

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΥΦΟΥΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΕΥΖΩΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΑΤΤΙΚΗΣ



Ακαδημία Αθηνών - Κέντρον Ερεύνης Φυσικής της Ατμοσφαιράς και Κλιματολογίας

ΑΘΗΝΑ 2020

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΜΕΡΟΣ Α - ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ	4
A1. Εισαγωγή - Στόχοι.....	4
A1.1 Επίδραση των αιωρούμενων σωματιδίων στην υγεία	7
A1.2 Ατμοσφαιρική ρύπανση και υγεία	8
A1.3 Επίδραση υπεριώδους ακτινοβολίας στην υγεία (έλλειψη βιταμίνης D)	9
A1.4 Επίδραση των συνθηκών φωτισμού στην υγεία και την ασφάλεια	10
A1.5 Επίδραση περιβαλλοντικού θορύβου στην υγεία	11
A1.6 Μετεωρολογικές – Κλιματικές συνθήκες.....	12
A1.7 Παραδοτέα προς την Περιφέρεια Αττικής.....	12
ΜΕΡΟΣ Β - ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΠΙ ΜΕΡΟΥΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ..	15
B2. Σύστημα ατμοσφαιρικών προγνωστικών μοντέλων	15
B2.1 Ατμοσφαιρικές συνθήκες, αιωρούμενα σωματίδια γύρη και αλλεργίες	15
B2.2 Πρόγνωση ατμοσφαιρικών συγκεντρώσεων σωματιδίων γύρης	16
B2.3 Σύστημα μοντέλων πρόγνωσης τοπικής κλίμακας.....	18
B2.4 Ανάπτυξη προγραμματιστικού εργαλείου υπολογισμού εκπομπών.....	20
B2.5 Επιχειρησιακή πρόγνωση ποιότητας της ατμόσφαιρας στο λεκανοπέδιο Αττικής.....	21
B3. Σύστημα ατμοσφαιρικών μετρήσεων και δεδομένων	24
B3.1 Παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο των συγκεντρώσεων γύρης	25
B3.2 Μετρήσεις σωματιδίων θαλάσσιας προέλευσης.....	28
B3.3 Μετρήσεις ηλιακής ακτινοβολίας και αέριων ρύπων.....	29
B3.4 Παρακολούθηση αέριων ρύπων υψηλής επικινδυνότητας.....	30
B3.5 Αξιολόγηση μοντέλων	31
B3.6 Κλινική παρακολούθηση ασθενών με e-health	32
B4. Επίδραση υπεριώδους ακτινοβολίας στην υγεία (έλλειψη βιταμίνης D).....	32
B5. Συνθήκες Φωτισμού	35
B5.1 Πρόταση φωτισμού για την Περιφέρεια Αττικής.....	36
B6. Συνθήκες Θορύβου	43
B7. Σύστημα περιβαλλοντικής πληροφορίας.....	47

ΜΕΡΟΣ Γ – ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΔΟΤΕΩΝ, ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΜΕΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΡΜΟΔΙΟΤΗΤΩΝ ΑΝΑ ΦΟΡΕΑ	48
Γ.1. Περιγραφή παραδοτέων ανά φορέα	48
Γ.2 Συνολικό κόστος - διάρκεια και βιωσιμότητα του έργου	52
Γ.3 Εξειδίκευση παραδοτέων και κόστος ανά φορέα	53
ΜΕΡΟΣ Δ - ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΣΥΝΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΦΟΡΕΩΝ.....	65
Δ1. Κέντρον Ερεύνης Φυσικής της Ατμοσφαιρας και Κλιματολογίας της Ακαδημίας Αθηνών	65
Δ2. Μονάδα Αλλεργιολογίας, Β΄ Παιδιατρικής Κλινικής ΕΚΠΑ και συνεργαζόμενα Κέντρα	66
Δ3. Ερευνητικό Πανεπιστημιακό Ινστιτούτο Υγείας Μητέρας Παιδιού και Ιατρικής Ακριβείας	67
Δ4. Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών.....	67
Δ5. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο-Εργαστήριο Οπτοηλεκτρονικής, Lasers και Εφαρμογών	68
Δ6. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης – Εργαστήριο Φυσικής της Ατμόσφαιρας.....	68
Δ7. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο - Εργαστήριο Σχεδιασμού Φωτισμού	70
Δ8. Πανεπιστήμιο Πατρών – Τμήμα Φυσικής – Εργαστήριο Φυσικής της Ατμόσφαιρας	70
Δ9. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Εργαστήριο Περιβαλλοντικής Ακουστικής Συγκοινωνιακών Έργων.....	71
Δ10. Ίδρυμα Ιατροβιολογικών Ερευνών της Ακαδημίας Αθηνών	72
Δ11. Μαριολοπούλειον-Καναγκίνειον Ίδρυμα Επιστημών Περιβάλλοντος.....	73
Συνομογραφίες και τεχνικοί όροι	74
Βιβλιογραφία	76
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι	89

ΜΕΡΟΣ Α - ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ

A1. Εισαγωγή - Στόχοι

Η Περιφέρεια Αττικής καλύπτει έκταση 3,81 εκατομμυρίων στρεμμάτων που αποτελεί περίπου το 3% της συνολικής ελληνικής επικράτειας. Επίσης η Περιφέρεια Αττικής έχει μεγάλο μήκος ακτογραμμής στο οποίο αν συμπεριληφθούν τα νησιά υπερβαίνει τα 500 km. Παρά τη μικρή της σχετικά έκταση, στην Περιφέρεια Αττικής δραστηριοποιείται περισσότερο από το 40% του πληθυσμού όλης της χώρας (περίπου 4 εκατομμύρια) και παράγεται αντίστοιχα το 38% του ακαθαρίστου εθνικού προϊόντος.

Η τοπογραφία της Περιφέρειας Αττικής είναι εξαιρετικά πολύπλοκη. Κυριαρχούν οι ορεινοί όγκοι, το λεκανοπέδιο και η παράκτια ακτογραμμή, με ένα πολύπλοκο αστικό-ημιαστικό περιβάλλον με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, τόσο από πλευράς μετεωρολογίας όσο και από πλευράς ποιότητας του περιβάλλοντος γενικότερα. Οι κάτοικοι της Περιφέρειας Αττικής βρίσκονται συχνά εκτεθειμένοι σε αερομεταφερόμενα σωματίδια, μεταξύ των οποίων και η γύρις (ή άλλα βιο-σωματίδια) και γενικότερα σε μια υποβαθμισμένη ποιότητα φωτισμού και επίπεδα θορύβου. Αποτέλεσμα όλων αυτών είναι η καθημερινή υποβάθμιση της ποιότητας ζωής τους. Η μεταβλητότητα αυτών των περιβαλλοντικών συνθηκών έχει άμεσο αντίκτυπο στην ψυχική και σωματική υγεία των κατοίκων. Η καλή υγεία των πολιτών στηρίζεται στη σωστή ενημέρωση και ο πολίτης ο οποίος γνωρίζει καλύτερα την ποιότητα του περιβάλλοντος μέσα στο οποίο δραστηριοποιείται καθώς και τους ενδεχόμενους κινδύνους στους οποίους μπορεί να εκτεθεί, είναι και εκείνος που μπορεί να έχει την καλύτερη δυνατή υγειονομική προστασία και τη μεγαλύτερη δυνατή απόδοση στην εργασία του. Το πρόσφατο παράδειγμα της πανδημίας COVID-19 έδειξε ότι το αίσθημα υγειονομικής ασφάλειας και η προστασία της υγείας των πολιτών ενισχύθηκε σημαντικά στους πολίτες εκείνων των χωρών που είχαν και την καλύτερη ενημέρωση. Αντίστοιχα παραδείγματα υπάρχουν καταγεγραμμένα και από τις ακραίες περιπτώσεις των φονικών καυσώνων που έπληξαν την Αθήνα το 1987 αλλά και το Παρίσι το 2003 και το 2019. Εκτός όμως από τα ακραία φαινόμενα υπάρχει και η εποχική διακύμανση των παραγόντων που επηρεάζουν εν γένει την υγεία των κατοίκων, όπως για παράδειγμα η εποχική αύξηση της γύρης την άνοιξη σε συνδυασμό μάλιστα και με τα επεισόδια εισβολής Σαχαριανής σκόνης την ίδια περίοδο.

Στα ιδιαίτερα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά της Περιφέρειας περιλαμβάνονται και τα πάσης φύσεως αιωρούμενα σωματίδια με διαφορετική προέλευση αστική, περιαστική, θαλάσσια ακόμα και από διακρατική μεταφορά, όπως είναι η περίπτωση της μεταφοράς σκόνης από τη Σαχάρα. Μεταξύ των αερομεταφερόμενων ρύπων συμπεριλαμβάνονται τα αλλεργιογόνα βιο-σωματίδια αλλά και πληθώρα ξένων προς την ατμόσφαιρα ουσιών οι οποίες μπορεί να έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία των κατοίκων. Η πρόσφατη πανδημία του κορωνοϊού (COVID-19) και η άγνωστη μεταφορά παθογόνων οργανισμών (π.χ. ιοί, βακτήρια) υποδεικνύει πως οι κατά τόπους επικρατούσες περιβαλλοντικές και μετεωρολογικές συνθήκες μπορεί να ευνοούν ή να εμποδίζουν την εξάπλωση αντίστοιχων φαινομένων. Εκτός από τους αέριους ρύπους, η επίδραση του περιβάλλοντος στην υγεία των κατοίκων σχετίζεται επίσης και με την υπερϊώδη συνιστώσα της ηλιακής ακτινοβολίας, την υποβαθμισμένη ποιότητα του

νυχτερινού φωτισμού και την ηχητική ρύπανση. Η έγκαιρη και αξιόπιστη ενημέρωση των κατοίκων σχετικά με την έκθεσή τους σε όλες τις παραπάνω περιβαλλοντικές συνθήκες που δυνητικά τους απειλούν θα αυξήσει συνολικά την ευφύια της προστασίας που παρέχει η Περιφέρεια Αττικής στους κατοίκους της. Οι συνθήκες διαβίωσης των πολιτών μπορούν να βελτιωθούν σημαντικά όταν αυτοί μπορούν να κυκλοφορούν και να εκτελούν τις δραστηριότητές τους ασφαλέστεροι και ενημερωμένοι για το τι θα συναντήσουν κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύκτας, αλλά και το πιο σημαντικό για το τι θα περιμένουν να συναντήσουν την επόμενη μέρα.

Η παρούσα πρόταση αποσκοπεί στη δημιουργία υποδομής υψηλής στάθμης η οποία θα λειτουργεί για λογαριασμό της Περιφέρειας Αττικής και θα προβαίνει καθημερινά στην τομογραφία του μείγματος των αέριων ρύπων, των ακτινοβολιών, της φωτορύπανσης, της ηχητικής ρύπανσης και των λοιπών παραμέτρων που έχουν σχέση με την ποιότητα ζωής των κατοίκων της. Η τομογραφία αυτή περιλαμβάνει την εγκατάσταση υψηλής τεχνολογίας συστημάτων για την εξ αποστάσεως μέτρηση αιωρούμενων σωματιδίων, βιοσωματιδίων, γύρης, αέριων ρύπων, υπεριώδους ηλιακής ακτινοβολίας, ηχητικής ρύπανσης αλλά και των συνθηκών νυχτερινού φωτισμού σε ολόκληρη την Περιφέρεια Αττικής. Επίσης περιλαμβάνει τη χρήση επιτόπιων μετρήσεων ρύπων και μετεωρολογικών παραμέτρων καθώς και τη χρήση ατμοσφαιρικών μοντέλων (φυσικών και χημικών) και μοντέλων διασποράς για την πρόγνωση όχι μόνο των μετεωρολογικών συνθηκών αλλά και της ποιότητας του περιβάλλοντος σε όλη την Περιφέρεια Αττικής. Επιπλέον είναι γνωστό ότι παρά την αυξημένη ηλιοφάνεια στη χώρα μας, τα επίπεδα της βιταμίνης D στον πληθυσμό της Περιφέρειας Αττικής είναι ιδιαίτερα χαμηλά, πράγμα το οποίο συνδέεται και με την εμφάνιση πνευμονικών λοιμώξεων κατά τη χειμερινή περίοδο. Για το σκοπό αυτό προτείνεται η συνεχής παρακολούθηση των επιπέδων της βιταμίνης D και η ανάπτυξη ενός προγνωστικού μοντέλου πρόσληψης βιταμίνης D σε διαφορετικές ομάδες πληθυσμού σε σχέση με τη διατροφή, την ασφαλή έκθεση στον ήλιο και τη φαρμακευτική αγωγή. Μεταξύ των προϊόντων της υψηλής ποιότητας υποδομής θα δημιουργηθεί και ένας δείκτης επικινδυνότητας ανάλογα με το κάθε επιμέρους πρόβλημα που θα επιτρέπει στην Περιφέρεια να ενημερώνεται σε πραγματικό χρόνο αλλά και να προβλέπει την εξέλιξη των σχετικών συνθηκών και να προτείνει συγκεκριμένες λύσεις και οδηγίες για τη θωράκιση της υγείας και της ασφάλειας των πολιτών.

Οι κυριότερες από τις παραμέτρους που θα μετρώνται και θα εκτιμώνται και οι οποίες θα συμβάλλουν στη βελτίωση της ευημερίας των πολιτών μπορούν να συνοψισθούν ως εξής: (α) Επιδράσεις σωματιδίων και αέριων ρύπων στην υγεία, (β) Επιδράσεις ηλιακής ακτινοβολίας στην υγεία, (γ) Συνθήκες θορύβου, φωτισμού και αίσθημα ασφάλειας των πολιτών, και δ) Ακραία φαινόμενα και ακραίες περιβαλλοντικές καταστάσεις. Η ανάπτυξη του ολοκληρωμένου συστήματος παρακολούθησης, πρόγνωσης και ενημέρωσης των πολιτών για την ασφάλεια της υγείας τους θα γίνει με τη συνεργασία των φορέων που φαίνονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Λίστα συμμετεχόντων φορέων

1. Ακαδημία Αθηνών, Κέντρον Ερεύνης Φυσικής της Ατμοσφαιρας και Κλιματολογίας της Ακαδημίας Αθηνών (ΚΕΦΑΚ) (Συντονιστής).
2. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών (ΕΚΠΑ), Μονάδα Αλλεργιολογίας, Β΄ΠΠΚ και συνεργαζόμενα κέντρα.
3. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών (ΕΚΠΑ), Ερευνητικό Πανεπιστημιακό Ινστιτούτο Υγείας Μητέρας, Παιδιού, και Ιατρικής Ακριβείας.
4. Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών (ΕΑΑ), Ινστιτούτο Αστρονομίας Αστροφυσικής Διαστημικών Εφαρμογών & Τηλεπισκόπησης (ΙΑΑΔΕΤ) και Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΙΕΠΒΑ).
5. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ), Εργαστήριο Οπτοηλεκτρονικής Lasers και Εφαρμογών τους.
6. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ), Εργαστήριο Φυσικής της Ατμόσφαιρας.
7. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο (ΕΑΠ), Εργαστήριο Σχεδιασμού Φωτισμού.
8. Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Φυσικής, Εργαστήριο Φυσικής της Ατμόσφαιρας (ΕΦΑΠ).
9. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Εργαστήριο Περιβαλλοντικής Ακουστικής Συγκοινωνιακών Έργων (Ε.Π.Α.Σ.Ε.).
10. Ίδρυμα Ιατροβιολογικών Ερευνών της Ακαδημίας Αθηνών, Κέντρο Επιπτώσεων του Περιβάλλοντος στην Υγεία.
11. Μαριολοπούλειον-Καναγκίνειον Ίδρυμα Επιστημών Περιβάλλοντος.

Όλα τα συνεργαζόμενα εργαστήρια, ινστιτούτα και ιδρύματα διαθέτουν μεγάλη εμπειρία στους τομείς της ευφυούς ανάπτυξης και της ευζωίας από την εκπόνηση αντίστοιχων σημαντικών διεθνών και εθνικών ανταγωνιστικών προγραμμάτων. Το τελικό προϊόν θα είναι η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου δικτύου υποδομών για την παρακολούθηση των περιβαλλοντικών δεικτών ευζωίας στην Περιφέρεια Αττικής και η παροχή έγκαιρης ειδοποίησης και προσωποποιημένης ενημέρωσης για την προστασία της υγείας και τη βελτίωση των συνθηκών ευζωίας των πολιτών. Τα συγκεκριμένα αποτελέσματα θα προκύπτουν από λεπτομερείς επίγειες μετρήσεις, από μεθόδους δορυφορικής τηλεπισκόπησης, από ατμοσφαιρικές προγνώσεις σε τοπική κλίμακα, εξειδικευμένες μελέτες φωτισμού και μελέτες ηχητικής ρύπανσης. Τα επιστημονικά δεδομένα θα αξιοποιούνται για τη βελτίωση των συνθηκών υγείας των πολιτών σε συνδυασμό και με κλινικές μελέτες σχετικά με την επίδραση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην υγεία, τα προβλήματα αλλεργιών και τη συσχέτιση της ηλιακής ακτινοβολίας σχετικά με την

έλλειψη βιταμίνης D στον πληθυσμό της Περιφέρειας. Τα βασικά χαρακτηριστικά της πρότασης συνοψίζονται στις επόμενες παραγράφους (Μέρος Α). Οι επιστημονικές αναπτύξεις και τα τεχνικά χαρακτηριστικά της προτεινόμενης μεθοδολογίας παρουσιάζονται στο Μέρος Β. Το Μέρος Γ περιλαμβάνει τον λεπτομερή προϋπολογισμό και τον καταμερισμό των δραστηριοτήτων ανά φορέα ενώ η περιγραφή των συμμετεχόντων φορέων βρίσκεται στο Μέρος Δ.

A1.1 Επίδραση των αιωρούμενων σωματιδίων στην υγεία

Οι ασθένειες του αναπνευστικού συστήματος και ιδιαίτερα εκείνες που σχετίζονται με την αλλεργία, όπως είναι το άσθμα και η αλλεργική ρινίτιδα, συνιστούν ένα μεγάλο και συνεχώς αυξανόμενο πρόβλημα Δημόσιας Υγείας τόσο στην Ελλάδα όσο και σε παγκόσμια κλίμακα. Σήμερα υπολογίζεται ότι 70 εκατομμύρια Ευρωπαίων πολιτών πάσχουν από χρόνια άσθμα και >100 εκ. από αλλεργική ρινίτιδα (Calderon et al., 2010). Μεταξύ αυτών, ένα σημαντικό ποσοστό (~10-15%) πάσχουν από βαριά μορφή αλλεργικής νόσου, γεγονός που επηρεάζει την παραγωγικότητά και την ποιότητα της ζωής τους με σημαντικό κοινωνικό και οικονομικό κόστος. Πρόκειται για νοσήματα τα οποία ξεκινούν από την παιδική ηλικία και επιμένουν καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής, με μέγιστη επίδραση σε νεαρούς ενήλικες, δηλαδή την πιο παραγωγική ηλικία. Η επίπτωση στην Περιφέρεια της Πρωτεύουσας, υπολογίζεται στο 20-25% των εφήβων και ενηλίκων. Αυτοί οι αριθμοί αναμένεται να αυξηθούν τις επόμενες δεκαετίες, καθιερώνοντας την αναπνευστική αλλεργία ακόμη και ως πανδημία (Samolinski et al., 2012). Υπολογίζεται ότι το κόστος της ρινίτιδας στην Ευρώπη ξεπερνά τα 100 δις ευρώ ετησίως. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας έχει προειδοποιήσει ότι συστήματα υγείας που δεν λαμβάνουν υπόψιν τους την αύξηση των αλλεργιών και του άσθματος κινδυνεύουν να καταρρεύσουν οικονομικά (WHO, 2017).

Έως τώρα, δεν υπάρχει ολοκληρωμένη μεθοδολογική προσέγγιση που να είναι ικανή να εκτιμά το δυναμικό γύρης σε όλη την έκταση της Ελλάδας, ούτε υψηλής ανάλυσης σύστημα πρόγνωσης των συγκεντρώσεων για τα συγκεκριμένα είδη γύρης στην Ελλάδα πολλώ δε μάλλον απουσιάζει παντελώς η συνέργεια του δυναμικού της γύρης με άλλους αέριους ρύπους. Στο πλαίσιο του προτεινόμενου έργου θα μοντελοποιηθούν και οι εκπομπές γύρης από τα διαφορετικά είδη βλάστησης που υπάρχουν στην Περιφέρεια Αττικής τα οποία συνεισφέρουν στην επιβάρυνση της ατμόσφαιρας με αλλεργιογόνο γύρη (πχ αγρωστώδη, ελιά, κυπαρίσσι, περδικάκι κα). Προτείνεται η ανάπτυξη μεθόδων παρακολούθησης και πρόγνωσης της **διασποράς της προέλευσης και της συνύπαρξης στην ατμόσφαιρα** σωματιδίων γύρης, ερημικής σκόνης και άλατος σε τοπικό επίπεδο. Για το σκοπό αυτό θα χρησιμοποιηθούν **ατμοσφαιρικά μοντέλα τοπικής και μέσης κλίμακας** (π.χ. WRF-CHEM, NEMO, NMM-DREAM, CEMEX, RAMS, FLEXPART, FLEXINVERT, SILAM, EPISODE-CityChem) στα πρότυπα της Ευρωπαϊκής Υπηρεσίας Παρακολούθησης της Ατμόσφαιρας (Copernicus - CAMS). Αυτό θα γίνει σε συνδυασμό και με την ανάπτυξη ενός προηγμένου και ολοκληρωμένου **συστήματος τηλεπισκόπησης με δέσμες laser (τεχνική lidar)** ικανού να καταγράφει σε πραγματικό χρόνο με πολύ μεγάλη χωρική ακρίβεια (π.χ. 30 m) την κατανομή των σωματιδίων σκόνης, γύρης και άλλων βιο-σωματιδίων σε 3 διαστάσεις. Επιπλέον, θα αναπτυχθεί ένα εκτενές δίκτυο **μέτρησης των επιπέδων ατμοσφαιρικής γύρης** σε διαφορετικά σημεία της Περιφέρειας με τη χρήση γυρεοπαγίδων καθώς και σύστημα **μετρήσεων του θαλασσίου αερολύματος με χρήση φασματογραφίας σε πλωτές πλατφόρμες** που θα εγκατασταθούν στο

παραλιακό μέτωπο της Αθήνας. Εκτός των προβλημάτων της αλλεργίας θα δοθεί ιδιαίτερη μνεία και στα πάσης φύσεως αερομεταφερόμενα σωματίδια είτε αυτά προέρχονται από περιοχές εντός της Ελλάδος είτε από απομακρυσμένες περιοχές, όπως για παράδειγμα η μεταφορά σκόνης από τη Σαχάρα ή άλλες εκτεταμένες βιομηχανικές περιοχές (π.χ. από την Κωνσταντινούπολη). Ειδικότερα τα σωματίδια της ερημικής σκόνης θα ανιχνεύονται σε πραγματικό χρόνο από τα συστήματα lidar και η μεταφορά τους θα μπορεί να προβλεφθεί με τη χρήση εξειδικευμένων μοντέλων (WRF-CHEM, NMM-DREAM, NEMO).

Το ζήτημα της επίδρασης των αιωρούμενων σωματιδίων στην υγεία των ανθρώπων έχει μεγάλη σημασία και είναι χαρακτηριστικό ότι στην τελευταία εκτίμηση της κατάστασης του περιβάλλοντος από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος η Αττική συγκαταλέγεται στις περιοχές με πολύ υψηλές συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων (European Environment Agency, 2018). Ειδικότερα οι επικρατούσες μετεωρολογικές τάσεις ευνοούν τις σχετικά μεγάλες συγκεντρώσεις που υπερβαίνουν σημαντικά τα όρια που έχει θεσπίσει η παγκόσμια οργάνωση υγείας για τα μεγάλα και μικρά αιωρούμενα σωματίδια (PM10 μm , PM2.5 μm). Ιδιαίτερα οι αυξημένες συγκεντρώσεις των σωματιδίων με διάμετρο μικρότερη των 2.5 μm και 1 μm (PM2.5, PM1 αντίστοιχα) επηρεάζουν σημαντικά την αναπνευστική λειτουργία σε ασθενείς με προβλήματα στο αναπνευστικό σύστημα (World Health Organization, 2013). Ειδικότερα για τη διερεύνηση των επιπτώσεων της γύρης στην υγεία θα πραγματοποιηθεί στρατολόγηση, αξιολόγηση και προοπτική παρακολούθηση με χρήση τεχνολογίας e-health σε ασθενείς διαφόρων ηλικιών με κλινική αναπνευστική αλλεργία και γυρεοαλλεργία στις βασικές αλλεργιογόνες γύρεις της περιοχής (π.χ. αγρωστώδη, παριετάρια, κυπαρίσσι, ελιά) ή ειδική αλλεργία σε μύκητες (αλτερνάρια, κλαδοσπόριο, κλπ.). Η ανάλυση και η περιγραφή της επίδρασης των πολλαπλών μετρούμενων παραμέτρων στην έκβαση των αλλεργικών παθήσεων (κλιματολογικών, επιπέδου γύρεων και συνύπαρξης με άλλους ρύπους όπως η ερημική σκόνη, το θαλάσσιο άλας και τα ανθρωπογενή σωματίδια) θα αποτελέσουν τη βάση για στοχευμένη παρέμβαση από τη μεριά της Περιφέρειας αποσκοπώντας στη βελτίωση της υγείας των πολιτών της.

A1.2 Ατμοσφαιρική ρύπανση και υγεία

Η ποιότητα του αέρα επηρεάζει σημαντικά την ποιότητα ζωής και την υγεία των πολιτών, ειδικά στα μεγάλα αστικά κέντρα λόγω των αυξημένων εκπομπών από τους τομείς των μεταφορών, της βιομηχανίας κλπ. Η υψηλή χωρική μεταβλητότητα των επιπέδων ρύπανσης εντός της πόλης, απαιτεί αντίστοιχη χωρική ακρίβεια αφενός στις εκπομπές ρύπων, αφετέρου στην εκτίμηση της έκθεσης των πολιτών σε αυτά. Για παράδειγμα το όζον είναι το πιο σημαντικό οξειδωτικό στην τροπόσφαιρα και παράγεται κυρίως στις περιαστικές περιοχές μέσω φωτοχημικών αντιδράσεων, παρουσία της ηλιακής ακτινοβολίας και πρόδρομων ρύπων, όπως τα οξείδια του αζώτου (NOx), οι πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs), το μεθάνιο και το μονοξείδιο του άνθρακα τα οποία υπάρχουν στον αστικό πυρήνα της πόλης. Άλλος ρύπος σημαντικός για την υγεία και την έκθεση του γενικού πληθυσμού είναι τα αιωρούμενα σωματίδια όπως αναφέρθηκε προηγουμένως. Τα αιωρούμενα σωματίδια (αεροζόλ) αποτελούνται από ένα μίγμα στερεών και υγρών σωματιδίων που αιωρούνται στην ατμόσφαιρα σε διαφορετικά μεγέθη, τα μικρότερα των οποίων έχουν και τη μεγαλύτερη διεισδυτικότητα στο ανθρώπινο αναπνευστικό

σύστημα. Η χημική σύσταση των αιωρούμενων σωματιδίων περιλαμβάνει θειϊκά, νιτρικά, αμμωνιακά και άλλα ανόργανα ιόντα όπως ιόντα νατρίου, καλίου, ασβεστίου, μαγνησίου και χλωρίου, ενώσεις του άνθρακα, μέταλλα (π.χ. κάδμιο, βανάδιο, ψευδάργυρος) και πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες. Τόσο τα βαρέα μέταλλα όσο και οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες θεωρούνται ρύποι ιδιαιτέρως υψηλής τοξικότητας.

Οι επιδημιολογικές μελέτες έχουν δείξει ότι η έκθεση στην ατμοσφαιρική ρύπανση σχετίζεται με μια σειρά αναπνευστικών επιδράσεων. Το οξειδωτικό στρες αποτελεί σημαντικό μονοπάτι στο οποίο βασίζεται η τοξική επίδραση των ατμοσφαιρικών ρύπων που ενεργοποιεί οξειδοαναγωγικές οδούς σηματοδότησης, όπως αυτές της φλεγμονώδους απόκρισης και της παραγωγής κυτοκινών. Η τοξικότητα προκύπτει από μια ανισορροπία βιολογικών προ-οξειδωτικών και αντιοξειδωτικών διεργασιών που συνδέονται με αυξημένη έκθεση στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Η πρόγνωση της συγκέντρωσης μέρους των παραπάνω αερίων και σωματιδίων στην ατμόσφαιρα θα πραγματοποιηθεί με το συνδυασμό ενός συστήματος ατμοσφαιρικών-χημικών μοντέλων περιοχικής και αστικής κλίμακας (π.χ. WRF-CHEM, CAMx, NEMO, EPISODE-CityChem). Τα αποτελέσματα των μοντέλων θα παρουσιάζονται σε προγνωστικούς χάρτες υψηλής χωρικής ανάλυσης (100 τ.μ.) της Περιφέρειας. Η δυνατότητα αποτύπωσης της έκθεσης σε επίπεδο Δήμου θα καθιστά εφικτή την κατά το δυνατόν πιο αντικειμενική εφαρμογή στοχευμένων πολιτικών αντιμετώπισης και μετριασμού του προβλήματος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην Περιφέρεια Αττικής.

A1.3 Επίδραση υπερϊώδους ακτινοβολίας στην υγεία (έλλειψη βιταμίνης D)

Η βιταμίνη D είναι μια λιποδιαλυτή στερόλη που κυκλοφορεί στη φύση και ευρίσκεται στα φυτά ως D2 και στα ζώα ως D3. Παίζει σημαντικό ρόλο σε όλους τους ζωντανούς οργανισμούς, ρυθμίζοντας τη λειτουργία πολλών από τα γονίδια τους. Ανήκει στις λεγόμενες πυρηνικές ορμόνες, που έπαιξαν μεγάλο ρόλο στην εξέλιξη της ζωής. Η βιταμίνη D, όπως και άλλες πυρηνικές ορμόνες, π.χ., η κορτιζόλη, τα ανδρογόνα και τα οιστρογόνα, επηρεάζει τη λειτουργία πάνω από 5% του ανθρώπινου γονιδιώματος των περίπου 44.000 γονιδίων, ήτοι πάνω από 2.200 γονίδια. Είναι ενδιαφέρον ότι οι πολλές αλλαγές που παρατηρήθηκαν δεν ήταν δραματικές και αυτό ίσως εξηγεί γιατί σε μελέτες θεραπείας με βιταμίνη D, οι κλασικοί μεμονωμένοι βιο-δείκτες διαφόρων νόσων επίσης δεν δείχνουν δραματικές αλλαγές. Δηλαδή, η αναπλήρωση της βιταμίνης D για τη διατήρηση φυσιολογικών επιπέδων επηρεάζει πάρα πολλούς παράγοντες, αλλά από λίγο.

Η βιταμίνη D επηρεάζει τη φυσική και ειδική ανοσία του οργανισμού και αυξάνει την προστατευτική λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος στους πνεύμονες και άλλα όργανα από τη φλεγμονή, καταστέλλοντας κυρίως την κυτταρική ανοσία. Στη νόσο COVID-19 δεν έχουν ακόμα δημοσιευθεί δεδομένα που να συσχετίζουν την υποβιταμίνωση D με τη νόσο και τις εκδηλώσεις της, όμως, σχετικές μελέτες έχουν ήδη αρχίσει να υλοποιούνται. Σημειωτέον, ότι πολλές πνευμονικές λοιμώξεις λαμβάνουν χώρα το χειμώνα, όταν τα επίπεδα της βιταμίνης D είναι φυσιολογικά πιο χαμηλά από το καλοκαίρι, ενώ αυτές αυξάνουν προοδευτικά με την ηλικία, αντιστρόφως ανάλογα από τα επίπεδα της βιταμίνης, τα οποία ελαττώνονται με τα χρόνια λόγω προϊούσας κακής απορρόφησης της βιταμίνης από το γαστρεντερικό σύστημα. Επιπλέον, οι εποχιακές πνευμονικές λοιμώξεις αυξάνουν αντιστρόφως ανάλογα με το βαθμό της παχυσαρκίας, όπως αυτή εκφράζεται με το δείκτη μάζας σώματος (BMI).

Μεγάλη προοπτική μελέτη στην Ιρλανδία δείχνει ελάττωση των χειμερινών πνευμονικών λοιμώξεων, όπως η γρίπη, σε ηλικιωμένους που λαμβάνουν βιταμίνη D. Οι παραπάνω συσχετίσεις προφανώς δεν σηματοδοτούν αιτιακή σχέση, όμως, χωρίς αμφιβολία, χαμηλά επίπεδα βιταμίνης D είναι προάγγελος κακών συμβαμάτων στην υγεία μας.

Στην Ελλάδα, τα υπάρχοντα δεδομένα δείχνουν ξεκάθαρα ότι πάνω από το 50% των κατοίκων όλων των ηλικιών πάσχουν από υποβιταμίνωση D (Dimakopoulos et al., 2019, 2020; Karageorgou et al., 2019). Γνωρίζουμε από πρόσφατη τυχαίοποιημένη μελέτη του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, ότι η πρόσληψη βιταμίνης D στην Ελλάδα είναι πολύ χαμηλή, κατά μέσο όρο το 1/7 της απαιτούμενης. Συνεπώς, παρά την αφθονία ηλιακού φωτός που διαθέτουμε, ακόμα και αν κάποιος εκτίθεται στον ήλιο τουλάχιστον 20-30 λεπτά την ημέρα, όπως είναι η γενική σύσταση, η ανεπαρκής πρόσληψη της προβιταμίνης και βιταμίνης D από τις τροφές προδιαθέτει σε υποβιταμίνωση. Οι κίνδυνοι και τα οφέλη από την υπεριώδη ακτινοβολία σχετίζονται σε μεγάλο βαθμό με την έκθεση στον ήλιο, τη συμπεριφορά, τον τύπο του δέρματος και την ηλικία του ανθρώπου. Τα τελευταία χρόνια έχουν πραγματοποιηθεί σημαντικές μελέτες που πιστοποιούν την ανεπάρκεια βιταμίνης D σε ενήλικες αλλά και παιδιά στην Περιφέρεια Αττικής. Σε όλες τις περιπτώσεις, συνιστάται η παρακολούθηση των επιπέδων της βιταμίνης D, η οποία περιλαμβάνει τη βελτίωση της διατροφής, την αυξημένη αλλά ασφαλή έκθεση στον ήλιο και τη συμπληρωματική χρήση φαρμακευτικής αγωγής.

Στο πλαίσιο αυτό προτείνεται η εκτίμηση των κινδύνων και των ωφελειών από την έκθεση των μόνιμων κατοίκων αλλά και των επισκεπτών της Αττικής στην υπεριώδη ακτινοβολία με μια σειρά από δραστηριότητες που στοχεύουν σε οδηγίες απλές, καθορισμένες και φιλικές προς τον πληθυσμό. Για το σκοπό αυτό, απαιτείται αρχικά η διερεύνηση της σχέσης μεταξύ της κατάστασης της βιταμίνης D και των επιπέδων της υπεριώδους ακτινοβολίας με αναδρομικά δεδομένα στην Αττική. Στη συνέχεια, προτείνεται η ανάπτυξη ενός προγνωστικού μοντέλου για τα επίπεδα της βιταμίνης D σε διαφορετικές ομάδες πληθυσμού με σκοπό να υπάρξουν προτάσεις και στρατηγικές για την πρόληψη της ανεπάρκειας βιταμίνης D με ενίσχυση της διατροφής, έκθεση στον ήλιο με ασφάλεια και με φαρμακευτική αγωγή.

A1.4 Επίδραση των συνθηκών φωτισμού στην υγεία και την ασφάλεια

Οι συνθήκες φωτισμού παίζουν κυρίαρχο ρόλο στον ψυχισμό των πολιτών και στην αισθητική ανάδειξη των χαρακτηριστικών κάθε περιοχής. Ωστόσο τα έργα φωτισμού στη χώρα μας προκηρύσσονται ανεξαρτήτως κλίμακας με βάση μόνο τις τεχνικές προδιαγραφές των φωτιστικών σωμάτων που στην καλύτερη περίπτωση βασίζονται σε μελέτες που ακολουθούν συνήθως τα Ευρωπαϊκά Πρότυπα φωτισμού. Στις περισσότερες περιπτώσεις η παράμετρος του σχεδιασμού και των κριτηρίων αξιολόγησης παραλείπεται. Επιπρόσθετα, απουσιάζει η ποιοτική και εις βάθος εκτίμηση των τεχνικών προδιαγραφών που προκηρύσσονται διότι τα ευρωπαϊκά πρότυπα εξετάζουν ως επί το πλείστον θέματα μόνο ενεργειακής κατανάλωσης και σε περιορισμένο βαθμό θέματα φωτορύπανσης. Στην ουσία οι προδιαγραφές δεν περιλαμβάνουν θέματα όπως: η επίδραση του φωτισμού στον κερκάρδιο ρυθμό του ανθρώπου και στην υγεία του, η επίδραση του φωτισμού στο περιβάλλον και στη βιοποικιλότητα, η λεπτομερής διαφοροποίηση του φωτισμού σε περιοχές ειδικού ενδιαφέροντος όπως

π.χ. προστατευόμενες περιοχές βιοποικιλότητας και περιοχές υψηλής εγκληματικότητας σε αστικά κέντρα. Για το σκοπό αυτό προτείνεται η αναβάθμιση των συνθηκών φωτισμού ως εξής: (α) Εις βάθος χαρτογράφηση των αναγκών φωτισμού, λαμβάνοντας υπόψη τα ειδικά χαρακτηριστικά κάθε περιοχής και δημιουργία ζωνών φωτισμού οι οποίες να ακολουθούν και το ανάγλυφο του εδάφους, αλλά και την πολύπλοκη γεωμετρία του αστικού ιστού και των ειδικών γεωγραφικών πληροφοριών, (β) διαφοροποίηση της κατηγοριοποίησης της έντασης των φωτιστικών σωμάτων με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση χρημάτων και ενέργειας, ενώ θα προσδιοριστούν συγκεκριμένες ειδικές προδιαγραφές που συμπληρώνουν τα ευρωπαϊκά πρότυπα για την προστασία της ανθρώπινης υγείας και της βιοποικιλότητας, (γ) δημιουργία κατάλληλων κριτηρίων που θα περιλαμβάνουν το σύνολο των ενεργειακών δεικτών, δείκτες που θα αφορούν το βέλτιστο σχεδιασμό και περιβαλλοντικούς δείκτες που θα αφορούν το φάσμα εκπομπής της φωτεινής πηγής σε σχέση με την περιοχή τοποθέτησης της εγκατάστασης με την αξιοποίηση τεχνολογιών IoT και Big Data για την ενίσχυση του αισθήματος ασφάλειας των πολιτών.

A1.5 Επίδραση περιβαλλοντικού θορύβου στην υγεία

Ως “περιβαλλοντικός θόρυβος” θεωρούνται οι ανεπιθύμητοι ή επιβλαβείς θόρυβοι στις αστικές περιοχές και στο ύπαιθρο που δημιουργούνται από ανθρώπινες δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένων των θορύβων που εκπέμπονται από μεταφορικά μέσα, από οδικές, σιδηροδρομικές και αεροπορικές μεταφορές και από χώρους βιομηχανικής δραστηριότητας. Η ηχορύπανση στην οποία εκτίθενται οι κάτοικοι της Περιφέρειας Αττικής και ιδιαίτερα οι πλέον ευάλωτες πληθυσμιακές ομάδες είναι ιδιαίτερα έντονη κοντά στις αστικές περιοχές και περιοχές πυκνής δόμησης και οδικούς άξονες. Η ύπαρξη πηγών θορύβου κοντά σε δημόσια πάρκα ή άλλες ήσυχες περιοχές πολεοδομικών συγκροτημάτων, σε ήσυχες περιοχές της υπαίθρου, κοντά σε σχολεία, κοντά σε νοσοκομεία, καθώς και κοντά σε άλλα κτίρια και περιοχές ευαίσθητες σε θορύβους αποτελούν την πηγή επιβλαβών επιδράσεων στην υγεία και την ποιότητα της ζωής των κατοίκων.

Η ΟΔΗΓΙΑ 2020/367 της Ευρωπαϊκής Επιτροπής της 4ης Μαρτίου 2020 για την τροποποίηση του Παραρτήματος III της Οδηγίας 2002/49/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου η οποία αφορά στον καθορισμό μεθόδων αξιολόγησης του θορύβου επιβάλλει και την αξιολόγηση των επιβλαβών επιδράσεων με έμφαση στην :

- **Ισχαιμική καρδιοπάθεια (IHD)** που αντιστοιχεί στους κωδικούς BA40 έως BA6Z της διεθνούς ταξινόμησης ICD-11, όπως έχει καθοριστεί από την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας
- **Σημαντική ενόχληση (HA)**
- **Σημαντική διαταραχή του ύπνου (HSD)**

όπως αυτά καθορίζονται από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ) στο πλαίσιο των κατευθυντήριων γραμμών για τον περιβαλλοντικό θόρυβο στον ευρωπαϊκό χώρο, όπου παρουσιάζονται οι σχέσεις δόσης-επίδρασης ως προς τις επιβλαβείς επιδράσεις της έκθεσης στον περιβαλλοντικό θόρυβο.

A1.6 Μετεωρολογικές – Κλιματικές συνθήκες

Οι καιρικές συνθήκες και γενικότερα το κλίμα μιας περιοχής αποτελούν έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν τη ζωή των πολιτών. Η θερμοκρασία, η υγρασία, ο άνεμος και η ακτινοβολία (π.χ. UV index) παίζουν σημαντικό ρόλο και καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό την καθημερινότητα και τις δραστηριότητες μιας πόλης, καθώς και την ευεξία των κατοίκων της. Η έγκαιρη πρόγνωση των έντονων καιρικών φαινομένων όπως ισχυρές καταιγίδες, χιονοπτώσεις, πλημμύρες, καύσωνες, ισχυρός άνεμος κλπ. είναι σημαντική για τον προγραμματισμό των δράσεων της Περιφέρειας σε τοπικό επίπεδο. Επιπλέον η τρωτότητα (vulnerability) των πολιτών, δηλαδή το πόσο ευάλωτοι είναι οι πολίτες σε συγκεκριμένες καιρικές συνθήκες, εξαρτάται και από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των επιμέρους πληθυσμιακών ομάδων. Για παράδειγμα, κατά τη διάρκεια ενός επεισοδίου καύσωνα, όπου η μέγιστη θερμοκρασία ξεπερνά τους 39°C και η ελάχιστη τους 26°C για τουλάχιστον 3 μέρες, συγκεκριμένες ευπαθείς ομάδες όπως ηλικιωμένοι, παιδιά, ασθενείς με άσθμα, αθλητές, εργαζόμενοι σε εξωτερικούς χώρους επηρεάζονται σε διαφορετικό βαθμό.

Για το σκοπό αυτό, θα πραγματοποιείται τόσο η παρακολούθηση όσο και η μεσοπρόθεσμη πρόγνωση αυτών των παραμέτρων σε τοπική κλίμακα με το συνδυασμό ατμοσφαιρικών μοντέλων υψηλής ανάλυσης (π.χ. WRF, NMM, RAMS) και δορυφορικών παρατηρήσεων (υπηρεσία Copernicus). Με βάση τα παραπάνω δεδομένα θα παρέχονται και οι σχετικοί βιοκλιματικοί δείκτες όπως είναι ο δείκτης δυσφορίας (Discomfort Index - DI), ο δείκτης φαινόμενης θερμοκρασίας / θερμικός δείκτης (Heat Index - HI) και ο δείκτης θερμικής άνεσης WBGT (Wet Bulb Globe Temperature) σε συνδυασμό με τις διαφορετικές δραστηριότητες των επιμέρους πληθυσμιακών ομάδων. Οι δείκτες αυτοί εξαρτώνται από τη θερμοκρασία, την υγρασία, τον άνεμο, τη νέφωση και την ηλιακή ακτινοβολία. Ειδικότερα ο βιοκλιματικός δείκτης WBGT συνιστάται στο πρότυπο ISO 7243 ως χαρακτηριστικός δείκτης θερμικής καταπόνησης και χρησιμοποιείται συμβουλευτικά στην Οδηγία για την υγεία και την ασφάλεια στην εργασία. Τέλος θα καταβληθεί προσπάθεια να χρησιμοποιηθούν και οι επικαιροποιημένες κλιματικές προγνώσεις για κάθε περιοχή από τις οποίες, σε συνδυασμό με τις παρατηρήσεις και τα μοντέλα καιρού, θα προκύπτει και η κατά τόπους κλιματική απόκλιση των ατμοσφαιρικών συνθηκών και άλλων περιβαλλοντικών συνθηκών από τις κανονικές.

Η συνεργιστική παρακολούθηση και πρόγνωση των φυσικοχημικών συνθηκών σε τοπικό επίπεδο, καθώς και των επιπτώσεών τους στην υγεία των κατοίκων, μπορεί να αποτελέσει ένα σημαντικό συμβουλευτικό εργαλείο για τις αρμόδιες Υπηρεσίες της Περιφέρειας σε συνδυασμό και με τις οδηγίες της Πολιτικής Προστασίας.

A1.7 Παραδοτέα προς την Περιφέρεια Αττικής

Στην παρούσα πρόταση προτείνεται μια ολιστική προσέγγιση για την παρακολούθηση σημαντικών περιβαλλοντικών δεικτών ευζωίας στην Περιφέρεια Αττικής όπως φαίνεται συνοπτικά και στο οργανόγραμμα (Σχήμα 1). Τα παραδοτέα προς τις αρμόδιες Υπηρεσίες της Περιφέρειας και τους πολίτες θα παρέχονται συγκεντρωμένα σε ηλεκτρονική μορφή μέσω εξειδικευμένης ιστοσελίδας αλλά και εξατομικευμένης ενημέρωσης σε εφαρμογή για κινητό τηλέφωνο. Συγκεκριμένα θα περιλαμβάνονται οι δείκτες που σχετίζονται με την υγεία των πολιτών με βάση την ατμοσφαιρική

ρύπανση (αιωρούμενα σωματίδια, γύρη, σκόνη, αέριοι ρύποι), τα ακραία καιρικά φαινόμενα, τις συνθήκες φωτισμού και θορύβου αλλά και τις συνθήκες ακτινοβολίας σχετικά με την πρόσληψη βιταμίνης D. Η εφαρμογή αυτή θα δώσει τη δυνατότητα άμεσης ενημέρωσης του πληθυσμού για τις καταστάσεις που επηρεάζουν την καθημερινότητα των πολιτών στην Περιφέρεια Αττικής και τους ενδεχόμενους κινδύνους για την υγεία των κατοίκων σε συνθήκες πραγματικού χρόνου. Η εφαρμογή στο κινητό θα έχει διαδραστικό χαρακτήρα ώστε να επικαιροποιούνται τα περιβαλλοντικά δεδομένα από τις ενημερώσεις των χρηστών (π.χ. επιλεγμένους ασθενείς με ευαισθησία σε διάφορους τύπους γύρης, υποκείμενα νοσήματα κλπ.) και η όλη ανάπτυξη θα σχεδιαστεί σε συνεργασία με τους τελικούς χρήστες (Περιφέρεια, πολίτες, ασθενείς, γιατροί) και με την προοπτική της επεκτασιμότητας για μελλοντικές εφαρμογές.

Η διάχυση των δράσεων του έργου προς το ευρύτερο κοινό (επιστημονική κοινότητα, φορείς, πολίτες) θα πραγματοποιηθεί μέσω της διοργάνωσης εξειδικευμένων ημερίδων καθώς και μέσω του έντυπου και ηλεκτρονικού τύπου και των μέσων κοινωνικής δικτύωσης. Η πληροφορία προς την Περιφέρεια και τους πολίτες θα παρέχεται με απλό και εύληπτο τρόπο, προερχόμενη ωστόσο από το λεπτομερή συνδυασμό πλήθους επιστημονικών παραμέτρων και δεδομένων υψηλής ποιότητας από το δίκτυο επιστημονικών υποδομών που θα αναπτυχθεί για λογαριασμό της Περιφέρειας Αττικής. Επιγραμματικά, η παρεχόμενη πληροφορία θα προέρχεται από συνδυασμό δεδομένων σε πραγματικό χρόνο (δορυφορικά, lidar, επιτόπιες μετρήσεις, θαλάσσιες μετρήσεις), πρόγνωση 5 ημερών (ατμοσφαιρικά και χημικά μοντέλα), κλινικές μελέτες (περίπτωση αλλεργιών και έλλειψης βιταμίνης D) καθώς και εξειδικευμένες μελέτες φωτισμού και θορύβου σε τοπικό επίπεδο. Η παρεχόμενη υπηρεσία θα δίνει τη δυνατότητα στις αρμόδιες Αρχές να εκδίδουν προειδοποιήσεις, να ενημερώνουν τους πολίτες και να προωθούν την πληροφορία σε άλλους φορείς (π.χ. ΕΟΔΥ, Πολιτική Προστασία κλπ).

Για το συντονισμό και τη γνωμοδότηση στα επιμέρους επιστημονικά και τεχνικά θέματα καθώς και για την παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών προς την Περιφέρεια θα οριστεί Συμβουλευτική Επιτροπή (βλ. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι) από εξειδικευμένους εκπροσώπους των συμμετεχόντων εργαστηρίων και ινστιτούτων στα επιμέρους αντικείμενα του έργου, με τη συμμετοχή και εκπροσώπου της Περιφέρειας Αττικής. Η σύσταση της Επιτροπής κρίνεται αναγκαία λόγω της πολυπλοκότητας του έργου και της ανάγκης για την έγκυρη ενημέρωση της Περιφέρειας στα επιμέρους διεπιστημονικά γνωστικά αντικείμενα. Η Επιτροπή θα συνεδριάζει σε τακτά χρονικά διαστήματα για το συντονισμό των Ομάδων Εργασίας καθώς και για τον καθορισμό των στρατηγικών παρακολούθησης των περιβαλλοντικών δεικτών ευζωίας σε συνεργασία με τις Υπηρεσίες Περιβάλλοντος της Περιφέρειας Αττικής. Είναι χαρακτηριστικό ότι τα εμπλεκόμενα ινστιτούτα έχουν όλα συνεργασθεί με την Περιφέρεια Αττικής τόσο στο ΠεΣΠΚΑ Αττικής όσο και σε επιμέρους μελέτες που τους έχουν ανατεθεί.



Σχήμα 1. Συνοπτική παρουσίαση οργανογράμματος για την ολιστική προσέγγιση των περιβαλλοντικών δεικτών ευζωίας στην Περιφέρεια Αττικής

ΜΕΡΟΣ Β - ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΠΙ ΜΕΡΟΥΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Στο παρόν κεφάλαιο περιγράφονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά και η επιστημονική μεθοδολογία για τις επιμέρους συνιστώσες του προτεινόμενου έργου.

B2. Σύστημα ατμοσφαιρικών προγνωστικών μοντέλων

B2.1 Ατμοσφαιρικές συνθήκες, αιωρούμενα σωματίδια γύρη και αλλεργίες

Ασχέτως των αιτιών που προκαλούν την αρχική εμφάνιση αλλεργίας, οι πάσχοντες ασθενείς επιβαρύνονται τόσο από τα ειδικά αλλεργιογόνα στα οποία έχουν αναπτύξει ευαισθησία, όσο και από ερεθιστικές ουσίες του περιβάλλοντος, περιλαμβανόμενης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, δυσανάλογα σε σχέση με το γενικό πληθυσμό. Οι βασικοί στόχοι της αντιμετώπισης της αναπνευστικής αλλεργίας περιλαμβάνουν τόσο τον έλεγχο των συμπτωμάτων – κυρίως με φαρμακευτική αγωγή, όσο και την προσπάθεια πρόληψης μελλοντικών παροξυσμών. Παράλληλα, αναζητείται και η αιτιολογική συσχέτιση με συγκεκριμένα αλλεργιογόνα, ώστε να ακολουθηθεί πιθανώς ειδική θεραπεία απευαισθητοποίησης σε αυτά. Στην πολυεπίπεδη αυτή αντιμετώπιση καίριο ρόλο διαδραματίζει η προσπάθεια αποφυγής έκθεσης στους εκλυτικούς παράγοντες – αλλεργιογόνα και ρυπαντές. Για να επιτευχθεί ρεαλιστικά αυτός ο στόχος, είναι απαραίτητη η γνώση σε πραγματικό χρόνο, αλλά και η πρόβλεψη, των επιπέδων των παραγόντων αυτών στον περιβάλλοντα χώρο. Τα σωματίδια που εισπνέονται και εναποτίθενται στους πνεύμονες αναλόγως μεγέθους, έχουν άμεσα ερεθιστική δράση. Ιδιαίτερα σημαντική είναι και η **συνύπαρξη γυρεόκοκκων με άλλα σωματίδια (π.χ. diesel, σκόνη της Σαχάρας, αλάτι κλπ.) καθώς μπορεί να δημιουργήσει σύμπλοκα τα οποία ενισχύουν την αλλεργική αντίδραση** και επομένως μπορεί να επηρεάζουν περισσότερους ανθρώπους (ακόμα και λιγότερο ευαίσθητους) ή τους ίδιους σε μεγαλύτερο βαθμό.

Για τους λόγους αυτούς προτείνεται η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου συστήματος παρακολούθησης και πρόγνωσης των συγκεκριμένων περιβαλλοντικών παραμέτρων με σκοπό την ενίσχυση της ετοιμότητας των πολιτών για την καλύτερη προστασία της υγείας τους από αλλεργίες και την υποστήριξη του επιπέδου ποιότητας της ζωής τους. Το σύστημα αυτό μπορεί να παρέχει υποστήριξη στα αρμόδια Υπουργεία και στις τοπικές Αρχές και αλλά και στην ιατρική κοινότητα επιτρέποντας την έγκαιρη λήψη αποφάσεων για την αποφυγή ή τον περιορισμό των συμπτωμάτων των ασθενών και των επιπτώσεων στο γενικό πληθυσμό. Συγκεκριμένα προτείνεται η ανάπτυξη:

- Ενόσ ολοκληρωμένου υπολογιστικού συστήματος πρόβλεψης των επιπέδων συγκέντρωσης σωματιδίων γύρης, σωματιδίων σκόνης, άλατος και ανθρωπογενών ρύπων στην ατμόσφαιρα για την Περιφέρεια Αττικής.

- Ενός ολοκληρωμένου συστήματος τηλεπισκόπησης με δέσμες laser (τεχνική lidar) ικανού να καταγράφει σε πραγματικό χρόνο, σε 3 διαστάσεις και με πολύ μεγάλη χωρική ακρίβεια (π.χ. 30 m) την κατανομή της γύρης και των λοιπών αιωρούμενων σωματιδίων (ερημικής σκόνης, τέφρας, αστικών, θαλάσσιων, καύσης βιομάζας, κλπ.).
- Δικτύου μέτρησης των επιπέδων ατμοσφαιρικής γύρης σε διαφορετικά σημεία της Περιφέρειας Αττικής με τη χρήση γυρεοπαγίδων.
- Συστήματος μέτρησης κυματισμών σε συνδυασμό με τις εκπομπές θαλασσιών αερολυμάτων με τη χρήση ειδικού φασματογράφου σε πλωτή πλατφόρμα στο παραλιακό μέτωπο της Αθήνας.
- Κλινική παρακολούθηση ασθενών και διασύνδεση με ατμοσφαιρικές συνθήκες.
- Ηλεκτρονικών υπηρεσιών με σκοπό την παροχή έγκαιρης ειδοποίησης και προσωποποιημένης ενημέρωσης προς την Περιφέρεια και τους πολίτες.

Για την υλοποίηση του έργου θα συνδυαστούν γνώσεις αιχμής για:

- την ποσοτικοποίηση των εκπομπών γύρης από διαφορετικά είδη βλάστησης,
- την πρόγνωση των περιόδων υψηλής γυρεοφορίας,
- την αριθμητική πρόγνωση της ποιότητας της ατμόσφαιρας αναφορικά με τη γύρη, τη σκόνη και τους άλλους ατμοσφαιρικούς ρύπους,
- την αναγνώριση της συνεργιστικής δράσης στην ανθρώπινη υγεία της γύρης και της αέριας και σωματιδιακής ρύπανσης από άλλες φυσικές (πχ ερημική σκόνη, τέφρα) και ανθρωπογενείς πηγές,
- την παρακολούθηση της ποιότητας της ατμόσφαιρας με συλλογή και ανάλυση παρατηρήσεων των επιπέδων συγκέντρωσης της γύρης και άλλων φυσικών σωματιδίων (π.χ. σκόνη, αλάτι), με χρήση καινοτόμων οπτικών τεχνολογιών και πλωτών φασματογράφων
- την ανάπτυξη φιλικών προς τους χρήστες εφαρμογών (διαδικτυακής και κινητού τηλεφώνου)

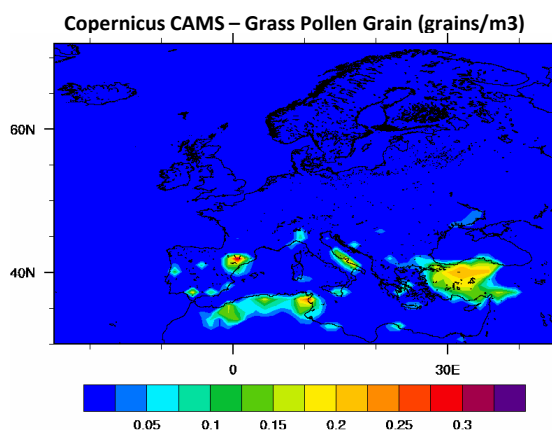
B2.2 Πρόγνωση ατμοσφαιρικών συγκεντρώσεων σωματιδίων γύρης

Τα μικροσκοπικά σωματίδια της γύρης παράγονται από τα ανεμόφιλα φυτά και τα δέντρα, κατά τη διάρκεια του αναπαραγωγικού κύκλου τους, και μπορούν να μεταφερθούν σε μακρινές αποστάσεις με τη βοήθεια του ανέμου. Ιδιαίτερα κατά την περίοδο της άνοιξης περίπου 20-25% των πολιτών στην Ευρώπη υποφέρουν από αλλεργίες εξαιτίας αυτών των αιωρούμενων σωματιδίων, παρουσιάζοντας συμπτώματα ρινικής καταρροής, έντονο φτάρνισμα, οφθαλμολογικά προβλήματα, δυσκολίες στην αναπνοή, άσθμα κλπ. Οι συνεχείς μεταβολές στη χρήση της γης καθώς και η αύξηση της θερμοκρασίας και των συγκεντρώσεων διοξειδίου του άνθρακα λόγω της κλιματικής αλλαγής οδηγούν σε ταχύτερη

ανάπτυξη των φυτών και επιβαρύνουν την ατμόσφαιρα με αυξημένες συγκεντρώσεις γύρης. Επιπλέον, οι αλληλεπιδράσεις με άλλους ατμοσφαιρικούς ρύπους, όπως το διοξείδιο του θείου, το διοξείδιο του αζώτου, η ερημική σκόνη κλπ. ενισχύουν τις αλλεργικές αντιδράσεις.

Στο πλαίσιο της πρόληψης, η Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Παρακολούθησης της Ατμόσφαιρας (Copernicus - CAMS) παρέχει εξειδικευμένες προγνώσεις για την παραγωγή και μεταφορά τεσσάρων βασικών τύπων γύρης και συγκεκριμένα των Birch Pollen (σημύδα), Grass Pollen (αγρωστώδη), Olive Pollen (ελιά) και Ragweed Pollen (αμβροσία η αρτεμισίφυλλος). Οι προγνώσεις αυτές είναι διαθέσιμες για την περίοδο Μαρτίου – Αυγούστου, οπότε και εμφανίζεται η έξαρση των αλλεργιών, και τα δεδομένα αυτά αξιολογούνται και βελτιώνονται σε ημερήσια βάση χρησιμοποιώντας δεδομένα από 600 σταθμούς εδάφους σε όλη την Ευρώπη. Με βάση αυτή την υπηρεσία του CAMS έχουν αναπτυχθεί και αντίστοιχα εργαλεία πρόβλεψης σε τοπικό επίπεδο, όπως για παράδειγμα το PASYFO στη Λιθουανία, η Υπηρεσία airTEXT στο Λονδίνο (<http://www.airtext.info/>), η εφαρμογή Météo Pollen στη Γαλλία (<https://meteopollen.com>). Παρόμοια προγνωστικά εργαλεία υπάρχουν για την Ελβετία (www.pollenundallergie.ch) και την Αυστρία (<https://www.pollenwarndienst.at/en.html>).

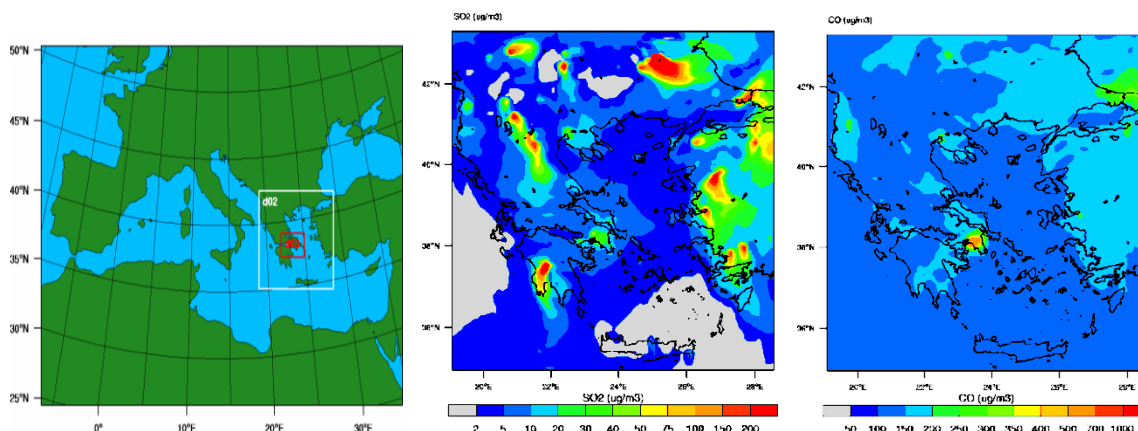
Οι κόκκοι της γύρης που απελευθερώνονται από τα δέντρα και τα φυτά μεταφέρονται μέσω της ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας και επηρεάζουν την ποιότητα του αέρα σε σχετικά απομακρυσμένες περιοχές σε σχέση με τις αρχικές εκπομπές. Η μεταφορά λαμβάνει χώρα κυρίως στα χαμηλότερα ατμοσφαιρικά επίπεδα και επομένως επηρεάζεται ιδιαίτερα από την ορογραφία και τις τοπικές ατμοσφαιρικές ροές (π.χ. αύρα) ανάλογα με την περιοχή. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 2, τα συγκεκριμένα μετεωρολογικά χαρακτηριστικά δεν είναι δυνατόν να αναπαραχθούν με ακρίβεια στην ανάλυση της Υπηρεσίας CAMS, η οποία παράγει προγνώσεις χωρικής ανάλυσης 10x10 km. Για παράδειγμα, στο λεκανοπέδιο της Αττικής, το σύνθετο ανάγλυφο καθώς και η εκτεταμένη ακτογραμμή καθορίζουν σε σημαντικό βαθμό και τις τοπικές συγκεντρώσεις των διαφόρων ρύπων στο ατμοσφαιρικό οριακό στρώμα.



Σχήμα 2. Πρόγνωση για γύρη από αγρωστώδη (*grass pollen*) του συστήματος CAMS για όλη την Ευρώπη (αριστερά) και μεγέθυνση για την περιοχή της Περιφέρειας Αττικής (δεξιά) στην παρούσα παρεχόμενη ανάλυση 10x10 km.

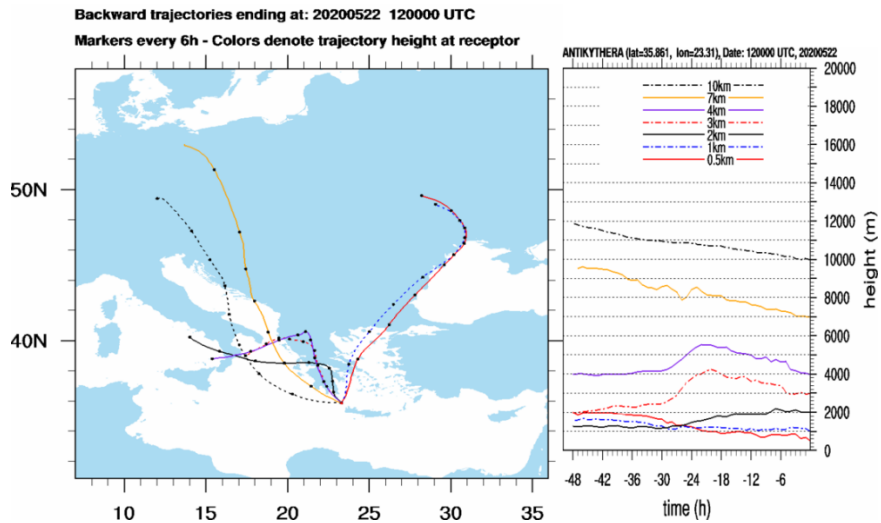
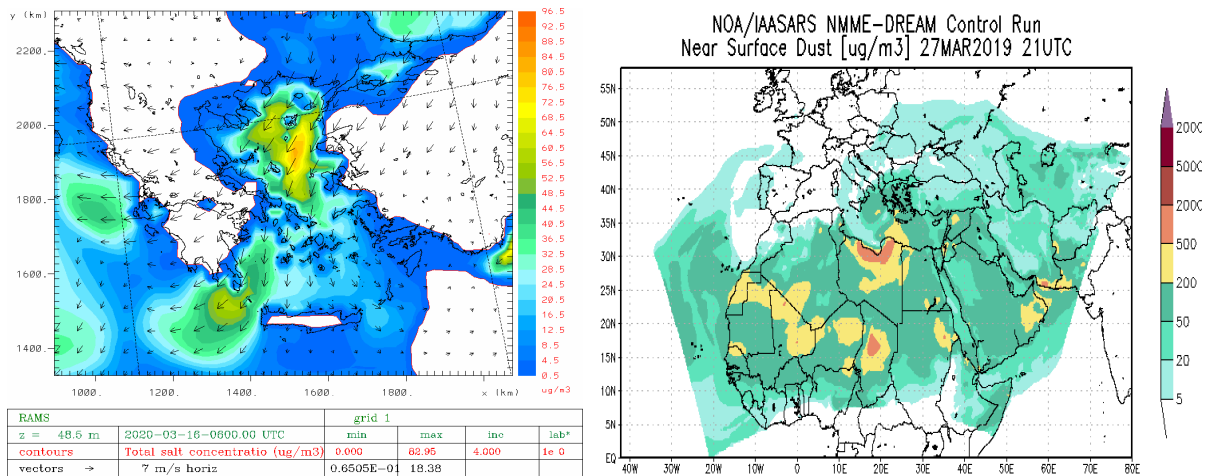
B2.3 Σύστημα μοντέλων πρόγνωσης τοπικής κλίμακας

Στον ελλαδικό χώρο οι μελέτες που αφορούν τους γυρεόκοκκους είναι περιορισμένες και εστιάζουν κυρίως σε μετρήσεις πεδίου (Damialis et al., 2011; Charalampopoulos et al.; 2013, Damialis et al., 2017) και στις αλλεργιογόνες ιδιότητες της γύρης (Gioulekas et al., 2004). Έως τώρα, δεν υπάρχει ολοκληρωμένη μεθοδολογική προσέγγιση που να εκτιμά το δυναμικό γύρης σε όλη την έκταση της Ελλάδας, ούτε υψηλής ανάλυσης σύστημα πρόγνωσης των συγκεντρώσεων για τα συγκεκριμένα είδη γύρης στην Ελλάδα, όπως γίνεται για τη σημύδα και τα ελαιόδεντρα στην Ευρώπη (Sofiev et al., 2017; Sofiev et al., 2013). Στο πλαίσιο του έργου, θα γίνει εφαρμογή του συστήματος που αποτελείται από το μετεωρολογικό μοντέλο WRF και το φωτοχημικό μοντέλο CAMx για την πρόγνωση των επιπέδων συγκέντρωσης τόσο της αλλεργιογόνου γύρης ανά είδος βλάστησης όσο και των αέριων και σωματιδιακών ρύπων που καθορίζουν την ποιότητα της ατμόσφαιρας. Τα αποτελέσματα του συστήματος θα περιλαμβάνουν **τοπικές προγνώσεις σε πολύ υψηλή χωρική και χρονική ανάλυση για την Αττική** (1x1 km ή υψηλότερη διακριτοποίηση, ωριαία πρόγνωση) λαμβάνοντας υπόψιν και τα χαρακτηριστικά της ροής στο επίπεδο της πόλης των Αθηνών. Συνολικά θα χρησιμοποιηθούν τρία επάλληλα πλέγματα (1: Ευρώπη; 2: Ελλάδα; 3: Αττική) για την παροχή μετεωρολογικών προγνώσεων και προγνώσεων ποιότητας αέρα (Σχήμα 3, 4).



Σχήμα 3. Παράδειγμα εφαρμογής επάλληλων πλεγμάτων (nesting) για το ατμοσφαιρικό μοντέλο WRF_CHEM και παράδειγμα πρόγνωσης CO (µg/m³) και SO₂ (µg/m³) για την Ελλάδα

Η περιοχή των **Κυθήρων – Αντικυθήρων της Περιφέρειας Αττικής αλλά και η υπόλοιπη Ελλάδα** θα καλυφθεί επίσης με πλέγμα υψηλής διακριτοποίησης για την παραγωγή προγνώσεων υψηλής χωρικής ανάλυσης (5x5 km ή υψηλότερη διακριτοποίηση). Βασικά δεδομένα εισόδου του μοντέλου CAMx είναι τα δεδομένα εκπομπών που θα υπολογιστούν στο πλαίσιο του έργου. Η ποσοτικοποίηση των εκπομπών ρύπων στην ατμόσφαιρα στην περιοχή της ανατολικής Μεσογείου, ειδικότερα μάλιστα με υψηλή ανάλυση στην περιοχή της Ελλάδας και με πολύ υψηλή ανάλυση στην Αττική, περιγράφεται στη συνέχεια.



Σχήμα 4. Παραδείγματα πρόγνωσης της συγκέντρωσης άλατος στο μοντέλο RAMS (πάνω αριστερά), ερημικής σκόνης στο μοντέλο NMM-DREAM (πάνω δεξιά) και παράδειγμα εντοπισμού της προέλευσης αερίων μαζών στο μοντέλο FLEXPART για τα Αντικύθηρα (κάτω)

Μοντελοποίηση εκπομπών γύρης από διαφορετικά είδη βλάστησης

Στο πλαίσιο του προτεινόμενου έργου θα μοντελοποιηθούν οι εκπομπές γύρης από τα διαφορετικά είδη βλάστησης που εμφύουν στην περιοχή μελέτης και συνεισφέρουν στην επιβάρυνση της ατμόσφαιρας με αλλεργιογόνο γύρη (πχ αγρωστώδη, ελιά, κυπαρίσσι, περδικάκι κα). Η μοντελοποίηση των εκπομπών θα πραγματοποιηθεί σύμφωνα με τα παρακάτω βασικά μεθοδολογικά βήματα:

α) Δημιουργία χωρικής βάσης δεδομένων δυναμικού γύρης

Στο πλαίσιο της πρότασης θα δημιουργηθεί για πρώτη φορά χαρτογραφική αποτύπωση του δυναμικού γύρης της βλάστησης στην Ελλάδα, και με υψηλότερη ανάλυση στην περιοχή της Αττικής. Για το σκοπό αυτό θα χρησιμοποιηθούν ή θα υπολογιστούν τα παρακάτω βασικά δεδομένα:

- χρήσεις γης: Ενδεικτική η βάση δεδομένων CORINE 2018 (χωρική ανάλυση 100 m),
- στατιστικά φυτοκάλυψης: Ο υπολογισμός τους θα περιλαμβάνει χρήση προϊόντων της Υπηρεσίας Copernicus Atmospheric Monitoring Service (CAMS) του Copernicus σε συνδυασμό με χωρικές βάσεις δεδομένων εμφάνισης των διαφορετικών ειδών βλάστησης (πχ η βάση δεδομένων δασικών δέντρων EUFOR17), με επιμέρους χαρακτηριστικά των ειδών βλάστησης (πχ διάμετροι της κορώνας και ύψος των δέντρων κλπ) και με μετεωρολογικά δεδομένα (θερμοκρασία και υετός),
- συντελεστές εκπομπής γυρεόκοκκων ανά είδος βλάστησης βάσει της διεθνούς βιβλιογραφίας (Wozniak and Steiner, 2017; Sofiev et al., 2017; Sofiev et al., 2013; Gómez-Casero, 2004; Molina et al., 1996 κ.α.).

β) Υπολογισμός των περιόδων γυρεοφορίας

Ο χρόνος έναρξης και λήξης της περιόδου των εκπομπών γύρης είναι ένα θέμα που απασχολεί την επιστημονική κοινότητα. Ανάμεσα στις παραμέτρους που την καθορίζουν είναι η μέση ετήσια θερμοκρασία της προηγούμενης χρονιάς. Στο πλαίσιο του έργου για τον υπολογισμό θα υιοθετηθεί το πιο αποτελεσματικό μοντέλο γυρεοφορίας (Pfaar et al., 2017; Wozniak and Steiner, 2017).

B2.4 Ανάπτυξη προγραμματιστικού εργαλείου υπολογισμού εκπομπών

Φυσικές εκπομπές

Θα αναπτυχθεί προγραμματιστικό εργαλείο για τον τελικό υπολογισμό των ωριαίων εκπομπών γύρης. Ο υπολογισμός θα στηρίζεται στη διεθνή βιβλιογραφία και εμπειρία ειδικότερα μάλιστα στις μελέτες των Wozniak and Steiner (2017), Liu et al. (2015), Sofiev et al. (2013) και Helbig et al. (2004). Οι εκπομπές θα οδηγούνται από τα μετεωρολογικά δεδομένα του μοντέλου Weather Research and Forecasting Model (WRF) (Skamarock et al., 2008). Το προγραμματιστικό εργαλείο θα ενσωματωθεί στο μοντέλο φυσικών εκπομπών Natural Emissions Model (NEMO) (Liora et al., 2015; Kontos et al., 2018). Το μοντέλο φυσικών εκπομπών NEMO, με τη χρήση των μετεωρολογικών πεδίων του WRF, θα παράγει τις εκπομπές γύρης, σκόνης, θαλάσσιου άλατος και πτητικών οργανικών ενώσεων (εκτός μεθανίου) από τη βλάστηση. Το NEMO έχει χρησιμοποιηθεί για τη μελέτη των φυσικών εκπομπών σε ευρωπαϊκό

επίπεδο (Liora et al., 2016), ενώ πρόσφατα επικαιροποιήθηκε για να παρέχει εκπομπές σκόνης από ερημικές/ημι-ερημικές περιοχές, όπως η Μέση Ανατολή (Kontos et al., 2018).

Ανθρωπογενείς εκπομπές

Οι ανθρωπογενείς εκπομπές θα υπολογιστούν με τη χρήση του NEMO για τους αέριους ρύπους CO, NO_x, SO₂, NMVOCs, PM₁₀, PM_{2.5} χρησιμοποιώντας την ετήσια ευρωπαϊκή βάση εκπομπών του Ολλανδικού Οργανισμού Εφαρμοσμένης Επιστημονικής Έρευνας (TNO) στο πλαίσιο του CAMS (Kuenen et al., 2014). Πιο συγκεκριμένα, θα γίνει επεξεργασία των δεδομένων των ανθρωπογενών εκπομπών έτσι ώστε οι εκπομπές να αναλυθούν χωρικά και χρονικά για τις περιοχές μελέτης. Επιπλέον, θα γίνει χημικός διαχωρισμός των PM₁₀, PM_{2.5} και NMVOCs χρησιμοποιώντας χημικά προφίλ από το TNO. Σχετικά με το όζον, εκτός από την τοπική φωτοχημικά παραγωγή, στην Ελλάδα και την ανατολική Μεσόγειο υπάρχει και ισχυρή κατακόρυφη επίδραση του τροποσφαιρικού όζοντος στις μετρήσεις του όζοντος επιφανείας καθώς και οριζόντια μεταφορά σε μεγάλες αποστάσεις φωτοχημικά παραγομένου όζοντος. Γενικότερα, σημαντικό ρόλο στις ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις μπορεί να παίξει και η μεταφορά από μεγάλες αποστάσεις. Για το λόγο αυτό οι προγνώσεις θα λαμβάνουν υπόψη τους και την μεγάλης κλίμακας μεταφορά (long-range transport) σωματιδίων σκόνης, γύρης και ανθρωπογενών ρύπων από περιοχές εκτός της περιοχής μελέτης, όπως αυτή παρέχεται από τα παγκόσμια μοντέλα CAMS και WACCM.

Οι φυσικές και ανθρωπογενείς εκπομπές θα χρησιμοποιηθούν ως δεδομένα εισόδου στα εξής ατμοσφαιρικά και φωτοχημικά προγνωστικά μοντέλα τοπικής κλίμακας με δυνατότητα υπολογισμού της χωροχρονικής διασποράς των σωματιδίων γύρης, σκόνης, άλατος, βιογενών και ανθρωπογενών ρύπων για τον ευρύτερο ελλαδικό χώρο: CAMx (Ramboll 2014; Poupkou et al., 2010), WRF-CHEM (Grell et al., 2005; Solomos et al., 2018), FLEXPART-WRF (Brioude et al., 2013; Solomos et al., 2015,2019a), RAMS (Cotton et al., 2003; Solomos et al., 2011,2012,2017), NMM (Nickovic et al., 2001; Solomos et al., 2019b); SILAM (Sofiev et al., 2015).

B2.5 Επιχειρησιακή πρόγνωση ποιότητας της ατμόσφαιρας στο λεκανοπέδιο Αττικής

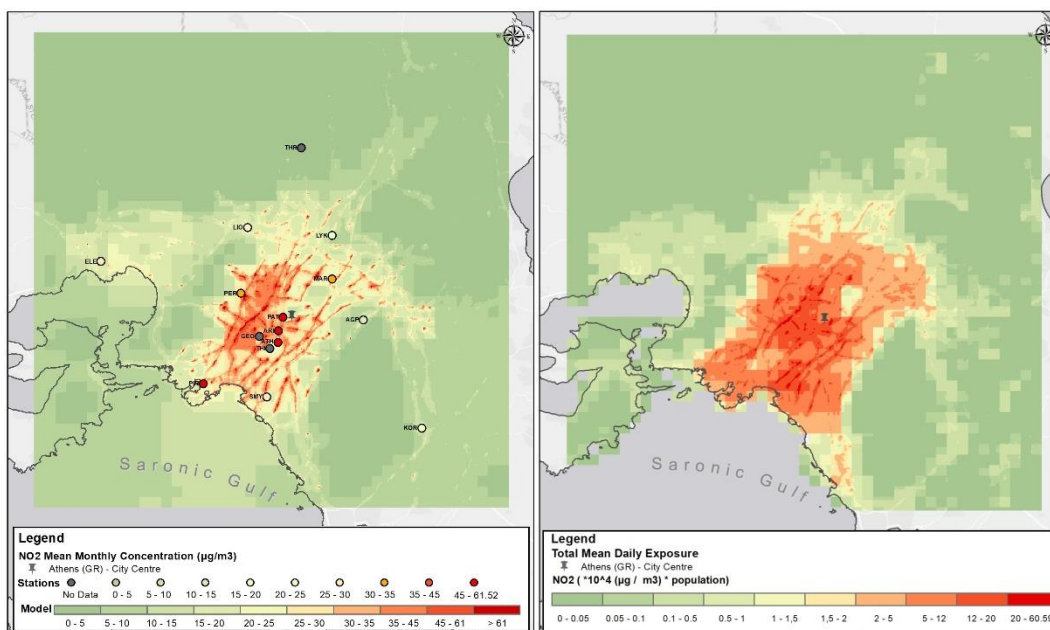
Μοντέλο αστικής κλίμακας προσομοίωσης ποιότητας της ατμόσφαιρας σε υψηλή χωρική ανάλυση

Για την επιχειρησιακή πρόγνωση ποιότητας της ατμόσφαιρας στο λεκανοπέδιο Αττικής προτείνεται να χρησιμοποιηθεί το φωτοχημικό μοντέλο διασποράς EPISODE-CityChem, το οποίο παρέχει δεδομένα συγκεντρώσεων 20 ατμοσφαιρικών ρύπων σε υψηλή χωρο-χρονική ανάλυση (100x100 μ, ανά 1 ώρα). Το σύστημα προσομοίωσης αποτελείται από ένα αστικό μοντέλο διασποράς τύπου Euler (Hamer et al., 2019), στο οποίο είναι συζευγμένη η επέκταση CityChem (Karl et al., 2019), με τη βοήθεια της οποίας προσομοιώνεται η φωτοχημεία στην ατμόσφαιρα, διεργασία η οποία είναι ιδιαίτερα έντονη στις αστικές περιοχές αυξημένης ηλιοφάνειας, όπως η Αττική. Το EPISODE-CityChem προσομοιώνει

συνολικά 70 αέριους ρύπους και 2 σωματιδιακά κλάσματα, επιλύει την ατμοσφαιρική κυκλοφορία στις αστικές χαράδρες, χειρίζεται τη διασπορά των πλουμίων που εκλύονται από σημειακές πηγές και εφαρμόζει τοπική φωτοχημεία εντός του κάθε κελιού, σε χωρική ανάλυση 100x100 μ.

Η περιοχή στην οποία θα εφαρμοστεί υπερκαλύπτει τον αστικό ιστό της Περιφέρειας Αττικής, και η εισρέουσα ατμοσφαιρική ρύπανση στην περιοχή προσομοίωσης ανά ώρα λαμβάνεται υπόψη μέσω οριακών συνθηκών, που λαμβάνονται από τις προσομοιώσεις της υπηρεσίας CAMS (reanalysis data) του Copernicus. Τα μετεωρολογικά δεδομένα της ευρύτερης περιοχής λαμβάνονται από το ECMWF (ERA5 data) και παρέχονται μέσω του αριθμητικού ατμοσφαιρικού μοντέλου TAPM, σε χωρική ανάλυση 1 τετραγωνικού χιλιομέτρου. Οι εκπομπές αέριας ρύπανσης προέρχονται αρχικά από τη βάση CAMS, αλλά αναπροσαρμόζονται στην υψηλή χωρική ανάλυση σύμφωνα με μεθοδολογία που περιγράφεται στην επόμενη Ενότητα.

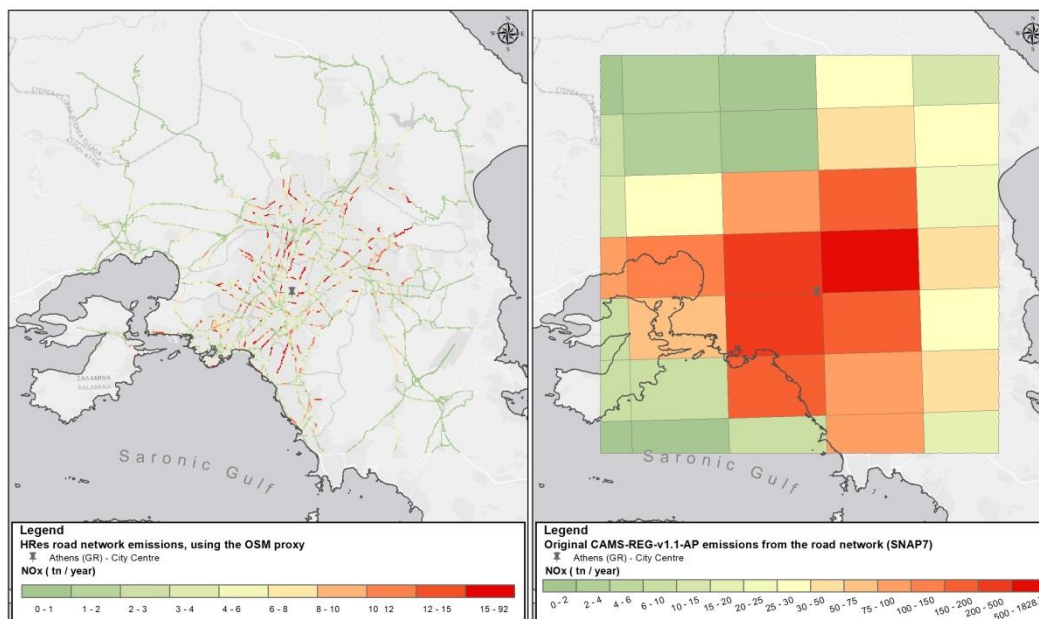
Το μοντέλο εξάγει δεδομένα για όλους τους ρύπους για τους οποίους υπάρχουν όρια βάσει νομοθεσίας (O_3 , NO, NO_2 , SO_2 , CO, $PM_{2.5}$, PM_{10}), καθώς και για επιπλέον χημικές ενώσεις υψηλής σημαντικότητας και για την υγεία (H_2SO_4 , H_2O_2 , N_2O_5 , HNO_3 και 10 ενώσεις των NMVOCs). Τα δεδομένα παρέχονται ως συγκεντρώσεις μάζας ($\mu g\ m^{-3}$) και εκτείνονται πάνω από το οριακό στρώμα (24 στρώματα από την επιφάνεια έως 3.7 km υψόμετρο). Προκειμένου για την απευθείας διασύνδεση των συγκεντρώσεων με τις επιπτώσεις στην υγεία, χρησιμοποιούνται δεδομένα πληθυσμιακής πυκνότητας και υπολογίζεται γεωχωρικά η έκθεση του γενικού πληθυσμού. Στο Σχήμα 5 παρουσιάζεται παράδειγμα που αφορά στο ρύπο διοξείδιο του αζώτου NO_2 .



Σχήμα 5. Αποτελέσματα του μοντέλου EPISODE-CityChem για την ευρύτερη περιοχή του λεκανοπεδίου Αττικής, τον Δεκέμβριο 2018. Μέσες μηνιαίες συγκεντρώσεις NO_2 (αριστερά, οι τιμές από τις αντίστοιχες μετρήσεις απεικονίζονται στα σημεία). Έκθεση του πληθυσμού στις μέσες μηνιαίες συγκεντρώσεις NO_2 (δεξιά).

Εργαλείο υπολογισμού εκπομπών υψηλής χωρικής ανάλυσης με τη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών

Για την εφαρμογή του μοντέλου αστικής κλίμακας απαιτούνται δεδομένα εισόδου αέριων εκπομπών εξίσου υψηλής χωρικής ανάλυσης. Για το σκοπό αυτό θα χρησιμοποιηθεί και προσαρμοσθεί στις ανάγκες του έργου ένα εργαλείο το οποίο έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του έργου «έξυπνων πόλεων» SMURBS/H2020, το οποίο παρέχει τη δυνατότητα λεπτομερούς παραγωγής και χαρτογράφησης, δεδομένων εκπομπών για σημειακές (βιομηχανίες, εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας κλπ), γραμμικές (π.χ. οδικές αρτηρίες) και επιφανειακές (αεροδρόμια, λιμάνια, καλλιέργειες, βιομηχανίες, μονάδες επεξεργασίας αποβλήτων κλπ) πηγές, για οποιαδήποτε πόλη (ή περιοχή) της Ευρώπης, στην επιθυμητή χωρική ανάλυση. Τα δεδομένα εισόδου που χρησιμοποιεί είναι η βάση εκπομπών CAMS-REG (χωρικής ανάλυσης περίπου 7 τ.χλμ.) τα οποία αποδίδονται σε κελιά 1 τ.χλμ. χρησιμοποιώντας χωρικές και άλλες μεταβλητές υψηλής χωρικής ανάλυσης (Global Human Settlement population data, OpenStreetMap data, CORINE2018). Πέραν της πρόγνωσης της ποιότητας της ατμόσφαιρας το εργαλείο δύναται να χρησιμοποιηθεί και για την αύξηση της χωρικής ανάλυσης των εκπομπών της γύρεως για τη βελτίωση της πρόγνωσης της στο λεκανοπέδιο Αττικής. Στο Σχήμα 6 που ακολουθεί περιγράφεται παράδειγμα εφαρμογής της μεθοδολογίας για τις εκπομπές των οξειδίων του αζώτου (NOx).



Σχήμα 6. Ρυθμοί εκπομπής NOx στην περιοχή της Αττικής, σε χωρική ανάλυση περίπου 7 τ.χλμ. σύμφωνα με τη βάση CAMS (αριστερά) και με τη μορφή γραμμικών πηγών, όπως αποδίδονται από το εργαλείο του καλύτερου χωρικού προσδιορισμού τους (δεξιά).

Οι προγνώσεις του συστήματος των μοντέλων θα παρέχονται με τη μορφή χαρτών ποιοτικού χαρακτηρισμού επιβάρυνσης της ατμόσφαιρας σε κάποιο ρύπο (πχ low, moderate, high, very high) για χρονικό ορίζοντα 5 ημερών ώστε να είναι φιλικές για τους χρήστες αλλά και με τη μορφή ποσοτικών χαρτών ώστε να είναι χρήσιμες για τους ειδικούς.

B3. Σύστημα ατμοσφαιρικών μετρήσεων και δεδομένων

Δεδομένα παρατήρησης της σύστασης και της ποιότητας της ατμόσφαιρας θα αξιοποιηθούν στο πλαίσιο του έργου για τη συνεχή παρακολούθηση των παραμέτρων ευζωίας και για τη βελτιστοποίηση των προγνώσεων. Οι παρατηρήσεις περιγράφονται παρακάτω:

Εξειδικευμένες μετρήσεις αέριας ρύπανσης στην Περιφέρεια Αττικής με χρήση:

1. Γυρεοπαγίδων συνεχούς λειτουργίας που θα αγοραστούν στο πλαίσιο του έργου και θα εγκατασταθούν στην Περιφέρεια Αττικής με στόχο τη μέτρηση των επιπέδων γύρης σε σημεία με διαφορετικές κύριες πηγές.
2. Συστήματος lidar για την καταγραφή διαφορετικών ειδών γύρης και όλων των τύπων των αερολυμάτων σε 3 διαστάσεις με πολύ μεγάλη χωρο-χρονική ακρίβεια.
3. Αισθητήρα γύρης τύπου PS2 για την καταγραφή των συγκεντρώσεων και την ανάκτηση της πληροφορίας σχετικά με το μέγεθος, το σχήμα και τον αριθμό, τη σωματιδιακή μάζα και τις οπτικές ιδιότητες της ατμοσφαιρικής γύρης.
4. Μετρήσεις από διάφορες εθνικές και διεθνείς περιβαλλοντικές βάσεις δεδομένων.
5. Υπηρεσίες του Copernicus Atmospheric Monitoring Service (CAMS).
6. Δορυφορικά δεδομένα και δεδομένα τηλεπισκόπησης.
7. Μετρητές κυματικών συνθηκών AWAC στο Φαληρικό Δέλτα και τη Γλυφάδα.
8. Δεδομένα επισκεψιμότητας και εισαγωγών σε νοσοκομεία της Αττικής σχετιζόμενων με αναπνευστικές και αλλεργικές παθήσεις.
9. Συμπτώματα των χρηστών της Υπηρεσίας και τοποθεσία όπου αισθάνονται δυσφορία (crowd sourcing).

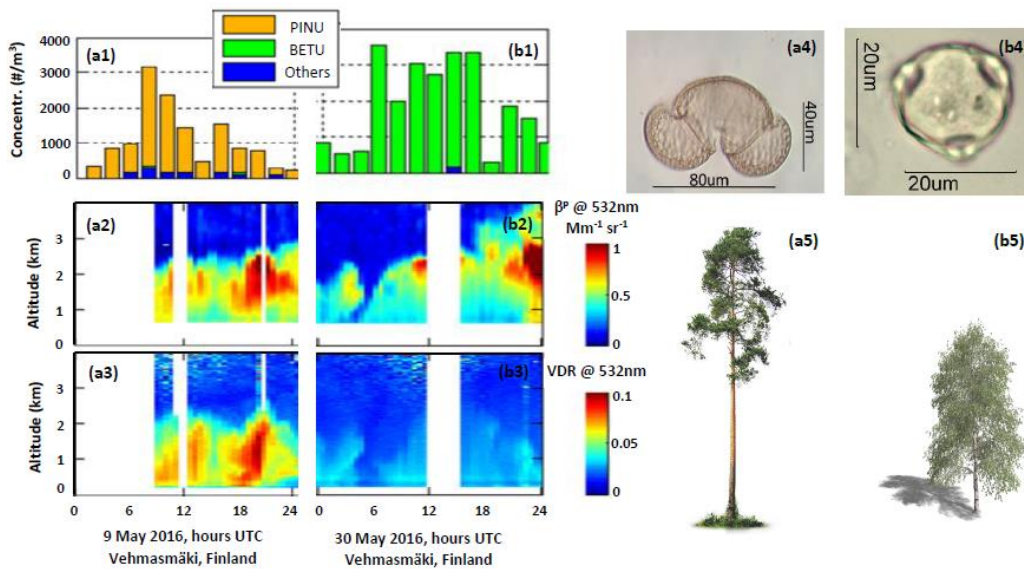


Σχήμα 7. Παράδειγμα οργάνου καταμέτρησης γύρης (γυρεοπαγίδα)

B3.1 Παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο των συγκεντρώσεων γύρης

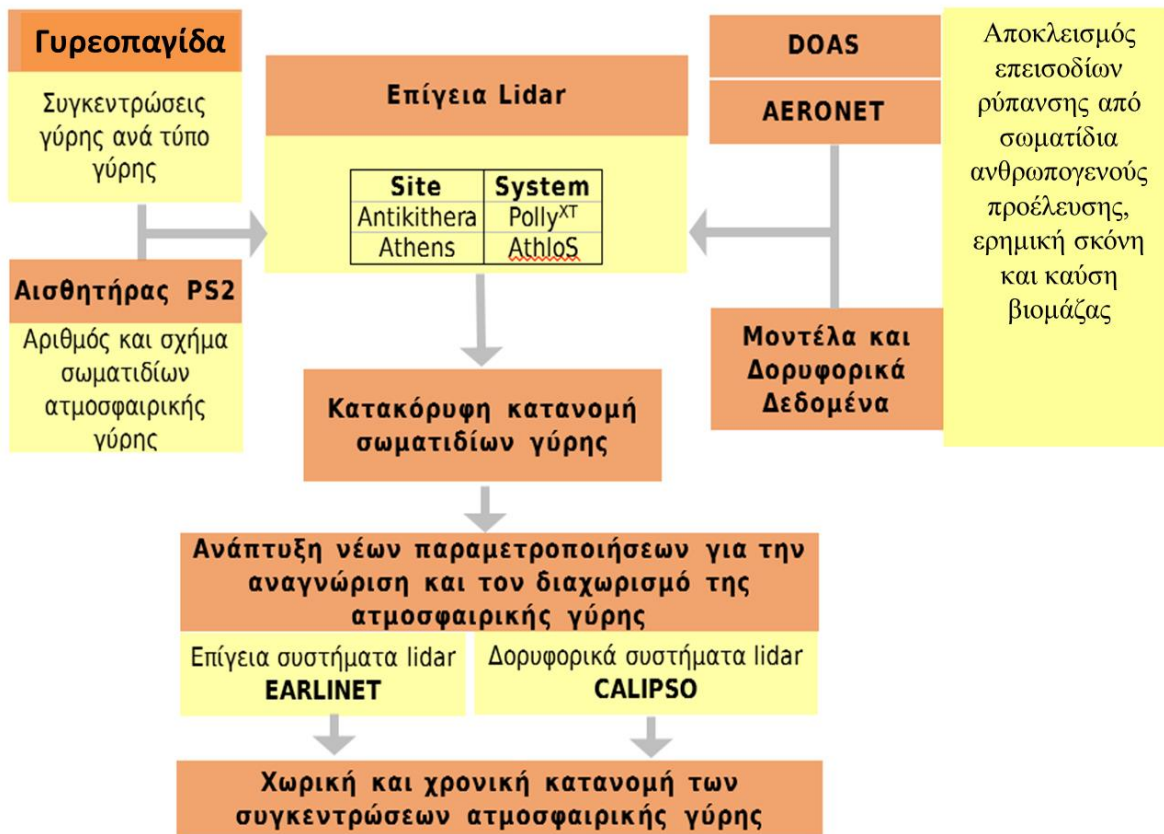
Ανάκτηση γύρης από σωματιδιακά συστήματα lidars και χρήση συμβατικών συστημάτων επιτόπιας μέτρησης

Πρόσφατα έχει εμφανιστεί αυξανόμενο ενδιαφέρον για την ανίχνευση και την ποσοτικοποίηση της ατμοσφαιρικής γύρης μέσω της τεχνικής lidar. Έχει παρατηρηθεί ότι η μη σφαιρική γύρη παράγει ισχυρή αποπόλωση και έτσι μπορούν να ανακτηθούν οι πληροφορίες για το σχήμα των σωματιδίων. Απουσία άλλων αποπολωτικών, μη σφαιρικών σωματιδίων, ο γραμμικός λόγος αποπόλωσης σωματιδίων έχει βρεθεί ότι είναι ένα εξαιρετικό εργαλείο για την παρακολούθηση των κόκκων γύρης. Μέχρι στιγμής, οι μετρήσεις βασίζονται σε μεμονωμένες περιπτώσεις (πχ Σχήμα 8) ή σε μικρές περιόδους (πχ Giannakaki et al., 2018 Richardson et al, 2019) και δεν έχει πραγματοποιηθεί ποτέ διαχωρισμός ή παραμετροποίηση μεταξύ διαφορετικών ειδών γύρης.



Σχήμα 8. Συγκεντρώσεις γύρης στο έδαφος για το πεύκο (a1) και τη σημύδα (b1). Συντελεστής οπισθοσκέδασης στα 532 nm (a2, b2) και συντελεστής αποπόλωσης (a2, b2) στα 532 nm (a3, b3) για μια περίπτωση πεύκου και σημύδας. Μικροφωτογραφίες ατμοσφαιρικής γύρης για πεύκο (a4) και σημύδα (b4). Τα αντίστοιχα δέντρα παρουσιάζονται επίσης (a5) και (b5) αντίστοιχα.

Για το λόγο αυτό απαιτούνται περισσότερες συνεχείς μετρήσεις κατακόρυφης κατατομής προκειμένου να ληφθούν περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τη διανομή διαφορετικών τύπων γύρης στην ατμόσφαιρα. Συνδυάζοντας επιτόπιες μετρήσεις συλλογής γύρης, μετρήσεις σε πραγματικό χρόνο φυσικών και οπτικών ιδιοτήτων γύρης (εδάφους και αεροσκαφών με drones) και μετρήσεις lidar προτείνουμε την ανάπτυξη μιας νέας μεθοδολογίας για την ανίχνευση και ποσοτικοποίηση της ατμοσφαιρικής γύρης. Η προτεινόμενη μεθοδολογία παρουσιάζεται σχηματικά στο επόμενο διάγραμμα.



Διάγραμμα μεθοδολογίας για την ανάκτηση της χωρικής και χρονικής κατανομής των συγκεντρώσεων γύρης

Τα υπάρχοντα δεδομένα lidar με τη συνδυαστική χρήση επίγειων δεδομένων αποτελούν τη βάση για την αναγνώριση παραμετροποιήσεων ώστε να παραχθούν ειδικά χαρακτηριστικά ειδών γύρης από τα δεδομένα lidar. Η ανίχνευση και ποσοτικοποίηση των στρωμάτων ατμοσφαιρικής γύρης θα πραγματοποιηθεί με βάση τη μεθοδολογία Bohlmann et al. (2019), ενώ ο διαχωρισμός της από τα υπόλοιπα σωματίδια θα γίνει σύμφωνα με τη μεθοδολογία που προτάθηκε από τον Tesche et al. (2008). Για να υλοποιηθεί ο διαχωρισμός απαιτείται η γνώση των οπτικών ιδιοτήτων των σωματιδίων αμιγούς ατμοσφαιρικής γύρης για καθέναν από τους τύπους των αιωρούμενων σωματιδίων, ο οποίος θα υλοποιηθεί με βάση την πρόσφατη ανεπτυγμένη μεθοδολογία Shang et al. (2020). Στη συνέχεια οι νέες παραμετροποιήσεις είναι δυνατόν να εφαρμοσθούν σε ευρωπαϊκό επίπεδο μέσω του δικτύου EARLINET και του δορυφορικού συστήματος CALIPSO ώστε να ανακτηθεί η χωρική και χρονική κατανομή της γύρης σε διαφορετικές τοποθεσίες στην Ευρώπη.

Διαχωρισμός γύρης από τα υπόλοιπα είδη αιωρούμενων σωματιδίων

Τα συστήματα τηλεπισκόπησης αποτελούν μια αποτελεσματική μέθοδο για τη διερεύνηση της κατακόρυφης κατανομής των αερολυμάτων, καθώς επιτρέπουν μετρήσεις με υψηλή χωρική και χρονική ανάλυση. Πρόσφατα, η τεχνική lidar (lidar αποπόλωσης, lidar φθορισμού) χρησιμοποιήθηκε για την παρακολούθηση κόκκων γύρης (Sicard et al., 2016; Bohlmann et al., 2019; Richardson et al., 2019), παρέχοντας πληροφορίες σχετικά με την κατακόρυφη κατανομή διάφορων τύπων γύρης και των χαρακτηριστικών της. Τα σωματίδια της γύρης, λοιπόν, μπορεί να ταυτοποιηθούν σύμφωνα με το φάσμα φθορισμού και το σήμα σκέδασής τους.

Αν και πολλοί τύποι γύρης έχουν κανονικά σχήματα (κυκλικά, σφαιρικά, κλπ.), αυτά δεν θεωρούνται σφαιρικά σωματίδια ως προς τη σκέδαση του φωτός, επειδή δεν δημιουργούν τα μοτίβα Mie που θα αναμένονταν από μια σφαίρα ισοδύναμου μεγέθους. Ο λόγος έγκειται στις επιφανειακές ατέλειες των κόκκων γύρης και στους ανομοιογενείς δείκτες διάθλασης μέσα στους κόκκους. Επομένως, η γύρη διαχωρίζεται από τους υπόλοιπους τύπους σφαιρικών σωματιδίων χάρη στις δυνατότητες αποπόλωσης. Ως λόγος αποπόλωσης ορίζεται ο λόγος της συνιστώσας του κάθετα πολωμένου φωτός προς τη συνιστώσα του παράλληλα πολωμένου φωτός σε ένα μήκος κύματος και είναι ενδεικτικός του σχήματος των σωματιδίων, επιτρέποντας τη διάκριση μεταξύ των μη-σφαιρικών σωματιδίων και των ανθρωπογενών σωματιδίων, που εμφανίζουν σχεδόν αμελητέα αποπόλωση της ακτινοβολίας.

Γενικά, η ύπαρξη σωματιδίων από ένα σύστημα lidar ταυτοποιείται με τις αυξημένες τιμές του συντελεστή οπισθοσκέδασης, ενώ η ταυτοποίηση των σωματιδίων της μη σφαιρικής γύρης μπορεί υπό ορισμένες συνθήκες να πραγματοποιηθεί μέσω του λόγου αποπόλωσης, ο οποίος φτάνει σε τιμές έως και 33% για την κατηγορία γύρης σημύδας (Birch Pollen) (Cao et al., 2010). Όταν υπάρχει απουσία άλλων αποπολωτικών σωματιδίων (ηφαιστειακής σκόνης και ερημικής σκόνης), τα οποία συνήθως καταγράφονται σε μεγαλύτερα ύψη (εκτός του Ατμοσφαιρικού Οριακού Στρώματος), η κατακόρυφη κατανομή του λόγου αποπόλωσης που υπολογίζεται από το σύστημα lidar μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση των κόκκων γύρης και στο διαχωρισμό τους από άλλες πηγές σωματιδίων (π.χ. σωματίδια θαλάσσιας προέλευσης, ηπειρωτικά σωματίδια, σωματίδια καύσης, τέφρα, κλπ.). Παράλληλα, ο λόγος αποπόλωσης lidar σε συνδυασμό και με τις υπόλοιπες οπτικές πληροφορίες που παρέχει μια διάταξη lidar, ενδεικτικές του μεγέθους των κόκκων γύρης, όπως πχ λόγος lidar, εκθέτης Ångström οπισθοσκέδασης, εκθέτης Ångström εξασθένησης, βοηθούν στην ταυτοποίηση των σωματιδίων γύρης και στο διαχωρισμό τους από τα υπόλοιπα σωματίδια.

Τεχνική τηλεπισκόπησης laser με βάση το φθορισμό (Fluorescence lidar-LIF)

Η τεχνική τηλεπισκόπησης laser που βασίζεται στην τεχνική καταγραφής του φθορισμού από τα σωματίδια γύρης (τεχνική Fluorescence lidar-LIF) και την κατηγοριοποίηση των διαφόρων τύπων της, αναπτύχθηκε το 2019 στην Ελλάδα από το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ)-Εργαστήριο Οπτοηλεκτρονικής, Lasers και Εφαρμογών τους (EOLE), σε συνεργασία με την ελληνική εταιρεία Raymetrics AE και τη γερμανική εταιρεία Licel GmbH (Richardson et al., 2019). Η τεχνική αυτή

στηρίζεται στην εκπομπή παλμικής ακτινοβολίας υπεριώδους ακτινοβολίας laser, η οποία, αλληλοεπιδρώντας με διάφορα σωματίδια γύρης, προκαλεί ακτινοβολία φθορισμού, η οποία τελικά ανιχνεύεται από ένα «οπτικό σύστημα» τηλεσκοπίου-φασματομέτρου, καταγράφοντας ταυτόχρονα τις συνεισφορές των διαφόρων σωματιδίων γύρης (Σχήμα 9-αριστερά). Εν τέλει, το σύστημα LIF-Lidar επιτρέπει τη χωρική και ποιοτική/ποσοτική καταγραφή διαφόρων ειδών γύρης (πεύκου, ελιάς κυπαρισσιού, γρασιδιού, κλπ.) με πολύ μεγάλη χωρική ακρίβεια (30m) (Richardson et al., 2019), ακόμα και σε 3-διάστατους ατμοσφαιρικούς όγκους (Σχήμα 9-μέσον). Η χρήση της τεχνικής αυτής περιορίζεται στις απογευματινές-βραδινές-πολύ πρωινές ώρες της ημέρας, λόγω της ύπαρξης έντονου ηλιακού υποβάθρου κατά τη διάρκεια της ημέρας. Παράλληλα, όμως, με τις μετρήσεις της γύρης, το σύστημα lidar που θα αναπτυχθεί θα είναι ικανό να παρέχει 3-διάστατη κατανομή της συγκέντρωσης διαφόρων τύπων σωματιδίων (π.χ. ερημικά, τέφρα, καύσης βιομάζας, αστικά, κλπ.) τόσο σε ημερήσιες, όσο και νυκτερινές μετρήσεις. Ένα παράδειγμα ποιοτικής/ποσοτικής καταγραφής διαφόρων ειδών γύρης (πεύκου, ελιάς κυπαρισσιού, γρασιδιού, κλπ.) και ερημικής σκόνης παρουσιάζεται στο Σχήμα 9-δεξιά.



Σχήμα 9. Αριστερά: Αρχή λειτουργίας συστήματος lidar για την καταγραφή της γύρης σε 3 διαστάσεις (Richardson et al., 2019). Μέσον: Σύστημα lidar 3-διάστατης σάρωσης (Raymetrics A.E.). Δεξιά: Ποιοτική/ποσοτική καταγραφή διαφόρων ειδών γύρης (πεύκου, ελιάς κυπαρισσιού, γρασιδιού, κλπ.) και ερημικής σκόνης (Richardson et al., 2019).

B3.2 Μετρήσεις σωματιδίων θαλάσσιας προέλευσης

Η θραύση κυμάτων κοντά στην ακτή παράγει αεροζόλ με σωματίδια από 140-3000nm από τα σπρίντ που εκλύονται, όταν φυσαλίδες διασπώνται και μεταφέρουν επιφανειακούς ρύπους στην ατμόσφαιρα. Τα σωματίδια αυτά έχουν σημαντική επίπτωση στις ατμοσφαιρικές συνθήκες ειδικότερα για περιοχές με εκτεταμένη ακτογραμμή όπως είναι η Περιφέρεια Αττικής. Για το λόγο αυτό θα εγκατασταθούν δύο πλωτοί μετρητές κυματικών συνθηκών AWAC στο Φαληρικό Δέλτα και τη Γλυφάδα. Οι συγκεκριμένες μετρήσεις θα χρήσουν διμηνιαίες επισκέψεις στους μετρητές για συντήρηση και έλεγχο του πλωτού

σταθμού με τη χρήση πλωτού μέσου και καταδυτικού εξοπλισμού. Οι πλωτές αυτές πλατφόρμες θα είναι εφοδιασμένες με φασματογράφο, επιτυγχάνοντας την ταυτόχρονη μέτρηση των εκπομπών sea-spray και του κυματισμού (Gao et al. 2015). Παράλληλα με τις μετρήσεις αεροζόλ, θα γίνει προσπάθεια μέτρησης και των φυσαλίδων (μεγαλυτέρων από 50μm) που παράγονται από τη θραύση των κυμάτων με σκοπό τη μελέτη του φάσματος των φυσαλίδων και των μεγεθών των σωματιδίων. Το αποτέλεσμα θα είναι η ποσοτική εκτίμηση του ποσοστού των θαλασσίων αεροζόλ από τα σπρέι στην ατμόσφαιρα του λεκανοπεδίου και ο προσδιορισμός ορίων επιφυλακής σε σχέση με τις κυματικές συνθήκες μέσω της συσχέτισης των κυματισμών με τα ατμοσφαιρικά σωματίδια. Οι συνθήκες αυτές είναι προβλέψιμες από μετεωρολογικές εκτιμήσεις, αλλά τα υπάρχοντα υπολογιστικά μοντέλα δεν επιτρέπουν με ακρίβεια τον ποσοτικό προσδιορισμό του φάσματος των σωματιδίων ιδιαίτερα κοντά στην ακτογραμμή.

B3.3 Μετρήσεις ηλιακής ακτινοβολίας και αέριων ρύπων

Ατμοσφαιρικές παράμετροι όπως είναι τα αερολύματα, τα σύννεφα, οι υδρατμοί και διάφορα αέρια σε ίχνη εξασθενούν τη φασματική ηλιακή ακτινοβολία. Η φασματική ηλιακή ακτινοβολία είναι σημαντική για διάφορες εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας με σημαντική επιστημονική, οικονομική και κοινωνική απήχηση. Προτείνεται μια λεπτομερής μελέτη της επίδρασης των ατμοσφαιρικών παραμέτρων στη μεταβλητότητα της φασματικής ηλιακής ακτινοβολίας με σκοπό την αξιολόγηση και τη βελτίωση δεικτών που σχετίζονται με την υγεία, τη γεωργία και τη θάλασσα. Η έρευνα βασίζεται σε συντονισμένες μετρήσεις ηλιακής ακτινοβολίας από υψηλής ποιότητας επίγεια ακτινομετρικά όργανα που λειτουργούν στην Αθήνα. Η καινοτομία του έργου έγκειται στον εμπλουτισμό των γνώσεών μας για τη μεταβλητότητα της φασματικής ηλιακής ακτινοβολίας και στη χρήση της για τη βελτίωση του υπολογισμού διαφόρων περιβαλλοντικών δεικτών όπως παρουσιάζεται παρακάτω.

Σημαντικές βιολογικές διεργασίες που σχετίζονται με την ηλιακή ακτινοβολία είναι ο καρκίνος του δέρματος (δείκτης υπεριώδους ακτινοβολίας), ο καταρράκτης στα μάτια, οι βλάβες στο DNA, η παραγωγή βιταμίνης D, η φωτοσύνθεση των φυτών και η ανάπτυξη του φυτοπλαγκτόν. Οι βιολογικές διεργασίες εξαρτώνται από την εξασθένηση της φασματικής ακτινοβολίας σε συγκεκριμένες φασματικές περιοχές και επομένως είναι ευαίσθητες στις διακυμάνσεις των ατμοσφαιρικών παραμέτρων. Οι καθιερωμένοι δείκτες που σχετίζονται με τις παραπάνω βιολογικές διεργασίες είναι απλοποιημένοι δείκτες που είναι διαθέσιμοι στο ευρύ κοινό. Οι δείκτες αυτοί ορίζονται από το ολοκλήρωμα συγκεκριμένων περιοχών μήκους κύματος της φασματικής ηλιακής ακτινοβολίας όταν πολλαπλασιαστούν με έναν κατάλληλο φασματικό συντελεστή. Η υπολογιζόμενη ακρίβεια των καθιερωμένων δεικτών θα εκτιμηθεί σύμφωνα με τις πραγματικές μετρήσεις. Η φασματική μεταβλητότητα λόγω των μεταβολών των ατμοσφαιρικών παραμέτρων επηρεάζει άμεσα τον ορθό υπολογισμό τους. Θα υπολογίσουμε ποσοτικά την επίδραση κάθε ατμοσφαιρικής παραμέτρου στη μεταβλητότητά τους με βάση τις 12μηνες μετρήσεις και τις διαφοροποιήσεις με βάση τις ατμοσφαιρικές παραδοχές που χρησιμοποιούνται σήμερα.

Οι φασματικά σταθμισμένοι δείκτες της ηλιακής ακτινοβολίας έχουν απήχηση σε διάφορους διεπιστημονικούς τομείς που σχετίζονται με το οικοσύστημα. Ενδεικτικά, ο τομέας της υγείας συνδέεται άμεσα με τις βλάβες του DNA, την αποτελεσματική δόση βιταμίνης D και τη δημιουργία ερυθρήματος από την έκθεση του ανθρώπου στον ήλιο (δείκτης UV), για πολλές ευάλωτες πληθυσμιακές ομάδες π.χ. έγκυες γυναίκες, όπως περιγράφεται από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO, 2006). Ο γεωργικός τομέας εκμεταλλεύεται τη φωτοσυνθετικά ενεργή ακτινοβολία (PAR) για την ανάπτυξη των φυτών, ενώ ο ωκεανογραφικός τομέας μελετά την ηλιακή ακτινοβολία για το ρυθμό ανάπτυξης του φυτοπλαγκτόν. Έτσι, η μελέτη της φασματικής ηλιακής ακτινοβολίας και των ατμοσφαιρικών παραμέτρων που την επηρεάζουν είναι ζωτικής σημασίας για την ποιότητα των μεταβλητών που παρέχονται σε διάφορες επιστημονικές κοινότητες με διαφορετικές διεπιστημονικές πτυχές.

B3.4 Παρακολούθηση αέριων ρύπων υψηλής επικινδυνότητας

Επιπρόσθετα, προτείνεται η παρακολούθηση της μεταβλητότητας της αέριας ρύπανσης στο λεκανοπέδιο των Αθηνών με τη μέθοδο της φασματοσκοπίας διαφορικής οπτικής απορρόφησης (DOAS). Με την τεχνική αυτή μπορούν να λαμβάνονται ταυτόχρονες μετρήσεις διοξειδίου του θείου, όζοντος, μονοξειδίου του αζώτου, διοξειδίου του αζώτου, βενζολίου, τολουολίου, ξυλένιου, παραξυλολίου σε κατοικημένες ή σε απομακρυσμένες περιοχές. Τα τρία τελευταία έχουν καρκινογόνο δράση και πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχει έλλειψη μετρήσεων αυτών των ενώσεων στην Περιφέρεια Αττικής και στον ελλαδικό χώρο γενικότερα. Σκοπός είναι η γνώση των επιπέδων ρύπανσης από επικίνδυνες για την υγεία ενώσεις σε περιόδους με υψηλό φορτίο γύρης και άλλων αιωρούμενων σωματιδίων.

Η άνοιξη αποτελεί κρίσιμη εποχή από πλευράς συγκεντρώσεων αερολυμάτων με έξαρση τους μήνες Απρίλιο-Μάιο που αντιστοιχούν στο μέσο της ανθοφόρας εποχής. Την άνοιξη λαμβάνουν χώρα συχνά επεισόδια μεταφοράς σκόνης από την έρημο Σαχάρα ενώ παράλληλα ευνοείται η μεταφορά θαλάσσιων αερολυμάτων αεροζόλ στο λεκανοπέδιο λόγω νοτιάδων, δηλαδή επιπρόσθετες διεργασίες που επιβαρύνουν την ατμόσφαιρα με αιωρούμενα σωματίδια πέραν από τη φυσική γύρη. Επιπλέον, αυξάνεται η ηλιακή ακτινοβολία και η ηλιοφάνεια και μαζί με αυτά αυξάνονται τα επίπεδα της φωτοχημικής ρύπανσης με αυξημένα οξειδία του αζώτου, υδρογονάνθρακες και όζον σε ολόκληρη την Περιφέρεια Αττικής. Η νεφοκάλυψη μειώνεται την άνοιξη και μαζί με αυτήν μειώνονται οι βροχές, με αποτέλεσμα να μειώνεται ο ρυθμός αυτοκαθαρισμού της ατμόσφαιρας. Οι παραπάνω διεργασίες συμβάλλουν στην αύξηση των αιωρούμενων σωματιδίων στο λεκανοπέδιο των Αθηνών από φυσικές πηγές με δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία των κατοίκων της. Η ενημέρωση των πολιτών για τα επίπεδα των καρκινογόνων ρυπαντών σε περιόδους με αυξημένες συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων είναι σημαντικό στοιχείο για την προφύλαξη της υγείας τους, ιδιαίτερα για τις ευπαθείς ομάδες ανθρώπων με ασθενές ανοσοποιητικό σύστημα.

Η διερεύνηση της επίδρασης των ατμοσφαιρικών παραμέτρων στη μεταβλητότητα της φασματικής ηλιακής ακτινοβολίας, η αξιολόγηση των περιβαλλοντικών δεικτών που σχετίζονται με την υγεία, τη

γεωργία και τη θάλασσα, και η μελέτη της υψηλής επικινδυνότητας αέριων ρύπων στην Αθήνα θα πραγματοποιηθούν από το Κέντρο Επιπτώσεων του Περιβάλλοντος στην Υγεία του Ιδρύματος Ιατροβιολογικών Ερευνών της Ακαδημίας Αθηνών (ΙΙΒΕΑΑ) σε συνεργασία με τους συνεργαζόμενους φορείς. Το Κέντρο έχει ως κύριο στόχο τη συνεχή παρακολούθηση των επιπέδων της υπεριώδους ηλιακής ακτινοβολίας στο έδαφος, της ολικής στήλης του όζοντος (O_3), του διοξειδίου του θείου (SO_2) και του διοξειδίου του αζώτου (NO_2) καθώς και τις μετρήσεις αερίων συστατικών και μετεωρολογικών παραμέτρων που έχουν σχέση με το περιβάλλον και την υγεία (Diémoz et al., 2016; Eleftheratos et al., 2015; Raptis et al., 2015; Zerefos et al., 2009; Zerefos et al., 2012). Ο υπάρχων εξοπλισμός του Κέντρου αποτελείται από α) ένα φασματοφωτόμετρο τύπου Brewer MKIV για τη μέτρηση της φασματικής υπεριώδους ηλιακής ακτινοβολίας (UVB) και της ολικής στήλης των O_3 , SO_2 , NO_2 , β) ένα ακτινόμετρο πολλαπλών καναλιών τύπου NILU-UV για τη μέτρηση της υπεριώδους ηλιακής ακτινοβολίας (UVB, UVA) και της φωτοσυνθετικά ενεργής ακτινοβολίας (PAR), και γ) ένα πυρανόμετρο CM11 για τη μέτρηση της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας.

B3.5 Αξιολόγηση μοντέλων

Τα μετρητικά συστήματα τηλεπισκόπησης και επιτόπιων (in-situ) μετρήσεων θα χρησιμοποιηθούν για την εξακρίβωση και βελτιστοποίηση (fine tuning) των μοντέλων στο επίπεδο της Περιφέρειας για τις μετεωρολογικές παραμέτρους και την αέρια ρύπανση. Η κατακόρυφη δομή των στρωμάτων ατμοσφαιρικής γύρης θα αξιολογηθεί ώστε να διαπιστωθεί αν τα προγνωστικά μοντέλα αναπαράγουν σωστά τα στρώματα τόσο σε χρόνο όσο και σε ύψος. Επιπλέον η πρόγνωση θα αξιολογηθεί για τη σωστή αποτίμηση των συγκεντρώσεων ατμοσφαιρικής γύρης, χρησιμοποιώντας δεδομένα lidar σε πραγματικό χρόνο εφόσον οι μετρήσεις είναι συνεχείς και παρέχουν την ευκαιρία για ανίχνευση σε πραγματικό χρόνο των κατακόρυφων προφίλ γύρης με υψηλή χρονική και κατακόρυφη ανάλυση. Η εκτίμηση της κατακόρυφης δομής των συγκεντρώσεων ατμοσφαιρικής γύρης από οπτικά δεδομένα lidar απαιτεί γνώση κάταλληλων συντελεστών μετατροπής, οι οποίοι θα παραχθούν από τις μετρήσεις του αισθητήρα γύρης τύπου PS2 που θα πραγματοποιηθούν επίγεια αλλά και σε χαμηλό (0-2 km) υψόμετρο. Οι μετρήσεις αυτές θα αποτελέσουν το συνδετικό κρίκο μεταξύ των επίγειων συγκεντρώσεων ατμοσφαιρικής γύρης (γυρεοπαγίδες) και των δεδομένων τηλεπισκόπησης lidar για την ανάκτηση της κατακόρυφης πληροφορίας σχετικά με το μέγεθος, το σχήμα και τον αριθμό, τη σωματιδιακή μάζα και τις οπτικές ιδιότητες της ατμοσφαιρικής γύρης. Επιπρόσθετα τα δεδομένα των πλωτών συστημάτων AWAC θα χρησιμοποιηθούν για τη βαθμονόμηση και βελτιστοποίηση των αντίστοιχων αλγορίθμων υπολογισμού των εκπομπών sea spray στα ατμοσφαιρικά μοντέλα.

B3.6 Κλινική παρακολούθηση ασθενών με e-health

Στο πλαίσιο του έργου θα πραγματοποιηθεί στρατολόγηση, αξιολόγηση και προοπτική παρακολούθηση με χρήση e-health, ασθενών διαφόρων ηλικιών με κλινική αναπνευστική αλλεργία και γυρεοαλλεργία στις βασικές αλλεργιογόνες γύρεις της περιοχής (αγρωστώδη, παριετάρια, κυπαρίσσι, ελιά) ή ειδική αλλεργία σε μύκητες (αλτερνάρια, κλαδοσπόριο). Ανάλυση και περιγραφή της επίδρασης των πολλαπλών μετρούμενων παραμέτρων (κλιματολογικών, επιπέδου γύρεων και άλλων ρυπαντών) στην έκβαση αλλεργικών παθήσεων. Τα αποτελέσματα αυτά θα αποτελέσουν τη βάση στοχευμένης παρέμβασης από τη μεριά της Περιφέρειας για τη βελτίωση της υγείας των πολιτών της.

B4. Επίδραση υπεριώδους ακτινοβολίας στην υγεία (έλλειψη βιταμίνης D)

Μάθαμε ότι η βιταμίνη D υπάρχει και είναι σημαντική για την υγεία, με την πρώτη θεραπεία της ραχίτιδας το 1922, και, αργότερα, της οστεομαλάκυνσης στους ενήλικους. Η σημασία της βιταμίνης D στο μεταβολισμό και την υγεία των οστών είναι αδιαμφισβήτητη. Αλλά η πλειάδα των γονιδίων που επηρεάζει ξεπερνούν κατά πολύ τα γονίδια που έχουν να κάνουν με τα οστά. Πράγματι, επηρεάζει και γονίδια που εμπλέκονται στο γενικό μεταβολισμό, καθώς και στη λειτουργία του κεντρικού νευρικού, καρδιαγγειακού, και ανοσοποιητικού συστήματος, μεταξύ άλλων. Δεν υπάρχει ιστός στο σώμα μας που να μην έχει υποδοχείς για τη βιταμίνη D και η πολυσχιδής δράση της σε όλα τα συστήματα του οργανισμού επαληθεύεται και από την επίδρασή της στο πρωτέωμα του ανθρώπινου πλάσματος. Ομαλοποίηση των επιπέδων βιταμίνης D ασθενών με υποβιταμίνωση D οδήγησε σε αλλαγές των επιπέδων σε περίπου 400 από τις πάνω από 4.000 πρωτεΐνες που φυσιολογικά ανιχνεύονται στην κυκλοφορία. Έχουν δημοσιευθεί πολλές μελέτες που δείχνουν ότι χαμηλά επίπεδα 25-υδροξυ-βιταμίνης D στο αίμα, δηλαδή η υποβιταμίνωση D, σχετίζονται με σοβαρές παθολογίες έξω από το σκελετικό σύστημα: αυτές συμπεριλαμβάνουν όλα τα λεγόμενα «χρόνια μη μεταδιδόμενα νοσήματα», δηλ. παχυσαρκία, αντίσταση στην ινσουλίνη, δυσανοχή στη γλυκόζη, διαβήτη τύπου 2, δυσλιπιδαιμία, υπέρταση, καρδιαγγειακή νόσο, αυτο-άνοσες και αλλεργικές παθήσεις, κατάθλιψη, καθώς και ορισμένες λοιμώξεις και καρκίνοι. Υποβιταμίνωση D στην έγκυο επίσης σχετίζεται με επιπλοκές της κύησης και της γέννησης, όπως διαβήτης και υπερτασικές εκδηλώσεις της κύησης, πρόωρος τοκετός, επιπλοκές του τοκετού και πιθανά προβλήματα με το βρέφος και το παιδί.

Η βιταμίνη D προσλαμβάνεται με την τροφή και αποθηκεύεται στο λίπος σαν πρόδρομος ανενεργός ουσία ή προβιταμίνη ή ήδη ενεργοποιημένη από ζωικές τροφές. Για να γίνει πλήρως δραστική, η προβιταμίνη ενεργοποιείται στο δέρμα χρησιμοποιώντας ενέργεια που προσλαμβάνεται από την υπεριώδη ακτινοβολία Β του ήλιου (UVB). Στη συνέχεια, μεταβαίνει στο ήπαρ, όπου υδροξυλιώνεται στη θέση 25 και γίνεται 25-υδροξυ-βιταμίνη D, και κυκλοφορεί στο αίμα, όπου και τη μετράμε σαν βιο-δείκτη έλλειψης, ανεπάρκειας ή επάρκειας βιταμίνης D. Από τις δύο μορφές της βιταμίνης D3 ή D2, η

πρώτη έχει πολλή καλύτερη βιοδιαθεσιμότητα στον οργανισμό μας από τη δεύτερη και γι' αυτό η θεραπεία συνήθως γίνεται με βιταμίνη D3.

Οι κίνδυνοι και τα οφέλη από την υπεριώδη ακτινοβολία σχετίζονται σε μεγάλο βαθμό με την έκθεση στον ήλιο, τη συμπεριφορά, τον τύπο του δέρματος και την ηλικία του ανθρώπου (Dimakopoulos et al., 2019). Τα τελευταία χρόνια έχουν πραγματοποιηθεί σημαντικές μελέτες που πιστοποιούν την ανεπάρκεια βιταμίνης D σε ενήλικες αλλά και παιδιά στην Περιφέρεια Αττικής (Karageorgou et al., 2019). Σε όλες τις περιπτώσεις συνιστάται η παρακολούθηση των επιπέδων της βιταμίνης D, η οποία περιλαμβάνει τη βελτίωση της διατροφής, την αυξημένη αλλά ασφαλή έκθεση στον ήλιο και τη συμπληρωματική χρήση φαρμακευτικής αγωγής (Webb et al, 2018a).

Στο πλαίσιο αυτό, υπάρχει πια η δυνατότητα ανασύστασης δεδομένων για την υπεριώδη ακτινοβολία από κλιματολογίες αλλά και από δορυφορικές παρατηρήσεις, ώστε να υπολογίζονται και οι σταθμισμένες δόσεις (ερύθημα, βιταμίνη D). Για το σκοπό αυτό, οι υπολογιζόμενες δόσεις από δορυφορικά δεδομένα συγκρίνονται με τις επίγειες μετρήσεις, ώστε αν αυξηθεί η αξιοπιστία τους και να βρεθούν οι εποχικές διαφορές αλλά και οι διακυμάνσεις σε επιμέρους περιοχές (Kazantzidis et al., 2015). Επίσης, τα δεδομένα σχετικά με τη διαθέσιμη υπεριώδη ακτινοβολία μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μαθηματικά μοντέλα για την πρόβλεψη των επιπέδων της βιταμίνης D, καθώς και την επίδραση των αλλαγών στις διατροφικές συνήθειες που περιέχουν βιταμίνη D, σε διάφορες ηλικιακές ομάδες με σκοπό να υπάρξουν προτάσεις και στρατηγικές για την πρόληψη της ανεπάρκειας βιταμίνης D με ενίσχυση της διατροφής (Cashman et al., 2015 O' Neill et al., 2017).

Με βάση τα προαναφερόμενα, είναι δυνατή η ανάπτυξη αποτελεσματικών στρατηγικών για την έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία και την πρόσληψη μέσω της διατροφής, με σκοπό την αποφυγή μείωσης των επιπέδων της βιταμίνης D όλο το χρόνο. Για το λόγο αυτό, αναπτύσσονται πλέον συγκεκριμένες και φιλικές οδηγίες προς τις διάφορες ηλικιακές ομάδες για ασφαλή / αποδοτική έκθεση στην υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία και ενίσχυση των επιπέδων της μέσω διατροφής ή φαρμακευτικής αγωγής (Webb et al., 2018b).

Στις δράσεις του ΕΥΖΗΝ προτείνεται η εκτίμηση των κινδύνων και των ωφελειών από την έκθεση των μόνιμων κατοίκων αλλά και των επισκεπτών της Αττικής στην υπεριώδη ακτινοβολία με μια σειρά από δραστηριότητες που στοχεύουν σε οδηγίες απλές, καθορισμένες και φιλικές προς τον πληθυσμό. Για το σκοπό αυτό, απαιτείται αρχικά η διερεύνηση της σχέσης μεταξύ της κατάστασης της βιταμίνης D και των επιπέδων της υπεριώδους ακτινοβολίας με αναδρομικά δεδομένα στην Αττική. Στη συνέχεια, προτείνεται η ανάπτυξη ενός προγνωστικού μοντέλου για τα επίπεδα της βιταμίνης D σε διαφορετικές ομάδες πληθυσμού με σκοπό να υπάρξουν προτάσεις και στρατηγικές για την πρόληψη της ανεπάρκειας βιταμίνης D με ενίσχυση της διατροφής, έκθεση στον ήλιο με ασφάλεια και με φαρμακευτική αγωγή.

Βήμα 1: Διερεύνηση της σχέσης μεταξύ της κατάστασης της βιταμίνης D (25(OH)D) και των επιπέδων της υπεριώδους ακτινοβολίας (UV) με αναδρομικά δεδομένα στην Αττική'.

Στόχος: Μελέτη της σχέσης μεταξύ των συγκεντρώσεων βιταμίνης D και των επιπέδων της υπεριώδους ηλιακής ακτινοβολίας στην Αττική.

Δραστηριότητες: Ανάπτυξη χρονοσειρών υπεριώδους ακτινοβολίας και συγκεντρώσεων βιταμίνης D από προηγούμενες μελέτες στους κατοίκους της Αττικής. Συσχέτιση των συγκεντρώσεων βιταμίνης D και της υπεριώδους ακτινοβολίας ανάλογα με το φύλο, εποχή, πρόσληψη βιταμίνης D από τη διατροφή και φαρμακευτική αγωγή, επίπεδα σωματικής δραστηριότητας, βάρος και κοινωνικοοικονομική κατάσταση. Προσδιορισμός των εποχικών διαφορών στα επίπεδα βιταμίνης D, καθώς και αντίστοιχες μεταβολές σε άλλες μεταβολικές παραμέτρους του οργανισμού.

Αποτέλεσμα: Συλλογή επιδημιολογικών δεδομένων βιταμίνης D και συσχέτιση με τα επίπεδα της υπεριώδους ηλιακής ακτινοβολίας για το παρελθόν.

Παραδοτέα: Παρουσίαση όλων των παρελθοντικών δεδομένων των συγκεντρώσεων βιταμίνης D και υπεριώδους ηλιακής ακτινοβολίας στην Αττική. Συσχέτιση μεταξύ των επιπέδων της βιταμίνης D και της υπεριώδους ακτινοβολίας ανά περιοχή, φύλο, ηλικιακή ομάδα, εποχή και κοινωνικοοικονομική κατάσταση.

Βήμα 2: Προγνωστικό μοντέλο για τα επίπεδα της βιταμίνης D σε διαφορετικές ομάδες πληθυσμού με σκοπό την ανάπτυξη προτάσεων και στρατηγικών για την πρόληψη της ανεπάρκειας βιταμίνης D.

Στόχος: Ανάπτυξη και αξιολόγηση ενός ολοκληρωμένου μοντέλου που μπορεί να προσαρμοστεί στον πληθυσμό της Αττικής για τη σχεδίαση στρατηγικών ενίσχυσης των επιπέδων της βιταμίνης D.

Δραστηριότητες: Ανάπτυξη μοντέλου για την περιοχή της Αττικής που θα βασίζεται στα διαθέσιμα δεδομένα υπεριώδους ηλιακής ακτινοβολίας, τις ώρες ηλιοφάνειας και άλλες βασικές παραμέτρους (π.χ. τη συσχέτιση υπεριώδους ακτινοβολίας και συγκεκριμένων τροφών με τα επίπεδα βιταμίνης D) για την πρόβλεψη των μεταβολών των συγκεντρώσεων της βιταμίνης D σε ενήλικες και παιδιά καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και προτάσεων για αύξηση των επιπέδων μέσω της διατροφής ή φαρμακευτικής αγωγής.

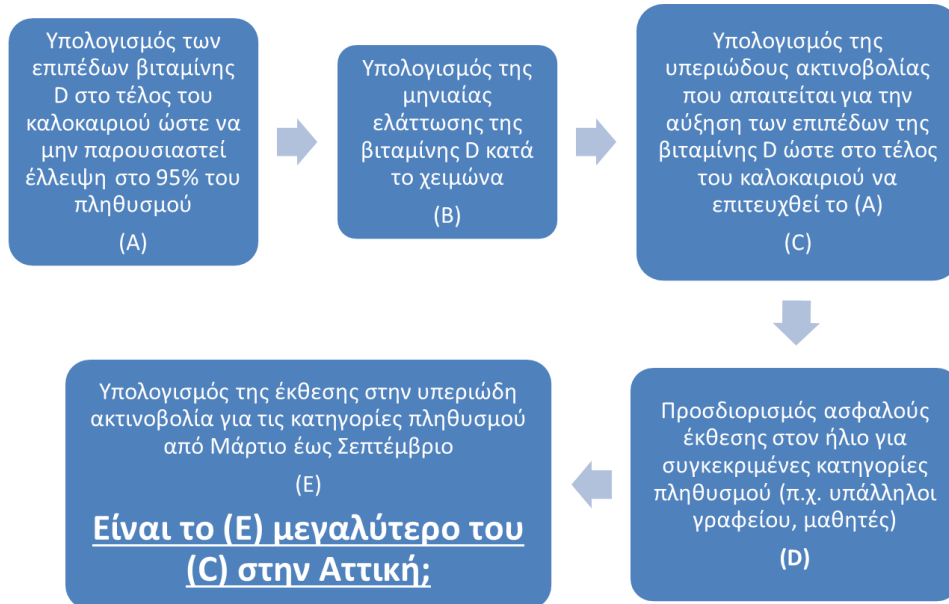
Αποτέλεσμα: Μια βιώσιμη προσέγγιση για την εκτίμηση των αλλαγών στις συγκεντρώσεις της βιταμίνης D που μπορεί να προκύψουν από διάφορες προσεγγίσεις ενίσχυσης μέσω της διατροφής ή φαρμακευτικής αγωγής.

Παραδοτέα: Αναφορά αποτελεσμάτων μοντέλου και παρουσίαση των στρατηγικών ενίσχυσης.

Βήμα 3: Αποτελεσματικές στρατηγικές για την έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία και την πρόσληψη μέσω της διατροφής.

Στόχος: Εκτίμηση της έκθεσης στον ήλιο που απαιτείται για την αποφυγή μείωσης των επιπέδων της βιταμίνης D όλο το χρόνο και προσδιορισμός του αν αυτό μπορεί να επιτευχθεί με ασφάλεια με τρόπους απλούς, καθορισμένους και φιλικούς προς τον πληθυσμό.

Δραστηριότητες: Ο στόχος αναμένεται να επιτευχθεί μέσα από την ακόλουθη μεθοδολογία:



Αποτέλεσμα: Πρακτικά παραδείγματα/αποτελέσματα για το εάν οι ενήλικοι και ανήλικοι κάτοικοι της Αττικής μπορούν να αποφύγουν τη μείωση των επιπέδων της βιταμίνης D όταν εκτίθενται στην υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία με ασφάλεια. Ανάπτυξη διατροφικών στρατηγικών πρόσληψης βιταμίνης D όταν η έκθεση στον ήλιο δεν επαρκεί / δεν μπορεί να συμβεί στην πράξη / δεν είναι επιθυμητή.

Παραδοτέα: Οδηγίες προς τους ενήλικους και ανήλικους κατοίκους της Αττικής για ασφαλή / αποδοτική έκθεση στην υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία και ενίσχυση των επιπέδων της μέσω διατροφής ή φαρμακευτικής αγωγής.

B5. Συνθήκες Φωτισμού

Τα έργα φωτισμού στη χώρα μας προκηρύσσονται ανεξαρτήτως κλίμακας με βάση μόνο τεχνικές προδιαγραφές φωτιστικών σωμάτων που στην καλύτερη περίπτωση βασίζονται σε μελέτες που ακολουθούν συνήθως τα Ευρωπαϊκά Πρότυπα φωτισμού. Στις περισσότερες περιπτώσεις η παράμετρος του σχεδιασμού και των κριτηρίων αξιολόγησης παραλείπεται. Το στάδιο του σχεδιασμού επί της ουσίας εκτελείται μετά από την προκήρυξη των έργων με αποτέλεσμα να μην υπάρχει καμία ευελιξία επί των διαδικασιών οδηγώντας τις λύσεις σε μονόδρομο, με φωτιστικά σώματα ακατάλληλα, σε ορισμένες περιπτώσεις με δυσμενή αποτελέσματα για τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Επιπρόσθετα, απουσιάζει η ποιοτική και εις βάθος εκτίμηση των τεχνικών προδιαγραφών που προκηρύσσονται διότι τα ευρωπαϊκά πρότυπα εξετάζουν ως επί το πλείστον θέματα μόνο ενεργειακής

κατανάλωσης και σε περιορισμένο βαθμό θέματα φωτορύπανσης. Στην ουσία οι προδιαγραφές δεν περιλαμβάνουν θέματα όπως:

- Την επίδραση του φωτισμού στον άνθρωπο και στην υγεία του.
- Την επίδραση του φωτισμού στο περιβάλλον και στη βιοποικιλότητα.
- Τη λεπτομερή διαφοροποίηση του φωτισμού σε περιοχές ειδικού ενδιαφέροντος, όπως πχ προστατευόμενες περιοχές βιοποικιλότητας, περιοχές υψηλής εγκληματικότητας σε αστικά κέντρα.

Τα παραπάνω θέματα δεν αντιβαίνουν στα πρότυπα και σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες καλύπτονται από τους εθνικούς τους κανονισμούς, που στην Ελλάδα δυστυχώς δεν υπάρχουν αντίστοιχοι. Στην Περιφέρεια Αττικής ανήκουν και αρκετές υπόγειες διαβάσεις και σήραγγες μικρού μήκους στις οποίες απαιτούνται ειδικές ανάγκες φωτισμού και κατά τη διάρκεια της ημέρας για την ασφάλεια των χρηστών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να καταναλώνονται τεράστια ποσά ηλεκτρικής ενέργειας αφού πρέπει να αντισταθμιστεί ο φωτισμός της ημέρας χωρίς να υπολογίζονται οι περιπτώσεις υπερδιαστασιολόγησης και κακών πρακτικών (π.χ. να διατηρείται ο φωτισμός της ημέρας και κατά τη διάρκεια της νύκτας με αποτέλεσμα την τύφλωση των χρηστών τη νύκτα). Για τις μελέτες φωτισμού αυτών των περιπτώσεων απαιτείται ειδικό πρόγραμμα μελετών φωτισμού, το οποίο διαθέτει το Εργαστήριο Σχεδιασμού Φωτισμού του ΕΑΠ, αλλά και την απαραίτητη τεχνογνωσία για τον καθορισμό των απαιτήσεων φωτισμού (καθορισμός εκ νέου της απόστασης ασφαλούς πέδησης, επίπεδα λαμπρότητας L20 εξωτερικά της εισόδου και επίπεδα λαμπρότητας στο εσωτερικό) και τη μελέτη φωτισμού σηράγγων. Το όφελος από την αντικατάσταση αυτών των φωτιστικών με LED πληρώντας την ασφάλεια των χρηστών και τη συμμόρφωση των προτύπων είναι τεράστιο.

B5.1 Πρόταση φωτισμού για την Περιφέρεια Αττικής

Το Εργαστήριο Σχεδιασμού Φωτισμού του ΕΑΠ προσφέρει υπηρεσίες που σχετίζονται με την εις βάθος αναβάθμιση του φωτισμού στην Περιφέρεια Αττικής. Οι δράσεις του Εργαστηρίου χωρίζονται σε δύο τομείς: Α) για χρήση από την Περιφέρεια και Β) για χρήση από πολίτες μέσω εφαρμογής smart city.

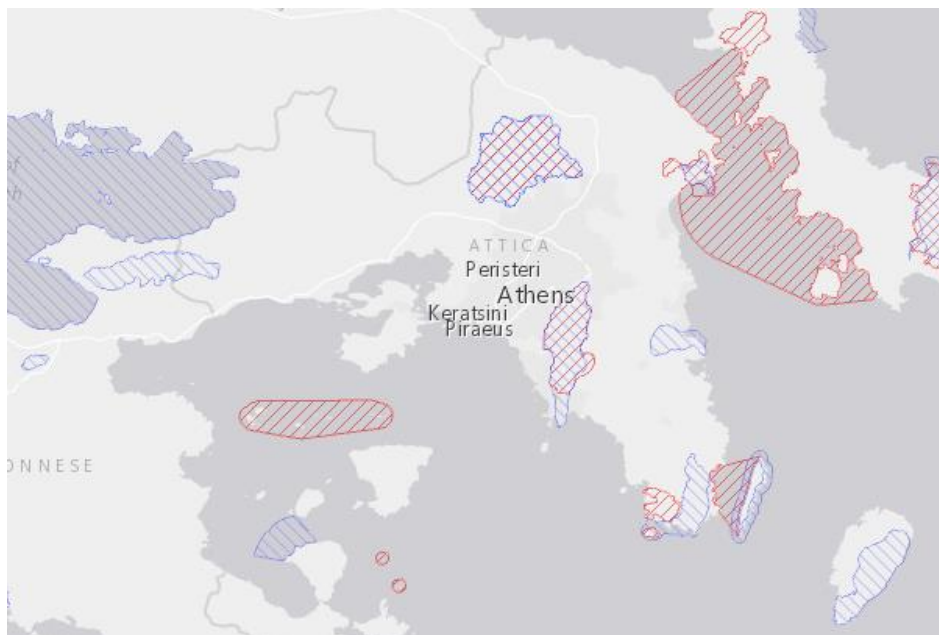
Τομέας Α. Δράσεις θέσπισης ειδικών προδιαγραφών φωτισμού

A.1 Χαρτογράφηση των αναγκών φωτισμού

Εις βάθος χαρτογράφηση των αναγκών φωτισμού σε όλη την Περιφέρεια, λαμβάνοντας υπόψη τα ειδικά περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά περιοχών (Περιοχές Natura 2000, Σχήμα 10, προστατευμένες ζώνες φυσικού κάλους, περιοχές ειδικών συνθηκών), που σήμερα δεν λαμβάνονται υπόψη λόγω της ισοπεδωτικής διαδικασίας εφαρμογής κανάβου μεγάλης κλίμακας με αποτέλεσμα υπερφωτισμένες ή υποφωτισμένες περιοχές και τα αντίστοιχα προβλήματα στην ενεργειακή κατανάλωση και στην ποιότητα της ζωής των κατοίκων. Οι ζώνες φωτισμού υπερτερούν έναντι ενός κανάβου διότι

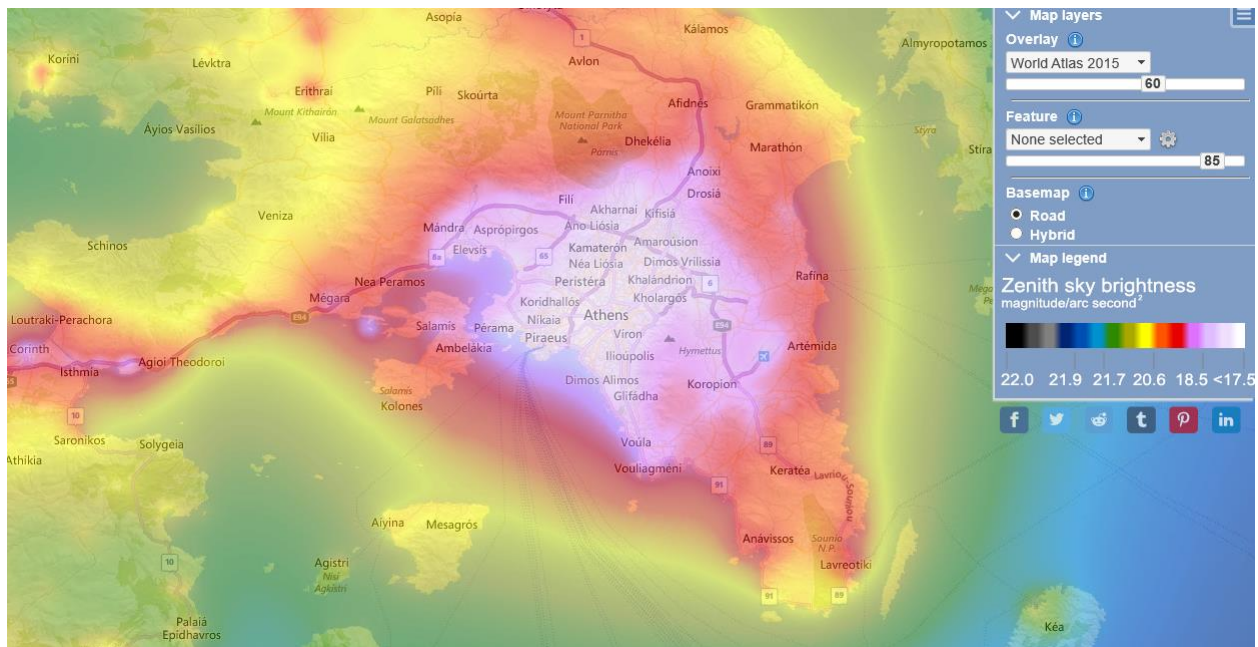
προσφέρουν την ευελιξία να ακολουθούν και το ανάγλυφο του εδάφους, αλλά και την πολύπλοκη γεωμετρία του αστικού ιστού και των ειδικών γεωγραφικών πληροφοριών.

Θα χαρτογραφηθούν ζώνες φωτισμού, οι οποίες προσφέρουν την απαραίτητη διαφοροποίηση ώστε να επιλύσουν προβλήματα υπερφωτισμού/υποφωτισμού και θα κατηγοριοποιηθούν βάσει των ευρωπαϊκών προτύπων EN 12464-2, EN 13201-2, EN 13201-5 και της τεχνικής Οδηγίας CEN/TR 13201-1¹. Επιπλέον, θα ληφθεί υπόψιν η τεχνική Οδηγία GPP της ΕΕ ([Green Public Procurement for Road Lighting and Traffic Signals](#), 2019), η οποία, παρότι δεν έχει υποχρεωτική ισχύ, έχει σχεδιαστεί για τους δήμους και τις περιφέρειες της ΕΕ και την ορθή υλοποίηση έργων οδοφωτισμού. Σε αυτήν αναφέρονται ενεργειακά αλλά και περιβαλλοντικά κριτήρια υλοποίησης αυτών των έργων. Επιπρόσθετα, εκτός από το χωρικό σχεδιασμό, όπου για πρώτη φορά στη χώρα θα θεσπισθούν περιβαλλοντικές ζώνες φωτισμού, θα διαφοροποιηθεί σε μεγάλο μέρος η κατηγοριοποίηση της έντασης των φωτιστικών σωμάτων με αποτέλεσμα την άμεση εξοικονόμηση χρημάτων και ενέργειας, την καταπολέμηση της φωτορύπανσης (Σχήμα 11), ενώ θα προσδιοριστούν ειδικές προδιαγραφές που συμπληρώνουν τα ευρωπαϊκά πρότυπα για την προστασία της ανθρώπινης υγείας και της βιοποικιλότητας με τη θέσπιση κριτηρίων για τη λαμπρότητα και τη φασματική κατανομή των συστημάτων φωτισμού.



Σχήμα 10. Χάρτης περιοχών Natura 2000 για το νομό Αττικής (Πηγή: <https://natura2000.eea.europa.eu/>)

¹ Η χρήση του CEN/TR 13201-1 δεν είναι υποχρεωτική καθώς αποτελεί τεχνική Οδηγία και όχι ευρωπαϊκό πρότυπο. Δηλαδή η κατηγοριοποίηση των οδών βασίζεται σε κριτήρια που ορίζει ο κάθε φορέας και όχι απαραίτητα σε αυτά που αναφέρονται στην τεχνική Οδηγία CEN/TR 13201-1. Αυτό αποτελεί σημαντική παράμετρο για την αναγκαιότητα εκ νέου χαρτογράφησης των περιοχών της Περιφέρειας.



Σχήμα 11. Χάρτης φωτορύπανσης για το νομό Αττικής (Πηγή: <https://www.lightpollutionmap.info>)

Για την ολοκληρωμένη χαρτογράφηση της Περιφέρειας είναι αναγκαίο να πραγματοποιηθούν μετρήσεις φωτορύπανσης σε όλη την Περιφέρεια. Μια γενική εικόνα της φωτορύπανσης διατίθεται από δορυφορικές εικόνες και τους χάρτες φωτορύπανσης, ωστόσο χρειάζονται περισσότερα δεδομένα, καλύτερη ανάλυση και συχνή ανανέωση των μετρήσεων, διότι οι δορυφορικές εικόνες δεν παρέχουν την απαραίτητη ανάλυση ώστε να συσχετιστούν με ακρίβεια με τον εξωτερικό φωτισμό και οδοφωτισμό σε πόλεις, χωριά και σημαντικούς δρόμους. Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες μέθοδοι για μέτρηση από την επιφάνεια της Γης είναι το SQM (Sky Quality Meter), η φωτογραφική αποτύπωση και η οπτική εκτίμηση. Οι μετρήσεις φωτορύπανσης στην Περιφέρεια Αττικής απαιτούν δειγματοληπτικούς ελέγχους από πολλαπλές νύχτες, ώστε να αποτυπωθούν χρονικές μεταβολές πριν και μετά τις παρεμβάσεις φωτισμού. Η χωρική πυκνότητα των μετρήσεων θα είναι μεγαλύτερη στα σημεία εγκατάστασης φωτιστικών σωμάτων και μικρότερη καθώς απομακρυνόμαστε από αυτά. Τα σημεία μετρήσεων θα επιλεγούν κατόπιν μελέτης δορυφορικών φωτογραφιών και αυτοψίας των φωτιστικών εγκαταστάσεων και θα είναι τέτοια ώστε να αποτυπώνουν πλήρως τις μεταβολές ενδιαφέροντος. Οι μετρήσεις θα πραγματοποιηθούν με τη λήψη εξειδικευμένου οργάνου Sky Quality Meter για την ακριβή μέτρηση στη συχνότερα χρησιμοποιούμενη κλίμακα $\text{vmag}/\text{arcsec}^2$ ενώ θα γίνει και εμπειρική εκτίμηση του ουρανού με βάση την ορατότητα συγκεκριμένων άστρων-οδηγών καθώς και λήψη ευρυγώνιων σταθμισμένων και προσανατολισμένων φωτογραφιών του ορίζοντα, που θα αποτυπώνουν την προέλευση της φωτορύπανσης. Χωρικά, χρειάζονται μετρήσεις από επιλεγμένες ζώνες ενδιαφέροντος όπου θα γίνουν παρεμβάσεις φωτισμού και αυτές θα επιλεγούν σύμφωνα με την προτεινόμενη χαρτογράφηση.

Για πρώτη φορά στην Ελλάδα θα δημιουργηθούν χάρτες που θα προσδιορίζουν ακριβώς τις απαιτήσεις φωτισμού σεβόμενοι το περιβάλλον και τα ευαίσθητα οικοσυστήματα, ενώ τα δεδομένα αυτά θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν από την Περιφέρεια και τους δήμους της Περιφέρειας, ώστε να χαράξουν συγκεκριμένη πολιτική τεχνητού φωτισμού και να μπορούν να προσδιορίζουν με ασφάλεια τις προδιαγραφές σε διαγωνισμούς έργων.

Παραδοτέα υποέργου:

A.1.1. Χαρτογραφημένες στρώσεις (layers) συμβατές με Google maps στις οποίες θα αναφέρονται οι ζώνες φωτισμού για όλη την Περιφέρεια, όπου θα καθορίζονται οι γενικές προδιαγραφές φωτισμού βάσει των ευρωπαϊκών προτύπων, καθώς και οι ειδικές προδιαγραφές που θα απαιτούνται για τα φωτιστικά σώματα (π.χ. κατάλληλη θερμοκρασία χρώματος για περιοχές Natura, πλήρης απουσία φωτισμού σε ευαίσθητα οικοσυστήματα κλπ.).

A.1.2. Τεχνική αναφορά με τις κατηγοριοποιήσεις των κυριότερων 100 οδικών αξόνων/200 διαφορετικών περιπτώσεων κατηγοριοποίησης της Περιφέρειας Αττικής και τις ειδικές προδιαγραφές φωτισμού και φωτιστικών για την κάθε περίπτωση, λαμβάνοντας υπόψη τις ζώνες φωτισμού που θα έχουν διαμορφωθεί. Οι κατηγοριοποιήσεις θα αποτυπωθούν σε στρώσεις (layers) συμβατές με Google maps.

A.1.3. Χαρτογραφημένες στρώσεις (layers) συμβατές με Google maps στις οποίες θα παρουσιάζεται κάναβος μετρήσεων φωτορύπανσης από επιτόπιες μετρήσεις σε διαφορετικές χρονικές στιγμές και από ανάλυση δορυφορικών εικόνων. Οι μετρήσεις αυτές θα χρησιμοποιηθούν ως δεδομένα για τον προσδιορισμό των παραδοτέων A.1.1 και A.1.2, γεγονός που γίνεται πρώτη φορά στην Ελλάδα.

A.2 Βελτίωση των συνθηκών οδήγησης και αποφυγής ατυχημάτων στις μικρές σήραγγες και στα υπόγεια περάσματα των αυτοκινήτων

Στις σήραγγες μικρού μήκους διέλευσης οχημάτων (πχ Λ. Μεσογείων και Λ. Κατεχάκη, Λ. Κηφισίας και Λ. Κατεχάκη, διασταύρωση Φάρου Ψυχικού κλπ.) έχουν παρατηρηθεί σημαντικά προβλήματα στα συστήματα φωτισμού. Κατά τη διάρκεια της ημέρας, για την αποφυγή του φαινομένου της «μαύρης τρύπας» και την αποφυγή των ατυχημάτων, απαιτούνται αυξημένες ανάγκες τεχνητού φωτισμού οδηγώντας έτσι αναπόφευκτα σε μεγάλη κατανάλωση ενέργειας. Οι σήραγγες αυτές έχουν απαρχαιωμένα και ενεργοβόρα φωτιστικά σώματα, δεν έχουν σύστημα ελέγχου, ενώ η συντήρησή τους παρουσιάζει προβλήματα.

Το πρόβλημα είναι έντονο και κατά τη διάρκεια της νύκτας όπου ο ημερήσιος φωτισμός παραμένει σε λειτουργία. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα όχι μόνο να τυφλώνεται ο οδηγός μπαίνοντας στην υπόγεια διάβαση αλλά δημιουργεί και οπτική δυσφορία κατά την έξοδό του. Το ανθρώπινο οπτικό σύστημα μπορεί μεν να προσαρμοστεί γρήγορα στα μεγάλα επίπεδα φωτισμού μέσα στη σήραγγα αλλά δεν μπορεί να προσαρμοστεί άμεσα στα «νυκτερινά» επίπεδα όρασης (σκοτοπική όραση) όταν εξέρχεται,

κάτι που είναι πολύ επικίνδυνο για τους διερχόμενους πεζούς πλέον της οπτικής δυσφορίας των οδηγών. Επιπλέον όφελος θα είναι η εξοικονόμηση ενέργειας από μια εγκατάσταση φωτισμού με τεράστια ποσά εγκατεστημένης ισχύος (80-150kW ανά σήραγγα).²

Για τη βελτίωση των συνθηκών οδήγησης και την αποφυγή ατυχημάτων θα καθοριστούν εκ νέου οι απαιτήσεις φωτισμού για τα υπόγεια περάσματα και σήραγγες μικρού μήκους διέλευσης οχημάτων σύμφωνα με το πρότυπο CR 14380. Επειδή η κάθε σήραγγα είναι διαφορετική, θα πραγματοποιηθούν επί τόπου επισκέψεις και μετρήσεις και θα ληφθεί φωτογραφία (σύμφωνα με το πρότυπο, Σχήμα 12) για να καθοριστούν οι ανάγκες φωτισμού μαζί με τα υπόλοιπα απαραίτητα στοιχεία (ταχύτητα διέλευσης, πυκνότητα κυκλοφορίας κλπ). Στη συνέχεια θα πραγματοποιηθούν μετρήσεις φωτισμού με κατάλληλο εξοπλισμό (χρήση διαπιστευμένης κάμερας μέτρησης λαμπρότητας) του ημερήσιου φωτισμού για να αποτιμηθεί η κατάσταση της σήραγγας και να προταθούν μέτρα βελτίωσης και αντιμετώπισης των προβλημάτων που θα εντοπισθούν, ενώ τέλος θα πραγματοποιηθούν μελέτες φωτισμού με κατάλληλο λογισμικό για φωτισμό σηράγγων για τον καθορισμό απαιτούμενων των τεχνικών προδιαγραφών των φωτιστικών σωμάτων.



Σχήμα 12. Χρήση κατάλληλων φωτογραφιών για τον καθορισμό των αναγκών του ημερήσιου φωτισμού στις σήραγγες μικρού μήκους διέλευσης οχημάτων της Περιφέρειας.

Τα παραπάνω θα καλύψουν ένα μεγάλο κενό στη Νομοθεσία και στη χρήση προδιαγραφών για τις συγκεκριμένες περιπτώσεις. Θα προσδιοριστούν πέντε πιλοτικές μελέτες διαφορετικών έργων (π.χ. διασταύρωση Λ. Κατεχάκη με Λ. Μεσογείων και Λ. Κηφισίας, υπογειοποίηση Λ. Κηφισίας στο ύψος του Φάρου Ψυχικού, σήραγγες Λ. Συγγρού κ.ά.), και από τις 2 εισόδους, που είναι εκτός προδιαγραφών και θα προσδιοριστούν με ακρίβεια τα απαιτούμενα φωτομετρικά χαρακτηριστικά.

Παραδοτέα υποέργου:

A.2.1 Τεχνική αναφορά αποτελεσμάτων των πέντε πιλοτικών μετρήσεων/μελετών.

² Υπολογίζεται μια μέση τάξη μεγέθους μείωσης της κατανάλωσης κατά 60%.

Τομέας Β. Δράσεις δυναμικής ενημέρωσης πολιτών smart city

Οι δράσεις που αφορούν στη δυναμική ενημέρωση των πολιτών επικεντρώνονται στα παρακάτω:

B.1 Ενημέρωση των πολιτών για την καταλληλότητα των φωτιστικών στην ιδιοκτησία τους

Από τη χαρτογράφηση των δράσεων του Τομέα Α.1, θα προσδιοριστούν ειδικές συνθήκες φωτισμού που θα κοινοποιούν δεδομένα φωτορύπανσης και φωτισμού ειδικών συνθηκών. Κάθε χρήστης θα μπορεί να προσδιορίζει το ποσοστό φωτορύπανσης της περιοχής του, καθώς και περιοχές αυξημένης μπλε ακτινοβολίας, ώστε να γνωρίζει και να προστατεύει τις συνθήκες ύπνου του αποκλείοντας τον παραβατικό³ φωτισμό. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα όταν θα θέλει κάποιος κάτοικος να αγοράσει λαμπτήρες ή φωτιστικά σώματα εξωτερικού χώρου σε ιδιωτική περιοχή, να έχει άμεση ενημέρωση για τις βασικές προδιαγραφές των φωτιστικών σωμάτων που θα είναι κατάλληλα για την περιοχή ενδιαφέροντος. Για παράδειγμα, τη χρήση πηγών με θερμοκρασία χρώματος 2700K (θερμός φωτισμός) αντί για 6500K (ψυχρός φωτισμός). Είναι πολύ σημαντικό για την καταπολέμηση των κακών πρακτικών όχι μόνο να παραδειγματιστούν οι πολίτες αλλά να έχουν άμεσα και ένα καλό οδηγό εφαρμογής προσαρμοσμένο στην περιοχή τους.

Η δράση αυτή αποσκοπεί να μειώσει δραστικά τις συνθήκες παραβατικού φωτισμού και φωτορύπανσης που προκαλούνται από ιδιωτική χρήση, ενώ ταυτόχρονα να προστατέψει την ποιότητα του ύπνου των κατοίκων εξαλείφοντας τις λανθασμένες επιλογές φωτισμού στον ιδιωτικό τομέα.

Παραδοτέο:

B.1.1. Εφαρμογή για κινητό τηλέφωνο/ιστοσελίδα που θα περιλαμβάνει την ορολογία και τις συνθήκες καλών πρακτικών φωτισμού για συγκεκριμένη περιοχή. Μέσω geotagging θα προσδιορίζεται η ζώνη φωτισμού που θα βρίσκεται ο χρήστης από τη δράση Α.1 και θα του παρέχονται πληροφορίες για να προβεί σε αγορά φωτιστικών εξωτερικού χώρου ή και για τη συντήρηση και την αναβάθμιση.

B.2 Ενίσχυση του αισθήματος ασφάλειας των πολιτών

Με τη χρήση δεδομένων Big Data και IoT και με δεδομένα της Αστυνομίας θα προσδιοριστούν περιοχές αυξημένης εγκληματικότητας και θα προταθεί πιλοτικό σύστημα φωτισμού δυναμικής μεταβλητότητας για την πρόληψη εγκλημάτων. Οι πολίτες που θα χρησιμοποιούν την εφαρμογή, όταν διέρχονται από τις περιοχές αυτές θα ειδοποιούνται, ενώ το σύστημα φωτισμού θα αποτελεί το δίαυλο αυτόματης επικοινωνίας, ενισχύοντας το αίσθημα της ασφάλειας και προλαμβάνοντας πιθανά εγκλήματα με τη δυναμική αύξηση του φωτισμού σε καταστάσεις ανάγκης.

³ Ως παραβατικός φωτισμός εννοείται η φωτεινή ενέργεια που φωτίζει επιφάνειες εκτός αυτών για τις οποίες έχει προσδιοριστεί να φωτίζει, για παράδειγμα το ποσοστό του δημόσιου φωτισμού που εισέρχεται από το παράθυρο μιας οικίας.

Παραδοτέο:

B.2.1. Εφαρμογή για κινητό τηλέφωνο/ιστοσελίδα που μέσω geotagging θα προσδιορίζεται εάν ο χρήστης βρίσκεται σε περιοχή αυξημένης εγκληματικότητας και θα τον ενημερώνει. Η εφαρμογή θα μπορεί να ανταλλάσσει δεδομένα με συστήματα έξυπνου φωτισμού εάν υπάρχουν και να αυξάνει την ένταση σε περίπτωση ανάγκης.

B.3 Αυτόματη αλληλεπίδραση των πολιτών με τεχνικές υπηρεσίες και καταγραφή σφαλμάτων.

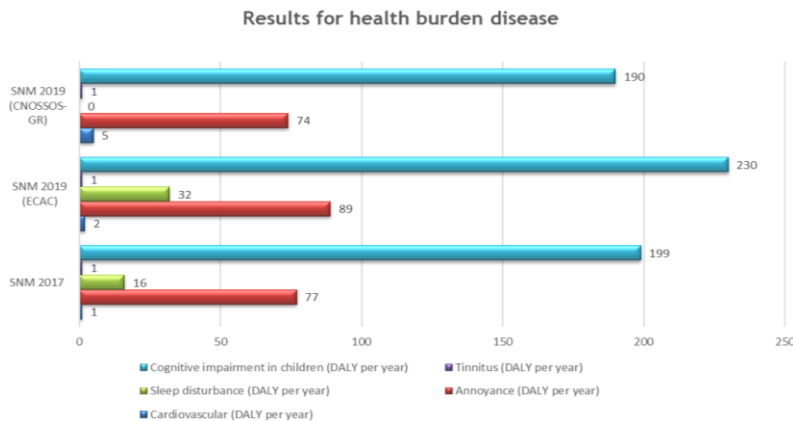
Η επιτυχία ενός έξυπνου συστήματος φωτισμού είναι η αποδοχή του από τους χρήστες. Για να πραγματοποιηθεί η αποδοχή με ομαλό τρόπο είναι αναγκαία η ανατροφοδότηση στοιχείων από τους χρήστες του. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί από τον καθένα ατομικά μέσω της χρήσης της εφαρμογής. Οι χρήστες της εφαρμογής θα μπορούν να εισάγουν οι ίδιοι στο σύστημα σφάλματα (ανενεργοί λαμπτήρες, τρεμόπαιγμα λαμπτήρων, ακατάλληλες προδιαγραφές βάσει του B.1, κ.ά.) που παρατηρούν σε φωτιστικά σώματα και με εφαρμογή geotagging θα μπορεί να γίνεται δυναμική ενημέρωση των τεχνικών υπηρεσιών της Περιφέρειας και των Δήμων. Στη διαδικασία της υποβολής θα είναι υποχρεωτική η λήψη εικόνας (και κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύκτας) η οποία θα κοινοποιείται για επεξεργασία στον αντίστοιχο αποδέκτη.

Παραδοτέο:

B.3.1. Εφαρμογή για κινητό τηλέφωνο/ιστοσελίδα που μέσω geotagging θα προσδιορίζεται η ζώνη φωτισμού που βρίσκεται ο χρήστης και θα έχει δυνατότητα αποστολής φωτογραφίας του προβλήματος κατευθείαν στις αντίστοιχες τεχνικές υπηρεσίες του Δήμου της περιοχής ή της Περιφέρειας.

B6. Συνθήκες Θορύβου

Στο προκείμενο έργο και με βάση τα υπάρχοντα στοιχεία που θα επικαιροποιηθούν με τη χρήση ειδικών λογισμικών θα γίνει στατιστική προσέγγιση και αξιολόγηση του ποσοστού του πληθυσμού που εκτίθεται σε στάθμες θορύβου που ενδεχόμενα επιφέρουν δυσμενείς επιπτώσεις (βλ. πρόσφατα στοιχεία από τον ΣΧΘ του ΔΑΑ στο Σχήμα 13).



Σχήμα 13. Παράδειγμα αξιολόγησης στάθμης θορύβου.

Πιο συγκεκριμένα θα διερευνηθούν :

- η **ισχαιμική καρδιοπάθεια (IHD)** που αντιστοιχεί στους κωδικούς BA40 έως BA6Z της διεθνούς ταξινόμησης ICD-11, όπως έχει καθοριστεί από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας
- η **σημαντική ενόχληση (HA)** και
- η **σημαντική διαταραχή του ύπνου (HSD)**.

Σε ότι αφορά το **IHD** για τον υπολογισμό του σχετικού κινδύνου RR, όσον αφορά την επιβλαβή επίδραση στην ισχαιμική καρδιοπάθεια και ως προς την επίπτωση (i), πρέπει να χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες σχέσεις δόσης-επίδρασης για τον θόρυβο από την οδική κυκλοφορία :

$$RR_{IHD,i,road} = \begin{cases} e^{[(\ln(1,08)/10) \cdot (L_{den} - 53)]} & \text{για } L_{den} \text{ μεγαλύτερο από } 53 \text{ dB} \\ 1 & \text{για } L_{den} \text{ ίσο ή μικρότερο από } 53 \text{ dB} \end{cases}$$

Σε ότι αφορά το **HA** για τον υπολογισμό του απόλυτου κινδύνου AR, όσον αφορά την επιβλαβή επίδραση της HA, χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες σχέσεις δόσης-επίδρασης:

για τον θόρυβο από την οδική κυκλοφορία:

$$AR_{HA,road} = (78,9270 - 3,1162 * L_{den} + 0,0342 * L_{den}^2) / 100$$

για τον θόρυβο από τη σιδηροδρομική κυκλοφορία :

$$AR_{HA,rail} = (38,1596 - 2,05538 * L_{den} + 0,0285 * L_{den}^2) / 100$$

για τον θόρυβο από την εναέρια κυκλοφορία :

$$AR_{HA,air} = (-50,9693 + 1,0168 * L_{den} + 0,0072 * L_{den}^2) / 100$$

Σε ότι αφορά το **HSD** Για τον υπολογισμό του απόλυτου κινδύνου AR, όσον αφορά την επιβλαβή επίδραση της HSD, χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες σχέσεις δόσης-επίδρασης:

για τον θόρυβο από την οδική κυκλοφορία :

$$AR_{HSD,road} = (19,4312 - 0,9336 * L_{night} + 0,0126 * L_{night}^2) / 100$$

για τον θόρυβο από τη σιδηροδρομική κυκλοφορία :

$$AR_{HSD,rail} = (67,5406 - 3,1852 * L_{night} + 0,0391 * L_{night}^2) / 100$$

για τον θόρυβο από την εναέρια κυκλοφορία:

$$AR_{HSD,air} = (16,7885 - 0,9293 * L_{night} + 0,0198 * L_{night}^2) / 100$$

Η έκθεση του πληθυσμού αξιολογείται ανεξάρτητα για κάθε πηγή θορύβου και για κάθε επιβλαβή επίδραση. Όταν οι ίδιοι άνθρωποι εκτίθενται ταυτόχρονα σε διαφορετικές πηγές θορύβου, οι επιβλαβείς επιδράσεις ενδέχεται, σε γενικές γραμμές, να μην σωρεύονται.

Ιδιαίτερα για την ισχαιμική καρδιοπάθεια **IHD** στην περίπτωση θορύβου από τη σιδηροδρομική και εναέρια κυκλοφορία, ο πληθυσμός που εκτίθεται σε επίπεδα άνω των κατάλληλων L_{den} επιπέδων εκτιμάται ότι υπόκειται σε αυξημένο κίνδυνο ισχαιμικής καρδιοπάθειας, αλλά δεν μπορεί να υπολογιστεί ο ακριβής αριθμός N κρουσμάτων ισχαιμικής καρδιοπάθειας. Στην περίπτωση θορύβου από την οδική κυκλοφορία, η αναλογία κρουσμάτων της συγκεκριμένης επιβλαβούς επίδρασης στον πληθυσμό που εκτίθεται σε RR που υπολογίζεται ότι προκαλούνται από τον περιβαλλοντικό θόρυβο, προκύπτει, με πηγή θορύβου x (οδική κυκλοφορία), επιβλαβή επίδραση y (IHD) και επίπτωση i από τον τύπο:

$$PAF_{x,y} = \left(\frac{\sum_j [p_j * (RR_{j,x,y} - 1)]}{\sum_j [p_j * (RR_{j,x,y} - 1)] + 1} \right)$$

όπου: (α) $PAF_{x,y}$ είναι η αποδοτέα αναλογία πληθυσμού, (β) το σύνολο των ζωνών θορύβου j προκύπτει από επιμέρους ζώνες που καλύπτουν περιοχή άνω των 5 dB (π.χ.: 50-51 dB, 51-52 dB, 52-53

dB κ.λπ. ή 50-54 dB, 55-59 dB, 60-64 dB κ.λπ.), και (γ) ρ_j είναι το ποσοστό του πληθυσμού σε σχέση με το συνολικό πληθυσμό P στην αξιολογούμενη περιοχή, το οποίο εκτίθεται στην j-ή ζώνη έκθεσης.

Στην περίπτωση θορύβου από την οδική κυκλοφορία, ο συνολικός αριθμός N των κρουσμάτων IHD (άτομα προσβληθέντα από την επιβλαβή επίδραση γ· αριθμός των αποδοτέων κρουσμάτων) λόγω της πηγής x είναι:

$$N_{x,y} = PAF_{x,y,i} * I_y * P$$

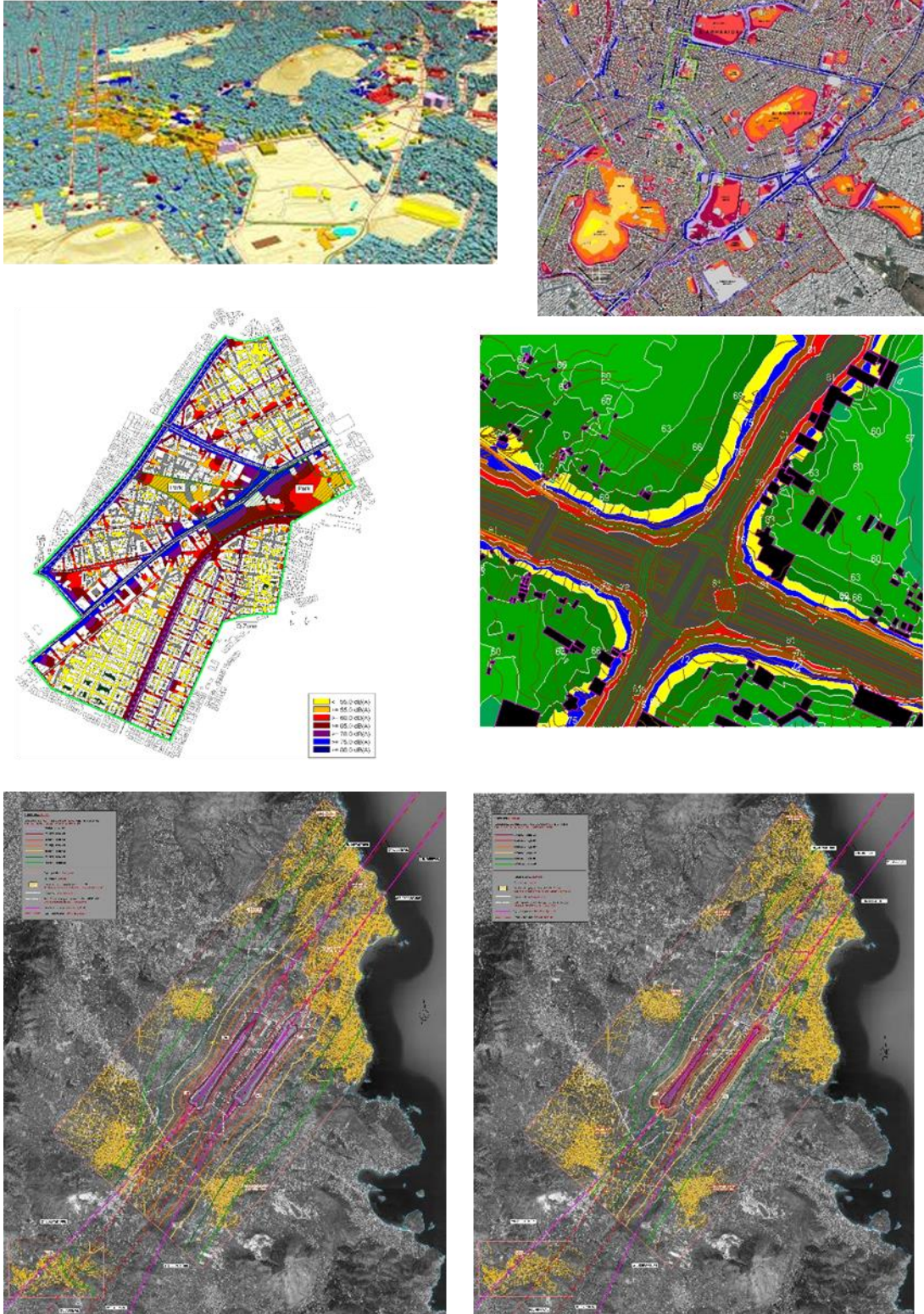
όπου: (α) ο PAF_{x,y,i} υπολογίζεται για την επίπτωση i, (β) I_y είναι η επίπτωση της ισχαιμικής καρδιοπάθειας στην αξιολογούμενη περιοχή, που μπορεί να ληφθεί από τις στατιστικές για την υγεία της περιοχής ή της χώρας στην οποία βρίσκεται η περιοχή, και (γ) P ο συνολικός πληθυσμός της αξιολογούμενης περιοχής (το άθροισμα του πληθυσμού στις διάφορες ζώνες θορύβου).

Τέλος για τη σημαντική ενόχληση **HA** και τη σημαντική διαταραχή του ύπνου (HSD) στην περίπτωση θορύβου από οδική, σιδηροδρομική και εναέρια κυκλοφορία, ο συνολικός αριθμός N ατόμων που προσβάλλονται από την επιβλαβή επίδραση γ (αριθμός αποδοτέων κρουσμάτων) λόγω της πηγής x, για κάθε συνδυασμό πηγής θορύβου x (οδική, σιδηροδρομική ή εναέρια κυκλοφορία) και επιβλαβούς επίδρασης γ (HA, HSD), είναι:

$$N_{x,y} = \sum_j [n_j * AR_{j,x,y}]$$

όπου: (α) ο απόλυτος κίνδυνος, AR_{x,y} είναι ο AR της σχετικής επιβλαβούς επίδρασης (HA, HSD) και υπολογίζεται με τη χρήση των τύπων ανωτέρω, στη μεσαία τιμή κάθε ζώνης θορύβου (π.χ.: ανάλογα με τη διαθεσιμότητα των δεδομένων, στα 50,5 dB της ζώνης θορύβου που ορίζεται μεταξύ 50-51 dB, ή στα 52 dB για τη ζώνη θορύβου 50-54 dB), και (β) ο n_j είναι ο αριθμός των ατόμων που εκτίθενται στη j-ή ζώνη έκθεσης.

Στη συνέχεια δίνονται ενδεικτικά αποσπάσματα Στρατηγικών Χαρτών Θορύβου στην Περιφέρεια Αττικής (Δήμος Αθηναίων, ΔΑΑ, και ΑΟ).



Σχήμα 14. Ενδεικτικά αποσπάσματα Στρατηγικών Χαρτών Θορύβου.

B7. Σύστημα περιβαλλοντικής πληροφορίας

Η τελική πληροφορία σχετικά με τους περιβαλλοντικούς δείκτες ευζωίας στην Περιφέρεια Αττικής θα παρέχεται στους χρήστες μέσω:

- Διαδικτυακής πλατφόρμας και
- Εφαρμογής κινητών τηλεφώνων (Smartphone Application),

που θα αναπτυχθούν στο πλαίσιο του έργου.

Η πρωτοποριακή αυτή μέθοδος καταγραφής και ταυτοποίησης των περιβαλλοντικών παραμέτρων θα περιλαμβάνει σχετικούς δείκτες για όλα τα μετρούμενα μεγέθη και τις αντίστοιχες προγνώσεις. Συγκεκριμένα θα περιλαμβάνονται οι δείκτες που σχετίζονται με την υγεία των πολιτών με βάση την ατμοσφαιρική ρύπανση (αιωρούμενα σωματίδια, γύρη, σκόνη, αέριοι ρύποι), τα ακραία καιρικά φαινόμενα, οι συνθήκες φωτισμού και θορύβου αλλά και οι συνθήκες ακτινοβολίας σχετικά με την πρόσληψη βιταμίνης D. Η εφαρμογή αυτή θα δώσει τη δυνατότητα άμεσης ενημέρωσης του πληθυσμού για τις καταστάσεις που επηρεάζουν την καθημερινότητα των πολιτών στην Περιφέρεια Αττικής και τους ενδεχόμενους κινδύνους για την υγεία των κατοίκων. Στα Σχήματα 15 και 16 απεικονίζεται η προτεινόμενη μορφή της εφαρμογής συγκεκριμένα για τη συγκέντρωση γύρης στην ατμόσφαιρα.

Αθήνα, Πρόγνωση ατμοσφαιρικής γύρης

ΤΡΙΤΗ	ΤΕΤΑΡΤΗ	ΠΕΜΠΤΗ	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΣΑΒΒΑΤΟ
21 Μαΐου 2019	22 Μαΐου 2019	23 Μαΐου 2019	24 Μαΐου 2019	25 Μαΐου 2019
Χαμηλό	Χαμηλό	Μεσαίο	Μεσαίο	Υψηλό

Σχήμα 15. Παράδειγμα αποτύπωσης της πρόγνωσης ατμοσφαιρικής γύρης (διαδικτυακή πλατφόρμα).



Σχήμα 16. Παράδειγμα εφαρμογής προειδοποίησης των επιπέδων ατμοσφαιρικής γύρης (εφαρμογή κινητού τηλεφώνου).

ΜΕΡΟΣ Γ – ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΔΟΤΕΩΝ, ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΜΕΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΡΜΟΔΙΟΤΗΤΩΝ ΑΝΑ ΦΟΡΕΑ

Στο παρόν κεφάλαιο περιλαμβάνεται ο συνολικός προϋπολογισμός του έργου και ο επιμερισμός του ανά φορέα.

Γ1. Περιγραφή παραδοτέων ανά φορέα

Φορέας	Περιγραφή Παραδοτέου
Ακαδημία Αθηνών, Κέντρον Ερεύνης Φυσικής της Ατμοσφαιρας και Κλιματολογίας της Ακαδημίας Αθηνών (ΚΕΦΑΚ)	<ul style="list-style-type: none"> Επιχειρησιακό σύστημα πρόγνωσης ατμοσφαιρικών παραμέτρων και βιοκλιματικών δεικτών για την Περιφέρεια Αττικής Επιχειρησιακό σύστημα επιμερισμού ως προς την προέλευση των αέριων ρύπων που ανιχνεύονται στην Περιφέρεια Αττικής Σύστημα μέτρησης εκπομπών σωματιδίων από τη θραύση των κυμάτων κοντά στην ακτογραμμή της Αττικής
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών (ΕΚΠΑ), Μονάδα Αλλεργιολογίας, Β' ΠΠΚ και συνεργαζόμενα Κέντρα	<ul style="list-style-type: none"> Λειτουργία δικτύου γυρεοπαγίδων Αξιολόγηση αυτοματοποίησης μετρήσεων αλλεργιογόνων Περιγραφή της επίδρασης των δράσεων στα συμπτώματα αλλεργικών πολιτών
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών (ΕΚΠΑ), Ερευνητικό Πανεπιστημιακό Ινστιτούτο Υγείας Μητέρας, Παιδιού, και Ιατρικής Ακριβείας <u>Σε συνεργασία με το</u> Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Φυσικής, Εργαστήριο Φυσικής της	<ul style="list-style-type: none"> Παρουσίαση των βιοχημικών μετρήσεων της βιταμίνης D, της γενετικής ανάλυσης των VDR, PON1, PON2, GSTP1, M1 και συσχέτιση γονότυπου-φαινότυπου απόκρισης ατμοσφαιρικών ρύπων Συσχέτιση μεταξύ των επιπέδων της βιταμίνης D και της υπεριώδους ακτινοβολίας ανά περιοχή, φύλο, ηλικιακή ομάδα, εποχή και κοινωνικοοικονομική κατάσταση (αναφορά)

Ατμόσφαιρας (ΕΦΑΠ)	<ul style="list-style-type: none"> • Αποτελέσματα μοντέλου για την πρόβλεψη της βιταμίνης D σε ενήλικες και παιδιά στην περιοχή της Αττικής και παρουσίαση των στρατηγικών ενίσχυσης επιπέδων μέσω της διατροφής ή φαρμακευτικής αγωγής σε συνάρτηση με το γενετικό υπόβαθρο • Οδηγίες προς τους ενήλικους και ανήλικους κατοίκους της Αττικής για ασφαλή και αποδοτική έκθεση στην υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία και ενίσχυση των επιπέδων της μέσω διατροφής ή φαρμακευτικής αγωγής
Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών (ΕΑΑ), Ινστιτούτο Αστρονομίας Αστροφυσικής Διαστημικών Εφαρμογών & Τηλεπισκόπησης (ΙΑΑΔΕΤ) και Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΙΕΠΒΑ)	<ul style="list-style-type: none"> • Καταγραφή σε πραγματικό χρόνο των κατακόρυφων κατανομών συγκεντρώσεως σκόνης, θαλάσσιων αερολυμάτων και γύρης σε συνθήκες υποβάθρου στα Αντικύθηρα με το σύστημα lidar PollyXT (λειτουργία 24/7) • Χαρακτηρισμός των οπτικών ιδιοτήτων της γύρης στα Αντικύθηρα με τη χρήση του συστήματος lidar EVE • Ανάπτυξη συστήματος πρόγνωσης ποιότητας της ατμόσφαιρας σε υψηλή χωρική ανάλυση και αξιολόγησή του συστήματος με βάση το δίκτυο αισθητήρων στην Αθήνα • Διαδικτυακή πλατφόρμα με ενσωμάτωση δεδομένων διαφορετικών πηγών • Εφαρμογή για κινητά τηλέφωνα διαθέσιμη στο Google Play και Apple Store
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ), Εργαστήριο Οπτοηλεκτρονικής Lasers και Εφαρμογών	<ul style="list-style-type: none"> • Σύστημα τηλεπισκόπησης lidar για την καταγραφή αερολυμάτων και βιο-αερολυμάτων (μήκυτες και γύρη) • Κατακόρυφες 3-διάστατες χωρο-χρονικές καταγραφές αερολυμάτων (ερημικά, ηπειρωτικά, καύσης βιομάζας, θαλάσσια, κλπ.), μυκήτων και γύρης με εμβέλεια μερικών km • Κατακόρυφες 3-διάστατες χωρο-χρονικές καταγραφές του πεδίου των ανέμων με εμβέλεια μερικών km
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ), Εργαστήριο	<ul style="list-style-type: none"> • Χαρτογραφική αποτύπωση του δυναμικού γύρης της βλάστησης στην Ελλάδα (με υψηλότερη ανάλυση στην

<p>Φυσικής της Ατμόσφαιρας</p>	<p>περιοχή της Αττικής)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Υπολογιστικό εργαλείο εκπομπών γύρης στην Ανατολική Μεσόγειο, ενσωματωμένο στο μοντέλο φυσικών εκπομπών NEMO • Πεδία χρονικά, χωρικά και χημικά διαχωρισμένων ανθρωπογενών εκπομπών ρύπων στην Ανατολική Μεσόγειο • Επιχειρησιακή παραγωγή δορυφορικών χαρτών υψηλής ανάλυσης της ποιότητας αέρα πάνω από περιοχές ενδιαφέροντος όπως η Περιφέρεια Αττικής για NO₂ και SO₂ • Εντοπισμός και δορυφορική παρακολούθηση σημειακών πηγών ρύπανσης
<p>Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο (ΕΑΠ), Εργαστήριο Σχεδιασμού Φωτισμού</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Χαρτογραφημένες στρώσεις (layers) συμβατές με Google maps στις οποίες θα αναφέρονται οι ζώνες φωτισμού για όλη την περιφέρεια • Τεχνική αναφορά με τις κατηγοριοποιήσεις των κυριότερων 100 οδικών αξόνων/200 διαφορετικών περιπτώσεων κατηγοριοποίησης της Περιφέρειας Αττικής και τις ειδικές προδιαγραφές φωτισμού και φωτιστικών για την κάθε περίπτωση • Χαρτογραφημένες στρώσεις (layers) συμβατές με Google maps στις οποίες θα παρουσιάζεται κλίμακα μετρήσεων φωτορύπανσης από επιτόπιες μετρήσεις σε διαφορετικές χρονικές στιγμές και από ανάλυση δορυφορικών εικόνων • Εφαρμογή για κινητό τηλέφωνο/ιστοσελίδα που θα περιλαμβάνει την ορολογία και τις συνθήκες καλών πρακτικών φωτισμού για συγκεκριμένη περιοχή • Πρόταση για πιλοτικό σύστημα φωτισμού δυναμικής μεταβλητότητας για την πρόληψη εγκλημάτων με τη χρήση δεδομένων Big Data και IoT και με δεδομένα της Αστυνομίας • Εφαρμογή για κινητό τηλέφωνο/ιστοσελίδα που μέσω geotagging θα προσδιορίζεται εάν ο χρήστης βρίσκεται σε περιοχή αυξημένης εγκληματικότητας και θα τον

	<p>ενημερώνει. Η εφαρμογή θα μπορεί να ανταλλάσσει δεδομένα με συστήματα έξυπνου φωτισμού εάν υπάρχουν και να αυξάνει την ένταση σε περίπτωση ανάγκης ενώ θα παρέχει και δυνατότητα αποστολής φωτογραφίας του προβλήματος κατευθείαν στις αντίστοιχες τεχνικές υπηρεσίες της Περιφέρειας</p>
<p>Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Εργαστήριο Περιβαλλοντικής Ακουστικής Συγκοινωνιακών Έργων (Ε.Π.Α.Σ.Ε.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Αξιολόγηση των επιβλαβών επιδράσεων του περιβαλλοντικού θορύβου στην υγεία σύμφωνα με την Οδηγία 2020/367/04-03-2020 για την Περιφέρεια Αττικής
<p>Ίδρυμα Ιατροβιολογικών Ερευνών της Ακαδημίας Αθηνών - Κέντρο Επιπτώσεων του Περιβάλλοντος στην Υγεία (ΙΙΒΕΑΑ)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Προσδιορισμός των επιπέδων ρύπανσης από επικίνδυνες για την υγεία ενώσεις σε σχεδόν πραγματικό χρόνο (near real time) με το σύστημα διαφορικής απορρόφησης DOAS Αξιολόγηση και βελτίωση του υπολογισμού των δεικτών που σχετίζονται με την υγεία και τη γεωργία (δείκτης UV, βιταμίνη D, φωτοσυνθετικά ενεργή ακτινοβολία)
<p>Μαριολοπούλειον-Καναγκίνειον Ίδρυμα Επιστημών Περιβάλλοντος</p>	<ul style="list-style-type: none"> Δράσεις διάχυσης, έκδοση έντυπου ενημερωτικού υλικού, διοργάνωση ημερίδων

Γ.2 Συνολικό κόστος - διάρκεια και βιωσιμότητα του έργου

Κόστος

Το συνολικό κόστος του προτεινόμενου έργου προβλέπεται να είναι: **2.589.000 €***

**Μένει να διευκρινιστεί επακριβώς το είδος και το ύψος των κρατήσεων και των φόρων*

Διάρκεια

Η διάρκεια του έργου θα είναι 36 μήνες (3 χρόνια) με δυνατότητα επέκτασης των επιχειρησιακών εφαρμογών και πέραν των 3 ετών. Κατά τη διάρκεια του πρώτου έτους θα πραγματοποιηθεί η ανάπτυξη, η εγκατάσταση και ο έλεγχος της πιλοτικής λειτουργίας των επιμέρους εφαρμογών ενώ η υπηρεσία θα λειτουργεί επιχειρησιακά για τα επόμενα δύο έτη. Το γενικό χρονοδιάγραμμα του έργου φαίνεται στον επόμενο πίνακα (Πίνακας 2).

Πίνακας 2. Χρονοδιάγραμμα του έργου

1° ΕΤΟΣ	2° ΕΤΟΣ	3° ΕΤΟΣ
Φάση ανάπτυξης των εφαρμογών και των επιστημονικών μελετών, εγκατάσταση του εξοπλισμού και πιλοτική εφαρμογή της υπηρεσίας και των παραδοτέων	Φάση επιχειρησιακής λειτουργίας των εφαρμογών, ελέγχου και βελτιστοποίησης της υπηρεσίας σε πλήρη λειτουργία	Ολοκλήρωση του έργου και σχεδιασμός για τη συνέχιση της απρόσκοπτης λειτουργίας της υπηρεσίας στην Περιφέρεια Αττικής μετά το πέρας του έργου

Η επόμενη μέρα (βιωσιμότητα)

Οι τρόποι επέκτασης και βιωσιμότητας του όλου εγχειρήματος μετά από τα τρία πρώτα χρόνια θα καθορισθούν από τη συμβουλευτική επιτροπή (βλ. Παράρτημα Ι) σε συνεργασία με τις αρμόδιες υπηρεσίες της Περιφέρειας Αττικής και σε συνδυασμό με την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων του έργου. Η γενική πρόβλεψη είναι ότι οι εφαρμογές οι οποίες αφορούν τις μετρήσεις και τις προγνώσεις των ατμοσφαιρικών παραμέτρων θα συνεχίσουν να λειτουργούν με προβλεπόμενο ετήσιο κόστος της τάξης των **100.000 €** ενώ οι εφαρμογές οι οποίες έχουν πιο μόνιμο χαρακτήρα (π.χ. ιατρικές μελέτες, μελέτες θορύβου, μελέτες φωτισμού κλπ.), θα μπορούν να επικαιροποιούνται κατά περίπτωση.

Γ.3 Εξειδίκευση παραδοτέων και κόστος ανά φορέα

Στα επόμενα αναφέρονται η εξειδίκευση και η συνεισφορά στο έργο της κάθε ερευνητικής ομάδας καθώς και το αντίστοιχο κόστος σε ανθρώπινο δυναμικό και σε εξοπλισμό.

1. Κέντρον Ερεύνης Φυσικής της Ατμοσφαιράς και Κλιματολογίας της Ακαδημίας Αθηνών (συντονιστής)

Διαχείριση έργου και συντονισμός Ερευνητικών Ομάδων. Σχεδιασμός και ανάπτυξη του επιχειρησιακού συστήματος πρόγνωσης ατμοσφαιρικών παραμέτρων για την Περιφέρεια Αττικής με τη χρήση ατμοσφαιρικών μοντέλων υψηλής ανάλυσης (WRF-CHEM, CAMx, RAMS, NMMB, NMM-DREAM, SILAM, FLEXPART, FLEXINVERT). Επιχειρησιακή πρόγνωση 5 ημερών για όλες τις βασικές μετεωρολογικές παραμέτρους (θερμοκρασία, άνεμο, υετό, υγρασία κλπ.) και για τις συγκεντρώσεις γύρης, σκόνης από τη Σαχάρα, αλάτων θαλάσσιας προέλευσης, βιογενών και ανθρωπογενών σωματιδίων. Η πρόγνωση θα περιλαμβάνει και τον επιμερισμό ως προς την προέλευση των ρύπων μέχρι και τον τελικό αποδέκτη (source-receptor apportionment). Επιπλέον θα περιλαμβάνεται και η ποσοτική εκτίμηση των εκπομπών σωματιδίων από τη θραύση των κυμάτων κοντά στην ακτογραμμή της Αττικής. Τέλος, θα πρέπει να τονισθεί η μακρά εμπειρία των ερευνητών του ΚΕΦΑΚ σε διεθνή και εθνικά ανταγωνιστικά προγράμματα όπως π.χ. το ΠεΣΠΚΑ Αττικής, το LIFE-IP, ο ΞΕΝΙΟΣ και πολλά άλλα.

Περιγραφή δαπανών	Κόστος
Υποδομή High Performance Computing (HPC)	40.000 €
Αμοιβές: 4 ερευνητές × 36 μήνες × 2000 €	288.000 €
Μετρητής κυματικών συνθηκών AWAC	50.000 €
Έξοδα συντήρησης και μετακίνησης	30.000 €
	Σύνολο: 408.000 €

2. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Μονάδα Αλλεργιολογίας, Β'ΠΠΚ και συνεργαζόμενα Κέντρα

Εγκατάσταση και λειτουργία δικτύου γυρεοπαγίδων στην Περιφέρεια Αττικής. Ανάπτυξη και αξιολόγηση συστήματος αυτοματοποιημένης καταγραφής για τη συνεχή παρακολούθηση του φορτίου και του είδους των σωματιδίων γύρης στην ατμόσφαιρα. Στρατολόγηση, αξιολόγηση και προοπτική παρακολούθηση με χρήση e-health, ασθενών διαφόρων ηλικιών με κλινική αναπνευστική αλλεργία και γυρεοαλλεργία στις βασικές αλλεργιογόνες γύρες της περιοχής (αγρωστώδη, παριετάρια, κυπαρίσσι, ελιά) ή ειδική αλλεργία σε μύκητες (αλτερνάρια, κλαδοσπόριο). Ανάλυση και περιγραφή της επίδρασης των πολλαπλών μετρούμενων παραμέτρων (κλιματολογικών, επιπέδου γύρεων και άλλων ρυπαντών) στην έκβαση αλλεργικών παθήσεων. Τα αποτελέσματα αυτά θα αποτελέσουν τη βάση στοχευμένης παρέμβασης από την πλευρά της Περιφέρειας Αττικής για τη βελτίωση της υγείας των πολιτών της.

Περιγραφή δαπανών	Κόστος
Εξοπλισμός : Αγορά 4 επιπλέον γυρεοπαγίδων	24.000 €
Χειριστής αεροβιολογίας (τοποθέτηση, συλλογή, καταμέτρηση, αναφορά) 30.000 € x 3 έτη	90.000 €
Έξοδα κίνησης:	10.000 €
Πιλοτική αξιολόγηση αυτοματοποιημένων μετρήσεων:	20.000 €
Στρατολόγηση ασθενών 25.000 €x 2(άτομα) x 3(έτη) :	150.000€
Εφαρμογή/υλικά παρακολούθησης (με βάση ~100 ασθενείς):	30.000 €
	σύνολο 324.000 €

3. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ερευνητικό Πανεπιστημιακό Ινστιτούτο Υγείας Μητέρας Παιδιού και Ιατρικής Ακριβείας

Μετρήσεις ορμονών, βιταμινών, κυτοκινών και άλλων ουσιών σε βιολογικά υλικά ατόμων που είναι υπό έλεγχο στο παρόν πρωτόκολλο. Το Εργαστήριο του Ινστιτούτου ειδικεύεται στη μελέτη ορμονών, όπως η βιταμίνη D και τα παράγωγά της και η κορτιζόλη, πρωτεϊνών όπως η υπερευαίσθητη C-Reactive protein (CRP) και η ιντερλευκίνη-6, και άλλων βιοδεικτών μεταβολισμού, στρες και φλεγμονής. Επίσης θα πραγματοποιηθούν μοριακές εξετάσεις του υποδοχέα της βιταμίνης D και των ενζύμων σύνθεσης και αποδόμησης της ορμόνης.

Σε αντίθεση με τις κλασικές κληρονομικές ασθένειες (εκείνες που προκαλούνται αυστηρά από μετάλλαξη σε ένα γονίδιο ή σε ένα σύνολο γονιδίων), οι ασθένειες που οφείλονται σε περιβαλλοντικούς παράγοντες αποτελούν μοναδικό παράδειγμα από συνιστώσες εκτός της βιολογίας του ατόμου. Η απομόνωση του τρόπου με τον οποίο τα γονίδια και το περιβάλλον συμβάλλουν σε διάφορες ασθένειες και αλληλεπιδρούν έχει έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον. Γονίδια που εμπλέκονται στις οδούς βιολογικής απόκρισης στους ατμοσφαιρικούς ρύπους, όπως αυτά που εμπλέκονται στο οξειδωτικό στρες και τις φλεγμονώδεις οδούς, θεωρούνται υποψήφιοι παράγοντες. Διαφορετικά γονίδια μπορεί να εμπλέκονται σε διαφορετικούς φαινοτύπους απόκρισης ατμοσφαιρικών ρύπων.

Προτείνεται να διερευνηθεί ο ρόλος των εξής γονιδίων:

- Γονίδιο της παραοξονάσης (PON1, PON2)
- Τα γονίδια της γλουταθειόνης, (GSTP1, M1)

Η αύξηση των επιπέδων αυτών των βιοδεικτών σχετίζεται συνήθως αντίστροφα με την εξασθένηση του βιολογικού αντιοξειδωτικού δυναμικού (BAP).

Περιγραφή δαπανών	Κόστος
Αμοιβή 1 Ερευνητή (1 x 24 μήνες x 2.000 €)	48.000 €
Βιοχημικές αναλύσεις (αντιδραστήρια)	10.000 €
Γενετικές αναλύσεις (αντιδραστήρια)	90.000 €
	Σύνολο : 148.000 €

4. Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών

ΙΕΠΒΑ: Υπολογισμός φυσικών και ανθρωπογενών εκπομπών σε υψηλή ανάλυση στο επίπεδο της πόλης. Ανάπτυξη συστήματος πρόγνωσης ποιότητας της ατμόσφαιρας σε υψηλή χωρική ανάλυση (αστικής κλίμακας). Συντονισμός και διαχείριση των επίγειων μετρήσεων ποιότητας αέρα (γύρη, σκόνη, ανθρωπογενή), επέκταση και συντήρηση του υφιστάμενου δικτύου αισθητήρων μεσαίου και μικρού κόστους στο λεκανοπέδιο Αττικής (πρόγραμμα EMISSION), για την αντίστοιχη βαθμονόμηση και βελτιστοποίηση των προγνωστικών μοντέλων.

Περιγραφή δαπανών	Κόστος
Υποδομή High Performance Computing (HPC)	30.000 €
Επέκταση δικτύου αισθητήρων ρύπανσης	20.000 €
Πάγια έξοδα συντήρησης δικτύου (3 χρόνια)	30.000 €
Αμοιβές: 2 ερευνητές (συνολικά 30 AM × 2.000 €)	60.000 €
	Σύνολο: 140.000 €

ΙΑΑΔΕΤ (ΠΑΓΓΑΙΑ) : Πραγματοποίηση παρατηρήσεων υποβάθρου, επεξεργασία και ανάλυση δεδομένων για τις συγκεντρώσεις σωματιδίων γύρης και ερημικής σκόνης στην ατμόσφαιρα στο σταθμό ΠΑΓΓΑΙΑ. Το παρατηρητήριο κλιματικής αλλαγής ΠΑΓΓΑΙΑ βρίσκεται στα Αντικύθηρα, την πιο απομακρυσμένη από τον αστικό ιστό περιοχή της Περιφέρειας Αττικής.

Περιγραφή δαπανών	Κόστος
Αμοιβές: 1 ερευνητής × 36 μήνες × 2.000 €	72.000 €
	Σύνολο: 72.000 €

ΙΑΑΔΕΤ: Ολοκλήρωση του υπολογιστικού συστήματος με τις προσφερόμενες υπηρεσίες από δορυφορικά δεδομένα, μοντέλα, επίγειες μετρήσεις και lidar. Σχεδιασμός και ανάπτυξη των υπηρεσιών προς τους χρήστες μέσω διαδικτυακής πλατφόρμας (για τις Αρχές) και εφαρμογής για κινητά τηλέφωνα που θα είναι διαθέσιμη στο Google Play και Apple Store για τη διάχυση της πληροφορίας στους πολίτες. Ενσωμάτωση απόκρισης επιλεγμένων χρηστών (enhanced version της εφαρμογής) σε σχέση με τη συμπτωματολογία (αλλεργία, αναπνευστικά προβλήματα κλπ., crowd sourcing). Συντονισμός των διαφορετικών υπηρεσιών, αδιάλειπτη λειτουργία 24/7, επικαιροποίηση εφαρμογών όποτε απαιτείται.

Περιγραφή δαπανών	Κόστος
Αμοιβές: 2 ερευνητές × 25 μήνες × 2.000 €	100.000 €
RESTful Service component for the development of JSON-based modules	20.000 €
Development of mobile app	20.000 €
	Σύνολο: 140.000 €

5. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο-Εργαστήριο Οπτοηλεκτρονικής, Lasers και Εφαρμογών

Καινοτόμο σύστημα 3-διάστατης ατμοσφαιρικής τηλεπισκόπησης laser (τεχνική lidar/LIF) για την 3-διάστατη ταυτόχρονη χωρική και ποιοτική/ποσοτική καταγραφή διαφόρων ειδών γύρης (πεύκου, ελιάς κυπαρισσιού, γρασιδιού, κλπ.), μυκήτων και ταυτόχρονη κατηγοριοποίηση διαφόρων τύπων αιωρούμενων σωματιδίων (ερημική σκόνη, τέφρα, καύσης βιομάζας, αστικά, θαλάσσια, κλπ.) με πολύ μεγάλη χωρική (5-30m) και χρονική (1-20 min.) ακρίβεια, υπό τη μορφή αξονικής τομογραφίας. Η χρήση της τεχνικής lidar (με ταυτόχρονη χρήση τεχνικής αποπόλωσης) επιτρέπει τη χωρο-χρονική καταγραφή των διαφόρων τύπων αιωρούμενων σωματιδίων σε οποιαδήποτε ώρα της ημέρας, ενώ η χρήση της τεχνικής LIF επιτρέπει τη χωρική και ποιοτική/ποσοτική καταγραφή-διαφοροποίηση των διαφόρων ειδών γύρης (πεύκου, ελιάς κυπαρισσιού, γρασιδιού, κλπ.). Επιπλέον, η χρήση ενός ενοικιασμένου συστήματος wind lidar θα καταγράψει το πεδίο των ανέμων σε 3-διάστατη κλίμακα, σε ακτίνα μερικών km, επιτρέποντας με αυτόν τον τρόπο την παρακολούθηση της διασποράς της γύρεως στο χώρο του αστικού περιβάλλοντος, πλησίον του εδάφους, σε σημεία όπου τα χωρικά μετεωρολογικά μοντέλα αδυνατούν να παρέχουν τις σχετικές πληροφορίες, λειτουργώντας συνεργιστικά με αυτά.

Το δίκτυο fluorescence lidar θα είναι, ακολούθως (σε μεταγενέστερη φάση), δυνατόν να επεκταθεί σε πανελλαδική κλίμακα με την προσθήκη 2 επιπλέον συστημάτων. Σε αυτήν την περίπτωση τα τρία συστήματα, εγκατεστημένα σε Αθήνα, Αντικύθηρα και Θεσσαλονίκη, θα επιτρέψουν την πλήρη παρακολούθηση και το χαρακτηρισμό της γύρης δημιουργώντας μια πρωτοποριακή υποδομή όχι μόνο για τα εθνικά, αλλά και για τα παγκόσμια δεδομένα. Η ελληνική επιστημονική κοινότητα είναι σε θέση να υποστηρίξει μια τέτοια υποδομή η οποία θα αποτελεί ένα επιτυχές παράδειγμα καινοτόμων υπηρεσιών από την επιστημονική κοινότητα προς τις περιφέρειες.

Περιγραφή δαπανών	Κόστος
Σύστημα 3D-scanning lidar αερολυμάτων/LIF (με χρήση τεχνικής αποπόλωσης):	340.000 €
Αναλώσιμα lidar/LIF	8.000 €
Ενοικίαση φορητού συστήματος wind lidar	6.000 €
Αμοιβή 2 Ερευνητών (2 x 24 μήνες x 2.000 €)=	96.000 €
	Σύνολο : 450.000 €

6. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης – Εργαστήριο Φυσικής της Ατμόσφαιρας

ΕΦΑ (μοντελοποίηση) : Ανάπτυξη συστήματος υπολογισμού των εκπομπών γύρης για τον ελλαδικό χώρο προσαρμοσμένο στα δεδομένα βλάστησης και ανθοφορίας της περιοχής (πχ αγρωστώδη, ελιά, κυπαρίσσι, περδικάκι κα). Θα δημιουργηθεί για πρώτη φορά χαρτογραφική αποτύπωση του δυναμικού γύρης της βλάστησης στην Ελλάδα, με υψηλότερη ανάλυση στην περιοχή της Αττικής. Το υπολογιστικό εργαλείο θα ενσωματωθεί στο μοντέλο φυσικών εκπομπών Natural Emissions Model (NEMO) το οποίο θα παράγει επιπλέον εκπομπές σκόνης, θαλάσσιου άλατος και πτητικών οργανικών ενώσεων (εκτός μεθανίου) από τη βλάστηση στην ανατολική Μεσόγειο. Επιπλέον το ΕΦΑ θα υπολογίσει τις χρονικά, χωρικά και χημικά διαχωρισμένες ανθρωπογενείς εκπομπές στην ανατολική Μεσόγειο (CO, NOx, SO2, NMVOCs, PM10, PM2.5) χρησιμοποιώντας την ετήσια ευρωπαϊκή βάση εκπομπών του Ολλανδικού Οργανισμού (TNO – CAMS). Οι φυσικές και ανθρωπογενείς εκπομπές θα χρησιμοποιηθούν ως πεδία εισόδου για τα προγνωστικά μοντέλα τοπικής και μέσης κλίμακας.

Περιγραφή δαπανών	Κόστος
Αποθηκευτικός χώρος:	5.000 €
Αμοιβές: 3 ερευνητές (συνολικά 45 AM × 2.000 €)	90.000 €
Μετακινήσεις:	4.000 €
	Σύνολο: 99.000 €

ΕΦΑ (δορυφορική τηλεπισκόπηση) : Μελέτη των μεταβολών της ποιότητας του αέρα με τη χρήση δεδομένων δορυφορικής τηλεπισκόπησης. Παρακολούθηση, καταγραφή και ανάλυση των αερίων ρύπων ανθρωπογενούς προέλευσης που επιβαρύνουν την ποιότητα αέρα και υγεία στις αστικές κοινωνίες, όπως το διοξείδιο του αζώτου (Drosoglou et al., 2017), το διοξείδιο του θείου (Koukouli et al., 2016), τη φορμαλδεΐδη (Zyrichidou et al., 2019), το μονοξείδιο του άνθρακα (Toraloglou et al., 2020) και των αιωρούμενων σωματιδίων (Balis et al., 2016) από δορυφορικούς αισθητήρες τελευταίας γενιάς. Το δορυφορικό όργανο TROPospheric Monitoring Instrument⁴ της Ευρωπαϊκής Υπηρεσίας Διαστήματος (ESA), βρίσκεται σε πολική τροχιά από το Νοέμβριο του 2017 στην πλατφόρμα Sentinel 5-Precursor και παρέχει δορυφορικές ατμοσφαιρικές παρατηρήσεις σε υψηλή χωρική ανάλυση 5.5x3.5km², ανάλυση ικανότατη για τη μελέτη της περιοχικής ποιότητας αέρα (Koukouli et al., 2020). Προτείνεται συγκεκριμένα: (i) Ανάπτυξη, βελτίωση και εφαρμογή εξελιγμένων αλγορίθμων downscaling και post-processing ώστε η χωρική ανάλυση να βελτιωθεί έως και 1x1km², (ii) Επιχειρησιακή παραγωγή δορυφορικών χαρτών υψηλής ανάλυσης της ποιότητας αέρα πάνω από περιοχές ενδιαφέροντος όπως η Περιφέρεια Αττικής για NO₂ και SO₂, (iii) Εντοπισμός και παρακολούθηση σημειακών πηγών ρύπανσης, (iv) Προσαρμογή των αλγορίθμων και των διαδικασιών για τα δεδομένα του Sentinel-4 που

⁴ <http://www.tropomi.eu/>

θα παρέχει στοιχεία κάθε μισή ώρα, (v) Αξιολόγηση των μέτρων περιορισμού της αέριας ρύπανσης με συγκριτική ανάλυση των δορυφορικών μετρήσεων και των προσομοιώσεων των μοντέλων.

Διαχωρισμός γύρης από τα υπόλοιπα είδη αιωρούμενων σωματιδίων. Επεξεργασία των μετρήσεων τηλεπισκόπισης lidar για την ανάκτηση των γεωμετρικών και οπτικών παραμέτρων των αιωρούμενων σωματιδίων (Voudourgi et al., 2019), δημιουργία quicklooks για την κατακόρυφη κατανομή και ημερήσια πορείας τους (Siomos et al., 2017) και διαχωρισμός των σωματιδίων γύρης από τις υπόλοιπες πηγές σωματιδίων (π.χ. σωματίδια θαλάσσιας προέλευσης, ηπειρωτικά σωματίδια, σωματίδια καύσης), βάση των οπτικών τους ιδιοτήτων (Binietoglou et al., 2015).

Περιγραφή δαπανών	Κόστος
Αμοιβές: 1 ερευνητής x 24 μήνες x 2.000€	48.000 €
Storage/computing:	5.000 €
Μετακινήσεις	4.000 €
	Σύνολο: 57.000 €

7. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο - Εργαστήριο Σχεδιασμού Φωτισμού

Εις βάθος χαρτογράφηση των αναγκών φωτισμού σε όλη την Περιφέρεια, λαμβάνοντας υπόψη τα ειδικά περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά των περιοχών. Μετρήσεις φωτορύπανσης κατόπιν μελέτης δορυφορικών φωτογραφιών και αυτοψίας των φωτιστικών εγκαταστάσεων με τη χρήση εξειδικευμένου οργάνου Sky Quality Meter. Κατηγοριοποίηση των κυριότερων οδικών αξόνων της Περιφέρειας Αττικής και των ειδικών προδιαγραφών φωτισμού (Google maps layers). Καθορισμός των απαιτήσεων φωτισμού για τα υπόγεια περάσματα και σήραγγες μικρού μήκους διέλευσης οχημάτων σύμφωνα με το πρότυπο CR 14380 με κατάλληλο εξοπλισμό (χρήση διαπιστευμένης κάμερας μέτρησης λαμπρότητας). Δράσεις δυναμικής ενημέρωσης πολιτών (smart city). Ενημέρωση των πολιτών για την καταλληλότητα των φωτιστικών στην ιδιοκτησία τους μέσω εφαρμογής για κινητό τηλέφωνο/ιστοσελίδα και παροχής πληροφοριών για την αγορά, τη συντήρηση και την αναβάθμιση φωτιστικών εξωτερικού χώρου. Προσδιορισμός περιοχών αυξημένης εγκληματικότητας με τη χρήση δεδομένων Big Data και IoT και με δεδομένα της Αστυνομίας για την ανάπτυξη πιλοτικού συστήματος φωτισμού δυναμικής μεταβλητότητας για την πρόληψη εγκλημάτων. Εφαρμογή για κινητό τηλέφωνο/ιστοσελίδα που μέσω geotagging θα προσδιορίζεται η ζώνη φωτισμού που βρίσκεται ο χρήστης και θα έχει δυνατότητα αλληλεπίδρασης με τις αντίστοιχες τεχνικές υπηρεσίες του Δήμου της περιοχής ή της Περιφέρειας.

Περιγραφή δαπανών	Κόστος
Ερευνητές (80 ανθρωπομήνες X 2.000€)	160.000.00 €
Μετακινήσεις	20.000.00 €
Κάμερα μέτρησης λαμπρότητας	25.000.00 €
Συνδρομές λογισμικών/servers (4 έτη)	40.000.00 €
Φασματόμετρα μπλε ακτινοβολίας	10.000.00 €
Μικροόργανα/αναλώσιμα	5.000.00 €
	Σύνολο : 260.000 €

8. Πανεπιστήμιο Πατρών – Τμήμα Φυσικής – Εργαστήριο Φυσικής της Ατμόσφαιρας

Ανάπτυξη χρονοσειρών υπεριώδους ακτινοβολίας και συγκεντρώσεων βιταμίνης D από προηγούμενες μελέτες στους κατοίκους της Αττικής. Συσχέτιση των συγκεντρώσεων βιταμίνης D και της υπεριώδους ακτινοβολίας ανάλογα με το φύλο, την εποχή και άλλες παραμέτρους και προσδιορισμός των εποχικών διαφορών. Ανάπτυξη μοντέλου για την περιοχή της Αττικής που θα βασίζεται στα διαθέσιμα δεδομένα υπεριώδους ηλιακής ακτινοβολίας, τις ώρες ηλιοφάνειας και άλλες βασικές παραμέτρους (π.χ. τη συσχέτιση υπεριώδους ακτινοβολίας και συγκεκριμένων τροφών με τα επίπεδα βιταμίνης D) για την πρόβλεψη των μεταβολών των συγκεντρώσεων της βιταμίνης D σε ενήλικες και παιδιά καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Εκτίμηση της έκθεσης στον ήλιο που απαιτείται για την αποφυγή μείωσης των επιπέδων της βιταμίνης D όλο το χρόνο και προσδιορισμός του αν αυτό μπορεί να επιτευχθεί με ασφάλεια με τρόπους απλούς, καθορισμένους και φιλικούς προς τον πληθυσμό.

Περιγραφή δαπανών	Κόστος
Αμοιβές: 1 ερευνητής x 30 μήνες x 2.000€	60.000 €
Δοσίμετρα και συμπληρωματικός εξοπλισμός:	5.000 €
Μετακινήσεις (πειράματα, συναντήσεις, διάχυση):	4.000 €
	<u>Σύνολο: 69.000 €</u>

9. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας - Εργαστήριο Περιβαλλοντικής Ακουστικής Συγκοινωνιακών Έργων (Ε.Π.Α.Σ.Ε.)

Στην Περιφέρεια Αττικής έχουν εκπονηθεί ήδη από το 2012 μέχρι σήμερα με τη συμμετοχή του ΕΠΑΣΕ (<http://ltea.civ.uth.gr/>) σχετικές μελέτες Στρατηγικής Χαρτογράφησης που καλύπτουν ενδεικτικά: το κέντρο της Αθήνας (Δήμος Αθηναίων), τη βόρεια και τη νότια Αθήνα, τον Πειραιά, το Διεθνές Αεροδρόμιο Αθηνών (ΔΑΑ) με ήδη εκπονημένο και υλοποιημένο Πρόγραμμα Παρακολούθησης και εφαρμογή Σχεδίου Δράσης μέτρων αντιθορυβικής Προστασίας, με έμφαση σε ίχνη πτήσης και διαδικασίες χαμηλού αεροπορικού θορύβου, την Αττική Οδό (ΑΟ) με ήδη εκπονημένο και υλοποιημένο Πρόγραμμα Παρακολούθησης και εφαρμογή Σχεδίου Δράσης μέτρων αντιθορυβικής Προστασίας (αντιθορυβικά πετάσματα), διάφορες αστικές αρτηρίες μέρος των οποίων έχουν ήδη εφαρμόσει τη νέα μεθοδολογία CNOSSOS-EU. Η αξιολόγηση αυτών των αποτελεσμάτων, με βάση τη νέα Οδηγία 2020/367 της ΕΕ της 4ης Μαρτίου 2020, θα πραγματοποιηθεί με έμφαση στις περιοχές :

- ΤΜΗΜΑ 1: «ΚΕΝΤΡΙΚΗ - ΒΟΡΕΙΑ – ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΑΘΗΝΑ»
- ΤΜΗΜΑ 2: «ΔΥΤΙΚΗ & ΝΟΤΙΑ ΑΘΗΝΑ - ΠΕΙΡΑΙΑΣ»

Η προσέγγιση και αξιολόγηση των στοιχείων έκθεσης του πληθυσμού στον περιβαλλοντικό θόρυβο αποτελούν σκοπό υψίστης σημασίας για την αξιολόγηση των δυσμενών επιπτώσεων στην υγεία και την ποιότητα ζωής μέσα από την αναβάθμιση του ακουστικού περιβάλλοντος. Οι επιβλαβείς επιδράσεις θα υπολογισθούν σε επίπεδο σχετικού και απόλυτου κινδύνου ως εξής :

ο σχετικός κίνδυνος (RR) επιβλαβούς επίδρασης που ορίζεται ως

$$RR = \left(\frac{\text{Πιθανότητα εμφάνισης της επιβλαβούς επίδρασης σε πληθυσμό που εκτίθεται σε συγκεκριμένο επίπεδο περιβαλλοντικού θορύβου}}{\text{Πιθανότητα εμφάνισης της επιβλαβούς επίδρασης ίσε πληθυσμό που δεν εκτίθεται σε περιβαλλοντικό θόρυβο}} \right)$$

ο απόλυτος κίνδυνος (AR) επιβλαβούς επίδρασης που ορίζεται ως

$$AR = \left(\begin{array}{l} \text{Πιθανότητα εμφάνισης της επιβλαβούς επίδρασης} \\ \text{σε πληθυσμό που εκτίθεται} \\ \text{σε συγκεκριμένο επίπεδο περιβαλλοντικού θορύβου} \end{array} \right)$$

Περιγραφή δαπανών	Κόστος
Ερευνητές (60 ανθρωπομήνες X 2.000€)	120.000 €
Μετακινήσεις εσωτερικού	5.000 €
Υποστήριξη μετρωλογικού εξοπλισμού – Περιοδικές Βαθμονομήσεις ISO 17025 κλπ	15.000 €
Εφαρμογή Ειδικών Λογισμικών	25.000 €
	Σύνολο : 165.000 €

10. Ίδρυμα Ιατροβιολογικών Ερευνών της Ακαδημίας Αθηνών - Κέντρο Επιπτώσεων του Περιβάλλοντος στην Υγεία

Αξιολόγηση - βελτίωση του υπολογισμού περιβαλλοντικών δεικτών που σχετίζονται με την υγεία, τη γεωργία και τη θάλασσα (δείκτης UV, βιταμίνη D, φωτοσυνθετικά ενεργή ακτινοβολία) και παρακολούθηση των υψηλής επικινδυνότητας αέριων ρύπων στο λεκανοπέδιο των Αθηνών από επίγειες μετρήσεις. Η διερεύνηση της επίδρασης των ατμοσφαιρικών παραμέτρων στη μεταβλητότητα της φασματικής ηλιακής ακτινοβολίας και η αξιολόγηση των περιβαλλοντικών δεικτών που σχετίζονται με την υγεία, τη γεωργία και τη θάλασσα, θα πραγματοποιηθεί από το Κέντρο Επιπτώσεων του Περιβάλλοντος στην Υγεία του Ιδρύματος Ιατροβιολογικών Ερευνών της Ακαδημίας Αθηνών (ΙΙΒΕΑΑ) με τη χρήση φασματοφωτόμετρου τύπου Brewer MKIV για τη μέτρηση της φασματικής υπεριώδους ηλιακής ακτινοβολίας (UVB) και της ολικής στήλης των O₃, SO₂, NO₂, ακτινόμετρου πολλαπλών καναλιών τύπου NILU-UV για τη μέτρηση της υπεριώδους ηλιακής ακτινοβολίας (UVB, UVA) και της φωτοσυνθετικά ενεργής ακτινοβολίας (PAR), και πυρανόμετρου CM11 για τη μέτρηση της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας. Ο προσδιορισμός των επιπέδων ρύπανσης από επικίνδυνες για την υγεία ενώσεις θα πραγματοποιείται με το σύστημα διαφορικής απορρόφησης DOAS.

Περιγραφή δαπανών	Κόστος
Σύστημα διαφορικής απορρόφησης DOAS	80.000 €
Βαθμονομήσεις οργάνων	20.000 €
Μετακινήσεις	4.000 €
Computing/Αναλώσιμα	5.000 €
Αμοιβή ενός ερευνητή (1 x 24 μήνες x 2.000 €) =	48.000 €
	Σύνολο : 157.000 €

11. Μαριολοπούλειον-Καναγκίνειον Ίδρυμα Επιστημών Περιβάλλοντος

Διάχυση των δράσεων του έργου προς το ευρύτερο κοινό (επιστημονική κοινότητα, φορείς, πολίτες). Διοργάνωση ετήσιας ημερίδας (3 συνολικά) με τη συμμετοχή των συνεργαζόμενων φορέων και της Περιφέρειας Αττικής για την ενημέρωση σε σχέση με τις δράσεις του έργου. Δημιουργία ιστοσελίδας και έκδοση Δελτίων Τύπου και ενημερωτικών φυλλαδίων σε έντυπη και ηλεκτρονική μορφή. Διάχυση των δράσεων του έργου στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης. Δημοσιεύσεις σε επιστημονικά περιοδικά και συνέδρια.

Περιγραφή δαπανών	Κόστος
Δράσεις διάχυσης	100.000 €
	<u>Σύνολο: 100.000 €</u>

ΜΕΡΟΣ Δ - ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΣΥΝΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΦΟΡΕΩΝ

Δ1. Κέντρον Ερεύνης Φυσικής της Ατμοσφαιρας και Κλιματολογίας της Ακαδημίας Αθηνών

Το Κέντρον Ερεύνης Φυσικής της Ατμοσφαιρας και Κλιματολογίας της Ακαδημίας Αθηνών (<http://www.academyofathens.gr/el/research/centers/climate>) ιδρύθηκε δυνάμει του Νόμου 624/1977 (ΦΕΚ Α' 174/1977)

Το Κέντρο έχει ως σκοπό:

- Την έρευνα των κλιματικών κυμάνσεων σε διαφορετικές χωροχρονικές κλίμακες
- Τη συστηματική μελέτη των παρατηρήσεων των αναφερομένων εις τα ανώτερα στρώματα της ατμοσφαιρας.
- Τη συγκέντρωση και επεξεργασία των παρατηρήσεων της ρύπανσης της ατμόσφαιρας και της ποιότητας του αέρα.

Ο Επόπτης, καθηγητής κ. Χρήστος Ζερεφός και οι ερευνητές του Κέντρου ηγήθησαν της μελέτης για τις περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα κατά τον 21^ο αιώνα (Τράπεζα της Ελλάδος: https://www.bankofgreece.gr/Publications/%CE%A0%CE%BB%CE%B7%CF%81%CE%B7%CF%82_%CE%95%CE%BA%CE%B8%CE%B5%CF%83%CE%B7.pdf?mode=preview.) Στο πλαίσιο της μελέτης της ανθρωπογενούς κλιματικής αλλαγής και των μεταβολών της σύστασης της ατμόσφαιρας, στο Κέντρο διεξάγονται προσομοιώσεις με τη χρήση κλιματικών, μετεωρολογικών και χημικών προτύπων προσομοίωσης. Στο πλαίσιο αυτό το Κέντρο συμμετέχει σε σχετικά διεθνή και εθνικά ερευνητικά προγράμματα και έχει αναπτύξει συνεργασίες με αναγνωρισμένα Ερευνητικά Κέντρα του εξωτερικού καθώς επίσης και συνεργασίες με ελληνικά ακαδημαϊκά και ερευνητικά Ιδρύματα. Τα αποτελέσματα των ερευνών του Κέντρου δημοσιεύονται σε έγκριτα διεθνή επιστημονικά περιοδικά, στη σειρά Δημοσιευμάτων του Κέντρου ή/και σε Επιστημονικά Συνέδρια.

Δ2. Μονάδα Αλλεργιολογίας, Β' Παιδιατρικής Κλινικής ΕΚΠΑ και συνεργαζόμενα Κέντρα

Το Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών (ΕΚΠΑ) είναι ο μεγαλύτερος οργανισμός Ανώτατης Εκπαίδευσης στην Ελλάδα και ένα από τα μεγαλύτερα Πανεπιστήμια στην Ευρώπη. Με περισσότερους από 125.000 φοιτητές και 2000 ακαδημαϊκό προσωπικό, έχει σταθερά αυξητική πορεία παρόλες τις οικονομικές δυσκολίες της παρούσας συγκυρίας και συστηματικά κατατάσσεται ανάμεσα στα καλύτερα Πανεπιστήμια του κόσμου από ανεξάρτητες αξιολογήσεις (στις πρώτες εκατοντάδες, ανάμεσα σε πολλές χιλιάδες). Η Μονάδα Αλλεργιολογίας της Β' Παιδιατρικής Κλινικής του Πανεπιστημίου, εδράζεται στο Νοσοκομείο Παιδών «Π&Α Κυριακού» και είναι το μεγαλύτερο κέντρο Παιδιατρικής και Εφηβικής Αλλεργιολογίας στην Ελλάδα. Είναι επίσης ένα από τα τρία κέντρα που παρέχουν πλήρη ειδικότητα Αλλεργιολογίας στη χώρα. Εκπαιδεύει φοιτητές και άλλους επαγγελματίες υγείας και διοργανώνει εκπαιδευτικά σεμινάρια αρκετές φορές το χρόνο. Αποτελείται από εξωτερικά ιατρεία, στα οποία εξετάζονται και αξιολογούνται περισσότερα από 6.000 παιδιά και έφηβοι με αλλεργικά νοσήματα κάθε χρόνο, μονάδα προκλήσεων και ανοσοθεραπειών και ερευνητικό εργαστήριο. Το προσωπικό ξεπερνά τα 30 άτομα, περιλαμβάνοντας ιατρούς, ερευνητές και διοικητικούς υπαλλήλους. Στις κλινικές εγκαταστάσεις γίνονται όλες οι σύγχρονες αλλεργιολογικές πράξεις (προκλήσεις με τροφές, ρινικές, αναπνευστικές, οφθαλμικές, μετρήσεις αναπνευστικής λειτουργίας, ρινομετρίες και ειδική ανοσοθεραπεία). Παράλληλα πραγματοποιείται ευρύ φάσμα κλινικών μελετών, στις οποίες υπάρχει σημαντική εμπειρία. Το Εργαστήριο, που βρίσκεται σε ξεχωριστές εγκαταστάσεις, υποστηρίζει την κλινική με ειδικές διαγνωστικές δοκιμασίες (CAP, ISAC, BAT κ.α.), ενώ έχει ιδιαίτερα ενεργή ερευνητική παρουσία και έχει να επιδείξει συμμετοχή σε πολλά εθνικά και ευρωπαϊκά ερευνητικά προγράμματα (PreDicta, FAST, iFAAM, EARIP, MIDAS, Europrevall, GA2LEN κ.α.).

Η Μονάδα εκδίδει ετήσιο απολογισμό, από τον οποίο φαίνεται η συνεχής και σταθερή ανάπτυξη, τόσο στον αριθμό των ασθενών, όσο και στο εκπαιδευτικό και ερευνητικό έργο, με περισσότερες από 30 διεθνείς δημοσιεύσεις ετησίως. Αξίζει επίσης να σημειωθεί, ότι στα πλαίσια της τακτικής μας επικοινωνίας με ασθενείς, λαμβάνουμε ήδη τη συναίνεσή τους για να επικοινωνήσουμε μαζί τους σε περίπτωση ερευνητικών προγραμμάτων στα οποία πληρούν τα κριτήρια ένταξης. Έχουμε έτσι ήδη βάση δεδομένων, εγκεκριμένη για το σκοπό αυτό από την Επιτροπή Ηθικής και Δεοντολογίας του Νοσοκομείου, που βοηθά σημαντικά την ένταξη ασθενών. Η Μονάδα συνεργάζεται επίσης στενά και ενεργά με Αλλεργιολογικές Μονάδες μεγάλων Νοσοκομείων της Αθήνας, όπως αυτές του Αττικού, ΝΝΑ, Σωτηρία, για τη στρατολόγηση ασθενών με το απαραίτητο εύρος χαρακτηριστικών για κλινικές μελέτες.

Δ3. Ερευνητικό Πανεπιστημιακό Ινστιτούτο Υγείας Μητέρας Παιδιού και Ιατρικής Ακριβείας

Το Ερευνητικό Πανεπιστημιακό Ινστιτούτο (Ε.Π.Ι.) ιδρύθηκε βάσει Ν. 2083/ αρθ. 28 & 21 περί ΕΠΙΚΝΠΗ, αριθ. Β1/738, αριθ. Β1/741 με την επωνυμία ΕΠΙ Ινστιτούτο Μελέτης και Αντιμετώπισης Γενετικών και Κακοήθων Νοσημάτων της Παιδικής Ηλικίας και έδρα την Αθήνα. Μετονομασία ΕΠΙ Υγείας Μητέρας Παιδιού και Ιατρικής Ακριβείας. Το Ινστιτούτο είναι νομικό πρόσωπο ιδιωτικού δικαίου, συνδέεται με το Τμήμα Ιατρικής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών και συνεργάζεται με το Νοσοκομείο Παιδών “Η Αγία Σοφία” και ιδιωτικούς φορείς-σωματεία, τα οποία έχουν ήδη χρηματοδοτήσει την εγκατάσταση ειδικής μονάδας στο ανωτέρω νοσηλευτικό ίδρυμα και με κύριο σκοπό τη συστηματική μελέτη και έρευνα για την αντιμετώπιση των σπάνιων γενετικών και κακοήθων νοσημάτων της παιδικής ηλικίας.

Δ4. Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών

Ιστορικά, το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών (ΕΑΑ) αποτελεί το πρώτο Δημόσιο Ερευνητικό Κέντρο της χώρας (έτος ίδρυσης 1842) και η πορεία του είναι συνυφασμένη με την εξέλιξη της έρευνας και τη σύνδεσή της με τις κοινωνικές υπηρεσίες στη σύγχρονη Ελλάδα. Ο βασικός στρατηγικός - αναπτυξιακός στόχος της ερευνητικής πολιτικής του ΕΑΑ είναι η συνεχής εξέλιξη της βασικής έρευνας σε συνεργασία με άλλους φορείς σε εθνικό και διεθνές επίπεδο και η προσπάθεια διείσδυσης σε νέες επιστημονικές κατευθύνσεις και πεδία εφαρμογών. Οι επιστημονικές και ερευνητικές του δραστηριότητες αφορούν το εσωτερικό και το φλοιό της Γης, το ατμοσφαιρικό περιβάλλον και την κλιματική αλλαγή, τον εγγύς διαστημικό χώρο, το Γαλαξιακό και εξωγαλαξιακό χώρο και το Σύμπαν συνολικά. Σχετικά με το αντικείμενα αυτά διεξάγεται βασική και εφαρμοσμένη έρευνα, με τη χρήση επίγειων και δορυφορικών παρατηρήσεων, και σύνδεση των αποτελεσμάτων με τον πολιτισμό, την εκπαίδευση, την εκλαΐκευση και την επιχειρηματικότητα. Οι δραστηριότητες του ΕΑΑ εξυπηρετούνται από τα Ινστιτούτα Αστρονομίας, Αστροφυσικής, Διαστημικών Εφαρμογών και Τηλεπισκόπησης (ΙΑΑΔΕΤ), Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΙΕΠΒΑ) και το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο (ΓΕΙΝ) τα οποία είναι στελεχωμένα με επίλεκτο ερευνητικό και επιστημονικό δυναμικό.

Δ5. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο-Εργαστήριο Οπτοηλεκτρονικής, Lasers και Εφαρμογών

Το Εργαστήριο Οπτοηλεκτρονικής, Lasers και Οπτοηλεκτρονικής (EOLE) του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου είναι θεσμοθετημένο από το Υπουργείο Παιδείας να παρέχει υπηρεσίες σε θέματα καταγραφής επιπέδων ατμοσφαιρικής ρύπανσης με χρήση συστημάτων lasers, καθώς και εκπαιδευτικές στις Σχολές του ΕΜΠ. Το Εργαστήριο είναι πλήρως εξοπλισμένο, μέσω ευρωπαϊκών και εθνικών χρηματοδοτήσεων, τα τελευταία 20 χρόνια, με καινοτόμα συστήματα τηλεπισκόπησης laser για την καταγραφή καθ' ύψος των αιωρούμενων σωματιδίων με δέσμες laser (τεχνική lidar). Το EOLE, ιδρυτικό μέλος του ευρωπαϊκού δικτύου lidar (EARLINET), έχει αναπτύξει πολλαπλές συνεργασίες με αναγνωρισμένα Ερευνητικά Κέντρα και Πανεπιστήμια στην Ελλάδα και το εξωτερικό. Το προσωπικό του EOLE διαθέτει >35 χρόνια ερευνητικής εμπειρίας στη σχεδίαση, ανάπτυξη και εφαρμογή συστημάτων τηλεπισκόπησης ανθρωπογενών και φυσικών αερίων ρύπων και παραμέτρων, στην εφαρμογή κλιματικών μοντέλων διάδοσης ακτινοβολίας στην ατμόσφαιρα, ανάλυσης δορυφορικών δεδομένων και μελετών ποιότητας της ατμόσφαιρας. Ο Διευθυντής του EOLE, Καθηγητής Α. Παπαγιάννης έχει συντονίσει >55 διεθνή και εθνικά ερευνητικά προγράμματα στο πεδίο της Ατμοσφαιρικής Φυσικής και των laser και διαθέτει εκτεταμένο δημοσιευμένο ερευνητικό έργο (> 140 δημοσιεύσεις σε διεθνή περιοδικά και επιστημονικά βιβλία με κριτές). Το προσωπικό του Εργαστηρίου αποτελείται από 6 μόνιμα μέλη και 10 υποψήφιους Διδάκτορες και Ερευνητές. Η συνεισφορά του στη διεθνή επιστημονική κοινότητα έχει αναγνωρισθεί με την εκλογή του Διευθυντή του ως Προέδρου της διεθνούς κοινότητας των lidars (ICLAS) για την περίοδο 2015-2021.

Δ6. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης – Εργαστήριο Φυσικής της Ατμόσφαιρας

Το Εργαστήριο Φυσικής της Ατμόσφαιρας (ΕΦΑ) υπάγεται στον Τομέα Εφαρμογών Φυσικής και Φυσικής Περιβάλλοντος του Τμήματος Φυσικής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Η ερευνητική του δραστηριότητα έχει βασικό πυρήνα την παρακολούθηση της ατμόσφαιρας και εκτείνεται σε πολλά ερευνητικά πεδία τα οποία ανήκουν στους ευρύτερους τομείς της Ατμοσφαιρικής/Περιβαλλοντικής Φυσικής, της Ποιότητας του Αέρα και της Μετεωρολογίας.

Το ΑΠΘ-ΕΦΑ είναι εξοπλισμένο με πληθώρα οργάνων τηλεπισκόπησης και ακτινοβολίας και συστήματα μέτρησης της ατμοσφαιρικής σύστασης (π.χ. φασματοφωτόμετρα, ακτινόμετρα ηλιακής ακτινοβολίας, σύστημα τηλεπισκόπησης Lidar, φωτόμετρο Cimel, κ.α.), καθώς και μια σειρά από μοντέλα ανθρωπογενών και φυσικών εκπομπών ρύπων, μετεωρολογικά, κλιματικά, φωτοχημικά, ακτινοβολίας, κ.α. Διαθέτει εξειδίκευση στη Μοντελοποίηση Εκπομπών Ρύπων (φυσικών και ανθρωπογενών), στην Επιχειρησιακή Πρόγνωση του Καιρού και της Ποιότητας του Αέρα, στην Ανάλυση και Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων Ατμοσφαιρικών Μοντέλων, στην Επεξεργασία δορυφορικών

παρατηρήσεων, στη διενέργεια Μετρήσεων Ατμοσφαιρικών Παραμέτρων, στις Μετεωρολογικές και Κλιματικές Μελέτες, και στις Μελέτες Ποιότητας του Αέρα.

Το προσωπικό του ΑΠΘ-ΕΦΑ διαθέτει σημαντική εμπειρία και τεχνική κατάρτιση, η οποία σχετίζεται άμεσα με τις δραστηριότητες του προτεινόμενου έργου. Συγκεκριμένα, τα τελευταία 25 χρόνια, έχει συμμετάσχει ή/και συντονίσει μια σειρά από ευρωπαϊκά και εθνικά ερευνητικά προγράμματα με επιστημονικό αντικείμενο την Εκτίμηση Εκπομπών Ρύπων, την Επιχειρησιακή Πρόγνωση της Ποιότητας του Αέρα και την Ανάπτυξη Δεικτών Ποιότητας του Αέρα και Βιοκλιματικών Δεικτών για τον περιορισμό των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων στην Υγεία των Πολιτών. Ενδεικτικά ερευνητικά έργα σχετικά με το προτεινόμενο έργο στα οποία συμμετείχε το ΑΠΘ-ΕΦΑ είναι τα κάτωθι:

1. «Promote Air Quality Services integrating Observations – Development Of Basic Localised Information for Europe - PASODOBLE», 7th Framework Programme (FP7), European Commission, 2010 – 2013,
2. «Monitoring Atmospheric Composition and Climate Interim Implementation – MACC II», 7th Framework Programme (FP7), European Commission, 2011 – 2014,
3. «Regional climate-air quality interactions - REQUA», 7th Framework Programme (FP7), Commission of the European Communities-Research Executive Agency, 2013-2017
4. «Monitoring Atmospheric Composition and Climate Interim Implementation – MACC III», HORIZON 2020, European Commission, 2014 – 2015
5. «Emission models for fugitive particulate matter towards an online emission inventory for the Middle East Area», Texas A&M University at Qatar, 2015-2018,
6. «Validation of the global products of CAMS and contribution to the corresponding report(s): Validation of the regional products of CAMS over the Mediterranean area and contribution to the corresponding report(s) – CAMS», European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), 2015.
7. «Καινοτόμο σύστημα παρακολούθησης και πρόγνωσης της ποιότητας του αέρα (ΚΑΣΤΟΜ)», Ειδική Υπηρεσία Διαχείρισης Εφαρμογής Δράσεων σε Τομείς Έρευνας, Τεχνολογικής Ανάπτυξης, Καινοτομίας, 2018-2021.

Δ7. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο - Εργαστήριο Σχεδιασμού Φωτισμού

Το Εργαστήριο Σχεδιασμού Φωτισμού (ΕΣΦ) του Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου είναι θεσμοθετημένο από το Υπουργείο Παιδείας Εργαστήριο που τροφοδοτείται και τροφοδοτεί το μοναδικό μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών στην Ελλάδα που ασχολείται με το σχεδιασμό φωτισμού. Το Εργαστήριο έχει εξοπλιστεί μέσω του Προγράμματος Δημοσίων Επενδύσεων με νέο εξοπλισμό μετρήσεων χαρακτηριστικών φωτισμού που συνάδει με τα διεθνή πρότυπα. Σκοπός του Εργαστηρίου είναι η βασική και εφαρμοσμένη έρευνα και οι παροχές συμβουλών σε θέματα σχεδιασμού φωτισμού, της επίδρασης του φωτισμού στο περιβάλλον και στη βιοποικιλότητα, της επίδρασης του φωτισμού στον άνθρωπο και στην υγεία, της συμβουλευτικής σε ευρωπαϊκό επίπεδο ως προς τους διεθνείς κανονισμούς που διέπουν το φωτισμό. Μέλη του είναι το εκπαιδευτικό και ερευνητικό προσωπικό του ιδρύματος με καταξιωμένο έργο που αφορά μεταξύ άλλων θέματα σχεδιασμού, αξιολόγηση έργων, δημιουργία προδιαγραφών αλλά και πιστοποίηση έργων με μετρήσεις.

Δ8. Πανεπιστήμιο Πατρών – Τμήμα Φυσικής – Εργαστήριο Φυσικής της Ατμόσφαιρας

Το Εργαστήριο Φυσικής της Ατμόσφαιρας του Πανεπιστημίου Πατρών (ΕΦΑΠΠ, www.atmosphere-upatras.gr) ιδρύθηκε το 1968. Δραστηριοποιείται διδακτικά και ερευνητικά σε θέματα Φυσικής της Ατμόσφαιρας, Μετεωρολογίας, Κλιματολογίας και Περιβαλλοντικής Φυσικής. Το ΕΦΑΠΠ απασχολεί 2 μεταδιδακτορικούς και 10 διδακτορικούς ερευνητές στα πλαίσια ευρωπαϊκών και εθνικών ερευνητικών έργων στα οποία συμμετέχει.

Οι ερευνητικές δραστηριότητες του ΕΦΑΠΠ συνοψίζονται στους ακόλουθους ερευνητικούς άξονες,

- Ηλιακή (υπεριώδης και συνολική) ακτινοβολία, μετρήσεις και μοντέλα
- Μέθοδοι Τεχνητής Νοημοσύνης και εφαρμογή τους σε θέματα Φυσικής της Ατμόσφαιρας
- Μετρήσεις, έλεγχος ποιότητας, επεξεργασία και ομογενοποίηση μετεωρολογικών και περιβαλλοντικών χρονοσειρών
- Πρότυπα πρόγνωσης καιρού και ατμοσφαιρικής ρύπανσης

Σε σχέση με το πρόγραμμα ΕΥΖΗΝ, το ΕΦΑΠΠ θα συνεισφέρει μέσω της εξειδίκευσης του στη θεωρητική και πειραματική μελέτη της διάδοσης της υπεριώδους ηλιακής ακτινοβολίας στην ατμόσφαιρα. Στο πλαίσιο αυτό, η ερευνητική ομάδα έχει εκτενώς χρησιμοποιήσει επίγειες και δορυφορικές μετρήσεις σε συνέργεια με αποτελέσματα από μοντέλα διάδοσης ηλιακής ακτινοβολίας στην ατμόσφαιρα. Επίσης, θα συνεισφέρει μέσω της εμπειρίας στην ανάπτυξη χρονοσειρών και συσχετίσεων της υπεριώδους ακτινοβολίας και συγκεντρώσεων βιταμίνης D, καθώς και την ανάπτυξη υπολογιστικών μοντέλων και εργαλείων πρόγνωσης ασφαλούς έκθεσης στην υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία μέσα από συγκεκριμένα σενάρια συμπεριφοράς.

Δ9. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Εργαστήριο Περιβαλλοντικής Ακουστικής Συγκοινωνιακών Έργων

Οι στόχοι του εργαστηρίου ΕΠΑΣΕ είναι:

α) Η δημιουργία και υποστήριξη μεταπτυχιακών και προπτυχιακών εκπαιδευτικών και ερευνητικών προγραμμάτων, β) η καθοδήγηση και εποπτεία διδακτορικής έρευνας μεθοδολογικού, θεωρητικού, επιστημονικού και τεχνικού περιεχομένου στο πλαίσιο των μεταφορών, γ) η συνεργασία με συναφή Ερευνητικά Κέντρα, Ακαδημαϊκά Ινστιτούτα, Ιδρύματα και Τεχνολογικούς Οργανισμούς της Ελλάδας αλλά και του εξωτερικού, δ) η δημιουργία ερευνητικής και τεχνολογικής υποδομής, προκειμένου να προσελκύσει μεταπτυχιακούς φοιτητές σε ερευνητικές δραστηριότητες, ε) η διοργάνωση σεμιναρίων και συνεδρίων για τη συνεχή ενημέρωση και εκπαίδευση του διδακτικού προσωπικού και των φοιτητών) η δημοσίευση Επιστημονικών Άρθρων και Βιβλίων, ζ) η συνεργασία με Οργανισμούς της Τοπικής Αυτοδιοίκησης, Δήμους, Ερευνητικά Ινστιτούτα και η) η δημιουργία ενός συνεχώς ενήμερου Εργαστηρίου διερεύνησης Περιβαλλοντικών Παραμέτρων Συγκοινωνιακών Έργων με έμφαση στον περιβαλλοντικό θόρυβο και τις Δονήσεις.

Ερευνητικές δραστηριότητες:

- Διεξαγωγή Περιβαλλοντικών Ερευνών και Αξιολογήσεων στον τομέα της Περιβαλλοντικής ακουστικής και της αειφόρου διαχείρισης λειτουργίας Συγκοινωνιακών Έργων στο πλαίσιο των Εκπαιδευτικών αναγκών.
- Παρακολούθηση και Διερεύνηση των Αλλαγών και Εξελίξεων στην Εθνική και Διεθνή Πολιτική προστασίας των επιπτώσεων στο αστικό και περιαστικό ακουστικό περιβάλλον.
- Εφαρμογές Προηγμένης Τεχνολογίας Συστημάτων παρακολούθησης Αερόφερτου και Εδαφομεταφερόμενου Θορύβου και Δονήσεων από την κατασκευή και λειτουργία Συγκοινωνιακών Έργων - Εκτέλεση ακουστικών μετρήσεων αερόφερτου και εδαφομεταφερόμενου θορύβου & δονήσεων - Ανάπτυξη και Τεχνικές Προδιαγραφές Συστημάτων Παρακολούθησης Ακουστικού Περιβάλλοντος.
- Διερεύνηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από Θόρυβο και Δονήσεις κατά τη λειτουργία Χερσαίων (οδικά συστήματα και δίκτυα σταθερής τροχιάς), Αεροπορικών και Θαλάσσιων Συστημάτων Μεταφοράς.
- Έρευνες Σκοπιμότητας Εφαρμογής Αντιθορυβικών και Αντιδονητικών Μέτρων προστασίας από τη λειτουργία Συγκοινωνιακών Συστημάτων.
- Μετρολογία Δονήσεων και Τεχνικός Σχεδιασμός - Διερεύνηση αποτελεσματικότητας Αντικραδασικών και Αντιδονητικών Διατάξεων Συστημάτων Σταθερής Τροχιάς (πλωτές πλάκες, ελαστομερείς εγκιβωτισμοί σιδηροτροχιών, συστήματα απορρόφησης θορύβου συριγμών, κλπ.)
- Πολεοδομική Ηχοπροστασία και Χωροταξικός-Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός.

- Ηχομόνωση – Ηχοπροστασία κατοικιών και λοιπών δεκτών ιδιαίτερης ευαισθησίας από τον περιβαλλοντικό συγκοινωνιακό θόρυβο.
- Εφαρμογή ευρωπαϊκών προτύπων και οδηγιών με έμφαση στον Περιβαλλοντικό Θόρυβο και Δονήσεις.
- Τεχνικό και Περιβαλλοντικό Δίκαιο με έμφαση στην προστασία του ακουστικού αστικού τοπίου.
- Ήχο-απορροφητικότητα οδοστρωμάτων.
- Θεωρητικά – Δυναμικά Μοντέλα πρόβλεψης Αερόφερτου και Εδαφομεταφερόμενου Θορύβου και σχεδιασμού Στρατηγικών Χαρτών Θορύβου και Σχεδίων Δράσης αντιμετώπισης της ηχορύπανσης.
- Σχεδιασμός Αντιθορυβικών Πετασμάτων – Ηχοπετασμάτων διαφόρων τύπων συμπ. πράσινων Ηχοπετασμάτων.

Δ10. Ίδρυμα Ιατροβιολογικών Ερευνών της Ακαδημίας Αθηνών

Το Ίδρυμα Ιατροβιολογικών Ερευνών της Ακαδημίας Αθηνών (ΙΙΒΕΑΑ) είναι το πιο σύγχρονο ερευνητικό κέντρο στην Ελλάδα, το οποίο ξεκίνησε τις ερευνητικές του δραστηριότητες το 2004. Στεγάζεται σε ένα μοντέρνο οικοδομικό σύμπλεγμα κτιρίων 32.000 τετραγωνικών μέτρων που βρίσκεται 3 χλμ. από το κέντρο της Αθήνας. Ο κύριος στόχος του ΙΙΒΕΑΑ είναι η επίτευξη Αριστείας στις βιοϊατρικές επιστήμες μέσω της απασχόλησης και συνεργασίας ερευνητών οι οποίοι διεξάγουν προηγμένη βασική και μεταφραστική έρευνα, καθώς και μέσω της εκπαίδευσης νέων επιστημόνων στους οποίους προσφέρονται όλες οι δυνατότητες που μπορεί να παρέχει ένα ιδιαίτερα δραστήριο επιστημονικό περιβάλλον. Το ΙΙΒΕΑΑ είναι το μεγαλύτερο Σχολείο Βιοϊατρικής Έρευνας στην Ελλάδα όπου περισσότεροι από 450 ερευνητές όλων των βαθμίδων, συμπεριλαμβανομένων των μεταπτυχιακών σπουδαστών, υποψηφίων διδασκόντων, μεταδιδακτορικών επιστημόνων και τεχνικών ασκούν τις ερευνητικές δραστηριότητές τους στο ΙΙΒΕΑΑ και υποστηρίζονται από 52 υπαλλήλους, των κλάδων οικονομικών, διοικητικών, τεχνικών και μηχανικών. Στο ΙΙΒΕΑΑ διεξάγονται 6 Μεταπτυχιακά προγράμματα εξειδίκευσης σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο Αθηνών όπου φοιτούν 150-200 μεταπτυχιακοί φοιτητές κατ' έτος. Το ΙΙΒΕΑΑ στεγάζει 50 ερευνητικές ομάδες που εστιάζουν τις δραστηριότητές τους στην κατανόηση των βασικών μηχανισμών και της παθοφυσιολογίας του ανοσολογικού συστήματος, του καρδιαγγειακού και νευρικού συστήματος καθώς επίσης των βλαστοκυττάρων, της ανάπτυξης, της γήρανσης και του καρκίνου. Το ΙΙΒΕΑΑ αποτελείται από 4 Ερευνητικά Κέντρα (Ινστιτούτα) που δραστηριοποιούνται στους τομείς της Βασικής Έρευνας, της Κλινικής, Πειραματικής Χειρουργικής και Μεταφραστικής Έρευνας, της Βιολογίας Συστημάτων και της Περιβαλλοντικής Υγείας. Το Κέντρο Περιβαλλοντικής Υγείας, το οποίο συνδέεται με δορυφόρο, παρακολουθεί συνεχώς τις αλλαγές του κλίματος (τα επίπεδα του όζοντος, ηλιακή ακτινοβολία και ατμοσφαιρικών ρύπων).

Δ11. Μαριολοπούλειον-Καναγκίνειον Ίδρυμα Επιστημών Περιβάλλοντος

Σύμφωνα με τα Προεδρικά Διατάγματα «Περί συστάσεως Κοινωφελούς Ιδρύματος» Προεδρικό Διάταγμα ΦΕΚ 283/Τεύχος Β'/26-4-93 ΦΕΚ 4642/29-12-2017 Τεύχος Β', οι Σκοποί του Ιδρύματος συνοψίζονται ως εξής:

Η ανάπτυξη των Επιστημών του Περιβάλλοντος με έμφαση στην ενίσχυση μελετών σχετικών με την αλληλεπίδραση του ανθρώπου με το περιβάλλον και την πολιτιστική κληρονομιά.

Η απονομή τιμητικών διακρίσεων σε αναγνώριση της συνεισφοράς διάσημων επιστημόνων που ασχολούνται με τις επιστήμες του περιβάλλοντος.

Η βράβευση νέων επιστημόνων που δραστηριοποιούνται στις επιστήμες του περιβάλλοντος σε κοινό πρόγραμμα με τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό του ΟΗΕ (WMO) (§ 7.2.6, 47 session WMO Executive Council, Geneva, 1996).

Η χορήγηση βραβείων και διακρίσεων τα οποία αθλοθετεί το Ίδρυμα και αφορούν στους σκοπούς του Ιδρύματος τόσο στην ημεδαπή όσο και στην αλλοδαπή.

Για την πραγματοποίηση των σκοπών αυτών το Ίδρυμα συνεργάζεται με υψηλής στάθμης ερευνητές της ημεδαπής και της αλλοδαπής από άλλα Ιδρύματα, Οργανισμούς, Ερευνητικά Κέντρα και Ανώτατα Εκπαιδευτικά Ιδρύματα με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος και της πολιτιστικής μας κληρονομιάς.

Συντομογραφίες και τεχνικοί όροι

CAMx	Comprehensive Air Quality Model with Extensions (http://www.camx.com/)
CAMS	Copernicus Atmospheric Monitoring Service - Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Παρακολούθηση της Ατμόσφαιρας (https://atmosphere.copernicus.eu/)
ECMWF	Ευρωπαϊκό Κέντρο Μεσοπρόθεσμων Μετεωρολογικών Προγνώσεων (https://www.ecmwf.int/)
EPISODE-CityChem	City-scale Chemistry Transport Model CityChem-EPISODE
ESA	Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Διαστήματος (https://www.esa.int/)
FLEXPART	Flexible Particle Dispersion Model (https://www.flexpart.eu/)
IoT	Διαδίκτυο των πραγμάτων
LIDAR	Light Detection And Ranging
NEMO	Natural Emissions Model
NMMB	Non-hydrostatic Multiscale Model
NMM-DREAM	Nonhydrostatic Mesoscale Model - Dust Regional Atmospheric Model
NO	Μονοξείδιο του Αζώτου
NO ₂	Διοξείδιο του Αζώτου
Nox	Οξείδια του Αζώτου
O ₃	Όζον
PM	Αιωρούμενα Σωματίδια (ΑΣ)
RAMS	Regional Atmospheric Modeling System (https://rams.atmos.colostate.edu/)
SILAM	System for Integrated Modelling of Atmospheric Composition (http://silam.fmi.fi/)
SO ₂	Διοξείδιο του Θείου
SQM	Sky Quality Meter
TNO	The Netherlands Organisation (https://www.tno.nl/en/)
UV	Υπεριώδης Ακτινοβολία

VOCs	Πτητικές Οργανικές Ενώσεις
WACCM	Whole Atmosphere Community Climate Model (https://www2.acom.ucar.edu/gcm/waccm)
WMO	Παγκόσμιος Μετεωρολογικός Οργανισμός (https://public.wmo.int/en)
WHO	Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (https://www.who.int/)
WRF(-CHEM)	Weather Research and Forecasting Model (https://www.mmm.ucar.edu/weather-research-and-forecasting-model)

Βιβλιογραφία

1. Anagnostopoulou D., S. C. Zerefos. "Comparative Analysis of Artificial Lighting for the Facades of Byzantine Temples in Greece", Proceedings, C. Kyba et. al. (Eds.), 4th International Conference on Artificial Light at Night, p. 83, Cluj-Napoca, Romania, September 26-28, 2016
2. Anthopoulou E., L.T. Doulos "The effect of the continuous energy efficient upgrading of LED street lighting technology: The case study of Egnatia Odos" 2019 2nd Balkan Junior Conference on Lighting, Balkan Light Junior 2019 – Proceedings September 2019, Article number 8883662; Plovdiv; Bulgaria; 19 September 2019 through 21 September 2019; Category number CFP19BLJ-ART; Code 153526, DOI: 10.1109/BLJ.2019.8883662
3. Ardavani O., S. Zerefos, L.T. Doulos, "Redesigning the exterior lighting as part of the urban landscape: The role of transgenic bioluminescent plants in Mediterranean urban and suburban lighting environments", Journal of Cleaner Production, 242, (2020), 118477 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118477>
4. Atkins, S., Husain, S., & Storey, A. (1991). The Influence of Street Lighting on Crime and Fear of Crime, London Home Office
5. Aube, M. (2016). The LED outdoor lighting revolution: Opportunities, threats and mitigation for urban and rural citizens. 53rd International Making Cities Livable Conference on Caring for our Common Home: Sustainable, Healthy, Just Cities & Settlements.
6. Bais, A.F., C.S. Zerefos, C. Meleti, I.C. Ziomas, K. Tourpali, V. Karaouza, D. Balis, "Variability of solar UV-B radiation at high and middle latitudes during EASOE 91-92", Geophys. Res. Lett., 21, 13, 1403-1406, 1994.
7. Bais, A.F., C.S. Zerefos, K.D. Tourpali, "Solar UV-B measurements with a double-monochromator Brewer spectrophotometer", Geomagn. Aeron., 34, 5, 196-199, 1994.
8. Bais, A.F., C.S. Zerefos, C. Meleti, I.C. Ziomas, K. Tourpali, "Spectral measurements of solar UVB radiation and its relations to total ozone, SO₂, and clouds", J. Geophys. Res., 98, D3, 5199-5204, 1993.
9. Balafoutis T., S. Zerefos. "Developing a toolset for decision making on the design of lighting historical buildings", Journal of Architectonic, Spatial and Environmental Design, Common Ground, 12:2, 15-39 (2018) doi:10.18848/2325-1662/CGP/v12i02/15-39
10. Balafoutis T., S. C. Zerefos. "Lighting Design Simulation Programs Comparison", Energy in Buildings 2017, ASHRAE Hellenic Chapter, October 2017
11. Balis, D., V. Amiridis, C. Zerefos, A. Kazantzidis, S. Kazadzis, A. Bais, C. Meleti, E. Gerasopoulos, A. Papayannis, V. Matthias, H. Dier, M. Andreae, "Study of the effect of different type of aerosols on UV-B radiation from measurements during EARLINET", Atmos. Chem. Phys., 4, 307-321, 2004
12. Balis, D., M. E. Koukouli, Siomos, N., et al., Validation of ash optical depth and layer height retrieved from passive satellite sensors using EARLINET and airborne lidar data: The case of the Eyjafjallajökull eruption, Atmospheric Chemistry and Physics, <http://dx.doi.org/10.5194/acp-16-5705-2016>, 2016.
13. Balis, D., K. Tourpali, C. Zerefos, C. Meleti, I. Ziomas, A. Bais, A. Papayannis, A. Paliatsos, "On the daily maximum UV-B doses during the significant ozone deficiencies in the transition seasons of 1992/93", Adv. Space Res., 22, 11, 1505-1508, 1998.

14. Biniotoglou, I., Basart, S., Alados-Arboledas, L., Amiridis, V., Argyrouli, A., Baars, H., Baldasano, J. M., Balis, D., Belegante, L., Bravo-Aranda, J. A., Burlizzi, P., Carrasco, V., Chaikovskiy, A., Comerón, A., D'Amico, G., Filioglou, M., Granados-Muñoz, M. J., Guerrero-Rascado, J. L., Ilic, L., Kokkalis, P., Maurizi, A., Mona, L., Monti, F., Muñoz-Porcar, C., Nicolae, D., Papayannis, A., Pappalardo, G., Pejanovic, G., Pereira, S. N., Perrone, M. R., Pietruczuk, A., Posyniak, M., Rocadenbosch, F., Rodríguez-Gómez, A., Sicard, M., Siomos, N., Szkop, A., Terradellas, E., Tsekeri, A., Vukovic, A., Wandinger, U., and Wagner, J.: A methodology for investigating dust model performance using synergistic EARLINET/AERONET dust concentration retrievals, *Atmos. Meas. Tech.*, 8, 3577–3600, <https://doi.org/10.5194/amt-8-3577-2015>, 2015.
15. Bougiatioti A., S. Bezantakos, I. Stavroulas, N. Kalivitis, P. Kokkalis, G. Biskos, N. Mihalopoulos, A. Papayannis, and A. Nenes, Influence of biomass burning on CCN number and hygroscopicity during summertime in the Eastern Mediterranean, *Atmospheric Chemistry and Physics (Special Issue)*, 16, 7389-7409, 2016.
16. Bohlmann, S., Shang, X., Giannakaki, E., Filioglou, M., Saarto, A., Romakkaniemi, S., and Komppula, M., 2019. Detection and characterization of birch pollen in the atmosphere using a multiwavelength Raman polarization lidar and Hirst-type pollen sampler in Finland. *Atmos. Chem. Phys.* 19, 14559–14569.
17. Brioude, J., Arnold, D., Stohl, A., Cassiani, M., Morton, D., Seibert, P., Angevine, W., Evan, S., Dingwell, A., Fast, J.D., Easter, R.C., Pisso, I., Burkhardt, J., Wotawa, G., 2013. The Lagrangian particle dispersion model FLEXPART-WRF version 3.1. *Geosci. Model. Dev.* 6, 1889e1904. <http://dx.doi.org/10.5194/gmd-6-1889-2013>.
18. Brons, J.A.; Bullough, J.D.; Rea, M.S. Outdoor site-lighting performance: A comprehensive and quantitative framework for assessing light pollution. *Light. Res. Technol.* 2008, 40, 201–224.
19. Calderon et al.: EAACI: A European Declaration on Immunotherapy. Designing the future of allergen specific COMMISSION DIRECTIVE (EU) 2015/996 of 19 May 2015 establishing common noise assessment methods according to Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council, Official Journal EU L 168/1 (2015)
20. COMMISSION DIRECTIVE (EU) 2020/367 of 4 March 2020 amending Annex III to Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council as regards the establishment of assessment methods for harmful effects of environmental noise document number, Official Journal EU L 67/132, (2020).ic immunotherapy. *Clinical and Translational Allergy* 2012 2:20., doi:10.1186/2045-7022-2-20
21. Cao, X., Roy, G., Bernier, R., 2010. Lidar polarization discrimination of bioaerosols, *Opt. Eng.* 49, 76720P.
22. Cashman D, A. Kazantzidis, A.R. Webb, and M. Kiely, An Integrated Predictive Model of Population Serum 25-Hydroxyvitamin D for Application in Strategy Development for Vitamin D Deficiency Prevention, *K. The Journal of Nutrition*, doi: 10.3945/jn.115.217968, 2015
23. Cotton, W. R., Pielke Sr., R. A., Walko, R. L., Liston, G. E., Tremback, C. J., Jiang, H., McAnelly, R. L., Harrington, J. Y., Nicholls, M. E., Carrio, G. G., and Mc Fadden, J. P.: RAMS, 2001: Current status and future directions, *Meteorol. Atmos. Phys.*, 82, 5–29, 2003

24. Charalampopoulos, A., Damialis, A., Tsiripidis, I., Mavrommatis, T., Halley, J. M., Vokou, D., 2013. Pollen production and circulation patterns along an elevation gradient in Mt Olympos (Greece) National Park. *Aerobiologia* 29, 455-472.
25. Christodoulaki G., S.C. Zerefos, L.T. Doulos, "The contribution of Lighting in the citizens' feeling of safety and the influence on criminality in Municipality of Athens", «Energy in Buildings 2017», 6th International Conference October 21st 2017, Athens, Greece, TEE, ASHRAE Hellenic Chapter (DOI: 10.13140/RG.2.2.34792.78088).
26. Damialis, A., Fotiou, C., Halley, J. M., Vokou, D., 2011. Effects of environmental factors on pollen production in anemophilous woody species. *Trees - Structure and Function* 25, 253-264.
27. Damialis, A., Kaimakamis, E., Konoglou, M., Akritidis, I., Traidl-hoffmann, C., Gioulekas, D., 2017. Estimating the abundance of airborne pollen and fungal spores at variable elevations using an aircraft: how high can they fly? *Scientific Reports* 7, 44535.
28. Diémoz, H., Eleftheratos, K., Kazadzis, S., Amiridis, V., and Zerefos, C. S.: Retrieval of aerosol optical depth in the visible range with a Brewer spectrophotometer in Athens, *Atmos. Meas. Tech.*, 9, 1871-1888, doi: 10.5194/amt-9-1871-2016, 2016.
29. Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise, *Official Journal of the European Communities Official Journal EU L 189/12*, (2002).
30. Directive 2003/613/EC COMMISSION RECOMMENDATION OF 6 AUGUST 2003, *Official Journal EU L 212/49*, (2003).
31. Dimakopoulos I, Magriplis E, Mitsopoulou AV, Karageorgou D, Bakogianni I, Micha R, Michas G, Chourdakis M, Chrousos GP, Roma E, Panagiotakos DB, Zampelas A., Intake and contribution of food groups to vitamin D intake in a representative sample of adult Greek population. *Nutrition*. 2020 Apr; 72:110641. doi: 10.1016/j.nut.2019.110641. Epub 2019 Nov 15. PMID:31918051
32. Dimakopoulos I, Magriplis E, Mitsopoulou AV, Karageorgou D, Bakogianni I, Micha R, Michas G, Chourdakis M, Ntouroupi T, Tsaniklidou SM, Argyri K, Panagiotakos DB, Zampelas A; HNNHS Contributors; HNNHS Advisory Committee., Association of serum vitamin D status with dietary intake and sun exposure in adults. *Clin Nutr ESPEN*. 2019 Dec; 34:23-31. doi: 10.1016/j.clnesp.2019.09.008. Epub 2019 Oct 18.
33. Doulos L.T, I. Sioutis, A. Tsangrassoulis, L. Canale and K. Faidas, "Revision of threshold luminance levels in tunnels aiming to minimize energy consumption at no cost: Methodology and Case Studies" *Energies* 2020, 13 (7), 1707; <https://doi.org/10.3390/en13071707>
34. Doulos L.T, I. Sioutis, P.A. Kontaxis, G. Zissis, K. Faidas "A decision support system for assessment of street lighting tenders based on energy performance indicators and environmental criteria: Overview, methodology and case study", *Sustainable Cities and Society*, Volume 51, November 2019, 101759, <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101759>
35. Doulos L.T, I. Sioutis, A. Tsangrassoulis, L. Canale and K. Faidas, "Minimizing lighting consumption in existing tunnels using a no-cost fine-tuning method for switching lighting stages according revised luminance levels" 2019 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2019 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC / I&CPS Europe), Genova, Italy, June 11th-14th 2019, pp. 1-6. doi: 10.1109/EEEIC.2019.8783789C.

36. Gkatzika, K. Chondos, L.T. Doulos, A. Tsangrassoulis "Daylight as basic parameter on lighting design in tunnels with vertical openings" «Energy in Buildings 2018», 7th International Conference November 3rd 2018, Athens, Greece, TEE, ASHRAE Hellenic Chapter
37. Drosoglou, T., Bais, A. F., Zyrichidou, I., et al., Comparisons of ground-based tropospheric NO₂ MAX-DOAS measurements to satellite observations with the aid of an air quality model over the Thessaloniki area, Greece, *Atmos. Chem. Phys.*, <http://dx.doi.org/10.5194/acp-17-5829-2017>, 2017.
38. Eleftheratos, K., J. Kapsomenakis, C.S. Zerefos, A.F. Bais, I. Fountoulakis, M. Dameris, P. Jöckel, A.S. Haslerud, S. Godin-Beekmann, W. Steinbrecht, I. Petropavlovskikh, C. Brogniez, T. Leblanc, J.B. Liley, R. Querel, D.P.J. Swart "Possible Effects of Greenhouse Gases to Ozone Profiles and DNA Active UV-B Irradiance at Ground Level", *Atmosphere*, 11, 228, doi.org/10.3390/atmos11030228, 2020.
39. Eleftheratos, K., Kazadzis, S., Zerefos, C., Tourpali, K., Meleti, C., Balis, D., Zyrichidou, I., Lakkala, K., Feister, U., Koskela, T., Heikkilä, A., and Karhu, J. M.: Ozone and spectroradiometric UV changes in the past 20 years over high latitudes, *Atmosphere-Ocean*, 53, 117-125, doi: 10.1080/07055900.2014.919897, 2015.
40. European Environment Agency (2018) Air quality in Europe — 2018 report, EEA Report No 12/2018, ISSN 1977-8449
41. EN 12464 –Light and lighting - Lighting of work places - Part 2: Outdoor work places European Committee for Standardization. January 2014.
42. EN 13201 Part 1: Guidelines on selection of lighting classes. CEN/TR 13201-1 European Committee for Standardization. December 2015.
43. EN 13201 Part 2: Performance requirements. EN 13201-2 European Committee for Standardization. December 2015.
44. EN 13201 Part 5: Energy performance indicators. EN 13201-5 European Committee for Standardization. December 2015.
45. EN 13201 – Part 4: Methods of measuring lighting performance. EN 13201-4 European Committee for Standardization. December 2015.
46. EN 13201 – Part 3: Calculation of performance. EN 13201-3 European Committee for Standardization. December 2015.
47. European Committee for Standardization. European Norm CR 14380 Lighting Applications—Tunnel Lighting; European Committee for Standardization: Brussels, Belgium, 2003.
48. Fountoulakis, I., H. Diémoz, A. Siani, G. Laschewski, G. Filippa, A. Arola, A.F. Bais, H. De Backer, K. Lakkala, A.R. Webb, V. De Bock, T. Karppinen, K. Garane, J. Kapsomenakis, M.E. Koukouli, C.S. Zerefos "Solar UV irradiance in a changing climate: Trends in Europe and the significance of spectral monitoring in Italy", *Environments*, 7(1), doi.org/10.3390/environments7010001, 2020.
49. Fountoulakis, I., C.S. Zerefos, A.F. Bais, J. Kapsomenakis, M.E. Koukouli, N. Ohkawara, V. Fioletov, H. De Backer, K. Lakkala, T. Karppinen, A.R. Webb, "25 years of spectral UV-B measurements over Canada, Europe and Japan: trends and effects from 1 changes in ozone, aerosols, clouds and surface reflectivity", *Comptes Rendus Geoscience*, 350, 393-402, 2018.
50. Fountoulakis, I., C.S. Zerefos, A.F. Bais, J. Kapsomenakis, M.E. Koukouli, N. Ohkawara, V. Fioletov, H. De Backer, K. Lakkala, T. Karppinen, A.R. Webb, "25 years of spectral UV-B measurements over

Canada, Europe and Japan: trends and effects from 1 changes in ozone, aerosols, clouds and surface reflectivity", *Comptes Rendus Geoscience*, 350, 393-402, 2018.

51. Gao, Y., Zhang, M., Liu, Z., Wang, L., Wang, P., Xia, X., Tao, M., and Zhu, L.: Modeling the feedback between aerosol and meteorological variables in the atmospheric boundary layer during a severe fog–haze event over the North China Plain, *Atmos. Chem. Phys.*, 15, 4279–4295, <https://doi.org/10.5194/acp-15-4279-2015>, 2015
52. Giannakaki, E., Bohlmann S., Shang X., Filioglou, M., Komppula, M., 2018. Proc. COMECAP, Characterization of atmospheric pollen with Raman lidar measurements no. 78.
53. Gioulekas, D., Papakosta, D., Damialis, A., Spieksma, F., Giouleka, P., Patakas, D., 2004. Allergenic pollen records (15 years) and sensitization in patients with respiratory allergy in Thessaloniki, Greece. *Allergy: European Journal of Allergy and Clinical Immunology* 59, 174-184.
54. Gómez-Casero, T. M., Hidalgo, H. J., García-Mozo, H., Domínguez, E., Galán, C., 2004. Pollen biology in four Mediterranean Quercus species. *Grana* 43, 22-30.
55. Grigoropoulos C. J., L.T. Doulos, S. C. Zerefos, A. Tsangrasoulis. "Estimating the benefits of increasing the recycling rate of lamps from the domestic sector: Methodology, opportunities and case study", *Waste Managements*, 101, 188-199, (2020), <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.10.010>
56. Grell GA, SE Peckham, R Schmitz, and SA McKeen, G Frost, WC Skamarock, and B Eder. 2005. Fully coupled 'online' chemistry in the WRF model. *Atmos. Environ.*, 39:6957-6976.
57. Helbig, N., Vogel, B., Vogel, H. & Fiedler, F., 2004. Numerical modelling of pollen dispersion on the regional scale. *Aerobiologia* 20, 3-19.
58. Hänel A., L.T. Doulos, S. Schroer, C. D. Gălăţanu, F. Topalis, "Sustainable outdoor lighting for reducing energy and light waste", Improving Energy Efficiency in Commercial Buildings & Smart Communities Conference, Frankfurt, Germany, 16-18 March 2016.
59. Hänel, A.; Posch, T.S.; Ribas, J.; Aubé, M.; Duriscoe, D.; Jechow, A.; Kollath, Z.; Lolkema, D.E.; Moore, C.; Schmidt, N.; et al. Measuring night sky brightness: Methods and challenges. *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transf.* 2018, 205, 278–290
60. International Commission on Illumination. Guide for the Lighting of Road Tunnels and Underpasses; Technical Report CIE 88; International Commission on Illumination: Vienna, Austria, 2004; ISBN 3 901 906 31 2.
61. International Commission on Illumination. Guide on the Limitation of the Effects of Obtrusive Light from Outdoor Lighting Installations, 2nd ed.; Technical Report CIE 150; International Commission on Illumination: Vienna, Austria, 2017; ISBN 978-3-902842-48-0.
62. IEC TR 62778:2014 Application of IEC 62471 for the assessment of blue light hazard to light sources and luminaires
63. IEC 62471:2006 Photobiological safety of lamps and lamp systems
64. Karageorgou D, Magriplis E, Bakogianni I, Mitsopoulou AV, Dimakopoulos I, Micha R, Michas G, Ntouroupi T, Tsaniklidou SM, Argyri K, Chourdakis M, Panagiotakos DB, Zampelas A; HNNHS Contributors; HNNHS Advisory Committee., Dietary patterns and cardiovascular disease in Greek adults: The Hellenic National Nutrition and Health Survey (HNNHS). *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2020 Feb 10;30(2):201-213. doi: 10.1016/j.numecd.2019.09.024. Epub 2019 Sep 30.

65. Kalabokas P. and J. Bartzis: Photochemical air pollution characteristics at the station of the NCSR-Demokritos, during the MEDCAPHOT-TRACE campaign, Greece (August 20th-September 20th, 1994), *Atmospheric Environment*, 32, No 12, pp.2123-2139, (1998)
66. Kalabokas P., L. Viras, C.C. Repapis: Analysis of the 11-year record (1987-1997) of continuous air pollution measurements in Athens, Greece. Part 1: Primary pollutants *Global Nest: The International Journal*, Vol. 1, 3, 157-168, (1999)
67. Kalabokas P., L. Viras, J. Bartzis and C.C. Repapis: Mediterranean rural ozone characteristics around the urban area of Athens, *Atmospheric Environment*, 34, No 29-30, pp. 5199-5208 (2000)
68. Kalabokas P.D. and C.C. Repapis: A climatological study of rural surface ozone in central Greece, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 4, 1139-1147, (2004)
69. Kalabokas P.D., C.C. Repapis and H. Mantis: A field study on the origins of surface ozone at the periphery of the urban area of Athens, *Fresenius Environmental Bulletin*, No 8, 878-882, (2006)
70. Kalabokas P.D., A. D. Adamopoulos, G. Chronopoulos, L. G. Viras: A study on the characteristic variations of PM10 atmospheric concentrations in Athens, *Fresenius Environmental Bulletin*, 15, No 8, 846-852, (2006)
71. Kalabokas P.D., A. D. Adamopoulos, L. G. Viras: Atmospheric PM10 particle concentration measurements at central and peripheral urban sites in Athens and Thessaloniki, Greece, *Global NEST Journal*, 12, 71-83, (2010).
72. Kalabokas P.D., A. D. Adamopoulos and L. G. Viras: Seasonal variation characteristics of PM10 particles, nitrogen oxides and ozone in the Mediterranean urban areas of Athens and Thessaloniki, Greece, *Fres. Environ. Bul.* 21 (11), 3168-3176, 2012
73. Kalabokas P.D., A. D. Papayannis, G. Tsaknakis, and I. Ziomas: A study on the atmospheric concentrations of primary and secondary air pollutants in the Athens basin performed by DOAS and DIAL measuring techniques, *Science of the Total Environment*, 414, 556-563, 2012
74. Kazantzidis A., A. Smedley, R. Kift, J. Rimmer, J.L. Berry, L.E. Rhodes, A.R. Webb, A modelling approach to determine how much UV radiation is available across UK and Ireland for health risk and benefit studies, *Photochem. Photobiol. Sci.*, 14, 1073-1081, 2015.
75. Kontos, S., Liora, N., Giannaros, C., Kakosimos, K., Poupkou, A., Melas, D., 2018. Modeling natural dust emissions in the central Middle East: Parameterizations and sensitivity. *Atmospheric Environment* 190, 294-307.
76. Koukouli M.E., I. Skoulidou, A. Segers, et al., Quantifying South Eastern Europe NO_x and SO₂ emissions using S5P/TROPOMI; from the urban to the regional scale, European Geophysical Union, General Assembly, EGU2020-8043, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-8043>, Vienna, Austria, April- May, 2020.
77. Koukouli M.E., D. S. Balis, R. van der A, et al., Anthropogenic sulphur dioxide load over China as observed from different satellite sensors, *Atmospheric Environment*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.09.007>, 2016.
78. Kuenen, J., Visschedijk, A., Jozwicka, M., Denier van der Gon, H., 2014. TNO-MACC_II emission inventory; a multi-year (2003–2009) consistent high-resolution European emission inventory for air quality modelling. *Atmospheric Chemistry and Physics* 14, 10963-10976.

79. Kyba, C. C., Kuester, T., de Miguel, A. S., Baugh, K., Jechow, A., Hölker, F., et al. (2017). Artificially lit surface of Earth at night increasing in radiance and extent. *Science Advances*, 3(11), e1701528. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1701528>.
80. Kyba, C.C.M.; Wagner, J.M.; Kuechly, H.U.; Walker, C.E.; Elvidge, C.D.; Falchi, F.; Ruhtz, T.; Fischer, J.; Hölker, F. Citizen Science Provides Valuable Data for Monitoring Global Night Sky Luminance. *Sci. Rep.* 2013, 3, 1835
81. Ladopoulos I., S. Zerefos, F. Topalis, P. Nicolopoulou-Stamati. "Design of a case study experiment to establish lighting design parameters for enhancing the Wellbeing of healthy aging adults in senior home facilities", IES Research Symposium 2018, Atlanta, USA, May 2018
82. Lazaridis M., M. Latos, V. Aleksandropoulou, H. Hov, A. Papayannis, and K. Torseth, Contribution of forest fire emissions to atmospheric pollution in Greece, *Air Quality, Atmosphere and Health*, 1, 143–158, 2008.
83. Liora, N., Markakis, K., Poupkou, A., Giannaros, T. M., Melas, D., 2015. The natural emissions model (NEMO): Description, application and model evaluation. *Atmospheric Environment* 122, 493-504.
84. Liora, N., Poupkou, A., Giannaros, T. M., Kakosimos, K. E., Stein, O., Melas, D., 2016. Impacts of natural emission sources on particle pollution levels in Europe. *Atmospheric Environment* 137, 171-185.
85. Liu, L., Solmon, F., Vautard, R., Hamaoui-Laguel, I., Torma, C. Z., Giorgi, F., 2015. Ragweed pollen production and dispersion modelling within a regional climate system, calibration and application over Europe. *Biogeosciences* 13, 2769-2786.
86. Lawson T., R. Rogerson M. Barnacle, A comparison between the cost effectiveness of CCTV and improved street lighting as a means of crime reduction, *Computers, Environment and Urban Systems*, 68, 2018, Pages 17-25, <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2017.09.008>
87. Laboratory of Transportation Environmental Acoustics (L.T.E.A.) - University of Thessaly, Research Program 5406 "Execution of the 3rd round of the Strategic Noise Mapping & Noise Action Plan for AIA, 2017
88. Laboratory of Transportation Environmental Acoustics (L.T.E.A.) - University of Thessaly, Research Program 6112 Update of SNM AC/FP DATABASE according to CNOSSOS EU methodology (AzB vs ANP), 2019
89. Moretti, L.; Cantisani, G.; di Mascio, P. Management of road tunnels: Construction, maintenance and lighting costs. *Tunn. Undergr. Space Technol.* 2016, 51, 84–89
90. Molina, R. T., Rodríguez, A. M., Palaciso, I.S., López, F., 1996. Pollen production in anemophilous trees. *Grana* 35, 38-46.
91. Müller M., B. Heinold, M. Tesche, I. Tegen, D. Althausen, V. Amiridis, A. Amodeo, A. Ansmann, L. Arboledas, D. Balis, A. Comeron, G. D'Amico, E. Gerasopoulos, V. Freudenthaler, E. Giannakaki, B. Heese1, M. Iarlori, R. E. Mamouri, L. Mona, A. Papayannis, G. Pappalardo, R.-M. Perrone, G. Pisani, V. Rizi, M. Sicard, N. Spinelli, A. Tafuro, EARLINET Observations of the 14–22 May Long-Dust Transport Event During SAMUM 2006: Validation Results From Dust Transport Modelling, *Tellus*, 61, 325-339, 2009.
92. Mamouri R.E., A. Papayannis, V. Amiridis, D. Müller, P. Kokkalis, S. Rapsomanikis, E.T. Karageorgos, G. Tsaknakis, A. Nenes, and, S. Kazadzis and E. Remoundaki, Multi-wavelength Raman lidar,

sunphotometric and aircraft measurements in combination with inversion models for the estimation of the aerosol optical and physico-chemical properties over Athens, Greece, *Atmospheric Measurement Techniques*, 5, 1793-1808, 2012.

93. Mona L., D. Müller, A. Omar, A. Papayannis, G. Pappalardo, N. Sugimoto, M. Vaughan, Lidar measurements for desert dust characterization: A Review, *Advances in Meteorology (Special Issue: Desert Dust Properties, Modelling, and Monitoring)*, 2012, ID356265, doi:10.1155/2012/356265, 2012.
94. Nickovic, S., Kallos, G., Papadopoulos, A., and Kakaliagou, O.: A model for prediction of desert dust cycle in the atmosphere, *J. Geophys. Res.*, 106, 18113–18129, 2001.
95. O' Neill C.M, A. Kazantzidis, M. Kiely, I. Cox, S. Meadows, G. Goldberg, A. Prentice, R. Kift, AR Webb, K.D. Cashman, A predictive model of serum 25-hydroxyvitamin D in UK white as well as black and Asian minority ethnic population groups for application in food fortification strategy development towards vitamin D deficiency prevention, *Journal of Steroid Biochemistry & Molecular Biology*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsbmb.2016.09.010>, 2017.
96. Papagiannopoulos N., L. Mona, A. Amodeo, G. D'Amico, P. Gumà Claramunt, G. Pappalardo¹, L. Alados-Arboledas, J.L. Guerrero-Rascado, V. Amiridis, A. Apituley, H. Baars, A. Scwarz, U. Wandinger, I. Biniotoglou, D. Nicolae, D. Bortoli, P. Kokkalis, A. Papayannis, A. Rodriguez-Gómez, M. Sicard, M. Wiegner and A. Comerón, An automatic observation-based typing method for EARLINET, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 18, 15879-15901, 2018.
97. Papayannis A., V. Amiridis, L. Mona, G. Tsaknakis, D. Balis, J. Bösenberg, A. Chaikovski, F. De Tomasi, I. Grigorov, I. Mattis, V. Mitev, D. Müller, S. Nickovic, C. Pérez, A. Pietruczuk, G. Pisani, F. Ravetta, V. Rizi, M. Sicard, T. Trickl, M. Wiegner, M. Gerding, R. E. Mamouri, G. D'Amico and G. Pappalardo, "Systematic lidar observations of Saharan dust over Europe in the frame of EARLINET (2000-2002)", *Journal of Geophysical Research*, 113, D10204, doi:10.1029/2007JD009028, 2008.
98. Papayannis A., R. E. Mamouri, P. Kokkalis, V. Amiridis, N. I. Kristiansen, A. Stohl, D. Balis, E. Giannakaki, D. Nicolae, G. Tsaknakis, L. Belegante, A. Nemuc, I. Veselovskii, M. Korenskiy, K. Allakhverdiev, M. F. Huseyinoglu and T. Baykara, Optical properties and vertical extension of ash layers over the Eastern Mediterranean as observed by Raman lidars during the Eyjafjallajökull eruption (May 2010), *Atmospheric Environment (Special Issue)*, 48, 56-65, 2012.
99. Papayannis A., R. E. Mamouri, E. Remoundaki, A. Bourliva, G. Tsaknakis, V. Amiridis, P. Kokkalis, I. Veselovskii, S. Kazadzis, A. Kolgotin, A. Nenes, and C. Fountoukis, Optical-microphysical properties and chemical characterization of Saharan dust aerosols using a multi-wavelength Raman lidar, in situ sensors and modelling, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 12, 4011-4032, 2012.
100. Papayannis A., D. Nicolae, P. Kokkalis, I. Biniotoglou, C. Talianu, L. Belegante, G. Tsaknakis, M. M. Cazacu, I. Vetres and L. Ilic, Saharan dust outbreak over the Balkans as observed by synergy of active and passive sensors: A case study of long-range transport of aerosols between Greece and Romania in September 2012, *Science of the Total Environment*, 500-501, 277-294, 2014.
101. Pena-Garcia, A.; Lopez, J.C.; Grindlay, A.L. Decrease of energy demands of lighting installations in road tunnels based in the forestation of portal surroundings with climbing plants. *Tunn. Undergr. Space Technol.* 2015, 46, 111–115.
102. Peña-García, A.; Hurtado, A.; Aguilar-Luzón, M.C. Impact of public lighting on pedestrians' perception of safety and well-being. *Saf. Sci.* 2015, 78, 142–148

103. Papalambrou, A., Doulos, L.T. Identifying, Examining, and Planning Areas Protected from Light Pollution. The Case Study of Planning the First National Dark Sky Park in Greece. *Sustainability* 2019, 11, 5963, <https://doi.org/10.3390/su11215963>
104. Palatzoglou, N., L.T.Doulos, "The negative contribution of lighting proposals on the facades of buildings and signs in the urban landscape. the role of excessive luminance distributions", «Energy in Buildings 2017», 6th International Conference October 21st 2017, Athens, Greece, TEE, ASHRAE Hellenic Chapter (DOI: 10.13140/RG.2.2.14660.12169).
105. Pfaar, O., Bastl, K., Berger, U., Buters, J., Calderon, M. A., Clot, B., Darsow, U., Demoly, P., Durham, S. R., Galán, C., Gehrig, R., Gerth van Wijk, R., Jacobsen, L., Klimek, L., Sofiev, M., Thibaudon, M., Bergmann, K. C., 2017. Defining pollen exposure times for clinical trials of allergen immunotherapy for pollen-induced rhinoconjunctivitis – an EAACI position paper. *Allergy: European Journal of Allergy and Clinical Immunology* 72, 713-722.
106. Poupkou, A., Giannaros, T., Markakis, K. Kioutsioukis, I., Curci, G., Melas, D., and Zerefos, C. (2010) *Environ Modell Softw* 25, 1845-1856
107. Ramboll Environ (2014), CAMx version 6.10 User's Guide.
108. Raptis, P., Kazadzis, S., Eleftheratos, K., Kosmopoulos, P., Amiridis, V., Helmis, C., and Zerefos, C.: Total ozone column measurements using an ultraviolet multifilter radiometer, *International Journal of Remote Sensing*, 36(17), 4469–4482, doi: 10.1080/01431161.2015.1083631, 2015.
109. Rappengluck B., P. Fabian, P. Kalabokas, L. Viras, I. Ziomas: Quasi-continuous measurements of non-methane hydrocarbons (NMHC) in the Greater Athens area during MEDCAPHOT-TRACE, *Atmospheric Environment*, 32, No 12, pp. 2103-2121, (1998)
110. Remoundaki E., A. Bourliva, P. Kokkalis, R.E. Mamouri, A. Papayannis, T. Grigoratos, C. Samara and M. Tsezos, Composition of PM10 during a Saharan dust transport event over Athens, Greece, *Science of the Total Environment*, 409, 4361-4372, 2011.
111. Remoundaki E., A. Papayannis, P. Kassomenos, E. Mantas, P. Kokkalis, and M. Tsezos, Influence of Saharan dust transport events on PM2.5 concentrations and composition over Athens during 2010, *Water, Air and Soil Pollution*, 224:1373, 1-14, doi:10.1007/s11270-012-1373-4, 2013.
112. Richardson, S.C., M. Mytilinaios, R. Foskinis, C. Kyrou, A. Papayannis, I. Pyrri, E. Giannoutsou and I. Adamakis, 2019. Bioaerosol detection over Athens, Greece using the laser induced fluorescence technique. *Science of The Total Environment* 696, 133906.
113. Samolinski B, Fronczak A, Kuna P, Akdis CA, Anto JM, Bialoszewski AZ, Burney PG, Bush A, Czapryniak A, Dahl R, Flood B, Galea G, Jutel M, Kowalski ML, Palkonen S, Papadopoulos N, Raciborski F, Sienkiewicz D, Tomaszewska A, Von Mutius E, Willman D, Włodarczyk A, Yusuf O, Zuberbier T, Bousquet J. Prevention and control of childhood asthma and allergy in the EU from the public health point of view: an urgent need to fill the gaps. *Allergy* 2012; 67: 726–731.
114. Schulte-Römer, N.; Meier, J.; Dannemann, E.; Söding, M. Lighting Professionals versus Light Pollution Experts? Investigating Views on an Emerging Environmental Concern. *Sustainability* 2019, 11, 1696
115. Shang, X., Giannakaki, E., Bohlmann, S., , Filioglou and Komppula, M., 2020. Four months observation of airborne pollen using multiple instruments in Kuopio, Finland (to be submitted to *Atmos. Chem. Phys.*).

116. Sicard, M., Izquierdo, R., Alarcón, M., Belmonte, J., Comerón, A., and Baldasano, J. M., 2016. Near-surface and columnar measurements with a micro pulse lidar of atmospheric pollen in Barcelona, Spain. *Atmos. Chem. Phys.* 16, 6805–6821.
117. Siomos, N., Balis, D. S., Poupkou, A., Liora, N., Dimopoulos, S., Melas, D., Giannakaki, E., Filioglou, M., Basart, S., and Chaikovsky, A.: Investigating the quality of modeled aerosol profiles based on combined lidar and sunphotometer data, *Atmos. Chem. Phys.*, 17, 7003–7023, <https://doi.org/10.5194/acp-17-7003-2017>, 2017.
118. Siomos N., D. Balis, K-A.Voudouri, E. Giannakaki, M. Filioglou, V. Amiridis, A. Papayannis, and K. Fragkos, Are EARLINET and AERONET climatologies consistent? The case of Thessaloniki, Greece. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 18, 11885-11903, 2018.
119. Sofiev, M., Vira, J., Kouznetsov, R., Prank, M., Soares, J., and Genikhovich, E.: Construction of the SILAM Eulerian atmospheric dispersion model based on the advection algorithm of Michael Galperin, *Geosci. Model Dev.*, 8, 3497–3522, <https://doi.org/10.5194/gmd-8-3497-2015>, 2015
120. Skamarock, W. C., Klemp, J. B., Dudhia, J., Gill, D., Barker, D. M., Duda, M., Huang, X.-Y., Wang, W., Jordan, G., 2008. A Description of the Advanced Research WRF Version 3. NCAR Technical Note. NCAR/TN–475+ STR.
121. Sofiev, M., Siljamo, P., Ranta, H., Linkosalo, T., Jaeger, S., Rasmussen, A., Rantio-Lehtimäki, A., Severova, E., Kukkonen, J., 2013. A numerical model of birch pollen emission and dispersion in the atmosphere. *Description of the emission module. International Journal of Biometeorology* 57, 45-58.
122. Sofiev, M., Ritenberga, O., Albertini, R., Arteta, J., Belmonte, J., Bernstein, C. G., Bonini, M., Celenk, S., Damialis, A., Douros, J., 2017. Multi-model ensemble simulations of olive pollen distribution in Europe in 2014: current status and outlook. *Atmospheric Chemistry and Physics* 17, 12341-12360.
123. Solomos, S., Kallos, G., Mavromatidis, E., Kushta, J.: “Density Currents as a Desert Dust Mobilization Mechanism”, *Atmos. Chem. Phys.*, 12, 11199–11211, doi:10.5194/acp-12-11199-2012, 2012
124. Solomos, S., Kallos, G., Kushta, J., Astitha, M., Tremback, C., Nenes, A., Levin, Z.: An integrated modeling study on the effects of mineral dust and sea salt particles on clouds and precipitation, *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 873–892, doi:10.5194/acp-11-873-2011, 2011
125. Solomos, S., V. Amiridis, P. Zanis, E. Gerasopoulos, F.I. Sofiou, T. Herekakis, J. Brioude, A. Stohl, R.A. Kahn, C. Kontoes, Smoke dispersion modeling over complex terrain using high resolution meteorological data and satellite observations – The FireHub platform , *Atmospheric Environment*, Volume 119, October 2015, Pages 348–361, doi:10.1016/j.atmosenv.2015.08.066, 2015
126. Solomos, S., Ansmann, A., Mamouri, R.-E., Biniotoglou, I., Patlakas, P., Marinou, E., and Amiridis, V.: Remote sensing and modelling analysis of the extreme dust storm hitting the Middle East and eastern Mediterranean in September 2015, *Atmos. Chem. Phys.*, 17, 4063-4079, doi:10.5194/acp-17-4063-2017, 2017.
127. Solomos, S., Kalivitis, N., Mihalopoulos, N., Amiridis, V., Kouvarakis, G., Gkikas, A., Biniotoglou, I., Tsekeri, A., Kazadzis, S., Kottas, M., Pradhan, Y., Proestakis, E., Nastos, P.T., Marengo, F. From Tropospheric Folding to Khamsin and Foehn Winds: How Atmospheric Dynamics Advanced a Record-Breaking Dust Episode in Crete. *Atmosphere* 2018, 9, 240., 2018
128. Solomos S., A. Gialitaki, E. Marinou, E. Proestakis, V. Amiridis, Holger Baars, Mika Compula, Albert Ansmann, Modeling and remote sensing of an indirect Pyro-Cb formation and biomass transport

from Portugal wildfires towards Europe, *Atmospheric Environment*, <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2019.03.009> , 2019a

129. Solomos, S., Abuelgasim, A., Spyrou, C., Biniotoglou, I., and Nickovic, S.: Development of a dynamic dust source map for NMME-DREAM v1.0 model based on MODIS Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) over the Arabian Peninsula, *Geosci. Model Dev.*, 12, 979–988, <https://doi.org/10.5194/gmd-12-979-2019>, 2019b
130. Soupiona O., S Samaras, P. Ortiz-Amezcuca, C. Böckmann, A. Papayannis, GA. Moreira, J.A. Benavent-Oltra, J.L. Guerrero-Rascado, AE Bedoya-Velásquez, FJ Olmo, R Román, P Kokkalis, M Mylonaki, L Alados-Arboledas, CA Papanikolaou, R Foskinis, Retrieval of optical and microphysical properties of transported Saharan dust over Athens and Granada based on multi-wavelength Raman lidar measurements: Study of the mixing processes, *Atmospheric Environment*, 214, doi.org/10.1016/j.atmosenv.2019.116824, 116824, 2019.
131. Soupiona O., A. Papayannis, P. Kokkalis, M. Mylonaki, G. Tsaknakis, A. Argyrouli, and S. Vratolis, Long-term systematic profiling of dust aerosol optical properties using the EOLE NTUA lidar system over Athens, GREECE (2000-2016), *Atmospheric Environment*, 183, 165-184, 2018.
132. Steinbach, R., Perkins, C., et al. (2015). Research report: The effect of reduced street lighting on crime in England and Wales
133. Tesche, M., Ansmann, A., Müller, D., Althausen, D., Engelmann, R., Freudenthaler, V. and Groß, S., 2019. Vertically resolved separation of dust and smoke over Cape Verde using multiwavelength Raman and polarization lidars during Saharan Mineral Dust Experiment 2008. *J. Geophys. Res.* 114, D13202.
134. Topaloglou C., M. Mermigkas, M. E. Koukouli, et al., Comparison of one year of XCH₄ and XCO measurements using a EM27/SUN low resolution FTIR spectrometer with S5P/TROPOMI methane and carbon monoxide columns at Thessaloniki, Greece, European Geophysical Union, General Assembly, Vienna, EGU2020-15056, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-15056>, Austria, April- May, 2020.
135. Traverso, M.; Donatello, S.; Moons, H.; Rodriguez Quintero, R.; Gama Caldas, M.; Wolf, O. Revision of the EU Green Public Procurement Criteria for Road Lighting and Traffic Signals; EUR 29631 EN; Publications Office of the European Union: Luxembourg, 2019; JRC115406; ISBN 978-92-79-99077-9.
136. Vratolis S., M.I. Gini, S. Bezantakos, I. Stavroulas, N. Kalivitis, E. Kostenidou, E. Louvaris, D. Siakavaras, G. Biskos, N. Mihalopoulos, S.N. Pandis, C. Pilinis, A. Papayannis, K. Eleftheriadis, Particle number size distribution statistics at City-Centre Urban Background, urban background, and remote stations in Greece during summer, *Atmospheric Environment*, 213, 711-726, 2019.
137. Vratolis S., P. Fetfatzis, A. Argyrouli, O. Soupiona, M. Mylonaki, J. Maroufidis, A.-C. Kalogridis, M. Manousakas, S. Bezantakos, I. Biniotoglou, L.D. Labzovskii, S. Solomos, A. Papayannis, G. Močnik, E. O' Connor, D. Müller, C.G. Tzanis, K. Eleftheriadis, Comparison and complementary use of in situ and remote sensing aerosol measurements in the Athens Metropolitan Area, *Atmospheric Environment*, 228, 177439, 2020.
138. Vogiatzis, K. Strategic environmental noise mapping & action plans in Athens ring road (Atiiki Odos) – Greece WSEAS Transactions on Environment and Development Volume 7, Issue 10, October 2011, Pages 315-324

139. Vogiatzis, K. (2011). Noise Action Plans for the acoustic protection of urban areas around the Athens International Airport (A.I.A). Strategic noise maps 2006 & 2011. *Journal of Civil Engineering and Architecture*, Vol. 5(2), 104-111.
140. Vogiatzis Konstantinos, Dimitrios Dimitriou, Georgia Gerolymatou, Aristeidis Konstantinidis, Strategic Noise Mapping in Athens International Airport: A tool for balanced approach & health effects evaluation Noise Mapping NOISE-D-19-00022R3 (accepted under publication), 2020
141. Voudouri, K. A., Siomos, N., Michailidis, K., Papagiannopoulos, N., Mona, L., Cornacchia, C., Nicolae, D., and Balis, D.: Comparison of two automated aerosol typing methods and their application to an EARLINET station, *Atmos. Chem. Phys.*, 19, 10961–10980, <https://doi.org/10.5194/acp-19-10961-2019>, 2019.
142. Webb A.R., A. Kazantzidis, R.C. Kift, M.D. Farrar, J. Wilkinson, L.E. Rhodes, Meeting Vitamin D Requirements in White Caucasians at UK Latitudes: Providing a Choice, *Nutrients*, 497; doi:10.3390/nu10040497, 2018b
143. Webb A.R., A. Kazantzidis, R.C. Kift, M.D. Farrar, J. Wilkinson, L.E. Rhodes, Colour Counts: Sunlight and Skin Type as Drivers of Vitamin D Deficiency at UK Latitudes,, *Nutrients* 10, 457; doi:10.3390/nu10040457, 2018a.
144. World Health Organization [WHO] (2013). Health effects of particulate matter. Policy implications for countries in eastern Europe, Caucasus and central Asia. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe
145. WHO 2017, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/asthma>
146. WHO Regional Office for Europe, Environmental Noise Guidelines for the European Region ISBN: 978 92 890 5356 3 (2018)
147. WHO, 2006: Solar Ultraviolet Radiation: Global burden of disease from solar ultraviolet radiation. Environmental Burden of Disease Series, No. 13 (Authors: Lucas, R., McMichael, T., Smith, W., and Armstrong, B.; Editors: Pruss-Ustun, A., Zeeb, H., Mathers, C., and Repacholi, M.), World Health Organization, Public Health and the Environment, Geneva, 2006.
148. Wozniak, M. C. & Steiner, A. L., 2017. A prognostic pollen emissions model for climate models (PECM1. 0). *Geoscientific Model Development* 10, 4105.
149. Xu Y., C. Fu, E. Kennedy, S. Jiang, S. Owusu-Agyemang, The impact of street lights on spatial-temporal patterns of crime in Detroit, Michigan, *Cities*, 79, 2018, 45-52 <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.02.021>
150. Yong J., S. Rebecca, J. Walter, New nighttime roadway lighting documentation applied to public safety at night: A case study in San Antonio, Texas, *Sustainable Cities and Society*, 46, 2019, 101459 <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101459>
151. Zerefos, C.S., C.C. Repapis, R.L. Jenne, "Representativeness of total ozone trends as derived from satellite UV and ground-based measurements", *Pure Appl. Geophys.*, Vol. 120, 29-53, 1982.
152. Zerefos, C., C. Meleti, D. Balis, K. Tourpali, A.F. Bais, "Quasi-biennial and longer-term changes in clear sky UV-B solar irradiance", *Geophys. Res. Lett.*, 25, 23, 4345-4348, 1998.
153. Zerefos, C.S., D. Balis, A. Bais, D. Gillotay, P. Simon, B. Mayer, G. Seckmeyer, "Variability of UV-B at four Stations in Europe", *Geophys. Res. Lett.*, 24, 11, 1363-1366, 1997.

154. Zerefos, C.S., A.F. Bais, C. Meleti, I.C. Ziomas, "A note on the recent increase of solar UV-B radiation over northern middle latitudes", *Geophys. Res. Lett.*, 22, 10, 1245-1247, 1995.
155. Zerefos, C.S., C. Meleti, A.F. Bais, A. Lambros, "The recent UVB variability over Southeastern Europe", *J. Photoch. & Photobio., B: Biology*, 31, 15-19, 1995. Zerefos, C. S., Eleftheratos, K., Meleti, C., Kazadzis, S., Romanou, A., Ichoku, C., Tselioudis, G., and Bais, A.: Solar dimming and brightening over Thessaloniki, Greece, and Beijing, China, *Tellus*, 61B, 657–665, doi: 10.1111/j.1600-0889-2009.00425.x, 2009.
156. Zerefos, C. S., Tourpali, K., Eleftheratos, K., Kazadzis, S., Meleti, C., Feister, U., Koskela, T., and Heikkila, A.: Evidence of a possible turning point in solar UV-B over Canada, Europe and Japan, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 12, 2469–2477, doi: 10.5194/acp-12-2469-2012, 2012.
157. Zerefos et al., "Evidence for an earlier greenhouse cooling effect in the stratosphere before the 1980s over the Northern Hemisphere", *Atmos. Chem. Phys.*, 14, 7705-7720, 2014.
158. Zerefos, C., D. Balis, M. Tzortziou, A. Bais, K. Tourpali, C. Meleti, G. Bernhard, J. Herman, "A note on the interannual variations of UV-B erythemal doses and solar irradiance from ground-based and satellite observations", *Ann. Geophys.*, 19, 115-120, 2001.
159. Zerefos, C.S., C. Meleti, D.S. Balis, A.F. Bais, D. Gillotay, "On changes of spectral UV-B in the 90's in Europe", *Adv. Space Res.*, 26, 12, 1971-1978, 2000.
160. Zerefos, C., J. Kapsomenakis, K. Eleftheratos, K. Tourpali, I. Petropavlovskikh, D. Hubert, S. Godin-Beekmann, W. Steinbrecht, S. Frith, V. Sofieva, B. Hassler, "Representativeness of single lidar stations for zonally averaged ozone profiles, their trends and attribution to proxies", *Atmos. Chem. Phys.*, 18(9), 6427-6440, 2018.
161. Ζερεφός Σ., "Εφαρμοσμένος Σχεδιασμός Φωτισμού", Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, 143 σελ. (2014) ISBN: 978-960-538-946-8
162. Ζερεφός Σ., "Ψηφιακή απόδοση φωτισμού: θεωρία και εφαρμογές", 358 σελ (2013) ISBN: 978-960-538-942-0
163. Zyrichidou, I., D. Balis, M. E. Koukouli, et al., Adverse results of the economic crisis: A study on the emergence of enhanced formaldehyde (HCHO) levels seen from satellites over Greek urban sites, *Atmospheric Research*, <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2019.03.017>, 2019.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Α. Επιτροπή των εκπροσώπων των φορέων

Όνομα	Ιδιότητα	Ρόλος στο έργο / εξειδίκευση
1. Εκπρόσωπος Περιφέρειας	Περιφέρεια Αττικής	Συντονισμός επιστημονικής ομάδας με την Περιφέρεια Αττικής
2. Χρήστος Ζερεφός	Ακαδημαϊκός	Συντονιστής του έργου – Φυσικές και χημικές διεργασίες στην ατμόσφαιρα και αλληλεπιδράσεις με κλίμα και υγεία
3. Κωνσταντίνος Συνολάκης	Ακαδημαϊκός	Κυματικές συνθήκες και θαλάσσια αιωρήματα
4. Ευάγγελος Γερασόπουλος	Διευθυντής Ερευνών ΕΑΑ	Ατμοσφαιρική ρύπανση
5. Δημήτρης Μελάς	Καθηγητής ΑΠΘ	Μοντελοποίηση μετεωρολογίας οριακού στρώματος και ρύπων
6. Νίκος Παπαδόπουλος	Καθηγητής ΕΚΠΑ	Αλλεργιολογία - Παιδιατρική Αλλεργιολογία
7. Στέλιος Ζερεφός	Καθηγητής ΕΑΠ	Συνθήκες φωτισμού
8. Αλέξανδρος Παπαγιάννης	Καθηγητής ΕΜΠ	Εφαρμογές ενεργητικής τηλεπισκόπησης laser στην περιοχή της Αττικής
9. Ελίνα Γιαννακάκη	Λέκτορας ΕΚΠΑ	Ενεργητική τηλεπισκόπηση σωματιδίων γύρης
10. Βασίλης Αμοιρίδης	Διευθυντής Ερευνών ΕΑΑ	Μετρήσεις υποβάθρου στα Αντικύθηρα
11. Ιφιγένεια Κεραμιτσόγλου	Διευθύντρια Ερευνών ΕΑΑ	Ανάπτυξη διαδικτυακής πλατφόρμας και εφαρμογής smart phone
12. Σταύρος Σολωμός	Ερευνητής Γ' ΚΕΦΑΚ	Μοντελοποίηση και επιχειρησιακή πρόγνωση καιρού και αέριων ρύπων
13. Δημήτρης Μπαλής	Καθηγητής ΑΠΘ	Δορυφορική τηλεπισκόπηση αέριων ρύπων
14. Κωνσταντίνος Βογιατζής	Καθηγητής Παν. Θεσσαλίας ΕΠΑΣΕ	Συνθήκες αστικού - περιβαλλοντικού θορύβου. Στρατηγική Χαρτογράφηση & Σχέδια Δράσης
15. Ανδρέας Καζαντζίδης	Καθηγητής Παν. Πατρών	Φυσική Ατμόσφαιρας – Μετρήσεις υπεριώδους Ακτινοβολίας και Βιταμίνης D στο Αττικό περιβάλλον
16. Κώστας Ελευθεράτος	Επίκουρος Καθηγητής ΕΚΠΑ	Μετρήσεις ακτινοβολίας και αέριων ρύπων
17. Γεώργιος Χρούσος	Ομότιμος Καθηγητής ΕΚΠΑ	Παιδιατρική – Ενδοκρινολογία

B. Προτεινόμενη Συμβουλευτική Επιτροπή

Όνομα	Ιδιότητα	Ρόλος στο έργο / εξειδίκευση
1. Εκπρόσωπος Περιφέρειας	Περιφέρεια Αττικής	Συντονισμός επιστημονικής ομάδας με την Περιφέρεια Αττικής
2. Χρήστος Ζερεφός	Ακαδημαϊκός	Συντονιστής του έργου – Φυσικές και χημικές διεργασίες στην ατμόσφαιρα και αλληλεπιδράσεις με κλίμα και υγεία
3. Νίκος Παπαδόπουλος	Καθηγητής ΕΚΠΑ	Αλλεργιολογία - Παιδιατρική Αλλεργιολογία
4. Σταύρος Σολωμός	Ερευνητής Γ' ΚΕΦΑΚ	Μοντελοποίηση και επιχειρησιακή πρόγνωση καιρού και αέριων ρύπων
5. Γεώργιος Χρούσος	Ομότιμος Καθηγητής ΕΚΠΑ	Παιδιατρική – Ενδοκρινολογία