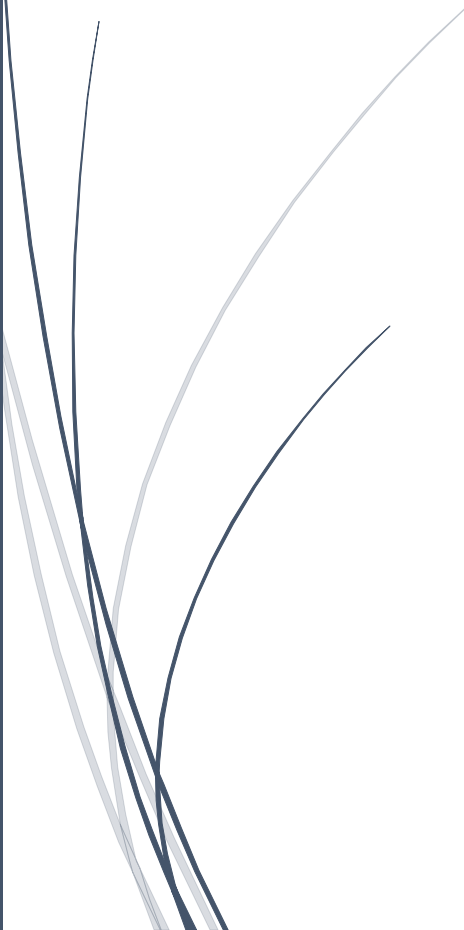




Απρίλιος 2021

Μοντέλο διασποράς αέριων ρύπων

Μελέτη Εκτίμησης Επιπτώσεων στο
Περιβάλλον από την κατασκευή και
λειτουργία μονάδας παραγωγής ασφαλτικού
σκυροδέματος της εταιρείας Prometheas
Asphalt Ltd στο Μιτσερό



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
2	ΑΕΡΙΟΙ ΡΥΠΟΙ ΠΟΥ ΕΞΕΤΑΖΟΝΤΑΙ	5
2.1	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ	5
3	ΣΕΝΑΡΙΟ ΠΟΥ ΕΞΕΤΑΖΕΤΑΙ	6
3.1	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ	7
3.2	ΠΗΓΕΣ ΚΑΙ ΡΥΘΜΟΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ	9
3.2.1	Εισαγωγή.....	9
3.2.2	Πηγές εκπομπής αέριων ρύπων	10
3.2.3	Συντελεστές εκπομπής αέριων ρύπων	13
3.2.4	Ρυθμός εκπομπής αέριων ρύπων.....	15
3.3	ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	15
3.4	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΤΟ ΑΝΑΓΛΥΦΟ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ	16
3.5	ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ.....	17
4	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ	19
5	ΕΤΗΣΙΕΣ ΥΠΕΡΒΑΣΕΙΣ	39
6	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	42
7	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	43

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1: Δεδομένα συγκέντρωσης υποβάθρου για την περιοχή μελέτης	6
Πίνακας 3.1: Παράμετροι σεναρίου μοντελοποίησης	7
Πίνακας 3.2: Πηγές εκπομπής αέριων ρύπων	11
Πίνακας 3.3: Στοιχεία πηγών εκπομπής αέριων ρύπων που εισάχθηκαν στο μοντέλο	12
Πίνακας 3.4: Πηγές ανάκτησης συντελεστών εκπομπής αέριων ρύπων	14
Πίνακας 3.5: Συντελεστές εκπομπής αέριων ρύπων	14
Πίνακας 3.6: Ρυθμός εκπομπής αέριων ρύπων	15
Πίνακας 3.7: Απόσταση μονάδας από αποδέκτες και συντεταγμένες αποδεκτών	17
Πίνακας 3.8: Απόσταση μονάδας από οικολογικούς αποδέκτες και συντεταγμένες αποδεκτών	19
Πίνακας 4.1: Συγκέντρωση αέριων ρύπων, ευαίσθητοι αποδέκτες	20
Πίνακας 4.2: Συγκέντρωση αέριων ρύπων με τη συνεισφορά του υποβάθρου, ευαίσθητοι αποδέκτες ...	21
Πίνακας 4.3: Συγκέντρωση αέριων ρύπων, οικολογικοί αποδέκτες	36
Πίνακας 5.1: Αριθμός υπερβάσεων εξαιτίας της λειτουργίας του προτεινόμενου έργου	39

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 3.1: Οικιστικές ζώνες, ευρύτερη περιοχή ανάπτυξης προτεινόμενου έργου	18
Εικόνα 4.1: Μέγιστη ημερήσια τιμή της συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων 10 (PM10).....	23
Εικόνα 4.2: Ετήσιος μέσος όρος των μέγιστων ωριαίων τιμών της συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων 10 (PM10).....	24
Εικόνα 4.3: Ετήσιος μέσος όρος των μέγιστων ωριαίων τιμών της συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων 2.5 (PM2.5).....	25
Εικόνα 4.4: Μέγιστη ωριαία τιμή της συγκέντρωσης του Διοξειδίου του Θείου (SO ₂).....	26
Εικόνα 4.5: Μέγιστη ημερήσια τιμή της συγκέντρωσης του Διοξειδίου του Θείου (SO ₂).....	27
Εικόνα 4.6: Μέγιστη ωριαία τιμή της συγκέντρωσης του Διοξειδίου του Αζώτου (NO ₂).....	28
Εικόνα 4.7: Ετήσιος μέσος όρος των μέγιστων ωριαίων τιμών της συγκέντρωσης του Διοξειδίου του Αζώτου (NO ₂)	29
Εικόνα 4.8: Ετήσιος μέσος όρος των μέγιστων ωριαίων τιμών της συγκέντρωσης του Μόλυβδου (Pb) ...	30
Εικόνα 4.9: Ετήσιος μέσος όρος των μέγιστων ωριαίων τιμών της συγκέντρωσης του Αρσενικού (As)	31
Εικόνα 4.10: Ετήσιος μέσος όρος των μέγιστων ωριαίων τιμών της συγκέντρωσης του Καδμίου (Cd)	32
Εικόνα 4.11: Ετήσιος μέσος όρος των μέγιστων ωριαίων τιμών της συγκέντρωσης του Νικελίου (Ni)	33
Εικόνα 4.12: Ετήσιος μέσος όρος των μέγιστων ωριαίων τιμών της συγκέντρωσης του Βενζολίου (C ₆ H ₆)	34
Εικόνα 4.13: Ετήσιος μέσος όρος των μέγιστων ωριαίων τιμών της συγκέντρωσης του Βενζο(α)πυρενίου	35
Εικόνα 4.14: Ετήσιος μέσος όρος των μέγιστων ωριαίων τιμών της συγκέντρωσης του Διοξειδίου του Θείου (SO ₂), οικολογικοί αποδέκτες.....	37
Εικόνα 4.15: Ετήσιος μέσος όρος των μέγιστων ωριαίων τιμών της συγκέντρωσης του Διοξειδίου του Αζώτου (NO _x), οικολογικοί αποδέκτες	38
Εικόνα 5.1: Υπερβάσεις της ωριαίας τιμής της συγκέντρωσης του διοξειδίου του θείου (SO ₂)	40
Εικόνα 5.2: Υπερβάσεις της ωριαίας τιμής της συγκέντρωσης του διοξειδίου του αζώτου (NO ₂).....	41

1 Εισαγωγή

Το παρόν έγγραφο αποτελεί μέρος της Μελέτης Εκτίμησης Επιπτώσεων στο Περιβάλλον για την κατασκευή και λειτουργία μονάδας παραγωγής ασφαλικού σκυροδέματος της εταιρείας Prometheas Asphalt Ltd στην κοινότητα Μιτσερό της επαρχίας Λευκωσίας.

Ο σκοπός του παρόντος εγγράφου είναι η παρουσίαση ενός εναλλακτικού, αρκετά πιο συντηρητικού, σεναρίου προσομοίωσης της διασποράς αέριων ρύπων σε σχέση με αυτό που υποβλήθηκε αρχικά.

2 Αέριοι ρύποι που εξετάζονται

Οι αέριοι ρύποι που τέθηκαν προς μελέτη για την εκτίμηση επιπτώσεων στην ποιότητα της ατμόσφαιρας και την προστασία της ανθρώπινης υγείας και που πρέπει να περιλαμβάνονται στο μοντέλο διασποράς, σύμφωνα με οδηγίες του Τμήματος Επιθεώρησης Εργασίας, είναι οι ακόλουθοι:

- Αιωρούμενα Σωματίδια (PM₁₀ και PM_{2.5}),
- Διοξείδιο του θείου (SO₂),
- Διοξείδιο του αζώτου (NO₂),
- Μόλυβδος (Pb),
- Αρσενικό (As),
- Κάδμιο (Cd),
- Νικέλιο (Ni),
- Βενζόλιο (C₆H₆),
- Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAHs) εκφρασμένοι σε συγκέντρωση βενζο(α)πυρένιου

2.1 Συγκεντρώσεις υποβάθρου

Για τον υπολογισμό της συγκέντρωσης των ρύπων PM₁₀, SO₂, NO₂, C₆H₆ και Βενζο(α)πυρένιο στους αποδέκτες εισάχθηκαν στο μοντέλο δεδομένα υποβάθρου. Τα δεδομένα αυτά παραχωρήθηκαν στην ομάδα μελέτης από το Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας (ΤΕΕ) και αφορούν κυρίως μετρήσεις που διεξάχθηκαν στο σταθμό παρακολούθησης ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα στην Αγία Μαρίνα Ξυλιάτου κατά το έτος 2019. Εξαιρέση αποτελούν οι συγκεντρώσεις υποβάθρου για το Βενζο(α)πυρένιο, οι οποίες αφορούν μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στον ίδιο σταθμό το έτος 2018 καθώς δεν υπήρχαν διαθέσιμα στοιχεία για το 2019. Επίσης, για τις συγκεντρώσεις υποβάθρου των PM₁₀ λήφθηκαν υπόψη και οι μετρήσεις που πραγματοποίησε το ΤΕΕ στην Ορούντα στο πλαίσιο υλοποίησης του προτεινόμενου έργου.

Οι συγκεντρώσεις υποβάθρου για το SO₂ και NO₂ που εισάχθηκαν στο μοντέλο αφορούν ωριαίες τιμές συγκέντρωσης για το έτος 2019. Για όσες ώρες δεν υπήρχαν διαθέσιμα δεδομένα, η τιμή υποβάθρου θεωρήθηκε ότι ισούται με τη μέγιστη ωριαία συγκέντρωση που μετρήθηκε για κάθε ρύπο κατά το συγκεκριμένο έτος.

Ως ημερήσια συγκέντρωση υποβάθρου των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ θεωρήθηκε η μέγιστη καταγεγραμμένη ημερήσια τιμή χωρίς όμως να λαμβάνονται υπόψη οι συγκεντρώσεις που καταγράφηκαν κατά τις ημέρες που στην ατμόσφαιρα παρατηρούνταν φαινόμενα διασυνοριακής σκόνης. Οι μέρες αυτές καταγράφονται επίσημα από το ΤΕΕ. Η τιμή του ετήσιου μέσου όρου της συγκέντρωσης υποβάθρου των PM₁₀ δόθηκε στην ομάδα μελέτης από το ΤΕΕ.

Στον Πίνακα 2.1 παρουσιάζονται συνοπτικά τα δεδομένα υποβάθρου που εισάχθηκαν τελικά στο μοντέλο.

Πίνακας 2.1: Δεδομένα συγκέντρωσης υποβάθρου για την περιοχή μελέτης

Ρύπος	Περίοδος Μέσου Όρου	Συγκέντρωση υποβάθρου (μg/m ³)
Αιωρούμενα Σωματίδια PM ₁₀	24 ώρες	33.7
	1 έτος	24.7
Διοξείδιο του Αζώτου (NO ₂)	1 ώρα	Ωριαίες τιμές για το έτος 2019
Διοξείδιο του θείου (SO ₂)	1 ώρα	Ωριαίες τιμές για το έτος 2019
Βενζόλιο (C ₆ H ₆)	1 έτος	0.41
Βενζο(α)πυρένιο	1 έτος	4.34E-05

3 Σενάριο που εξετάζεται

Οι κύριες πηγές εκπομπής που θα εγκατασταθούν στην προτεινόμενη μονάδα παραγωγής ασφαλικού σκυροδέματος δεν θα εκπέμπουν ρύπους σε συνεχή βάση. Η ετήσια δυναμικότητα της μονάδας θα είναι 150,000 τόνοι τελικού προϊόντος ενώ η ωριαία παραγωγική δυναμικότητα του εξοπλισμού είναι 240 τόνοι τελικού προϊόντος. Αυτό σημαίνει πως για την παραγωγή 150,000 τόνων, ο εξοπλισμός της μονάδας, λαμβάνοντας υπόψη τη μέγιστη ωριαία δυναμικότητα του, θα πρέπει να λειτουργήσει 625 από τις συνολικά 8,760 ώρες του χρόνου. Εξαιτίας του γεγονότος ότι οι ακριβείς ώρες λειτουργίας όπως επίσης και το ωράριο λειτουργίας της μονάδας δεν είναι σταθερό, το σενάριο που

αναπτύχθηκε βασίζεται στο σύνηθες ωράριο που η υφιστάμενη μονάδα στο Τσέρι λειτουργεί τα τελευταία χρόνια. Επιπρόσθετα, ο ετήσιος αριθμός ωρών λειτουργίας της μονάδας επιλέχθηκε να είναι 5,634 αντί για 625.

Οι κύριες παράμετροι του σεναρίου που εξετάστηκε παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.1.

Πίνακας 3.1: Παράμετροι σεναρίου μοντελοποίησης

Τύπος μονάδας παραγωγής έτοιμου ασφαλικού σκυροδέματος		Batch mix
Ωριαία δυναμικότητα παραγωγής έτοιμου ασφαλικού σκυροδέματος		240 τόνοι
Ωράριο λειτουργίας και παραγωγής (ώρες κατά τις οποίες οι πηγές θα είναι ενεργές)	Καθημερινές	6:00 – 15:00 & 21:00 – 4:00
	Σαββατοκύριακα	06:00-14:00
Ετήσιος αριθμός ωρών λειτουργίας		5,634 ώρες
Καύσιμο που χρησιμοποιείται		Dryer: LFO

3.1 Δεδομένα και παραδοχές

Η χρήση υπολογιστικών μοντέλων προσομοίωσης με σκοπό τον υπολογισμό της συγκέντρωσης αέριων ρύπων στην ατμόσφαιρα δεν μπορεί να υποκαταστήσει τις μετρήσεις που πραγματοποιούνται στη βάση προτύπων, τα οποία απαιτούν τη χρήση διακριβωμένων μηχανημάτων και εξοπλισμού. Η ανάπτυξη μοντέλων προσομοίωσης βασίζεται εκ των πραγμάτων σε συγκεκριμένα δεδομένα αλλά και παραδοχές.

Τα βασικότερα δεδομένα και παραδοχές που λήφθηκαν υπόψη κατά την ανάπτυξη του μοντέλου που παρουσιάζεται στο παρόν έγγραφο είναι:

- Το σενάριο που αναπτύχθηκε είναι πολύ συντηρητικό όσον αφορά στους ρύπους για τους οποίους έχουν καθοριστεί όρια για περίοδο 24 ωρών και 1 έτους. Οι μέγιστες ημερήσιες και οι ετήσιες τιμές συγκέντρωσης που παρουσιάζονται στο παρόν έγγραφο έχουν υπολογιστεί θεωρώντας ότι η μονάδα θα λειτουργεί 16 ώρες ημερησίως τις καθημερινές και 8 ώρες τα Σ/Κ για όλο το χρόνο.
- Το AERMOD είναι ένα μοντέλο διασποράς αέριων ρύπων σταθερής κατάστασης (steady-state). Υποθέτει ομοιόμορφη κατάσταση της ατμόσφαιρας για κάθε ώρα. Επίσης, είναι σχεδιασμένο για διασπορά εκπομπής αέριων ρύπων μικρής εμβέλειας (έως 50 χιλιόμετρα) από σταθερές βιομηχανικές πηγές.

- Το AERMOD χρησιμοποιείται ως υπολογιστικό εργαλείο για την εκτίμηση των επιπτώσεων στην ποιότητα της ατμόσφαιρας. Η πραγματική κατάσταση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα μπορεί να αποτυπωθεί με ακρίβεια μόνο με την πραγματοποίηση μετρήσεων σύμφωνα με τα ισχύοντα πρότυπα και μεθόδους, όπως αυτά καθορίζονται στη σχετική εθνική και κοινοτική νομοθεσία.
- Το AERMOD μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό της εκπομπής αέριων ρύπων από τη συνεχή λειτουργία καθορισμένων πηγών, όμως δεν είναι δυνατή η εφαρμογή του σε επεισόδια έκτακτης ανάγκης.
- Το μοντέλο υπολογίζει τη μέγιστη ωριαία συγκέντρωση των αέριων ρύπων σε κάθε ένα από τους αποδέκτες σε ύψος 1.5 μέτρων για την περίοδο ενός ημερολογιακού έτους. Η συγκέντρωση για κάθε ώρα θεωρείται σταθερή, κάτι που σε πραγματικές συνθήκες δεν ισχύει.
- Η συγκέντρωση των ρύπων στους ευαίσθητους οικολογικούς αποδέκτες υπολογίστηκε σε ύψος 0.5 μέτρα για την περίοδο ενός έτους.
- Τα αποτελέσματα που εξάχθηκαν περιλαμβάνουν τις συγκεντρώσεις υποβάθρου για τους ρύπους PM₁₀, SO₂, NO₂, C₆H₆ και Βενζο(α)πυρένιο (βλ. Ενότητα 2.1).
- Ο υπολογισμός του ρυθμού εκπομπής των αέριων ρύπων από τη λειτουργία της μονάδας παραγωγής ασφαλτικού σκυροδέματος έγινε με δεδομένα του προτύπου AP-42¹, το οποίο βασίζεται σε διεθνώς αποδεκτές καλές πρακτικές διαχείρισης μονάδων παραγωγής ασφαλτικού σκυροδέματος.
- Το πρότυπο AP-42 αναφέρεται σε συντελεστές εκπομπής Οξειδίων του Αζώτου (NO_x).
- Το μοντέλο AERMOD προσφέρει την επιλογή μετατροπής των δεδομένων εισαγωγής των Οξειδίων του Αζώτου (NO_x) σε Διοξείδιο του Αζώτου (NO₂). Η επιλογή αυτή είναι το Ambient Ratio Method (ARM2) η οποία μετατρέπει τη συγκέντρωση των εκπεμπόμενων NO_x σε NO₂ χρησιμοποιώντας μια προκαθορισμένη αναλογία βασισμένη σε εμπειρικά δεδομένα σχετικά με την αναλογία συγκέντρωσης υποβάθρου των NO_x και NO₂. Χρησιμοποιώντας το ARM2 η εισαγωγή δεδομένων για τη συγκέντρωση υποβάθρου του όζον (O₃) δεν είναι απαραίτητη. Για τον υπολογισμό της ετήσιας συγκέντρωσης των NO₂, η αναλογία NO₂/NO_x ισούται με 0.75 και 0.80 για τον υπολογισμό της ωριαίας

¹ Compilation of air pollutant emission factors, Chapter 11.1: Hot Mix Asphalt Plants, AP- 42, March 2004, U.S. Environmental Protection Agency, U.S.A

συγκέντρωσης NO₂. Έτσι, υπολογίζεται η διασπορά του Διοξειδίου του Αζώτου (NO₂) που εκπέμπεται από τη λειτουργία της προτεινόμενης μονάδας.

- Σύμφωνα με το πρότυπο AP-42, οι κύριες πηγές εκπομπής αέριων ρύπων από τη λειτουργία μονάδων παραγωγής ασφαλικού σκυροδέματος τύπου batch mix είναι το φουγάρο της εγκατάστασης αποκονίωσης – σακκόφιλτρων, η διεργασία φόρτωσης του τελικού προϊόντος σε βαρέα οχήματα, η αποθήκευση αδρανών υλικών σε σωρούς και η λειτουργία ιμάντων μεταφοράς αδρανών υλικών.
- Καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου θα αποθηκεύονται αδρανή υλικά στο χώρο της προτεινόμενης μονάδας. Για τον λόγο αυτό, οι σωροί αποθήκευσης των αδρανών υλικών μοντελοποιήθηκαν ως πηγή από την οποία υπάρχει συνεχής εκπομπή ρύπων (8760ώρες/έτος).
- Οι υπόλοιπες πηγές, δηλ. το φουγάρο που συνδέεται με το σύστημα αποκονίωσης (baghouse – dust collector), η διεργασία φόρτωσης του ασφαλικού σκυροδέματος σε βαρέα οχήματα (truck load out) και η λειτουργία του ιμάντα μεταφοράς αδρανών υλικών μοντελοποιήθηκαν ως πηγές που εκπέμπουν ρύπους μόνο για ορισμένες ώρες του χρόνου, όπως αναφέρονται στον Πίνακα 5.1.
- Η προτεινόμενη μονάδα δεν αναμένεται να λειτουργεί 5,634 ώρες τον χρόνο. Στην πραγματικότητα, για την παραγωγή 150,000 τόνων έτοιμου ασφαλικού σκυροδέματος, η παραγωγική διεργασία (βάση της μέγιστης δυναμικότητας του εξοπλισμού, δηλ. 240 τόνοι/ώρα) μπορεί να διαρκέσει ακόμα και 625 ώρες. Η επιλογή για εισαγωγή στο μοντέλο περισσότερων ωρών λειτουργίας έγινε με σκοπό να αξιολογηθεί το ενδεχόμενο υπερβάσεων των ορίων συγκέντρωσης ρύπων που αφορούν ωριαίες και ημερήσιες τιμές.
- Για τους υπολογισμούς των ρυθμών εκπομπής των αέριων ρύπων η μέση θερμοκρασία του έτοιμου ασφαλικού σκυροδέματος θεωρήθηκε ότι είναι 325 °F (≈ 162.8 °C).

3.2 Πηγές και ρυθμός εκπομπής αέριων ρύπων

3.2.1 Εισαγωγή

Στην παρούσα ενότητα γίνεται αναφορά στις πηγές εκπομπής αέριων ρύπων που θα συνεισφέρουν σημαντικά στην υποβάθμιση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα κατά τη λειτουργία της μονάδας παραγωγής ασφαλικού σκυροδέματος. Επίσης,

² [no2 modeling techniques white paper.pdf](#)

παρατίθενται οι συντελεστές εκπομπής που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του ρυθμού εκπομπής των υπό μελέτη αέριων ρύπων που εκπέμπονται ή διαχέονται στην ατμόσφαιρα.

3.2.2 Πηγές εκπομπής αέριων ρύπων

Οι πηγές εκπομπής αέριων ρύπων που εξετάζονται στο πλαίσιο της παρούσας ΜΕΕΠ είναι οι ακόλουθες:

- το φουγάρο της εγκατάστασης αποκονίωσης – σακκόφιλτρων (dust collector – baghouse),
- η διαδικασία φόρτωσης του ασφαλτικού σκυροδέματος σε βαρέα οχήματα (truck load – out),
- η αποθήκευση και διαχείριση αδρανών υλικών και
- η λειτουργία του ιμάντα μεταφοράς αδρανών υλικών.

Η επιλογή των συγκεκριμένων πηγών έγινε λαμβάνοντας υπόψη τα διαθέσιμα δεδομένα συντελεστών εκπομπής αέριων ρύπων του προτύπου Compilation of Air Pollutant Emissions Factors (AP-42)³ αλλά και του EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 (NFR 2.D.3.b Road paving with asphalt)⁴.

Η ποσότητα των εκπεμπόμενων ρύπων από κάθε πηγή εξαρτάται από τους ακόλουθους παράγοντες:

- η τεχνολογία της μονάδας παραγωγής ασφαλτικού σκυροδέματος,
- το είδος του καυσίμου που χρησιμοποιείται στις διεργασίες,
- η δυναμικότητα της μονάδας,
- οι ώρες λειτουργίας της κάθε πηγής και
- το είδος των αντιρροπτικών συστημάτων που εφαρμόζονται.

Στον Πίνακα 3.2 παρουσιάζονται οι αέριοι ρύποι που εκπέμπονται από κάθε πηγή κατά τη λειτουργία της μονάδας και τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά που επηρεάζουν την ποσότητα που εκπέμπεται.

³ AP-42: Compilation of Air Emissions Factors, United States Environmental Protection Agency

⁴ EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 (NFR 2.D.3.b Road paving with asphalt), European Monitoring and Evaluation Programme and European Environment Agency

Πίνακας 3.2: Πηγές εκπομπής αέριων ρύπων

Πηγή εκπομπής	Αέριοι ρύποι	Χαρακτηριστικά
Φουγάρο εγκατάστασης αποκονίωσης – σακκόφιλτρων (dust collector – baghouse)	<ul style="list-style-type: none"> • PM₁₀ • PM_{2.5} • SO₂ • NO₂ • C₆H₆ • Pb • As • Cd • Ni • Benzo(a) pyrene 	<ul style="list-style-type: none"> • Τύπος μονάδας παραγωγής ασφαλικού σκυροδέματος: παραγωγή ανά παρτίδες (Batch mix plant) • Είδος καυσίμου: LFO • Δυναμικότητα μονάδας: 240 τόνοι/ώρα • Ωρες λειτουργίας μονάδας: 5,634 ώρες/έτος • Αντιρρυπαντικά συστήματα: αεροκυκλώνας και σακκόφιλτρα (dust collector – baghouse)⁵
Διαδικασία φόρτωσης ασφαλικού σκυροδέματος σε βαρέα οχήματα (Truck load-out)	<ul style="list-style-type: none"> • PM₁₀ • PM_{2.5} • Benzo(a) pyrene • C₆H₆ 	<ul style="list-style-type: none"> • Δυναμικότητα μονάδας: 240 τόνοι/ώρα • Ωρες λειτουργίας: 5,634 ώρες/έτος
Αποθήκευση αδρανών υλικών	<ul style="list-style-type: none"> • PM₁₀ • PM_{2.5} 	<ul style="list-style-type: none"> • Χρόνος αποθήκευσης: 8,760 ώρες/έτος • Έκταση χώρου αποθήκευσης αδρανών υλικών: 4,737 τετραγωνικά μέτρα
Λειτουργία ιμάντα μεταφοράς	<ul style="list-style-type: none"> • PM₁₀ • PM_{2.5} 	<ul style="list-style-type: none"> • Δυναμικότητα μονάδας: 240 τόνοι/ώρα • Ωρες λειτουργίας: 5,634 ώρες/έτος

Στον Πίνακα 3.3 παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά κάθε πηγής εκπομπής αέριων ρύπων όπως αυτά εισάχθηκαν στο μοντέλο. Για σκοπούς μοντελοποίησης, οι πηγές εκπομπής έχουν κατηγοριοποιηθεί σε σημειακές πηγές, χωρικές και επιφανειακές. Η κατηγοριοποίηση των πηγών εκπομπής έγινε σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά τους.

⁵ Με υφασμάτινα φίλτρα (fabric filters)

Πίνακας 3.3: Στοιχεία πηγών εκπομπής αέριων ρύπων που εισάχθηκαν στο μοντέλο

Σημειακές πηγές						
Πηγή	Ύψος διαφυγής αέριων ρύπων (m)	Θερμοκρασία εξόδου καυσαερίων (°C)	Ταχύτητα εξόδου καυσαερίων (m/s)	Διάμετρος φουγάρου (m)	Ωράριο λειτουργίας	
					Καθ/νές	Σ/Κ
Φουγάρο εγκατάστασης αποκονίωσης – σακκόφιλτρων (baghouse – dust collector)	15	105	20.33	1.2	6:00 – 15:00 & 21:00 – 4:00	6:00 – 14:00
Χωρικές πηγές						
Πηγή	Ύψος διαφυγής αέριων ρύπων (m)	Οριζόντιο μέγεθος (m)	Κατακόρυφο μέγεθος (m)	Ωράριο λειτουργίας		
				Καθ/νές	Σ/Κ	
Φόρτωση ασφαλτικού σκυροδέματος σε βαρέα οχήματα (truck load-out)	2	0.81	0.93	6:00 – 15:00 & 21:00 – 4:00	6:00 – 14:00	
Επιφανειακές πηγές						
Πηγή	Εμβαδόν (m ²)	Ύψος διαφυγής αέριων ρύπων (m)	Μέγεθος κορυφών (m)	Ωράριο λειτουργίας		
				Καθ/νές	Σ/Κ	
Σωροί αποθήκευσης αδρανών υλικών	4,737	1.8	1.67	00:00 – 23:00		
Γραμμικές πηγές						
Πηγή	Ύψος διαφυγής αέριων ρύπων (m)	Μέγεθος Χ (m)	Μέγεθος Υ (m)	Κατακόρυφο μέγεθος (m)	Ωράριο λειτουργίας	
					Καθ/νές	Καθ/νές
Λειτουργία ιμάντα μεταφοράς (conveyor belt) αδρανών υλικών	2.25	13.1	1	2.09	6:00 – 15:00 & 21:00 – 4:00	6:00 – 15:00 & 21:00 – 4:00

3.2.3 Συντελεστές εκπομπής αέριων ρύπων

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται οι συντελεστές εκπομπής που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του ρυθμού εκπομπής των αέριων ρύπων στο στάδιο εισαγωγής των δεδομένων στο μοντέλο.

Οι συντελεστές εκπομπής ανακτήθηκαν από το πρότυπο Compilation of Air Pollutant Emissions Factors (AP-42)⁶ της Υπηρεσίας Προστασίας Περιβάλλοντος των Η.Π.Α. (EPA). Οι συντελεστές εκπομπής που παρατίθενται στο AP-42 υπολογίστηκαν μετά από:

- επιτόπιες δοκιμές και μετρήσεις εκπομπών σε παρόμοιες εγκαταστάσεις,
- υπολογισμούς της σταθερότητας υλικών,
- δημιουργία μοντέλων προσομοίωσης και
- τεχνικό έλεγχο από εμπειρογνώμονες.⁷

Το κεφάλαιο 11.1 «Hot Mix Asphalt Plants» του AP-42 περιλαμβάνει συντελεστές εκπομπής αέριων ρύπων από μονάδες παραγωγής ασφαλικού σκυροδέματος.

Στον Πίνακα 3.4 παρουσιάζονται οι πηγές (κεφάλαια ή/και πίνακες του προτύπου AP-42) από όπου ανακτήθηκαν οι συντελεστές εκπομπής των αέριων ρύπων από τη λειτουργία της μονάδας.

Ο υπολογισμός των συντελεστών εκπομπής αέριων ρύπων εξαιτίας της διάβρωσης του εδάφους από την αποθήκευση των αδρανών υλικών σε σωρούς γίνεται με βάση την εξίσωση⁸:

$$EF [kg/m^2] = 1.2 \cdot 10^{-4} \cdot J \cdot 1.7 \cdot (s/1.5) \cdot 365 \cdot ((365-P)/235) \cdot (I/15)$$

Όπου, η παράμετρος J για τον υπολογισμό του συντελεστή εκπομπής των PM₁₀ ισούται με 0.5 και τα για τα PM_{2.5} ισούται με 0.2, s είναι ποσοστό μέσης περιεκτικότητας αδρανών υλικών σε λάσπη (≈ 8%), P ο μέσος όρος ημερών κατά τη διάρκεια ενός έτους με τουλάχιστον 0,254 mm βροχόπτωση (≈ 11 ημέρες) και I το ποσοστό του χρόνου που η ταχύτητα ανέμου είναι μεγαλύτερη από 5.36 m/s (≈ 3.23%). Οι παράμετροι P και I που

⁶ AP-42: Compilation of Air Emissions Factors, United States Environmental Protection Agency

⁷ Recommended Procedures for Development of Emissions Factors and Use of the WebFIRE Database, Chapter 3.0: How Have We Historically Developed Emissions Factors, United States Environmental Protection Agency

⁸ <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/national-pollutant-release-inventory/report/tools-calculating-emissions/stockpiles-exposed-area-wind-erosion-calculator.html#toc5>

αφορούν την βροχόπτωση και την ταχύτητα του ανέμου υπολογίστηκαν σύμφωνα με τα μοντελοποιημένα μετεωρολογικά δεδομένα WRF της εταιρείας METEOSIM.

Πίνακας 3.4: Πηγές ανάκτησης συντελεστών εκπομπής αέριων ρύπων

Πηγή εκπομπής	Κεφάλαιο του προτύπου AP-42	Πίνακας του σχετικού κεφαλαίου του AP-42
Φουγάρο εγκατάστασης αποκονίωσης – σακκόφιλτρων (dust collector – baghouse)	<ul style="list-style-type: none"> 11.1: Hot Mix Asphalt Plants 	<ul style="list-style-type: none"> 11.1-2⁹ 11.1-5 11.1-9 11.1-11
Διαδικασία φόρτωσης ασφαλτικού σκυροδέματος σε βαρέα οχήματα (Truck load-out)	<ul style="list-style-type: none"> 11.1: Hot Mix Asphalt Plants 	<ul style="list-style-type: none"> 11.1-14 11.1-15 11.1-16
Λειτουργία ιμάντα μεταφοράς αδρανών υλικών	<ul style="list-style-type: none"> 11.19.2: Crushed Stone Processing and Pulverized Mineral Processing 	<ul style="list-style-type: none"> 11.19.2-1

Οι συντελεστές εκπομπής αέριων ρύπων που ανακτήθηκαν από τις πηγές που αναφέρονται στον Πίνακα 3.4 και παρουσιάζονται αναλυτικά για κάθε πηγή εκπομπής στον Πίνακα 3.5.

Πίνακας 3.5: Συντελεστές εκπομπής αέριων ρύπων

Πηγή/ Ρύπος	Φουγάρο dust collector – baghouse (lb ¹⁰ /tn) ¹¹	Truck load – out (lb/tn) ¹⁶	Αποθήκευση αδρανών υλικών (kg/m ²) ¹²	Λειτουργία ιμάντα μεταφοράς αδρανών υλικών (lb/tn)
PM ₁₀	9.80E-03	2.61E-05	6.44E-02	4.8E-05
PM _{2.5}	8.30E-03	4.96E-04	2.57E-02	7.2E-06
NO _x	1.20E-01	-	-	-
SO ₂	8.80E-02	-	-	-
Pb	8.90E-07	-	-	-
As	4.60E-07	-	-	-
Cd	6.10E-07	-	-	-
Ni	3.00E-06	-	-	-
C ₆ H ₆	2.8E-04	2.16E-06	-	-
Benzo(a)pyrene	3.1E-10	7.84E-09	-	-

⁹ Με υφασμάτινα φίλτρα (fabric filters)

¹⁰ lb ≈ 453.59g

¹¹ Αναφέρεται σε lb ανά τόνο τελικού προϊόντος που παράγεται

¹² Η διαθέσιμη έκταση για την τοποθέτηση των σωρών αποθήκευσης αδρανών υλικών ≈ 4,225 m²

3.2.4 Ρυθμός εκπομπής αέριων ρύπων

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται ο ρυθμός εκπομπής των αέριων ρύπων κατά τη λειτουργία της προτεινόμενης μονάδας παραγωγής ασφαλτικού σκυροδέματος από την κάθε πηγή εκπομπής.

Ο υπολογισμός του ρυθμού εκπομπής των αέριων ρύπων έγινε βάσει του συντελεστή εκπομπής του κάθε ρύπου στην κάθε πηγή που αναφέρονται στον Πίνακα 3.5. Επίσης, για τον υπολογισμό του ρυθμού εκπομπής λήφθηκε υπόψη η μέγιστη ωριαία δυναμικότητα της προτεινόμενης μονάδας, δηλ. 240 τόνων/ώρα.

Ο ρυθμός εκπομπής των αέριων ρύπων κάθε πηγής παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.6. Τα δεδομένα αυτά έχουν εισαχθεί στο μοντέλο.

Πίνακας 3.6: Ρυθμός εκπομπής αέριων ρύπων

Ρύπος	Φουγάρο dust collector – baghouse (g/s)	Truck load – out (g/s)	Αποθήκευση αδρανών υλικών (g/s*m ²)	Λειτουργία μίαντα μεταφοράς (g/s)
PM ₁₀	2.96E-01	7.90E-04	2.04E-06	6.63E-05
PM _{2.5}	2.51E-01	1.50E-02	8.17E-07	9.95E-06
NO ₂	3.63	0	0	0
SO ₂	2.66	0	0	0
Pb	2.69E-05	0	0	0
As	1.39E-05	0	0	0
Cd	1.85E-05	0	0	0
Ni	9.08E-05	0	0	0
C ₆ H ₆	8.47E-03	6.54E-05	0	0
Benzo(a)pyrene	9.38E-09	2.37E-07	0	0

3.3 Μετεωρολογικά δεδομένα

Κάθε μοντέλο διασποράς ρύπων απαιτεί μετεωρολογικά δεδομένα που χαρακτηρίζονται χωρικά και χρονικά. Αυτά τα μετεωρολογικά δεδομένα μπορούν να ληφθούν μέσω σταθμών μέτρησης ή μέσω μετεωρολογικών μοντέλων.

Τα δεδομένα που λαμβάνονται από τους μετεωρολογικούς σταθμούς, παρόλο που παρέχουν μια εικόνα της τρέχουσας ή πρόσφατης πραγματικότητας, έχουν πολλά μειονεκτήματα. Πρώτον, αυτά τα δεδομένα επιτρέπουν μόνο τη μοντελοποίηση της διασποράς στην τρέχουσα ή σε πρόσφατη χρονική κλίμακα. Επιπλέον, τα δεδομένα σταθμών προσφέρουν μόνο πληροφορίες για το συγκεκριμένο σημείο όπου γίνεται η μέτρηση και προσφέρουν μόνο τιμές των μεταβλητών που έχουν αισθητήρες μέτρησης όπως θερμοκρασία, άνεμος, υγρασία, θερμοκρασία και πίεση.

Από την άλλη πλευρά, τα μετεωρολογικά μοντέλα, παρόλο που απαιτείται να βαθμονομηθούν στην προσομοιωμένη περιοχή, προσφέρουν τη δυνατότητα μοντελοποίησης της διασποράς στο παρελθόν, στο παρόν και στο μέλλον. Επιπλέον παρέχουν τιμές εκατοντάδων μετεωρολογικών μεταβλητών που δεν μπορούν να μετρηθούν στους σταθμούς μέτρησης και οι οποίες είναι ζωτικής σημασίας για τη λήψη μιας σωστής πρόβλεψης της διασποράς των ρύπων.

Το AERMOD δέχεται συγκεκριμένη μορφή μετεωρολογικών δεδομένων. Όπως έχει αναφερθεί στην Ενότητα 3, τα μετεωρολογικά δεδομένα που εισάχθηκαν στο μοντέλο είναι μοντελοποιημένα και η επεξεργασία τους πραγματοποιήθηκε από την εταιρεία Meteosim. Έτσι, τα μετεωρολογικά δεδομένα που έχουν εισαχθεί στο AERMOD είναι όπως ακριβώς προέκυψαν από τη μοντελοποίηση, με τη μορφή αρχείων .SFC και .PFL.

Η πρόβλεψη των συγκεντρώσεων των αέριων ρύπων από πηγές οι οποίες βρίσκονται κοντά στο έδαφος αποτελεί περιορισμό για το AERMOD. Για τον λόγο αυτό, εφαρμόστηκε η επιλογή ADJ_U*¹³. Οι πιο πρόσφατες επιστημονικές ενημερώσεις στο εργαλείο επεξεργασίας μετεωρολογικών δεδομένων AERMET της Υπηρεσίας Προστασίας Περιβάλλοντος των Η.Π.Α (EPA) περιλαμβάνουν αυτή τη νέα προεπιλεγμένη ρυθμιστική επιλογή.

3.4 Δεδομένα για το ανάγλυφο του εδάφους

Η διασπορά των αέριων ρύπων από τις πηγές εκπομπής τους προς τους διάφορους αποδέκτες εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την απόσταση τους από αυτές καθώς επίσης και από τη χωροθέτηση τους (π.χ. υψόμετρο, εγγύτητα τους με κτήρια ή φυσικά εμπόδια κ.λπ.). Για το λόγο αυτό, είναι απαραίτητο να προσδιοριστούν οι συντεταγμένες και τα υψόμετρα τόσο της πηγής ρύπανσης, όσο και των αποδεκτών. Επίσης, σημαντική παράμετρος για τη διασπορά των αέριων ρύπων είναι και το ανάγλυφο της επιφάνειας του εδάφους όπως και η τοπογραφία της περιοχής.

¹³ <https://www.breeze-software.com/News/New-ADJ-U-Met-Data-Option-Offers-Improved-AERMOD-Model-Results-for-Many-Sources/>

Ο προσδιορισμός των υψομέτρων των αποδεκτών και των πηγών στην περιοχή μελέτης έγινε με τη χρήση αρχείου γεωγραφικών δεδομένων, ψηφιακής μορφής. Το συγκεκριμένο αρχείο παρέχει συντεταγμένες σημείων της επιφάνειας του εδάφους και τα υψόμετρά τους σε κλίμακα διαστήματος 30 m με ανάλυση (resolution) 1 χιλιομέτρου. Τα δεδομένα αυτά λήφθηκαν υπό μορφή αρχείου DEM από το Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER). Το τελικό αρχείο DEM έχει εισαχθεί στη συνέχεια στο AERMAP του AERMOD, μέσω του οποίου υπολογίστηκαν τα απαραίτητα για τη μελέτη υψόμετρα των αποδεκτών και των πηγών.

3.5 Αποδέκτες

Το AERMOD υπολογίζει τη συγκέντρωση αερίων ρύπων σε συγκεκριμένους αποδέκτες. Ως εκ τούτου, θα πρέπει να εισαχθούν στο μοντέλο τα γεωγραφικά σημεία των αποδεκτών.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι και μέθοδοι με τους οποίους είναι δυνατή η εισαγωγή των αποδεκτών στο AERMOD. Για τους σκοπούς της παρούσας μελέτης επιλέχθηκε η εισαγωγή αποδεκτών με τη μορφή καρτεσιανού πλέγματος πυκνότητας 100m x 100m καθώς και η εισαγωγή διακριτών αποδεκτών σε επιλεγμένες τοποθεσίες που θεωρούνται ευαίσθητες.

Το καρτεσιανό πλέγμα αποδεκτών εκτείνεται σε απόσταση περίπου 2km από τα όρια της μονάδας. Η συγκέντρωση των αερίων σε κάθε γεωγραφικό αποδέκτη υπολογίζεται στην επιφάνεια του εδάφους.

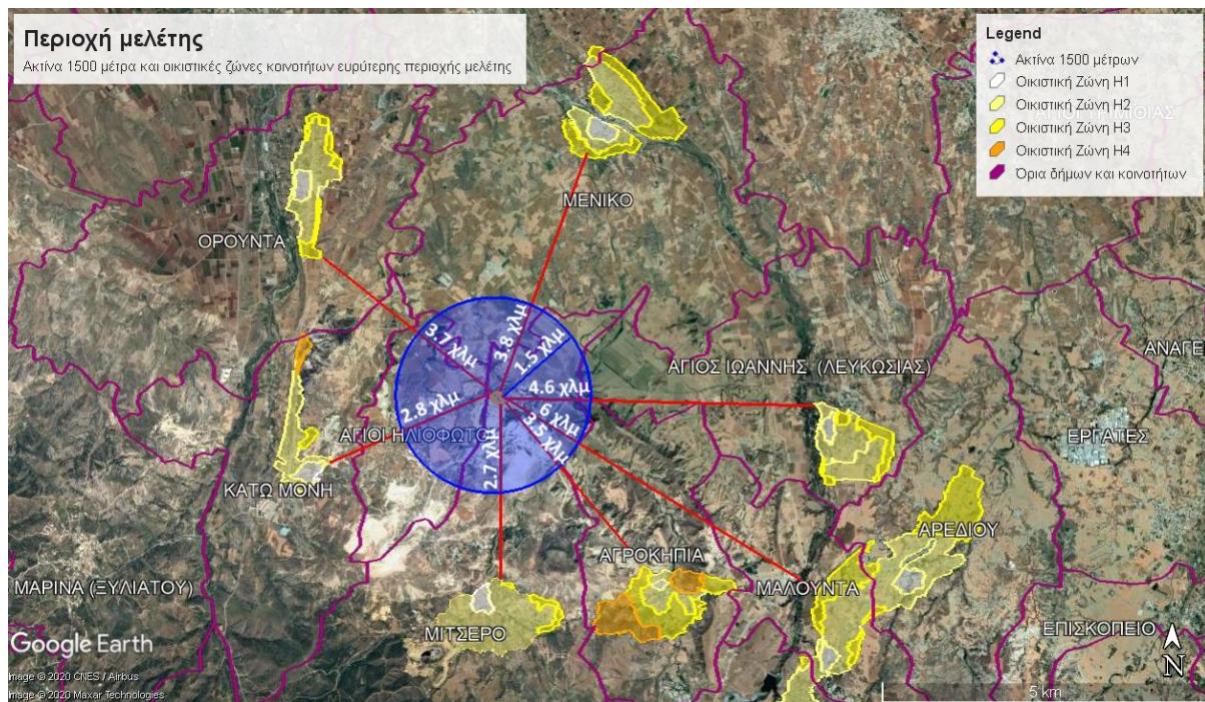
Ως ευαίσθητοι διακριτοί αποδέκτες έχουν προσδιοριστεί τα όρια των πλησιέστερων οικιστικών ζωνών στο χώρο ανάπτυξης της προτεινόμενης μονάδας. Στον Πίνακα 3.7 παρουσιάζονται οι συντεταγμένες των συγκεκριμένων αποδεκτών και η απόστασή τους από το χώρο ανάπτυξης της προτεινόμενης μονάδας.

Πίνακας 3.7: Απόσταση μονάδας από αποδέκτες και συντεταγμένες αποδεκτών

Αποδέκτες	Συντεταγμένες	Απόσταση από το χώρο όπου βρίσκεται η προτεινόμενη μονάδα (km)
Μιτσερό	East: 511574.65, North: 3878184.79	2.7
Κάτω Μονή	East: 508989.08, North: 3880004.05	2.8
Ορούντα	East: 508754.47, North: 3883105.85	3.7
Άγιος Ιωάννης	East: 516528.83, North: 3880810.92	4.6

Αποδέκτες	Συντεταγμένες	Απόσταση από το χώρο όπου βρίσκεται η προτεινόμενη μονάδα (km)
Αγροκηπιά	East: 513792.31, North: 3878312.98	3.5
Μένουκο	East: 512972.69, North: 3884707.96	3.8
Μαλούντα	East: 516121.98, North: 3877044.42	6
Μοναστήρι Αγίου Παντελεήμονα	East: 512787.00, North: 3879006.00	2.3

Στην Εικόνα 3.1 παρουσιάζονται οι ανθρωπίνοι αποδέκτες στην περιοχή μελέτης.



Εικόνα 3.1: Οικιστικές ζώνες, ευρύτερη περιοχή ανάπτυξης προτεινόμενου έργου

Στον Πίνακα 3.8 παρουσιάζονται οι συντεταγμένες των οικολογικών αποδεκτών και η απόσταση τους από το χώρο ανάπτυξης της προτεινόμενης μονάδας. Η απόσταση έχει υπολογιστεί από το πλησιέστερο όριο των οικολογικών αποδεκτών από το χώρο ανάπτυξης του προτεινόμενου έργου.

Πίνακας 3.8: Απόσταση μονάδας από οικολογικούς αποδέκτες και συντεταγμένες αποδεκτών

Οικολογικοί αποδέκτες	Συντεταγμένες	Απόσταση από το χώρο όπου βρίσκεται η προτεινόμενη μονάδα (km)
ΤΚΣ «Περιοχή Μιτσερού – Αγροκηπιάς»	East: 511208.1, North: 3880722.00	0.310
Ενδημικό είδος <i>Ophrys kotschyi</i>	East: 510908.1, North: 3880422.00	0.600

4 Αποτελέσματα διασποράς αέριων ρύπων

Στον Πίνακα 4.1 παρουσιάζεται η εκτιμώμενη διασπορά των υπό μελέτη ατμοσφαιρικών ρύπων στους διάφορους αποδέκτες λαμβάνοντας υπόψη μόνο τη λειτουργία του προτεινόμενου έργου.

Στον Πίνακα 4.2 παρουσιάζεται η συγκέντρωση των υπό μελέτη ατμοσφαιρικών ρύπων λαμβάνοντας υπόψη και τη συγκέντρωση υποβάθρου, λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα που παρουσιάζονται στο Κεφ. 2.1.

Πίνακας 4.1: Διασπορά αέριων ρύπων εξαιτίας της λειτουργίας του προτεινόμενου έργου, ευαίσθητοι αποδέκτες

Αποδέκτες		Μιτσερρό	Κάτω Μονή	Ορούντα	Άγιος Ιωάννης	Αγροικησιά	Μένουικο	Μαλούντα	Μοναστήρι Αγίου Παντελεήμονα									
Συντεταγμένες	East (m)	511574.65	508989.08	508754.47	516528.83	513792.31	512972.69	516121.98	512787.00									
	North (m)	3878184.79	3880004.05	3883105.85	3880810.92	3878312.98	3884707.96	3877044.42	3879006.00									
Απόσταση από το χώρο όπου βρίσκεται η μονάδα (km)		2.7 κατεύθυνση νότια	2.8 κατεύθυνση δυτικά	3.7 κατεύθυνση βορειοδυτικά	4.6 κατεύθυνση ανατολικά	3.5 κατεύθυνση νοτιοανατολικά	3.8 κατεύθυνση βόρεια	5.9 κατεύθυνση νοτιοανατολικά	2.3 κατεύθυνση νότια									
Ρύπος	Περίοδος μέσου όρου	Οριακή τιμή (μg/m ³)	Συγκέντρωση (μg/m ³)	Ποσοστό συνεισφοράς σε σχέση με την οριακή τιμή (%)	Συγκέντρωση (μg/m ³)	Ποσοστό συνεισφοράς σε σχέση με την οριακή τιμή (%)	Συγκέντρωση (μg/m ³)	Ποσοστό συνεισφοράς σε σχέση με την οριακή τιμή (%)	Συγκέντρωση (μg/m ³)	Ποσοστό συνεισφοράς σε σχέση με την οριακή τιμή (%)	Συγκέντρωση (μg/m ³)	Ποσοστό συνεισφοράς σε σχέση με την οριακή τιμή (%)	Συγκέντρωση (μg/m ³)	Ποσοστό συνεισφοράς σε σχέση με την οριακή τιμή (%)	Συγκέντρωση (μg/m ³)	Ποσοστό συνεισφοράς σε σχέση με την οριακή τιμή (%)	Συγκέντρωση (μg/m ³)	Ποσοστό συνεισφοράς σε σχέση με την οριακή τιμή (%)
PM ₁₀	24 ώρες ¹⁴	50	0.133	0.27	0.236	0.47	0.074	0.15	0.084	0.17	0.093	0.19	0.055	0.11	0.082	0.16	0.071	0.14
	Ημερολογιακό έτος	40	0.0065	0.016	0.0067	0.017	0.0092	0.023	0.011	0.027	0.008	0.02	0.0061	0.015	0.0046	0.011	0.0108	0.027
PM _{2.5}	Ημερολογιακό έτος	25	0.0057	0.023	0.0059	0.024	0.0076	0.03	0.0089	0.036	0.0069	0.028	0.0052	0.021	0.0039	0.016	0.0095	0.038
SO ₂	1 ώρα ¹⁵	350	28.13	8.04	43.36	12.39	5.29	1.51	7.74	2.21	14.65	4.19	4.44	1.27	14.89	4.25	13.79	3.94
	24 ώρες ¹⁶	125	1.19	0.95	1.99	1.59	0.49	0.39	0.64	0.51	0.82	0.66	0.46	0.37	0.65	0.52	0.63	0.50
NO ₂	1 ώρα ¹⁷	200	34.55	17.28	53.25	26.63	6.5	3.25	9.5	4.75	17.96	8.98	5.46	2.73	18.29	9.15	16.94	8.47
	Ημερολογιακό έτος	40	0.068	0.17	0.068	0.17	0.049	0.12	0.097	0.24	0.082	0.21	0.060	0.15	0.046	0.12	0.11	0.28
Pb	Ημερολογιακό έτος	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
As	Ημερολογιακό έτος	0.006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cd	Ημερολογιακό έτος	0.005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ni	Ημερολογιακό έτος	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₆ H ₆	Ημερολογιακό έτος	5	0.0002	0.004	0.0001	0.002	0.0001	0.002	0.0003	0.006	0.0003	0.007	0.0001	0.002	0.0002	0.003	0.0003	0.006
Benzo (a)pyrene	Ημερολογιακό έτος	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

¹⁴ Μέγιστη ημερήσια τιμή συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων PM10

¹⁵ Μέγιστη ωριαία τιμή συγκέντρωσης Διοξειδίου του Θείου (SO₂)

¹⁶ Μέγιστη ημερήσια τιμή συγκέντρωσης Διοξειδίου του Θείου (SO₂)

¹⁷ Μέγιστη ωριαία τιμή συγκέντρωσης Διοξειδίου του Αζώτου (NO₂)

Πίνακας 4.2: Συγκέντρωση αέριων ρύπων με τη συνεισφορά του υποβάθρου, ευαίσθητοι αποδέκτες

Αποδέκτες		Μιτσερρό	Κάτω Μονή	Ορούντα	Άγιος Ιωάννης	Αγροικησιά	Μένουικο	Μαλούντα	Μοναστήρι Αγίου Παντελεήμονα									
Συντεταγμένες	East (m)	511574.65	508989.08	508754.47	516528.83	513792.31	512972.69	516121.98	512787.00									
	North (m)	3878184.79	3880004.05	3883105.85	3880810.92	3878312.98	3884707.96	3877044.42	3879006.00									
Απόσταση από το χώρο όπου βρίσκεται η μονάδα (km)		2.7 κατεύθυνση νότια	2.8 κατεύθυνση δυτικά	3.7 κατεύθυνση βορειοδυτικά	4.6 κατεύθυνση ανατολικά	3.5 κατεύθυνση νοτιοανατολικά	3.8 κατεύθυνση βόρεια	5.9 κατεύθυνση νοτιοανατολικά	2.3 κατεύθυνση νότια									
Ρύπος	Περίοδος μέσου όρου	Οριακή τιμή (μg/m ³)	Συγκέντρωση (μg/m ³)	Ποσοστό συνεισφοράς σε σχέση με την οριακή τιμή (%)	Συγκέντρωση (μg/m ³)	Ποσοστό συνεισφοράς σε σχέση με την οριακή τιμή (%)	Συγκέντρωση (μg/m ³)	Ποσοστό συνεισφοράς σε σχέση με την οριακή τιμή (%)	Συγκέντρωση (μg/m ³)	Ποσοστό συνεισφοράς σε σχέση με την οριακή τιμή (%)	Συγκέντρωση (μg/m ³)	Ποσοστό συνεισφοράς σε σχέση με την οριακή τιμή (%)	Συγκέντρωση (μg/m ³)	Ποσοστό συνεισφοράς σε σχέση με την οριακή τιμή (%)	Συγκέντρωση (μg/m ³)	Ποσοστό συνεισφοράς σε σχέση με την οριακή τιμή (%)	Συγκέντρωση (μg/m ³)	Ποσοστό συνεισφοράς σε σχέση με την οριακή τιμή (%)
PM ₁₀	24 ώρες ¹⁸	50	33.83	67.67	33.94	67.87	33.77	67.55	33.78	67.57	33.79	67.59	33.75	67.51	33.78	67.56	33.77	67.54
	Ημερολογιακό έτος	40	24.71	61.77	24.71	61.77	24.71	61.77	24.71	61.78	24.71	61.77	24.71	61.77	24.70	61.76	24.71	61.78
PM _{2.5}	Ημερολογιακό έτος	25	0.0057	0.023	0.0059	0.024	0.0076	0.03	0.0089	0.036	0.0069	0.028	0.0052	0.021	0.0039	0.016	0.0095	0.038
SO ₂	1 ώρα ¹⁹	350	49.03	14.01	45.54	13.01	25.82	7.38	26.38	7.54	32.86	9.39	25.34	7.24	23.73	6.78	27.96	7.99
	24 ώρες ²⁰	125	21.09	16.87	21.57	17.26	21.02	16.82	21.19	16.95	21.56	17.25	21.11	16.89	21.01	16.81	21.14	16.91
NO ₂	1 ώρα ²¹	200	37.22	18.61	55.89	27.95	19.69	9.85	22.48	11.24	23.79	11.90	18.64	9.23	20.05	10.03	18.76	9.38
	Ημερολογιακό έτος	40	3.38	8.45	3.38	8.45	3.36	8.40	3.4	8.50	3.39	8.48	3.69	9.32	3.35	8.38	3.42	8.55
Pb	Ημερολογιακό έτος	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
As	Ημερολογιακό έτος	0.006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cd	Ημερολογιακό έτος	0.005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ni	Ημερολογιακό έτος	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₆ H ₆	Ημερολογιακό έτος	5	0.41018	8.2	0.41018	8.2	0.41009	8.2	0.4103	8.2	0.41034	8.21	0.41011	8.2	0.41015	8.2	0.4103	8.21
Benzo (a)pyrene	Ημερολογιακό έτος	0.001	0.00004	4	0.00004	4	0.00004	4	0.00004	4	0.00004	4	0.00004	4	0.00004	4	0.00004	4

¹⁸ Μέγιστη ημερήσια τιμή συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων PM10

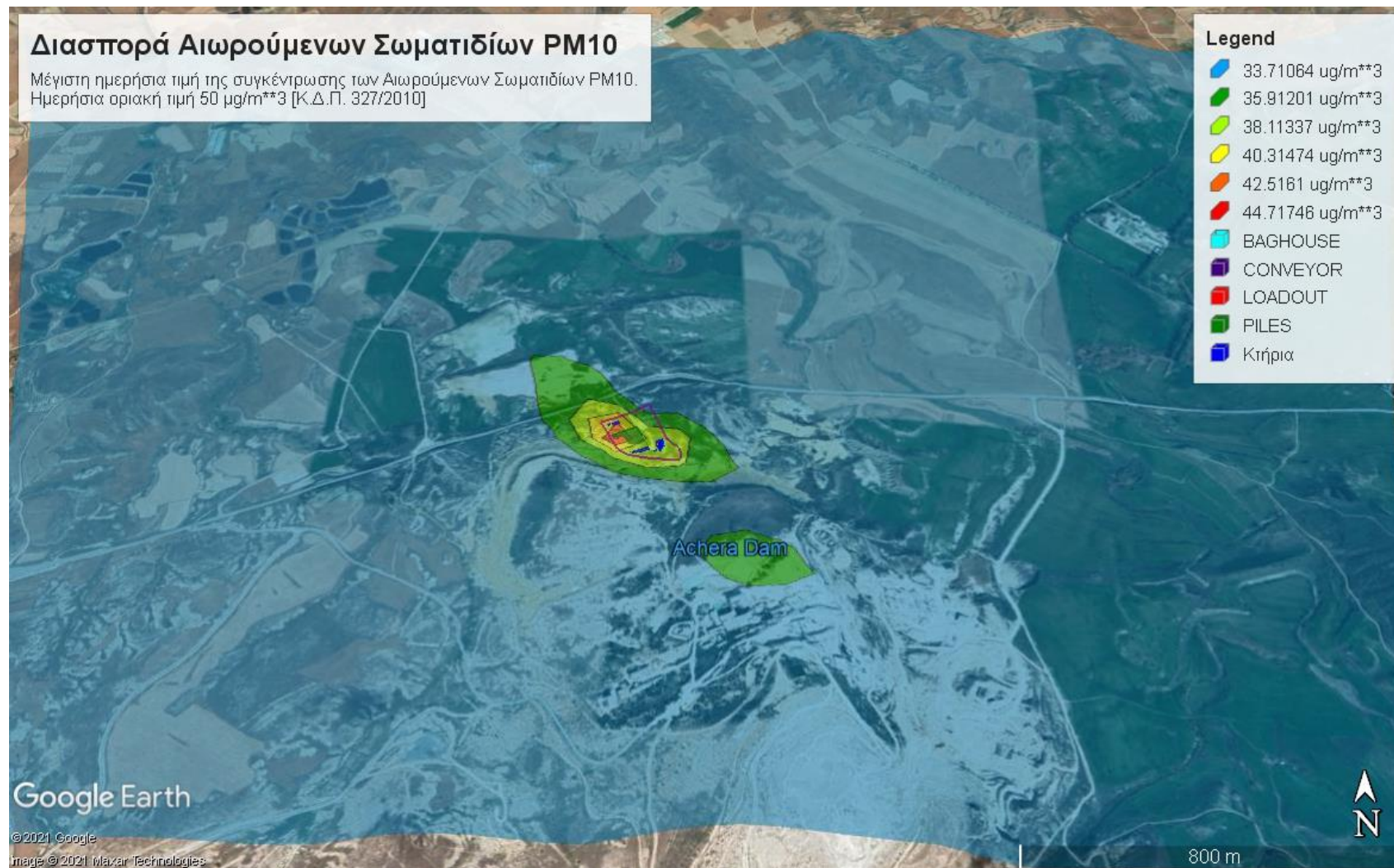
¹⁹ Μέγιστη ωριαία τιμή συγκέντρωσης Διοξειδίου του Θείου (SO₂)

²⁰ Μέγιστη ημερήσια τιμή συγκέντρωσης Διοξειδίου του Θείου (SO₂)

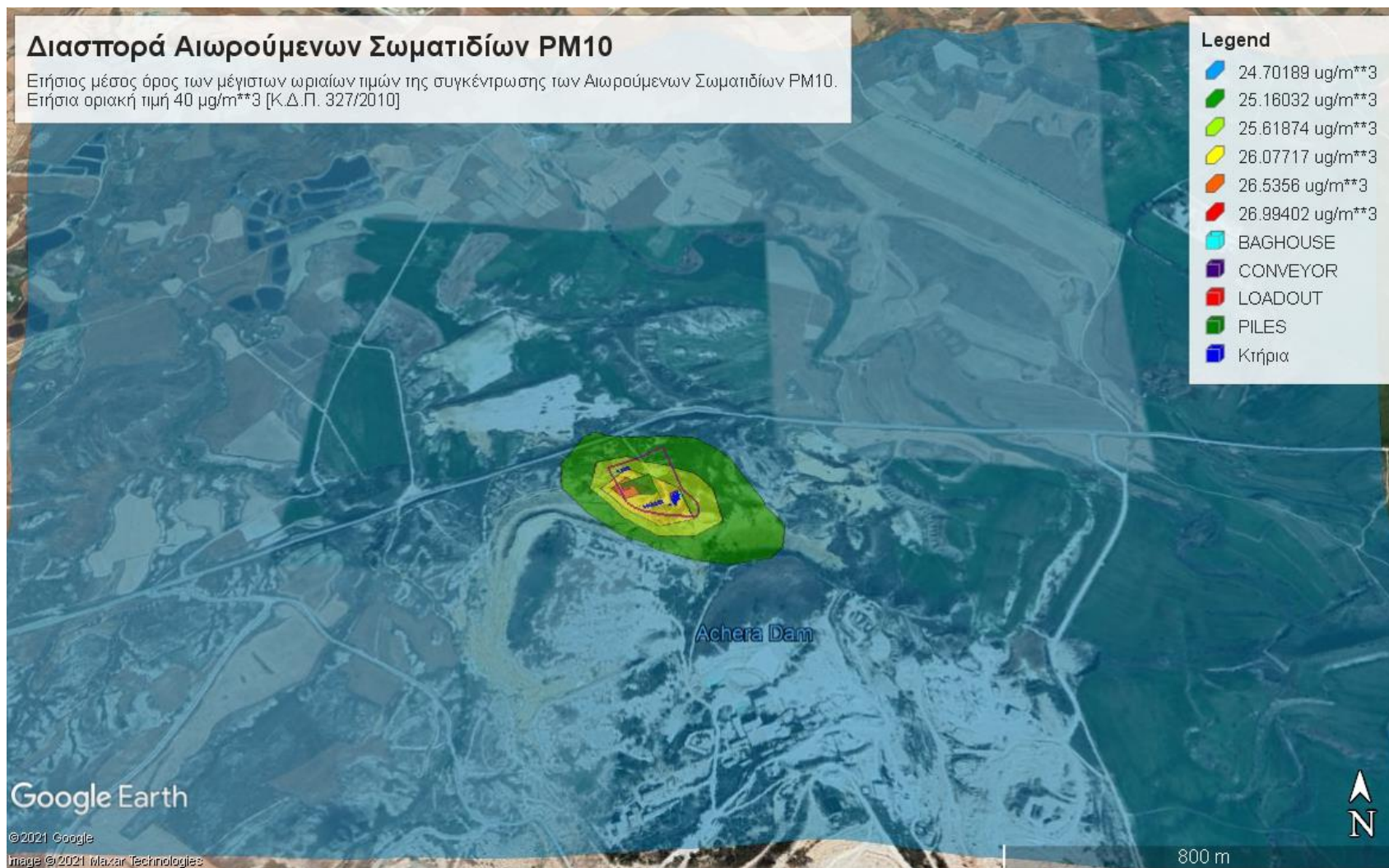
²¹ Μέγιστη ωριαία τιμή συγκέντρωσης Διοξειδίου του Αζώτου (NO₂)

Στις Εικόνες 4.1 έως 4.13 παρουσιάζεται η διασπορά των ρύπων ως ακολούθως:

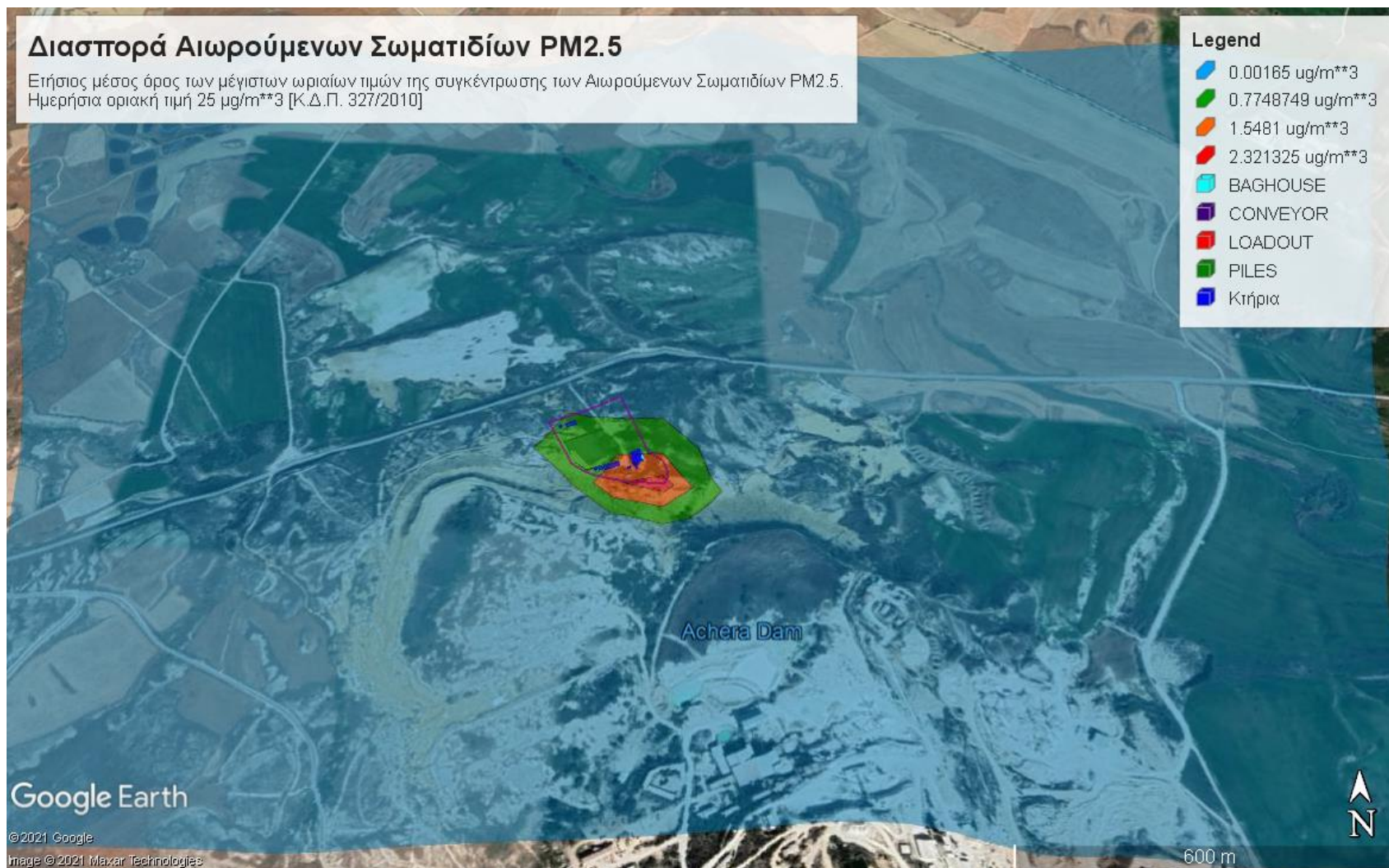
- Μέγιστη ημερήσια τιμή της συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων 10 (PM₁₀),
- Ετήσιος μέσος όρος των μέγιστων ωριαίων τιμών της συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων 10 (PM₁₀),
- Ετήσιος μέσος όρος των μέγιστων ωριαίων τιμών της συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων 2.5 (PM_{2.5}),
- Μέγιστη ωριαία τιμή της συγκέντρωσης του διοξειδίου του Θείου (SO₂),
- Μέγιστη ημερήσια τιμή της συγκέντρωσης διοξειδίου του Θείου (SO₂),
- Μέγιστη ωριαία τιμή της συγκέντρωσης του Διοξειδίου του Αζώτου (NO₂)
- Ετήσιος μέσος όρος των μέγιστων ωριαίων τιμών της συγκέντρωσης διοξειδίου του Αζώτου (NO₂),
- Ετήσιος μέσος όρος των μέγιστων ωριαίων τιμών της συγκέντρωσης Μόλυβδου (Pb),
- Ετήσιος μέσος όρος των μέγιστων ωριαίων τιμών της συγκέντρωσης Αρσενικού (As),
- Ετήσιος μέσος όρος των μέγιστων ωριαίων τιμών της συγκέντρωσης Καδμίου (Cd),
- Ετήσιος μέσος όρος των μέγιστων ωριαίων τιμών της συγκέντρωσης Νικελίου (Ni),
- Ετήσιος μέσος όρος των μέγιστων ωριαίων τιμών της συγκέντρωσης Βενζολίου (C₆H₆),
- Ετήσιος μέσος όρος των μέγιστων ωριαίων τιμών της συγκέντρωσης Βενζο(α)πυρενίου.



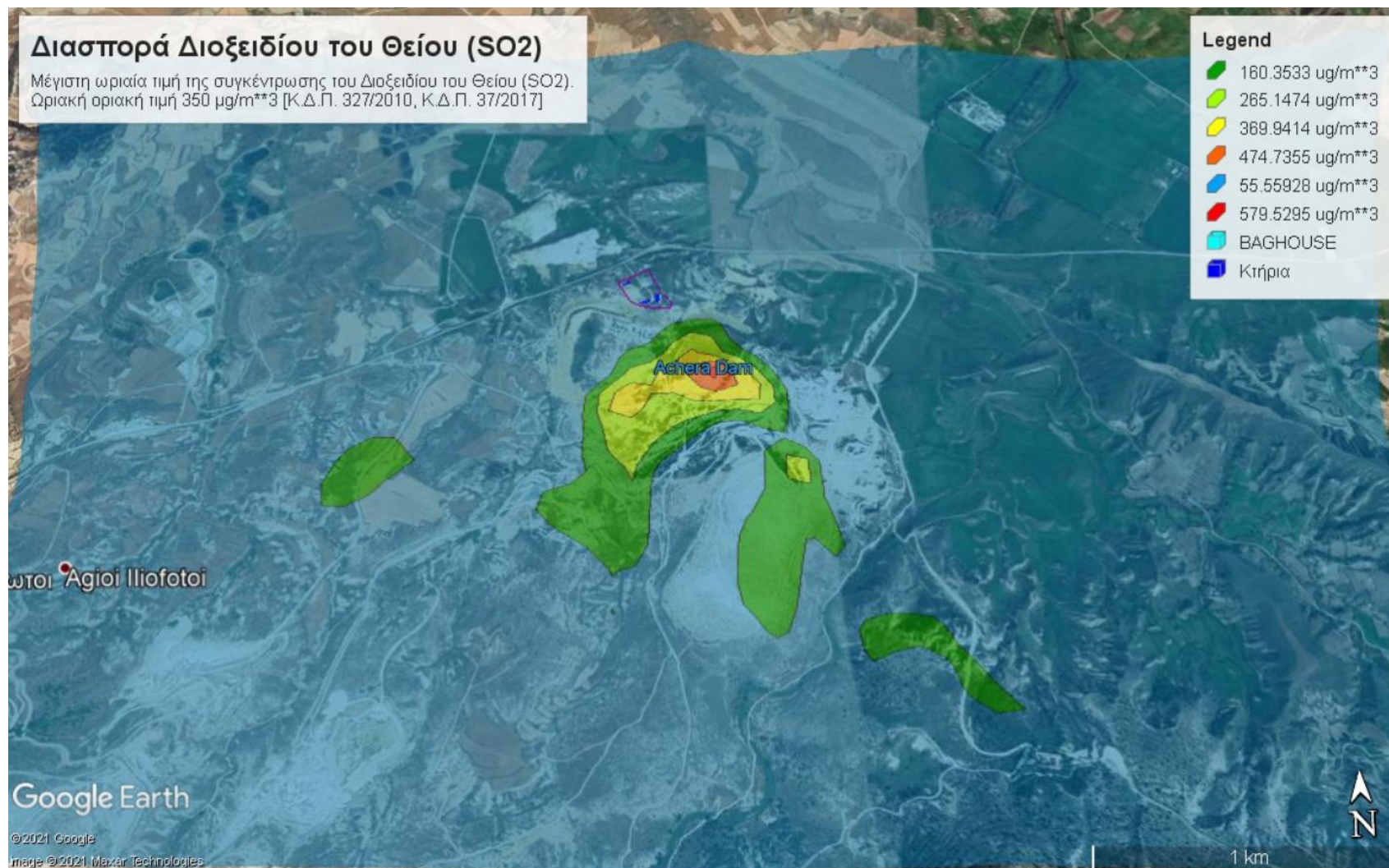
Εικόνα 4.1: Μέγιστη ημερήσια τιμή της συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων 10 (PM_{10})



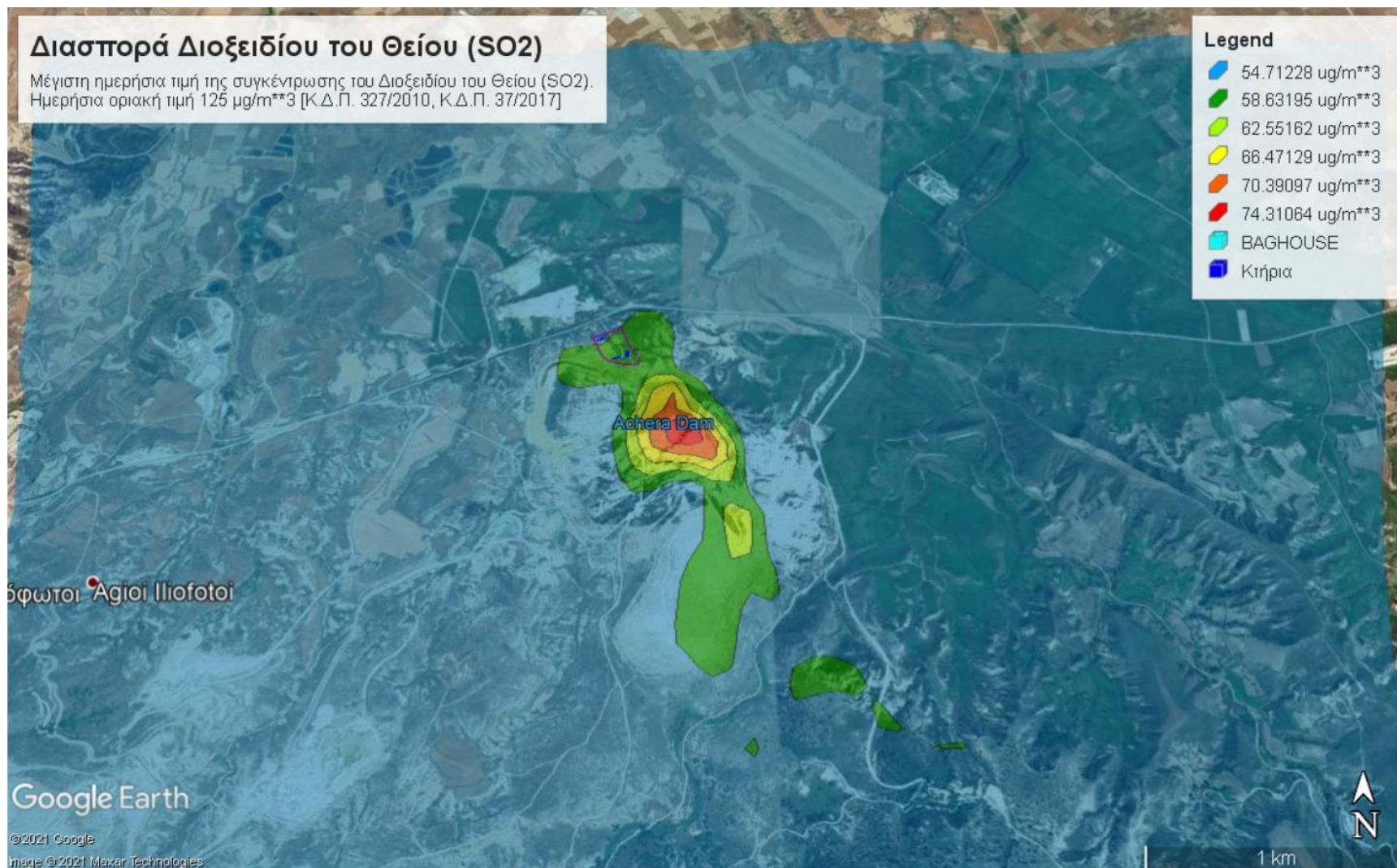
Εικόνα 4.2: Ετήσιος μέσος όρος των μέγιστων ωριαίων τιμών της συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων 10 (PM₁₀)



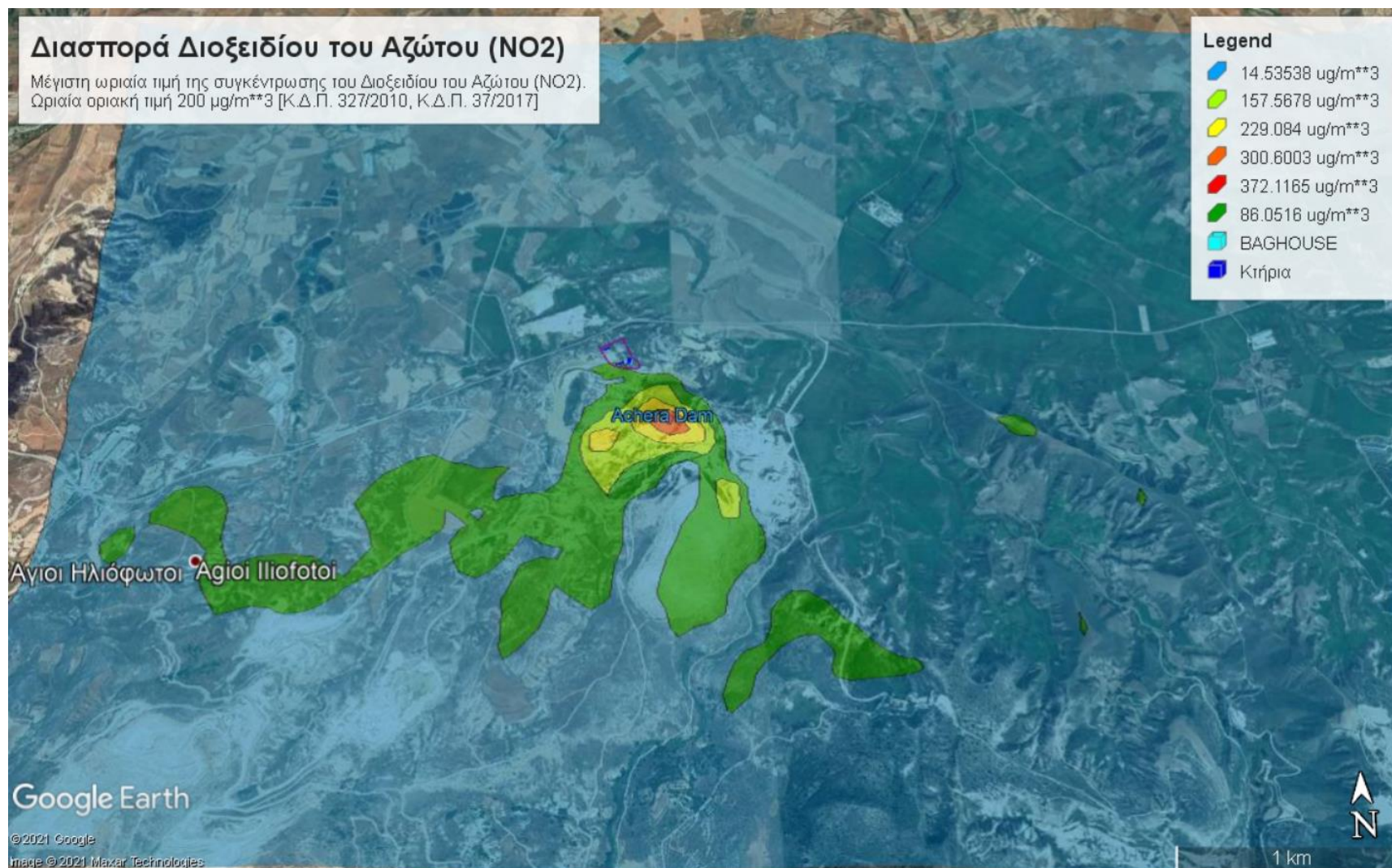
Εικόνα 4.3: Ετήσιος μέσος όρος των μέγιστων ωριαίων τιμών της συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων 2.5 (PM_{2.5})



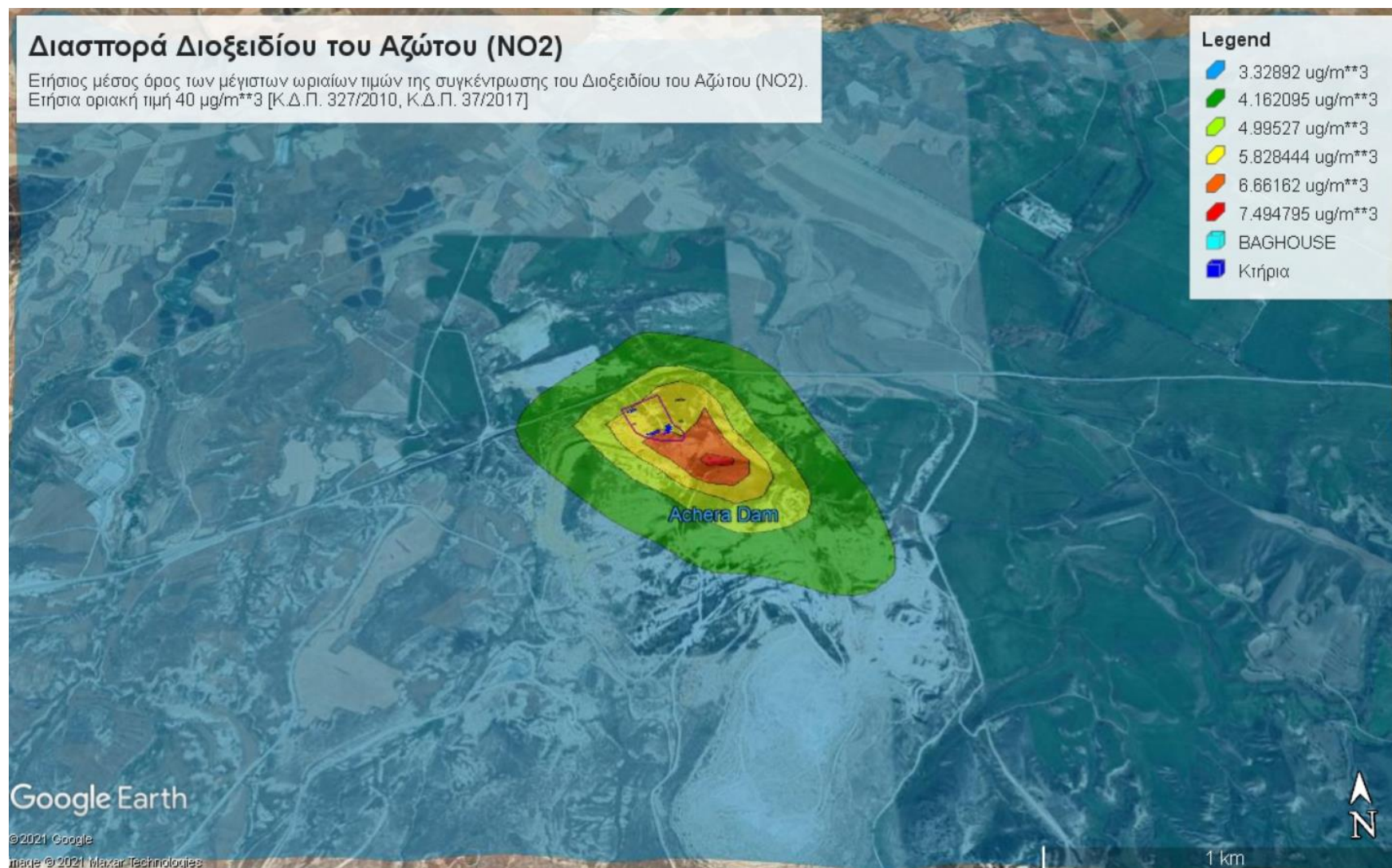
Εικόνα 4.4: Μέγιστη ωριαία τιμή της συγκέντρωσης του Διοξειδίου του Θείου (SO₂)



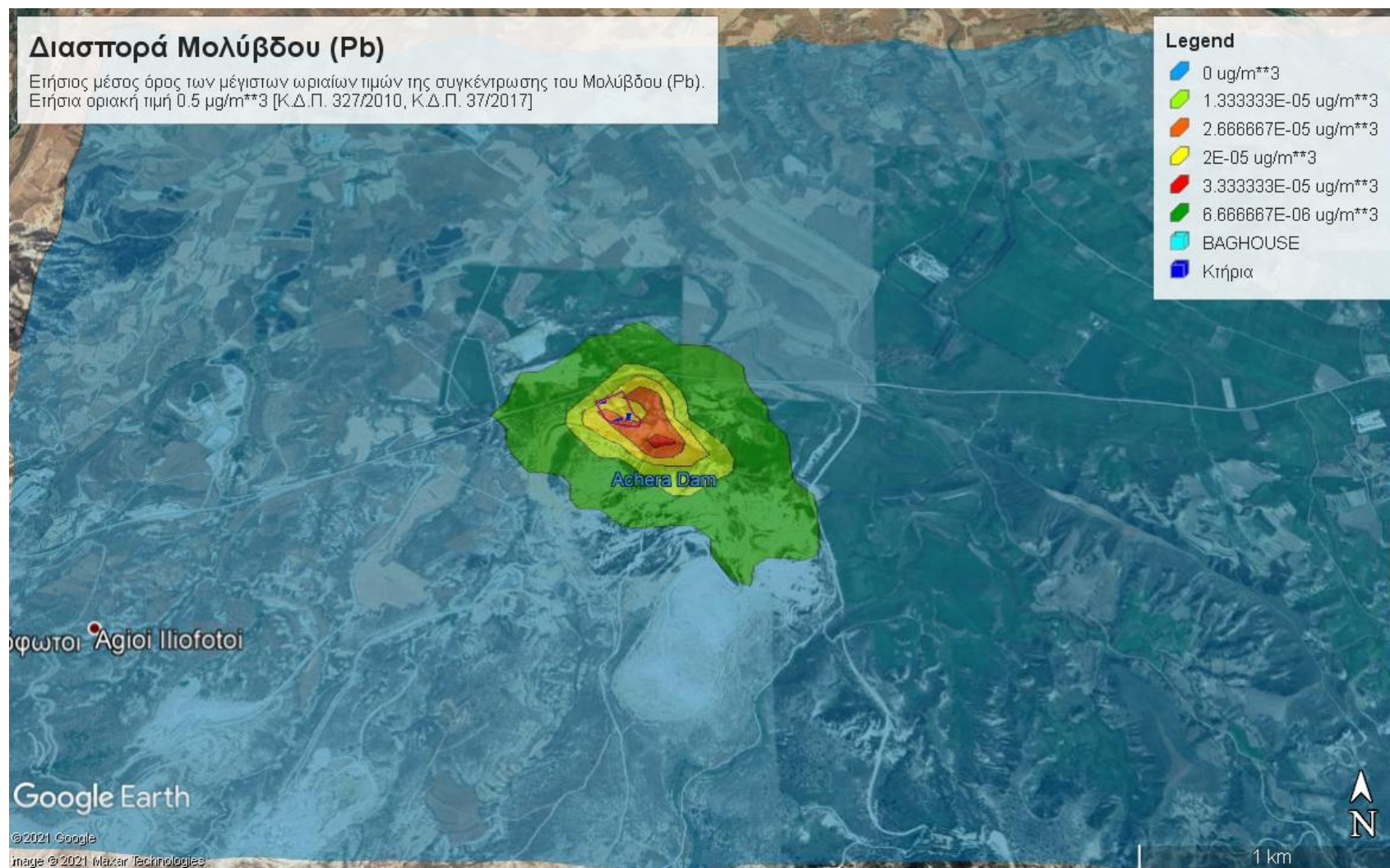
Εικόνα 4.5: Μέγιστη ημερήσια τιμή της συγκέντρωσης του Διοξειδίου του Θείου (SO₂)



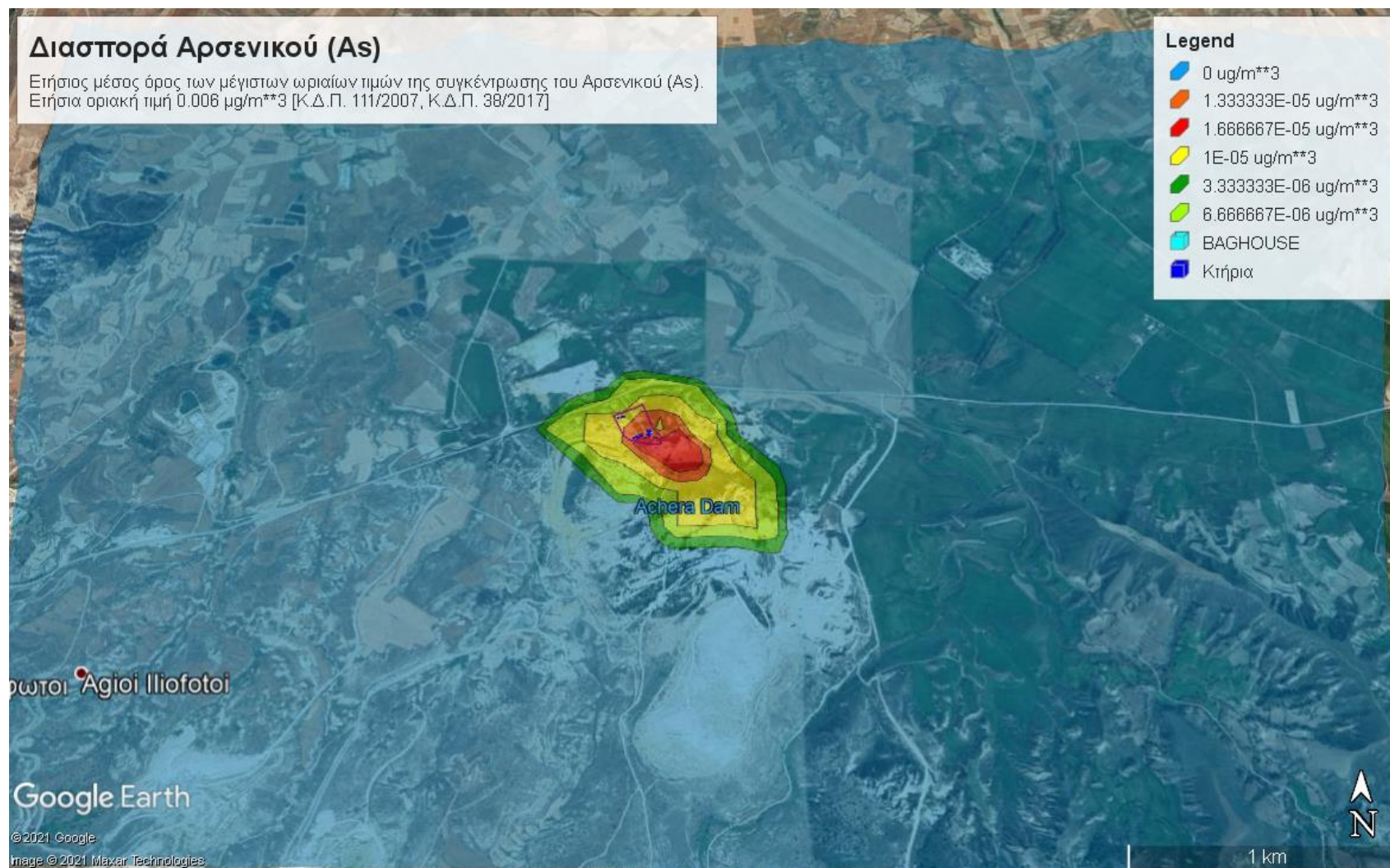
Εικόνα 4.6: Μέγιστη ωριαία τιμή της συγκέντρωσης του Διοξειδίου του Αζώτου (NO₂)



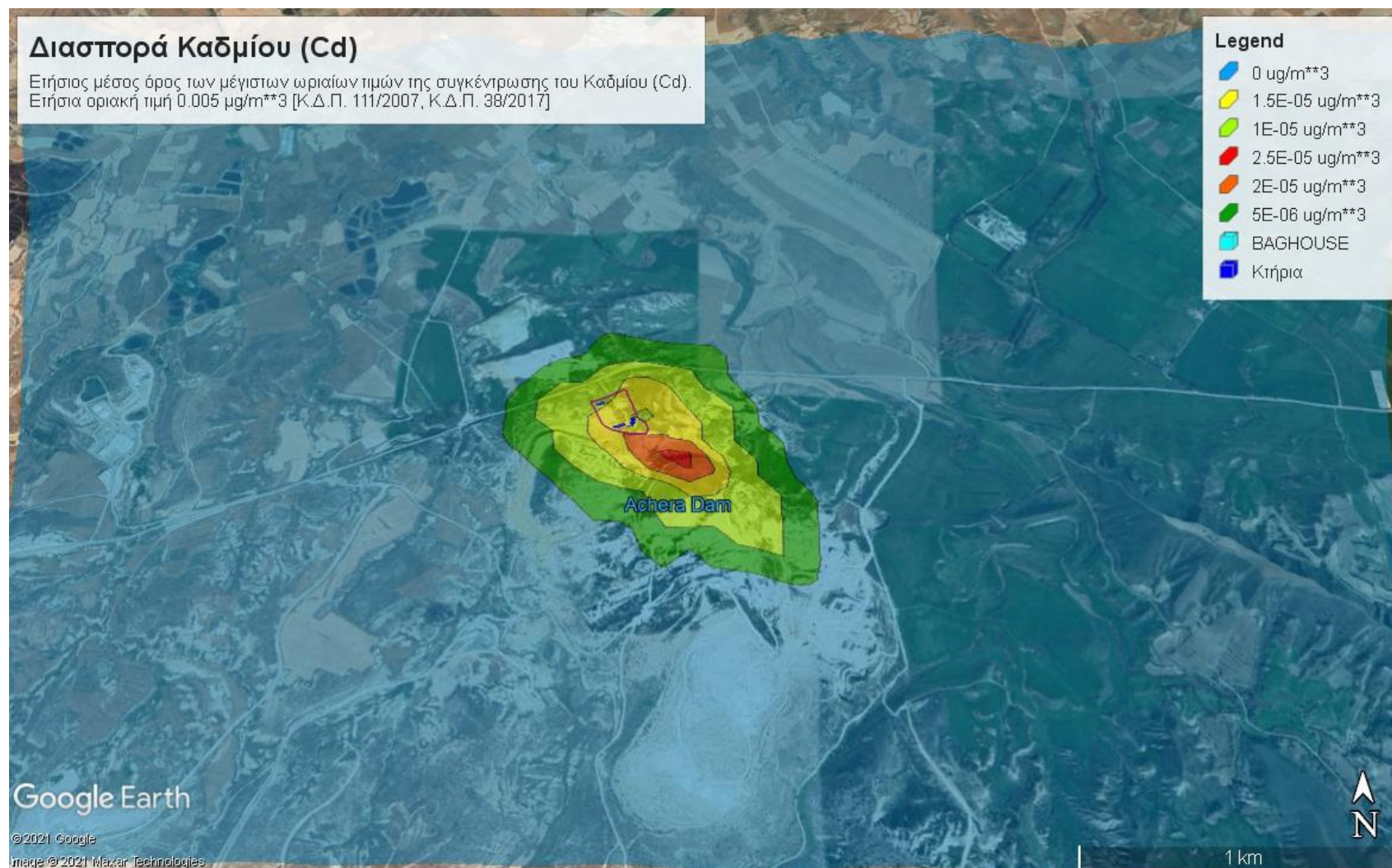
Εικόνα 4.7: Ετήσιος μέσος όρος των μέγιστων ωριαίων τιμών της συγκέντρωσης του Διοξειδίου του Αζώτου (NO₂)



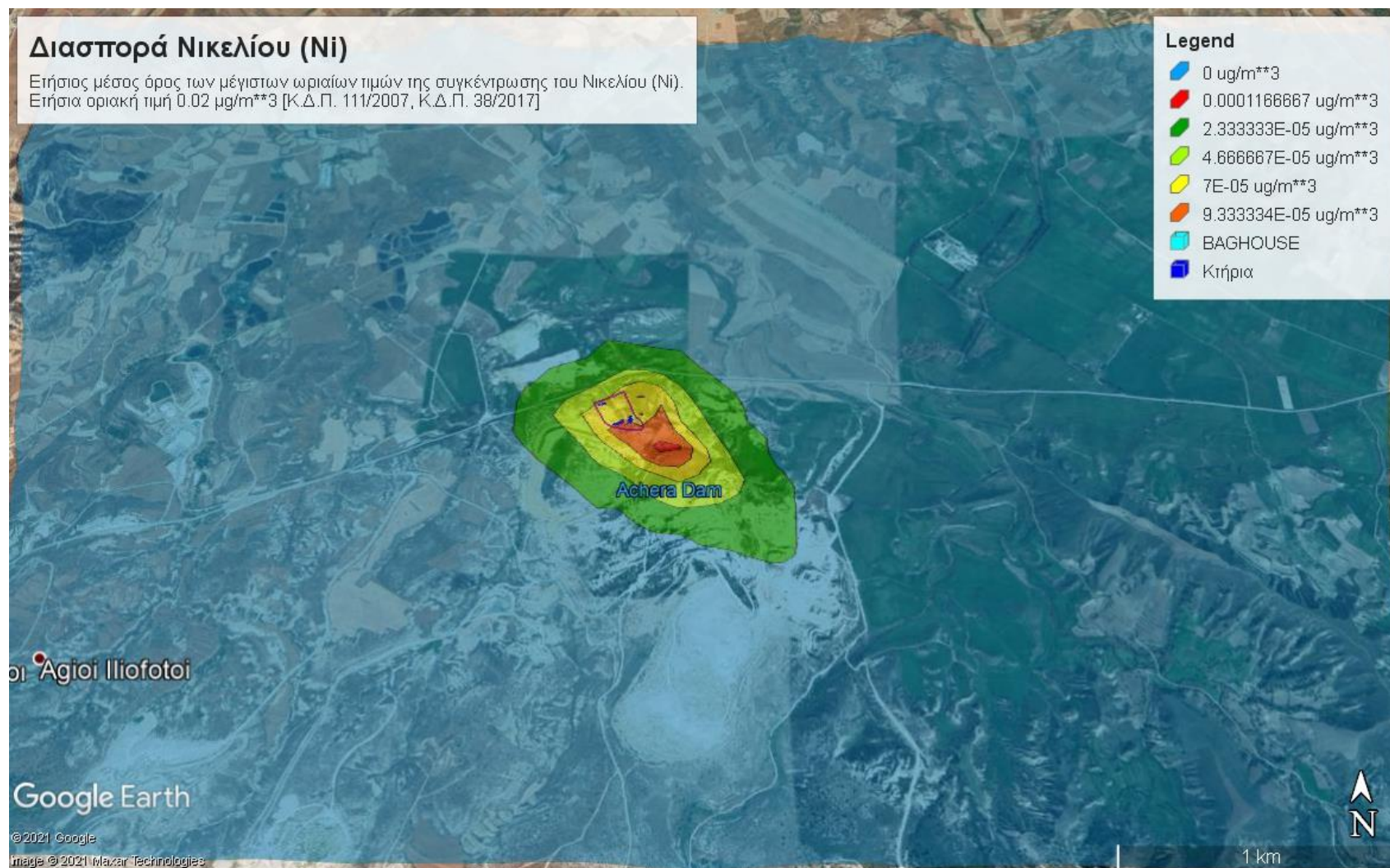
Εικόνα 4.8: Ετήσιος μέσος όρος των μέγιστων ωριαίων τιμών της συγκέντρωσης του Μόλυβδου (Pb)



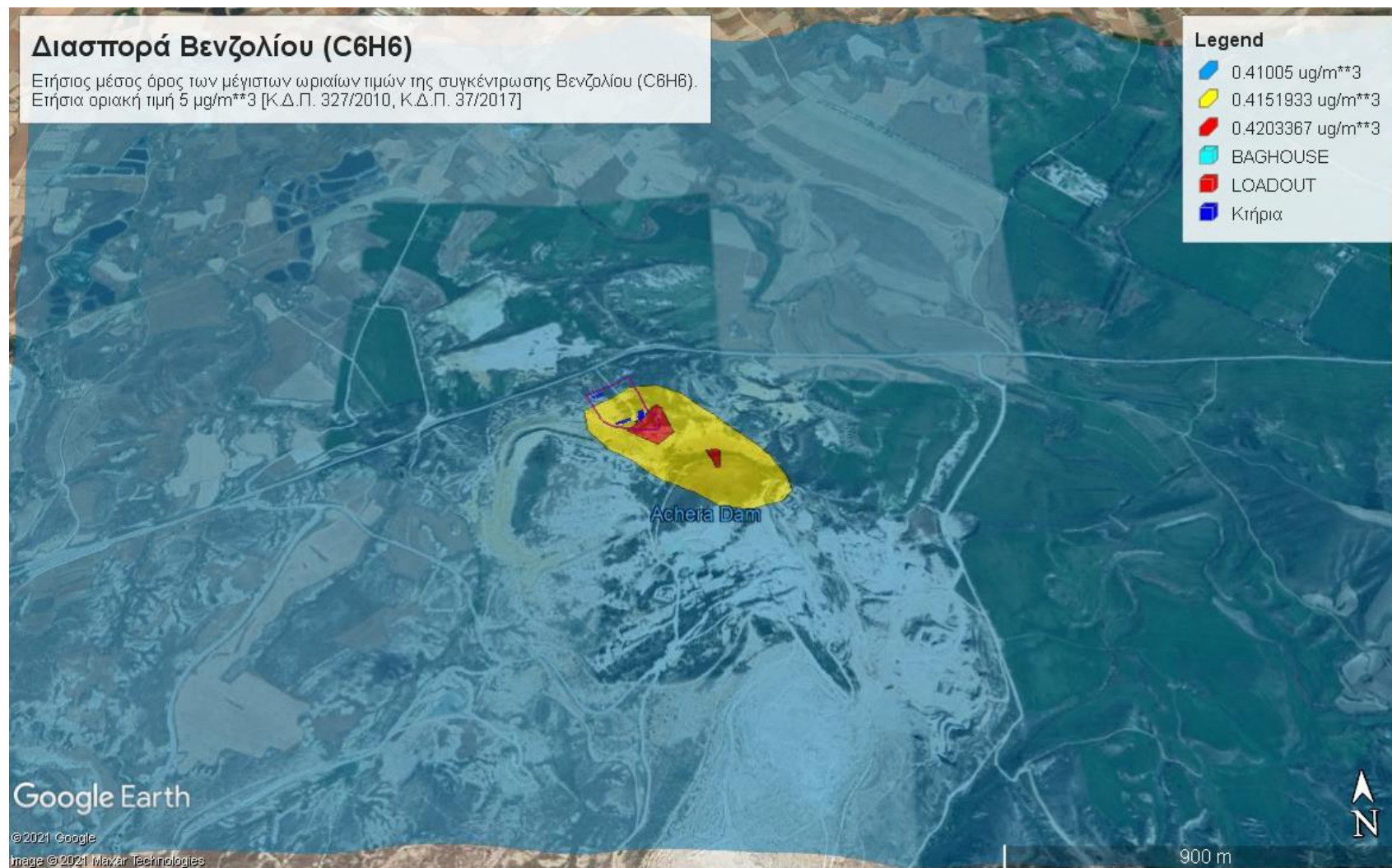
Εικόνα 4.9: Ετήσιος μέσος όρος των μέγιστων ωριαίων τιμών της συγκέντρωσης του Αρσενικού (As)



Εικόνα 4.10: Ετήσιος μέσος όρος των μέγιστων ωριαίων τιμών της συγκέντρωσης του Καδμίου (Cd)



Εικόνα 4.11: Ετήσιος μέσος όρος των μέγιστων ωριαίων τιμών της συγκέντρωσης του Νικελίου (Ni)



Εικόνα 4.12: Ετήσιος μέσος όρος των μέγιστων ωριαίων τιμών της συγκέντρωσης του Βενζολίου (C₆H₆)



Εικόνα 4.13: Ετήσιος μέσος όρος των μέγιστων ωριαίων τιμών της συγκέντρωσης του Βενζο(α)πυρενίου

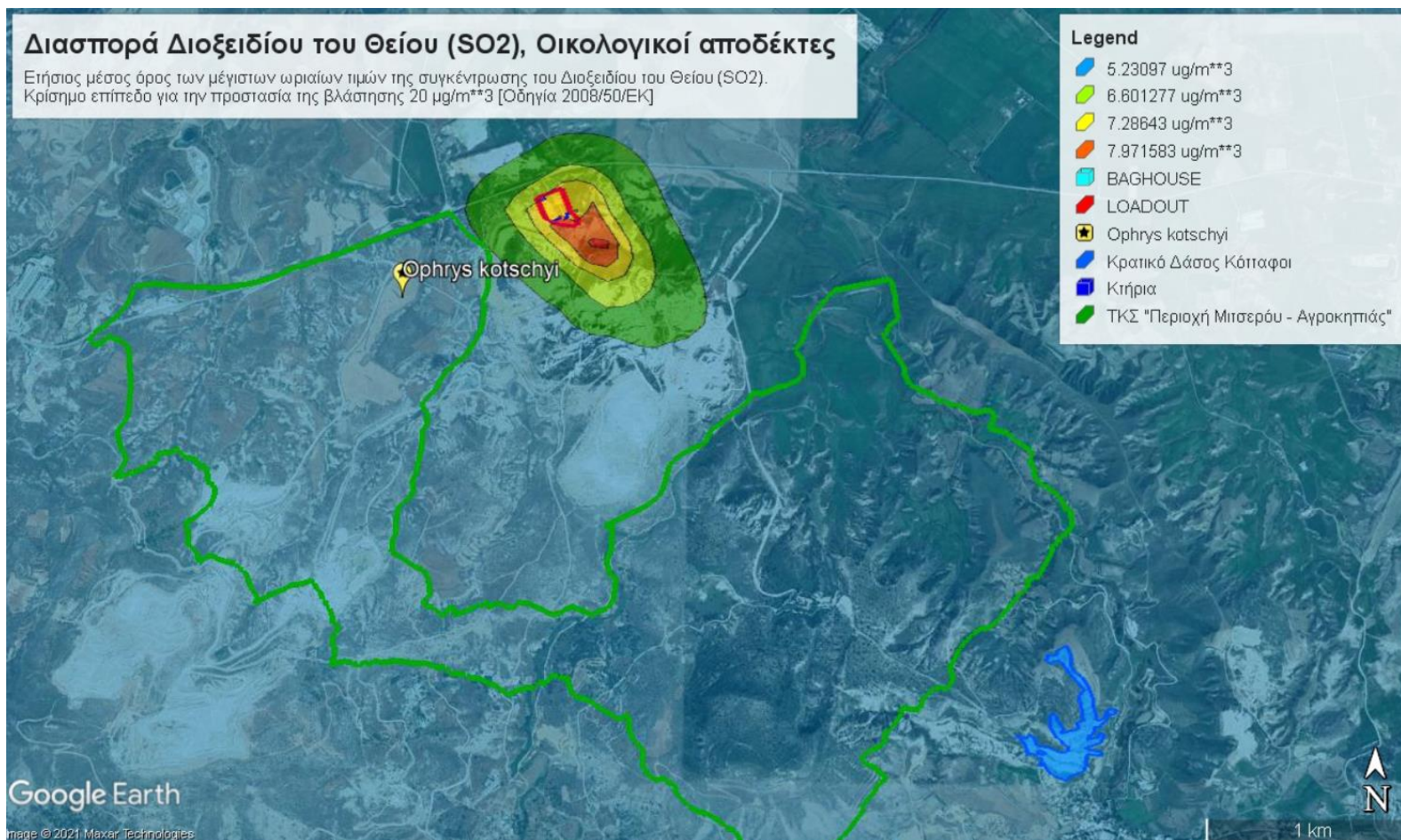
Στον Πίνακα 4.3 παρουσιάζονται τα κρίσιμα για τους βιότοπους επίπεδα της συγκέντρωσης των οξειδίων του αζώτου (NOx) και του διοξειδίου του θείου (SO₂), όπως αυτά καθορίζονται στην οδηγία 2008/50/ΕΚ και η μέση μέγιστη συγκέντρωση κάθε ρύπου στους οικολογικούς αποδέκτες.

Πίνακας 4.3: Συγκέντρωση αέριων ρύπων, οικολογικοί αποδέκτες

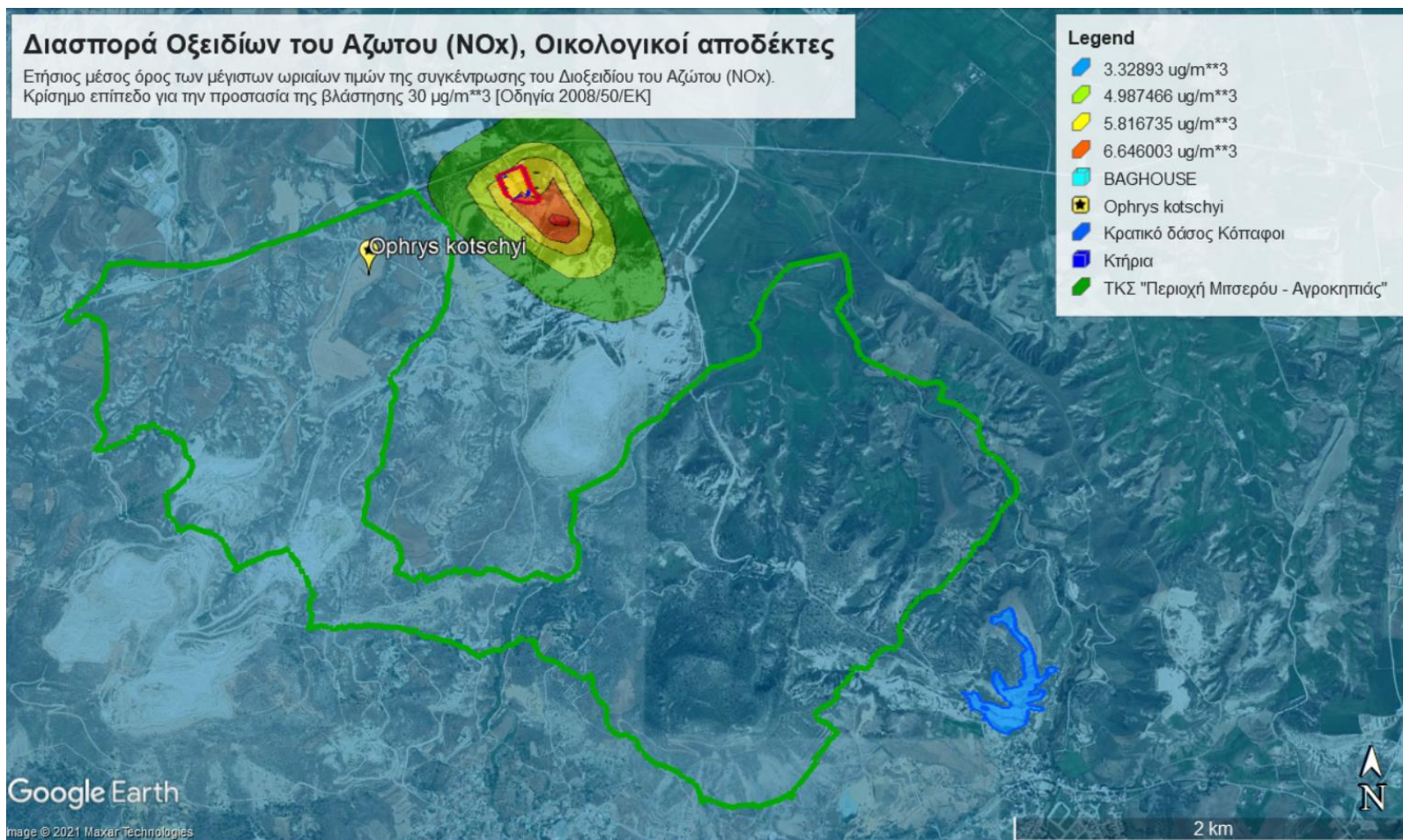
Αποδέκτης		ΤΚΣ «Περιοχή Μιτσερού – Αγροκτηπιάς»			Ενδημικό είδος <i>Ophrys kotschy</i>	
Συντεταγμένες		East (m)	511208.1		510908.1	
		North (m)	3880722		3880422	
Απόσταση από το χώρο όπου βρίσκεται η μονάδα (km)		0.310			0.600	
Ρύπος	Περίοδος μέσου όρου	Οριακή τιμή (μg/m ³)	Συγκέντρωση (μg/m)	Ποσοστό σε σχέση με την οριακή τιμή (%)	Συγκέντρωση (μg/m)	Ποσοστό σε σχέση με την οριακή τιμή (%)
SO ₂	Ημερολογιακό έτος	20	5.25 - 5.84	26.25% - 29%	5.42	27.10%
NOx	Ημερολογιακό έτος	30	3.95 - 4.08	13.17% - 14%	3.56	11.87%

Στις Εικόνες 4.14 και 4.15 παρουσιάζεται η διασπορά των ρύπων στους οικολογικούς αποδέκτες ως ακολούθως:

- Ετήσιος μέσος όρος των μέγιστων ωριαίων τιμών της συγκέντρωσης διοξειδίου του Θείου (SO₂),
- Ετήσιος μέσος όρος των μέγιστων ωριαίων τιμών της συγκέντρωσης διοξειδίου του Αζώτου (NOx).



Εικόνα 4.14: Ετήσιος μέσος όρος των μέγιστων ωριαίων τιμών της συγκέντρωσης του Διοξειδίου του Θείου (SO₂), οικολογικοί αποδέκτες



Εικόνα 4.15: Ετήσιος μέσος όρος των μέγιστων ωριαίων τιμών της συγκέντρωσης του Διοξειδίου του Αζώτου (NOx), οικολογικοί αποδέκτες

5 Ετήσιες υπερβάσεις

Για τους αέριους ρύπους PM₁₀, SO₂ και NO₂ έχει τεθεί επιτρεπόμενος ετήσιος αριθμός υπερβάσεων. Στον Πίνακα 5.1 παρουσιάζεται ο επιτρεπόμενος αριθμός υπερβάσεων και ο αριθμός υπερβάσεων εξαιτίας της λειτουργίας του προτεινόμενου έργου για τον κάθε ρύπο.

Πίνακας 5.1: Αριθμός υπερβάσεων εξαιτίας της λειτουργίας του προτεινόμενου έργου

Ρύπος	Περίοδος μέσου όρου	Οριακή τιμή (μg/m ³)	Επιτρεπόμενος αριθμός υπερβάσεων	Αριθμός υπερβάσεων σύμφωνα με τα αποτελέσματα του μοντέλου
Αιωρούμενα Σωματίδια PM ₁₀	24 ώρες	50	35	0
Διοξείδιο του Θείου (SO ₂)	1 ώρα	350	24	25
	24 ώρες	125	3	0
Διοξείδιο του Αζώτου (NO ₂)	1 ώρα	200	18	33

Στις Εικόνες 5.1 και 5.2 παρουσιάζονται οι αποδέκτες στους οποίους παρατηρούνται υπερβάσεις στην ωριαία τιμή της συγκέντρωσης του διοξειδίου του θείου (SO₂) και του διοξειδίου του αζώτου (NO₂), αντίστοιχα.



Εικόνα 5.1: Υπερβάσεις της ωριαίας τιμής της συγκέντρωσης του διοξειδίου του θείου (SO₂)



Εικόνα 5.2: Υπερβάσεις της ωριαίας τιμής της συγκέντρωσης του διοξειδίου του αζώτου (NO₂)

6 Συμπεράσματα

Τα κύρια συμπεράσματα που μπορούν να εξαχθούν λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα του μοντέλου προσομοίωσης της διασποράς των αέριων ρύπων που θα εκπέμπονται κατά τη φάση λειτουργίας του προτεινόμενου έργου είναι:

1. Δεν αναμένεται να παρατηρηθούν υπερβάσεις των ορίων συγκέντρωσης οποιουδήποτε ρύπου σε περιοχές όπου υπάρχουν ευαίσθητοι ανθρώπινοι αποδέκτες.
2. Δεν αναμένεται να παρατηρηθούν υπερβάσεις των ορίων συγκέντρωσης οποιουδήποτε ρύπου σε περιοχές όπου υπάρχουν ευαίσθητοι οικολογικοί αποδέκτες.
3. Με βάση το σενάριο μοντελοποίησης και όπως παρουσιάζεται στο Κεφ. 5, είναι πιθανό υπό προϋποθέσεις να παρατηρηθούν υπερβάσεις των ωριαίων οριακών τιμών των ρύπων NO₂ και SO₂. Οι υπερβάσεις αυτές, όπως φαίνεται στις Εικόνες 5.1 και 5.2 παρατηρούνται στο λόφο που βρίσκεται νότια της περιοχής ανάπτυξης του έργου, όπου δεν υπάρχουν ευαίσθητοι αποδέκτες. Θα πρέπει να τονιστεί ότι το σενάριο μοντελοποίησης αφορούσε συνολικά 5634 ώρες, αριθμό πολύ μεγαλύτερο από αυτό που η μονάδα θα λειτουργεί στην πραγματικότητα. Ως εκ τούτου, σε πραγματικές συνθήκες είναι βέβαιο ότι ο αριθμός υπερβάσεων θα είναι σημαντικά μικρότερος.

7 Βιβλιογραφία

“AERMOD IMPLEMENTATION GUIDE” Last Revised: March 19, 2009, AERMOD Implementation Workgroup, U. S. Environmental Protection Agency, Office of Air Quality Planning and Standards, Air Quality Assessment Division, Research Triangle Park, North Carolina, USA.

AERMOD (2004), “DESCRIPTION OF MODEL FORMULATION”, USA EPA-454/R-03-004.

AERMOD: DESCRIPTION OF MODEL FORMULATION” On assignment to the Atmospheric Research and Exposure Assessment Laboratory, U.S. Environmental Protection Agency. EPA- 454/R-03-004 September 2004, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Air Quality Planning and Standards, Emissions Monitoring and Analysis Division, Research Triangle Park, North Carolina, USA.

[AP-42: Compilation of Air Emissions Factors, United States Environmental Protection Agency](#)

Compilation of air pollutant emission factors, Chapter 11.1: Hot Mix Asphalt Plants, AP- 42, March 2004, U.S. Environmental Protection Agency, U.S.A

Environmental Guidelines on Best Available Techniques (BAT) for the Production of Asphalt Paving Mixes, June 2007, European Asphalt Pavement Association (EAPA)

EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 (NFR 2.D.3.b Road paving with asphalt), European Monitoring and Evaluation Programme and European Environment Agency.

ENVIRONMENT PROTECTION POLICY (AIR QUALITY) 2004, Tasmania (Australia)

Environmental Protection Agency, User's Guide for the AERMOD Terrain Preprocessor (AERMAP), 2018.

[good-practice-guide-industry.pdf \(mfe.govt.nz\)](#)

[Guidance on the assessment of odour for planning, IAQM](#)

[no2 modeling techniques white paper.pdf](#)

North East Precinct Structure Plan - Buffer Constraint and Odour Impact Assessment, June 2017, GHD

[odour-guidance-2014.pdf](#)

Recommended Procedures for Development of Emissions Factors and Use of the Web FIRE Database, Chapter 3.0: How Have We Historically Developed Emissions Factors, United States Environmental Protection Agency.

Skamarock, W.C., Klemp, J.B., Dudhia, J., Gill, D.O., Barker, D.M., Wang, W., Powers, J.G., 2005. A description of the advanced research WRF version 2 NCAR Tech Notes-46 +STR.

User's Guide for the AMS/EPA Regulatory Model (AERMOD), 2019

<https://www.breeze-software.com/News/New-ADJ-U-Met-Data-Option-Offers-Improved-AERMOD-Model-Results-for-Many-Sources/>

<https://www.breeze-software.com/Software/AERMOD/>

<https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/national-pollutant-release-inventory/report/tools-calculating-emissions/stockpiles-exposed-area-wind-erosion-calculator.html#toc5>

<https://www.meteosim.com/en/>