΡ

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 χλμ. 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.



ΑΚΤΙΝΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ



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 ακτινο-μετεωρολογικός 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 10 (12ος/2024). Οι σε σχεδόν πραγματικό χρόνο μετρήσεις των σταθμών είναι διαθέσιμες στο κοινό μέσω της ιστοσελίδας www.iersd.noa.gr/WeatherOnLine.

ΔΙΚΤΥΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ



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 2025, το δίκτυο αισθητήρων της ΕΥ ΠΑΝΑΚΕΙΑ αριθμεί συνολικά πάνω από 130 θέσεις μέτρησης σε πάνω από 40 πόλεις πανελλαδικά, με 45 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 <https://air-quality.gr/>. Παράλληλα, το 2025 το ΙΕΠΒΑ ολοκλήρωσε με επιτυχία την ανάπτυξη του πρώτου πιλοτικού καινοτόμου δικτύου παρακολούθησης της ποιότητας αέρα στο μελλοντικό περιβάλλον της Έξυπνης Πόλης με τα έξυπνα info kiosk παγκάκια, με 5 κόμβους αρχικά, στα οποία ενσωματώθηκαν αισθητήρες παρακολούθησης ρύπων χαμηλού κόστους (FAIRCITY ATTP4-0360457) <https://urbanatmosphere.gr/faircity-project/>.

ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΜΕΝΗ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΩΝ ΡΥΠΩΝ



Το ΙΕΠΒΑ έχει δημιουργήσει τη χαρτογραφημένη βάση δεδομένων εκπομπών ανθρωπογενών ρύπων σε εθνικό και τοπικό επίπεδο με το όνομα Flexible Emission Inventory for Greece and the Greater Athens Area (FEI-GREGAA). Το ΙΕΠΒΑ έχει δημιουργήσει τη χαρτογραφημένη βάση δεδομένων εκπομπών ανθρωπογενών ρύπων σε εθνικό και τοπικό επίπεδο με το όνομα Flexible Emission Inventory for Greece and the Greater Athens Area (FEI-GREGAA). Η FEI-GREGAA έχει αναπτυχθεί σε περιβάλλον GIS σύμφωνα με το ΕΜΕΡ/ΕΕΑ Emission Inventory Guidebook, ακολουθώντας την προσέγγιση bottom-up/top-down με δεδομένα από επίσημες πηγές.

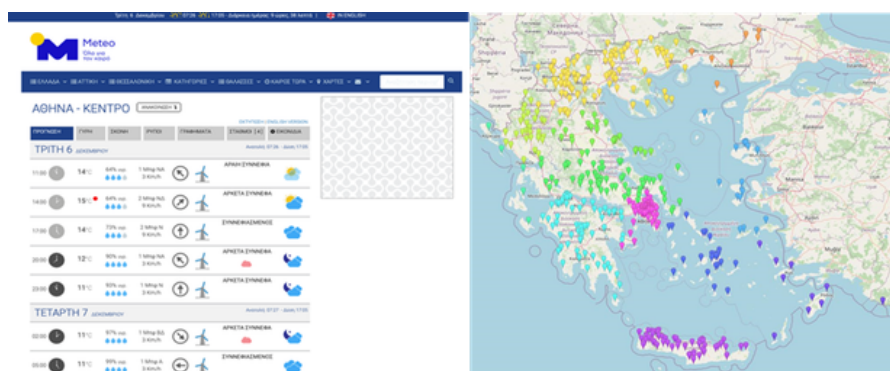
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ

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.

6. ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

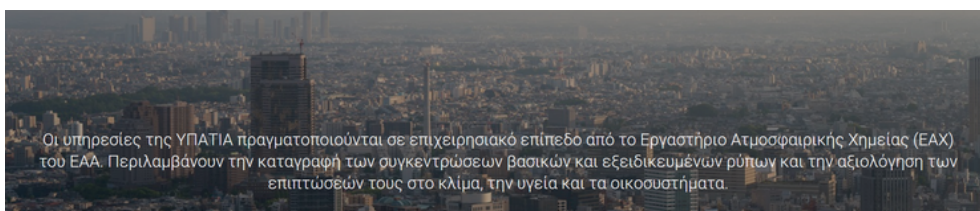
ΜΟΝΑΔΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΓΝΩΣΗΣ ΚΑΙΡΟΥ (ΜΕΤΕΟ)

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, έκθεσης και διακυνδίνευσης. Επιπροσθέτως, λειτουργεί συστήματα εντοπισμού και παρακολούθησης καταιγιδοφόρων συστημάτων μέσω δορυφορικής τηλεπισκόπησης, δίκτυο εντοπισμού κεραυνών, καθώς και το πυκνότερο δίκτυο αυτόματων μετεωρολογικών σταθμών της χώρας. Αναπτύσσει επίσης καινοτόμες εφαρμογές αξιοποίησης τεχνητής νοημοσύνης και μεθόδων υποβιβασμού κλίμακας για την παραγωγή υψηλής ανάλυσης μετεωρολογικών και αγροκλιματικών πληροφοριών, ενώ έχει επεκτείνει τις επιχειρησιακές της υπηρεσίες με νέα θεματικά παρατηρητήρια και ψηφιακές πλατφόρμες κλιματικών και υδρομετεωρολογικών δεδομένων. Στο πλαίσιο της μονάδας, δραστηριοποιείται επίσης η Πυρομετεωρολογική Ομάδα FLAME (<https://fireweather.eu>), 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: Δίκτυο Μετεωρολογικών Σταθμών, Δίκτυο Καταγραφής Ηλεκτρικών Εκκενώσεων ΖΕΥΣ, και Υπολογιστικό Κέντρο (λεπτομερέστερη περιγραφή στο Κεφ. 5).



ΜΟΝΑΔΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΕΠΕΙΣΟΔΙΩΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ (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: Υπερσταθμός Παρακολούθησης Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης Αστικού Υποβάθρου, Κινητός Σταθμός Ελέγχου Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης και Θορύβου, Εργαστήριο Ατμοσφαιρικής Χημείας και Υπολογιστικό Κέντρο.



7. ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ 2025

7.1 ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

7.1.1 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.

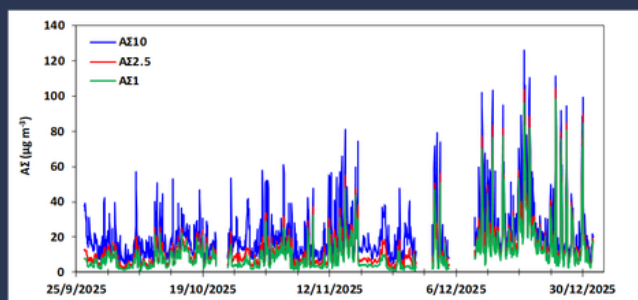
Ο Σταθμός Παρακολούθησης Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης του ΙΕΠΒΑ λειτουργεί από το τέλος του 2013, σε μόνιμη βάση, στο Θησείο ως Αστικός Σταθμός Υποβάθρου. Έχει ως κύριο σκοπό τη μελέτη των φυσικών χαρακτηριστικών των αιωρούμενων σωματιδίων, των οπτικών ιδιοτήτων τους και της χημικής τους σύστασης, την παρακολούθηση 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. Κατά το 2025 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, στην αξιολόγηση και χρήση αναλυτών ρύπων τεχνολογίας αιχμής, αλλά και παρακολούθησης ιδιοτήτων λεπτών σωματιδίων. Επιπροσθέτως, κατά την διάρκεια του 2025 ξεκίνησαν οι συναντήσεις για την σύνθεση των αποτελεσμάτων και την συγγραφή των αντίστοιχων δημοσιεύσεων που αφορούν το Έργο RI-URBANS (EC Horizon 2020) στο οποίο η Αθήνα ήταν πόλη-πilot. Παράλληλα ξεκίνησε και η συγγραφή της δημοσίευσης της διεργαστηριακής άσκησης στην οποία συμμετείχε το Εργαστήριο Ατμοσφαιρικής Χημείας για την ανάπτυξη ενός νέου απλοποιημένου πρωτόκολλου προσδιορισμού του οξειδωτικού δυναμικού της ατμόσφαιρας με την μέθοδο του ασκορβικού οξέος, καθώς το Εργαστήριο ανήκει στην Ομάδα Εργασίας για το οξειδωτικό δυναμικό σε ευρωπαϊκό επίπεδο.



Το φθινόπωρο του 2025 ξεκίνησε η αναβάθμιση του μετρητικού εξοπλισμού του Σταθμού Παρακολούθησης Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης στο πλαίσιο του έργου «SUB7. Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών» με την εγκατάσταση των πρώτων αναλυτών που παρελήφθησαν. Από το τέλος Σεπτεμβρίου και έπειτα τέθηκαν σταδιακά σε λειτουργία ένας αυτόματος αναλυτής για τη συνεχή μέτρηση συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων σε πολλαπλές κατηγορίες μεγέθους, με τεχνολογία οπτικής καταγραφής, αυτόματοι αναλυτές αερίων ρύπων (O_3 , NO_x , SO_2 , CO), ένας αυτόνομος δειγματολήπτης αερολυμάτων υψηλού όγκου, ένα σύστημα αισθητήρων για την αυτόματη παρακολούθηση πολλαπλών αερίων και σωματιδιακών ρύπων και ένα νεφοϋψόμετρο για τον καθορισμό του στρώματος ανάμιξης της ατμόσφαιρας (τοποθέτηση στον ακτινομετρικό σταθμό του ΕΑΑ).

Παράλληλα, εγκαταστάθηκε στον Κινητό Σταθμό Ελέγχου Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης και Θορύβου άλλη μια ίδια σειρά αναλυτών αερίων ρύπων και ένας αυτόματος μετρητής σωματιδιακής μάζας, υψηλής χρονικής ανάλυσης, τύπου εξασθένησης ακτινοβολίας β με κεφαλή ΑΣ10 και μετατροπέα για ΑΣ2,5.

Μέσω της συνεχούς λειτουργίας και διαρκούς επέκτασης του δικτύου αισθητήρων για την παρακολούθηση σωματιδιακής ρύπανσης έχουν πλέον αποκτηθεί πολυετείς χρονοσειρές συγκεντρώσεων σε υψηλή χωρική και χρονική ανάλυση, οι οποίες εντός του 2025 αξιοποιήθηκαν σε σειρά δραστηριοτήτων που περιλαμβάνουν την αξιολόγηση ατμοσφαιρικών μοντέλων προσομοίωσης επιπέδων και χημικής σύστασης, την ανάπτυξη μοντέλων μηχανικής μάθησης για τη χωρική πρόγνωση συγκεντρώσεων και την αξιολόγηση της επίδρασης σημειακών πηγών, αλλά και του αστικού πρασίνου στην ποιότητα του αέρα. Παράλληλα, στο πλαίσιο ευρωπαϊκών έργων το ΕΑΑ υποστηρίζει την ανάπτυξη συστημάτων βαθμονομημένων αισθητήρων σε δίκτυα 5 χωρών του εξωτερικού. Ειδικότερα το 2025 πραγματοποιήθηκε στο Θησείο βαθμονόμηση 20 πρωτοτύπων συστημάτων αισθητήρων πολλαπλών παραμέτρων, οι οποίοι σχεδιάστηκαν και κατασκευάστηκαν από το consortium του έργου CiROCCO/HE, και, μετά τη βαθμονόμηση, εγκαταστάθηκαν στους πιλότους του έργου, σε απομακρυσμένες περιοχές. Σ συνεχείς μετρήσεις NO_2 , HCHO , CHOCHO και O_4 διενεργούνται με το σύστημα παθητικής τηλεπισκόπησης MAX-DOAS, μέλος του δικτύου BREDOM, 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 διακριβώσεις. 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

(<https://www.iersd.noa.gr/programs/ereynitika/qa4eo-quality-assurance-for-earth-observasion/>).



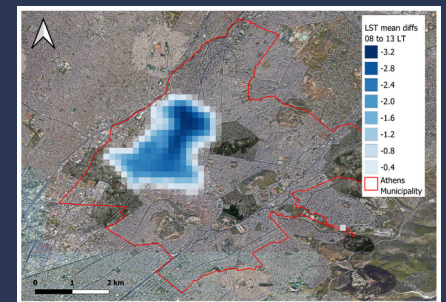
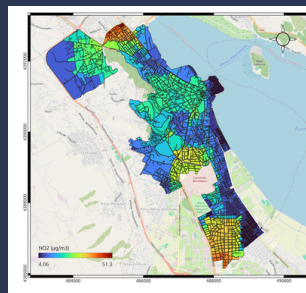
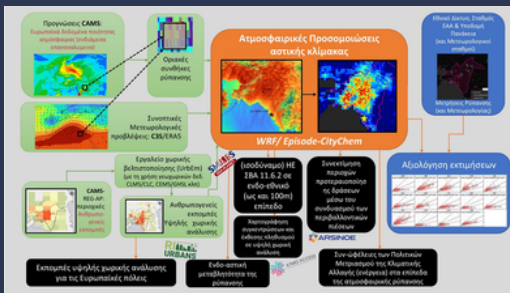
7.1.2 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΦΥΣΙΚΟ-ΧΗΜΙΚΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

7.1.2.1 ΑΣΤΙΚΗ – ΠΕΡΙΟΧΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ

Διαχρονικά πλέον, συνεχίζεται κατά το 2025 η μελέτη της ενδο-αστικής μεταβλητότητας της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην Αττική μέσω αριθμητικών προσομοιώσεων (ομάδα APCG), σύμφωνα με τις προδιαγραφές του διαγράμματος ροής που φαίνεται παρακάτω. Αποτελέσματα συγκεντρώσεων ατμοσφαιρικών ρύπων παρέχονται σε υψηλή χωρική ανάλυση ($100 \times 100 \text{ m}^2$) για το 2019 και για επιλεγμένες περιόδους πιο πρόσφατων ετών (π.χ. Αυγ.-Οκτ., 2020), τα οποία έχουν αξιολογηθεί με το αναγνωρισμένο εργαλείο DELTA FAIRMODE (JRC), χρησιμοποιώντας διαθέσιμες μετρήσεις από τις υποδομές του Ινστιτούτου (METEO, ΥΠΑΤΙΑ, air-quality.gr) και τις μετρήσεις του Εθνικού Δικτύου.

Επιλεγμένα αποτελέσματα της εφαρμογής αυτού του αριθμητικού συστήματος μοντέλων χρησιμοποιούνται για τη διερεύνηση των συνωφελειών στην ποιότητα της ατμόσφαιρας (ομάδα APCG) από δράσεις/σενάρια βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων/ διείσδυσης του εξηλεκτρισμού, καθώς και της ηλεκτροκίνησης και αστικού πρασίνου στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού προγράμματος Metronome. Τα αποτελέσματα αυτά παράγονται σταδιακά για τους Δήμους Ιωαννιτών και Κοζάνης και θα ενσωματωθούν σε πλατφόρμα υποστήριξης των δυο Δημοτικών Αρχών (εταίροι του προγράμματος).

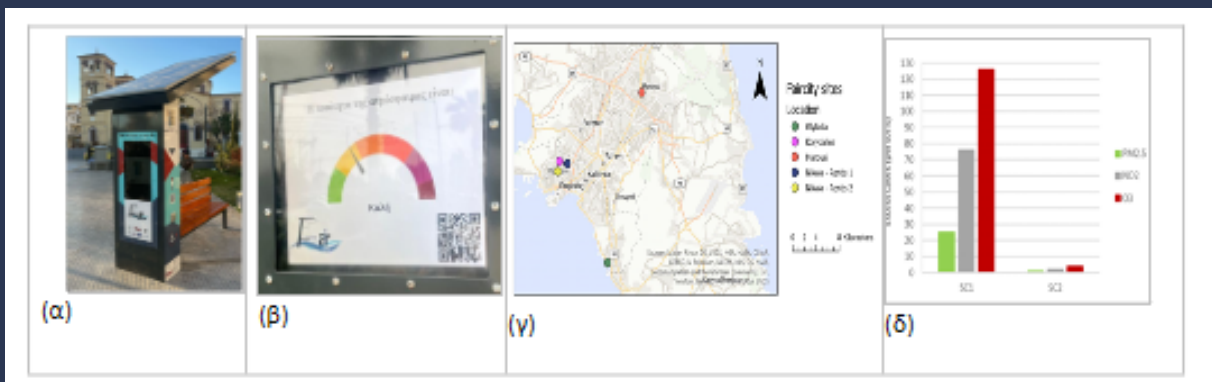
Στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού προγράμματος ARSINOE, επιχειρήθηκαν αριθμητικές προσομοιώσεις των ατμοσφαιρικών συνθηκών σε χωρική ανάλυση 200m. Ο στόχος ήταν να εντοπιστούν ατμοσφαιρικές μεταβολές (κυρίως θερμοκρασίας και ρύπανσης) που οφείλονται σε παρεμβάσεις αστικού πρασίνου.



7.1.2.2 ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ ΣΕ ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ - ΔΡΑΣΕΙΣ ΕΥΑΙΣΘΗΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΠΟΛΙΤΩΝ

Η ομάδα UESG ολοκλήρωσε το 2025 την περαιτέρω ανάπτυξη και επικαιροποίηση της χαρτογραφημένης βάσης εκπομπών ρύπων για την Ελλάδα και την Αττική FEI-GREGAA, η οποία ξεκίνησε να αναπτύσσεται το 2006. Ταυτόχρονα στο πλαίσιο ερευνητικών έργων και έργων παροχής υπηρεσιών υλοποιήθηκαν:

- Αύξηση της χωρικής ανάλυσης της βάσης FEI-GREGAA πάνω από την ευρύτερη περιοχή του Πειραιά, τους Δήμους Γλυφάδας, Αμαρουσίου, Κορυδαλλού και Νίκαιας-Αγ.Ι.Ρέντη σε χωρική κλίμακα 1x1 km², για τη μελέτη σεναρίων αλλαγής του τύπου πλοίων στις εκπομπές από τη ναυσιπλοΐα (εμβληματικό έργο NAVGREEN -Ελλάδα 2.0) και την αναλυτική απεικόνιση των εκπομπών, της χρήσης γης, της πυκνότητας πληθυσμού και άλλων κοινωνικο-οικονομικών δεδομένων. Ο χάρτης του δικτύου FAIRCITY (ATTP4-0360457) είναι προσβάσιμος από το ευρύ κοινό στη διεύθυνση <https://uesg.maps.arcgis.com/apps/mapviewer/index.html?webmap=828d7f332bce4501b9c5a6533ee99a2d>, συνεχώς διαμορφώνεται και εμπλουτίζεται με νέα δεδομένα. Η ακόλουθη εικόνα αποτυπώνει: (α) το έξυπνο παγκάκι, (β) ένδειξη της οθόνης ενημερώσεων με τον AQI, (γ) ο χάρτης του δικτύου FAIRCITY (δ) αποτελέσματα ρίσκο για την υγεία (excess cases) στον Δήμο Κορυδαλλού.



- Τα δεδομένα από τη λειτουργία του δικτύου FAIRCITY αξιοποιούνται για τον υπολογισμό του Ευρωπαϊκού δείκτη ποιότητας του αέρα AQI και την προβολή του σε σχεδόν πραγματικό χρόνο από την οθόνη του έξυπνου πάγκου για την ενημέρωση του πληθυσμού. Επιπλέον, για κάθε σταθμό του δικτύου υπολογίστηκαν το ρίσκο για την υγεία λόγω της έκθεσης σε PM₁₀, PM_{2.5} και O₃, με τη χρήση του εργαλείου AIRQ+, για δύο ομάδες ηλικιακές (SC1 - ενήλικες και SC2 - έφηβοι).

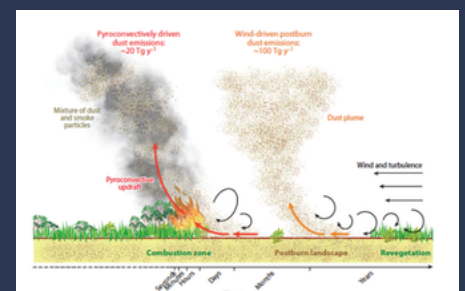
- Στο πλαίσιο της ενίσχυσης της επιστημονικής τεκμηρίωσης των δράσεων της ομάδας UESG, ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στη διερεύνηση των επιπτώσεων της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και των ακραίων μετεωρολογικών συνθηκών στη δημόσια υγεία. Η ερευνητική εργασία σε συνεργασία με τη μονάδα ΜΕΤΕΟ ανέδειξε ότι ο συνδυασμός επιβαρυνμένης ποιότητας αέρα και θερμικής δυσφορίας συνδέεται με αυξημένο σχετικό κίνδυνο εισαγωγών σε νοσοκομεία για καρδιαγγειακά και αναπνευστικά νοσήματα, ιδίως κατά περιόδους έντονων θερμικών ή ψυχρών επεισοδίων. Τα ευρήματα αυτά στοχεύουν στην ολοκληρωμένη παρακολούθηση περιβαλλοντικών παραμέτρων και την ανάπτυξη εργαλείων έγκαιρης προειδοποίησης, συμβάλλοντας ουσιαστικά στη διαμόρφωση πολιτικών για την προστασία της υγείας και την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, όπως φαίνεται στην εικόνα.



- Συνέχιση της παροχής προγνώσεων ποιότητας της ατμόσφαιρας για 500 ελληνικές πόλεις, αξιοποιώντας προηγμένες αριθμητικές προσομοιώσεις με τα συζευγμένα μοντέλα WRF/CAMx. Η υπηρεσία αυτή διατίθεται μέσω της πλατφόρμας του www.meteo.gr στην ενότητα "ΡΥΠΟΙ" και προσφέρει κρίσιμες πληροφορίες για τη χωροχρονική κατανομή των ατμοσφαιρικών ρύπων, συμβάλλοντας τόσο στην ενημέρωση των πολιτών όσο και στην υποστήριξη αποφάσεων για την προστασία της δημόσιας υγείας και του περιβάλλοντος. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στη διάχυση των αποτελεσμάτων της ερευνητικής και τεχνολογικής δραστηριότητας της ομάδας, τόσο προς την επιστημονική κοινότητα όσο και προς το ευρύτερο κοινό. Κατά τη διάρκεια του έτους, τα αποτελέσματα των έργων FAIRCITY και FEI-GREGAA παρουσιάστηκαν σε διεθνή και εθνικά συνέδρια, ενώ κατατέθηκαν και δημοσιεύτηκαν επιστημονικές εργασίες σε έγκριτα επιστημονικά περιοδικά, καλύπτοντας θέματα όπως η μελέτη της συνδυαστικής επίδρασης της μείωσης εκπομπών στην ποιότητα του αέρα, η συνδυαστική μελέτη της επίδρασης της ρύπανσης και των μετεωρολογικών συνθηκών στο ρίσκο για την υγεία, κ.α. Παράλληλα, τα έξυπνα παγκάκια του δικτύου FAIRCITY αποτέλεσαν αντικείμενο ευρείας προβολής στο πλαίσιο συμμετοχής της ομάδας UESG σε τηλεοπτικές και ραδιοφωνικές συνεντεύξεις, εκθέσεις και συνέδρια, όπως έκθεση Verde.Tec 2025 για τις πράσινες τεχνολογίες, προσελκύοντας το ενδιαφέρον επισκεπτών, εκπροσώπων της τοπικής αυτοδιοίκησης και φορέων χάραξης πολιτικής. Η συμμετοχή αυτή συνέβαλε στη διεύρυνση του αποτυπώματος του έργου της ομάδας UESG και στη δημιουργία συνεργειών με νέους φορείς και οργανισμούς.

7.1.2.3 ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΛΙΜΑΚΑ

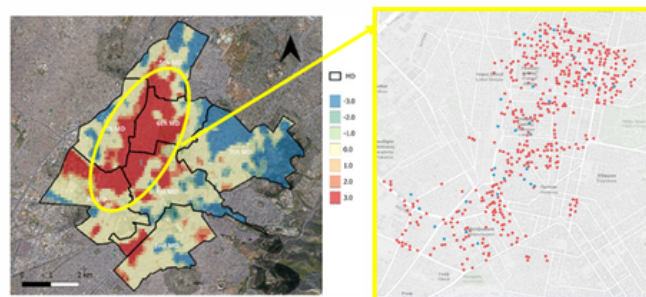
Τα μοντέλα παγκόσμιας κλίμακας TM5-MP και EC-Earth χρησιμοποιούνται από το Ινστιτούτο ως εργαλεία για την κατανόηση των πολύπλοκων μεταβολών του γήινου συστήματος. Το TM5-MP αναπτύσσεται σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο του Wageningen της Ολλανδίας και το Βασιλικό Ολλανδικό Μετεωρολογικό Ινστιτούτο (KNMI), 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).



7.1.3 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΥΝΕΡΓΕΙΑΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΩΝ ΓΕΩΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΩΝ

7.1.3.1 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 (η ομάδα APCG), 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.



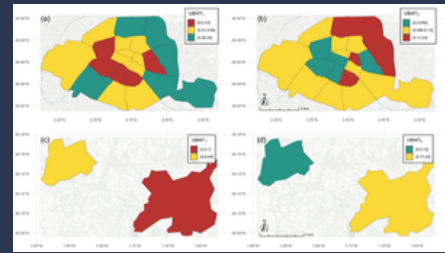
Η μεθοδολογική προσέγγιση περιλαμβάνει την χαρτογράφηση των πιο επιβαρυνμένων περιοχών όσον αφορά την αστική θερμική νησίδα, την ατμοσφαιρική ρύπανση, τις κλιματικές παραμέτρους, την προσβασιμότητα στο αστικό πράσινο και τη συνεκτικότητα των προστατευόμενων και πράσινων περιοχών με τη βοήθεια γεωχωρικών 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).

Στη συνέχεια προτείνονται εστιασμένα NbS βάσει των αποτελεσμάτων των προσομοιώσεων αλλά και των τοπικών συνθηκών (π.χ., μορφολογία κτιρίων, τοπογραφία ελεύθερων χώρων). Το τελικό αποτέλεσμα είναι η πρόταση συγκεκριμένου τύπου παρεμβάσεων ανά σημείο (466 NbS) στις πιο κλιματικά επιβαρυνμένες περιοχές της Αθήνας. Η μελέτη σχετικά με τα NbS συνεχίζεται και στο πλαίσιο ενός ακόμα τρέχοντος έργου CARMINE (HORIZON-CL5-2023), στο οποίο η ομάδα APCG συμμετέχει στο γεω-σχεδιασμό NbS με στόχο των μετριάσμού και την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή μέσω συνδιαμόρφωσης με όλους τους εμπλεκόμενους φορείς και εργαλεία την οργάνωση σχετικών εργαστηρίων, την ανάπτυξη Ψηφιακών Διδύμων και την αξιολόγηση των παρεμβάσεων σύμφωνα με τα παγκόσμια πρότυπα του IUCN για τη μητροπολιτική περιοχή της Αθήνας. Η αξιοποίηση του μεθοδολογικού πλαισίου για τον εντοπισμό των καταλληλότερων NbS συνεχίζεται και στο έργο METRONOME (HORIZON 2020-NET ZERO CITIES), όπου προστίθεται ο υπολογισμός δέσμευσης CO₂ από τη βλάστηση μέσω αλλομετρικών εξισώσεων και μοντελοποίησης. Πρόκειται για μία καινοτόμο μεθοδολογική προσέγγιση που προτείνει τον ακριβέστερο υπολογισμό υπέργειας βιομάζας και άρα τη συμβολή της βλάστησης (σε επίπεδο τύπων δένδρων) στο μετριάσμού της κλιματικής αλλαγής, λαμβάνοντας υπόψη in situ και δορυφορικά δεδομένα.



7.1.3.2 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΣΤΙΚΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ

Στο πλαίσιο συμβουλευτικών υπηρεσιών που παρέχει το ΙΕΠΒΑ στον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος (ΕΟΠ - European Environment Agency ΕΕΑ), 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.



7.1.3.3 ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Ένα κοινό νήμα διατρέχει τις σχετικές πρωτοβουλίες του Ινστιτούτου, αυτό της κατά το δυνατόν συνέργειας δεδομένων Γεωπαράτηρησης (συμπεριλαμβανομένων αριθμητικών προσομοιώσεων) και κοινωνικο-οικονομικών δεδομένων για την παραγωγή ανώτερων προϊόντων/υπηρεσιών. Ακολουθώντας τις διεθνείς εξελίξεις, όπως την πρόσφατη Ευρωπαϊκή Οδηγία περί Συνόλων Δεδομένων Υψηλής Αξίας (Οδηγία (ΕΕ) 2019/1014), 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 γεωπαράτηρησης με την προσθήκη in situ πλατφορμών, και επιπλέον, χρησιμοποιεί κοινωνικο-οικονομικά δεδομένα σε μια σειρά θεσμικών δράσεων.

Υπό το ευρωπαϊκό ερευνητικό πρόγραμμα EIFFEL, δεδομένα της ΕΛΣΤΑΤ σχετικά με τον οικιακό τομέα και τα κτίρια του τριτογενή τομέα, χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με δεδομένα από τις υπηρεσίες Copernicus για την ημι-αυτόματη χωροταξική ταξινόμηση κτιρίων βάσει ενεργειακής αποδοτικότητας, των ενεργειακών αναγκών και των αέριων εκπομπών ρύπων. Ομοίως, δεδομένα από Σχέδια Βιώσιμης Αστικής Ανάπτυξης Δήμων, σε συνδυασμό με δεδομένα Γεωπαράτηρησης, 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 την 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 ό,τι αφορά την εκτίμηση της τρωτότητας αλλά και στην υποστήριξη του σχεδιασμού δίκαιων και αποδοτικών μέτρων από μεριάς της πολιτείας.

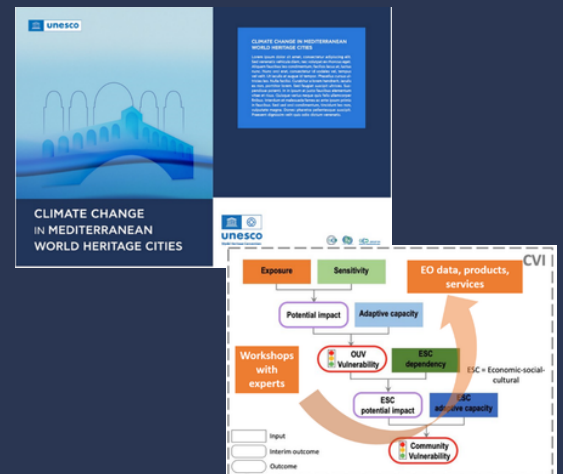
7.1.3.4 ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ - ΕΠΙΣΗΜΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ

Το Ινστιτούτο πραγματώνει μέσα από τις δράσεις του τη σύμπραξη της γεωπαράτηρησης με το μοντέλο της «Εξυπνης 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 Γεωπαράτηρησης από διάφορες πλατφόρμες στην παραγωγή επίσημων στατιστικών (official statistics). Το Ινστιτούτο, και μέσω του Ελληνικού Γραφείου Γεωπαράτηρησης 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

7.1.3.5 ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑ

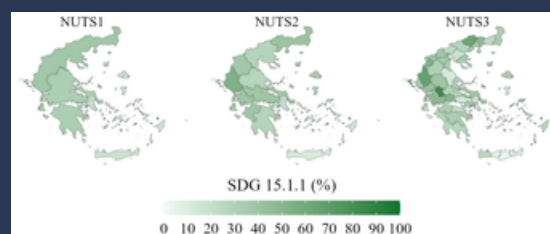
Η διεθνής πρωτοβουλία με τίτλο «Κλιματικό Παρατηρητήριο Αστικής Κληρονομιάς» (Urban Heritage Climate Observatory - UHCO), η οποία συντονίζεται μέσω του Ελληνικού Γραφείου Γεωπαράτηρησης (Greek GEO Office) που λειτουργεί στο Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, σε συνεργασία με το Κέντρο Παγκόσμιας Κληρονομιάς 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 Γεωπαράτηρηση στην αποτελεσματική διαχείριση της αστικής κληρονομιάς των τελικών πιλότων/πόλεων. Επιπροσθέτως, η διεθνής πρωτοβουλία UHCO, έχει προχωρήσει στη σύνταξη μιας αναφοράς/white paper 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. Η κυκλοφορία της αναφοράς αναμένεται εντός του 2025. Στο πλαίσιο συμβουλευτικών υπηρεσιών που παρέχει το ΙΕΠΒΑ (ομάδα APCG) στον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος (ΕΟΠ - European Environment Agency EEA), διερευνήσαμε τη δυνατότητα επέκτασης και αναβάθμισης υπολογισμού του δείκτη κλιματικής ευαλωτότητας (CVI - Climate Vulnerability Index) προτείνοντας εργαλεία, προϊόντα και υπηρεσίες Γεωπαράτηρησης για τη διευκόλυνση κάποιων βημάτων της διαδικασίας και με τη συμπερίληψη των αστικών και άλλων πολιτιστικά σημαντικών τοπίων στο καθιερωμένο μεθοδολογικό πλαίσιο.

Στόχος είναι η ευαισθητοποίηση και κινητοποίηση των αρμόδιων φορέων διαχείρισης της πολιτισμικής κληρονομιάς απέναντι στους κινδύνους της κλιματικής αλλαγής. Η κυκλοφορία της αναφοράς αναμένεται εντός του 2025. Στο πλαίσιο συμβουλευτικών υπηρεσιών που παρέχει το ΙΕΠΒΑ (ομάδα APCG) στον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος (ΕΟΠ - European Environment Agency EEA), διερευνήσαμε τη δυνατότητα επέκτασης και αναβάθμισης υπολογισμού του δείκτη κλιματικής ευαλωτότητας (CVI - Climate Vulnerability Index) προτείνοντας εργαλεία, προϊόντα και υπηρεσίες Γεωπαράτηρησης για τη διευκόλυνση κάποιων βημάτων της διαδικασίας και με τη συμπερίληψη των αστικών και άλλων πολιτιστικά σημαντικών τοπίων στο καθιερωμένο μεθοδολογικό πλαίσιο.



7.1.3.6 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΤΩΝ ΣΤΟΧΩΝ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

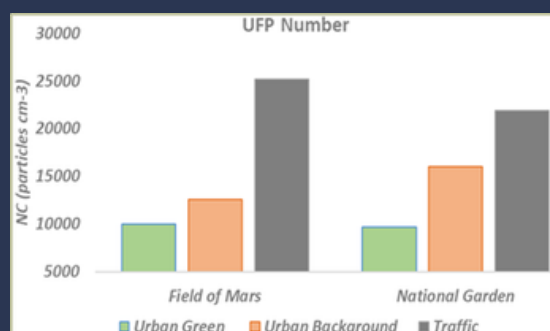
Στο πλαίσιο της συμμετοχής του ΙΕΠΒΑ στο έργο JustReDi (Εθνικό Σχέδιο Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας Ελλάδα 2.0), εκτιμήθηκαν περιβαλλοντικοί δείκτες για την παρακολούθηση της επίτευξης των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΣΒΑ) του ΟΗΕ με την χρήση προϊόντων και υπηρεσιών Γεωπαράτηρησης. Ειδικότερα, υπολογίστηκαν 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 ενότητων (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 Γεωπαράτηρησης 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.



7.1.4 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΕΚΣΤΡΑΤΕΙΕΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Ο μαύρος άνθρακας (BC) και τα υπέρλεπτα σωματίδια (UFP) είναι πρωτογενείς ατμοσφαιρικοί ρύποι που συνδέονται με αύξηση της καρδιοαναπνευστικής νοσηρότητας και θνησιμότητας. Η πρόσφατη οδηγία (ΕΕ) 2024/2881, για την ποιότητα του αέρα, τους αναγνωρίζει ως αναδυόμενους ρύπους και καθιστά υποχρεωτική την παρακολούθηση των επιπέδων τους. Προκειμένου να συμβάλει στην κατανόηση των χαρακτηριστικών τους σε χωρικό-χρονικό επίπεδο, καθώς και την επίδραση του αστικού πρασίνου στη ρύθμιση της ανθρώπινης έκθεσης σε αυτούς, το ΙΕΠΒΑ οργάνωσε και υλοποίησε καμπάνια πεζής χαρτογράφησης BC και UFP, στο πλαίσιο του έργου HE Urban ReLeaf. Η καμπάνια οργανώθηκε με προσέγγιση επιστήμης πολιτών και συμμετοχή πολυάριθμων εθελοντριών/τών από το προσωπικό του ΙΕΠΒΑ που για τρεις εβδομάδες το καλοκαίρι του 2025 χαρτογράφησαν τα επίπεδα BC και UFP στο κέντρο τις Αθήνα, σε καθημερινή βάση, με χρήση φορητών οργάνων τεχνολογίας αιχμής. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν κατά μήκος δύο προκαθορισμένων διαδρομών, πέριξ και εντός των δύο μεγαλύτερων αστικών πάρκων της Αθήνας (Εθνικός Κήπος και Πεδίο Άρεως).

Κάθε διαδρομή περιέλαβε τμήματα κυκλοφορίας, αστικού υποβάθρου και αστικού πρασίνου. Τα αποτελέσματα υπέδειξαν ότι τα επίπεδα BC και UFP (αλλά και της επιφάνειας των σωματιδίων που αποτίθενται στο αναπνευστικό σύστημα - LDSA) ήταν συστηματικά χαμηλότερα στα τμήματα αστικού πρασίνου, με τις αντίστοιχες μέσες συγκεντρώσεις στα τμήματα κυκλοφορίας να είναι από υπερδιπλάσιες ως υπερτριπλάσιες.



Τον Απρίλιο του 2025 πραγματοποιήθηκε πειραματική καμπάνια μετρήσεων στα πλαίσια της Δράσης 1.2 του Εθνικού Δικτύου για την Κλιματική Αλλαγή CLIMACT που αφορούσε δεδομένα και επιστήμη σχετιζόμενη με την Κλιματική Αλλαγή. Συγκεκριμένα, στην δράση συμμετείχε το ΕΑΑ στην επιστημονική αποστολή του ωκεανογραφικού σκάφους "ΑΙΓΑΙΟ" σε συνεργασία με το ΕΚΕΦΕ "ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ", το ΕΛΚΕΘΕ και το Πανεπιστήμιο Αιγαίου, με τον προσδιορισμό των συγκεντρώσεων μάζας και χημικής σύστασης των αιωρούμενων σωματιδίων της ατμόσφαιρας καθώς και την μελέτη των επιπέδων των θερμοκηπικών αερίων κατά την διάρκεια του πλου στο Αιγαίο και το Κρητικό Πέλαγος.

7.2 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ

7.2.1 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΓΝΩΣΗ ΚΑΙΡΟΥ

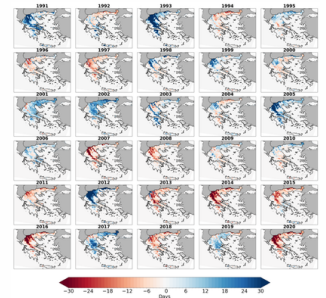
7.2.1.1 ΜΕΛΕΤΗ ΦΥΣΙΚΩΝ, ΔΥΝΑΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ

ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΜΑΚΡΟΧΡΟΝΙΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

Κατά το 2025 συνεχίστηκε και ενισχύθηκε η ερευνητική δραστηριότητα της μονάδας στη μελέτη των κλιματικών χαρακτηριστικών και των μακροχρόνιων μεταβολών μετεωρολογικών φαινομένων στον ελλαδικό χώρο, με έμφαση τόσο σε παραμέτρους της κρυόσφαιρας όσο και σε δείκτες θερμικής επιβάρυνσης και ακραίων καιρικών και κλιματικών επεισοδίων. Η ερευνητική αυτή κατεύθυνση εντάσσεται στη συστηματική προσπάθεια κατανόησης της κλιματικής μεταβλητότητας και των τάσεων που αναπτύσσονται στην Ελλάδα υπό το πρίσμα της κλιματικής αλλαγής, καθώς και στη διερεύνηση των επιπτώσεών τους σε φυσικά και ανθρωπογενή συστήματα.

Στο πλαίσιο αυτό, μελετήθηκαν η κλιματολογία και οι τάσεις της χιονοκάλυψης και του ύψους χιονιού στην Ελλάδα, συμβάλλοντας ουσιαστικά στη βελτίωση της γνώσης για τη χωρική και χρονική εξέλιξη παραμέτρων που συνδέονται άμεσα με την ορεινή υδρολογία, τη διαθεσιμότητα υδατικών πόρων και τη μεταβλητότητα των ψυχρών περιόδων (Masloumidis et al, 2025, <https://doi.org/10.3390/cli13020034>). Παράλληλα, εξετάστηκαν οι μελλοντικές μεταβολές του βιοκλίματος στη χώρα, με βάση τον δείκτη UTCI, αναδεικνύοντας πτυχές της θερμικής επιβάρυνσης και τις διαφοροποιήσεις που αναμένονται σε ένα θερμότερο κλίμα (Pantavou et al., 2025, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.179514>). Η προσέγγιση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς συνδέει τη μετεωρολογική έρευνα με ζητήματα δημόσιας υγείας, προσαρμογής και επιχειρησιακής ετοιμότητας.

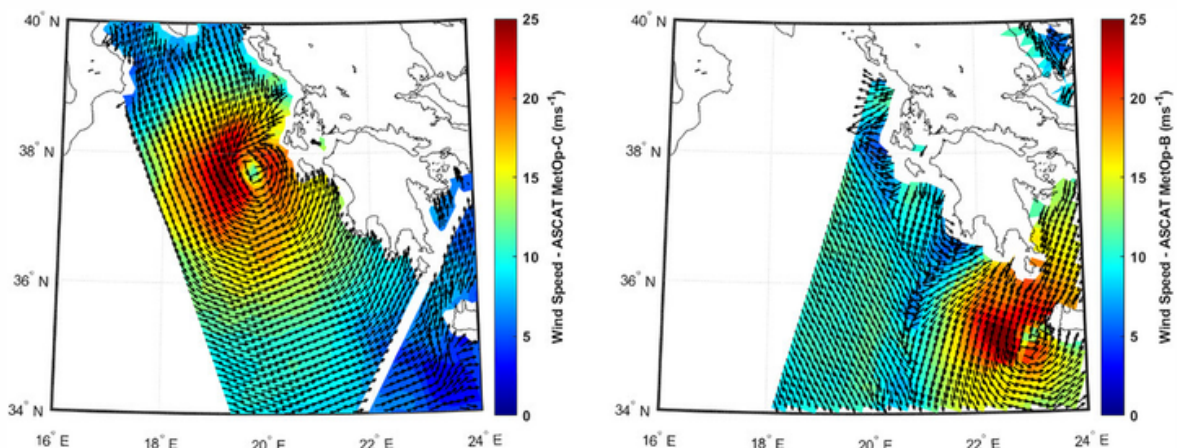
Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε μακροχρόνια στατιστική ανάλυση έντονων και ακραίων καιρικών και κλιματικών επεισοδίων στην Ελλάδα, με στόχο την καταγραφή της συχνότητας, της εποχικότητας, της γεωγραφικής κατανομής και της διαχρονικής εξέλιξής τους (Kotroni et al, 2025, <https://doi.org/10.3390/atmos16010105>). Οι σχετικές εργασίες παρέχουν ένα συνεκτικό πλαίσιο ερμηνείας των πρόσφατων μεταβολών και υποστηρίζουν τόσο τη βελτίωση των δεικτών έγκαιρης προειδοποίησης όσο και τον σχεδιασμό στρατηγικών προσαρμογής. Συνολικά, η δραστηριότητα αυτή ενισχύει τη θέση της μονάδας στη μελέτη της κλιματολογίας των ακραίων φαινομένων στην Ελλάδα και στη σύνδεση της κλιματικής επιστήμης με εφαρμογές πολιτικής προστασίας και ανθεκτικότητας.



Ετήσια απόκλιση του αριθμού ημερών χιονοκάλυψης σε σχέση με την κλιματολογία της περιόδου 1991–2020.

ΜΕΛΕΤΗ ΑΚΡΑΙΩΝ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΩΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΙΣΧΥΡΩΝ ΚΑΤΑΙΓΙΔΩΝ

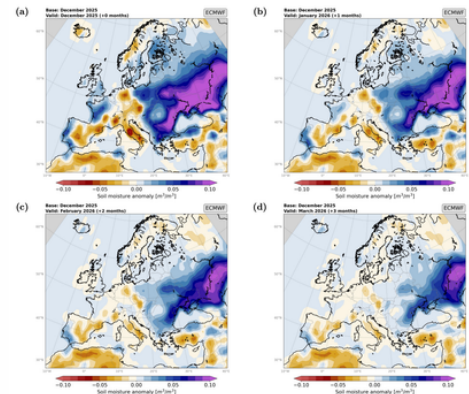
Κατά το 2025, η μονάδα συνέχισε τη μελέτη της φυσικής, της δυναμικής και της προβλεψιμότητας ακραίων μετεωρολογικών συστημάτων στη Μεσόγειο, με έμφαση τόσο σε επεισόδια μεγάλης επικινδυνότητας όσο και στους μηχανισμούς ενίσχυσης ισχυρών καταιγίδων. Στο πλαίσιο αυτό, διερευνήθηκε σε βάθος η καταιγίδα Daniel ως χαρακτηριστική περίπτωση σύνθετου ακραίου επεισοδίου με σημαντικές επιπτώσεις, αναδεικνύοντας κρίσιμες πτυχές της δυναμικής του, της προβλεψιμότητας και της σύνδεσής του με ευρύτερες κλιματικές συνθήκες (Flaounas et al., 2025, <https://doi.org/10.5194/wcd-6-1515-2025>). Παράλληλα, εξετάστηκε συστηματικά το φαινόμενο των medicanes, με στόχο την αποσαφήνιση των χαρακτηριστικών που τους συνδέουν με τροπικά και εξωτροπικά συστήματα και τη γεφύρωση του σχετικού επιστημονικού κενού γνώσης (Miglietta et al., 2025, <https://doi.org/10.1175/bams-d-24-0289.1>). Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε επίσης στη μελέτη των διεργασιών που ευνοούν την ενίσχυση καταιγίδων από ορεινές προς πεδινές περιοχές, αναδεικνύοντας τον ρόλο της τοπογραφίας και της ατμοσφαιρικής δομής στην οργάνωση και εξέλιξη ισχυρών καταιγιδικών συστημάτων (Fischer et al., 2025, <https://doi.org/10.5194/nhess-25-2629-2025>). Οι δράσεις αυτές ενισχύουν τη φυσική κατανόηση των πλέον επικίνδυνων φαινομένων στη Μεσόγειο και υποστηρίζουν τη βελτίωση της παρακολούθησης και πρόγνωσης τους.



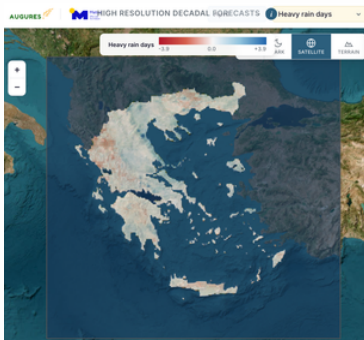
Ταχύτητα επιφανειακού ανέμου από εικόνες ASCAT του METOP-C (αριστερά) στις 20:57 UTC 17/09/2020, κατά τη φάση μέγιστης έντασης του Ιανού, και (δεξιά) στις 09:19 UTC 30/10/2016 κατά το ώριμο στάδιο της Trixie.

7.2.1.2 ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΓΝΩΣΗ ΚΑΙΡΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΤΗ ΒΡΑΧΥΠΡΟΣΘΕΣΜΗ ΩΣ ΤΗΝ ΕΠΟΧΙΚΗ ΚΑΙ ΤΗ ΔΕΚΑΕΤΗ ΚΛΙΜΑΚΑ

Εποχικές και δεκαετείς προγνώσεις. Κατά το 2025, η μονάδα METEO συνέχισε την ανάπτυξη και αξιολόγηση συστημάτων παρακολούθησης και πρόγνωσης καιρικών φαινομένων σε πολλαπλές χρονικές κλίμακες, από τη βραχυπρόθεσμη επιχειρησιακή πρόγνωση έως την εποχική και δεκαετή κλιματική πρόγνωση. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην αξιολόγηση της ποιότητας των εποχικών προγνώσεων θερμοκρασίας στην Ευρώπη, μέσω πολυμοντελικής προσέγγισης με χρήση 182 μελών οπισθοπρογνώσεων από 7 διεθνή κέντρα πρόγνωσης για την περίοδο 1993-2016. Η σχετική ανάλυση έδειξε ότι η προγνωστική ικανότητα παρουσιάζει σημαντική εποχική και γεωγραφική μεταβλητότητα, με καλύτερες επιδόσεις την άνοιξη και το καλοκαίρι και ιδιαίτερα θετικά αποτελέσματα στη νοτιοανατολική Ευρώπη, στοιχείο ιδιαίτερα σημαντικό για την αξιοποίηση των εποχικών προγνώσεων στην περιοχή μας (Fragkoulidis et al., 2025, <https://doi.org/10.1175/WAF-D-25-0007.1>)



Εποχική πρόγνωση ανωμαλίας εδαφικής υγρασίας



Απόκλιση από την κλιματολογία του αριθμού ημερών με ημερήσια βροχή >20 mm κατά το 2031 με βάση την ανάλυση δεκαετών προγνώσεων

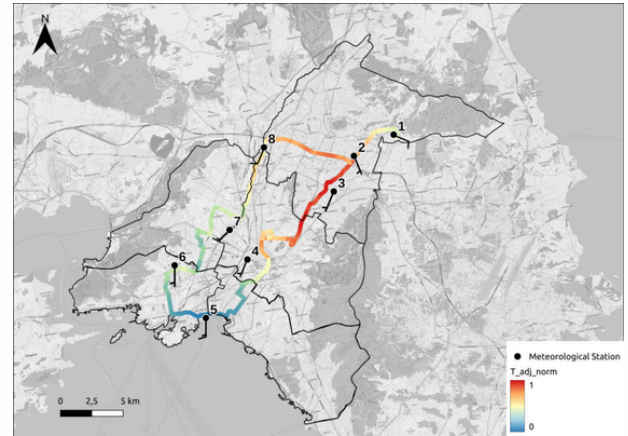
Παράλληλα, στο πλαίσιο του προγράμματος AUGURES2025, η μονάδα METEO ανέπτυξε και εφάρμοσε προηγμένη μεθοδολογία bias adjustment και υποβιβασμού κλίμακας δεκαετών κλιματικών προγνώσεων με χρήση συνελκτικών νευρωνικών δικτύων, παράγοντας πεδία υψηλής χωρικής ανάλυσης (~5 km) για την Ελλάδα, τη Γαλλία και τη Ρουμανία. Επιπλέον, παρήχθησαν και αναλύθηκαν συστηματικά μηνιαία δελτία εποχικών κλιματικών προγνώσεων για την Ευρώπη, βασισμένα σε δεδομένα από 9 διεθνή κέντρα και περίπου 650 σενάρια, ενώ αναπτύχθηκαν και αγροκλιματικοί δείκτες όπως ο SPI-3 και ο SSMI για την υποστήριξη εφαρμογών στον αγροτικό τομέα. Η δραστηριότητα αυτή ενίσχυσε ουσιαστικά τη διασύνδεση της μετεωρολογικής πρόγνωσης με εφαρμογές κλιματικών υπηρεσιών και λήψης αποφάσεων σε τομείς όπως η γεωργία και η διαχείριση κινδύνου.

7.2.1.3 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΕΚΣΤΡΑΤΕΙΕΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Στο πλαίσιο του έργου CLIMPACT, συνεχίστηκαν και ολοκληρώθηκαν κατά το 2025 δράσεις της μονάδας METEO που αφορούν στη συστηματική και πειραματική παρακολούθηση του αστικού περιβάλλοντος, με έμφαση στην Αθήνα και με παράλληλη υποστήριξη εφαρμογών και σε άλλες ελληνικές πόλεις. Οι δράσεις αυτές ενίσχυσαν την κατανόηση και ποσοτικοποίηση της αστικής θερμικής νησίδας και της μικροκλιματικής μεταβλητότητας στον αστικό ιστό, αξιοποιώντας κινητές πειραματικές καμπάνιες με τη διάταξη MeteoOnWheels, γεωχωρικά δεδομένα και μετρικές αστικής μορφολογίας. Η ανάλυση των κινητών μετρήσεων στην ευρύτερη λεκάνη της Αθήνας ανέδειξε τον καθοριστικό ρόλο του δομημένου περιβάλλοντος, της τοπικής κυκλοφορίας και του γεωγραφικού πλαισίου στη διαμόρφωση των αστικών μικροκλίματων, παρέχοντας νέα παρατηρησιακά δεδομένα για τη χωρική διαφοροποίηση της θερμικής επιβάρυνσης (Giannaros et al., 2025, <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2025.102627>).



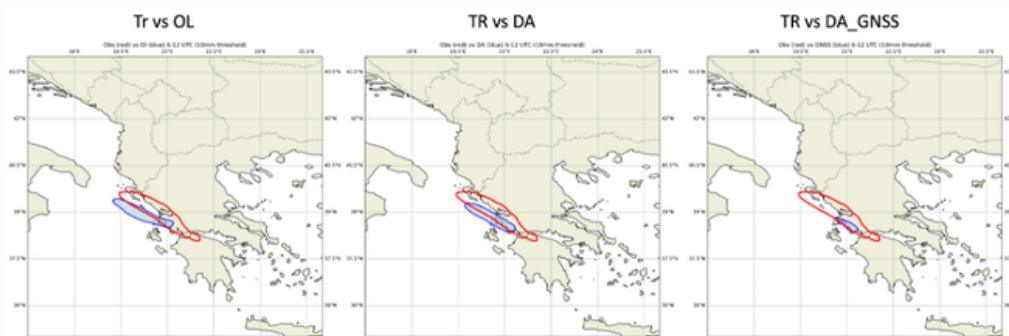
Παράλληλα, αναπτύχθηκε νέο σύνολο δεδομένων Local Climate Zones και αστικής μορφολογίας για την Ελλάδα, με αξιοποίηση GIS, πολυφασματικών και SAR δορυφορικών δεδομένων, το οποίο υποστηρίζει τη βελτίωση της αριθμητικής προσομοίωσης του αστικού κλίματος και τη διασύνδεση παρατηρήσεων και μοντελοποίησης (Agathangelidis et al., 2025, <https://doi.org/10.1016/j.dib.2025.111784>). Συνολικά, οι δράσεις αυτές δημιουργούν πλέον μια πιο ολοκληρωμένη βάση δεδομένων και γνώσης για τη μελέτη των αλληλεπιδράσεων μεταξύ αστικού περιβάλλοντος και καιρικών συνθηκών, με άμεση αξιοποίηση σε εφαρμογές αστικής κλιματικής προσαρμογής.



7.2.1.4 ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΑΦΟΜΟΙΩΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΝΕΩΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΓΝΩΣΗ ΑΚΡΑΙΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ

Στο πλαίσιο του έργου Hydroterra+ (H+) – Earth Explorer 12: Phase 0 Science and Requirements Consolidation Study (SciReC), η μονάδα METEO του ΕΑΑ ενίσχυσε κατά το 2025 τη δραστηριότητά της στην ανάπτυξη και αξιολόγηση πειραμάτων αφομοίωσης και στην ποσοτική αποτίμηση της προστιθέμενης αξίας νέων δορυφορικών παρατηρήσεων για την πρόγνωση ακραίων καιρικών φαινομένων. Η δραστηριότητα αυτή εντάσσεται στο Scientific Objective 1 (SO1) του Hydroterra+, το οποίο εστιάζει στις έντονες καταιγίδες και στα πλέον καταστροφικά υδρομετεωρολογικά φαινόμενα, και υλοποιείται μέσω πειραμάτων τύπου Observing System Simulation Experiments (OSSEs) και δοκιμών αφομοίωσης συνθετικών παρατηρήσεων Integrated Water Vapour (IWV) σε αριθμητικά μοντέλα πρόγνωσης καιρού.

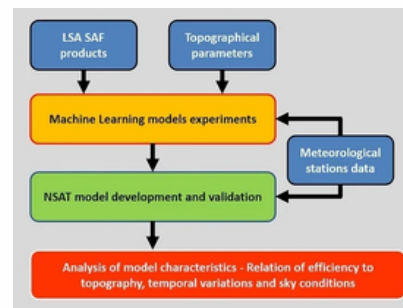
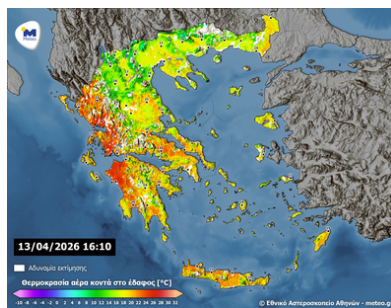
Στο πλαίσιο αυτό, μελετήθηκαν χαρακτηριστικές περιπτώσεις έντονων βροχοπτώσεων και πλημμυρικών επεισοδίων στη Νοτιοανατολική Μεσόγειο, όπως οι κακοκαιρίες Bora και Elias, με στόχο την αξιολόγηση της επίδρασης της αφομοίωσης συνθετικών παρατηρήσεων IWV στην πρόγνωση της βροχόπτωσης. Τα αποτελέσματα ανέδειξαν βελτίωση σε βασικούς δείκτες επαλήθευσης και, σε αρκετές περιπτώσεις, καλύτερη χωρική αποτύπωση των κύριων περιοχών βροχοπτώσεων σε σχέση με τα πειράματα αναφοράς, επιβεβαιώνοντας τη δυναμική της αφομοίωσης υδρατμών για τη βελτίωση της πρόγνωσης ακραίων φαινομένων στην περιοχή μας. Οι δράσεις αυτές ενισχύουν τη στρατηγική συμβολή της μονάδας METEO στην αξιολόγηση νέων παρατηρησιακών δυνατοτήτων για μελλοντικές δορυφορικές αποστολές και στην περαιτέρω ανάπτυξη τεχνογνωσίας σε ζητήματα αφομοίωσης δεδομένων, πρόγνωσης έντονων καταιγίδων και επιχειρησιακής πρόγνωσης υδρομετεωρολογικών κινδύνων στη Μεσόγειο.



Κύρια δομή όλης βροχόπτωσης στις 26/09/2023 και ώρα 12 UTC, όπως προέκυψε από τα πειράματα πρόγνωσης χωρίς αφομοίωση δεδομένων (αριστερά), με αφομοίωση συνθετικών παρατηρήσεων IWV (κέντρο) και με αφομοίωση δεδομένων GNSS (δεξιά). Με κόκκινο περίγραμμα αποτυπώνεται η αντίστοιχη δομή βροχόπτωσης του πεδίου αναφοράς.

7.2.2 ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΕ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

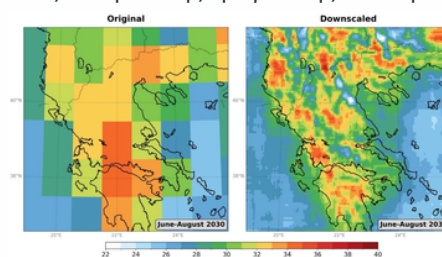
Εκτίμηση μετεωρολογικών παραμέτρων σε πραγματικό χρόνο με μηχανική μάθηση. Στο πλαίσιο ανάπτυξης καινοτόμων εφαρμογών παρακολούθησης του καιρού, αναπτύχθηκε μεθοδολογία εκτίμησης της θερμοκρασίας αέρα κοντά στην επιφάνεια σε πραγματικό χρόνο για την Ελλάδα, με χρήση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης και δορυφορικών προϊόντων LSA SAF. Η προσέγγιση αυτή αξιοποιεί συνδυαστικά δορυφορική πληροφορία και παρατηρήσεις αναφοράς, με στόχο την παραγωγή χωρικά συνεχούς πεδίου θερμοκρασίας, καλύπτοντας ένα σημαντικό επιχειρησιακό κενό μεταξύ σημειακών μετρήσεων και συμβατικών μετεωρολογικών αναλύσεων (Karagiannidis et al., 2025, <https://doi.org/10.3390/rs17071112>). Η εφαρμογή αυτή αναδεικνύει τη δυνατότητα αξιοποίησης της μηχανικής μάθησης για την άμεση παραγωγή μετεωρολογικών πεδίων υψηλής χρηστικότητας σε πραγματικό χρόνο και συνιστά χαρακτηριστικό παράδειγμα ενσωμάτωσης τεχνικών ΑΙ στις επιχειρησιακές υπηρεσίες της μονάδας METEO. Η μεθοδολογία εφαρμόζεται πλέον επιχειρησιακά μέσω του [meteo.gr](https://www.meteo.gr/greeceaitemps.cfm) για την παραγωγή χαρτών εκτίμησης της θερμοκρασίας αέρα κοντά στο έδαφος σε σχεδόν πραγματικό χρόνο για την Ελλάδα, με ανανέωση ανά 30 λεπτά (<https://www.meteo.gr/greeceaitemps.cfm>)



Τεχνητή νοημοσύνη για βραχυπρόθεσμη υδρολογική πρόγνωση. Παράλληλα, αναπτύχθηκε επιχειρησιακή εφαρμογή τεχνητής νοημοσύνης για τη βραχυπρόθεσμη πρόγνωση της στάθμης ποταμών στη Θεσσαλία, με αξιοποίηση ιστορικών δεδομένων βροχόπτωσης και στάθμης από μετεωρολογικούς και υδρολογικούς σταθμούς. Η προσέγγιση βασίζεται στην εκπαίδευση μοντέλων μηχανικής μάθησης που συσχετίζουν τη βροχόπτωση σε ανάντη περιοχές με την απόκριση της στάθμης κατάντη, επιτρέποντας την επιχειρησιακή πρόγνωση της εξέλιξης της στάθμης για χρονικό ορίζοντα έως και 12 ωρών. Η δράση αυτή αποτελεί από τις πρώτες συστηματικές εφαρμογές ΑΙ στη χώρα για άμεση υδρολογική πρόγνωση σε επιχειρησιακό περιβάλλον και ενισχύει ουσιαστικά τα εργαλεία έγκαιρης προειδοποίησης της μονάδας.

Στατιστικός υποβιβασμός κλίμακας δεκαετών προγνώσεων με βαθιά μάθηση. Σημαντική ήταν επίσης η αξιοποίηση τεχνικών βαθιάς μάθησης για τον υποβιβασμό κλίμακας δεκαετών κλιματικών προγνώσεων, στο πλαίσιο του προγράμματος AUGURES2025. Ειδικότερα, αναπτύχθηκε μεθοδολογία βασισμένη σε Συνελικτικά Νευρωνικά Δίκτυα (CNNs), με στόχο την αύξηση της χωρικής ανάλυσης των δεκαετών προγνώσεων από περίπου 1° σε περίπου 0.05° (~5 km).

Για την εκπαίδευση του μοντέλου αξιοποιήθηκαν δεδομένα του Copernicus European Regional ReAnalysis (CERRA) για την περίοδο 2000-2020, ενώ ως προβλεπτικές μεταβλητές χρησιμοποιήθηκαν η ημερήσια ελάχιστη και μέγιστη θερμοκρασία στα 2 m, ο ημερήσιος υετός, η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στην επιφάνεια και η μέση ημερήσια πίεση στη μέση στάθμη της θάλασσας. Η προσέγγιση αυτή επέτρεψε την παραγωγή bias-adjusted και downscaled δεκαετών μετεωρολογικών πεδίων υψηλής ανάλυσης για την Ελλάδα, υποστηρίζοντας εφαρμογές στον αγροτικό τομέα και αναδεικνύοντας τη χρησιμότητα της τεχνητής νοημοσύνης στη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ κλιματικής πρόγνωσης και τομεακών εφαρμογών.



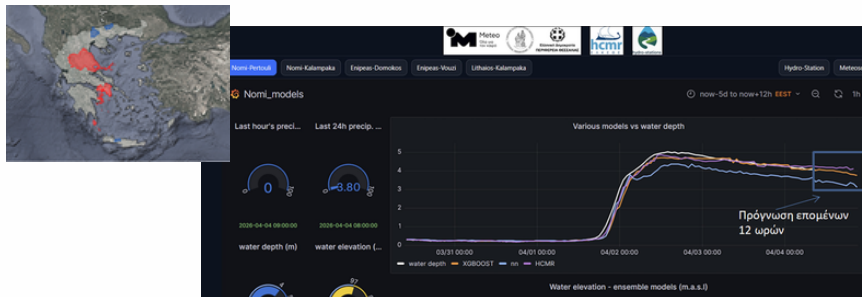
Επίδειξη της νέας μεθόδου υποβιβασμού κλίμακας: (αριστερά) μέση ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία στα 2 m πάνω από την Ελλάδα για το καλοκαίρι του 2030, βάσει των δεκαετών προγνώσεων HadGEM3-GC3.1, (δεξιά) το αντίστοιχο πεδίο μετά τον υποβιβασμό κλίμακας.

7.2.3 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΓΚΑΙΡΗΣ ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ ΓΙΑ ΕΝΤΟΝΑ ΚΑΙΡΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

7.2.3.1 ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΓΚΑΙΡΗΣ ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΙ ΝΕΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ

Η μονάδα ΜΕΤΕΟ του ΕΑΑ αναπτύσσει και λειτουργεί ολοκληρωμένα Συστήματα Έγκαιρης Προειδοποίησης (Early Warning Systems, EWS) για έντονα καιρικά φαινόμενα, συμπεριλαμβανομένων των δασικών πυρκαγιών, των επεισοδίων θερμικής επιβάρυνσης και των πλημμυρικών φαινομένων, προσαρμοσμένα στις ανάγκες τοπικών και περιφερειακών αρχών πολιτικής προστασίας. Τα συστήματα αυτά βασίζονται στη συνδυαστική αξιοποίηση παρατηρήσεων πεδίου, προγνωστικών δεδομένων, δεικτών επικινδυνότητας και διαδραστικών εργαλείων WebGIS, συμβάλλοντας ουσιαστικά στην έγκαιρη προετοιμασία και προστασία πολιτών και υποδομών.

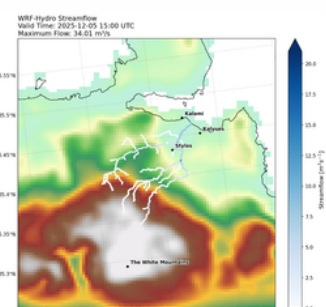
Κατά το 2025, η μονάδα προχώρησε περαιτέρω στην ανάπτυξη ενός πρωτοποριακού επιχειρησιακού συστήματος βραχυπρόθεσμης πρόγνωσης πλημμυρών για τη Θεσσαλία, σε συνεργασία με τον Τομέα Εσωτερικών Υδάτων του Ελληνικού Κέντρου Θαλασσίων Ερευνών και με την υποστήριξη της Περιφέρειας Θεσσαλίας. Το σύστημα, το πρώτο του είδους του στην Ελλάδα, αξιοποιεί **σύγχρονες τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης** και έχει αναπτυχθεί με βάση συνδυαστικά δεδομένα πενταετίας από εκτεταμένο δίκτυο μετεωρολογικών και υδρολογικών σταθμών της περιοχής. Μέσω της εκπαίδευσης κατάλληλων μοντέλων στη σχέση μεταξύ καταγεγραμμένης βροχόπτωσης και απόκρισης της στάθμης ποταμών, επιτυγχάνεται επιχειρησιακή εκτίμηση της εξέλιξης της στάθμης σε σχεδόν πραγματικό χρόνο, σε επιλεγμένα σημεία του υδρογραφικού δικτύου της Θεσσαλίας. Η προσέγγιση αυτή επιτρέπει πρόγνωση της στάθμης ποταμών με χρονικό ορίζοντα έως και 12 ώρες, ενσωματώνοντας δυναμικά και τις πραγματικές μετρήσεις στάθμης, και προσφέρει πολύτιμο χρόνο αντίδρασης στις αρμόδιες αρχές για τη διαχείριση πλημμυρικού κινδύνου. Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι Περιφέρειες και οι Δήμοι στους οποίους λειτουργούν συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης που έχουν αναπτυχθεί από τη μονάδα ΜΕΤΕΟ. Επίσης δίνεται και σχηματική αναπαράσταση του συστήματος πρόγνωσης στάθμης που έχει αναπτυχθεί για τη Θεσσαλία και στη συγκεκριμένη περίπτωση στην περιοχή της Νομής.



7.2.3.2 ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΟΓΝΩΣΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ

Στο πλαίσιο του έργου MedGIFORS, η μονάδα ΜΕΤΕΟ ανέπτυξε και έθεσε σε επιχειρησιακή λειτουργία σύστημα πρόγνωσης πλημμύρας με βάση το συζευγμένο υδρομετεωρολογικό μοντέλο WRF-Hydro για τη λεκάνη του Κουιλάρη στα Χανιά. Το σύστημα βασίζεται σε ολοκληρωμένη ατμοσφαιρική-υδρολογική αλυσίδα πρόγνωσης. Η επιχειρησιακή του λειτουργία πραγματοποιείται σε ημερήσια βάση με αρχικές και οριακές συνθήκες από το GFS, ενώ η ενεργοποίηση του υδρολογικού σκέλους γίνεται αυτόματα όταν οι προβλεπόμενες βροχοπτώσεις υπερβαίνουν προκαθορισμένα κατώφλια. Στην περίπτωση αυτή παράγονται προγνώσεις παροχής και εξέλιξης της ροής έως και 36 ώρες, καθώς και χαρτογραφικά προϊόντα και υδρογραφήματα σε επιλεγμένα σημεία ελέγχου, υποστηρίζοντας την έγκαιρη προειδοποίηση για πλημμυρικά φαινόμενα.

Η αξιοπιστία του συστήματος έχει ενισχυθεί μέσω αυτοματοποιημένης βαθμονόμησης των βασικών υδρολογικών παραμέτρων με τη μέθοδο PEST, αξιοποιώντας παρατηρήσεις από επεισόδια υψηλής παροχής στον Κουιλάρη, γεγονός που βελτίωσε σημαντικά την αναπαράσταση της αιχμής και του χρονισμού της απορροής. Το σύστημα αυτό αποτελεί ένα σημαντικό βήμα για την επιχειρησιακή εφαρμογή φυσικής βάσης μοντέλων πρόγνωσης πλημμυρών σε λεκάνες της Ανατολικής Μεσογείου.



7.2.3.3. ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΒΡΑΧΥΠΡΟΘΕΣΜΗΣ ΠΡΟΓΝΩΣΗΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ

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 (ΧΡΟΛ), 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 m 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.

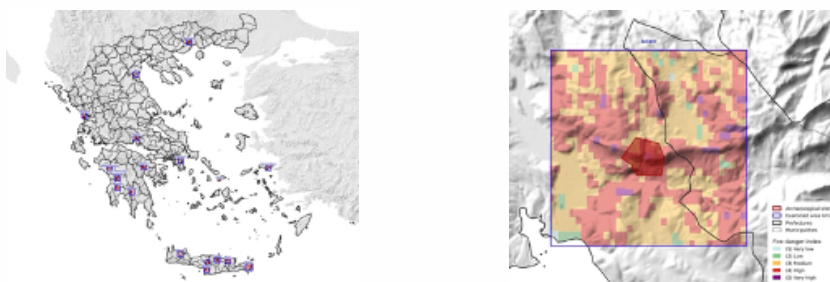
7.2.4 ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗ ΚΑΙ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ ΣΕ ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ ΑΠΟ ΥΔΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

Εξειδικευμένες μελέτες εκτίμησης διακινδύνευσης και τρωτότητας υποδομών. Η μονάδα ΜΕΤΕΟ του ΕΑΑ υλοποιεί εξειδικευμένες μελέτες εκτίμησης διακινδύνευσης και τρωτότητας από υδρομετεωρολογικά και κλιματικά φαινόμενα, με στόχο την υποστήριξη δημόσιων και ιδιωτικών φορέων στη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων προσαρμογής και ενίσχυσης της ανθεκτικότητας κρίσιμων υποδομών. Κατά το 2025, στο πλαίσιο της συνεργασίας με τον ΔΕΔΔΗΕ, αναπτύχθηκε ολοκληρωμένη μεθοδολογία αξιολόγησης της κλιματικής διακινδύνευσης των υποδομών του ηλεκτρικού δικτύου σε εθνική κλίμακα, τόσο για το παρόν κλίμα όσο και για τη μελλοντική περίοδο 2026-2045. Η προσέγγιση βασίστηκε σε πολυεπίπεδη ανάλυση των συνιστωσών κλιματικός κίνδυνος (hazard), ευαισθησία (sensitivity), τρωτότητα (vulnerability), έκθεση (exposure) και διακινδύνευση (risk), σε χωρική ανάλυση 5 × 5 km για το σύνολο της ελληνικής επικράτειας.



Κίνδυνος πλημμύρας στην Ελλάδα με χρήση πενταβάθμιας κλίμακας

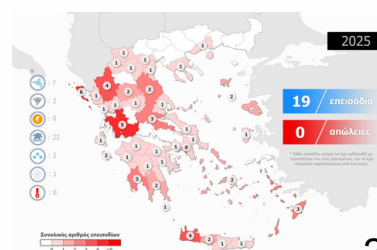
Αξιολόγηση Κλιματικών Κινδύνων και Στρατηγικές Προσαρμογής για Μνημεία Πολιτιστικής Κληρονομιάς στην Ελλάδα. Στο πλαίσιο του εθνικού έργου στρατηγικού σχεδιασμού για την προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, η μονάδα ΜΕΤΕΟ του ΕΑΑ είχε καθοριστική συμβολή στην Ανάπτυξη Κλιματικών Δεικτών, στην Εκτίμηση Κινδύνων και στην Προσομοίωση Επικινδυνότητας για 19 σημαντικούς αρχαιολογικούς χώρους της Ελλάδας. Η δράση περιλάμβανε: (α) ανάλυση 34 εξειδικευμένων κλιματικών δεικτών (θερμικά, ψυχρά επεισόδια, βροχόπτωση, ξηρασία, άνεμος, διάβρωση από άλατα) μέσω προσομοιώσεων περιοχικών κλιματικών μοντέλων υψηλής χωρικής ανάλυσης, (β) χαρτογράφηση της επικράτειας ως προς τους βασικούς κλιματικούς κινδύνους: δασικές πυρκαγιές, πλημμύρες, καύσωνες, άνοδος στάθμης θάλασσας, ξηρασία/ερημοποίηση/διάβρωση, (γ) υπολογισμό δεικτών πυρομετεωρολογικού κινδύνου (FWI) για το παρόν και μελλοντικό κλίμα, και παραγωγή χαρτών κινδύνου, (δ) εκτενείς προσομοιώσεις με το λογισμικό FlamMap σε συνθήκες πολύ χαμηλής υγρασίας και ακραίων ανέμων, για την εξαγωγή χαρτών Πιθανότητας Καύσης, Θερμικής Έντασης και Μήκους Φλόγας, (ε) σύνθεση χαρτών πυροεπικινδυνότητας ανά αρχαιολογικό χώρο και διατύπωση μέτρων πρόληψης, ετοιμότητας και έγκαιρης προειδοποίησης, (ζ) παροχή τεκμηριωμένων Σχεδίων Προσαρμογής για κάθε χώρο, βάσει των δεικτών ευαισθησίας, έκθεσης και τρωτότητας. Η συνολική προσέγγιση ανέδειξε τη σημασία της διατομεακής συνεργασίας και της αξιοποίησης επιστημονικά τεκμηριωμένων δεδομένων για τη διασφάλιση της μακροπρόθεσμης ανθεκτικότητας της πολιτιστικής κληρονομιάς σε ένα μεταβαλλόμενο κλίμα. Η ακόλουθη εικόνα αποτυπώνει πολύγωνα αρχαιολογικών χώρων που μελετήθηκαν και κίνδυνος δασικής πυρκαγιάς (FRI- Fire Risk Index) στους Δελφούς. Η κόκκινη γραμμή υποδηλώνει τον σχετικό αρχαιολογικό χώρο.



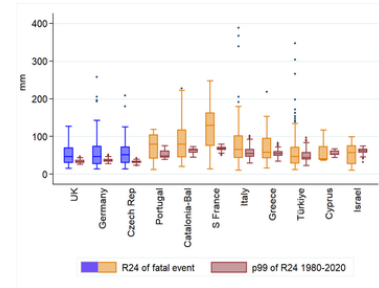
7.2.5 ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΥΔΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ

Καταγραφή, παρακολούθηση και ανάλυση κοινωνικο-οικονομικών επιπτώσεων έντονων και ακραίων καιρικών φαινομένων. Η καταγραφή και ανάλυση των κοινωνικών-οικονομικών επιπτώσεων των έντονων και ακραίων καιρικών φαινομένων υλοποιείται συστηματικά μέσω της βάσης δεδομένων HIWE-DB (High Impact Weather Events Database (<https://doi.org/10.5194/nhess-13-727-2013>), η οποία αναπτύχθηκε από τη Μονάδα ΜΕΤΕΟ του ΕΑΑ και είναι διαθέσιμη σε απλοποιημένη μορφή διαδικτυακά (<https://www.meteo.gr/weatherEvents.cfm>). Η HIWE-DB περιλαμβάνει επεισόδια που συνδέονται με έντονα καιρικά φαινόμενα, όπως πλημμύρες, ανεμοθύελλες, κεραυνούς, χιονοπτώσεις και ανεμοστρόβιλους, τα οποία έχουν προκαλέσει σημαντικές επιπτώσεις στη χώρα από το 2000 και μετά. Παρέχει πληροφορίες για τη γεωγραφική κατανομή, τα μετεωρολογικά χαρακτηριστικά και την ένταση των φαινομένων, καθώς και για τη φύση και την έκταση των επιπτώσεων. Καταγράφονται επίσης οι ανθρώπινες απώλειες, οι ζημιές σε υποδομές και οι διαταραχές στην καθημερινή λειτουργία της κοινωνίας, καθιστώντας τη βάση πολύτιμο εργαλείο για την παρακολούθηση της εξέλιξης των επιπτώσεων στο χρόνο και για τη θεμελίωση πολιτικών μείωσης κινδύνου και ενίσχυσης της ανθεκτικότητας. Η HIWE-DB ενημερώνεται συνεχώς και υποστηρίζει, παράλληλα, ερευνητικές πρωτοβουλίες που εξετάζουν τη συμπεριφορά των πολιτών απέναντι στους κινδύνους, την αντίληψη και την ετοιμότητα, καθώς και ειδικές βάσεις, όπως η βάση θανάτων από πλημμύρες στην Ευρώπη (FFEM-DB, <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01273-x>) με ανάλυση δημογραφικών και συμπεριφορικών χαρακτηριστικών των θυμάτων. Κατά το 20254, καταγράφηκαν συνολικά 19 επεισόδια που προκάλεσαν κοινωνικο-οικονομικές επιπτώσεις, αριθμός μειωμένος σε σχέση με τον ετήσιο μέσο όρο της περιόδου 2000-20254 (24 επεισόδια). Τα 19 επεισόδια ήταν άμεσα σχετιζόμενα με πλημμύρες, εκ των οποίων 7 συνοδεύτηκαν από ισχυρούς ανέμους και 2 από σίφωνες ξηράς.

Το 2025 είναι το πρώτο έτος από το 2000 χωρίς ανθρώπινες απώλειες. Ο ετήσιος μέσος όρος της περιόδου 2000-2025 είναι ~11 απώλειες. Ο χάρτης περιγράφει τη γεωγραφική κατανομή (ανά Νομό) των έντονων καιρικών επεισοδίων με κοινωνικο-οικονομικές επιπτώσεις για το 20254 (High Impact Weather Events Database-HIWE-DB).



Ανάλυση των κοινωνικο-οικονομικών επιπτώσεων υδρομετεωρολογικών κινδύνων. Η μονάδα METEO του ΕΑΑ συμμετείχε το 2025 σε τρεις επιστημονικές δημοσιεύσεις που εξετάζουν διαφορετικές διαστάσεις των κοινωνικο-οικονομικών επιπτώσεων υδρομετεωρολογικών και κλιματικών κινδύνων στην Ευρώπη και τη Μεσόγειο. Σε μελέτη με επικεφαλής τη μονάδα METEO αναλύθηκαν τα χαρακτηριστικά της βροχόπτωσης που συνδέονται με θανατηφόρες πλημμύρες στην Ευρω-Μεσογειακή περιοχή κατά την περίοδο 1980-2020, αναδεικνύοντας τον ρόλο της έντασης της βροχής, της χωρικής κατανομής της και γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών του τοπίου στην εκδήλωση θανατηφόρων γεγονότων Papagiannaki et al. 2025 <https://doi.org/10.1038/s44304-025-00095-2>.



Box and Whisker plots των τιμών R24 και του 99ου εκατοστημορίου (p99) της 24ωρης βροχόπτωσης, R24, για τα θανατηφόρα πλημμυρικά γεγονότα (fatal event) που σημειώθηκαν την περίοδο 1980-2020 στις χώρες/περιοχές μελέτης.

Παράλληλα, η συμμετοχή της ομάδας σε διεθνή συνθετική εργασία που υλοποιήθηκε στο πλαίσιο της επιστημονικής πρωτοβουλίας Panta Rhei - Everything Flows της International Association of Hydrological Sciences (IAHS) ανέδειξε τη σημασία της αλληλεπίδρασης φυσικών διεργασιών και κοινωνικών παραγόντων στη διαμόρφωση του κινδύνου από πλημμύρες και ξηρασίες, καθώς και τον ρόλο της διαχείρισης υδατικών πόρων στη μείωση των επιπτώσεων (Kreibich et al. 2025 <https://doi.org/10.1080/02626667.2025.2469762>).

Επιπλέον, σε εκτενή ανασκόπηση για τους μεσογειακούς κυκλώνες που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του διεθνούς επιστημονικού δικτύου MedCyclones, στο οποίο συμμετείχε και η ομάδα METEO, επισημαίνεται ότι τα φαινόμενα αυτά αποτελούν σημαντική πηγή έντονων καιρικών κινδύνων στη Μεσόγειο και μπορούν να επηρεάσουν κρίσιμους τομείς όπως η υγεία, οι μεταφορές, η ενέργεια και η γεωργία, ενώ παραμένουν σημαντικά κενά γνώσης ως προς την πλήρη αποτίμηση των κοινωνικο-οικονομικών τους επιπτώσεων (Khodayar et al. 2025 <https://doi.org/10.1029/2024RG000853>). Οι εργασίες αυτές συμβάλλουν στη βελτίωση της κατανόησης των παραγόντων που διαμορφώνουν τον κίνδυνο και τις απώλειες από υδρομετεωρολογικά φαινόμενα και υποστηρίζουν την ανάπτυξη αποτελεσματικότερων στρατηγικών πρόληψης και προσαρμογής.

7.2.6 ΕΡΗΜΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑ

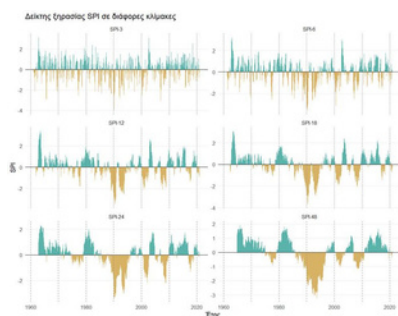
Συμβολή στην αναθεώρηση του Εθνικού Σχεδίου Δράσης για την Καταπολέμηση της Ερημοποίησης. Στο πλαίσιο της διαμόρφωσης του νέου Εθνικού Σχεδίου Δράσης για την Καταπολέμηση της Ερημοποίησης (ΕΣΔΚΕ), και κατόπιν σχετικού αιτήματος της Διεύθυνσης Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Κλιματικής Αλλαγής του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, εκπονήθηκε ολοκληρωμένο κείμενο παρατηρήσεων και προτάσεων επικαιροποίησης, εστιασμένο στους τομείς της ξηρασίας και των υδατικών πόρων. Η συμβολή αυτή αξιοποίησε τρέχουσα επιστημονική βιβλιογραφία, ευρωπαϊκά εργαλεία παρακολούθησης, και αναλύσεις της μονάδας METEO καλύπτοντας ένα σημαντικό μεθοδολογικό και επιχειρησιακό κενό του αρχικού σχεδίου του 2001.



Πιο συγκεκριμένα, αρχικά πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική μελέτη ξηρασίας στην Ελλάδα και Ανατολική Μεσόγειο (1990-2050). Αποτυπώθηκαν οι διαδοχικές φάσεις έντονης ξηρασίας (1989-1993, 2000, 2008, 2017, 2023-2024), με διάκριση μεταξύ πολυετών και αιφνίδιων ξηρασιών (flash droughts) και ανάλυση των προβολών CMIP6 υπό διάφορα σενάρια κλιματικής αλλαγής. Στη συνέχεια εκτιμήθηκαν οι τάσεις και η μεταβλητότητα του υετού για την περίοδο 1961-2020. Αναλύθηκαν δεδομένα 274 μετεωρολογικών σταθμών. Το 64% εμφανίζει πτωτική τάση στον ετήσιο υετό και το 71% στη χειμερινή βροχόπτωση, με στατιστικά σημαντικές αρνητικές τάσεις συγκεντρωμένες σε Πελοπόννησο, Κρήτη και Ανατολική Στερεά. Ο δείκτης SPI σε έξι χρονικές κλίμακες (3-48 μήνες) ανέδειξε το 72% των σταθμών να παρουσιάζει αυξητική τάση στη σοβαρότητα των πολυετών ξηρών περιόδων (SPI-12), αποτυπώνοντας συστηματική μετάβαση προς ξηρότερες συνθήκες. Επίσης, παρουσιάστηκαν και αξιοποιήθηκαν τρεις συμπληρωματικές προσεγγίσεις: (α) ανάλυση τάσεων χιονοκάλυψης με δεδομένα επανάλυσης CERRA (1991-2020), η οποία αναδεικνύει πτωτικές τάσεις έως και 1.5 ημερών/έτος στη ΒΔ Ελλάδα, (β) επιχειρησιακός υπολογισμός του δείκτη αγροκλιματικής ξηρασίας SSMI με βάση δεδομένα εδαφικής υγρασίας ERA5-Land, ο οποίος από τον Ιούνιο 2025 παράγεται σε μηνιαία βάση από τη μονάδα METEO και αναρτάται στο meteo.gr, (γ) δορυφορική παρακολούθηση της έκτασης ταμειευτήρων με εικόνες Sentinel-2, με εφαρμογή στην τεχνητή λίμνη του Μόρνου για διαχρονική αποτίμηση των υδατικών αποθεμάτων.

Στατιστική σημαντικότητα των τάσεων χειμερινής βροχόπτωσης για την ίδια περίοδο. Τα τρίγωνα υποδεικνύουν σταθμούς με σημαντική αρνητική (καφέ) ή θετική (πράσινη) τάση στο επίπεδο $p < 0.1$.

Στο νέο επικαιροποιημένο ΕΣΔΚΕ ενσωματώθηκε σημαντικό μέρος των προτάσεων της ομάδας εργασίας. Υιοθετήθηκε η πολυδιάστατη προσέγγιση της ξηρασίας, με σαφή διάκριση μεταξύ μετεωρολογικής, υδρολογικής, γεωργικής και κοινωνικοοικονομικής διάστασης, καθώς και η συστηματική αξιοποίηση δεικτών (SPI, SPEI, EDDI) σε συνδυασμό με δορυφορικά προϊόντα και γεωχωρικά εργαλεία. Στον τομέα των υδατικών πόρων, το επικαιροποιημένο σχέδιο εντάσσει τις παραμέτρους ερμημοποίησης στα ΣΔΛΑΠ, βασίζεται στα δεδομένα του 3ου κύκλου και δίνει έμφαση σε περιοχές υψηλής υδατικής πίεσης, ενώ προωθεί την ψηφιοποίηση της παρακολούθησης γεωτρήσεων και χρήσεων μέσω real-time τηλεμετρίας, την αξιοποίηση υδρολογικών μοντέλων και δικτύων μετρήσεων, την ενίσχυση των Nature-based Solutions στη διαχείριση δασικών οικοσυστημάτων για τη συγκράτηση και διήθηση του νερού και τη θεσμική ενεργοποίηση μη συμβατικών πόρων (ανακύκλωση, επαναχρησιμοποίηση, αφαλάτωση). Ενσωματώθηκε επίσης η ανάπτυξη δεικτών κοινωνικοοικονομικών επιπτώσεων της λειψυδρίας ανά λεκάνη απορροής, η κατάρτιση επικαιροποιημένων χαρτών ευπαθών περιοχών βάσει κλιματικών, εδαφικών, υδρολογικών και ανθρωπογενών κριτηρίων, η εκπόνηση εξειδικευμένων Σχεδίων Δράσης ανά ευπαθή περιοχή με στοχευμένα μέτρα πρόληψης και αποκατάστασης, καθώς και η ενίσχυση της ευφυούς γεωργίας μέσω τεχνολογιών τηλεπισκόπησης και τεχνητής νοημοσύνης. Η συνολική συμβολή στήριξε τη μετάβαση προς ένα πολυτομεακό, δεδομένο-κεντρικό και προσαρμοστικό εθνικό πλαίσιο διαχείρισης της ερμημοποίησης, ευθυγραμμισμένο με την Ευρωπαϊκή Στρατηγική Ανθεκτικότητας του Νερού.



Εξέλιξη του Δείκτη Τυποποιημένων Αποκλίσεων Υετού (SPI) σε έξι διαφορετικές χρονικές κλίμακες (3 έως 48 μήνες) για την περίοδο 1960-2020. Οι θετικές τιμές (πράσινο) αντιστοιχούν σε υγρές περιόδους, ενώ οι αρνητικές (καφέ) σε ξηρές. Οι βραχυπρόθεσμες κλίμακες (SPI-3, SPI-6) καταγράφουν εποχιακές διακυμάνσεις, ενώ οι μεγαλύτερες κλίμακες (SPI-24, SPI-48) αποτυπώνουν μακροχρόνιες τάσεις υετικού ελλείμματος ή πλεονάσματος.

7.2.7 ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΑΣ

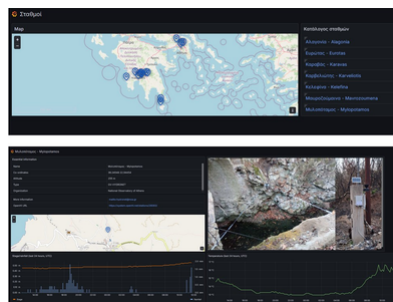
Βασικό εργαλείο στην υδρολογική έρευνα είναι η μαθηματική προσομοίωση, υποστηριζόμενη από κατάλληλες υδρομετεωρολογικές, υδρογεωλογικές και βιογεωχημικές παρατηρήσεις. Η επέκταση, παρακολούθηση και συντήρηση του υδρο-τηλεμετρικού δικτύου HYDRONET συνεχίζεται, με εγκαταστάσεις νέων σταθμών, επισκέψεις στις κοίτες για υδρομετρήσεις, ανάκτηση δεδομένων και διορθώσεις βλαβών. Κατά το 2025 η ομάδα Υδρολογίας του ΙΕΠΒΑ εμβαθύνοντας τις εσωτερικές συνεργασίες στο ΙΕΠΒΑ και διευρύνοντας τις εθνικές και διεθνείς της συνεργασίες, εργάστηκε στα πεδία της επιφανειακής υδρολογίας, με έμφαση στην επέκταση και αξιοποίηση του υδρο-τηλεμετρικού δικτύου HYDRONET, στην μεθοδολογία υπολογισμού παροχών ποταμών, στην υδρολογία-υδρομηχανική, και στο πεδίο της υπόγειας υδρολογίας. Επίσης, τα μέλη της ομάδας συμμετείχαν στις ομάδες εργασίας των προγραμμάτων (α) CLIMPACT, όπου επεξεργάστηκαν δεδομένα και υπολογισμούς παροχών κλιματικών μοντέλων για την αξιολόγηση των παροχών ποταμών του ελληνικού χώρου υπό συνθήκες κλιματικών μεταβολών (σεναρίων) για τον υπολογισμό του υδατικού ενεργειακού δυναμικού και (β) ΝΗΣΟΣ, υλοποιώντας εργασίες υπαίθρου για εγκατάσταση νέων σταθμών και γεωλογική-υδρολογική μελέτη και αξιολόγηση του υδατικού ισοζυγίου και των συνθηκών υφαλμύρινης παράκτιων υδροφορέων των νήσων Κυθήρων-Αντικυθήρων.

7.2.7.1 HYDRONET – ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΣΤΗ Ν. ΕΛΛΑΔΑ

Κατά το 2025 πραγματοποιήθηκαν πολλές εργασίες υπαίθρου για αναγνώριση-επιλογή θέσεων εγκαταστάσεων νέων υδρο-τηλεμετρικών σταθμών σε Στερεά, Πελοπόννησο και Κύθηρα-Αντικύθηρα. Οι συνολικά 16 νέοι σταθμοί που θα εγκατασταθούν σε Αττική, Στερεά και Πελοπόννησο έχουν πρόσθετες μετρούμενες παραμέτρους είναι από το πρόγραμμα ΑΙΓΙΣ.



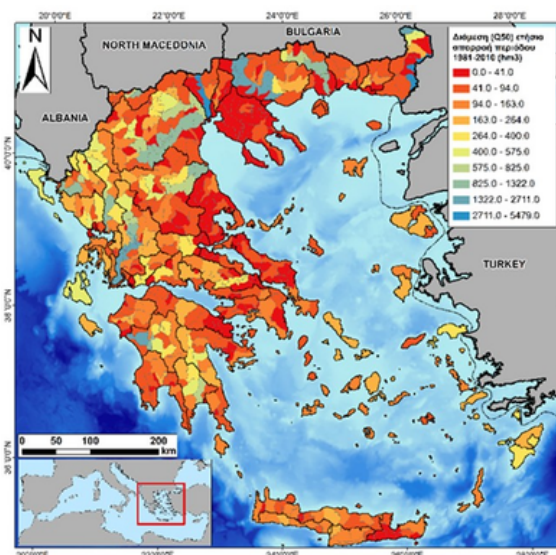
Τον Οκτώβριο και Νοέμβριο 2025 επεκτάθηκε το δίκτυο HYDONET με εγκαταστάσεις δύο νέων υδρο-τηλεμετρικών σταθμών στα Κύθηρα στον Καραβά και στον Μυλοπόταμο και ενός πολυαισθητήρα υπογείων υδάτων στα Αντικύθηρα στην λεκάνη απορροής του Ξηροποτάμου. Όλοι οι σταθμοί υποστηρίζουν την τηλεμετάδοση των δεδομένων. Ο σταθμός στον Καραβά Κυθήρων (φωτό άνω αριστερά) διαθέτει αισθητήρα στάθμης, ενώ ο σταθμός στον Μυλοπόταμο (φωτό άνω δεξιά) εκτός από αισθητήρα στάθμης είναι εξοπλισμένος και με βροχόμετρο για την παρακολούθηση των κατακρημνισμάτων.



Ο σταθμός στον Ξηροπόταμο Αντικυθήρων είναι σταθμός παρακολούθησης υπογείων υδάτων: περιλαμβάνει πιεζομετρικό πολυαισθητήρα αισθητήρα, ο οποίος εκτός από την στάθμη, μετρά την θερμοκρασία και αγωγιμότητα του ύδατος, ενώ η εγκατάσταση συνοδεύεται από αισθητήρα εδαφικής θερμοκρασίας- υγρασίας και μόντεμ για μετάδοση των δεδομένων. Οι μετρήσεις θα αξιοποιηθούν για την μακροχρόνια εκτίμηση και μελέτη των υδατικών διαθέσιμων του φυσικού συστήματος του υδροφορέα του Ξηροποτάμου και κατ' επέκταση των υδατικών πόρων του νησιού σε συνθήκες κλιματικών μεταβολών, αφού η λεκάνη απορροής είναι η πιο σημαντική, σε μέγεθος, λεκάνη του νησιού. Στην νέα ιστοσελίδα <https://stations.hydronet.noa.gr/>, φαίνονται με χρήση του λογισμικού πακέτου Grafana, τα dashboards με τις τελευταίες 24-h μετρήσεις των σταθμών του δικτύου HYDRONET.

7.2.7.2 ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ

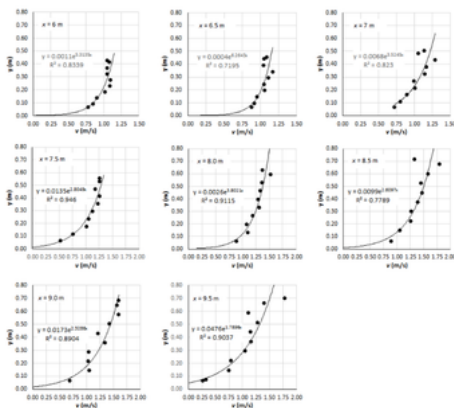
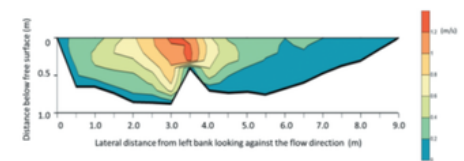
Στο πλαίσιο του προγράμματος Climipact II η Ομάδα Υδρολογίας του ΙΕΠΒΑ σε συνεργασία με την Ομάδα Υδρολογίας του Ινστ. Εσωτερικών Υδάτων του ΕΛΚΕΘΕ, συνεργάστηκαν στην Δράση 1.4: Χάρτες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη Ελλάδα με βάση τα διάφορα σενάρια (αιολική, ηλιακή, υδρολογία) για την αποτύπωση του υδατικού δυναμικού της χώρας μας, όπως αυτό έχει διαμορφωθεί την τελευταία εικοσαετία αξιοποιώντας Υδρολογικά δεδομένα, στάθμης, παροχής και ποιότητας υδάτων από τα υδρο-τηλεμετρικά δίκτυα του ΕΛΚΕΘΕ και του ΙΕΠΒΑ - HYDRONET και από περιοχικά σχετικά μοντέλα. Κατά το 2025 για το Υδατικό δυναμικό ολοκληρώθηκε η παραγωγή χαρτών υδατικού δυναμικού για 600 περίπου υπολεκάνες ποταμών σε όλη την επικράτεια για την περίοδο 1981-2010.



7.2.7.3 ΥΔΡΟΜΕΤΡΙΑ - ΥΔΡΟΜΗΧΑΝΙΚΗ

Η πολυετής συνεργασία με το Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής (Καθ. Ε. Ακύλας), επεκτάθηκε στην εύρεση νέων επιστημονικών μεθόδων δημιουργίας καμπυλών στάθμης-παροχής σε δυσκόλως προσβάσιμα ρέματα με μικρές λ εκάνες απορροής που έχουν τραχιά κοίτη και βρίσκονται σε ανώμαλο ορεινό έδαφος.

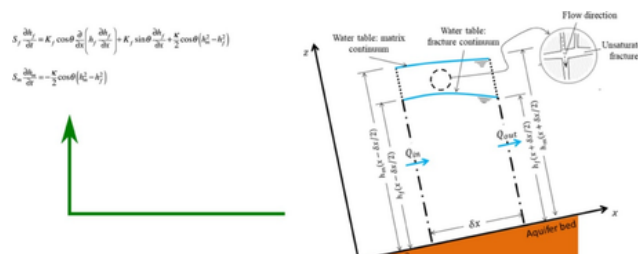
Στη φωτογραφία απεικονίζεται υδρομέτρηση στον Λούσιο ποταμό και στα διαγράμματα, οι κατά βάθος μετρημένες ταχύτητες στην διατομή και οι σχετικές προσαρμοσμένες συναρτήσεις. Οι υδρομετρήσεις εντός της κοίτης είναι χρονοβόρες, δαπανηρές και δυνητικά επικίνδυνες για το προσωπικό. Η ιδέα της εργασίας αφορά στην μέτρηση της απορροής ποταμού, μέσω εκτίμησης της μέσης ταχύτητας βάθους ροής από μετρήσεις της ταχύτητας ελεύθερης επιφάνειας, με συνεκτίμηση της τραχύτητας και της μορφολογίας της κοίτης σε μια διατομή ρέματος.



Οι μετρήσεις της ταχύτητας ελεύθερης επιφάνειας είναι μια υδρομετρική μέθοδος που εκτελείται αποτελεσματικά με απομακρυσμένα, μη επεμβατικά μέσα, όπως φορητό ραντάρ ή μέσω ταχυμετρίας εικόνας, γεγονός που κάνει την εκτέλεση των υδρομετρήσεων αυτών ασφαλή και γρήγορη.

7.2.7.4 ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

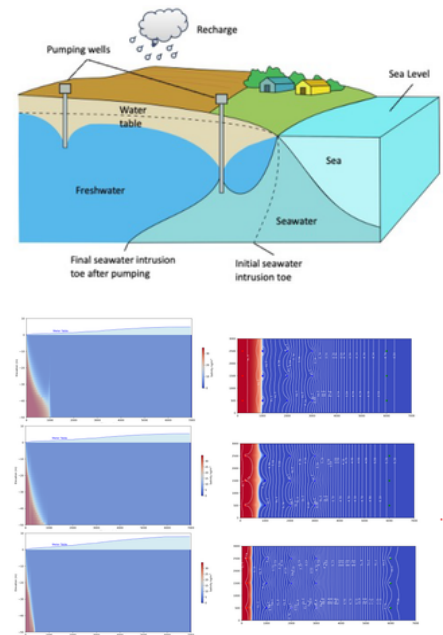
Οι υδραυλικές συνθήκες σε ρωγματομένους υδροφορείς (π.χ. καρστικούς, γρανιτικούς και βασαλτικούς, που αφθονούν στον ελληνικό χώρο) μπορούν να περιγραφούν επαρκώς μέσω της έννοιας του διπλού πορώδους (= πρωτογενές πορώδες πετρώματος και δευτερογενές πορώδες, λόγω ρηγματώσεων από τεκτονικές/χημικές διεργασίες). Αλλά οι μελέτες σχετικά με τη χρήση μοντέλων διπλού πορώδους για ελεύθερους υδροφορείς είναι σχετικά λίγες και υπάρχει ανάγκη για καλύτερη περιγραφή της ροής σε τέτοιους υδροφορείς. Σε συνεργασία με το Τμ. Περιβαλλοντικής Μηχανικής του μελετήθηκε η ροή σε ελεύθερο υδροφορέα διπλού πορώδους με κεκλιμένη βάση και αναπτύχθηκαν εξισώσεις για την περιγραφή της. Διερευνήθηκε η επίδραση της κλίσης της βάσης του υδροφορέα στη συμπεριφορά της ροής σε έναν ελεύθερο υδροφορέα διπλού πορώδους μια πτυχή που δεν έχει ακόμη διερευνηθεί μέχρι την εργασία που δημοσιεύθηκε στο Adv. Water Res., doi: [10.1016/j.advwatres.2024.104856](https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2024.104856). Οι επιστημονικές πρωτοτυπίες της εργασίας συναρτώνται σε: 1. Νέα μαθηματική περιγραφή της επίδρασης της κλίσης υποβάθρου για υδροφορείς διπλού πορώδους, 2. Νέο απλό μοντέλο προσομοίωσης που περιλαμβάνει μόνο λίγες παραμέτρους, 3. Κατανόηση της επίδρασης της κλίσης στις ιδιότητες ροής (παροχή και ταχύτητα), 4. Σύγκριση των προτεινόμενων ημι-αναλυτικών λύσεων με state-of-the-art αριθμητικές, όπου η συμφωνία μεταξύ των δύο προσεγγίσεων είναι τέλεια, και 5. Ανάλυση των πλεονεκτημάτων της χρήσης της προσέγγισης διπλού πορώδους.



7.2.7.5 ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΔΙΕΣΔΥΣΗ ΣΕ ΠΑΡΑΚΤΙΟΥΣ ΥΔΡΟΦΟΡΕΙΣ

Η ομάδα Υδρολογίας σε συνεργασία με την British Geological Survey (με τους Ερευνητές Dr. A.G. Hughes, Dr. V. Christelis και Dr. J.Al-Jawad, Ομάδα Υπογείων Υδάτων) και το Τμήμα Τοπογράφων Μηχ. του ΕΜΠ (με τον Δρ. Γ. Κοψιάφτη) διερεύνησαν την δυνατότητα Ελέγχου της διείσδυσης θαλασσινού νερού σε ημίξηρα νησιά της Μεσογείου, μέσω αφαλάτωσης υφάλμυρων υπόγειων υδάτων και τεχνητής επαναφόρτισης των παράκτιων υδροφορέων. Η έκταση και ο έλεγχος της διείσδυσης θαλασσινού νερού διερευνάται μέσω αριθμητικών προσομοιώσεων ροής μεταβλητής πυκνότητας λαμβάνοντας υπόψη την άντληση γλυκών υπόγειων υδάτων, την αφαλάτωση υφάλμυρων υπόγειων υδάτων και την τεχνητή επαναφόρτιση με επεξεργασμένα λύματα για μια τυπολογία παράκτιου υδροφορέα που αντιπροσωπεύει ένα μικρό ημι-άνυδρο νησί της Μεσογείου.

Η ποιότητα και η ποσότητα των παράκτιων υπόγειων υδάτων σε αυτές τις περιοχές συνήθως αντιμετωπίζουν σημαντικές πιέσεις, δεδομένου ότι η φυσική επαναφόρτιση των υπόγειων υδάτων επηρεάζεται συνήθως από μεγάλα ελλείμματα βροχοπτώσεων, ενώ οι απαιτήσεις σε γλυκό νερό αυξάνονται, ιδιαίτερα κατά τις περιόδους όπου ο τουρισμός και οι γεωργικές δραστηριότητες βρίσκονται στο αποκορύφωμά τους. Η εργασία εστιάζει σε θεωρητικές πτυχές που έχουν λάβει λιγότερη προσοχή στη σχετική βιβλιογραφία μοντελοποίησης, όπως: α) Ο ρόλος των εποχικών διακυμάνσεων στην επαναφόρτιση και τα χρονικά μεταβαλλόμενα σχήματα άντλησης/εισπίεσης β) Η επίδραση των προνομιακών διαδρομών ροής, λόγω της χωρικής ετερογένειας της υδραυλικής αγωγιμότητας του υδροφορέα. Στην εικόνα αριστερά: Άνω - άντληση γλυκού νερού (ΑΓΝ), Μέσο: ΑΓΝ & αφαλάτωση υφάλμυρου (ΑΥΝ), Κάτω: ΑΓΝ & ΑΥΝ & εισπίεση επεξεργασμένων λυμάτων. Στην αριστερή στήλη διατομές που φαίνεται η διακύμανση της αλατότητας στον υδροφορέα (max κόκκινο - min μπλε=γλυκό νερό) για κάθε μοντέλο διαχείρισης και δεξιά οι κατόψεις (Christelis et al., EWRA 2025, Palermo, Italy, 24 - 28 June 2025).



7.2.8 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 περιστατικών και τη λήψη αποφάσεων που λαμβάνει υπόψη της τη διακινδύνευση.

7.2.8.1 ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΕΤΟΙΜΟΤΗΤΑΣ ΔΗΜΩΝ ΚΑΙ ΕΘΕΛΟΝΤΩΝ

Κατά τη διάρκεια του 2025, η Πυρομετεωρολογική Ομάδα FLAME προχώρησε στην εθελοντική υποστήριξη των Αυτοτελών Τμημάτων Προστασίας τριών Δήμων της χώρας (Δήμος Λαυρίου, Δήμος Ρόδου, Δήμος Παγγαίου) μέσα από την παροχή εξειδικευμένων πυρομετεωρολογικών προγνώσεων.

Η πρόβλεψη στους πίνακες κάθε περιοχής είναι διαθέσιμη μόνο σε εξουσιοδοτημένους χρήστες. Αν έχετε σχετική εξουσιοδότηση, παρακαλούμε [κλικήστε](#) για να συνεχίσετε.



7.2.8.2 ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΣΤΗΝ ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΧΑΡΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ

Ο επικεφαλής της Πυρομετεωρολογικής Ομάδας FLAME, εκπροσώπησε το ΕΑΑ στην Ομάδα Εργασίας για την έκδοση του Ημερήσιου Χάρτη Πρόβλεψης Κινδύνου Πυρκαγιάς για την αντιπυρική περίοδο του 2024 (Μάιος - Οκτώβριος), η οποία συγκροτήθηκε υπό τη Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας του Υπουργείου Κλιματικής Κρίσης και Πολιτικής Προστασίας.

7.2.8.3 ΑΝΤΙΠΥΡΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 2025

Εντός του 2025, η Πυρομετεωρολογική Ομάδα FLAME της μονάδας ΜΕΤΕΟ/ΕΑΑ συνέχισε την παρακολούθηση, ανάλυση, και πρόγνωση των πυρομετεωρολογικών συνθηκών στην Ελλάδα, όπως επίσης και την ανάλυση σημαντικών περιστατικών δασικών πυρκαγιών. Καθ' όλη τη διάρκεια της αντιπυρικής περιόδου του 2025 (1 Μαΐου - 31 Οκτωβρίου), η ομάδα FLAME παρείχε καθημερινές προγνώσεις της πυρομετεωρολογικής επικινδυνότητας για τις επόμενες δύο ημέρες, μέσω του διαδικτυακού κόμβου <https://meteo.gr>. Οι προγνώσεις αυτές βασίζονται στην εφαρμογή υψηλής ανάλυσης μοντέλων αριθμητικής πρόγνωσης του καιρού και τον υπολογισμό του Καναδικού Συστήματος Πυρομετεωρολογικών Δεικτών, το οποίο έχει βαθμονομηθεί στο πυρικό περιβάλλον της Ελλάδας.

7.2.8.4 ΕΚΔΟΣΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗΣ ΑΝΤΙΠΥΡΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ 2025

Η Πυρομετεωρολογική Ομάδα FLAME προχώρησε, σε συνεργασία με το WWF Hellas, στη σύνθεση και έκδοση έκθεσης ανασκόπησης της αντιπυρικής περιόδου 2025. Περισσότερα στοιχεία όπως και το πλήρες κείμενο της έκθεσης είναι διαθέσιμα στον επόμενο σύνδεσμο: <https://fireweather.eu/analyses/fire-season-review-2025/>.

7.3 ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

7.3.1 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΚΑΙ ΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

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.

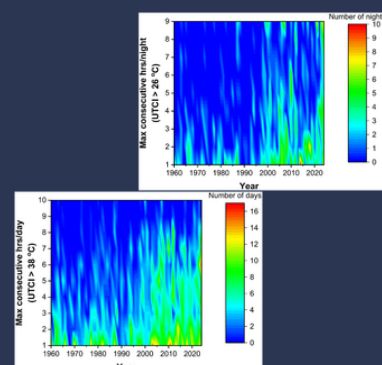
Οι κλιματικές αυτές χρονοσειρές αποτυπώνουν με αξιόπιστο τρόπο τις μακροχρόνιες μεταβολές στο κλίμα από φυσικά και από ανθρωπογενή αίτια (παγκόσμια/περιοχική θέρμανση ή/και αστικοποίηση σε μικρότερη χωρική κλίμακα). Σύμφωνα με το ιστορικό αρχείο του ΙΕΠΒΑ, η θερμοκρασία στην Αθήνα παρουσιάζει έντονη διακύμανση από τα μέσα του 19ου αιώνα έως σήμερα, με εναλλαγή ψυχρότερων και θερμότερων 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 (Tmin) σε σχέση με τη μέγιστη (Tmax) θερμοκρασία. Ο ρυθμός αύξησης της μέγιστης θερμοκρασίας το καλοκαίρι προσεγγίζει τους 0.6 °C/δεκαετία και της ελάχιστης 0.8 °C/δεκαετία. Αν και η παγκόσμια θερμοκρασία βρίσκεται σε συνεχή ανοδική πορεία κατά τις τελευταίες δεκαετίες, αυτό που αιφνιδιάζει και προκαλεί ανησυχία είναι το απότομο 'άλμα' που παρατηρείται στην παγκόσμια θέρμανση κατά την τριετία 2023-2025, καθώς και τα 3 αυτά διαδοχικά έτη κατατάσσονται στις 3 πρώτες θέσεις των θερμότερων ετών, ξεπερνώντας και τις προβλέψεις των κλιματικών μοντέλων. Σύμφωνα με το ιστορικό κλιματικό αρχείο του ΙΕΠΒΑ, η μέση ετήσια θερμοκρασία του 2025 στην Αθήνα ήταν ίση με



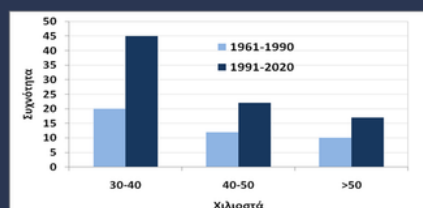
19.98 °C, τιμή που το αναδεικνύει ως το 2ο θερμότερο έτος όλων των εποχών, αφήνοντας οριακά στην τρίτη θέση το 2023 (19.84 °C), ενώ το 2024 (20.7 °C) κατέχει μέχρι σήμερα το ρεκόρ του θερμότερου έτους. Είναι σαφές ότι η ετήσια θερμοκρασία παρουσιάζει και εδώ μια ιδιαίτερα απότομη αύξηση την τριετία 2023-2025, σε συμφωνία με το παγκόσμιο θερμοκρασιακό άλμα, όπως αποτυπώνεται με ιδιαίτερα εμφανή τρόπο στη σχετική Εικόνα.

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. Επίσης, οι μεταβολές στο θερμικό περιβάλλον του ανθρώπου λόγω της κλιματικής αλλαγής και της αστικής θερμικής νησίδας καθιστούν επιτακτική την ανάγκη για συστηματική και υψηλής ακρίβειας αξιολόγηση της θερμικής επιβάρυνσης στο αστικό περιβάλλον. Στο πλαίσιο των ερευνητικών δραστηριοτήτων του Ινστιτούτου, αξιοποιείται ο προηγμένος δείκτης UTCI (Universal Thermal Climate Index), ο οποίος επιτρέπει μια ολοκληρωμένη εκτίμηση της ανθρώπινης θερμικής επιβάρυνσης λαμβάνοντας υπόψη τόσο τη φυσιολογική απόκριση του οργανισμού όσο και το σύνολο των μετεωρολογικών μεταβλητών που διαμορφώνουν το θερμικό περιβάλλον. Σε αντίθεση με προηγούμενες προσεγγίσεις που εξετάζουν μεμονωμένες ώρες μέσα στο 24ωρο, κατά τις οποίες παρατηρούνται υπερβάσεις θερμικής επιβάρυνσης, πρόσφατη έρευνα στο πλαίσιο του Προγράμματος CLIMACTII εστιάζει στη διάρκεια της παρατεταμένης 'έκθεσης' μέσω της ανάλυσης συνεχόμενων ωρών θερμικής επιβάρυνσης, στοιχείο που αποτυπώνει πιο ρεαλιστικά το σωρευτικό φορτίο στον ανθρώπινο οργανισμό. Τα αποτελέσματα με βάση το μέγιστο αριθμό συνεχόμενων ωρών θερμής επιβάρυνσης στην Αθήνα παρουσιάζονται στα παρακάτω Σχήματα για ημερήσιες και νυχτερινές συνθήκες, αντίστοιχα.

Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν τη σταδιακή αλλά και εντυπωσιακή αύξηση στη μέγιστη διάρκεια συνεχούς έκθεσης σε συνθήκες θερμικού stress όχι μόνο κατά τη διάρκεια της ημέρας, αλλά και της νύχτας. Το ακόλουθο γράφημα αποτυπώνει τη συχνότητα ημερών ανά έτος (1960-2024) που καταγράφουν το μέγιστο αριθμό συνεχόμενων ωρών υπό συνθήκες τουλάχιστον "πολύ ισχυρής θερμής επιβάρυνσης" (very strong heat stress, UTCI > 38 °C) στην Αθήνα (αριστερά). Αντίστοιχα για τις νύχτες (21:00-05:00 LST) που καταγράφουν το μέγιστο αριθμό συνεχόμενων νυχτερινών ωρών υπό συνθήκες τουλάχιστον "μέτριας θερμής επιβάρυνσης" (moderate heat stress, UTCI > 26 °C) (δεξιά).



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%.

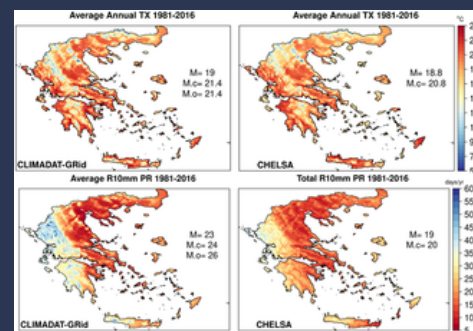


7.3.2 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ

Η Ομάδα CLIMADAPT (<http://climadapt.meteo.noa.gr/>) του ΙΕΠΒΑ για την κλιματική αλλαγή και τις επιπτώσεις της, ολοκλήρωσε μέσα στο 2025 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 έχει ενσωματώσει, σε συνεργασία με την Ακαδημία Αθηνών, κλιματικές προβολές χωρικής ανάλυσης 0,11° (12 χλμ) που αφορούν σε 24 κλιματικούς δείκτες, υπό τη μορφή χαρτών συνδυασμένων με γεωχωρικά δεδομένα, στη Διαδικτυακή

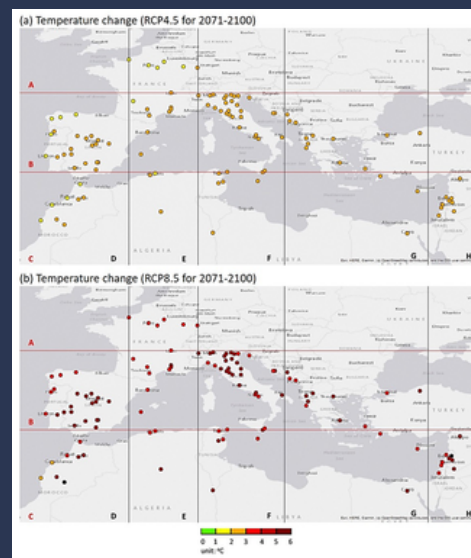
Πύλη Γεωχωρικών Πληροφοριών του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας (https://mapsportal.yopen.gr/thema_climatechange) καθώς και στον Εθνικό Κόμβο για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή (<https://geo.adaptivegreecehub.gr>) με στόχο την παροχή υψηλής ποιότητας κλιματικές πληροφορίες σε εθνικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο. Η ομάδα CLIMADAPT, παρήγαγε επίσης υψηλής χωρικής ανάλυσης 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 LIFE MareNatura, ένα ερευνητικό πρόγραμμα που έχει ως απώτερο σκοπό την πρόταση προς θεσμοθέτηση νέων θαλάσσιων προστατευόμενων περιοχών, προκειμένου να διευρυνθεί το δίκτυο Natura 2000 και να εφαρμοστεί η στρατηγική για τη βιοποικιλότητα της ΕΕ με ορίζοντα το 2030. Το ΙΕΠΒΑ συμμετέχει παρέχοντας κλιματικές προβολές και κλιματικούς δείκτες, για μία εκτεταμένη θαλάσσια περιοχή μελέτης, εστιάζοντας σε ατμοσφαιρικές και ωκεάνιες μεταβλητές που επηρεάζουν άμεσα την αναπαραγωγή, τη διατροφή και τους διαδρόμους μετανάστευσης της θαλάσσιας μεγαπανίδας-στόχου. Το έργο συνεχίζεται με επιτυχία διανύοντας το δεύτερο έτος του και το ΙΕΠΒΑ έχει ήδη παράξει όλες τις απαραίτητες ατμοσφαιρικές και ωκεάνιες παραμέτρους.

Επίσης, η ομάδα CLIMADAPT είναι συντονιστής σε δύο έργα: Στο έργο του ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ CLIMADAT-hub, το οποίο στοχεύει να γεφυρώσει το χάσμα μεταξύ της διαθέσιμης κλιματικής πληροφορίας και της πληροφορίας που απαιτείται για την εκτίμηση των κλιματικών κινδύνων σε τοπική κλίμακα, αναπτύσσοντας υψηλής χωρικής ανάλυσης πλεγμικά παρατηρησιακά δεδομένα, εποχικές προβλέψεις και μακροπρόθεσμες κλιματικές προβολές με την εφαρμογή στατιστικού υποβιβασμού κλίμακας για τον ελλαδικό χώρο. Κατά τη διάρκεια της υπό αναφοράς περιόδου, το έργο παρήγαγε υψηλής χωρικής ανάλυσης (1km) εποχικές προγνώσεις καθώς και μακροχρόνιες κλιματικές προβολές για τον Ελλαδικό χώρο.



Επίσης, ανέπτυξε ένα δημόσιο αποθετήριο κλιματικών δεδομένων καθώς και ένα διαδραστικό εργαλείο απεικόνισης των κλιματικών δεικτών στο παρόν και μελλοντικό κλίμα υπό διαφορετικά κλιματικά σενάρια. Τέλος, διοργάνωσε την τελική ημερίδα του έργου κατά την οποία παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα του έργου και πραγματοποιήθηκε επίδειξη της χρήσης του αποθετηρίου δεδομένων και του διαδικτυακού εργαλείου οπτικοποίησης CLIMADAT-hub σε εκπροσώπους από δημόσιους φορείς, την ακαδημαϊκή κοινότητα και τον ιδιωτικό τομέα. Στο έργο ReEnergy-Med, το οποίο χρηματοδοτείται από τον ECMWF και στοχεύει στην ανάπτυξη κλιματικών υπηρεσιών που θα αφορούν σε συστήματα ηλιακής ενέργειας, προκειμένου να συμβάλει στη βιώσιμη χρήση των ανανεώσιμων πηγών. Το έργο εστιάζει σε δύο χώρες της Μεσογείου, Ελλάδα και Μαρόκο, ως περιπτώσεις μελέτης για την ανάπτυξη των κλιματικών υπηρεσιών. Κατά το δεύτερο εξάμηνο του 2025, έλαβε χώρα η επίσημη έναρξη του προγράμματος, το οποίο ξεκίνησε δυναμικά με τη διοργάνωση διαδικτυακών συναντήσεων εργασίας (workshops) ώστε να θεμελιωθούν οι σχέσεις μεταξύ των παρόχων των κλιματικών υπηρεσιών και των εταιρειών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (τελικοί χρήστες).

Οι σταδιακές μεταβολές των κλιματικών παραμέτρων επηρεάζουν την παγκόσμια πολιτιστική κληρονομιά, επιταχύνοντας τους φυσικούς, χημικούς και βιολογικούς μηχανισμούς φθοράς που οδηγούν σε καταστροφικές επιπτώσεις στις υλικές επιφάνειες και τις μικροδομές. Στην παρούσα μελέτη η ομάδα APCG πραγματοποιεί μια προσπάθεια χαρτογράφησης των ποικίλων επιπτώσεων των μελλοντικών κλιματικών φαινομένων σε διάφορες πόλεις παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς με σκοπό τη διαμόρφωση αποτελεσματικότερων βιώσιμων στρατηγικών που θα διασφαλίσουν την πολιτιστική κληρονομιά. Η στατιστική ανάλυση των παραγόμενων δεδομένων πραγματοποιείται σε περιβάλλον GIS για τον εντοπισμό και τη χαρτογράφηση των πιο επικίνδυνων κλιματικών παραμέτρων και των πιο ευάλωτων σε κλιματική κρίση πόλεων παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς, επιτρέποντας τον εντοπισμό συγκεκριμένων γεωγραφικών, περιβαλλοντικών και άλλων χωροχρονικών προτύπων. Η μελέτη αυτή διερευνά επίσης τη δυναμική συσχέτιση μεταξύ των απειλών της κλιματικής αλλαγής και των προτύπων υποβάθμισης, ώστε να γίνει κατανοητό ποιοι μηχανισμοί υποβάθμισης θα ενισχυθούν περισσότερο, οι συγκεκριμένες περιοχές που απειλούνται από αυτές τις διαδικασίες, και να υποστηριχθούν διαδοχικά οι αρμόδιες αρχές για την προσαρμογή βιώσιμων μέτρων και σχεδιασμού έκτακτης ανάγκης για τη διαφύλαξη της πολιτιστικής κληρονομιάς σε επίπεδο τοπίου.



7.3.2.1 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. Εξαιρέση 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.

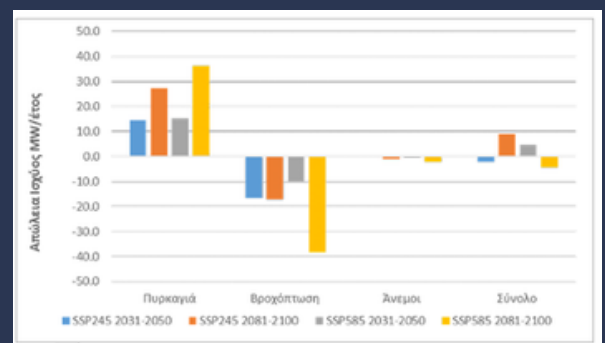
Η βελτίωση των κλιματικών συνθηκών θα έχει ως αποτέλεσμα τη διεύρυνση της περιόδου με ιδανικές συνθήκες για παραθαλάσσιο τουρισμό και θαλάσσια σπορ και στους ανοιξιάτικους και φθινοπωρινούς μήνες (shoulder months). Σε ό,τι αφορά τον χειμερινό και τον ορεινό τουρισμό αναμένεται βελτίωση των συνθηκών για 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.

7.3.2.2 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. Η Ομάδα Ενεργειακού Σχεδιασμού και Βιώσιμης Ανάπτυξης του ΙΕΠΒΑ διερευνά την επίδραση της κλιματικής αλλαγής στον αγροτοδιατροφικό τομέα, εστιάζοντας στις φυσικές και οικονομικές επιπτώσεις (άμεσες και έμμεσες) της μακροχρόνιας κλιματικής αλλαγής και των ακραίων καιρικών φαινομένων.

7.3.2.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΥΠΟΔΟΜΕΣ

Στο πλαίσιο του προγράμματος Climpack II η Ομάδα Ενεργειακού Σχεδιασμού και Βιώσιμης Ανάπτυξης του ΙΕΠΒΑ διερεύνησε τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στις ενεργειακές υποδομές και ειδικότερα στο Ελληνικό Σύστημα Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας. Στο πλαίσιο της ανάλυσης (α) υπολογίστηκαν οι μεταβολές στο μελλοντικό κλίμα (2031-2050 και 2081-2100) στη συχνότητα εμφάνισης διαταραχών στο σύστημα λόγω ισχυρών ανέμων, βροχοπτώσεων και πυρκαγιών για 2 κλιματικά σενάρια (SSP245 & SSP585) και (β) αξιοποιήθηκαν ιστορικά δεδομένα για την περίοδο 2012-2022 για τον υπολογισμό μέσων τιμών απώλειας ενέργειας και ισχύος ανά διαταραχή για κάθε γεωγραφική περιοχή και αίτιο. Με βάση τα παραπάνω υπολογίζονται οι μεταβολές στις απώλειες ενέργειας και ισχύος καθώς και η οικονομική τους επίπτωση.



7.3.3 ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΠΡΑΣΙΝΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ

Η κλιματική κρίση επιβάλλει την απανθρακοποίηση των οικονομιών στο χρονικό ορίζοντα του 2050, προκειμένου να μετριαστούν 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 γης αλλά και ευρύτερα στο περιβάλλον από τη μεγάλη κλίμακα 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.

Η απανθρακοποίηση της Ελληνικής οικονομίας θα απαιτήσει σημαντικές επενδύσεις σε τεχνολογίες ΑΠΕ και εξοικονόμησης ενέργειας καθόλη την περίοδο 2025-2030. Το ακόλουθο γράφημα δείχνει τις άμεσες και έμμεσες κλαδικές επιπτώσεις στην απασχόληση για το βασικό υπο-σενάριο του ΕΣΕΚ στο χρονικό ορίζοντα του 2030, όπως υπολογίστηκαν στο πλαίσιο του προγράμματος JustReDI.



Ταυτόχρονα, πολιτικές που στοχεύουν στην προώθηση της πράσινης μετάβασης είναι δυνατόν να οδηγήσουν μεσοπρόθεσμα σε αυξήσεις των τιμών ενέργειας προκαλώντας δυσμενείς επιπτώσεις σε νοικοκυριά και επιχειρήσεις. Στο πλαίσιο του JustReDI διερευνήθηκαν και οι επιπτώσεις της επέκτασης του συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών στα κτίρια και τις μεταφορές (EU-ETS2), στην ευημερία των νοικοκυριών, συγκριτικά σε όλα τα κράτη-μέλη της ΕΕ. Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται το αντίκτυπο του EU-ETS2 στον Εναρμονισμένου Δείκτη Τιμών Καταναλωτή (ΕΔΤΚ) στα κράτη μέλη της ΕΕ27 σε σχέση με την ενεργειακή ένταση των χωρών και τον βαθμό εξηλεκτρισμού του οικιακού τομέα. Τα αποτελέσματα αφορούν το σενάριο ασθενών πολιτικών εξοικονόμησης ενέργειας, υποθέτοντας ότι η τιμή άνθρακα ισούται με 57,5 EUR/t CO₂. Οι κόκκινοι κύκλοι αντιστοιχούν σε χώρες που επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από το EU-ETS2 με αυξήσεις στον ΕΔΤΚ άνω του 1,4%. Οι πράσινοι κύκλοι αντιστοιχούν σε χώρες που επηρεάζονται λιγότερο από το EU-ETS2 με αυξήσεις στον ΕΔΤΚ μικρότερες από 1%. Οι μπλε κύκλοι αντιστοιχούν σε χώρες που επηρεάζονται μέτρια από το EU-ETS2.

7.3.4 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 20254 διερευνήθηκαν μεταξύ άλλων θέματα που σχετίζονται με τις επιπτώσεις της χρόνιας κλιματικής αλλαγής στη ζήτηση ενέργειας, τις επιπτώσεις των ακραίων φαινομένων στα δίκτυα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, τη μεσοπρόθεσμη μοντελοποίηση των ενεργειακών συστημάτων ενσωματώνοντας εποχικές κλιματικές προγνώσεις, την ανάλυση σεναρίων απανθρακοποίησης της Ελληνικής οικονομίας, και την ανάλυση του δυναμικού μη τεχνολογικών μέτρων μείωσης των εκπομπών θερμοκηπικών αερίων.

Στο πλαίσιο του προγράμματος Climpact II ολοκληρώθηκε η ανάπτυξη μοντέλου πρόβλεψης της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας σε μεσοπρόθεσμο ορίζοντα 6-7 μηνών ενσωματώνοντας εποχικές μετεωρολογικές προγνώσεις. Η εφαρμογή του για το 2022 είχε ιδιαίτερα ενθαρρυντικά αποτελέσματα, τα οποία παρουσιάζονται στο παρακάτω διάγραμμα. Επίσης, στο πλαίσιο του ίδιου προγράμματος αναπτύχθηκε μεθοδολογικό πλαίσιο εκτίμησης των επιπτώσεων των ακραίων φαινομένων στο σύστημα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

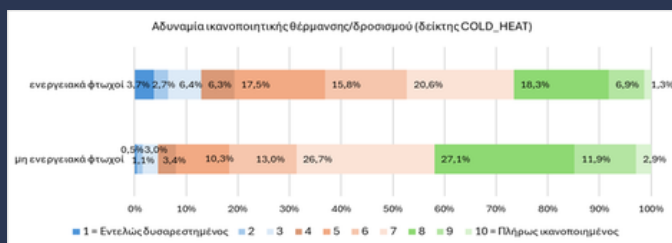


7.3.5 ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ, ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΦΤΩΧΕΙΑ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ

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 ευάλωτων νοικοκυριών μέσω π.χ. 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 2025 η έρευνα επεκτάθηκε ώστε να αναλυθούν διεξοδικά οι επιπτώσεις της ενεργειακής φτώχειας στη δημόσια υγεία και στην ποιότητα ζωής, παρέχοντας μια βάση ποσοτικής εκτίμησης των ωφελειών από την αποτελεσματική αντιμετώπισή της. Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζεται το πως η ενεργειακή φτώχεια (όπως μετράται με δύο διαφορετικούς δείκτες) επηρεάζει το βαθμό ικανοποίησης των πολιτών από την ποιότητα ζωής τους, μετρώμενη σε μία δεκαβάθμια κλίμακα, όπου το 1 δηλώνει πλήρη δυσάρεσκεια, και το 10 απόλυτη ικανοποίηση.



Το 20254 η έρευνα επεκτάθηκε ώστε να αναλυθούν διεξοδικά οι επιπτώσεις της ενεργειακής φτώχειας στη δημόσια υγεία και στην ποιότητα ζωής, παρέχοντας μια βάση ποσοτικής εκτίμησης των ωφελειών από την αποτελεσματική αντιμετώπισή της. Στην Η εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζεται το πως η ενεργειακή φτώχεια (όπως μετράται με δύο διαφορετικούς δείκτες) επηρεάζει το βαθμό ικανοποίησης των πολιτών από την ποιότητα ζωής τους, μετρώμενη σε μία δεκαβάθμια κλίμακα, όπου το 1 δηλώνει πλήρη δυσάρεσκεια, και το 10 απόλυτη ικανοποίηση.

7.4 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

7.4.1 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Το ΙΕΠΒΑ μέσω της ομάδας εφαρμογών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας SOLEA (<http://solea.gr/>), κατά το έτος 2025 δραστηριοποιήθηκε στην ανάπτυξη και εξέλιξη καινοτόμων υπηρεσιών και εργαλείων που υποβοηθούν τη λήψη αποφάσεων στον ενεργειακό τομέα. Προς αυτή την κατεύθυνση επεκτάθηκε η εφαρμογή του «ηλιακού κτηματολογίου» από την Αθήνα, στις μεγαλύτερες πόλεις της Ελλάδας αλλά και πόλεων της Αυστρίας και της Ινδίας (<https://doi.org/10.3390/rs17071221>). Επίσης μελετήθηκαν οι μελλοντικές προοπτικές της ηλιακής ενέργειας στην Ελλάδα συνολικά, μιας περιοχής ευάλωτης στην κλιματική αλλαγή υπό το πρίσμα ανάλυσης του ηλιακού δυναμικού ανά περιφέρεια, των κλιματικών επιδράσεων και των προοπτικών βιώσιμης ανάπτυξης (<https://doi.org/10.3390/atmos16070762>) στο πλαίσιο του έργου CLIMPACTII.

Με αυτό τον τρόπο αναδεικνύεται η συνεισφορά των σύγχρονων δεδομένων και μεθόδων γεωπαρατήρησης στην ανάπτυξη εφαρμογών προσαρμογής και μετριασμού της κλιματικής αλλαγής θέτοντας ως ύψιστο μέλημα την κοινωνική συνοχή και την ενεργειακή ασφάλεια. Η υπηρεσία του ηλιακού κτηματολογίου αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του έργου ThinkingEarth (<https://thinking-earth.eu/>), ενώ βασίζεται στην αξιοποίηση διεπιστημονικών δεδομένων υψηλής ανάλυσης, χρησιμοποιώντας προηγμένες πλατφόρμες δημιουργίας γραφικών, μοντέλα τρισδιάστατης διάδοσης της ακτινοβολίας και αρχιτεκτονικές υπερυπολογιστικού νέφους. Λειτουργεί τόσο κλιματολογικά όσο και σε πραγματικό χρόνο, με τελικό στόχο τη διευκόλυνση του αστικού σχεδιασμού, την υποστήριξη των διαχειριστών διανομής της παραγόμενης ενέργειας και την αποτελεσματική ενσωμάτωση αυτής στα ηλεκτρικά έξυπνα δίκτυα (<https://thinking-earth.eu/use-case/uc1-energy-communities-distributed-solar-energy-production-forecasting-and-demand-management/>). Η ιδέα του ηλιακού κτηματολογίου τον Οκτώβριο του 2005 βραβεύτηκε στο διαγωνισμό καινοτομίας Innovate East που διοργανώθηκε με πρωτοβουλία της Ιεράς Μητρόπολης Μεσογαίας και Λαυρεωτικής. Στόχος, κάθε πολίτης θα μπορεί να γνωρίζει τη δυνητική παραγωγή ηλιακής ενέργειας της ταράτσας του, σε πραγματικό χρόνο.

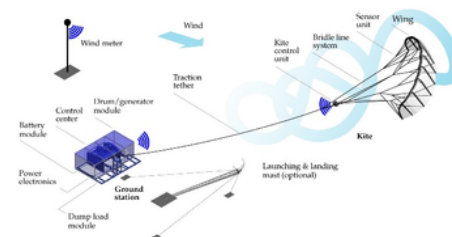
Η καινοτομία αυτή βασίζεται σε πολυετή έρευνα της ομάδας Solea και έχει ήδη αξιοποιηθεί από διεθνείς φορείς, όπως το ηλιακό πάρκο Benban στην Αίγυπτο (όπου συνεχίζεται και η εγκατάσταση αισθητήρων για τη βελτίωση των προγνώσεων παραγωγής ενέργειας στο πλαίσιο του έργου CiROCCO) και το Ίδρυμα Σταύρος Νιάρχος. Στόχος είναι η εφαρμογή της λύσης σε ευρεία κλίμακα, από μεμονωμένα κτίρια έως ολόκληρες περιφέρειες. Ο διαγωνισμός αποτέλεσε καταλύτη για τη μετατροπή μιας επιστημονικής ιδέας σε επιχειρηματική πρόταση με κοινωνικό και περιβαλλοντικό αντίκτυπο.

Το 2025 η έρευνα επεκτάθηκε ώστε να αναλυθούν διεξοδικά οι επιπτώσεις της ενεργειακής φτώχειας στη δημόσια υγεία και στην ποιότητα ζωής, παρέχοντας μια βάση ποσοτικής εκτίμησης των ωφελειών από την αποτελεσματική αντιμετώπισή της. Στην Η εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζεται το πως η ενεργειακή φτώχεια (όπως μετράται με δύο διαφορετικούς δείκτες) επηρεάζει το βαθμό ικανοποίησης των πολιτών από την ποιότητα ζωής τους, μετρώμενη σε μία δεκαβάθμια κλίμακα, όπου το 1 δηλώνει πλήρη δυσάρεσκεια, και το 10 απόλυτη ικανοποίηση.

Κατά τη διάρκεια του 2025 συνεχίστηκε η έρευνα αιολικής ενέργειας με χαρταετούς και μεθόδους τεχνητής νοημοσύνης. Η δραστηριότητα αφορά την εκτίμηση της δύναμης που ασκείται στο σύστημα πρόσδεσης ενός εναέριου συστήματος αιολικής ενέργειας με χρήση προηγμένων μεθόδων μηχανικής μάθησης. Βασίζεται σε δεδομένα από επιτόπιες δοκιμές με χαρταετό, όπου καταγράφονται οι κινήσεις, ο προσανατολισμός και οι αεροδυναμικές αποκρίσεις του συστήματος. Η ανάλυση περιλαμβάνει διερεύνηση των σχέσεων μεταξύ των μετρούμενων παραμέτρων, κανονικοποίηση δεδομένων και εκπαίδευση μοντέλων για ακριβή πρόβλεψη της δύναμης έλξης.



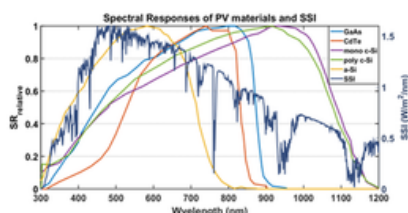
Η δραστηριότητα συμβάλλει στη βελτιστοποίηση της λειτουργίας εναέριων αιολικών συστημάτων, ενισχύοντας την αποδοτικότητα και την ασφαλή εγκατάστασή τους σε κατάλληλες περιοχές (<https://doi.org/10.3390/wind5010005>).



Ταυτόχρονα, ολοκληρώθηκε μια μελέτη για το μεγαλύτερο φωτοβολταϊκό πάρκο της Ανατολικής Ευρώπης που βρίσκεται στην Κοζάνη, όπου εξετάστηκε για πρώτη φορά σε βάθος 20 ετών ο τρόπος με τον οποίο τα αερολύματα και τα νέφη επηρεάζουν την παραγωγή ηλιακής ενέργειας. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε από το ΙΕΠΒΑ σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας και αξιοποίησε συνδυαστικά δεδομένα ERA5, CAMS και το εργαλείο PVGIS, εισάγοντας μια ολοκληρωμένη μεθοδολογία που μπορεί να εφαρμοστεί διεθνώς.

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι τα αερολύματα αποτελούν τον κυρίαρχο παράγοντα μείωσης της ηλιακής ακτινοβολίας την άνοιξη και το καλοκαίρι, λόγω φυσικών και ανθρωπογενών εκπομπών, ενώ τα νέφη επιδρούν εντονότερα τον χειμώνα, σύμφωνα με την κλιματολογία της περιοχής. Η σύγκλιση ERA5 και CAMS ($R^2 = 0.981$) επιβεβαιώνει την αξιοπιστία των δεδομένων για μακροχρόνιες κλιματικές αξιολογήσεις. Η ανάλυση καταγράφει μια σταθερή αύξηση της ετήσιας ενεργειακής παραγωγής κατά περίπου 800.7 MWh ανά έτος, η οποία αντιστοιχεί σε μείωση ~538 τόνων CO₂ και οικονομικό όφελος ~12.827 ευρώ ετησίως.

Η μελέτη αποτελεί την πρώτη στην Ανατολική Μεσόγειο που εξετάζει συστηματικά τις επιδράσεις αερολυμάτων και νεφών σε διπλής όψης φωτοβολταϊκά συστήματα, αναδεικνύοντας τον κρίσιμο ρόλο της ατμοσφαιρικής μεταβλητότητας στον ενεργειακό σχεδιασμό. Τα ευρήματα έχουν ιδιαίτερη σημασία για τη Δυτική Μακεδονία, μια περιοχή σε μετάβαση από τον λιγνίτη προς καθαρές μορφές ενέργειας. Η μελέτη προσφέρει τεκμηριωμένα στοιχεία για την υποστήριξη πολιτικών ενεργειακής μετάβασης, την αξιολόγηση επενδύσεων σε μεγάλης κλίμακας φωτοβολταϊκά και τη βελτιστοποίηση της πρόγνωσης παραγωγής σε συνθήκες κλιματικής μεταβλητότητας (<https://doi.org/10.3390/rs17183201>).

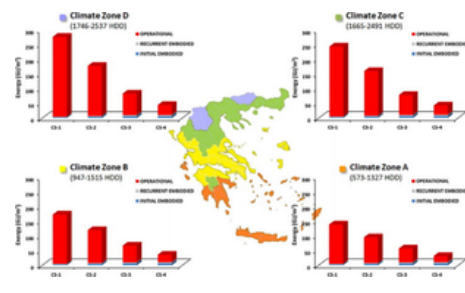


Στο ΙΕΠΒΑ συνεχίζουν να γίνονται φασματικές μετρήσεις της απευθείας και ολικής ηλιακής ακτινοβολίας οι οποίες χρησιμοποιούνται για αξιολόγηση μετρήσεων μοντέλων πρόγνωσης της ηλιακής ακτινοβολίας και ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και για επιστημονική έρευνα σχετικά με την πραγματική απόδοση των φωτοβολταϊκών συστημάτων.

7.4.2 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΚΤΗΡΙΩΝ

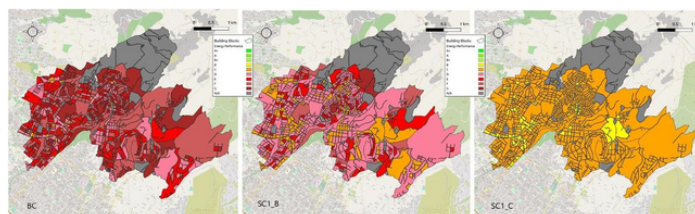
Οι σχετικές δραστηριότητες του ΙΕΠΒΑ έχουν ως στόχο την ορθολογική χρήση ενέργειας στα κτίρια, έναν τομέα που αντιπροσωπεύει ~41% του ενεργειακού ισοζυγίου της τελικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ελλάδα, και κατ' επέκταση τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τις εκπομπές ρύπων που είναι ~27% των 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 εξοικο-νόμεσης 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.

Το 2025 συνεχίστηκε το Ευρωπαϊκό έργο ReMED - Προς Κλιματικά Ανθεκτικές Μεσογειακές Πόλεις (<https://remed.interreg-euro-med.eu>), το οποίο στοχεύει στην αύξηση των ικανοτήτων διαχείρισης και προσαρμογής στους κινδύνους που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή στις μεσογειακές πόλεις μέσω της εφαρμογής ολιστικών, ολοκληρωμένων, πολυεπίπεδων και συστημικών προσεγγίσεων. Ο επείγων χαρακτήρας των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής με μεσο- και μακρο-πρόθεσμες επιπτώσεις οδηγούν στην ανάγκη για καινοτόμες προσεγγίσεις για την ελαχιστοποίηση των κλιματικών κινδύνων και την αύξηση της ανθεκτικότητας των μεσογειακών πόλεων. Το ReMED στοχεύει στην ανάπτυξη καινοτόμων μεθόδων και εργαλείων για την ενίσχυση της ικανότητας των δημόσιων-περιφερειακών-δημοτικών αρχών να αναπτύσσουν, να εφαρμόζουν και να παρακολουθούν μέτρα προσαρμογής και βελτίωσης της ανθεκτικότητας σε κλίμακα κτιρίου και πόλης, χρησιμοποιώντας μια φιλική διαδικτυακή πλατφόρμα. Η μέθοδος και το εργαλείο θα δοκιμαστούν σε διάφορους δήμους, όπως ο Δήμος Φυλής που είναι ο δεύτερος εταίρος του έργου από ελληνικής πλευράς.

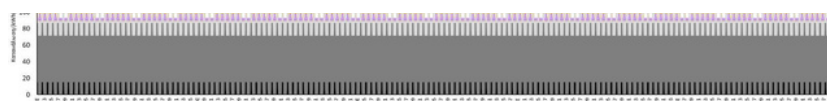


Στα πλαίσια του ευρωπαϊκού ερευνητικού έργου EIFFEL, χρησιμοποιήθηκε η σχετική τεχνογνωσία με τα χαρακτηριστικά της τυπολογίας των κτιρίων TABULA για τη μελέτη του κτιριακού αποθέματος πιλοτικής εφαρμογής σε δήμο και περιφέρεια, με δεδομένα της ΕΛΣΤΑΤ και της ενεργειακής αποδοτικότητας κτιρίων του οικιακού και τριτογενή τομέα, σε συνδυασμό με δεδομένα από τις υπηρεσίες Copernicus, για αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης και σεναρίων ενεργειακής αναβάθμισης για την χαρτογράφηση των κτιρίων-οικοδομικών τετραγώνων σε σχέση με τις καταναλώσεις ενέργειας και τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τη λειτουργία των κτιρίων.

Στο πλαίσιο του έργου CLIMACT II του ΕΑΑ (Υποστήριξη της αναβάθμισης λειτουργίας του Εθνικού Δικτύου για την Κλιματική Αλλαγή) στον Πυλώνα II για τη μελέτη των επιπτώσεων κλιματικής αλλαγής στην ενεργειακή συμπεριφορά αντιπροσωπευτικών τύπων κτιρίων του οικιακού και τριτογενούς τομέα στην Ελλάδα, ολοκληρώθηκαν οι μελέτες για αντιπροσωπευτικές τυπολογίες

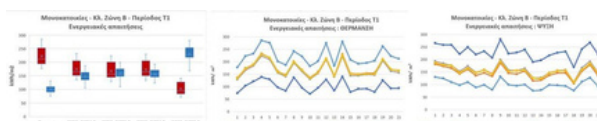


κτιρίων για όλες τις ελληνικές πόλεις του ΚΕΝΑΚ με τις μελλοντικές κλιματολογικές συνθήκες το 2030 και 2050, στην υπάρχουσα κατάσταση και μετά από διάφορες επεμβάσεις και αναβαθμίσεις, χρησιμοποιώντας διαφορετικές υπολογιστικές μεθόδους ημισταθεράς μεθόδου και θα συμπληρωθούν με δυναμικές προσομοιώσεις.



Ολοκληρώθηκε η συμμετοχή στην ανάπτυξη της θεματικής ενότητας για το «Περιβάλλον» στο πλαίσιο της Αειφορίας και της προπαρασκευαστικής ενέργειας σχετικά με την «Πλατφόρμα Διαχείρισης Γνώσεων για το Νέο Ευρωπαϊκό Bauhaus» του Κοινού Κέντρου Ερευνών της Ευρωπαϊκής Επιτροπής με τη δημιουργία μιας μεθόδου και ενός εργαλείου για τη συνολική αξιολόγηση έργων στο πλαίσιο του Νέου Ευρωπαϊκού Bauhaus (<https://data.europa.eu/doi/10.2760/9581060>).

Επίσης, διατέθηκε τεχνογνωσία και επιστημονική συμβολή σε δυο Ευρωπαϊκές δράσεις. Η πρώτη δραστηριότητα που ξεκίνησε το 2024 αναφέρεται στη συμμετοχή στην Ομάδα Εργασίας WG3 "Building sector, research and industry stakeholders" και της Υποομάδας (SG3) "Υπολογισμοί" και εκπροσωπώντας το SG3 στην Ομάδα Δράσης (Task Force - Calculations) για την Πλατφόρμα του Δείκτη Ευφυσούς Ετοιμότητας Κτιρίων της Ευρωπαϊκής Επιτροπής που προετοιμάζει την μετεξέλιξη της Ευρωπαϊκής μεθόδου SRI (Smart Readiness Indicator). Η δεύτερη δραστηριότητα επίσης ξεκίνησε το 2024 στο πλαίσιο του έργου «Τεχνική βοήθεια για την αναφορά εκπομπών αερίων θερμοκηπίου σε όλη τη διάρκεια της ζωής των κτιρίων» με μια κοινοπραξία που χρηματοδοτείται από τη σύμβαση πλαισίου πολλαπλών υπηρεσιών με την Γενική Διεύθυνση Ενέργειας της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Η συγκεκριμένη δράση διερευνά την πρόοδο, τις σχετικές εξελίξεις και την κατανόηση του συνόλου του κύκλου ζωής για την αναφορά εκπομπών αερίων θερμοκηπίου για τα κτίρια σε κάθε κράτος μέλος της ΕΕ-27, σύμφωνα με το άρθρο 7 (2,3,5) και το Παράρτημα III στην αναδιατύπωση της Ευρωπαϊκής Οδηγίας για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα των Κτιρίων (EPBD), συνοψίζοντας την τρέχουσα κατάσταση, την πρόοδο, τις επιτυχίες και τα εμπόδια.



8. ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ

8.1 ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΡΓΩΝ ΜΕ ΥΨΗΛΟ ΑΝΤΙΚΤΥΠΟ

Το έργο **Metronome**, το οποίο συντονίζεται από τον Δήμο Ιωαννίνων και υποστηρίζεται από το Δήμο Κοζάνης, την ΕΛΣΤΑΤ, την εταιρεία περιβαλλοντικής συμβουλευτικής Breakeven Consulting και το ΙΕΠΒΑ, με την ένταξή του στο πρόγραμμα NetZeroCities/Horizon Europe, αποτελεί τη μοναδική ελληνική πρόταση που εγκρίθηκε για την εφαρμογή καινοτόμων δράσεων στον τομέα της κλιματικής αλλαγής και της αστικής βιωσιμότητας.



Στο πλαίσιο του προγράμματος θα υλοποιηθούν καινοτόμες δράσεις για την κλιματική αλλαγή, αξιοποιώντας σύγχρονα εργαλεία που αναπτύχθηκαν από το ΙΕΠΒΑ, εξασφαλίζοντας ότι οι πόλεις αυτές θα αποτελέσουν πρότυπα καινοτομίας και βιωσιμότητας σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Το ΙΕΠΒΑ με την εξειδίκευσή του στην αστική ανθεκτικότητα και βιωσιμότητα, έχει δημιουργήσει εργαλείο αιχμής που χρησιμοποιεί ελεύθερα δεδομένα και δορυφορικές τεχνολογίες για την παρακολούθηση των επιπτώσεων των κλιματικών δράσεων. Το εργαλείο αξιοποιεί μεγάλες ποσότητες δεδομένων (Big Data) και πληροφορίες από το πρόγραμμα Copernicus, για να παρακολουθήσει την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, τη χρήση ηλιακής ενέργειας και τις εκπομπές από τις οδικές μεταφορές. Παράλληλα, ενσωματώνει τις δυνατότητες ηλεκτροκίνησης και πρασίνου, δημιουργώντας ένα ολοκληρωμένο μοντέλο για τη μείωση των εκπομπών θερμοκηπικών αερίων. Η συνεργασία των ερευνητικών ομάδων APCG (Atmospheric Physics and Chemistry Group), GREC (Group Energy Conservation) και SOLEA (Renewable Energy Applications Group) του Ινστιτούτου το καθιστούν κορυφαίο στην παροχή υπηρεσιών αστικής βιωσιμότητας και ανθεκτικότητας. Η καινοτομία και η αξιοποίηση προηγμένων τεχνολογιών και δεδομένων προσφέρουν συνδυαστική προσέγγιση εξασφαλίζοντας υψηλή γεωχωρική ανάλυση και εξατομικευμένα σχέδια δράσης για τη μείωση των εκπομπών CO₂ και την αναβάθμιση της ποιότητας ζωής των πολιτών καθιστώντας την προσφορά του Ινστιτούτου πολύτιμη και αποτελεσματική στην επίτευξη των φιλόδοξων στόχων των πόλεων για το μέλλον.



Δύο έργα του ΙΕΠΒΑ χρηματοδοτήθηκαν από το ECMWF τα οποία αξιοποιούν δεδομένα και υπηρεσίες του προγράμματος Copernicus, το **HowMuchSun** και το **ReEnergy-MED**. Τα έργα αυτά αποτελούν συμπληρωματικές πρωτοβουλίες που στοχεύουν στη βελτίωση της κατανόησης, πρόβλεψης και βιώσιμης αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας σε περιοχές υψηλής κλιματικής ευαισθησίας. Το ReEnergy-MED, διάρκειας δύο ετών, εστιάζει στην ανάπτυξη εξειδικευμένων κλιματικών υπηρεσιών για την ηλιακή ενέργεια σε δύο χαρακτηριστικές χώρες της Μεσογείου, την Ελλάδα και το Μαρόκο.

Η περιοχή της Μεσογείου, η οποία καταναλώνει περίπου το 8% της παγκόσμιας πρωτογενούς ενέργειας και αναμένεται να παρουσιάσει σημαντική αύξηση ζήτησης, θερμαίνεται ταχύτερα από τον παγκόσμιο μέσο όρο και επηρεάζεται από την κλιματική αλλαγή. Το HowMuchSun (<https://howmuchsun.io/>) αποτελεί μια καινοτόμο διαδικτυακή πλατφόρμα που αξιοποιεί δεδομένα ERA5, CAMS και άλλες υπηρεσίες του ECMWF για να παρέχει υψηλής ακρίβειας πληροφορίες στο Benban SolarPark στην Αίγυπτο σχετικά με το ηλιακό δυναμικό, την παραγωγή ενέργειας και τις κλιματικές συνθήκες που επηρεάζουν τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Η πλατφόρμα προσφέρει εύχρηστα εργαλεία για πολίτες, επενδυτές και φορείς χάραξης πολιτικής, συμβάλλοντας στη διάδοση της γνώσης και στη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων για την ανάπτυξη έργων ΑΠΕ. Μαζί, τα δύο έργα συνθέτουν ένα ολοκληρωμένο οικοσύστημα εργαλείων και υπηρεσιών που αξιοποιούν προηγμένα δεδομένα του ECMWF για να ενισχύσουν την ενεργειακή μετάβαση, να υποστηρίξουν την ανθεκτικότητα των ενεργειακών συστημάτων και να προωθήσουν τη βιώσιμη ανάπτυξη σε μια περιοχή που βρίσκεται στην πρώτη γραμμή της κλιματικής αλλαγής.



ο **JustReDI** αφορά την πράσινη και ψηφιακή μετάβαση στην Ελλάδα, και εστιάζει (α) στην αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης, (β) στην καταγραφή απόψεων, στάσεων, αξιακών προσανατολισμών και συμπεριφορικών προδιαθέσεων τόσο του ευρύτερου κοινού όσο και επιμέρους κοινωνικών ομάδων ως προς τους δύο αυτούς επιχειρούμενους μετασχηματισμούς, (γ) στην παροχή τεχνολογικών λύσεων και εργαλείων που να υποστηρίζουν προτάσεις πολιτικών (datadrivenpolicymaking), και (δ) στα περιεχόμενα των δημόσιων πολιτικών όσον αφορά τις θετικές επιδράσεις και τις αρνητικές επιπτώσεις των μεταβάσεων. Η ανάλυση επικεντρώνεται σε άτομα και νοικοκυριά, στις επιχειρήσεις και την οικονομία, εν γένει σε διαδικασίες σχεδιασμού και εφαρμογής τομεακών πολιτικών, ώστε τελικά ο ψηφιακός μετασχηματισμός και η πράσινη μετάβαση να συντελεστούν με όρους δικαιοσύνης, ανθεκτικότητας, βιώσιμης ανάπτυξης και κοινωνικής συμπερίληψης. (<https://www.justredi.gr/>)

HYDROTERRA+

Το **Hydroterra+ (H+)** αποτελεί τη μελέτη επιστημονικής σκοπιμότητας της υποψήφιας αποστολής Earth Explorer 12 της ESA και το επιστημονικό θεμέλιο της Phase 0. Η αποστολή στοχεύει στη διερεύνηση κρίσιμων αβεβαιοτήτων του υδρολογικού κύκλου σε Ευρώπη, Μεσόγειο και τμήματα της Αφρικής, περιοχές ιδιαίτερα ευάλωτες στην κλιματική αλλαγή. Οι βασικοί επιστημονικοί στόχοι αφορούν: (SO1) τις έντονες καταιγίδες, που συνδέονται με τα πλέον καταστροφικά καιρικά φαινόμενα, (SO2) τον ημερήσιο υδατικό ισοζύγιο της χερσαίας επιφάνειας, με έμφαση στην εδαφική υγρασία και τη βλάστηση, και (SO3) τον υδατικό ισοζύγιο της κρυόσφαιρας. Η μονάδα ΜΕΤΕΟ του ΕΑΑ/ΙΕΠΒΑ έχει καθοριστικό ρόλο στο SO1, αναπτύσσοντας πειράματα αφομοίωσης δορυφορικών παρατηρήσεων σε αριθμητικά μοντέλα καιρού για τη βελτίωση της πρόγνωσης καταιγίδων και πλημμυρών. Το έργο έχει τελικό στόχο τη διαμόρφωση των επιστημονικών απαιτήσεων της μελλοντικής αποστολής. (<https://hydroterrapius.cimafoundation.org/>)

8.2 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ

Τα προγράμματα του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης που ξεκίνησαν το 2025 είναι 19, με συνολικό προϋπολογισμό (καθ'όλη τη διάρκειά τους) 2,513,624.48€, όπως φαίνεται αναλυτικά και στον παρακάτω πίνακα.

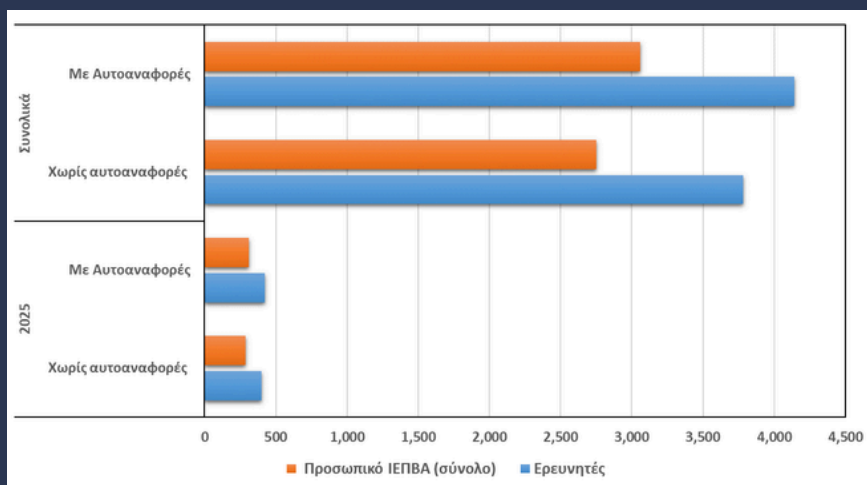
ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΟΥ (ΠΛΑΙΣΙΟ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ)	ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΙΕΠΒΑ (ΕΥΡΩ)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ
CLIMATEADAPT4EOSC: Open data and services for EOSC in support of the mission adaptation to climate change in the EU (Horizon Europe)	473,750.00	2025 - 2028
DATAGEMS: Data discovery platform with Generalized Exploratory, Management, and Search capabilities (Horizon Europe)	413,125.00	2025 - 2027
ESCUDO: Enhancing Short-term foreCasting throUgh Data assimilation (OTHER)	11,000.00	2025 - 2027

C3S2_311-bis-Rescue, Collection, and Processing of In Situ Observations (OTHER)	54,759.85	2025 - 2028
EuRTISS: Southeastern Europe Real-Time Severe Weather System (OTHER)	22,400.00	2025 - 2026
EV-CLIMA: Climate Change Adaptation and Planning Study - Athens Airport "Eleftherios Venizelos" (OTHER)	142,310.49	2025 - 2027
Fraport 2: Individual «Downscaled Climate Change Impact» evaluations for each of the 14 regional airports of Fraport - Greece (OTHER)	65,000.00	2025 - 2026
Fraport KLX: Climate Change vulnerability study of Kalamata Airport (OTHER)	13,129.14	2025-2025
HEATMETEO-GR (OTHER)	71,000.00	2025 - 2026
HowMuchSun: Nowcasting for Solar Energy. Adopting Copernicus CAMS/ C3S for user needs in the solar sector" under ECMWF ITT CJS2_155b. Demonstration in Benban Solar Park in Egypt and expansion to the Mediterranean (ECMWF).	120,000.00	2025 - 2027
MedGIFORS: Medicane GNSS-based Impact Forecasting and Emergency Management System (OTHER)	22,400.00	2025 - 2026
METEOGRID: ΔΙΚΤΥΑΚΗ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ΠΡΟΓΝΩΣΗΣ ΚΑΙΡΟΥ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΗΣ ΕΙΔΟΠΟΙΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΥΠΟΔΟΜΕΣ ΤΟΥ ΔΕΔΔΗΕ (PRIVATE)	18,000.00	2025 - 2026
Metronome: Metronome_Design, M&E, City-Transformative Intelligence (Horizon Europe)	380,000.00	2025 - 2026
ReEnergy-MED: Seasonal and long-term climate predictions to support Renewable Energy transition in Eastern and Southern MEDiterranean - Demonstration cases in Greece and Morocco (ECMWF)	80,922.00	2025 - 2027
REGION ALERT - ATHENS: Integrated Meteorological and Hydrological Risk Information and Warning System for the Municipality of Athens (Public Authorities)	95,000.00	2025 - 2028

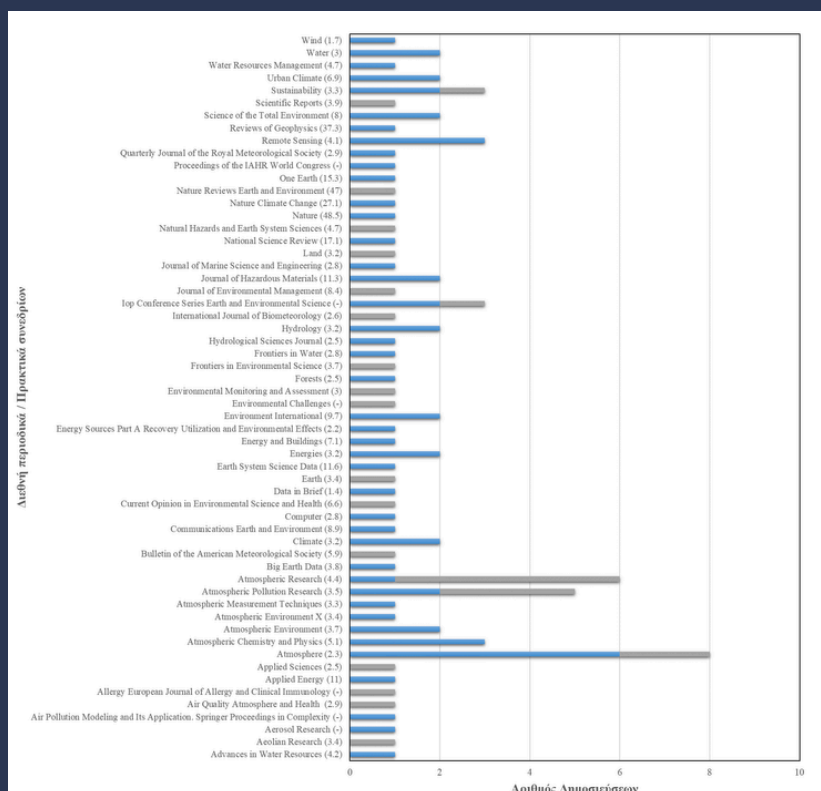
ROSETTA: ΠΥΡΟΕΠΑΓΩΓΙΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ: ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ (ΕΛΙΔΕΚ)	284,228.00	2025 - 2029
THESSALY 2025: Ανάπτυξη Συστήματος Έγκαιρης Προειδοποίησης Πλημμυρικών Φαινομένων στη Θεσσαλία (OTHER)	150,000.00	2025 - 2029
WEATHER-ALERT15 (OTHER)	73,600.00	2025 - 2028
Παρακολούθηση ποιότητας του αέρα στο Δήμο Γλυφάδας, σε έκτακτη βάση (Χρηματοδότηση: Δήμος Γλυφάδας)	23,000.00	2025 - 2026

9. ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ

Συνολικά από το προσωπικό του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης, το 2025 δημοσιεύτηκαν 91 εργασίες σε 58 διεθνή περιοδικά και πρακτικά συνεδρίων με κριτές. Ο συντελεστής απήχησης (impact factor) των περιοδικών κυμαίνεται μεταξύ 1,4 και 48,5 με βαρυκεντρικό μέσο 6,4. Κατά μέσο όρο το 2025, οι ετήσιες αναφορές (Citations) ανά ερευνητή, επί του συνόλου του δημοσιευμένου του έργου, είναι της τάξεως των 424, σύμφωνα με τη βάση δεδομένων Scopus.



Μέση τιμή για τις συνολικές και ετήσιες αναφορές, επί του αντίστοιχου συνόλου του δημοσιευμένου έργου, σύμφωνα με τη βάση δεδομένων Scopus.



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

10. 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 το μάθημα Φυσικής 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 λειτουργεί από το Νοέμβριο 2016. Συνολικά έως και το Δεκέμβριο του 2025 το παρακολούθησαν περίπου 15.000 μαθητές, καθηγητές και ενήλικες (εκ των οποίων περίπου 1.600 μαθητές το 2025).



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...» και «Βιώσιμος Πλανήτης» (<https://www.snfcc.org/school-articles/viosimos-planitis/5317>). Το 2025 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 πώς αυτές βρίσκουν εφαρμογή τόσο στο σχεδιασμό, όσο και στην καθημερινή λειτουργία του ΚΠΙΣΝ. Από τον Οκτώβριο του 2018 έως το Δεκέμβριο του 2025 το πρόγραμμα παρακολούθησαν περίπου 5.800 μαθητές (εκ των οποίων 500 μαθητές το 2025).
- **«Βιώσιμος Πλανήτης (για μαθητές Δ'-ΣΤ' Δημοτικού Σχολείου)»** 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 2025 το πρόγραμμα παρακολούθησαν περίπου 7.000 μαθητές (εκ των οποίων περίπου 950 μαθητές το 2025).

Βραδιά Ερευνητή

Σε συνεργασία με τα Κέντρα Επισκεπτών του ΕΑΑ, το ΙΕΠΒΑ είχε το συντονισμό της διοργάνωσης της Ευρωπαϊκής Βραδιάς του Ερευνητή (European Researchers' Night), της μεγαλύτερης Εκδήλωσης Διάχυσης της Επιστήμης στην Ευρώπη, που στοχεύει να χτίσει γέφυρες επικοινωνίας ανάμεσα στους ερευνητές και το ευρύ κοινό, να ενημερώσει τους πολίτες και την πολιτεία για τα οφέλη των αποτελεσμάτων της έρευνας, και να εμπνεύσει τους νέους για ερευνητική καριέρα. Η Εκδήλωση που πραγματοποιήθηκε στις 26



Σεπτεμβρίου 2025 (<https://picoproject.gr/penteli/>) εντάσσεται στο Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα PICO (Physics for All) στο οποίο συμμετέχουν μεγάλα Ερευνητικά Κέντρα και Εκπαιδευτικά Ιδρύματα του εξωτερικού και εσωτερικού. Ερευνητές του Ινστιτούτου συμμετείχαν ενεργά στην Εκδήλωση, μέσα από ομιλίες και συζήτηση με το ευρύ κοινό, παρουσίαση ερευνητικών αποτελεσμάτων, εκπαιδευτικά προγράμματα, διαδραστικά παιχνίδια για μικρούς και μεγάλους κ.ά. Συγκεκριμένα, παρουσιάστηκαν οι Δράσεις:

- **Φωτοβολταϊκά και Ηλιακή Ενέργεια από το Διάστημα!** Μέσα από δορυφορικές εικόνες, διαδραστικά πειράματα και απλές εξηγήσεις, παρουσιάστηκε πώς το φως του ήλιου μπορεί να μετατραπεί σε καθαρή ενέργεια και πώς οι δορυφόροι μας βοηθούν να προβλέπουμε τον καιρό, να βελτιώνουμε την απόδοση των φωτοβολταϊκών και να σχεδιάζουμε ένα βιώσιμο μέλλον. Τα 120 παιδιά που συμμετείχαν, ανακάλυψαν ότι η τεχνολογία είναι εργαλείο στα χέρια τους. Με απλές πράξεις, όπως η εξοικονόμηση ενέργειας, η χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και η φροντίδα του περιβάλλοντος, μπορούν να γίνουν οι πρωταγωνιστές της ενεργειακής μετάβασης και της μάχης κατά της κλιματικής αλλαγής.

Η Δράση περιελάμβανε παρουσιάσεις για τον τρόπο που οι επιστήμονες χρησιμοποιούν δορυφόρους για να "πιάσουν" το φως του ήλιου και να το μετατρέψουν σε καθαρή ενέργεια, εντυπωσιακές εικόνες από το διάστημα, διασκεδαστικά πειράματα που οι μαθητές ανακαλύπτουν πώς η τεχνολογία βοηθά τα φωτοβολταϊκά πάνελ να δουλεύουν καλύτερα και να προβλέπουν τον καιρό.



- Ο αέρας που αναπνέουμε! Στην ομιλία το κοινό ενημερώθηκε για το τι περιέχει ο αέρας που αναπνέουμε, πόσο οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν επηρεάσει τη σύσταση του και τί επιπτώσεις έχει αυτό στο κλίμα μας και την ανθρώπινη υγεία.
- Τι σχέση έχει το φαγητό σου με το κλίμα; Στο περίπτερο του ευρωπαϊκού έργου CHOICE, παιδιά και μεγάλοι είχαν την ευκαιρία να παίξουν το βιντεοπαιχνίδι Hotspot Earth, να αντιμετωπίσουν κλιματικές απειλές και να ανακαλύψουν με διαδραστικό τρόπο τον αντίκτυπο της διατροφής μας στο περιβάλλον. Μέσα από ιστορίες δεδομένων και κλιματικά σενάρια, ενημερώθηκαν για τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο του αγελαδινού γάλακτος και κρέατος - και πολλά άλλα-, ενώ ανακάλυψαν πώς μικρές καθημερινές επιλογές μπορούν να προστατεύσουν τον πλανήτη και να εμπνεύσουν έναν πιο υγιεινό και βιώσιμο τρόπο ζωής.



Διοργάνωση θερινού σχολείου

Την εβδομάδα 7 με 11 Ιουλίου 2025 το Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών φιλοξένησε το Summer School με τίτλο "Earth-Observation Based Planning and Management of Solar Energy". Συμμετείχαν και εκπαιδεύτηκαν εκπρόσωποι κλιματικών κέντρων του οργανισμού χωρών της Αφρικής, της Καραϊβικής και του Ειρηνικού (OACPS), κύριο θέμα των οποίων αποτελεί η χρήση σύγχρονων τεχνολογιών στην οικοδόμηση περιφερειακής ανθεκτικότητας ενάντια στην κλιματική αλλαγή. Το Summer School οργανώθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος υπηρεσιών και συναφών εφαρμογών για το κλίμα (ClimSA), το οποίο αποτελεί μια εμβληματική δράση ύψους 85 εκατομμυρίων ευρώ, σε συνεργασία με την Ευρωπαϊκή Ένωση στο πλαίσιο του 11ου Ευρωπαϊκού Ταμείου Ανάπτυξης. Μεταξύ των στόχων του ClimSA προτεραιότητα αποτελεί η πρόσβαση των αναπτυσσόμενων χωρών στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και σε υπηρεσίες ενεργειακού σχεδιασμού και διαχείρισης, συμβάλλοντας έτσι τα μέγιστα στη χάραξη πολιτικών ενεργειακής μετάβασης και ασφάλειας θέτοντας ως ύψιστο μέλημα την κοινωνική συνοχή.

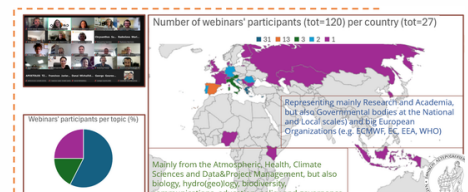


Στόχος επομένως του Summer School ήταν να περιγράψει τη σημερινή επιστημονική και τεχνολογική πρόοδο πάνω σε θέματα καινοτόμων λύσεων γεωπαρατήρησης με εργαλεία και εφαρμογές λήψης αποφάσεων που αφορούν το σχεδιασμό και τη διαχείριση φωτοβολταϊκών και αιολικών συστημάτων σε όλες τις κλίμακες.

Δράσεις ευαισθητοποίησης, κατάρτισης και ενίσχυσης

Στο πλαίσιο του τρέχοντος ευρωπαϊκού προγράμματος CiROCCO, η ομάδα ACPG είναι υπεύθυνη για την οργάνωση και υλοποίηση συστηματικής εξωστρέφειας και αλληλεπίδρασης με ενδιαφερόμενα μέρη πλέον της ερευνητικής κοινότητας, όπως τις αρχές λήψης αποφάσεων σε τοπικό επίπεδο (π.χ. Δήμοι, Υπουργεία), αλλά και τις τοπικές κοινότητες των περιοχών ή πόλεων ενδιαφέροντος του προγράμματος. Εντός του 2025 έγιναν οι εξής σχετικές δράσεις:

- Σειρά διαδικτυακών σεμιναρίων CiROCCO webinars ευαισθητοποίησης και κατάρτισης των Φορέων σχετικά με τις ευρωπαϊκές πολιτικές ανοικτών δεδομένων, την πρόγνωση της σκόνης, τους αισθητήρες μέτρησης ατμοσφαιρικών παραμέτρων και την πιλοτική δράση στη Σερβία. Στα σεμινάρια αυτά συμμετείχαν συνολικά πάνω από 100 άτομα από 30 περίπου χώρες, αντιπροσωπεύοντας κυρίως τον ερευνητικό και ακαδημαϊκό χώρο (Ατμόσφαιρας, Υγείας, κλίματος, διαχείρισης δεδομένων, βιοποικιλότητας κ.τ.λ.), αλλά και τον χώρο της επικοινωνίας, της εκπαίδευσης, εκπρόσωποι Αρχών και Κέντρων λήψης αποφάσεων.



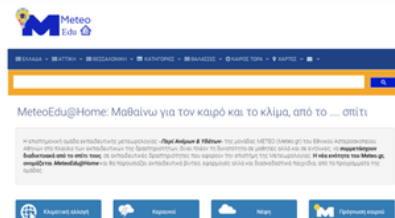
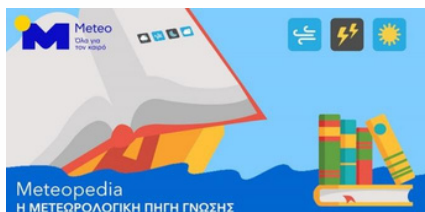
- Σειρά άρθρων εκλαίκευσης της επιστημονικής έρευνας (CiROCCOblogs) σχετικά με τη διενέργεια μετρήσεων και την ανάπτυξη εργαλείων και εφαρμογών στις ερημικές περιοχές.

Popularized research article, published at CIROCCO's website	Spanish case study in the local press (at <i>Diario de Almería</i> , in Spanish)
"The support of Earth Observation for energy transition and climate mitigation in the urban environment and conditions of Cairo, Egypt"	"Europe installs sensors in Almeria to study how the Saharan dust alters the air we breathe"
Popularized research article, published at <i>Kosmos Magazine</i> (in Greek)	Popularized research article, published at CIROCCO's website
"Improving Desert Forecast: the application in the CIROCCO research program"	"Climatic and Dust Impacts on the Benban Solar Park in Egypt"

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 2025:

- **Meteorpedia:** 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.
- **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 2025 στο πλοίο «Κρήτη II».



ΕΤΗΣΙΑ ΕΚΘΕΣΗ 2025

Δύο αιώνες προσφοράς στην έρευνα και την κοινωνία



Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης
(ΙΕΠΒΑ).