Παραδοτέο Π6.3: Έκθεση δραστηριοτήτων πρόσβασης στο σύνολο των υπηρεσιών της PANACEA

Πακέτο Εργασίας	ΠΕ 6
Νο Παραδοτέου	Π6.3 Έκθεση δραστηριοτήτων πρόσβασης στο σύνολο των υπηρεσιών της PANACEA
Επικεφαλής δικαιούχος	ΠΚ
Συγγραφείς	Νερολαδάκη Άννα Μαρία, Τζιτζικαλάκη Ευαγγελία, Κωνσταντίνος Ελευθεριάδης
Συμμετέχοντες	
Εσωτερικοί κριτές	
Τύπος Παραδοτέου	Αναφορά
Επίπεδο Διάχυσης	(Δημόσιο) PU
Εκτιμούμενη ημερομηνία Παράδοσης	Μήνας 47 (31/7/2022)
Πραγματική ημερομηνία Παράδοσης	
Έκδοση	
Σχόλια	

Πείληψη

Η Ερευνητική Υποδομή (ΕΥ) PANACEA αποτελεί την μοναδική **ολοκληρωμένη υποδομή για τη σύσταση της ατμόσφαιρας και την κλιματική αλλαγή,** όχι μόνο για την Ελλάδα, αλλά για όλη τη Νότια Ευρώπη και την Ανατολική Μεσόγειο, που έχει αναγνωριστεί ως εξαιρετικά ευαίσθητη περιοχή για την κλιματική αλλαγή. Λειτουργεί ως σημείο αναφοράς παρέχοντας εμπειρογνωμοσύνη σε θέματα όπως η κλιματική αλλαγή, η ποιότητα του αέρα, οι φυσικές καταστροφές, καθώς και **έγκαιρη και τεχνικά άρτια αρωγή σε δημόσιους φορείς και τον ιδιωτικό τομέα, με υπηρεσίες που υποστηρίζουν την αποτελεσματική λήψη αποφάσεων για τη διαχείριση κρίσεων**. **Βελτιώνοντας** δραστικά τις προβλέψεις για την αλλαγή του κλίματος σε περιφερειακή κλίμακα, διευκολύνονται οι διαδικασίες λήψης αποφάσεων για μετριασμό και προσαρμογή, **εξασφαλίζοντας τη βιωσιμότητα και ανάπτυξη των βασικών τομέων της οικονομίας** (π.χ. τουρισμός, υγεία, αγροδιατροφή και ασφάλεια επισιτισμού, ναυτιλία και ενέργεια συμπεριλαμβανομένων των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας), σε ένα μεταβαλλόμενο κλίμα.

Παρέχει **τεχνολογικές/μηχανολογικές/υπολογιστικές καινοτομίες σε συνεργασία με τη βιομηχανία και τις τοπικές μικρομεσαίες επιχειρήσεις**, προκειμένου να ενισχυθεί ο ρόλος τους στη διεθνή αγορά επιστημονικών οργάνων και λογισμικού, μέσα από το σχεδιασμό και την απόκτηση, καινοτόμων προϊόντων και διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας και λειτουργώντας ως σημείο αναφοράς, πιστοποίησης/ βαθμονόμησης για εξειδικευμένα δίκτυα παρακολούθησης της ποιότητας του αέρα.

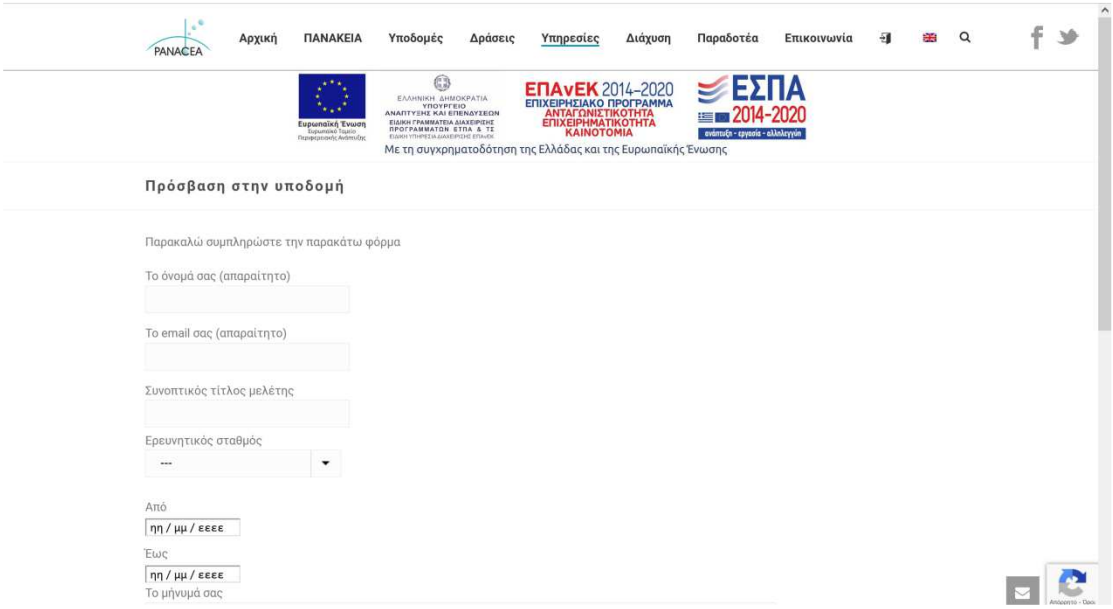
Μέσω της οργάνωσης θερινών σχολείων και τη διακρατική πρόσβαση- μέσω και των εκστρατειών μετρήσεων, ώστε να εξειδικεύει τους νέους φοιτητές, ερευνητές, τεχνικούς και μηχανικούς και να προσελκύσει καταξιωμένους επιστήμονες να εργαστούν στην Ελλάδα και να μεταφέρουν τεχνογνωσία. Στην παρούσα αναφορά παρουσιάζεται το σύνολο των υπηρεσιών της PANACEA και η δραστηριότητες πρόσβασης σε αυτήν.

Πρόσβαση στην υποδομή

Οι κύριες υπηρεσίες που παρέχονται ως προς την πρόσβαση στην Εθνική Υποδομή (ΕΥ) είναι:

- Πρόσβαση στην υποδομή για την υλοποίηση επιστημονικών έργων
- Πρόσβαση σε δεδομένα και υπηρεσίες που παράγονται από την Εθνική Υποδομή για τελικούς χρήστες.

Η πρόσβαση στην υποδομή υλοποιήθηκε μέσω Διακρατικής Πρόσβασης (ΔΠ), ενισχύοντας τη συνεργασία τόσο στην Ελλάδα όσο και στην Ευρωπαϊκή Ένωση, ακολουθώντας συγκεκριμένους κανόνες και διαδικασίες. Η διαχείριση και ο συντονισμός της ΔΠ στην ΕΥ μέσω του ηλεκτρονικού εργαλείου στην ιστοσελίδα της ΕΥ https://panacea-ri.gr/index.php/access-to-infrastructure/ μέσω του οποίου γίνονται οι αιτήσεις πρόσβασης



Εικόνα 1: Διαδικασία αίτησης πρόσβασης στην ιστοσελίδα της ΕΥ. https://panacea-ri.gr/index.php/access-to-infrastructure/

Ακόμη, όπου αυτό ήταν εφαρμόσιμο, οι εγκαταστάσεις PANACEA παρείχαν απομακρυσμένη πρόσβαση στη λειτουργία ορισμένων οργάνων.

Οι δραστηριότητες διακρατικής πρόσβασης εκπαίδευσαν μια νέα γενιά επιστημόνων/τεχνικών ενισχύοντας την προσβασιμότητα στα παρατηρητήρια και την εκμετάλλευση των τεχνικών πόρων και γνώσεων. Η ενέργεια αυτή πληροί τις απαιτήσεις των εθνικών και περιφερειακών προτεραιοτήτων της RIS3 σχετικά με την ανάπτυξη δεξιοτήτων των νέων ερευνητών για την αντιμετώπιση ζητημάτων που σχετίζονται με την ατμοσφαιρική ρύπανση και τον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής. Αυτές οι νέες δεξιότητες είναι επίσης απαραίτητες για την υποστήριξη άλλων προτεραιοτήτων της RIS3 που περιλαμβάνουν περιβαλλοντικές επιπτώσεις, όπως ο τουρισμός, οι μεταφορές κλπ.

Εκστρατείες μετρήσεων

Κατά τη διάρκεια της Πράξης έλαβαν χώρα εκστρατείες μετρήσεων σε συνεργασία του συνόλου των εταίρων της Πράξης για την πρόσβαση στις εγκαταστάσεις της ΕΥ και των δεδομένων που παρήχθησαν. Συνολικά έγιναν πέντε εκστρατείες μετρήσεων PANACEA (PANACEA καλοκαίρι 2019, PANACEA χειμώνας 2019-2020,

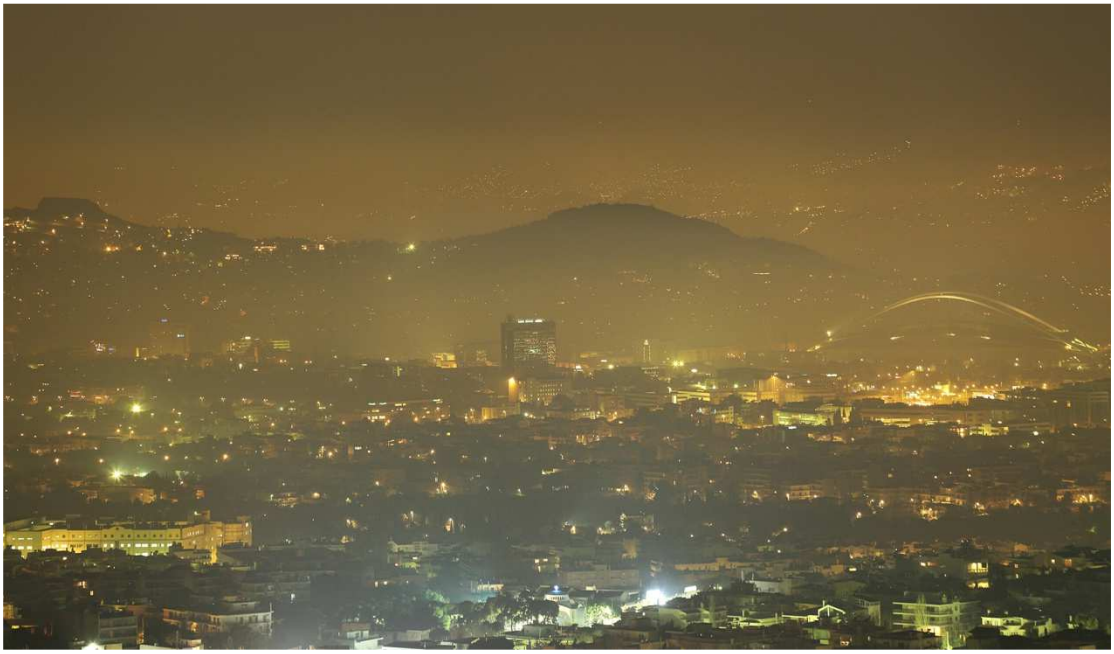
PANACEA καλοκαίρι 2020, PANACEA καλοκαίρι 2021, PANACEA χειμώνας 2021-2022) και υπήρξε συμμετοχή της PANACEA στις εκστρατείες PANACEA EARLINET Covid-19 Μάιος 2020, AEOLUS CAL/VAL το καλοκαίρι του 2021, CALISTHO το φθινόπωρο του 2021 και PANACEA AEOLUS CAL/VAL το καλοκαίρι του 2022.

Στο πλαίσιο του Πακέτου Εργασίας (ΠΕ) 8 για την συσχέτιση ατμοσφαιρικής ρύπανσης και έκθεσης πληθυσμού στην Ελλάδα έλαβε χώρα η εκστρατεία μετρήσεων ‘‘**PANACEA καλοκαίρι 2019’’** (10 Ιουλίου – 10 Αυγούστου 2019) με παράλληλες μετρήσεις χαρακτηρισμού των αερολυμάτων και των σχετικών με την υγεία ιδιοτήτων τους σε 6 αστικά κέντρα σε όλη την Ελλάδα, και στο σταθμό περιοχικού υποβάθρου του Φινοκαλιά. Κατά την διάρκεια αυτής της εκστρατείας μετρήσεων με συμμετοχή όλων των εταίρων της υποδομής έγινε χρήση σταθερού και κινητού εξοπλισμού επιτόπιων μετρήσεων και τηλεπισκόπησης. Η ενέργεια έγινε στο πλαίσιο της δράσης «Ε8.1 Χωρο-χρονική χαρτογράφηση ατμοσφαιρικής ρύπανσης στο Λεκανοπέδιο Αθηνών και σε άλλα μεγάλα αστικά κέντρα της Ελλάδας». Μετρήσεις έλαβαν χώρα ταυτόχρονα στην Αττική, στη Θεσσαλονίκη, στην Πάτρα, στα Ιωάννινα, στην Ξάνθη, στο Βόλο και στο Φινοκαλιά από τις 10 Ιουλίου έως τις 10 Αυγούστου, ενώ για την επίτευξη μεγάλου στατιστικού δείγματος σε ορισμένους σταθμούς οι μετρήσεις ξεκίνησαν νωρίτερα (25 Ιουνίου) ώστε να αυξηθεί ο αριθμός τους. Το πείραμα επικεντρώθηκε στην σωματιδιακή μάζα $ΑΣ_{2.5}$ ($PM_{2.5}$) και στο δυναμικό οξείδωσης (ROS). Έγιναν αναλύσεις των $PM_{2.5}$ για τον προσδιορισμό της χημικής σύνθεσης τους (ιόντα, μέταλλα, OC / EC) και ROS. Τα πρώτα αποτελέσματα παρουσιάστηκαν και συζητήθηκαν στο πρώτο συνέδριο της PANACEA το Σεπτέμβρη του 2019, ενώ μια σειρά από συνεργατικές δημοσιεύσεις προγραμματίστηκαν.

Εικόνα 2: Λεκανοπέδιο Αθηνών. Επίδραση των λεπτών σωματιδίων στην ατμόσφαιρα της Αθήνας. Μείωση της ορατότητας.

Στο πλαίσιο του ίδιου ΠΕ 8 για την συσχέτιση ατμοσφαιρικής ρύπανσης και έκθεσης πληθυσμού στην Ελλάδα έλαβε χώρα και χειμερινή εκστρατεία μετρήσεων η **‘‘PANACEA χειμώνας 2019-2020’’** με παράλληλες μετρήσεις χαρακτηρισμού των αερολυμάτων και των σχετικών με την υγεία ιδιοτήτων τους σε 6 αστικά κέντρα σε όλη την Ελλάδα, και στο σταθμό περιοχικού υποβάθρου του Φινοκαλιά. Κατά την διάρκεια αυτής της εκστρατείας μετρήσεων με συμμετοχή όλων των εταίρων της υποδομής έγινε χρήση σταθερού και κινητού εξοπλισμού επιτόπιων μετρήσεων και τηλεπισκόπησης. Η ενέργεια έγινε και αυτή στο πλαίσιο της «Ε8.1 Χωρο-χρονική χαρτογράφηση ατμοσφαιρικής ρύπανσης στο Λεκανοπέδιο Αθηνών και σε άλλα μεγάλα αστικά κέντρα της Ελλάδας». Μετρήσεις έλαβαν χώρα ταυτόχρονα στην Αττική, στη Θεσσαλονίκη, στην Πάτρα, στα Ιωάννινα, στην Ξάνθη, στο Βόλο και στο Φινοκαλιά από τις 5 Ιανουαρίου έως τις 10 Φεβρουαρίου 2020, ενώ για την επίτευξη μεγάλου στατιστικού δείγματος σε ορισμένους σταθμούς οι μετρήσεις ξεκίνησαν από 10 Δεκεμβρίου 2019. Δόθηκε έμφαση στην πόλη των Ιωαννίνων καθώς κατά την περίοδο αυτή αναμένονταν υψηλές συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων λόγω της ιδιαίτερης μετεωρολογίας που επικρατεί στην περιοχή και των αυξημένων εκπομπών τους από καύσεις ξύλων για οικιακή θέρμανση, που προκαλούν το γνωστό πλέον ως φαινόμενο της «αιθαλομίχλης». Αυτό το φαινόμενο είναι χαρακτηριστικό της χειμερινής περιόδου. Τα πρώτα αποτελέσματα της εκστρατείας παρουσιάστηκαν στην επιστημονική ημερίδα ‘‘Νανοσωματίδια στην Ατμόσφαιρα: Επίπεδα συγκεντρώσεων, επιπτώσεις στο περιβάλλον και την υγεία, εναλλακτικές προτάσεις πρόληψης και προστασίας’’ που διοργανώθηκε από το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας -Τμήμα Ηπείρου, τον

Ιατρικό Σύλλογο Ιωαννίνων και την Ένωση Ελλήνων Χημικών, Περιφερειακό Τμήμα Ηπείρου – Κέρκυρας – Λευκάδας. Τέλος μια σειρά από συνεργατικές δημοσιεύσεις προγραμματίστηκαν.



Εικόνα 3: Φαινόμενο αιθαλομίχλης ως αποτέλεσμα της επίδρασης των αερολυμάτων στην ατμόσφαιρα της Αττικής.

Στο πλαίσιο του ΠΕ 9 για την μελέτη της συσχέτισης των αερολυμάτων και νεφών έλαβε χώρα η εκστρατεία μετρήσεων «Earlinet Covid-19 NRT lidar measurement campaign», που διοργανώθηκε απο πρωτοβουλία της Ευρωπαικής υποδομής ACTRIS για την μελέτη της αλλαγής της σύστασης της ατμόσφαιρας κατά την διάρκεια του απαγορευτικού λόγω της πανδημίας Covid-19. Κατά την διάρκεια της εκστρατείας επεξεργαζόντουσαν σε καθημερινή βάση οι μετρήσεις από το lidar PollyXT του σταθμού PANGEA των Αντικυθήρων και περνούσαν στην Ευρωπαϊκή αλυσίδα επεξεργασίας δεδομένων lidar Single Calculus Chain (SCC) κι από εκεί στην EARLINET database. (https://www.earlinet.org/index.php?id=covid-19).

Στο πλαίσιο του ΠΕ 9 για την μελέτη της συσχέτισης των αερολυμάτων και νεφών έλαβε χώρα η εκστρατεία μετρήσεων **‘‘PANACEA καλοκαίρι 2020’’** με παράλληλες μετρήσεις σχηματισμού νέων σωματιδίων (New Particle Formation – NPF) σε 10 περιοχές σε όλη την Ελλάδα. Κατά την διάρκεια της εκστρατείας, με συμμετοχή όλων των εταίρων της υποδομής, έγινε χρήση σταθερού και κινητού εξοπλισμού επιτόπιων μετρήσεων και μετρήσεων τηλεπισκόπησης. Είναι η πρώτη φορά που εκτελούνται εκτεταμένες μετρήσεις NPF στη Βόρεια Ελλάδα για την πραγματοποίηση σύγκρισης μεταξύ των NPF της βόρειας και νότιας Ελλάδας. Για τη Χωρο-χρονική χαρτογράφηση των NPF, μετρήσεις έλαβαν χώρα ταυτόχρονα στην

Αττική, στη Θεσσαλονίκη, στην Πάτρα, στα Ιωάννινα, στην Ξάνθη, στη Μυτιλήνη, στην Κρήτη (σταθμό Φινοκαλιά), στη Σίφνο, στο Χελμό και στην Μεσσηνία από τη 1 Αυγούστου έως τις 30 Σεπτεμβρίου 2020. Δόθηκε έμφαση σε μετρήσεις Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS) and Αιθαλομέτρου.

Εικόνα 4: Ερευνητικός σταθμός υποβάθρου ατμοσφαιρικών παρατηρήσεων στην περιοχή του Φινοκαλιά, (35 ° 20'Β, 25 ° 40'Α). https://finokalia.chemistry.uoc.gr/

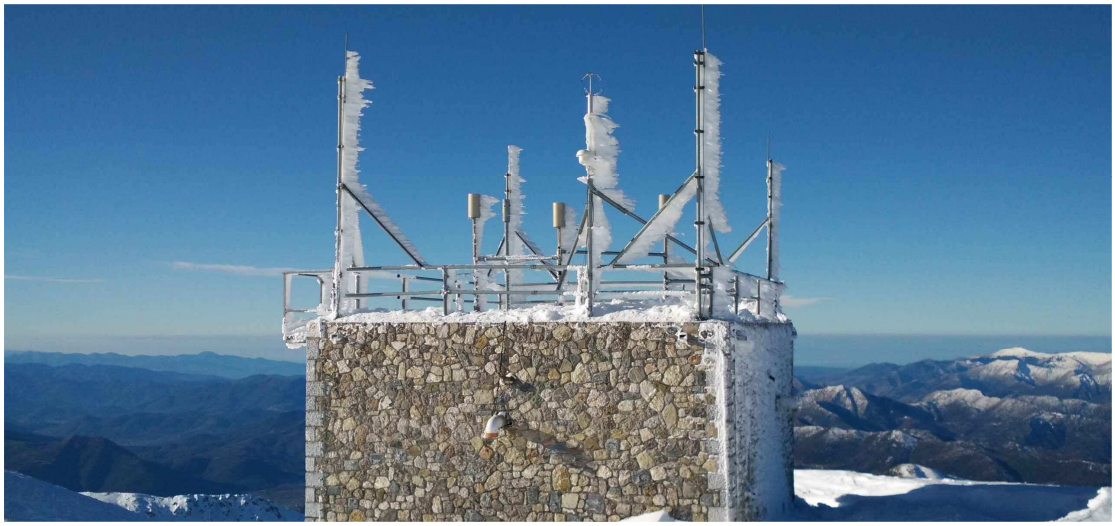
Στο πλαίσιο του ΠΕ 9 για τη συσχέτιση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ αερολυμάτων και νεφών στην Ελλάδα έλαβε χώρα και δεύτερη πιο εκτενής εκστρατεία μετρήσεων ''**PANACEA καλοκαίρι 2021''** (15 Ιουλίου – 15 Σεπτεμβρίου 2021) με παράλληλες μετρήσεις σχηματισμού νέων σωματιδίων (New Particle Formation – NPF) σε 11 περιοχές σε όλη την Ελλάδα. Για τη Χωρο-χρονική χαρτογράφηση των NPF, μετρήσεις έλαβαν χώρα ταυτόχρονα στην Αθήνα, στα Χανιά, στην Κρήτη (σταθμό Φινοκαλιά), στα Ιωάννινα, στο Κιλκίς, στη Μεσσηνία (Navarino Environmental Observatory, NEO), στη Μυτιλήνη, στην Πάτρα, στη Σίφνο, στη Θεσσαλονίκη και στην Ξάνθη. Κατά την διάρκεια της εκστρατείας, έγινε χρήση σταθερού και κινητού εξοπλισμού επιτόπιων μετρήσεων και μετρήσεων τηλεπισκόπησης. Κατά την εκστρατεία δόθηκε έμφαση σε μετρήσεις Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS) and Αιθαλομέτρου.

Με στόχο την αξιολόγηση της ποιότητας των αποτελεσμάτων αερολυμάτων και νεφών του δορυφόρου Aeolus ο οποίος λειτουργεί από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Διαστήματος, έλαβε χώρα η εκστρατεία μετρήσεων ''**PANACEA AEOLUS CAL/VAL καλοκαίρι 2021''** (15 Ιουνίου – 15 Ιουλίου 2021) στο νησί Σάο Βισέντε του Πράσινου Ακρωτηρίου, η οποία οργανώθηκε από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών.

Αναπτύχθηκε προηγμένη επίγεια τηλεπισκόπηση και όργανα για επιτόπιες μετρήσεις επιφάνειας/αερομεταφοράς για την παροχή παρατηρήσεων αερολυμάτων, νεφών, υδρατμών και ανέμου, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για τη βαθμονόμηση και επικύρωση των προϊόντων αερολυμάτων, νεφών και ανέμου του Aeolus δορυφόρου. Η εκστρατεία έλαβε χώρα κατά τη διάρκεια εκτεταμένων, σε σχέση με τον υπόλοιπο χρόνο, φαινομένων μεταφοράς σκόνης πάνω από την περιοχή. Επιπρόσθετα, κατά τη διάρκεια της περιόδου, έλαβαν χώρα τρεις ακόμα εκστρατείες μετρήσεων στην ευρύτερη περιοχή του Πράσινου Ακρωτηρίου από εξελιγμένα όργανα σε αεροσκάφη.

Στο πλαίσιο του ΠΕ 9 για την συσχέτιση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ αερολυμάτων και νεφών έλαβε χώρα η εκστρατεία μετρήσεων ‘‘**CALISTHO φθινόπωρο 2021’’** (1 Οκτωβρίου – 30 Νοεμβρίου 2021) στο σταθμό παρακολούθησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης και κλιματικής αλλαγής στο Χελμό σε συνεργασία της ΠΑΝΑΚΕΙΑ με το Ευρωπαϊκού Συμβουλίου Έρευνας (ERC) PyroTRACH Project.

Η καμπάνια Cloud-AerosoL InteractionS in Helmos Background TropOsphere (CALISHTO) πραγματοποιήθηκε με επιτυχία τον Οκτώβριο και τον Νοέμβριο του 2021. Είναι μια συνέργεια μεταξύ του έργου της Πανελλήνιας υποδομής για τη σύνθεση της ατμόσφαιρας και την αλλαγή του κλίματος (PANACEA) με επίκεντρο το ΠΕ 9(WP9): Aerosol Cloud Interactions (ACI) και το έργο του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου Έρευνας (ERC) Πυρογενείς μετασχηματισμοί που επηρεάζουν το κλίμα και την υγεία (PyroTRACH). Η εκστρατεία επικεντρώνεται γύρω από τον σταθμό ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος ACTRIS, όρος Χελμός (HAC), που βρίσκεται στα 2315 μέτρα πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας, ο νοτιότερος σταθμός αερολύματος in situ μεγάλου υψόμετρου της Ευρωπαικής Υποδομής ACTRIS πάνω από 2000 μέτρα στην Ευρώπη, στο όρος Χελμός (Αροανία) της Πελοποννήσου, Ελλάδα . Κατά τη διάρκεια της δίμηνης εντατικής περιόδου, επιπρόσθετα όργανα από το EPFL Ελβετίας, το ΕΜΠ Ελλάδας και από 15 Έλληνες και διεθνείς εταίρους αναπτύχθηκαν στον σταθμό και σε χαμηλότερο σημείο (500 μέτρα χαμηλότερα) και ένα ακόμη στο κέντρο CSTACC κοντά στην πόλη Πάτρα, Ελλάδα σαν προσθήκη της υποδομής για μετρήσεις τηλεπισκόπησης cloud-in situ, τηλεπισκόπησης νεφών και αεροζόλ.



Εικόνα 5: Σταθμός παρακολούθησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης και κλιματικής αλλαγής στο Χελμό (37.984 Β 22.196 Α) σε 2.314 μ υψόμετρο

Σύντομη τεχνική περιγραφή

Οι διεργασίες σύννεφων ελέγχουν τη βροχόπτωση και τον υδρολογικό κύκλο, που έχουν άμεσο αντίκτυπο στην παροχή γλυκού νερού που επηρεάζει τα οικοσυστήματα και τη γεωργία. Παρά τη σημασία τους, η αντιμετώπιση των νεφών σε κλιματικά μοντέλα φέρει μεγάλες αβεβαιότητες που επηρεάζουν άμεσα τις προβλέψεις των κλιματικών μοντέλων (Seinfeld et al., 2016). Ιδιαίτερα αβέβαιες και σημαντικές είναι οι επιπτώσεις των αερολυμάτων στα νέφη μικτής φάσης, δεδομένων των πολλών διεργασιών που συμβαίνουν που περιλαμβάνουν νερό σε υγρή φάση και πάγο. Οι παρατηρούμενες συγκεντρώσεις αριθμού κρυστάλλων πάγου (ICNC) στα σύννεφα μπορεί να είναι τάξεις μεγέθους υψηλότερες από τις αναμενόμενες από τις παρατηρούμενες συγκεντρώσεις IN, από τη δράση των δευτερογενών διεργασιών πάγου (SIP), όπου οι κρύσταλλοι πάγου (που σχηματίζονται πάνω στους αρχικούς πυρήνες) συγκρούονται με άλλα σταγονίδια/κρυστάλλους σύννεφων και δημιουργούν θραύσματα δευτερογενών κρυστάλλων πάγου. Αυτές οι διεργασίες αναμένεται να συμβούν σε πολλούς τύπους ορογραφικών νεφών και να επηρεάσουν τους ρυθμούς βροχόπτωσης και τις ιδιότητές τους (π.χ. Georgagaki et al., in review). Η τοποθεσία του όρουε Χελμού είναι χαρακτηριστική του αδιατάρακτου υποβάθρου, που βρίσκεται ως επί το πλείστο στην ελεύθερη τροπόσφαιρα ή στη διεπαφή με το ηπειρωτικό οριακό στρώμα με πολύ μικρή επίδραση από τα επιφανειακά ρυπασμένα στρώματα (Collaud-Coen et al., 2019) και βρίσκεται σε μια περιοχή που συναντιούνται μεγάλη ποικιλία τύπων μάζας αέρα (ηπειρωτική, Σαχάρα, καύση βιομάζας μεγάλης εμβέλειας, ηπειρωτική εκροή, ηφαιστειακό αεροζόλ κ.λπ.).

Εικόνα 6: 1) Όργανα μόνιμης και εκστρατείας σταθμού Helmos Mt, 2 & 3 όργανα τηλεπισκόπησης αερολυμάτων & σύννεφων στις κατώτερες τοποθεσίες του Χελμού (1750 και 1850 m sl)

Επιστημονικοί Στόχοι

• Μελέτη αλληλεπιδράσεων αερολύματος-νέφους για ορογραφικά νέφη μικτής φάσης στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου χρησιμοποιώντας συνέργεια τηλεπισκόπησης και επιτόπου οργάνων καθώς και προσομοιώσεων.

• Βελτίωση των αλγόριθμων τηλεπισκόπησης για την ανάκτηση μικροφυσικών ιδιοτήτων του νέφους (π.χ. συγκεντρώσεις αριθμού σταγονιδίων νέφους).

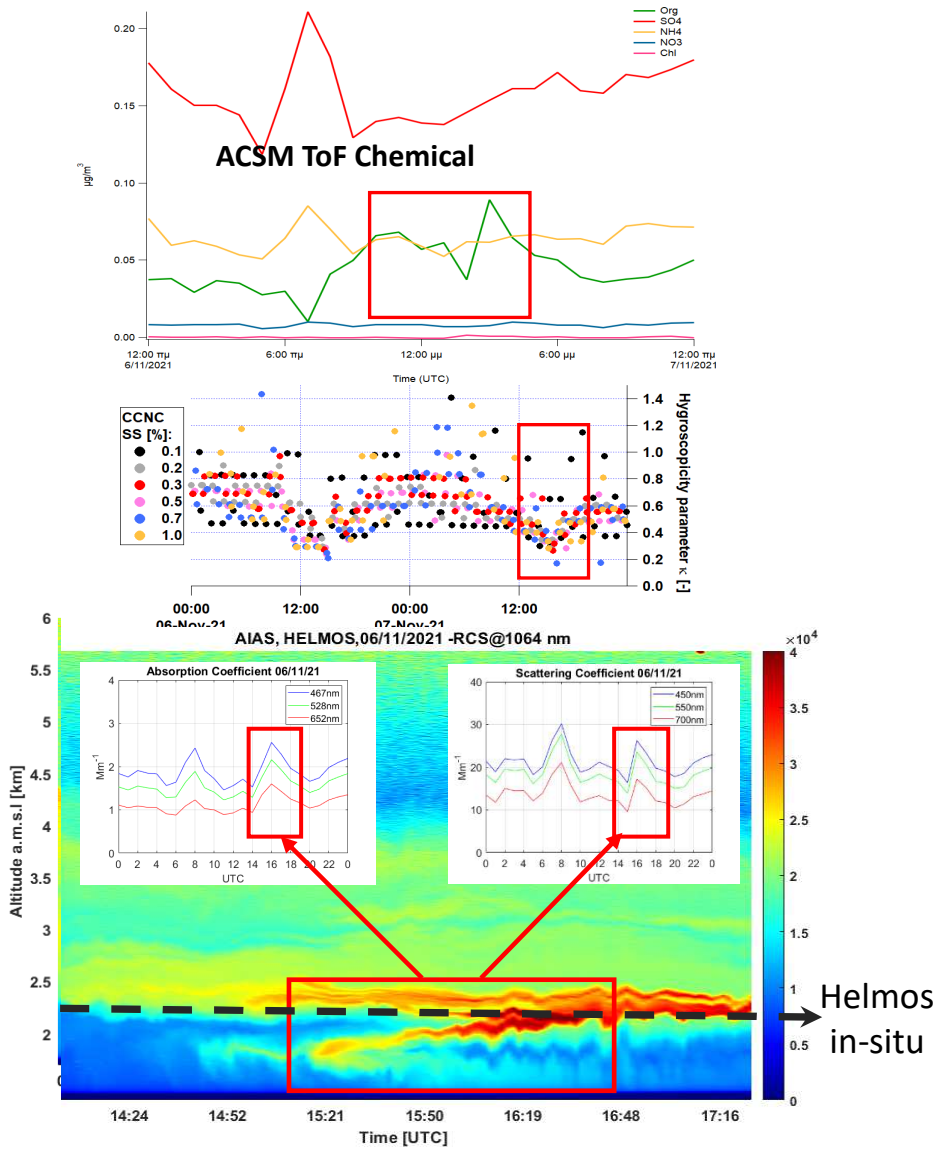
Αυτοί οι στόχοι της επιστήμης θα αντιμετωπιστούν μέσω των ακόλουθων θεμάτων:

• Παρατήρηση της Δυναμικής των αέριων μαζών κοντά στην περιοχή σχηματισμού νεφών (PBL ανοδικά και καθοδικά ρεύματα)

• Κατανόηση των πηγών (τοπική έναντι περιφερειακής κλίμακας, βιοαερολύματα, σκόνη, ηφαίστεια, ρύπανση, καύση βιομάζας, θαλάσσιο αερόλυμα) και καθοριστικούς παράγοντες του πληθυσμού των αερολυμάτων (σχηματισμός νέων σωματιδίων, δευτερογενής σχηματισμός οργανικών ενώσεων αερολύματος και διεργασίες μετασχηματισμών στα νέφη.

• Προσδιορισμός οπτικών ιδιοτήτων αερολύματος, συγκεντρώσεων CCN, IN, μικροφυσικών ιδιοτήτων νέφους (κατανομές μεγέθους σταγονιδίων και πάγου) και των μεταξύ τους σχέσεων.

- Μοντελοποίηση της σχέσης αερολύματος-νέφους και των επιπτώσεών τους σε τοπική και περιφερειακή κλίμακα
-



Εικόνα 7: Η επίδραση της περίπτωσης ενός αναδυόμενου από χαμηλότερα ύψη νέφους ρύπανσης και η επίδραση στις οπτικές ιδιότητες αερολύματος και την υγροσκοπικότητα.

Ένα μοναδικό στοιχείο της πειραματικής καμπάνιας CALISHTO είναι η παρακολούθηση και η μελέτη μεγάλου αριθμού ορογραφικών γεγονότων νέφους, που επηρεάζονται από έναν συνδυασμό οριακού στρώματος και ελεύθερου τροποσφαιρικού αερολύματος, για:

(i) Χαρακτηρισμό και σύνδεση της δυναμικής και της μικροφυσικής των κύκλων νεφών,

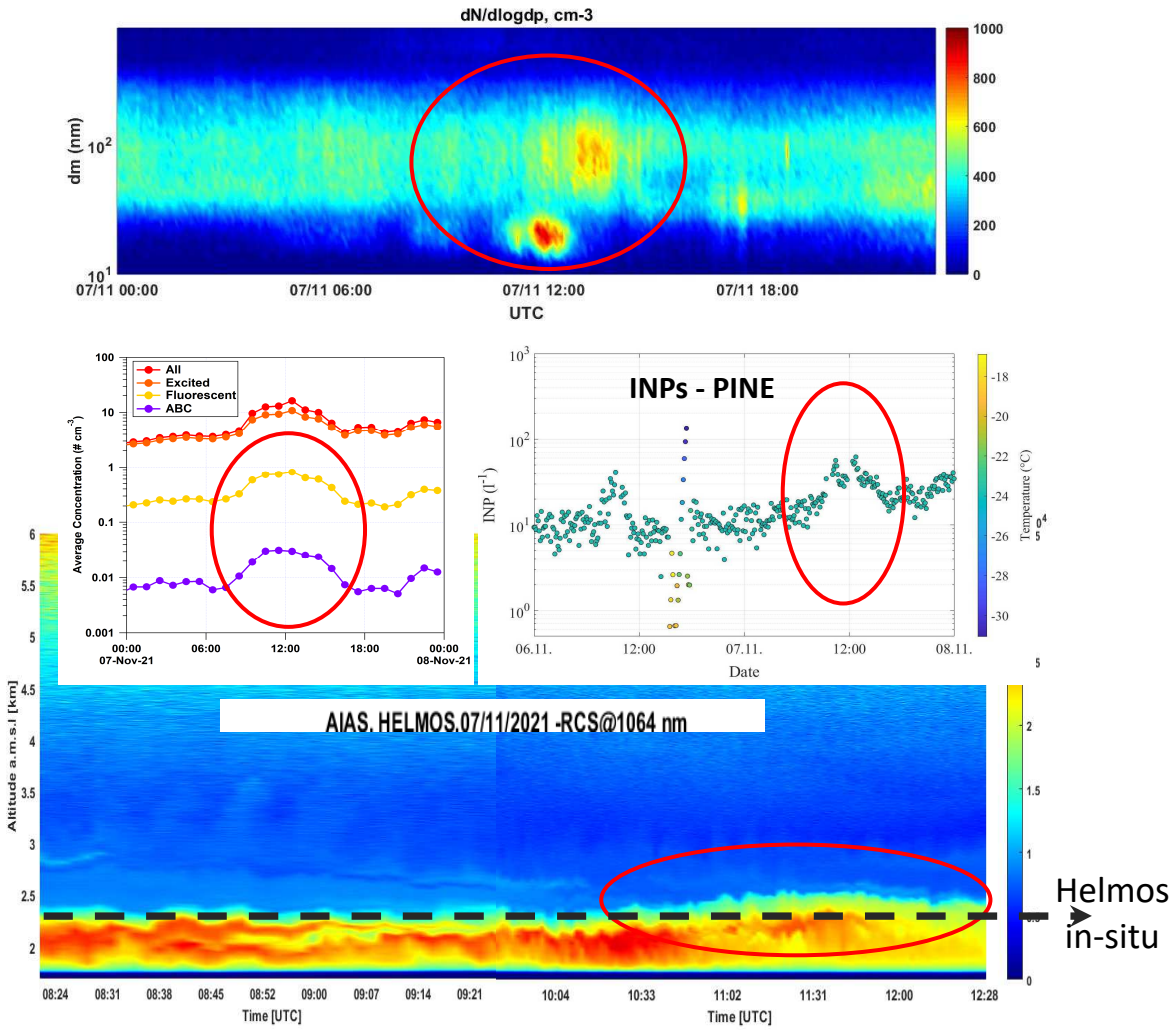
(ii) Ποσοτικοποίηση περιβαλλοντικών θερμοδυναμικών και κινηματικών μηχανισμών επίδρασης στις ιδιότητες του κύκλου ζωής του νέφους,

(iii) Απομόνωση και ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων του αερολύματος στα σύννεφα στη διεπιφάνεια μεταξύ του Οριακού Στρώματος (PBL) και της ελεύθερης τροπόσφαιρας.

Προκαταρκτικά αποτελέσματα και επόμενα βήματα

Η προέλευση του αερολύματος και οι ιδιότητές του κατά τη διάρκεια της εκστρατείας είναι τα πρώτα πράγματα που διερευνώνται στο σύνολο δεδομένων CALISHTO. Τα προκαταρκτικά αποτελέσματα δείχνουν πληθώρα πληροφοριών που προκύπτουν από τη συνδυασμένη παραγωγή δεδομένων επιτόπιας παρατήρησης και τηλεπισκόπησης. Παραδείγματα δύο περιπτώσεων ενδιαφέροντος για τους τύπους αερολύματος που συναντώνται δίνονται στα Σχήματα 3 και 4, τα οποία παρουσιάζουν μια πρώτη επισκόπηση των ιδιοτήτων αερολυμάτων και συναφών με το σύννεφο κατά τις 6-7 Νοεμβρίου 2021.

Η περίπτωση των ρυπασμένων στρωμάτων ή θυσάνων που εντοπίστηκαν από το LIDAR να κινούνται ανοδικά στο υψόμετρο του σταθού Χελμός στις 6 Νοεμβρίου, εντοπίζονται επίσης από την αύξηση της σκέδασης και της απορρόφησης καθώς και των συγκεντρώσεων οργανικών συστατικών του αερολυματος σε υψηλή χρονική ανάλυση και προκαλούν πτώση της υγροσκοπικότητας των σωματιδίων.



Εικόνα 8:. Το φορτίο αερολύματος αυξάνεται κατά τη διάρκεια ενός γεγονότος σκόνης της Σαχάρας (κυκλωμένο), κατά το οποίο τα βιολογικά σωματίδια (κατηγορία WIBS ABC, μωβ ίχνος στο αριστερό μεσαίο διάγραμμα) και οι συγκεντρώσεις σωματιδίων που σχηματίζουν πυρήνα πάγου (δεξιά μεσαία γραφική παράσταση) αυξάνονται περίπου μια τάξη μεγέθους.

Την επόμενη μέρα, ένα στρώμα σκόνης της Σαχάρας αναγνωρίζεται από το LIDAR και συμπίπτει με μια άνοδο των οπτικών παραμέτρων του αερολύματος καθώς και μια σπάνια παρατηρούμενη αύξηση του βιοαερολύματος (Εικόνα 4, αριστερή μέση γραφική παράσταση) και των Σωματιδίων Πυρηνοποίησης Πάγου (Εικόνα 4, δεξιά μεσαία γραφική παράσταση). Η κατανομή μεγέθους του αριθμού αερολύματος δείχνει επίσης ότι εκτός από τις αυξήσεις του χονδρόκοκου αερολύματος (Εικόνα 4, αριστερό διάγραμμα κόκκινο ίχνος), έχουμε και αύξηση της συγκέντρωσης του αριθμού στην περιοχή μεγεθων συσσώρευσης και Aitken σε σχέση με τις συνθήκες υποβάθρου.

Αν και η εντατική εκστρατεία είχε αρχικά προγραμματιστεί για 60 ημέρες, οι συντονιστές συμφώνησαν να παρατείνουν τη διάρκεια της εκστρατείας και να συνεχίσουν τις μετρήσεις καθ' όλη τη διάρκεια του Χειμώνα και την Άνοιξη του 2022, παρά τις δύσκολες και ακραίες καιρικές συνθήκες επί τόπου. Οι μετρήσεις θα

πραγματοποιηθούν με μειωμένη σειρά οργάνων που περιλαμβάνει όλη την επιχειρησιακή λειτουργία σε πραγματικό χρόνο του HAC, τα EPFL Cloud Radar, CCN και WIBS, το KIT PINE, το FMI HALO, καθώς και το συνηθισμένο μακροπρόθεσμο πρόγραμμα λειτουργίας του ΕΚΕΦΕ. Δημόκριτος.

Αναφορές

Collaud Coen, M., Andrews, E., Aliaga, D., Andrade, M., Angelov, H., Bukowiecki, N., Ealo, M., Fialho, P., Flentje, H., Hallar, A. G., Hooda, R., Kalapov, I., Krejci, R., Lin, N.-H., Marinoni, A., Ming, J., Nguyen, N. A., Pandolfi, M., Pont, V., Ries, L., Rodríguez, S., Schauer, G., Sellegri, K., Sharma, S., Sun, J., Tunved, P., Velasquez, P., and Ruffieux, D.: Identification of topographic features influencing aerosol observations at high altitude stations, Atmos. Chem. Phys., 18, 12289–12313, https://doi.org/10.5194/acp-18-12289-2018

Georgakaki, P., Sotiropoulou, G., Vignon, É., Billault-Roux, A.-C., Berne, A., and Nenes, A.: Secondary ice production processes in wintertime alpine mixed-phase clouds, Atmos. Chem. Phys. Discuss. [preprint], https://doi.org/10.5194/acp-2021-760, in review, 2021

Seinfeld, J.H., Bretherton, C.S., Carslaw, K.S., Coe, H., DeMott, P.J., Dunlea, E.J., Feingold, G., Ghan, S.J., Guenther, A.B., Kahn, R.A., Kracunas, I.P., Kreidenweis, S.M., Molina, M.J., Nenes, A., Penner, J.E., Prather, K.A., Ramanathan, V., Ramaswamy, V., Rasch, P.J., Ravishankara, A.R., Rosenfeld, D., Stephens, G., Wood R. (2016) Improving Our Fundamental Understanding of the Role of Aerosol-Cloud Interactions in the Climate System, Proc. Nat. Acad. Sci., 113, 21, 5781-5790, doi: 10.1073/pnas.1514043113

Στο πλαίσιο του ΠΕ 8 για τη συσχέτιση ατμοσφαιρικής ρύπανσης και έκθεσης πληθυσμού στην Ελλάδα έλαβε χώρα η εκστρατεία μετρήσεων **''PANACEA χειμώνας 2021-2022''** (6 Δεκεμβρίου 2021 – 10 Ιανουαρίου 2022) στην πόλη των Ιωαννίνων με στόχο τις μετρήσεις υψηλής ανάλυσης σωματιδίων και αέριων ενώσεων που σχετίζονται με καύσεις ξύλου. Η εκστρατεία αυτή είναι συμπληρωματική της εκστρατείας ''PANACEA χειμώνας 2019-2020'' κατά την οποία σημειώθηκαν εξαιρετικά υψηλά επίπεδα σωματιδίων που σχετίζονται με καύσεις ξύλου, τα οποία ήταν τα υψηλότερα μεταξύ των πόλεων που μελετήθηκαν σε όλη την Ελλάδα. Η εκστρατεία υποστηρίχθηκε από το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, τον τοπικό εταίρο, ενώ ο εξοπλισμός για τις επιτόπιες μετρήσεις βρισκόταν στο σταθμό αναφοράς αστικού υποβάθρου στο νότιο τμήμα της πόλης όπου έχουν διεξαχθεί προηγούμενες εκστρατείες στα Ιωάννινα. Ο επιστημονικός στόχος της εκστρατείας επικεντρώθηκε στον ενδελεχή χαρακτηρισμό ενώσεων που σχετίζονται με την καύση ξύλων με τη χρήση αναλυτικών τεχνικών τελευταίας τεχνολογίας. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκε ένας αναλυτής Aerosol Chemical Speciation

Monitor (ACSM) (NOA/APCG), κατάλληλος για την παρακολούθηση και ταυτοποίηση των επιπέδων των μη διαθλαστικών ειδών PM_1 σχεδόν σε πραγματικό χρόνο, έγινε συνεχής παρακολούθηση των επιπέδων μη-μεθανικών υδρογονανθράκων με σύστημα GC-FID το οποίο λειτουργεί επίσης από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών (NOA). Το Κέντρο Ερευνών Κλίματος & Ατμόσφαιρας (CARE-C) του Ινστιτούτου Κύπρου συνέβαλε στην εκστρατεία αυτή με έναν αναλυτή PTR-ToF-MS για τον ολοκληρωμένο χαρακτηρισμό των οξυγονωμένων πτητικών οργανικών ενώσεων, ενώ σε συνεργασία με το δίκτυο CLIMPACT, πραγματοποιήθηκε παρακολούθηση των αερίων του θερμοκηπίου (GHGs), καθώς και κινητή χαρτογράφηση αυτών των ειδών καθώς και του μαύρου άνθρακα. Πραγματοποιήθηκε επίσης χαρακτηρισμός των σχετικών με την υγεία ιδιοτήτων (δραστηριότητα ROS) των σωματιδιακών ενώσεων από καύσεις ξύλου, ανάλυση αερολυμάτων $PM_{2.5}$ (σε φίλτρα) για τα κύρια χημικά συστατικά (ιόντα, μέταλλα, OC/EC) όπου πραγματοποιήθηκε από το Εργαστήριο Χημικών Διεργασιών Περιβάλλοντος (ECPL) του Πανεπιστημίου Κρήτης, ενώ ανάλυση ενδεικτικών οργανικών αερολυμάτων πραγματοποιήθηκε από το Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών (ΕΛΚΕΘΕ) και το Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών (ΕΚΠΑ). Τέλος, μετρήσεις μαύρου άνθρακα και των συστατικών του, που σχετίζονται με την κίνηση από αυτοκίνητα και την καύση ξύλου, πραγματοποιήθηκαν επιπλέον στο κέντρο της πόλης για την αξιολόγηση της χωρικής μεταβλητότητας της καύσης ξύλου.

Εικόνα 9: Ιωάννινα, επίδραση της καύσης ξύλου κατά το χειμώνα στην ατμόσφαιρα της πόλης.

Στο πλαίσιο του ΠΕ10 πραγματοποιήθηκε το έργο e-shape (EuroGEO). Για το έργο αυτό έχει αναπτυχθεί από την ομάδα NOA - ReACT, του ΙΑΑΔΕΤ/ΕΑΑ ένα σύστημα πρόγνωσης μεταφοράς ηφαιστειακών αιωρούμενων σωματιδίων (Early Warning forecasting system) για την παροχή σε πραγματικό χρόνο προγνώσεων της μεταφοράς ηφαιστειακής τέφρας και των θειικών αιωρημάτων με τη χρήση του Λαγκρανζιανού μοντέλου διασποράς FLEXPART-WRF. Η έρευνα της μεταφοράς ηφαιστειακής τέφρας στην ατμόσφαιρα είναι πολύ σημαντική για την βελτίωση των

συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης για την Ασφάλειας της Αεροναυτιλίας, μιας και τα σωματίδια ηφαιστειακής τέφρας μπορούν να προκαλέσουν βλάβες στους κινητήρες των αεροσκαφών.

Με στόχο την αξιολόγηση της ποιότητας των αποτελεσμάτων αερολυμάτων και νεφών του δορυφόρου Aeolus ο οποίος λειτουργεί από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Διαστήματος, έλαβε χώρα η εκστρατεία μετρήσεων ‘‘**PANACEA AEOLUS CAL/VAL καλοκαίρι 2022’’** στο νησί Σάο Βισέντε του Πράσινου Ακρωτηρίου, η οποία οργανώθηκε από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών. Πραγματοποιήθηκε τηλεπισκόπηση, επιτόπιες μετρήσεις και μετρήσεις αερομεταφοράς καθώς και εκτοξεύσεις UAV και balloon για την παροχή παρατηρήσεων αερολυμάτων, ακτινοβολίας και νεφών οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για τη βαθμονόμηση και επικύρωση των προϊόντων του Aeolus δορυφόρου.

Εικόνα 10: Aeolus δορυφόρος παρατήρησης της Γης που λειτουργεί από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Διαστήματος.

Θερινά σχολεία εξειδίκευσης

Το 3rd HAAR-PANACEA SUMMER SCHOOL, συνδιοργανώθηκε στο πλαίσιο της Ε6.5 ‘‘Διοργάνωση μεγάλης κλίμακας δράσεων εξειδίκευσης χρηστών στις εγκαταστάσεις διαμονής της PANACEA (θερινά σχολεία εξειδίκευσης, εργαστήρια, διαλέξεις, σεμινάρια, εντατικές εκστρατείες μετρήσεων κ.λπ.)’’ 6 με 12 Ιουνίου 2019 στο Navarino Environmental Observatory (NEO) στην Μεσσηνία, στην Ελλάδα.

Ο τίτλος του θερινού σχολείου ήταν ‘‘Θεωρία και πρακτική της χημείας και της μηχανικής των αερολυμάτων για το κλίμα, την ποιότητα του αέρα, τις εκπομπές και τις επιπτώσεις στην υγεία’’.

Τα αερολύματα είναι βασικά συστατικά της ατμόσφαιρας και καθοριστικοί παράγοντες του κλίματος σε τοπικό, περιφερειακό και παγκόσμιο επίπεδο. Για την κατανόηση του πώς οι εκπομπές από μια σειρά φυσικών και ανθρωπογενών πηγών συμβάλλουν στα ατμοσφαιρικά αερολύματα και στην κλιματική αλλαγή, πρέπει να συνδυάσουμε τόσο τις επιτόπιες όσο και τις τηλεπισκόπησης παρατηρήσεις με προβλέψεις μοντέλων.

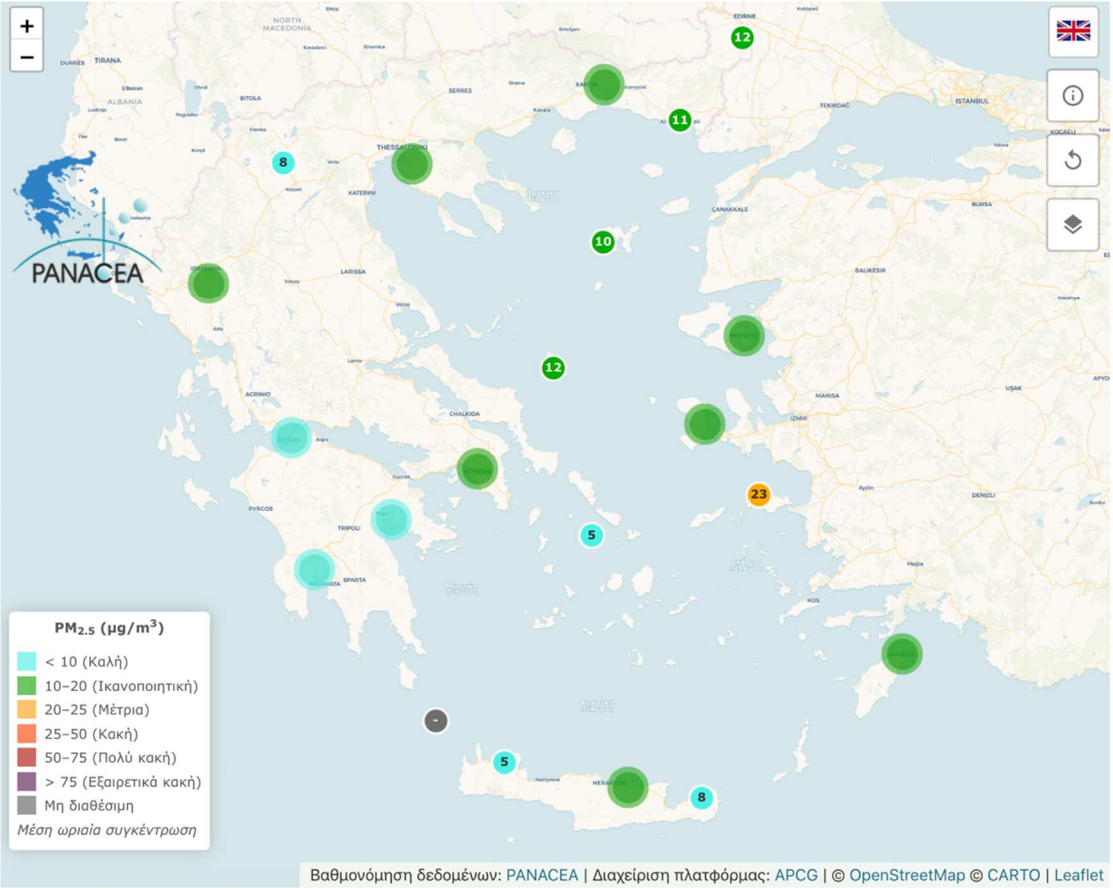
Εικόνα 11: Το 3rd HAAR-PANACEA SUMMER SCHOOL(6 με 12 Ιουνίου 2019) που διεξήχθη στο Navarino Environmental Observatory (NEO) στην Μεσσηνία.

Στόχος του καλοκαιρινού σχολείου ήταν να προσφέρει εξειδικευμένη εκπαίδευση σε νέους ερευνητές σε όργανα τελευταίας τεχνολογίας για τον προσδιορισμό των βασικών ιδιοτήτων των ατμοσφαιρικών αερολυμάτων, στα εργαλεία για την ανάλυση και την ερμηνεία των δεδομένων και τη γνώση για τη θέση τους στο πλαίσιο της κλιματικής αλλαγής. Το θερινό σχολείο οργανώθηκε

γύρω από διαλέξεις που κάλυψαν τη βασική θεωρία ακολουθούμενη από πρακτική εμπειρία σε in situ όργανα για τη μέτρηση της συγκέντρωσης, του μεγέθους και της χημικής σύστασης των σωματιδίων της ατμόσφαιρας, συστήματα ανίχνευσης της κατακόρυφης κατανομής των ατμοσφαιρικών αερολυμάτων και νέες ολοκληρωμένες προσεγγίσεις που χρησιμοποιούν μοντέλα και παρατηρήσεις για την εκτίμηση των επιπτώσεων.

Ατμοσφαιρικές μετρήσεις – βαθμονομημένα αποτελέσματα – ενδεικτικά των διακυμάνσεων ρύπανσης

Στο πλαίσιο της ΕΥ PANACEA, αναπτύχθηκε ένα **δίκτυο παρακολούθησης των σωματιδιακών** συγκεντρώσεων $PM_{2.5}$ με τοποθέτηση μετρητών καταγραφής στα μεγάλα ελληνικά αστικά κέντρα, με στόχο την ενημέρωση για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα. Σημειώνεται ότι, για την μέτρηση των συγκεντρώσεων $PM_{2.5}$ χρησιμοποιούνται αισθητήρες οπτικής καταγραφής αριθμού σωματιδίων. Οι μετρητές βαθμονομούνται μέσω σύγκρισης με όργανα αναφοράς. Παρ' όλα αυτά, καθώς η χρησιμοποιούμενη οπτική μέθοδος μέτρησης δεν είναι πρότυπη, οι συγκεντρώσεις που παρέχει δεν είναι απ' ευθείας συγκρίσιμες με τις προβλεπόμενες οριακές τιμές από τα πρότυπα ποιότητας ατμόσφαιρας. Οι μετρητές τοποθετήθηκαν σε θέσεις αστικού και περιαστικού υποβάθρου, προκειμένου να παρέχουν αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα για την ατμοσφαιρική έκθεση του πληθυσμού σε ακτίνα αρκετών km^2. Η ερημική σκόνη δεν καταγράφεται από τους αισθητήρες αυτούς καθώς καταγράφουν μονάχα τα μικρά σωματίδια. Τα δεδομένα της καταγραφής ανανεώνονται στη διαδικτυακή πλατφόρμα σε σχεδόν πραγματικό χρόνο (https://air-quality.gr , επίσης προσβάσιμη από την ιστοσελίδα της ΕΥ https://panacea-ri.gr). Για την ερμηνεία των επιπέδων, που παρέχονται σε όρους συγκέντρωσης κατά μάζα, χρησιμοποιείται χρωματική κλίμακα – δείκτης (όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, παράδειγμα για την ημέρα 23-08-2022), σύμφωνα με τις οδηγίες του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος.



Εικόνα 12: Δεδομένα καταγραφής συγκεντρώσεων ατμοσφαιρικών σωματιδίων $PM_{2.5}$, όπως παρέχονται από την ιστοσελίδα https://air-quality.gr (ή από https://panacea-ri.gr) και ανανεώνονται σχεδόν σε πραγματικό χρόνο. Παράδειγμα εικόνας για 23-08-2022. Στο υπόμνημα αναγράφονται τα επίπεδα των συγκεντρώσεων των $PM_{2.5}$ σε χρωματική κλίμακα σύμφωνα με τις οδηγίες του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος.

Η χρησιμότητα ενός τέτοιου εργαλείου είναι μεγάλη καθώς για παράδειγμα σε περιόδους φαινομένων, όπως είναι οι πυρκαγιές, τα οποία εμφανίζονται με μεγάλη συχνότητα κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού στην Ελλάδα, οι πολίτες έχουν τη δυνατότητα να επισκέπτονται την ιστοσελίδα αυτή και να ενημερώνονται για την ποιότητα της ατμόσφαιρας στην περιοχή τους σε πραγματικό χρόνο. Πράγματι σε περιόδους με τέτοια έντονα φαινόμενα πυρκαγιών ανά την Ελλάδα έχει παρατηρηθεί αυξημένη επισκεψιμότητα στην ιστοσελίδα.

Υπηρεσίες στη βιομηχανία

Η PANACEA έχει την άμεση διασύνδεση με τη βιομηχανία και τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις (ΜΜΕ), ευνοώντας κοινά προγράμματα μεταξύ ακαδημαϊκού και

ιδιωτικού τομέα, για την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών και υπηρεσιών. Η PANACEA έτσι συμβάλει σημαντικά στη δημιουργία ενός ελκυστικού περιβάλλοντος για τη μελέτη της ατμόσφαιρας στην Ελλάδα, επιτρέποντας και προωθώντας την παγκόσμιας κλάσης έρευνα και καινοτομία μέσω διεθνούς συνεργασίας.

Συγκεκριμένα η PANACEA συνεργάστηκε με τις ακόλουθες ελληνικές νεοφυείς εταιρείες και ΜΜΕ:

- Raymetrics S.A. (ΜΜΕ) υποστήριξε όλα τα στάδια ανάπτυξης, χαρακτηρισμού και τυποποίησης των συστημάτων lidar Wall-E και eVe (https://evelidar.eu/). Το Wall-E είναι ένα μοναδικό lidar πόλωσης προσαρμοσμένο για τον χαρακτηρισμό της σκόνης της ερήμου και το eVe είναι το σύστημα αναφοράς για την επαλήθευση της αποστολής του δορυφόρου Aeolus της ESA.
- Fasmatech στην ανάπτυξη ενός νέου υπερσύγχρονου φασματόμετρου μάζας αντίδρασης μεταφοράς πρωτονίων για την αυτόματη μέτρηση οργανικών ατμοσφαιρικών ρύπων.
- Yodiwo στην ανάπτυξη ενός έξυπνου συστήματος για τον χαρακτηρισμό σε πραγματικό χρόνο των επιπέδων ατμοσφαιρικής ρύπανσης και την πρόβλεψη των μελλοντικών επιπέδων (τριήμερη πρόβλεψη) με υψηλή ανάλυση σε αστική περιοχή. Το σύστημα εκμεταλλεύεται τα χαμηλού κόστους δεδομένα αισθητήρων της PANACEA μαζί με τις υπόλοιπες εξελίξεις του και μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιαδήποτε αστική περιοχή
- SPACE Hellas S.A. και Draxis Environmental S.A. για την ανάπτυξη δικτύου αισθητήρων χαμηλού κόστους που καλύπτουν την περιοχή της Αττικής, για την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο σωματιδίων (PM2.5, BC) και αερίων (NO_2, CO, NO_2) ρύπων, σε ενημερώνει τους πολίτες και τους τοπικούς φορείς για τη λήψης αποφάσεων μέσω μιας ειδικής πύλης και μιας εφαρμογής για κινητά.
- Η PLANETEK Hellas είναι μια ελληνική εταιρεία, μέλος του Ομίλου Planetek που από το 1994 δραστηριοποιείται στον τομέα της Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης, της Υποδομής Χωρικών Δεδομένων και της Ανάπτυξης Λογισμικού για τις διαστημικές εφαρμογές «on board» και «εδάφους».