



Πανεπιστήμιο
Κύπρου

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Μελέτη της ατμοσφαιρικής επιβάρυνσης από την κατασκευή προτεινόμενου δρόμου
διαμέσου του Εθνικού Δασικού Πάρκου Αθαλάσσης στον Δήμο Αγλαντζιάς και
προεκτάσεις για το Σχέδιο Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας Λευκωσίας

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Γεωργία Χατζηουρανίου

ΕΤΟΣ 2022



Γεωργία Χατζηουρανίου

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΕΤΟΣ 2022



Πανεπιστήμιο
Κύπρου

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Μελέτη της ατμοσφαιρικής επιβάρυνσης από την κατασκευή προτεινόμενου δρόμου διαμέσου του Εθνικού Δασικού Πάρκου Αθαλάσσας στον Δήμο Αγλαντζιάς και προεκτάσεις για το Σχέδιο Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας Λευκωσίας

Γεωργία Χατζηουρανίου

Μεταπτυχιακή φοιτήτρια του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος

Η Διατριβή υποβλήθηκε ως μέρος των απαιτήσεων προς απόκτηση του μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών

*Μάστερ Επιστήμης στη Μηχανική Περιβάλλοντος
του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος
της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Κύπρου*

Επιβλέπουσα: Καθηγήτρια Δρ. Μαρίνα Νεοφύτου

Συνεπιβλέπων: Δρ. Πέτρος Μουζουρίδης

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ, 2022





ΣΕΛΙΔΑ ΕΓΓΥΡΟΤΗΤΑΣ

Μεταπτυχιακή φοιτήτρια: Γεωργία Χατζηουρανίου

Τίτλος Διατριβής: Μελέτη της ατμοσφαιρικής επιβάρυνσης από την κατασκευή προτεινόμενου δρόμου διαμέσου του Εθνικού Δασικού Πάρκου Αθαλάσσας στον Δήμο Αγλαντζιάς και προεκτάσεις για το Σχέδιο Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας Λευκωσίας

Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διατριβή εκπονήθηκε στο πλαίσιο των σπουδών για απόκτηση Μεταπτυχιακού διπλώματος στο Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Κύπρου και εγκρίθηκε στις 14 Δεκεμβρίου 2021 από τα μέλη της Εξεταστικής Επιτροπής.

Εξεταστική Επιτροπή:

Ερευνητικός Σύμβουλος: Δρ. Μαρίνα Νεοφύτου, Καθηγήτρια

Μέλος Επιτροπής: Δρ. Λουκάς Δημητρίου, Επίκουρος Καθηγητής



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το αντικείμενο της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι η μελέτη της επιβάρυνσης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από την εκπομπή και διασπορά αέριων ρύπων από τη δημιουργία και ένταξη νέου δρόμου στο οδικό δίκτυο του Δήμου Αγλαντζιάς. Στην Κυπριακή κοινωνία επικρατεί η εξάρτηση στα μηχανοκίνητα οχήματα ιδιωτικής χρήσης. Άλλα μέσα μεταφοράς, όπως τα μέσα μαζικής μεταφοράς και το ποδήλατο δεν αποτελούν βιώσιμο μέσο μετακίνησης.

Στο στάδιο συζητήσεων του Δήμου Αγλαντζιάς για αδειοδότηση ενός προτεινόμενου δρόμου ο οποίος θα διέρχεται εντός του Εθνικού Δασικού Πάρκου Αθαλάσσας, πραγματοποιήθηκε μελέτη παραμέτρων – ανάλυση ευαισθησίας και των εκδοχών πραγματικής περίπτωσης λειτουργίας τόσο του υφιστάμενου οδικού δικτύου σε περιοχή της Λευκωσίας όσο και του προτεινόμενου δρόμου. Συγκεκριμένα, μελετήθηκε η εκπομπή και διασπορά των αέριων ρύπων μονοξειδίου του άνθρακα (CO), διοξειδίου του αζώτου (NO₂), αιωρούμενα σωματίδια 10 (PM₁₀) και πτητικές οργανικές ενώσεις (ΠΟΕ/ VOC). Αναπτύχθηκαν μοντέλα εκπομπής και διασποράς των αέριων ρύπων μελετώντας την επίδραση συγκεκριμένων παραμέτρων. Οι παράμετροι αυτοί είναι η ταχύτητα των οχημάτων, ο κυκλοφοριακός φόρτος και η κατεύθυνση του ανέμου. Η παράμετρος που επηρεάζει περισσότερο την εκπομπή των αέριων ρύπων από τα οχήματα είναι ο κυκλοφοριακός φόρτος στον προτεινόμενο δρόμο. Η μείωση του αριθμού του κυκλοφοριακού φόρτου κατά 50% έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της ελάχιστης εκπομπής των ρύπων κατά μήκος του προτεινόμενου δρόμου κατά 50.1%. Η μείωση του αριθμού του κυκλοφοριακού φόρτου κατά 75% έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της ελάχιστης εκπομπής των ρύπων κατά μήκος του προτεινόμενου δρόμου μέχρι και 200%. Επίσης, τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι μία μεγάλη μείωση της ταχύτητας των οχημάτων στο επίπεδο του προτεινόμενου δρόμου (από 65 km/hr σε 30 km/hr) μπορεί να οδηγήσει στην αύξηση της μέγιστης συγκέντρωσης των αέριων ρύπων CO, PM₁₀ και VOC κατά 33.2, 16.50, 33.3 και 32.7%, αντίστοιχα. Η μέγιστη συγκέντρωση του NO₂ δεν επηρεάζεται από τη διαφοροποίηση της ταχύτητας.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η διασπορά των αέριων ρύπων επηρεάζεται άμεσα από την κατεύθυνση του ανέμου. Η διασπορά των αέριων ρύπων από τη χρήση του προτεινόμενου δρόμου μπορεί να φθάσει μέχρι και το πάρκο Ακαδημίας στην περίπτωση που ο άνεμος πνέει κατά μήκος του προτεινόμενου δρόμου. Ενώ στην περίπτωση που ο άνεμος είναι νοτιοδυτικός, μπορεί να φθάσει μέχρι και την Πανεπιστημιούπολη του Πανεπιστημίου Κύπρου.

Τα αποτελέσματα από τη μελέτη των πραγματικών περιπτώσεων έδειξαν πως η μέγιστη ημερήσια μέση τιμή του 8-ώρου της συγκέντρωσης του CO εξαιτίας της υφιστάμενης κατάστασης του οδικού δικτύου είναι το 0.0977% της οριακής τιμής. Η μέγιστη ημερήσια μέση τιμή του 8-ώρου της συγκέντρωσης του CO εξαιτίας της υφιστάμενης κατάστασης του οδικού δικτύου και της συνεισφοράς του προτεινόμενου δρόμου είναι το 0.0978% της οριακής τιμής. Η μέση ημερήσια συγκέντρωση των PM₁₀ στο σταθμό παρακολούθησης ΑΥΡΑ από την υφιστάμενη κατάσταση του οδικού δικτύου της περιοχής είναι το 0.187% της αντίστοιχης μέσης ημερήσιας οριακής τιμής της συγκέντρωσης. Με τη συνεισφορά του προτεινόμενου δρόμου, η μέση ημερήσια συγκέντρωση των PM₁₀ στο σταθμό ΑΥΡΑ είναι το 0.1872% της μέσης ημερήσιας οριακής τιμής. Η ωριαία συγκέντρωση του NO₂ στο σταθμό ΑΥΡΑ λόγω της υφιστάμενης κατάστασης του οδικού δικτύου είναι το 0.73% και με τη συνεισφορά του προτεινόμενου δρόμου 0.735% της μέσης ωριαίας οριακής τιμής της συγκέντρωσης. Η ωριαία τιμή της συγκέντρωσης των VOC είναι το 21.2% της μέσης ετήσιας συγκέντρωσης του βενζολίου.

Η προώθηση καινούργιων δρόμων στο οδικό δίκτυο της Λευκωσίας μέσα από το ΣΒΑΚ θα πρέπει να πληρούν βιώσιμα κριτήρια και να έχουν προδιαγραφές για την αειφόρο ανάπτυξη της πόλης, συνυπολογίζοντας τον περιβαλλοντικό και κοινωνικοοικονομικό αντίκτυπο. Η εφαρμογή συγκεκριμένων χαρακτηριστικών θα είχε ως αποτέλεσμα την ικανοποίηση της κοινωνίας για ανάγκη κατασκευής του δρόμου και ταυτόχρονα την ελαχιστοποίηση της επιβάρυνσης της ποιότητας της ατμόσφαιρας. Τα χαρακτηριστικά αυτά θα μπορούσαν να είναι ο σχεδιασμός μεγάλου και ασφαλούς πεζόδρομου και ποδηλατόδρομου κατά μήκος του δρόμου, η προσθήκη λεωφορειολωρίδας στο σχεδιασμό και η εξέταση περίπτωσης απαγόρευσης διέλευσης συμβατικών ιδιωτικών οχημάτων στον προτεινόμενο δρόμο και να επιτρέπεται η διέλευση σε υβριδικά και ηλεκτρικά οχήματα.



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την πρόεδρο του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Κύπρου, Δρ. Μαρίνα Νεοφύτου, επιβλέπουσα καθηγήτρια της διατριβής μου. Θα ήθελα να ευχαριστήσω την Δρ. Μαρίνα Νεοφύτου για την ανάθεση της διατριβής, την συνεχή καθοδήγηση, τις συμβουλές και την επίβλεψη που παρείχε κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της διατριβής.

Θερμές ευχαριστίες θα ήθελα να δώσω στον Δρ. Πέτρο Μουζουρίδη, ο οποίος ήταν συνεπιβλέπων καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διατριβής. Η καθοδήγηση και οι συμβουλές του είχαν καθοριστικό ρόλο στην ολοκλήρωση της διατριβής σε θέματα σχετικά με την ανάπτυξη των λογισμικών μοντέλων.

Θερμές ευχαριστίες θα ήθελα να δώσω και στον Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος Δρ. Λουκά Δημητρίου, ο οποίος ήταν μέλος της εξεταστικής επιτροπής της διατριβής μου. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω το Εργαστήριο Συγκοινωνιακής Μηχανικής στο οποίο είναι επικεφαλής ο Δρ. Δημητρίου για την καθοδήγηση και την παροχή δεδομένων σχετικά με την κυκλοφοριακή πυκνότητα στο οδικό δίκτυο.

Περιεχόμενα

1.	Εισαγωγή.....	12
1.1.	Στόχος ερευνητικής διατριβής	12
1.2.	Σκοπός της κατασκευής του προτεινόμενου δρόμου.....	13
1.3.	Χαρακτηριστικά του προτεινόμενου δρόμου.....	13
1.4.	Ιστορική Αναδρομή Γεγονότων και Σχετικών Μελετών και Σύγχρονο Πλαίσιο	14
1.4.1.	Έτος 1990.....	14
1.4.2.	Χρονική Περίοδος 1997 – 2000.....	14
1.4.3.	Έτος 2009.....	14
1.4.4.	Έτος 2010.....	14
1.4.5.	Έτος 2015.....	15
1.4.6.	Έτος 2017.....	15
1.4.7.	Έτος 2019.....	15
1.4.8.	Έτη 2020 – 2021	15
1.5.	Αναφορά στο πλαίσιο περιεχομένων	15
2.	Ανασκόπηση της Βιβλιογραφίας	17
2.1.	Ρύποι που εκπέμπονται από τα μηχανοκίνητα οχήματα	17
2.2.	Συμφωνία του Παρισιού για την Κλιματική Αλλαγή	18
2.3.	Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία.....	18
2.4.	Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα 2021 – 2030.....	19
2.5.	Στόχοι Αειφόρου Ανάπτυξης.....	20
2.6.	Εθνικό Σχέδιο δράσης για τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα στην Κύπρο.....	20
2.7.	Σχέδιο Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας (ΣΒΑΚ) Λευκωσίας	22
2.8.	Στρατηγική για τη Βιοποικιλότητα της Κύπρου	26
2.9.	Μελέτες περίπτωσης.....	27
3.	Περιοχή υλοποίησης του προτεινόμενου δρόμου	29
3.1.	Χαρακτηριστικά Περιοχής.....	29
3.2.	Κυκλοφοριακός φόρτος	29
3.3.	Μετεωρολογικές συνθήκες	30
3.4.	Νομοθεσία για την Ποιότητα του Ατμοσφαιρικού Αέρα	31
3.5.	Υφιστάμενη κατάσταση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα.....	32
3.6.	Εθνικό Δασικό Πάρκο Αθαλάσσας/Ακαδημίας.....	33
4.	Μεθοδολογία.....	34
4.1.	Μοντέλα Εκπομπής και Διασποράς Αέριων Ρύπων	34
4.2.	Ανάλυση ευαισθησίας.....	38
4.3.	Εκδοχές πραγματικής περίπτωσης.....	42
5.	Αποτελέσματα και Ανάλυση Αποτελεσμάτων	58
5.1.	Ανάλυση Ευαισθησίας.....	58



5.2. Εκδοχές πραγματικής περίπτωσης.....	72
6. Συμπεράσματα	79
7. Ανάλυση αποτελεσμάτων σε σχέση με το ΣΒΑΚ Λευκωσίας	82
8. Προτάσεις Για Μελλοντική έρευνα	83
9. Βιβλιογραφία	84
10. Παραρτήματα.....	88
Παράρτημα Ι.....	88
Παράρτημα ΙΙ.....	90
Παράρτημα ΙV	96

Κατάλογος Γραφικών Παραστάσεων/ Εικόνων/ Διαγραμμάτων

Εικόνα 1: Μήκος των 650 του προτεινόμενου δρόμου (Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως, 2020)...	12
Εικόνα 2: Διάγραμμα του κύκλου ανάπτυξης και υλοποίησης ενός ΣΒΑΚ με τα επιμέρους στοιχεία και τις δράσεις ανά στάδιο ανάπτυξης (European Union, 2018)	23
Εικόνα 3: Προσομοίωση Λεωφόρου Μακαρίου με την ολοκλήρωση του του εμπορικού τριγώνου Μακαρίου – Στασικράτους – Ευαγόρου (Λευκωσίας, 2014)	24
Εικόνα 4: Χρήση ποδηλάτου στο Άμστερνταμ (Ross, 2021)	26
Εικόνα 5: Υφιστάμενες αναπτύξεις στην περιοχή μελέτης (Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως, 2020)	29
Εικόνα 6: Ετήσιο ροδόγραμμα, 2019.....	31
Εικόνα 7: Σχηματική εικόνα ενός πλούμιου Gauss (Leelossy <i>et al.</i> , 2014).....	36
Εικόνα 8: Περιοχή μελέτης, ανάλυση ευαισθησίας.....	38
Εικόνα 9: Περιοχή μελέτης, εκδοχές πραγματικής περίπτωσης.....	42
Εικόνα 10: Σημεία Ενδιαφέροντος, εκδοχές πραγματικής περίπτωσης.....	43
Εικόνα 11: Το οδικό δίκτυο που μελετήθηκε, εκδοχές πραγματικής περίπτωσης	46
Εικόνα 12: Πυκνότητα κυκλοφορίας (Α) και ταχύτητα (Β) στο οδικό δίκτυο τις καθημερινές η ώρα 7:00	48
Εικόνα 13: Ποικνότητα κυκλοφορίας (Α) και ταχύτητα (Β) στο οδικό δίκτυο τα Σαββατοκύριακα η ώρα 17:00.....	49
Εικόνα 14: Ποσοστιαία ωριαία κατανομή του κυκλοφοριακού φόρτου της Λεωφόρου Λεμεσού σε μία ημέρα	53
Εικόνα 15: Ετήσιο ροδόγραμμα, 2019.....	54
Εικόνα 16: Ροδογράμματα για το έτος 2019.....	55



Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Οριακή τιμή συγκέντρωσης, σύμφωνα με τη σχετική εθνική νομοθεσία	32
Πίνακας 2: Συγκέντρωση αέριων ρύπων στο σταθμό ΑΥΡΑ για το έτος 2019	32
Πίνακας 3: Συγκέντρωση αέριων ρύπων στον κυκλοφοριακό σταθμό Λευκωσίας για το έτος 2019 ..	32
Πίνακας 4: Συντεταγμένες περιοχής μελέτης, ανάλυση ευαισθησίας	39
Πίνακας 5: Παράμετροι που εισάχθηκαν στο μοντέλο EMIT, ανάλυση ευαισθησίας	39
Πίνακας 6: Παράμετροι ανάλυσης ευαισθησίας που εισάχθηκαν στο ADMS – Urban	41
Πίνακας 7: Συντεταγμένες περιοχής μελέτης, εκδοχές πραγματικής περίπτωσης	43
Πίνακας 8: Σημεία ενδιαφέροντος, εκδοχές πραγματικής περίπτωσης	43
Πίνακας 9: Υπολογισμός συγκεντρώσεων διασποράς αέριων ρύπων, εκδοχές πραγματικής περίπτωσης	44
Πίνακας 10: Χαρακτηριστικά οδικού δικτύου, εκδοχές πραγματικής περίπτωσης	44
Πίνακας 11: Χαρακτηριστικά χρώματα εμπειρικής βαθμονόμησης.....	47
Πίνακας 12: Ημερήσια πυκνότητα κυκλοφορίας στο υφιστάμενο οδικό δίκτυο, εκδοχές πραγματικής περίπτωσης.....	50
Πίνακας 13: Κυκλοφοριακά δεδομένα για τον προτεινόμενο δρόμο, εκδοχές πραγματικής περίπτωσης	51
Πίνακας 14: Ποσοστό πυκνότητας κυκλοφορίας ανά ώρα στη Λεωφόρο Λεμεσού, εκδοχές πραγματικής περίπτωσης	52
Πίνακας 15: Κατανομή κυκλοφοριακού φόρτου, εκδοχές πραγματικής περίπτωσης	53
Πίνακας 16: Ποσοστό αύξησης της μέγιστης συγκέντρωσης των αέριων ρύπων στις εκδοχές 1 και 2 σε σχέση με την εκδοχή 3, ανάλυση ευαισθησίας.....	58
Πίνακας 17: Ποσοστό μείωσης της ελάχιστης συγκέντρωσης των αέριων ρύπων στις εκδοχές 5, 6, 7 και 8 σε σχέση με την εκδοχή 2, ανάλυση ευαισθησίας	59
Πίνακας 18: Ποσοστό μείωσης της συγκέντρωσης των αέριων ρύπων σε σχέση με την εκδοχή 1, ανάλυση ευαισθησίας	60
Πίνακας 19: Αποτελέσματα εκπομπής αέριων ρύπων, ανάλυση ευαισθησίας	61
Πίνακας 20: Αποτελέσματα διασποράς αέριων ρύπων, ανάλυση ευαισθησίας.....	64
Πίνακας 21: Υπολογισμός συγκεντρώσεων διασποράς αέριων ρύπων, εκδοχές πραγματικής περίπτωσης.....	72
Πίνακας 22: Ποσοστό αύξησης της συγκέντρωσης των αέριων ρύπων στο σημείο αναφοράς σε σχέση με την εκδοχή 1, εκδοχές πραγματικής περίπτωσης.....	73
Πίνακας 23: Μέγιστη συγκέντρωση αέριων ρύπων στις εκδοχές 1, 4 και 7, εκδοχές πραγματικής περίπτωσης.....	73
Πίνακας 24: Συγκέντρωση ρύπων στα σημεία ενδιαφέροντος, υφιστάμενη κατάσταση οδικού δικτύου	73
Πίνακας 25: Συγκέντρωση ρύπων στα σημεία ενδιαφέροντος, με τη συνεισφορά του προτεινόμενου δρόμου	74
Πίνακας 26: Αποτελέσματα συγκέντρωσης αέριων ρύπων στο σταθμό παρακολούθησης ΑΥΡΑ, εκδοχές πραγματικής περίπτωσης.....	74
Πίνακας 27: Αποτελέσματα διασποράς αέριων ρύπων στις εκδοχές πραγματικής περίπτωσης	75



Λίστα με Ακρωνύμια

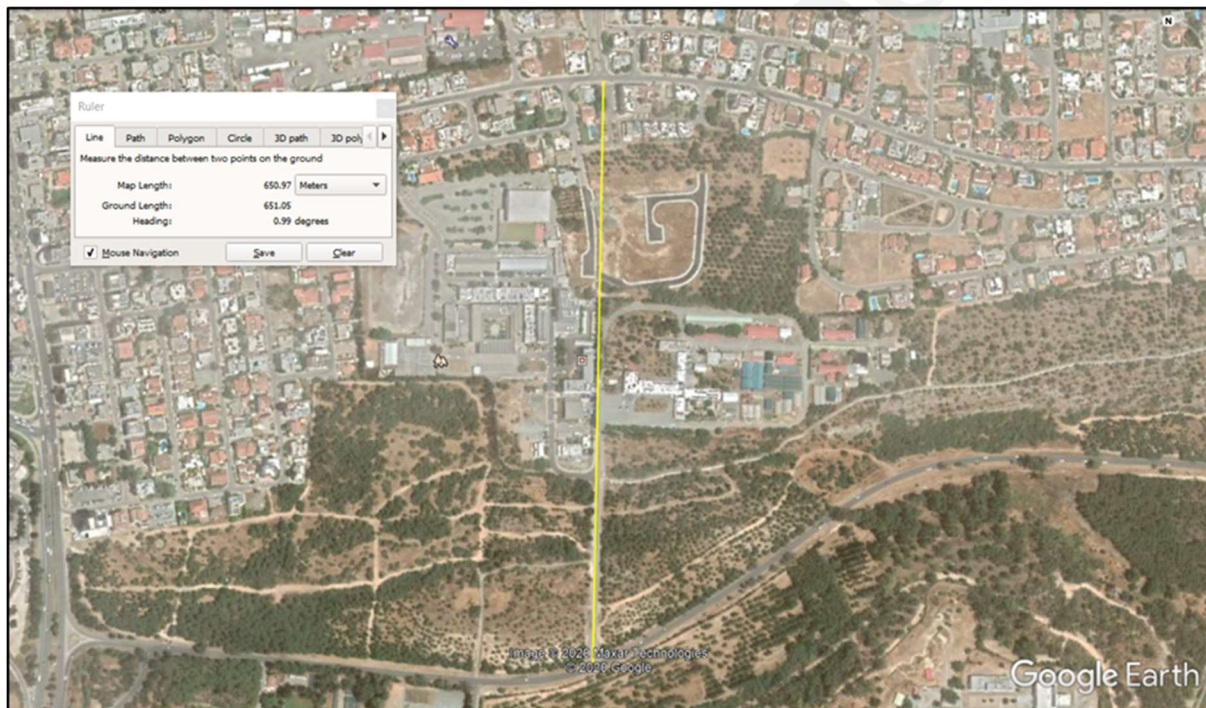
ΑΠΕ	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΚΠΑΣΣ	Κλάδος Ποιότητας Αέρα και Στρατηγικού Σχεδιασμού
ΟΣΚΛ	Ολοκληρωμένο Σχέδιο Κινητικότητας Λευκωσίας
ΤΕΕ	Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας
ΣΒΑΚ	Σχέδιο Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας
CO	Μονοξείδιο του Άνθρακα
NO ₂	Διοξείδιο του Αζώτου
PM ₁₀	Αιωρούμενα Σωματίδια 10
VOC/ ΠΟΕ	Πτητικές Οργανικές Ενώσεις

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο Τοπικό Σχέδιο Λευκωσίας του έτους 1990, αναφέρεται δρόμος Πρωταρχικής Σημασίας, εντός του Δήμου Αγλαντζιάς ο οποίος μέχρι και σήμερα δεν έχει υλοποιηθεί. Συγκεκριμένα, ο δρόμος αυτός είναι η επέκταση της σημερινής Λεωφόρου Γλαύκου Κληρίδη, ο οποίος διέρχεται μέσα στο Εθνικό Δασικό Πάρκο της Αθαλάσσας. Σήμερα, η πρόταση κατασκευής του δρόμου αυτού βρίσκεται στο στάδιο έγκρισης και έκδοσης άδειας οικοδομής από την Τοπική Αρχή, τον Δήμο Αγλαντζιάς.

Μέχρι σήμερα έχουν πραγματοποιηθεί μερικά κατασκευαστικά έργα στο βόρειο και κεντρικό σημείο του αναφερόμενου δρόμου. Στις αρχές του 2020, άρχισε να επανεξετάζεται η προτεινόμενη επέκταση του νότιου τμήματος του προτεινόμενου δρόμου (Λεωφόρου Γλαύκου Κληρίδη), που συνεχίζει να αποτελεί τμήμα δρόμου Πρωταρχικής Σημασίας του Τοπικού Σχεδίου Λευκωσίας 2018 (Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως, 2018).

Η αφητηρία του προτεινόμενου δρόμου βρίσκεται στη διασταύρωση της Λεωφόρου Γλαύκου Κληρίδη με τη Λεωφόρο ΡΙΚ. Στη συνέχεια, διασταυρώνει την οδό Ομήρου, διέρχεται διαμέσου του χώρου που στεγάζεται το Κυπριακό Ινστιτούτο και το Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών και καταλήγει στην οδό Αθαλάσσης – Φυτωρίου (Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως, 2020). Η ανησυχία για την κατασκευή και λειτουργία του προτεινόμενου δρόμου επικεντρώνεται στη διέλευση του νότιου τμήματος του διαμέσου του Εθνικού Δασικού Πάρκου Αθαλάσσας. Στην Εικόνα 1 παρουσιάζεται η χωροθέτηση του προτεινόμενου δρόμου.



Εικόνα 1: Μήκος των 650 του προτεινόμενου δρόμου (Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως, 2020)

1.1. Στόχος ερευνητικής διατριβής

Η παρούσα ερευνητική διατριβή έχει κύριο στόχο την μελέτη και εκτίμηση των επιπτώσεων που θα προκαλέσει η λειτουργία του προτεινόμενου δρόμου στο περιβάλλον. Η μελέτη επικεντρώνεται κυρίως στις επιπτώσεις στην ποιότητα ατμοσφαιρικού αέρα της περιοχής, η οποία πραγματοποιήθηκε με τη χρήση των λογισμικών προγραμμάτων EMIT, ADMS – Urban, MATLAB και Surfer.

Ο δεύτερος στόχος της παρούσας ερευνητικής διατριβής έχει την παρουσίαση ενός κοινωνικοπεριβαλλοντικού πλαισίου σχετικά με τη συνεισφορά στη μείωση των εκπομπών του αερίου του θερμοκηπίου και τη λήψη αποφάσεων για θέματα αειφόρου ανάπτυξης, βιώσιμης αστικής

κινητικότητας και της συνύπαρξης του ανθρώπου με το φυσικό περιβάλλον μέσα από την υλοποίηση του προτεινόμενου δρόμου.

1.2. Σκοπός της κατασκευής του προτεινόμενου δρόμου

Το Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως κατέθεσε στο Τμήμα Περιβάλλοντος Έκθεση Προκαταρκτικής Εκτίμησης Επιπτώσεων στο Περιβάλλον (ΠΕΕΠ) για τον προτεινόμενο δρόμο, το έτος 2009 (Περιβάλλοντος, 2009). Σύμφωνα με την Έκθεση αυτή, ένας από τους σκοπούς της κατασκευής του προτεινόμενου δρόμου είναι η κυκλοφοριακή σύνδεση των βορειοανατολικών περιοχών της Λευκωσίας (Καϊμακλί, Παλλουριώτισσα, Αγλαντζιά) με τις νότιες περιοχές (Λατσιά, Γέρι), αποφεύγοντας διαδρομές εντός του κέντρου της πόλης. Ως εκ τούτου, το κέντρο της πόλης θα αποφορτιστεί από τον μεγάλο κυκλοφοριακό φόρτο που αντιμετωπίζει. Πιο συγκεκριμένα, αναμένεται η μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης στη Λεωφόρο Λεμεσού και τον αυτοκινητόδρομο Λευκωσίας – Λεμεσού. Επίσης, σκοπός κατασκευής του προτεινόμενου δρόμου είναι η καλύτερη κυκλοφοριακή σύνδεση βασικών λειτουργιών της πόλης με το ευρύτερο οδικό δίκτυο, όπως είναι το Γενικό Νοσοκομείο Λευκωσίας, το Αρχηγείο της Αστυνομίας, το Γενικό Επιτελείο Εθνικής Φρουράς (ΓΕΕΦ), το Συνεδριακό Κέντρο, το Κέντρο Ερευνών Μέσης Ανατολής (ΚΕΜΑ), κλπ. Ένας άλλος σκοπός της κατασκευής του είναι η σύνδεση των υφιστάμενων δικτύων ποδηλατοδρόμων μεταξύ τους, τόσο με αυτούς που χωροθετούνται κατά μήκος των δρόμων της περιοχής (Λεωφόρου Ακαδημίας, Λεωφόρου Κυρηνείας, Λεωφόρου ΡΙΚ, περιοχής Πανεπιστημίου Κύπρου και Λεωφόρου Αγλαντζιάς) όσο και με τους υφιστάμενους ποδηλατοδρόμους εντός του Πάρκου της Παιδαγωγικής Ακαδημίας και του Πάρκου της Αθαλάσσας, δίνοντας τη δυνατότητα χρήσης τους τόσο για ψυχαγωγία και άσκηση, όσο και για διακίνηση (Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως, 2020).

1.3. Χαρακτηριστικά του προτεινόμενου δρόμου

Σύμφωνα με τα τελευταία δεδομένα που δημοσιεύθηκαν από το Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως (Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως, 2020), ο δρόμος θα αποτελείται από τρεις συνολικά λωρίδες για τη διακίνηση μηχανοκίνητων οχημάτων, μια σε κάθε κατεύθυνση και μία για την εξυπηρέτηση των δεξιόστροφων κινήσεων, με το συνολικό πλάτος του δρόμου να είναι 12 m. Επίσης, θα τοποθετηθούν κρασπεδόλιθοι κατά μήκος των ορίων του δρόμου για εγκιβωτισμό της ασφάλτου, χωμάτινα ερείσματα πλάτους 1 m, κ.λπ.

Το συνολικό μήκος του δρόμου που προτείνεται θα ανέρχεται στα 1,090 m:

- i. Μήκος 650 m αφορά την προέκταση της Λεωφόρου Ακαδημίας και έχει πλάτος 12 m (βλέπε Εικόνα 1)
 - a. 260 m αποτελούν τον νέο δρόμο. Τα 75 m αφορούν σε γη που ήδη παραχωρήθηκε στο δημόσιο ως δρόμος στο πλαίσιο έκδοσης άδειας διαίρεσης του τεμαχίου 5,799 με Φύλλο/Σχέδιο (Φ./Σχ.): 21.63.W2 σε οικόπεδα, τα 60 m αφορούν δασική γη εμβαδού 720m² και τα υπόλοιπα γη που απαλλοτριώθηκε παλαιότερα για τους σκοπούς υλοποίησης του έργου.
 - b. 390 m αφορούν σε ήδη κατασκευασμένο δρόμο ο οποίος χρησιμοποιείται από τα οχήματα που επισκέπτονται το Ινστιτούτο Κύπρου (The Cyprus Institute) και το Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών.
- ii. Μήκος 440 m, αφορά εργασίες στην υφιστάμενη οδό Αθαλάσσης – δρόμος Φυτωρίου, και έχει πλάτος 12 m (βλέπε Παράρτημα Ι) (Αγλαντζιάς, 2020).

Ο ποδηλατόδρομος και ο πεζόδρομος, θα χωροθετηθούν σε επιλεγμένη θέση πλησίον του δρόμου, ώστε να αποφευχθεί η επιπλέον επιβάρυνση των δέντρων.

Σύμφωνα με δεδομένα από την ΠΕΕΠ που εκπονήθηκε για το προτεινόμενο έργο το 2009 (Περιβάλλοντος, 2009), ο εκτιμώμενος αριθμός οχημάτων που θα εισέρχεται εντός του προτεινόμενου δρόμου είναι 10,000/ ημέρα. Το προκαταρκτικό εκτιμώμενο κόστος κατασκευής του προτεινόμενου έργου ανέρχεται στα €2,500,000 (Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως, 2020).

1.4. Ιστορική Αναδρομή Γεγονότων και Σχετικών Μελετών και Σύγχρονο Πλαίσιο

Το Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως έχει καταθέσει πρόταση για την κατασκευή του δρόμου το 1990. Από τότε μέχρι και σήμερα έχουν πραγματοποιηθεί μερικά ιστορικά γεγονότα και σχετικές μελέτες, τα οποία περιγράφονται στην παρούσα ενότητα (Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως, 2018, 2020).

1.4.1. Έτος 1990

Το Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως πρότεινε την κατασκευή του δρόμου με 4 λωρίδες και πλάτος 30.50 m περίπου. Επίσης, ο δρόμος έχει συμπεριληφθεί στο δίκτυο των Δρόμων Πρωταρχικής Σημασίας του Τοπικού Σχεδίου Λευκωσίας.

1.4.2. Χρονική Περίοδος 1997 – 2000

Κατασκευάστηκε το βόρειο τμήμα του προτεινόμενου δρόμου. Συγκεκριμένα, από τη συμβολή του με τη Λεωφόρο ΡΙΚ έως και τη συμβολή του με τη Λεωφόρο Γλαύκου Κληρίδη, όπου περιλήφθηκαν 4 λωρίδες κυκλοφορίας, πεζοδρόμια ποδηλατοδρόμοι, κεντρική κτιστή νησίδα κ.λπ.

Το νότιο μέρος του δρόμου δεν έχει κατασκευαστεί μέχρι σήμερα, καθώς παλαιότερα εγείρονταν διάφορα θέματα, διαφωνίες και ενστάσεις τόσο από δημότες Αγλαντζιάς, όσο και από τον ίδιο το Δήμο. Οι ενστάσεις αυτές επικεντρώνονταν κυρίως στον επηρεασμό της δασικής γης και αριθμού υφιστάμενων δέντρων.

Σε συνέχεια διαφόρων ανησυχιών σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που ενδεχομένως να προκαλέσει η κατασκευή και λειτουργία του δρόμου, μελετήθηκαν διάφορες λύσεις, μεταξύ των οποίων και η υπογειοποίηση του δρόμου, λύση η οποία στη συνέχεια εγκαταλείφθηκε, για τεχνικούς, περιβαλλοντικούς, κυκλοφοριακούς και οικονομικούς λόγους.

1.4.3. Έτος 2009

Τον Απρίλιο του 2009, το Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως μελέτησε μια άλλη εναλλακτική πρόταση, η οποία αναφερόταν στη μείωση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών του δρόμου, στη χρήση υλικών που συνάδουν με τον περιβάλλοντα χώρο και τοπιοτεχνήσεις εκατέρωθεν του δρόμου. Συγκεκριμένα, στην πρόταση αυτή συμπεριλαμβάνονταν:

- i. Δύο λωρίδες (1 σε κάθε κατεύθυνση) και 1 λωρίδα για εξυπηρέτηση των δεξιόστροφων κινήσεων – συνολικό πλάτος δρόμου 12 m.
- ii. Περιορισμός αποκοπής αριθμού δέντρων στα 31, τα οποία θα «αντικατασταθούν» σε πολλαπλάσιο αριθμό.
- iii. Να μην χρησιμοποιείται ο δρόμος από βαρέα οχήματα.
- iv. Όσον αφορά τη διακίνηση πεζών και ποδηλατιστών στην περιοχή, στο στάδιο της ετοιμασίας των κατασκευαστικών σχεδίων θα γίνει προσπάθεια χωροθέτησης πεζοδρομίου και ποδηλατοδρόμου στην ανατολική πλευρά του δρόμου, ανάμεσα από τα υφιστάμενα δέντρα.

Η πρόταση αυτή προωθήθηκε στην Τεχνική Επιτροπή του Κεντρικού Φορέα Επίλυσης Κυκλοφοριακών Προβλημάτων και εγκρίθηκε, στη συνεδρία που πραγματοποιήθηκε στις 04/05/2009.

Τον Ιούλιο του 2009, το Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως ετοίμασε Σχετική Έκθεση Προκαταρκτικών Επιπτώσεων στο Περιβάλλον από την κατασκευή του δρόμου, την οποία απέστειλε στο Τμήμα Περιβάλλοντος για σχετικές απόψεις. Σημειώνεται ότι υπήρξαν ενστάσεις από το Δημοτικό Συμβούλιο Αγλαντζιάς και τους κατοίκους του Δήμου.

1.4.4. Έτος 2010

Τον Φεβρουάριο του 2010 δημοσιεύθηκε η γνωμάτευση του Τμήματος Περιβάλλοντος (Υπηρεσία Περιβάλλοντος, 2010), η οποία δεν φέρει ένσταση για το έργο, αλλά θέτει όρους για την υλοποίηση του. Επίσης, ο συγκεκριμένος δρόμος συμπεριλήφθηκε στην κυκλοφοριακή μελέτη για ολόκληρη την περιοχή του Τοπικού Σχεδίου Λευκωσίας – «Σχέδιο Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας» (Ministry of Communications and Works, 2010). Συγκεκριμένα, αναφέρεται στις βασικές οδικές αρτηρίες της πόλης και η κατασκευή του προτεινόμενου δρόμου κρίθηκε πολύ σημαντική.

1.4.5. Έτος 2015

Στις 5 Μαρτίου πραγματοποιήθηκε συνεδρία του Δημοτικού Συμβουλίου Αγλαντζιάς στην οποία έγινε αποδοχή του σχεδίου που ετοιμάστηκε από το Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως (Αγλαντζιάς, 2020). Το Δημοτικό Συμβούλιο, αφού έλαβε υπόψη τα προβλήματα που δημιούργησε η απαγόρευση διέλευσης οχημάτων μέσω του ΑΤΙ και τις έντονες αντιδράσεις των δημοτών κατοίκων της περιοχής ΡΙΚ, αποφάσισε ομόφωνα να συγκατατεθεί στο εν λόγω έργο αφού πρώτα έθεσε αυστηρούς όρους οι οποίοι έγιναν αποδεκτοί. Οι όροι αυτοί είναι:

- i. Περιορισμός των λωρίδων κυκλοφορίας σε δύο.
- ii. Απαγόρευση της χρήσης του δρόμου από βαρέα οχήματα.
- iii. Δημιουργία ποδηλατοδρόμων/πεζόδρομων που να συνδέουν τα υφιστάμενα δίκτυα του Δήμου.
- iv. Να μελετηθεί το ενδεχόμενο δημιουργίας υπόγειας διάβασης πεζών/ ποδηλατών στη συμβολή με την οδό Αθαλάσσης.
- v. Διαγραφή της έστω και διακεκομμένης πρόνοιας στο Τοπικό Σχέδιο για τη βόρεια επέκταση της τότε Λεωφόρου Ακαδημίας (νυν Λεωφόρος Γλαύκου Κληρίδη) μέσω του Πάρκου Ακαδημίας.

Στις 17 Σεπτεμβρίου, η Τεχνική Επιτροπή του Κεντρικού Φορέα Επίλυσης Κυκλοφοριακών Προβλημάτων συζήτησε τα ενδεχόμενα της απαγόρευσης της χρήσης του δρόμου από βαρέα οχήματα και της δημιουργίας υπόγειας διάβασης πεζών/ ποδηλατών στη συμβολή με την οδό Αθαλάσσης. Το πρώτο έγινε αποδεκτό. Επειδή όμως η αναγκαιότητα για ασφαλή διασταύρωση πεζών και ποδηλατιστών υφίσταται, αποφασίστηκε ότι θα κατασκευαστεί ισόπεδη διάβαση πεζών και ποδηλατιστών και εγκατάσταση συστήματος Σταμάτης / Γρηγόρης - μαζί με το έργο, ώστε να καλυφθεί η συγκεκριμένη ανάγκη.

1.4.6. Έτος 2017

Το Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως ετοίμασε Σημείωμα Έργου, στη βάση της νέας διαδικασίας προ-επιλογής και αξιολόγησης δημοσίων επενδυτικών έργων, το οποίο υποβλήθηκε στη Γενική Διεύθυνση Ευρωπαϊκών Προγραμμάτων, Προγραμματισμού και Ανάπτυξης και στο Υπουργείο Οικονομικών και εγκρίθηκε.

1.4.7. Έτος 2019

Το Δημοτικό Συμβούλιο Αγλαντζιάς αποφάσισε όπως γίνουν οι απαραίτητες ενέργειες με τα αρμόδια Υπουργεία και την Γενική Διεύθυνση Ευρωπαϊκών Προγραμμάτων, Συντονισμού και Ανάπτυξης (ΓΔΕΠΣΑ) και όπως το έργο χρηματοδοτηθεί από τα διαρθρωτικά ταμεία ως έργο βιώσιμης αστικής κινητικότητας. Στη συνέχεια, το Τμήμα Δημοσίων Έργων προχώρησε σε προκαταρκτικά Κατασκευαστικά Σχέδια, ενώ η έναρξη εργασιών υλοποίησης του Έργου, προγραμματίστηκε για το τέλος του 2021.

1.4.8. Έτη 2020 – 2021

Τον Απρίλιο του 2020, ο Δήμος Αγλαντζιάς κλήθηκε από τα αρμόδια τμήματα της Δημοκρατίας να συνδράμει στη δημόσια διαβούλευση για το έργο. Η δημόσια παρουσίαση του Έργου στο κοινό, προγραμματίστηκε για το τέλος Απριλίου 2020, μετά από σχετική συνεννόηση μεταξύ του Δήμου Αγλαντζιάς, και του Τμήματος Πολεοδομίας και Οικήσεως. Λόγω των ιδιόμορφων συνθηκών που προέκυψαν και της πανδημίας του ιού COVID – 19, η τελική ημερομηνία της δημόσιας παρουσίασης θα καθοριστεί, όταν το επιτρέψουν οι συνθήκες.

1.5. Αναφορά στο πλαίσιο περιεχομένων

Στο πλαίσιο της παρούσας ερευνητικής διατριβής πραγματοποιήθηκε ανασκόπηση της βιβλιογραφίας (Ενότητα 2) σχετικά με την εκπομπή αέριων ρύπων στην ατμόσφαιρα από μηχανοκίνητα οχήματα. Επίσης, αναλύθηκε η σχέση της Συμφωνίας του Παρισιού, της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, του Εθνικού Σχεδίου για την Ενέργεια και το Κλίμα 2030, οι Στόχοι Αειφόρου Ανάπτυξης, το Εθνικό



Σχέδιο δράσης για τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα με τον προτεινόμενο δρόμο, η εφαρμογή του Σχεδίου Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας Λευκωσίας του έτους 2010, και η Στρατηγική για τη Βιοποικιλότητα της Κύπρου. Τέλος, παρουσιάζονται μερικές μελέτες περίπτωσης σε πόλεις που βρίσκονται στο εξωτερικό.

Στην Ενότητα 3 παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά της περιοχής υλοποίησης του προτεινόμενου δρόμου σχετικά με τον κυκλοφοριακό φόρτο της περιοχής, τις μετεωρολογικές συνθήκες και την υφιστάμενη κατάσταση της ποιότητας της ατμόσφαιρας. Ακόμη, καθώς ο προτεινόμενος δρόμος βρίσκεται εντός του Εθνικού Δασικού Πάρκου Αθαλάσσας, γίνεται αναφορά σε μερικά από τα χαρακτηριστικά και δράσεις του.

Ακολούθως στην Ενότητα 4, περιγράφεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τον υπολογισμό του κυκλοφοριακού φόρτου, τη μοντελοποίηση των εκπομπών και της διασποράς των αέριων ρύπων εξαιτίας της διακίνησης των οχημάτων στον προτεινόμενο δρόμο και το οδικό δίκτυο της περιοχής. Γίνεται αναφορά στα μοντέλα διασποράς αέριων ρύπων που χρησιμοποιήθηκαν και παρουσίαση των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν στο πλαίσιο ανάπτυξης των αυτών. Αρχικά, πραγματοποιήθηκε ανάλυση ευαισθησίας συγκεκριμένων παραμέτρων που πιθανόν να επηρεάσουν την εκπομπή και διασπορά των αέριων ρύπων με την ανάπτυξη παραμετρικών μελετών περίπτωσης. Στη συνέχεια, αναπτύχθηκαν εκδοχές πραγματικής περίπτωσης στα οποία παρουσιάζεται η συνολική συνεισφορά του οδικού δικτύου στην υποβάθμιση της ποιότητας της ατμόσφαιρας στην είσοδο της Λευκωσίας.

Στην Ενότητα 5, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τα μοντέλα διασποράς των αέριων ρύπων στο πλαίσιο της ανάλυσης ευαισθησίας και ανάπτυξης των εκδοχών πραγματικής περίπτωσης. Στη συνέχεια, στην Ενότητα 6 εξάγονται συμπεράσματα σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις εκδοχές που μελετήθηκαν, στην Ενότητα 7, γίνεται ανάλυση των αποτελεσμάτων σε σχέση με τον ΣΒΑΚ Λευκωσίας. Τέλος, στην Ενότητα 8, γίνονται μερικές προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Ο προτεινόμενος δρόμος εντάσσεται στον αστικό σχεδιασμό και στην βιώσιμη κινητικότητα, αλλά ταυτόχρονα σχεδιάζεται εντός αστικού δασικού πάρκου με σημαντική βιοποικιλότητα. Εκτός αυτού, η δημιουργία νέου δρόμου επηρεάζει την ποιότητα του αέρα στην περιβάλλουσα περιοχή. Στην Ενότητα αυτή περιγράφονται οι συμφωνίες και τα σχέδια δράσης που διέπουν την ανάπτυξη ενός βιώσιμου αστικού σχεδιασμού.

2.1. Ρύποι που εκπέμπονται από τα μηχανοκίνητα οχήματα

Η καύση βενζίνης και πετρελαίου για τη διακίνηση των μηχανοκίνητων οχημάτων αποτελεί την κυριότερη πηγή εκπομπής αέριων ρύπων στα αστικά κέντρα (Molina and Molina, 2004). Οι κυριότεροι αέριοι ρύποι που εκπέμπονται από τα οχήματα είναι τα αιωρούμενα σωματίδια 10 (PM₁₀), το διοξείδιο του άνθρακα (CO), το διοξείδιο του αζώτου (NO₂) και οι πτητικές οργανικές ενώσεις (ΠΟΕ/ VOC) (Winkler *et al.*, 2018). Τις τελευταίες δεκαετίες, η τεχνολογία των μηχανοκίνητων οχημάτων έχει βελτιωθεί σε σημαντικό βαθμό, ώστε ο ρυθμός εκπομπής των αέριων ρύπων να έχει μειωθεί πολλαπλές φορές (Chen and Borcken-Kleefeld, 2014). Συγκεκριμένα, η εκπομπή NO₂ και VOC από το 1990 μέχρι και το 2016 έχει μειωθεί κατά 60 – 80% στην Ευρώπη (Winkler *et al.*, 2018).

Υπάρχουν μερικοί παράγοντες που επηρεάζουν την εκπομπή αέριων ρύπων από τη λειτουργία των μηχανοκίνητων οχημάτων. Σύμφωνα με τον Wang, 2019, οι παράγοντες αυτοί είναι:

- i. η βελτίωση του σχεδιασμού του κινητήρα των οχημάτων,
- ii. η σύσταση νέων ενεργειακών οχημάτων,
- iii. η ενίσχυση της ρύθμισης των εκπομπών,
- iv. η βελτίωση της αποτελεσματικότητας του τρισδιάστατου καταλύτη,
- v. το είδος του καυσίμου που χρησιμοποιείται, και
- vi. η βελτίωση ποιότητας της βενζίνης.

Το είδος του καυσίμου που χρησιμοποιείται στην μηχανή των οχημάτων αποτελεί σημαντική παράμετρος στην εκπομπή αέριων ρύπων. Το καύσιμο που προκαλεί τη λιγότερη εκπομπή αέριων ρύπων είναι το φυσικό αέριο, καθώς έχει τη μεγαλύτερη θερμική απόδοση. Επίσης, τα βιοκαύσιμα (βιοντίζελ/ υδρογόνο) επιτυγχάνουν χαμηλή εκπομπή αέριων ρύπων κατά την καύση τους στα μηχανοκίνητα οχήματα (Wang, 2019). Ενώ τα οχήματα τα οποία έχουν μηδενικές εκπομπές αέριων ρύπων (τουλάχιστον κοντά στο οδικό δίκτυο) είναι τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα. Στην περίπτωση όπου η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από συμβατικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, τότε επηρεάζεται αρνητικά η περιοχή στην οποία βρίσκεται ο σταθμός. Η ιδανική περίπτωση είναι η χρήση ηλεκτρικού οχήματος το οποίο χρησιμοποιεί Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ).

Η εκπομπή αιωρούμενων σωματιδίων 10 (PM₁₀) στην ατμόσφαιρα επηρεάζεται από την συμπεριφορά οδήγησης μηχανοκίνητου οχήματος. Συγκεκριμένα, η απότομη/ «θυμωμένη» οδήγηση μηχανοκίνητου οχήματος αυξάνει την εκπομπή των PM₁₀ κατά 32.3 – 250.2% σε σχέση με μία κανονική/ «ήρεμη» συμπεριφορά οδήγησης (Dhital *et al.*, 2021). Επιπρόσθετα, η εκπομπή των PM₁₀ επηρεάζεται από την θερμοκρασία περιβάλλοντος. Συγκεκριμένα η εκπομπή PM₁₀ μειώνεται κατά την καλοκαιρινή περίοδο όπου η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι αυξημένη (Kamara and Harrison, 2021).

Η εκπομπή μονοξειδίου του άνθρακα (CO) στην ατμόσφαιρα εξαρτάται από την απόδοση της μηχανής του οχήματος στην καύση του καυσίμου. Η χαμηλή απόδοση καύσης της μηχανής, προκαλεί περισσότερη εκπομπή CO στην ατμόσφαιρα. Επίσης, η εκπομπή CO στην ατμόσφαιρα εξαρτάται από την ταχύτητα κίνησης των μηχανοκίνητων οχημάτων. Η κίνηση των οχημάτων σε υψηλή ταχύτητα μειώνει την εκπομπή CO (Wang, 2019).

Η εκπομπή διοξειδίου του αζώτου (NO₂) από ελαφριού τύπου οχήματα και που χρησιμοποιούν πετρέλαιο, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Συγκεκριμένα, η χαμηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος ευνοεί την εκπομπή διοξειδίου του αζώτου στην ατμόσφαιρα. Αυτό ισχύει για οχήματα τεχνολογίας Euro 3 και Euro 5 και για οχήματα που χρησιμοποιούν πετρέλαιο για καύσιμο. Η εκπομπή NO₂ από οχήματα τεχνολογίας Euro 6 είναι λιγότερη και δεν εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος (Grange *et al.*, 2019). Επίσης, η εκπομπή NO₂ επηρεάζεται από τη

συμπεριφορά οδήγησης του οχήματος. Συγκεκριμένα, η απότομη/ «θυμωμένη» οδήγηση μηχανοκίνητου οχήματος αυξάνει την εκπομπή του NO₂ κατά 25% σε σχέση με την κανονική/ «ήρεμη» συμπεριφορά οδήγησης (Dhital *et al.*, 2021).

Η εκπομπή πτητικών οργανικών ενώσεων (ΠΟΕ/ VOC) επίσης επηρεάζεται από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Συγκεκριμένα, αυξάνεται κατά τους χειμερινούς μήνες, στους οποίους η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι χαμηλότερη και μειώνεται κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (Kamara and Harrison, 2021).

2.2. Συμφωνία του Παρισιού για την Κλιματική Αλλαγή

Η συμφωνία του Παρισιού υπογράφηκε από 195 χώρες, συμπεριλαμβανομένου των Κρατών Μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης τον Δεκέμβριο του 2016. Σκοπός της συμφωνίας αυτής είναι η ενίσχυση της παγκόσμιας αντιμετώπισης της απειλής της κλιματικής αλλαγής, στο πλαίσιο της αειφόρου ανάπτυξης και των προσπαθειών για την εξάλειψη της φτώχειας. Η συμφωνία του Παρισιού έχει εφαρμοστεί κατά τρόπο που να αντικατοπτρίζει την αρχή της ισότητας και των κοινών αλλά διακριτών ευθυνών και αντίστοιχων δυνατοτήτων, στο πλαίσιο διαφορετικών εθνικών συνθηκών (Ευρωπαϊκή Ένωση, 2016).

Η Κύπρος συμμετείχε σε μία μελέτη (Salvia *et al.*, 2021) στην οποία μελετήθηκε η ευαισθησία των Μεσογειακών χωρών στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Η μελέτη εστίασε στις δράσεις μείωσης της εκπομπής των αερίων του θερμοκηπίου σε συγκεκριμένες πόλεις των χωρών αυτών. Στην μελέτη έλαβε μέρος η Λευκωσία. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης έδειξαν το χάσμα που υπάρχει μεταξύ των δυτικών και ανατολικών μεσογειακών χωρών σχετικά με τον άνισο και κατακερματισμένο σχεδιασμό των πόλεων. Γενικά, οι στόχοι που έχουν τεθεί σε επίπεδο πόλης φαίνονται φιλόδοξοι όσον αφορά την ικανοποίηση της Συμφωνίας του Παρισιού. Ενώ το εθνικό πλαίσιο των χωρών που έλαβαν μέρος είναι στο παρόν στάδιο αδύνατο να επηρεάσουν τις δράσεις σε περιφερειακό και τοπικό επίπεδο. Η άνιση και κατακερματισμένη πρόοδος των χωρών αυτών, δεν ευθυγραμμίζεται με τα χαρακτηριστικά που μοιράζονται οι περιοχές και οι πόλεις που μελετήθηκαν σχετικά με τις περιβαλλοντικές, κοινωνικοπολιτικές, κλιματικές και οικονομικές συνθήκες. Η έκκληση μιας κοινής πράσινης συμφωνίας σε μεσογειακό επίπεδο για την περαιτέρω αντιμετώπιση συγκεκριμένων μεσογειακών προκλήσεων και σχετικών αναγκών είναι απαραίτητη. Αυτό θα επέτρεπε την αξιοποίηση των διαθέσιμων πόρων, τη δημιουργία τοπικών ειδικών γνώσεων, την ανάπτυξη ικανοτήτων και τη στήριξη των μεσογειακών περιοχών και πόλεων στην προετοιμασία της επόμενης γενιάς πιο φιλόδοξων σχεδίων μετριασμού.

2.3. Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία

Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία είναι η υψηλότερη προτεραιότητα της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ). Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία σκοπεύει σε μία Ευρώπη η οποία θα γίνει η πρώτη κλιματικά ουδέτερη ήπειρος έως το 2050. Στόχος της είναι η τόνωση της οικονομίας, η βελτίωση της υγείας και της ποιότητας ζωής των ανθρώπων και η μέριμνα για τη φύση. Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία προωθεί την αποδοτική χρήση των πόρων με τη μετάβαση σε μια καθαρή, κυκλική οικονομία και την ανάσχεση της κλιματικής αλλαγής, την αποκατάσταση της βιοποικιλότητας και τη μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2019).

Η κλιματική αλλαγή και η υποβάθμιση του περιβάλλοντος αποτελούν απειλή για την ύπαρξη της Ευρώπης αλλά και όλων των ηπείρων. Για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων, η Ευρώπη έχει αναπτύξει μια νέα αναπτυξιακή στρατηγική η οποία θα μετατρέψει την Ένωση σε μια σύγχρονη, αποδοτική ως προς τη χρήση των πόρων και ανταγωνιστική οικονομία, και η οποία έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- μηδενικές/ καθαρές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου έως το 2050,
- η οικονομική ανάπτυξη θα είναι αποσυνδεδεμένη από τη χρήση των πόρων, και
- κανένας άνθρωπος και καμιά περιοχή δεν θα μένει στο περιθώριο.

Σε ανακοίνωση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την ενίσχυση της κλιματικής φιλοδοξίας της Ευρώπης για το 2030 τον Σεπτέμβριο του 2020, παρουσιάζει έναν πανευρωπαϊκό στόχο μείωσης των εκπομπών

αερίων του θερμοκηπίου έως το 2030 κατά τουλάχιστον 55 % σε σύγκριση με το 1990, στο σύνολο της οικονομίας, συμπεριλαμβανομένων των εκπομπών και των απορροφήσεων. Σχετικά με το έτος 2050, ο στόχος της ΕΕ είναι οι μηδενικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ή η εκπομπή από μη συμβατικά καύσιμα, όπως η βιομάζα (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2020).

Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (Commission, 2019), με σκοπό τη μείωση κατά 90% των αερίων του θερμοκηπίου προτείνει μεταξύ άλλων, τις ακόλουθες δράσεις:

- Προώθηση ψηφιακού δικτύου. Η αυτοματοποιημένη κινητικότητα και τα έξυπνα συστήματα διαχείρισης της κυκλοφορίας θα κάνουν τις μεταφορές πιο αποτελεσματικές και θα μειώσουν την εκπομπή αερίων ρύπων στην ατμόσφαιρα.
- Χρήση διαφορετικών μέσων μεταφοράς. Θα πρέπει να μεταφέρονται περισσότερα φορτία με σιδηροδρομικά ή θαλάσσια μέσα. Η εφαρμογή του «Single European Sky» θα πρέπει να μειώσει σημαντικά την εκπομπή αερίων ρύπων από τα μέσα αέρος με μηδενικό κόστος για τους καταναλωτές και τις εταιρείες.
- Εφαρμογή τιμών που αντικατοπτρίζουν τον αντίκτυπο στο περιβάλλον. Αυτό μπορεί να γίνει μέσω της επέκτασης της εμπορίας εκπομπών στον ναυτιλιακό τομέα, τον τερματισμό των επιδοτήσεων για τα ορυκτά καύσιμα και της μείωσης της εκμετάλλευσης των δωρεάν δικαιωμάτων αεροπορικών εταιρειών στο πλαίσιο της εμπορίας εκπομπών.
- Ενίσχυση της προσφοράς βιώσιμων εναλλακτικών καυσίμων μεταφορών. Μέχρι το 2025, θα χρειαστούν περίπου 1 εκατομμύριο δημόσιοι σταθμοί επαναφόρτισης και ανεφοδιασμού για τα 13 εκατομμύρια οχήματα μηδενικών και χαμηλών εκπομπών ρύπων που αναμένονται στο ευρωπαϊκό οδικό δίκτυο.
- Μείωση της ρύπανσης. Η Πράσινη Συμφωνία θα αντιμετωπίσει τις εκπομπές ρύπων, την αστική συμφόρηση και θα βελτιώσει τις δημόσιες συγκοινωνίες μέσω αυστηρότερων προτύπων για τη ρύπανση από αυτοκίνητα.

Η αντικατάσταση των συμβατικών μηχανοκίνητων οχημάτων με ηλεκτρικά οχήματα, θα οδηγήσει στην επίτευξη μιας Ευρώπης με μηδενικές/ καθαρές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου έως το 2050 (Kumar and Alok, 2020).

2.4. Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα 2021 – 2030

Για την επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί στην Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία, τα Κράτη Μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουν ετοιμάσει ένα Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα για τη χρονική περίοδο 2021 – 2030 (Κυπριακή Δημοκρατία, 2020).

Ο κανονισμός της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (2018/1999), έχει θέσει ένα κανονιστικό πλαίσιο διακυβέρνησης της Ενεργειακής Ένωσης για τις πέντε διαστάσεις της – ενεργειακή ασφάλεια, εσωτερική αγορά ενέργειας, ενεργειακή απόδοση, απαλλαγή από τις ανθρακούχες εκπομπές και έρευνα, καινοτομία και ανταγωνιστικότητα).

Το Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα της Κύπρου, παρουσιάζει ένα αναλυτικό χάρτη πορείας για τα θέματα της Ενέργειας και του Κλίματος για την επίτευξη συγκεκριμένων Ενεργειακών και Κλιματικών στόχων μέχρι το 2030. Το Υπουργικό Συμβούλιο με αρ. Απόφαση 83.709 αποφάσισε να εγκρίνει στις 15.11.2017, τη συγκρότηση, δομή και λειτουργία Εθνικού Συστήματος Διακυβέρνησης για την Ενέργεια και το Κλίμα. Το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την Ενέργεια και το Κλίμα εγκρίθηκε από το Υπουργικό Συμβούλιο στις 15/01/2020 με αριθμό απόφασης 88.819 και υποβλήθηκε στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή στις 21/01/2020.

Οι στόχοι που έχουν τεθεί στο Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα είναι ποσοτικοποιημένοι και κοστολογημένοι, ενώ έχουν καθοριστεί ενδιάμεσα χρονικά ορόσημα, τα οποία επιτρέπουν την παρακολούθηση της πορείας επίτευξης των στόχων και σχετίζονται με την υιοθέτηση και λειτουργία διαφόρων πολιτικών και μέτρων.

Η αξιολόγηση των διαφόρων μέτρων και πολιτικών έχει γίνει λαμβάνοντας υπόψη κοινωνικά, οικονομικά, τεχνικά και περιβαλλοντικά, κριτήρια της Κυπριακής πραγματικότητας. Ο ρόλος της



ηλεκτρικής διασύνδεσης αποτελεί ορόσημο για τον μελλοντικό σχεδιασμό και την περαιτέρω ανάπτυξη των ΑΠΕ στο απομονωμένο ηλεκτρικό σύστημα της Κύπρου.

Το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο συμφώνησε το Πλαίσιο για την Ενέργεια και το Κλίμα της Ένωσης για το 2030, που βασίζεται σε 4 στόχους σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης:

- 40% μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου
- 32.5% τουλάχιστον βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης
- 32% τουλάχιστον ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
- 15% τουλάχιστον ηλεκτρική διασύνδεση

Στο Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα 2030 προτείνονται δράσεις με σκοπό την επίτευξη των εθνικών στόχων που έχουν τεθεί. Μια από τις δράσεις που προτείνονται στο σχέδιο σχετικά με την εκπομπή αερίων ρύπων από τις μεταφορές είναι η εφαρμογή των μέτρων που προτείνονται στο Σχέδιο Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας (ΣΒΑΚ) Λευκωσίας. Μια άλλη δράση που προτείνεται είναι η προώθηση οχημάτων χαμηλών/ μηδενικών εκπομπών, συμπεριλαμβανομένου την απόσυρση παλιών οχημάτων και την αγορά ηλεκτρικών οχημάτων μέσω οικονομικών κινήτρων. Ενίσχυση του συστήματος των δημόσιων μεταφορών.

Λαμβάνοντας υπόψη την υφιστάμενη κατάσταση και την εξάρτηση της κοινωνίας από τα ιδιωτικά οχήματα για μετακίνηση, απαιτείται η λήψη άμεσων δράσεων για την επίτευξη των εθνικών στόχων σχετικά με την μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου για το 2030. Από την άλλη μεριά, η λήψη δράσεων στον τομέα των μεταφορών ίσως να οδηγήσει στην άμεση μείωση των εθνικών εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, καθώς αποτελεί μία από τις κύριες πηγές.

2.5. Στόχοι Αειφόρου Ανάπτυξης

Αειφόρος ανάπτυξη είναι η ανάπτυξη που ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος χωρίς να θέτει σε κίνδυνο την ικανότητα των μελλοντικών γενεών να καλύψουν τις δικές τους ανάγκες (Conca and Dabelco, 2015). Η αειφόρος ανάπτυξη είναι το θεμέλιο για την παγκόσμια συνεργασία σε 17 στόχους της ατζέντας 2030 για την αειφόρο ανάπτυξη. Οι 17 στόχοι για την αειφόρο ανάπτυξη υιοθετήθηκαν από όλα τα Κράτη Μέλη των Ηνωμένων Εθνών το 2015, θέτοντας 169 στόχους οι οποίοι θα πρέπει να επιτευχθούν έως το 2030. Οι στόχοι αυτοί ισχύουν για όλες τις χώρες του κόσμου ως έκκληση για δράση για τον τερματισμό της φτώχειας, την προστασία του πλανήτη και τη διασφάλιση ότι μέχρι το 2030 όλοι οι άνθρωποι θα απολαμβάνουν ειρήνη και ευημερία ισορροπώντας την κοινωνική, οικονομική και περιβαλλοντική βιωσιμότητα. Μεταξύ άλλων, η ατζέντα 2030 για την αειφόρο ανάπτυξη έχει θέσει ως στόχο να δημιουργηθούν αειφόρες πόλεις και κοινότητες και να γίνουν δράσεις για το κλίμα. Για την επίτευξη των στόχων αυτών θα πρέπει να ενισχυθεί η αειφόρος αστικοποίηση με την ικανότητα συμμετοχικού, ολοκληρωμένου και βιώσιμου σχεδιασμού και διαχείρισης ανθρώπινων οικισμών σε όλο τον κόσμο. Επίσης, θα πρέπει να μειωθούν οι αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις στις πόλεις που αντιστοιχούν σε κάθε πολίτη, με ιδιαίτερη προσοχή στην ποιότητα του αέρα (UNDP, 2019).

Οι μεταφορές αποτελούν μία από την κύρια πηγή εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου. Ως εκ τούτου, ο εναγκαλισμός της ηλεκτρικής κινητικότητας θεωρείται ως μία από τις κύριες λύσεις για τη μείωση των εκπομπών. Η προώθηση των ηλεκτρικών μέσων μεταφοράς θα οδηγήσει στην ταχύτερη απελευθέρωση από τον άνθρακα του τομέα μεταφορών. Ένας άλλος τρόπος για την επίτευξη των στόχων της αειφόρου ανάπτυξης είναι η προώθηση πιο ολοκληρωμένων σχεδίων βιώσιμης ανάπτυξης (Omahne, Knez and Obrecht, 2021).

2.6. Εθνικό Σχέδιο δράσης για τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα στην Κύπρο

Η Αρμόδια Αρχή για την παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα στην Κύπρο είναι ο Κλάδος Ποιότητας Αέρα και Στρατηγικού Σχεδιασμού (ΚΠΑΣΣ) του Τμήματος Επιθεώρησης Εργασίας (ΤΕΕ). Το ΤΕΕ, ως Αρμόδια Αρχή μεταξύ άλλων, πρέπει να εξασφαλίζει τη διαρκή και σταθερή βελτίωση του περιβάλλοντος από κινδύνους που σχετίζονται με χημικές ουσίες, ακτινοβολίες, μηχανήματα,

εξοπλισμούς, υπεράκτιες δραστηριότητες πετρελαίου και φυσικού αερίου καθώς και τη διασφάλιση ικανοποιητικών επιπέδων ποιότητας της ατμόσφαιρας και του περιβάλλοντος γενικά (Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας, 2021).

Το ΤΕΕ, ως η Αρμόδια Αρχή για την εφαρμογή της νομοθεσίας για την εκτίμηση και τη διαχείριση της ποιότητας του αέρα στην Κύπρο και λόγω των υπερβάσεων που παρατηρούνται στην οριακή τιμή των αιωρούμενων σωματιδίων 10 (PM₁₀), ετοίμασε 2006 το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα στην Κύπρο. Το Εθνικό Σχέδιο Δράσης βρίσκεται στο στάδιο της υλοποίησής του και περιλαμβάνει μέτρα για βελτίωση της ποιότητας του αέρα και ειδικότερα της μείωσης της συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων (PM₁₀ και PM_{2.5}) στην ατμόσφαιρα της Κύπρου από ανθρωπογενείς πηγές (Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας, 2018).

Τα μέτρα που υλοποιήθηκαν στο πλαίσιο του Σχεδίου δράσης και αφορούν τον τομέα των συγκοινωνιών και μεταφορών είναι τα ακόλουθα:

- Υλοποίηση σχεδίου ενίσχυσης δημόσιων συγκοινωνιών
 - Σύσταση Καθοδηγητικής Επιτροπής και Ομάδας Διαχείρισης του Σχεδίου.
 - Μελέτη για βελτίωση του δικτύου υπεραστικών Λεωφορείων.
 - Ετοιμασία Ολοκληρωμένου Σχεδίου για την Κινητικότητα στην Λευκωσία.
- Υλοποίηση σχεδίου βελτίωσης δημόσιων μεταφορών
 - Επιχορήγηση για αντικατάσταση οχημάτων άνω των 15 ετών.
- Κατασκευή δρόμων

Σύμφωνα με τη σχετική Ευρωπαϊκή Οδηγία, η συγκέντρωση των PM₁₀ στην ατμόσφαιρα των κρατών μελών που επηρεάζεται από φυσικές πηγές (τη διασυνοριακή μεταφορά σκόνης από ερήμους όπως είναι Σαχάρα και το θαλάσσιο άλας), επιτρέπεται να αφαιρούν τις υπερβάσεις τους από τις συνολικές υπερβάσεις ανά έτος. Για την αφαίρεση όμως των υπερβάσεων αυτών, τα κράτη μέλη πρέπει να αποδείξουν με επιστημονικό τρόπο την φυσική τους αιτία και πηγή (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2008).

Επίσης, με σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας των καυσίμων, πραγματοποιήθηκε περαιτέρω μείωση της περιεκτικότητας θείου στα καύσιμα.

Τα μέτρα που βρίσκονται στο στάδιο υλοποίησης στο πλαίσιο του Εθνικού Σχεδίου δράσης σχετικά με τις συγκοινωνίες και τις μεταφορές για τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα είναι:

- Υλοποίηση σχεδίου ενίσχυσης δημόσιων συγκοινωνιών
 - Ανάθεση συμβάσεων στις υφιστάμενες εταιρείες λεωφορείων και ανανέωση του στόλου των λεωφορείων.
 - Διαμόρφωση πιλοτικού προγράμματος δράσεων για τη Λευκωσία στα πρώτα στάδια της ανάπτυξης του Ολοκληρωμένου Σχεδίου για την Κινητικότητα στη Λευκωσία.
 - Επέκταση θεσμού των δημοσίων συγκοινωνιών με τη δωρεάν μεταφορά μαθητών Μέσης Εκπαίδευσης.
- Υλοποίηση σχεδίου βελτίωσης δημόσιων μεταφορών
 - Περιοδικός έλεγχος καυσαερίων οχημάτων.
 - Εισαγωγή αυστηρότερων προδιαγραφών και διαδικασιών ελέγχου για μεταχειρισμένα οχήματα που εγγράφονται για πρώτη φορά στη Κύπρο και προέρχονται από τρίτες χώρες.
 - Πρότυπα EURO στα οχήματα.
 - Επέκταση των διενεργούμενων ελέγχων μέσω των κινητών μονάδων επιθεώρησης οχημάτων.
 - Επιχορήγηση υβριδικών/ ηλεκτρικών/ χαμηλών εκπομπών CO₂/ Διπλής προώσεως οχημάτων.
 - Ετοιμασία Ολοκληρωμένων Σχεδίων για την Κινητικότητα σε όλες τις αστικές περιοχές.
 - Κατασκευή κεντρικών σταθμών λεωφορείων (Λεμεσό, Πάφο, Λάρνακα και Παραλίμνι).
 - Διαμόρφωση των λεωφορειολωρίδων στους υφιστάμενους δρόμους.
- Κατασκευή δρόμων Παγκύπρια
 - Βελτίωση του υφιστάμενου οδικού δικτύου.

Άλλα μέτρα αποτελούν το σύστημα ενοικίασης ποδηλάτων στους Δήμους, η καλύτερη ρύθμιση φώτων τροχαίας, η αύξηση αριθμού μονόδρομων, η απαγόρευση διέλευσης βαρέων οχημάτων στο κέντρο της πόλης και η εγκατάσταση σημείων φόρτισης ηλεκτρικών αυτοκινήτων.

2.7. Σχέδιο Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας (ΣΒΑΚ) Λευκωσίας

Το Σχέδιο Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας (ΣΒΑΚ) Λευκωσίας (ή αλλιώς Ολοκληρωμένο Σχέδιο Αστικής Κινητικότητας – ΟΣΚΛ) έχει ολοκληρωθεί το 2010 (Ministry of Communications and Works, 2010). Μεταξύ άλλων, στο ΣΒΑΚ Λευκωσίας αναγνωρίζεται η έντονη εξάρτηση της Λευκωσίας από τα οχήματα ιδιωτικής χρήσης (Ι.Χ.) και προτείνεται το οδικό δίκτυο πολυκεντρικής διαμόρφωσης.

Το δίκτυο πολυκεντρικής διαμόρφωσης αναφέρεται στην ανάπτυξη των συγκοινωνιών και αειφόρων μεταφορικών μέσων υψηλής ποιότητας, τα οποία είναι ικανά να ανταγωνιστούν τα οχήματα ιδιωτικής χρήσης. Για αυτή την επίτευξη του απαιτείται η ανάπτυξη του δικτύου δημοσίων συγκοινωνιών με υπηρεσίες πολύ καλής ποιότητας και η δημιουργία ασφαλών συνθηκών ποδηλασίας, ώστε το ποδήλατο να αποτελέσει πραγματική εναλλακτική λύση για μετακινήσεις μικρών και μεσαίων αποστάσεων. Επίσης, απαιτείται η δημιουργία πεζοδρομίων φιλικών προς τους πεζούς και η εξισορρόπηση της κατανομής της οδικής επιφάνειας. Ο χώρος στον οποίο να προσφέρεται στο οδικό δίκτυο για τα ιδιωτικά οχήματα να είναι ο απαραίτητος, έτσι ώστε να εξασφαλιστεί ο κατάλληλος χώρος για τις υποδομές άλλων μορφών κυκλοφορίας με την ανακατανομή του υπάρχοντος χώρου υπέρ των αειφόρων μέσων μεταφοράς, όπου αυτό χρειάζεται.

Το δίκτυο πολυκεντρικής διαμόρφωσης αναμενόταν ότι θα μπορούσε να προσελκύσει πάνω από το 10% όλων των προβλεπόμενων μετακινήσεων στην Ευρύτερη Αστική Περιοχή Λευκωσίας για το έτος 2020 και να εξυπηρετεί περισσότερους επιβάτες. Ένα άλλο πλεονέκτημα που αναμενόταν να προσφέρει το δίκτυο πολυκεντρικής διαμόρφωσης είναι η μείωση του αριθμού των μετακινήσεων μέσω του κέντρου της Λευκωσίας, παρέχοντας έτσι τη δυνατότητα αποδοτικότερων μετακινήσεων μεταξύ των ανατολικών και δυτικών περιοχών. Επίσης, απαιτείται λιγότερος χώρος στον τερματικό σταθμό λεωφορείων στο κέντρο της πόλης. Το δίκτυο αυτό θα μπορεί εύκολα να τροποποιηθεί ώστε να ενσωματωθεί σε αυτό δίκτυο τραμ. Διαθέτει γρήγορες και ευθείες γραμμές που συνδέουν «κέντρα» - γραμμές κορμού – και τοπικές τροφοδοτικές γραμμές λεωφορείων που διοχετεύουν επιβατική κίνηση στις γραμμές κορμού. Τρεις από τις γρήγορες και ευθείες γραμμές μπορούν να αντικατασταθούν από γραμμές τραμ και τα τοπικά δίκτυα λεωφορείων θα εξακολουθούν να συνδέουν τις περιοχές κατοικίας χαμηλότερης πυκνότητας με τις γραμμές του τραμ. Μερικά από τα μειονεκτήματα του δικτύου πολυκεντρικής διαμόρφωσης είναι αύξηση του αριθμού των μετεπιβιβάσεων και η δημιουργία μετακινήσεων μεγαλύτερης διάρκειας.

Για την καλύτερη εξυπηρέτηση των πολιτών και την μη παρεμπόδιση της διακίνησης τόσο των ιδιωτικών οχημάτων αλλά και των λεωφορείων, αναμενόταν να δημιουργηθούν λεωφορειολωρίδες, όπου θεωρείτο απαραίτητο.

Η ανάπτυξη και η υλοποίηση ενός ΣΒΑΚ θεωρείται ως ένας κύκλος καινοτομίας, τα βήματα του οποίου επαναλαμβάνονται με σκοπό τη συνεχή βελτίωση. Τα βασικά στάδια ανάπτυξης ενός ΣΒΑΚ είναι (Union, 2013):

1. Σωστή Προετοιμασία/ Preparing Well
2. Καθορισμός Λογικού και Διαφανούς Πλαισίου Στόχων/ Rational and Transparent Goal Setting
3. Εκπόνηση του Σχεδίου/ Elaborating the Plan
4. Εφαρμογή του Σχεδίου/ Implementing the Plan

Στην Εικόνα 2 παρουσιάζεται το διάγραμμα του κύκλου ανάπτυξης και υλοποίησης ενός ΣΒΑΚ με τα επιμέρους στοιχεία και τις δράσεις ανά στάδιο ανάπτυξης.



Εικόνα 2: Διάγραμμα του κύκλου ανάπτυξης και υλοποίησης ενός ΣΒΑΚ με τα επιμέρους στοιχεία και τις δράσεις ανά στάδιο ανάπτυξης (European Union, 2018)

2.7.1. Δράσεις μέχρι και σήμερα

Με την πάροδο του χρόνου, έχουν πραγματοποιηθεί μερικά έργα τα οποία προτείνονται στο ΣΒΑΚ Λευκωσίας 2010. Για παράδειγμα, κατασκευάστηκε ποδηλατική υποδομή η οποία συνδέει τα Πανεπιστήμια της Λευκωσίας με το κέντρο. Επίσης, η Λεωφόρος Καλλιπόλεως έχει μονοδρομηθεί και η Λεωφόρος Μακαρίου η οποία επίσης θα μονοδρομηθεί, βρίσκεται υπό κατασκευή. Οι Λεωφόροι αυτοί περιλαμβάνουν την κατασκευή λεωφορειολωρίδων και δίνουν έμφαση σε υποδομές για πεζούς (Βουλή των Αντιπροσώπων, 2020).

Επιπλέον, έχουν σχεδόν ολοκληρωθεί οι εργασίες κατασκευής του εμπορικού τριγώνου Μακαρίου – Στασικράτους – Ευαγόρου (Λευκωσίας, 2014). Συγκεκριμένα, το εμπορικό τρίγωνο στο κέντρο της Λευκωσίας, περιλαμβάνει το βόρειο τμήμα της Λεωφόρου Μακαρίου Γ', την Ευαγόρου, τη Στασικράτους, κι άλλες παρόδους. Στόχος του έργου είναι η δημιουργία ενός αστικού κέντρου προσβάσιμου, ελκυστικού, ευχάριστου και φιλικού σε όλες τις ομάδες του πληθυσμού, σύμφωνα με τις αρχές της βιώσιμης κινητικότητας, όπου ενθαρρύνονται κοινωνικές, εμπορικές και πολιτιστικές δραστηριότητες. Το έργο συγκεκριμένα, μεταξύ άλλων, περιλαμβάνει:

- Την τροποποίηση της κυκλοφοριακής διαρρύθμισης με σκοπό τη διευκόλυνση της διακίνησης των μέσων μαζικής μεταφοράς, των ποδηλατιστών και των πεζών, των ΑμεΑ καθώς και την εφαρμογή μέτρων κυκλοφοριακής ύφεσης για την αναίσορρόπηση του ρόλου του ιδιωτικού αυτοκινήτου.
- Τον επανασχεδιασμό του υπαίθριου χώρου και την εγκατάσταση νέου οδικού εξοπλισμού, για τη σωστή οργάνωση και τη διαπλάτνση των πεζοδρομίων, τη δημιουργία πλατειών –

χώρων στάσης/ ξεκούρασης, ραμπών πρόσβασης και όλων των απαραίτητων στοιχείων σχετικά με την απρόσκοπτη πρόσβαση όλων των ατόμων.

- Τον βιοκλιματικό αστικό σχεδιασμό με εκτεταμένη φύτευση δεντροστοιχιών και χρήση στοιχείων νερού για φυσικό δροσισμό.
- Στη Λεωφόρο Μακαρίου και στην οδό Αναστασίου Γ. Λεβέντη (πρώην Λεωνίδου), δημιουργούνται δύο λεωφορειολωρίδες για διακίνηση και στις δύο κατευθύνσεις.
- Οι κυκλοφοριακές πολιτικές που εφαρμόζονται υποχρεώνουν τα τροχοφόρα οχήματα να κινούνται σε χαμηλές ταχύτητες και να δίνουν προβάδισμα στην άνετη και απρόσκοπτη διακίνηση πεζών και ποδηλάτων.
- Στον άξονα Μακαρίου - Α. Λεβέντη, στα πλαίσια του έργου, θα ληφθεί πρόνοια για την εγκατάσταση και λειτουργία τραμ, εφ' όσον αυτό αποφασιστεί, με την αφαίρεση όλων των υφιστάμενων υπόγειων εγκαταστάσεων από το διάδρομο διακίνησης του τραμ και την επανεγκατάστασή τους σε άλλο χώρο.

Σήμερα, πραγματοποιούνται οι κατασκευές του βόρειου τμήματος της Λεωφόρου Μακαρίου. Γενικά, Έργο εφαρμόζει τις πρόνοιες/δράσεις του ΣΒΑΚ Λευκωσίας 2010 και του Σχεδίου Περιοχής του Κέντρου της Λευκωσίας για προώθηση των βιώσιμων μεταφορών, την ενίσχυση της βιώσιμης κινητικότητας στην αστική περιοχή της Λευκωσίας, όπως και τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (Λευκωσίας, 2021).

Στην Εικόνα 3 παρουσιάζεται η προσομοίωση της Λεωφόρου Μακαρίου όταν θα ολοκληρωθούν οι κατασκευαστικές εργασίες του εμπορικού τριγώνου Μακαρίου – Στασικράτους – Ευαγόρου (Λευκωσίας, 2014).



Εικόνα 3: Προσομοίωση Λεωφόρου Μακαρίου με την ολοκλήρωση του του εμπορικού τριγώνου Μακαρίου – Στασικράτους – Ευαγόρου (Λευκωσίας, 2014)

2.7.2. Μελλοντικές δράσεις

Τον Απρίλιο του 2021, το Υπουργείο Μεταφορών, Επικοινωνιών και Έργων ανακοίνωσε προκήρυξη για την παροχή υπηρεσιών για την εκπόνηση και υλοποίηση νέου Σχεδίου Επικοινωνίας για τη Βιώσιμη Κινητικότητα (Υπουργείο Μεταφορών Επικοινωνιών και Έργων, 2021). Το αντικείμενο της σύμβασης είναι η προώθηση των Σχεδίων Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας (ΣΒΑΚ) της Κύπρου, καθώς και της Εθνικής Στρατηγικής Χερσαίων Μεταφορών (ΕΣΧΜ).

Ο στόχος της σύμβασης είναι η ανάπτυξη και υλοποίηση μιας Ολοκληρωμένης Επικοινωνιακής Στρατηγικής η οποία θα υποστηρίξει:

1. Την οργανωμένη συμμετοχή των πολιτών αλλά και των εμπλεκόμενων φορέων στη διαδικασία της επιλογής και εισαγωγής μέτρων Βιώσιμης Κινητικότητας στην Κύπρο, μέσω των διαδικασιών δημόσιας διαβούλευσης των ΣΒΑΚ όλων των πόλεων, ώστε να υπάρξει πλατιά κοινωνική και θεσμική υποστήριξη.
2. Τη θετική προβολή της προώθησης και υλοποίησης των προβλεπόμενων από τα ΣΒΑΚ μέτρων και έργων.
3. Την ενημέρωση των πολιτών για τις διαθέσιμες επιλογές κινητικότητας με στόχο την αύξηση της πολυτροπικότητας των διακινήσεων, και την δημιουργία δομών επικοινωνίας και προβολής της Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας, οι οποίες θα παραμείνουν και μετά την λήξη της Σύμβασης.
4. Τη διαμόρφωση νέας κουλτούρας ως προς την αστική κινητικότητα και τα φιλικότερα προς το περιβάλλον μέσα μετακίνησης.

2.7.3. Παραδείγματα στην Ευρώπη εφαρμογής της Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας

Οι αρχές βιώσιμης αστικής κινητικότητας που πρέπει να ενσωματώνονται στον σχεδιασμό των πόλεων είναι (Klimach, Ogryzek and Adamska-Kmiec, 2020):

1. Μειωμένες ταξιδιωτικές ανάγκες
2. Μετατόπιση πολιτικής μεταφορών
3. Μείωση απόστασης
4. Τεχνολογική καινοτομία που θα αύξανε την αποδοτικότητα

Στις πόλεις της Ευρώπης εφαρμόζονται βέλτιστες πρακτικές και μέτρα που προτείνονται με σκοπό την προώθηση των βιώσιμων μεταφορών στα αστικά κέντρα. Ορισμένα μέτρα οργάνωσης και σχεδιασμού για την ανάπτυξη των αστικών μεταφορών είναι η υιοθέτηση πράσινων λύσεων και πρωτοβουλιών για την κινητικότητα, με στόχο τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, την αποτελεσματικότερη χρήση της αστικής περιοχής και των ενεργειακών πόρων. Οι πόλεις Aubagne της Γαλλίας, το Hasselt του Βελγίου και το Tallinn της Εσθονίας έχουν εφαρμόσει τα μέτρα αυτά με επιτυχία, καθώς μεταξύ άλλων, τα μέσα μαζικής μεταφοράς προσφέρονται δωρεάν στους πολίτες. Η Malmo είναι η 3^η μεγαλύτερη σε έκταση πόλη της Σουηδίας και η 6^η μεγαλύτερη στις σκανδιναβικές χώρες, με πληθυσμό 310,000 κατοίκους. Η κινητικότητα στη Malmo βασίζεται στην πολιτική ότι το περπάτημα, η ποδηλασία και τα μέσα μαζικής μεταφοράς είναι οι πρώτες επιλογές για τη μεταφορά τόσο των ανθρώπων όσο και των αγαθών εντός της πόλης (Mateescu and Popa, 2018).

Η Ολλανδία, και συγκεκριμένα το Άμστερνταμ, αποτελεί παράδειγμα εφαρμογής της βιώσιμης αστικής κινητικότητας. Όλοι οι κάτοικοι του Άμστερνταμ έχουν τουλάχιστον ένα ποδήλατο στην κατοχή τους για τις μετακινήσεις τους. Το 2017, εφαρμόστηκε ένα σύστημα κοινής χρήσης ποδηλάτων και ρυθμίστηκε η πρόσβαση σε δημόσιους χώρους στάθμευσης ποδηλάτων. Το Άμστερνταμ πλέον φιλοξενεί διάφορες υπηρεσίες μεταφορών και εταιρείες κινητικότητας, όπως την κοινή χρήση αυτοκινήτων, ποδηλάτων και ηλεκτρονικών σκούτερ, τα οποία εμπλουτίζουν τις επιλογές κινητικότητας τόσο των κατοίκων όσο και των επισκεπτών της πόλης. Το 2019, το Άμστερνταμ και η Uber παρουσίασαν μαζί έναν Κοινωνικό Χάρτη μετά από μια σειρά ατυχημάτων που αφορούσαν οδηγούς της Uber. Ο Χάρτης βασίζεται στην ασφάλεια της κυκλοφορίας, την ανεξάρτητη έρευνα, την ανταλλαγή δεδομένων και τη βιωσιμότητα και υπόκειται σε συνεχή παρακολούθηση και συζήτηση μεταξύ Άμστερνταμ και Uber. Μετά από συνεργασία των τοπικών αρχών με το World Economic Forum για τις κατευθυντήριες γραμμές για τον μετασχηματισμό συστημάτων κινητικότητας πόλεων, εξάχθηκε το συμπέρασμα ότι η ανοιχτή επικοινωνία μεταξύ μιας πόλης και εταιρειών δημιουργεί μια νέα κατανόηση και καλύτερη συνεργασία για τη βελτίωση των υπηρεσιών στο πλαίσιο της αστικής κινητικότητας στους χρήστες μιας πόλης. Από το 2020, το Άμστερνταμ συνεργάζεται με εταιρείες, ιδρύματα, άλλες πόλεις, κυβερνήσεις και την τοπική κοινότητα για τους «Όρους και Προϋποθέσεις του Άμστερνταμ» για τη ρύθμιση των παρόχων υπηρεσιών κινητικότητας στην πόλη (Forum, 2020).

Στην Εικόνα 4 παρουσιάζεται η άνεση και η ασφάλεια με την οποία πολίτες που ζουν στο Άμστερνταμ μπορούν να μετακινούνται με το ποδήλατο εντός της πόλης.



Εικόνα 4: Χρήση ποδηλάτου στο Άμστερνταμ (Ross, 2021)

Το Λονδίνο έχει εφαρμόσει ζώνες χαμηλών εκπομπών αέριων ρύπων από το 2008 με σκοπό τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, η οποία προκαλεί άμεσες αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Η ζώνη στόχευσε τους χειρότερους ρυπαντές, συγκεκριμένα βαρέα πετρελαιοκίνητα οχήματα, λεωφορεία και πούλμαν επιβάλλοντας ελάχιστα πρότυπα εκπομπών σε οχήματα που λειτουργούν σε συγκεκριμένη περιοχή η οποία καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος του Λονδίνου. Οι μετρήσεις της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα δείχνουν ότι οι συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων εντός της ζώνης χαμηλών εκπομπών έχουν μειωθεί κατά 2,46-3,07% σε σύγκριση με λίγο περισσότερο από 1% για περιοχές λίγο έξω από τη ζώνη (Ellison, Greaves and Hensher, 2013).

2.8. Στρατηγική για τη Βιοποικιλότητα της Κύπρου

Η στρατηγική για τη βιοποικιλότητα της Κύπρου περιλαμβάνει 13 στρατηγικούς στόχους για τη δεκαετία 2020-2030 (Υπουργείο Γεωργίας Αγροτικής Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος, 2020). Οι στρατηγικοί αυτοί στόχοι είναι οι ακόλουθοι:

1. Βελτίωση διαθέσιμης γνώσης για σκοπούς διατήρησης της βιοποικιλότητας.
2. Διατήρηση και αποκατάσταση βιοποικιλότητας.
3. Αποτίμηση, προβολή και διατήρηση οικοσυστημάτων.
4. Αποδοτική διαχείριση προστατευόμενων περιοχών.
5. Αειφόρος χρήση βιολογικών και φυσικών πόρων.
6. Διατήρηση γενετικών πόρων και ισότιμος καταμερισμός των οφελών τους.
7. Βελτίωση διακυβέρνησης σε σχέση με τη διατήρηση της βιοποικιλότητας.
8. Οικοδόμηση δυναμικού για διατήρηση βιοποικιλότητας.
9. Ενσωμάτωση στόχων διατήρησης βιοποικιλότητας στις κύριες τομεακές πολιτικές και ιδιαίτερα στο θέμα της αντιμετώπισης πυρκαγιών.
10. Αντιμετώπιση επιπτώσεων κλιματικής αλλαγής στη βιοποικιλότητα.
11. Πρόληψη και αντιμετώπιση των επιπτώσεων στη βιοποικιλότητα από τα χωροκατακτητικά ξένα είδη.
12. Προώθηση της εκπαίδευσης και ενίσχυσης της ευαισθητοποίησης και συμμετοχής της κοινωνίας των πολιτών στην προστασία και διατήρηση της βιοποικιλότητας.
13. Κινητοποίηση πόρων για διατήρηση βιοποικιλότητας.

Στο πλαίσιο επίτευξης των στρατηγικών στόχων για τη βιοποικιλότητα της Κύπρου βρίσκονται σε εξέλιξη σχέδια παρακολούθησης οικοτόπων, εφαρμόζονται διαχειριστικά μέτρα και δράσεις για την προστασία και διατήρηση των οικοτόπων και της χλωρίδας, γίνεται χαρτογράφηση των οικοτόπων και μελέτες για εφαρμογή μεθοδολογίας αξιολόγησης της επίπτωσης των πιέσεων και αλλαγών στους οικοτόπους.

Η φύση είναι ζωτικής σημασίας σύμμαχος στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και στην ανάσχεση της απώλειας βιοποικιλότητας. Αποτελεί παράγοντα ρύθμισης του κλίματος και θα πρέπει οπωσδήποτε να αποτελέσει βάση για τις λύσεις μείωσης των εκπομπών και προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή. Η αποκατάσταση και η αύξηση της καταβόθρας άνθρακα στην ξηρά — η ικανότητα απορρόφησης CO₂ από το φυσικό μας περιβάλλον, όπως τα δέντρα— είναι κρίσιμης σημασίας για τους κλιματικούς μας στόχους (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2020).

2.9. Μελέτες περίπτωσης

Η αστική δασοκομία ορίζεται γενικά ως η τέχνη, η επιστήμη και η τεχνολογία της διαχείρισης δέντρων και δασικών πόρων εντός και γύρω από τα οικοσυστήματα της αστικής κοινότητας για τα φυσιολογικά, κοινωνιολογικά, οικονομικά και αισθητικά οφέλη που προσφέρουν στην κοινωνία τα δέντρα (Konijnendijk *et al.*, 2006).

Πόλεις ανά το παγκόσμιο ενσωματώνουν την αειφόρο ανάπτυξη στον σχεδιασμό τους, ενσωματώνοντας μέτρα για την αντιμετώπιση της παγκόσμιας οικολογικής κρίσης. Η προσβασιμότητα σε αστικούς χώρους πρασίνου θεωρείται το κλειδί για την πρόοδο της αστικής βιωσιμότητας, όχι μόνο στον περιβαλλοντικό τομέα, αλλά και στον οικονομικό και τον κοινωνικό (Du and Zhang, 2020). Οι χώροι πρασίνου και γενικά το πράσινο σε αστικά κέντρα αποτελούν απαραίτητες παραμέτρους για την ευημερία και καλή υγεία των ανθρώπων (Ryan, 2015).

Οι αστικοί χώροι πρασίνου παρέχουν πολιτιστικές υπηρεσίες οικοσυστημάτων και οι αστικές πολιτικές συνήθως στοχεύουν στην ενίσχυση αυτών των υπηρεσιών στοχεύοντας σε νέες επενδύσεις σε υποβαθμισμένες περιοχές. Η εφαρμογή πολιτικών αστικού πρασίνου είναι ένας τρόπος μείωσης των ανισοτήτων στην ευημερία, για παράδειγμα στοχεύοντας περιοχές όπου η αυξημένη πρόσβαση σε χώρους πρασίνου θα ωφελήσει πολίτες χαμηλού κοινωνικοοικονομικού επιπέδου (Liotta *et al.*, 2020).

Ο σχεδιασμός της αστικής πράσινης υποδομής (Urban green infrastructure) είναι ένας τρόπος ενσωμάτωσης του χώρου πρασίνου σε αστικοποιημένα περιβάλλοντα (Kumar *et al.*, 2019). Μπορεί να επιτευχθεί με την εφαρμογή πολιτικών διαδικασιών και προσεγγίσεων. Η εφαρμογή της αστικής πράσινης υποδομής μπορεί να προωθήσει, να διατηρήσει και να βελτιώσει την ποιότητα ζωής των ανθρώπων σε πόλεις οι οποίες είναι συμπαγείς και ανθεκτικές στο κλίμα. Η εφαρμογή της αστικής πράσινης υποδομής δεν έχει ενσωματωθεί απόλυτα στις Ευρωπαϊκές πόλεις. Επί του παρόντος, η διατήρηση των οικοτόπων αναδεικνύεται ως το κυρίαρχο καθήκον στο στρατηγικό αστικό σχεδιασμό, ενώ ταυτόχρονα απαιτείται μεγαλύτερη έμφαση στην αποκατάσταση και τη δημιουργία χώρων πρασίνου στο μέλλον. Ο στρατηγικός σχεδιασμός του χώρου πρασίνου στην Ευρώπη, με λίγες εξαιρέσεις, απαιτεί περαιτέρω ανάπτυξη για να θεωρηθεί αποτελεσματικά ως συμβατός με τον σχεδιασμό της αστικής πράσινης υποδομής (Davies and Laforteza, 2017).

Τις τελευταίες δεκαετίες, το συμπαγές μοντέλο πόλης (compact city approach) θεωρείται ένα ιδανικό μοντέλο οικιστικής ανάπτυξης το οποίο μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία μιας βιώσιμης πόλης. Το μοντέλο αυτό είναι βασισμένο στις αρχές του ευρωπαϊκού αστικού σχεδιασμού (Kyriakidis, 2019). Το συμπαγές μοντέλο πόλης έχει αποκτήσει παγκόσμιο αντίκτυπο στο σχεδιασμό της βιώσιμης ανάπτυξης, σε περιοχές με αυξανόμενο αστικό πληθυσμό. Μέσω της πυκνότητας και του συμπαγούς κτιρίου, η προσέγγιση αποσκοπεί στην αντιμετώπιση των αρνητικών επιπτώσεων της αστικής διάχυσης όσον αφορά την αναποτελεσματική χρήση της γης και τα περιβαλλοντικά προβλήματα που συνεπάγονται. Παρά τα πλεονεκτήματα του συγκεκριμένου μοντέλου, ο αστικός σχεδιασμός συχνά στερείται συγκεκριμένων προτάσεων για τη συντήρηση και τον σχεδιασμό του αστικού πρασίνου. Η απώλεια ιδιωτικού αστικού χώρου πρασίνου σπάνια φαίνεται να αντισταθμίζεται από τη δημιουργία περισσότερου δημόσιου χώρου πρασίνου (Haaland and van den Bosch, 2015).



Οι επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα των δασών που οφείλονται στο οδικό δίκτυο και η αλληλεπίδραση τους με τις πρακτικές διαχείρισης έχουν εξελίξει την εφαρμογή των βιώσιμων πρακτικών και το ενδιαφέρον των δασικών κοινοτήτων. Η βελτίωση του δασικού οδικού δικτύου και η ευκολότερη πρόσβαση σε χώρους μέσω μονοπατιών, αποτελούν αναπόσπαστα στοιχεία της διαχείρισης. Η παρουσία όμως του δασικού οδικού δικτύου και των μονοπατιών επιφέρουν αρνητικές επιπτώσεις στα τοπικά είδη πανίδας και χλωρίδας, ακόμη και στα πετρώματα. Η αλληλεπίδραση μεταξύ των επιπτώσεων που οφείλονται στο οδικό δίκτυο και των πρακτικών διαχείρισης υπογραμμίζει την ανάγκη υιοθέτησης πρακτικών για την διατήρηση των δασικών οικοσυστημάτων (Avon, Dumas and Bergès, 2013). Η βιώσιμη διαχείριση των δασικών πόρων μπορεί να επιτευχθεί μόνο μέσω ενός καλά οργανωμένου οδικού δικτύου σχεδιασμένου με τον βέλτιστο χωροταξικό σχεδιασμό και τις ελάχιστες περιβαλλοντικές επιπτώσεις (Tampekis *et al.*, 2015).

Ο κυριότερος παράγοντας επηρεασμού της βιοποικιλότητας από το οδικό δίκτυο είναι η απόσταση. Συγκεκριμένα, η μέγιστη επίδραση στη βιοποικιλότητα παρατηρείται σε απόσταση 0 – 20 μέτρων, ενώ η απόσταση κατωφλίου είναι τα 200 μέτρα (Marcantonio *et al.*, 2013). Ως εκ τούτου, στη συγκεκριμένη περίπτωση που ο προτεινόμενος δρόμος διαπερνά το Εθνικό Δασικό Πάρκο Αθαλάσσας, θα επηρεάσει άμεσα τη βιοποικιλότητα του.

Οι δρόμοι οι οποίοι διαπερνούν μέσω προστατευόμενων περιοχών επιφέρουν αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Στη δυτική Τανζανία, τα σχέδια αναβάθμισης ενός δρόμου που συνδέει τις πρωτεύουσες των περιφερειών έχουν διακοπεί υπέρ της διατήρησης της ιερότητας της προστατευόμενης περιοχής. Παρά τα εμπειρικά στοιχεία που υποδηλώνουν ότι η αναβάθμιση θα μπορούσε να βλάψει τα δέντρα, να αυξήσει την κυκλοφορία, να επηρεάσει αρνητικά τα θηλαστικά και να οδηγήσει στην αύξηση της παραγωγής αποβλήτων, η απόφαση να μην αναβαθμιστεί πιθανότατα λήφθηκε για περιβαλλοντικούς και κοινωνικοπολιτικούς λόγους, και όχι για την εξέταση οικολογικών δεδομένων από μόνη της. Αυτό υποδηλώνει ότι η συνεργασία μεταξύ των επιστημών και των πολιτικών είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη βιώσιμων αστικών κέντρων (Caro, 2015).

Η δημιουργία ζωνών προστασίας (buffer zone) γύρω από προστατευόμενες περιοχές έχει προταθεί ως τρόπος συνδιαλλαγής της αποτελεσματικής προστασίας της βιοποικιλότητας από τον άνθρωπο. Η χρήση της προστατευτικής ζώνης είναι μία αποτελεσματική στρατηγική για τη διαχείριση των προστατευόμενων περιοχών και απαιτεί τη συνεργία μεταξύ των διαχειριστών των προστατευόμενων περιοχών και των τοπικών αρχών που λαμβάνουν αποφάσεις σχετικά με το σχεδιασμό της χρήσης γης. Διαφορετικά, η δημιουργία της ζώνης προστασίας κινδυνεύει να είναι μόνο μια συμβολική δράση, χωρίς πρακτικές επιπτώσεις στη διατήρηση της βιοποικιλότητας εντός της προστατευόμενης περιοχής (Aparecida *et al.*, 2018).

3. ΠΕΡΙΟΧΗ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΔΡΟΜΟΥ

3.1. Χαρακτηριστικά Περιοχής

Ο προτεινόμενος δρόμος βρίσκεται εντός των διοικητικών ορίων του Δήμου Αγλαντζιάς της Επαρχίας Λευκωσίας. Ο προτεινόμενος δρόμος θα εξυπηρετεί κυρίως τους πολίτες που θα επισκέπτονται τους Δήμους Αγλαντζιάς, Λατσιών, Στροβόλου και Γερίου. Η περιοχή μελέτης είναι ανεπτυγμένη, καθώς διαθέτει διαφόρων ειδών υπηρεσίες, εμπορικές αναπτύξεις και ακαδημαϊκά κέντρα, συμπεριλαμβανομένου του Πανεπιστημίου Κύπρου και του Ινστιτούτου Κύπρου. Οι τοπικές αναπτύξεις και το κύριο τοπικό οδικό δίκτυο παρουσιάζονται στην Εικόνα 5.



Εικόνα 5: Υφιστάμενες αναπτύξεις στην περιοχή μελέτης (Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως, 2020)

Στο Παράρτημα II παρουσιάζεται η χωροθέτηση του προτεινόμενου δρόμου (Αγλαντζιάς, 2020).

Ο προτεινόμενος δρόμος συμπεριλαμβάνεται στο Τοπικό Σχέδιο Λευκωσίας 2018 (Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως, 2018). Στην Εικόνα 6 παρουσιάζεται η χωροθέτηση του προτεινόμενου δρόμου στο Τοπικό Σχέδιο Λευκωσίας 2018 και οι υφιστάμενες χρήσεις γης στην ευρύτερη περιοχή.

3.2. Κυκλοφοριακός φόρτος

Στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης έχουν συλλεχθεί δεδομένα για τον κυκλοφοριακό φόρτο της περιοχής μελέτης από την Στατιστική Υπηρεσία Κύπρου, το Τμήμα Δημοσίων Έργων και το Εργαστήριο Συγκοινωνιακής Μηχανικής του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Κύπρου.

Αρχικά, δεδομένα για τα αδειούχα οχήματα που υπάρχουν στη Λευκωσία και την Κύπρο έχουν συλλεχθεί από την Στατιστική Υπηρεσία Κύπρου. Τα δεδομένα αυτά έχουν επεξεργαστεί, έτσι ώστε να εκτιμηθεί το ποσοστό που αναλογεί των ελαφριού τύπου οχήματα και των βαρέων οχημάτων στον συνολικό κυκλοφοριακό φόρτο. Στο Παράρτημα III παρουσιάζονται δεδομένα που αφορούν τον αριθμό των αδειούχων οχημάτων (επιβατικά, λεωφορεία, φορτηγά, μοτοσυκλέτες, ελκυστήρες, κ.ά.) για τη χρονική περίοδο 1990 – 2018 (Statistical Service of Cyprus, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2018, 2019, 2020; Στατιστική Υπηρεσία Κύπρου, 2021). Σημαντική παρατήρηση σύμφωνα με τα δεδομένα αυτά, είναι ότι η αγορά ηλεκτρικών και υβριδικών οχημάτων έχει αυξητική τάση.

Σύμφωνα με την Προκαταρκτική Έκθεση Επιπτώσεων στο Περιβάλλον (ΠΕΕΠ) που κατατέθηκε στο Τμήμα Περιβάλλοντος το 2009, ο εκτιμώμενος αριθμός των διερχόμενων οχημάτων στον προτεινόμενο δρόμο είναι 10,000 οχήματα ημερησίως (Περιβάλλοντος, 2009). Το Τμήμα Δημοσίων Έργων πραγματοποίησε την επικαιροποίηση του αριθμού των οχημάτων τα οποία θα διέρχονται μέσα από τον προτεινόμενο δρόμο. Σύμφωνα με το Αρμόδιο Τμήμα, ο επικαιροποιημένος αριθμός οχημάτων που θα διέρχονται στον προτεινόμενο δρόμο είναι 6,500 οχήματα ημερησίως.

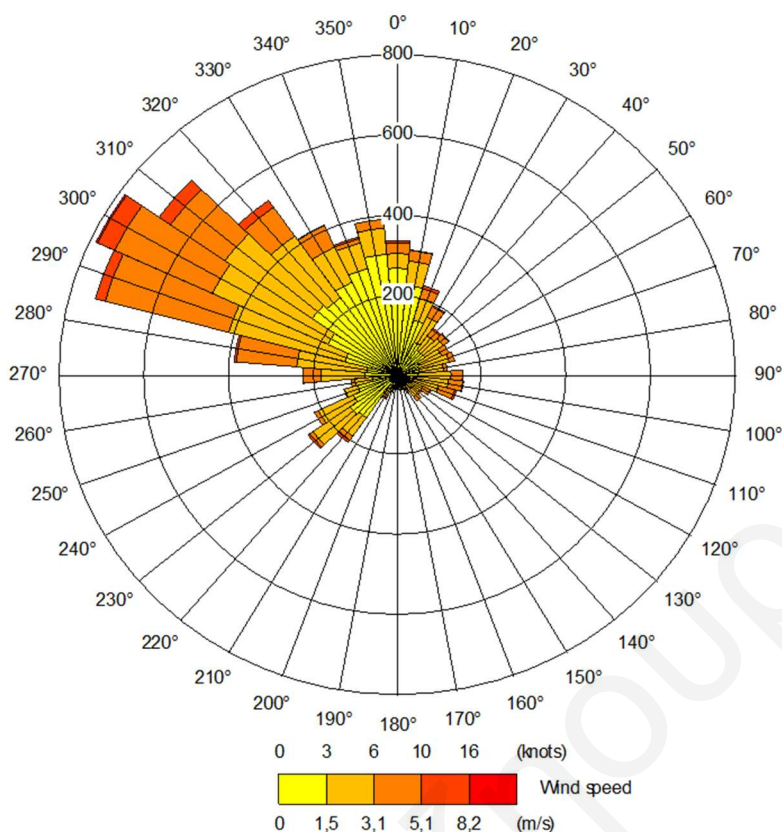
Από το Τμήμα Δημοσίων Έργων έχουν ζητηθεί κυκλοφοριακά δεδομένα για το οδικό δίκτυο πλησίον του προτεινόμενου δρόμου. Συγκεκριμένα, για την οδό Φυταρίου, τη Λεωφόρο Λεμεσού, Λεωφόρο Αθαλάσσας, Λεωφόρο Ακαδημίας, τον Αυτοκινητόδρομο Λευκωσίας – Λεμεσού (Α1) και τον παλιό δρόμο Λευκωσίας – Λεμεσού (Β1). Τα δεδομένα που δόθηκαν αφορούν την περίοδο Σεπτέμβριος – Οκτώβριος 2020 και παρουσιάζονται στο Παράρτημα IV.

3.3. Μετεωρολογικές συνθήκες

Τα δεδομένα για τις μετεωρολογικές συνθήκες στην περιοχή μελέτης συλλέχθηκαν από τον σταθμό ΑΥΡΑ του Εργαστηρίου – Νησίδα Αριστείας Περιβαλλοντικής Ρευστομηχανικής, του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Κύπρου και αφορούν το ημερολογιακό έτος 2019. Ο σταθμός ΑΥΡΑ βρίσκεται στην Πανεπιστημιούπολη του Πανεπιστημίου Κύπρου, και συγκεκριμένα σε απόσταση 3.17 km από τη χωροθέτηση του προτεινόμενου δρόμου.

Τα μετεωρολογικά δεδομένα περιλαμβάνουν πληροφορίες σχετικά με την ταχύτητα και κατεύθυνση του ανέμου, τη σχετική υγρασία, τη βαρομετρική πίεση, την τυπική απόκλιση, τη θερμοκρασία, τη βροχόπτωση και την ηλιακή ακτινοβολία.

Σύμφωνα με την Εικόνα 7, όπου παρουσιάζεται το ροδόγραμμα της περιοχής για το έτος 2019, η επικρατέστερη κατεύθυνση του ανέμου στην περιοχή είναι βορειοδυτική με ταχύτητα 1.5 – 3.1 m/s .



Εικόνα 6: Ετήσιο ροδόγραμμα, 2019

3.4. Νομοθεσία για την Ποιότητα του Ατμοσφαιρικού Αέρα

Η εθνική νομοθεσία εναρμονίζεται με τις Οδηγίες 2004/107/ΕΚ, 2008/50/ΕΚ και 2015/1480/ΕΕ σχετικά με θέματα ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα και η παρακολούθηση πραγματοποιείται σύμφωνα με τους περί της Ποιότητας του Ατμοσφαιρικού Αέρα Νόμους του 2010 έως 2020 (Ν. 77(I)/2010, Ν. 3(I)/2017 και Ν. 20(I)/2020) μαζί με τους Κανονισμούς Κ.Δ.Π. 111/2007, Κ.Δ.Π. 327/2010, Κ.Δ.Π. 37/2017, Κ.Δ.Π. 38/2017.

Σύμφωνα με την Οδηγία 2008/50 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 21^{ης} Μαΐου 2008 για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα και καθαρότερο αέρα για την Ευρώπη, η ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα πρέπει να παρακολουθείται. Η παρακολούθηση πραγματοποιείται από την Αρμόδια Αρχή, το ΚΠΑΣΣ του ΤΕΕ.

Στην εθνική νομοθεσία καθορίζονται οριακές τιμές συγκέντρωσης αέριων ρύπων με στόχο την πρόληψη, την αποφυγή και τον περιορισμό των δυσμενών επιπτώσεων στην ανθρώπινη υγεία και στο περιβάλλον. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι οριακές τιμές συγκέντρωσης ορισμένων αέριων ρύπων (αυτών που εξετάζονται στην παρούσα μελέτη) και ο ετήσιος επιτρεπόμενος αριθμός υπερβάσεων όπως καθορίζονται από την σχετική νομοθεσία.

Πίνακας 1: Οριακή τιμή συγκέντρωσης, σύμφωνα με τη σχετική εθνική νομοθεσία

Ρύπος	Περίοδος μέσου χρόνου	Οριακή τιμή συγκέντρωσης (μg/m ³)	Ετήσιος επιτρεπόμενος αριθμός υπερβάσεων
Αιωρούμενα σωματίδια PM ₁₀	24 ώρες	50	35
	1 ημερολογιακό έτος	40	/
Διοξείδιο του αζώτου (NO ₂)	1 ώρα	200	18
	1 ημερολογιακό έτος	40	/
Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)	Μέγιστος ημερήσιος μέσος όρος 8-ώρου	10,000	/
Βενζόλιο	1 ημερολογιακό έτος	5	/

3.5. Υφιστάμενη κατάσταση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα

Ο ΚΠΑΣΣ ασχολείται με την παρακολούθηση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα στην Κύπρο. Η παρακολούθηση πραγματοποιείται σύμφωνα με την εθνική νομοθεσία Ν77(Ι)/2010, ο περί της Ποιότητας του Ατμοσφαιρικού Αέρα Νόμων του 2010 έως 2020.

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζεται η μέση ετήσια συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων 10 και του διοξειδίου του αζώτου (NO₂) όπως καταγράφηκε από το σταθμό ΑΥΡΑ του Πανεπιστημίου Κύπρου το έτος 2019.

Πίνακας 2: Συγκέντρωση αέριων ρύπων στο σταθμό ΑΥΡΑ για το έτος 2019

Ρύπος	Περίοδος μέσου χρόνου	Οριακή τιμή συγκέντρωσης (μg/m ³)	Μέση Ετήσια Συγκέντρωση (μg/m ³)
Αιωρούμενα σωματίδια PM ₁₀	1 ημερολογιακό έτος	40	29.14
Διοξείδιο του αζώτου (NO ₂)	1 ημερολογιακό έτος	40	7.06

Δεν υπάρχουν καταγραφές του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) και το βενζολίου (C₆H₆) για το έτος 2019 από το σταθμό ΑΥΡΑ λόγω εμφάνισης προβλήματος του οργάνου το οποίο βρισκόταν σε συντήρηση. Επομένως, η συγκέντρωση του CO και του C₆H₆ για την περιοχή παρουσιάζεται στον Πίνακα 3 όπως καταγράφηκε από τον κυκλοφοριακό σταθμό παρακολούθησης Λευκωσίας το έτος 2019.

Πίνακας 3: Συγκέντρωση αέριων ρύπων στον κυκλοφοριακό σταθμό Λευκωσίας για το έτος 2019

Ρύπος	Περίοδος μέσου χρόνου	Οριακή τιμή συγκέντρωσης (μg/m ³)	Μέση Ετήσια Συγκέντρωση (μg/m ³)
Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)	Μέγιστος ημερήσιος μέσος όρος 8-ώρου	10,000	~ 1,000
Βενζόλιο (C ₆ H ₆)	1 ημερολογιακό έτος	5	0,9

Όπως παρουσιάζεται στους Πίνακες 2 και 3, δεν παρατηρήθηκε υπέρβαση της οριακής τιμής της συγκέντρωσης των ρύπων στην ατμόσφαιρα το έτος 2019.



3.6. Εθνικό Δασικό Πάρκο Αθαλάσσας/Ακαδημίας

Το Δάσος Αθαλάσσας έχει συνολική έκταση 3 εκταρίων και κηρύχθηκε σε Εθνικό Δασικό Πάρκο το 1940 (Τμήμα Δασών, 2008). Βρίσκεται στα νοτιοανατολικά της Λευκωσίας και εμπίπτει στο νότιο τμήμα του Δήμου Αγλαντζιάς, το βορειοανατολικό τμήμα του Δήμου Λατσιών και στο βορειοδυτικό τμήμα του Δήμου Γερίου.

Το Πάρκο λειτουργεί ως πνεύμονας της Λευκωσίας. Επίσης, προσφέρει υπαίθρια αναψυχή, αισθητική του τοπίου, χώρο για υπαίθρια σωματική άσκηση και περιβαλλοντική εκπαίδευση. Το πάρκο αποκτά μία ολοένα αυξανόμενη σημασία για την Πρωτεύουσα, κυρίως λόγω της γεωγραφικής του θέσης που το καθιστά εύκολα προσιτό στους πολίτες. Το Εθνικό Δασικό Πάρκο Αθαλάσσας αποτελεί τον μεγαλύτερο σε έκταση ελεύθερο χώρο αστικού πρασίνου της Κύπρου (Στυλιανού, 2009).

Η περιοχή θεωρείται μία από τις πιο αναπτυγμένες της Λευκωσίας. Η εξέλιξη της περιοχής έχει οδηγήσει στην έκδοση άδειας ανάπτυξης εντός του Εθνικού Δασικού εμπορικού κέντρου και του Γενικού Νοσοκομείου Λευκωσίας. Για την ανάπτυξη τους μειώθηκε η δασική έκταση του Εθνικού Δασικού Αθαλάσσας.

Το Εθνικό Δασικό Πάρκο Αθαλάσσας, ως ο σημαντικότερος αστικός χώρος πρασίνου στη Λευκωσία, χρήζει προσεκτικής διαχείρισης για τη διατήρηση του χώρου και αειφόρο ανάπτυξη του λαμβάνοντας υπόψη και τους τρεις πυλώνες της οικονομίας, της κοινωνίας και του περιβάλλοντος. Εντός του πάρκου, φιλοξενούνται πάνω από 300 δενδρώδη, θαμνώδη και ποώδη φυτικά είδη (κυρίως ξενικά), ενώ υπάρχουν και 10 ενδημικά ποώδη και θαμνώδη είδη, καθώς και 11 σπάνια. Όσον αφορά την πανίδα του Δάσους, φιλοξενούνται 173 είδη πουλιών, 27 είδη πεταλούδων, 7 είδη θηλαστικών, 6 είδη ερπετών και ένα αμφίβιο (Στυλιανού, 2009).

4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η μελέτη της συνεισφοράς του προτεινόμενου δρόμου στο Εθνικό Δασικό Πάρκο Αθαλάσσας στην επιβάρυνση της ατμόσφαιρας βασίστηκε σε δεδομένα τα οποία συλλέχθηκαν από υπηρεσίες της Κυπριακής Δημοκρατίας, όπως η Στατιστική Υπηρεσία Κύπρου, το Τμήμα Περιβάλλοντος, το Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως, το Τμήμα Οδικών Μεταφορών, το Εργαστήριο - Νησίδα Περιβαλλοντικής Ρευστομηχανικής του Πανεπιστημίου Κύπρου και το Εργαστήριο Συγκοινωνιακής Μηχανικής του Πανεπιστημίου Κύπρου.

4.1. Μοντέλα Εκπομπής και Διασποράς Αέριων Ρύπων

4.1.1. Εισαγωγή στην εκπομπή αέριων ρύπων

Η εκπομπή των αέριων ρύπων πραγματοποιείται από τα ακόλουθα είδη πηγών:

- i. Σημειακή πηγή
- ii. Γραμμική πηγή (π.χ. δρόμος)
- iii. Επιφανειακή πηγή
- iv. Χωρική πηγή

Η εκπομπή των αέριων ρύπων επηρεάζεται από τα ακόλουθα χαρακτηριστικά των πηγών:

- i. Γεωμετρικά χαρακτηριστικά (μήκος, πλάτος και ύψος)
- ii. Άλλα χαρακτηριστικά (π.χ. έτος κατασκευής οχήματος, ταχύτητα κίνησης)
- iii. Τοπογραφία της περιοχής (ανάγλυφο του εδάφους)

4.1.2. Εισαγωγή στη διασπορά αέριων ρύπων

Η διασπορά των αέριων ρύπων εξαρτάται από τις ακόλουθες παραμέτρους:

- i. το είδος της πηγής (σημειακή, γραμμική, χωρική, επιφανειακή)
- ii. η ένταση της πηγής (ρυθμός εκπομπής)
- iii. ο χρόνος εκπομπής
- iv. τα μετεωρολογικά δεδομένα και συνθήκες ευστάθειας της ατμόσφαιρας στη περιοχή (κατεύθυνση και ταχύτητα ανέμου)
- v. το ανάγλυφο του εδάφους (τοπογραφία)
- vi. χημικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα την ατμόσφαιρα

Για τον υπολογισμό της εκπομπής και διασποράς των αέριων ρύπων από τη χρήση του οδικού δικτύου χρησιμοποιούνται μοντέλα. Ατμοσφαιρικό μοντέλο διασποράς είναι ένα σύστημα εξισώσεων το οποίο χρησιμοποιείται για να περιγράψει τις φυσικές ή/ και τις χημικές διεργασίες που συμβαίνουν στην ατμόσφαιρα. Στόχος του μοντέλου είναι η μαθηματική περιγραφή της χωρικής και χρονικής κατανομής των αέριων ρύπων στην ατμόσφαιρα (Μπάης, 2021).

Οι μέθοδοι μοντελοποίησης της διασποράς ρύπων στην ατμόσφαιρα μπορούν να καταταγούν σε τέσσερις γενικές κατηγορίες: (i) γκαουσιανά, (ii) αριθμητικά, (iii) φυσικά και (iv) στατιστικά (ή εμπειρικά) μοντέλα (Μπάης, 2021). Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε γκαουσιανό μοντέλο και συνεχείς γραμμικές πηγές (πηγή δρόμου) σε μια περιοχή χωρίς ιδιαίτερα χαρακτηριστικά ανάγλυφου. Το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στη διασπορά των ρύπων στην ατμόσφαιρα σε ύψος 1.5 μέτρων και σε ειδικές περιπτώσεις στο έδαφος.

Τα γκαουσιανά μοντέλα (ή μοντέλα θυσάνου του Gauss) είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη προσέγγιση για τον υπολογισμό της διασποράς αδρανών αλλά και χημικά αντιδρώντων ρύπων, ιδιαίτερα για ρυθμιστικούς σκοπούς. Το κύριο πλεονέκτημα αυτής της κατηγορίας μοντέλων είναι η απλότητα στη χρήση και οι περιορισμένες απαιτήσεις σε στοιχεία εισαγωγής. Το κύριο μειονέκτημα των μοντέλων διασποράς ρύπων είναι η πολυπλοκότητα. Η ακρίβεια των αποτελεσμάτων ενός μοντέλου είναι συνάρτηση της πολυπλοκότητάς του. Ωστόσο, όσο αυξάνεται η πολυπλοκότητα ενός μοντέλου αυξάνονται αντίστοιχα και οι απαιτήσεις σε υπολογιστική δύναμη, στοιχεία εισαγωγής και εμπειρία του χρήστη. Η αύξηση των παραμέτρων του μοντέλου (σαν μέτρο της πολυπλοκότητάς του)

δεν οδηγεί πάντοτε σε μείωση της αβεβαιότητας των αποτελεσμάτων. Αντίθετα, υπάρχει ένα βέλτιστο επίπεδο πολυπλοκότητας, πέραν του οποίου η αύξηση των παραμέτρων οδηγεί σε αύξηση της αβεβαιότητας των υπολογισμών. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η αύξηση των παραμέτρων του μοντέλου αυξάνει τις απαιτήσεις σε δεδομένα εισαγωγής τα οποία εισάγουν μια πρόσθετη αβεβαιότητα (Μπάης, 2021).

Ο υπολογισμός της ατμοσφαιρικής διασποράς μπορεί να γίνει κατά βάση με δύο διαφορετικές προσεγγίσεις, κατά Euler και κατά Lagrange. Το μοντέλο ADMS – Urban χρησιμοποιεί την κατά Lagrange προσέγγιση, η οποία βασίζεται στην παραδοχή ότι κάποιες δυναμικές ή φυσικές ποσότητες δεν αναφέρονται κατά ανάγκη σε ακίνητα σημεία στο χώρο, αλλά σε κάποια αναγνωρίσιμα τμήματα ύλης. Κατά συνέπεια, παρακολουθείται η ιστορία διακριτών στοιχείων της ροής, δηλαδή το ενδιαφέρον εστιάζεται σε μια συγκεκριμένη μάζα του ρευστού η οποία κινείται με τον άνεμο (Μπάης, 2021).

Τα γκαουσιανά μοντέλα βασίζονται στην υπόθεση ότι η συγκέντρωση των ρύπων μέσα στον θύσανο ακολουθεί την κανονική κατανομή. Όλες οι μεταβλητές της ροής ορίζονται για το συγκεκριμένο στοιχείο του αέρα «πακέτο αέρα» και εκφράζονται σαν συνάρτηση του χρόνου. Τα πακέτα αέρα μετακινούνται με τον άνεμο έτσι ώστε να μην υπάρχει ανταλλαγή μάζας κάθε πακέτου με τον περιβάλλοντα αέρα (εκτός από εκπομπές ρύπων). Το πακέτο αέρα μετακινείται συνεχώς έτσι ώστε το μοντέλο να προσομοιώνει την συγκέντρωση ρύπων σε διαφορετικά σημεία στο χώρο και σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Η διασπορά των αέριων ρύπων και με τις δύο προσεγγίσεις, διέπεται από τις αρχές της θερμοδυναμικής, αρχή διατήρησης της μάζας και την εξίσωση της ορμής (Μπάης, 2021).

Τα μοντέλα γκαουσιανού πλουμίου, χρησιμοποιούν τη λύση της μερικής διαφορικής εξίσωσης μεταφοράς που μπορεί να λυθεί με διάφορες αριθμητικές μεθόδους. Υποθέτοντας μια ομοιογενή ροή σταθερής κατάστασης και μια σημειακή πηγή σταθερής κατάστασης στο $(0, 0, h)$, μπορεί να ενσωματωθεί αναλυτικά στην εξίσωση και να έχει ως αποτέλεσμα την κατανομή πλουμίου Gauss:

$$\hat{c}(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z u} \exp\left(\frac{-y^2}{2\sigma_y^2}\right) \left(\exp\left(\frac{-(z-h)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \left(\exp\left(\frac{-(z+h)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right) \right) \text{(Leelossy et al., 2014)}$$

Όπου,

\hat{c} είναι η μέση χρονική συγκέντρωση σε ένα δεδομένο σημείο,

Q είναι ο όρος πηγής,

x είναι ο κατάντι άνεμος,

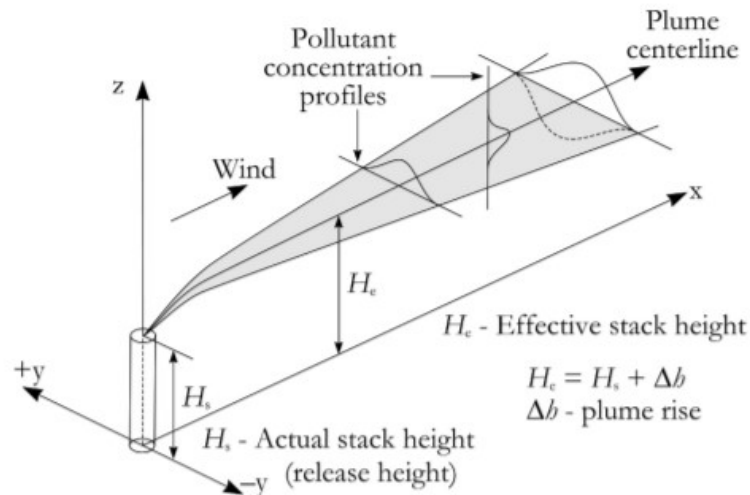
y είναι ο ανάντι άνεμος,

z είναι η κατακόρυφη διεύθυνση του ανέμου,

u είναι η μέση χρονική ταχύτητα του ανέμου στο ύψος h

Οι τυπικές αποκλίσεις σ_y και σ_z περιγράφουν τον πλευρικό άνεμο και την κατακόρυφη ανάμειξη του ρύπου.

Η πιο πάνω εξίσωση περιγράφει τη διαδικασία ανάμειξης που έχει ως αποτέλεσμα την κατανομή συγκέντρωσης Gauss τόσο στη κατεύθυνση κίνησης του ανέμου όσο και σε κατακόρυφες κατευθύνσεις, με κέντρο στη γραμμή προς τα κάτω από την πηγή όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 7. Ο τελευταίος όρος της εξίσωσης εκφράζει μια συνολική αντανάκλαση από το έδαφος (Leelossy et al., 2014).



Εικόνα 7: Σχηματική εικόνα ενός πλούμιου Gauss (Leelossy *et al.*, 2014)

Τα μοντέλα Gauss έχουν εξαιρετικά γρήγορο χρόνο απόκρισης, επειδή υπολογίζουν μόνο έναν τύπο (σύμφωνα με την πιο πάνω εξίσωση) για κάθε σημείο υποδοχέα – αποδέκτη αντί να λύνουν διαφορικές εξισώσεις. Αυτός ο υπολογισμός είναι σχεδόν άμεσος ακόμη και σε κοινούς υπολογιστές, ωστόσο, η προεπεξεργασία μετεωρολογικών δεδομένων και οι εξελιγμένες παραμετροποιήσεις αναταράξεων μπορούν να αυξήσουν το χρόνο υπολογισμού. Τα γκαουσιανά μοντέλα εφαρμόζονται ευρέως σε λογισμικό υποστήριξης αποφάσεων όπου η εύκολη ρύθμιση του μοντέλου και ο γρήγορος χρόνος απόκρισης είναι βασική προτεραιότητα.

Τα γκαουσιανά μοντέλα παρέχουν φτωχά αποτελέσματα σε καταστάσεις με χαμηλές ταχύτητες ανέμου, όπου η τρισδιάστατη διάχυση είναι σημαντική. Δυστυχώς, αυτές οι καταστάσεις έχουν αποδειχθεί ότι είναι οι πιο επικίνδυνες σε προβλήματα ατμοσφαιρικής διασποράς σε πραγματικές συνθήκες καθώς συχνά συνδέονται με μια σταθερά στρωματοποιημένη ατμόσφαιρα ή με αναστροφές χαμηλού επιπέδου. Εμπνευσμένα από την ταχέως αυξανόμενη υπολογιστική ικανότητα και τα σοβαρά περιβαλλοντικά περιστατικά, τα γκαουσιανά μοντέλα αναπτύχθηκαν για να αυξήσουν την ακρίβειά τους και να λάβουν υπόψη ορισμένες από τις φυσικές διεργασίες που δεν αντιπροσωπεύονται (Leelossy *et al.*, 2014).

Για την εκτίμηση της εκπομπής των αέριων ρύπων από την κυκλοφορία των οχημάτων χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο EMIT. Για την εκτίμηση της διασποράς των αέριων ρύπων χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο ADMS – Urban. Σε αυτή την Ενότητα περιγράφεται ο τρόπος με τον οποίο χρησιμοποιήθηκαν τα μοντέλα εκπομπής και διασποράς αέριων ρύπων και τα δεδομένα που χρειάστηκαν για τη μελέτη.

4.1.3. EMIT

Το μοντέλο EMIT είναι ένα εργαλείο βάσης δεδομένων για την αξιολόγηση της εκπομπής αέριων ρύπων από διάφορου τύπου πηγές. Μπορεί να παρέχει δεδομένα για πηγές, όπως μεγάλους δρόμους, σιδηροδρομικές γραμμές, αλλά και βιομηχανικές πηγές (CERC, 2015).

Το EMIT διατηρεί στο αρχείο του δεδομένα εκπομπής αέριων ρύπων που έχουν εισαχθεί απευθείας από το χρήστη ή αλλιώς υπολογίζει τις εκπομπές σύμφωνα με τη δραστηριότητα της πηγής (π.χ. σύμφωνα με τη ροή οχημάτων κυκλοφορίας, την ταχύτητα και το μήκος του δρόμου) χρησιμοποιώντας επικαιροποιημένους συντελεστές εκπομπής (CERC, 2015).

Το EMIT μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μελέτη ατμοσφαιρικής ρύπανσης από την εκπομπή ρύπων όπως των οξειδίων του αζώτου (NO_x), του διοξειδίου του αζώτου (NO_2), του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) και αιωρούμενων σωματιδίων (PM_{10} και $\text{PM}_{2.5}$). Στη συνέχεια, τα αποτελέσματα από το EMIT μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δεδομένα εισόδου στο μοντέλο διασποράς αέριων ρύπων ADMS-Urban (CERC, 2015).

Οι τυπικές εφαρμογές του EMIT αναφέρονται ακολούθως (CERC, 2021b):

- Υπολογισμός εκπομπής αέριων ρύπων σε μεγάλες αστικές περιοχές για τη μοντελοποίηση διασποράς αέριων ρύπων στο μοντέλο ADMS-Urban.
- Καταμερισμός της πηγής μέσω της ποσοτικοποίησης της συνεισφοράς συγκεκριμένων οχημάτων (π.χ. αυτοκινήτων που χρησιμοποιούν ντίζελ ως καύσιμο) στην εκπομπή αέριων ρύπων.
- Πρόβλεψη του αντίκτυπου των ζωνών καθαρού αέρα και των ζωνών χαμηλών εκπομπών από την εκπομπή τοξικών ρύπων και αερίων του θερμοκηπίου.
- Δημιουργία απογραφής εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Η βάση δεδομένων του EMIT περιλαμβάνει 13 σειρές συντελεστών εκπομπής οδικής κυκλοφορίας. Αυτοί οι συντελεστές εκπομπής αποτελούνται από:

- Δεδομένα συντελεστών εκπομπής για PM₁₀, PM_{2.5}, VOC, NO_x, NO₂ από το μοντέλο COPERT τα οποία αποτελούν μέρος του UK National Atmospheric Emissions Inventory (NAEI, 2014).
- Συντελεστές εκπομπής για άλλους ρύπους κυκλοφορίας, διαφορετικούς από τους προαναφερόμενους, οι οποίοι κυκλοφόρησαν από το Τμήμα Μεταφορών του Ηνωμένου Βασιλείου τον Ιούνιο του 2009 (Transport, 2009).
- Δεδομένα στόλου από το τελευταίο UK National Atmospheric Emissions Inventory (NAEI, 2014).

Στη περίπτωση που μελετάται η ατμοσφαιρική ρύπανση από την κυκλοφορία οχημάτων, το EMIT προσφέρει τη δυνατότητα ομαδοποίησης των οχημάτων βάσει των χαρακτηριστικών τους που εισάγονται, όπως είναι ο τύπος (ελαφρύ/ βαρύ) και η χρονολογία παραγωγής του. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την κατηγοριοποίηση των εκπομπών από τις πηγές (CERC, 2015).

4.1.4. ADMS – Urban

Το γκαουσιανό μοντέλο διασποράς αέριων ρύπων ADMS-Urban χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση και την πρόβλεψη της ποιότητας του αστικού αέρα λαμβάνοντας υπόψη ένα πλήρες φάσμα τύπων πηγών εκπομπής αέριων ρύπων, συμπεριλαμβανομένων της οδικής κυκλοφορίας και βιομηχανικών πηγών (σημειακών, γραμμικών, επιφανειακών και χωρικών) (Potoglou and Kanaroglou, 2005).

Το ADMS-Urban είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα μοντελοποίησης της διασποράς ρύπων στην ατμόσφαιρα σε μεγάλες αστικές περιοχές, πόλεις και κωμοπόλεις. Είναι ανεπτυγμένο σύμφωνα με τα τελευταία επιστημονικά ευρήματα, προσφέρει τη δυνατότητα μοντελοποίησης κάθε πιθανής πηγής που μπορεί να παρατηρηθεί σε ένα αστικό περιβάλλον, λαμβάνει υπόψη του την περίπλοκη αστική μορφολογία, συμπεριλαμβανομένων των φαραγγιών που δημιουργούνται από τους δρόμους, και παρέχει αποτελέσματα από κλίμακα δρόμου έως και αστική κλίμακα και με τη χρήση του περιφερειακού συνδέσμου του μοντέλου, σε ακόμη μεγαλύτερες κλίμακες (CERC, 2021a).

Έχει σχεδιαστεί για να επιτρέπει την εξέταση της διασποράς, η οποία κυμαίνεται από τα πιο απλά σενάρια (π.χ. μία μεμονωμένη πηγή σημείου ή έναν μόνο δρόμο) έως τα πιο περίπλοκα αστικά σενάρια (π.χ. πολλαπλές εκπομπές βιομηχανικής, οικιακής και οδικής κυκλοφορίας σε μεγάλη αστική περιοχή) (CERC, 2020).

Οι τυπικές εφαρμογές του ADMS-Urban είναι (CERC, 2021a):

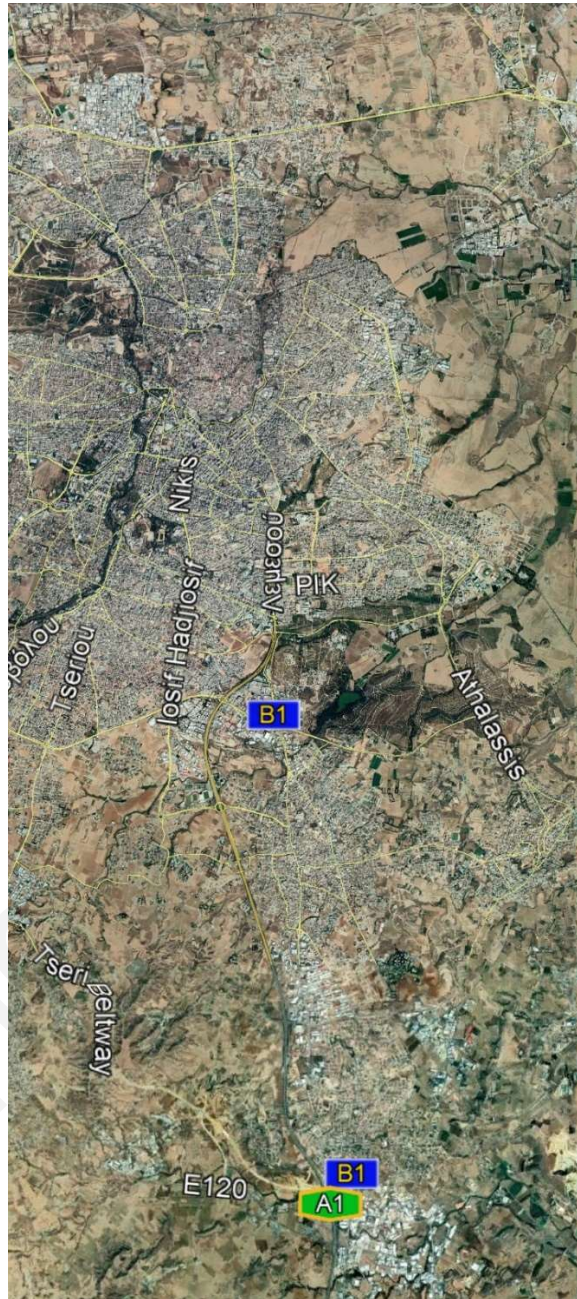
- Η αξιολόγηση της συμμόρφωσης με τη σχετική οδηγία της ΕΕ για την ποιότητα του αέρα.
- Η διερεύνηση των επιλογών διαχείρισης της ποιότητας του αέρα για ένα ευρύ φάσμα τύπων πηγών, συμπεριλαμβανομένων των μέσων μεταφοράς.
- Η εκπόνηση μελετών έκθεσης στην ατμοσφαιρική ρύπανση.
- Η αξιολόγηση της ποιότητας του αέρα και των επιπτώσεων στην υγεία.
- Η παροχή λεπτομερών προβλέψεων για την ποιότητα του αέρα σε κλίμακα δρόμου.

Το ADMS-Urban μπορεί να συνδεθεί με άλλα πακέτα λογισμικών, όπως το Surfer, το οποίο είναι ένα λογισμικό που προσφέρει εύκολη και αποτελεσματική εμφάνιση των αποτελεσμάτων και το λογισμικό ArcGIS και MapInfo GIS, για εύκολη εισαγωγή δεδομένων και εμφάνιση αποτελεσμάτων (CERC, 2020). Στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης έχει χρησιμοποιηθεί το ArcGIS για την εισαγωγή του οδικού δικτύου ως γραμμική πηγή στο ADMS-Urban και το Surfer για την εμφάνιση των αποτελεσμάτων των εκδοχών πραγματικής περίπτωσης.

4.2. Ανάλυση ευαισθησίας

4.2.1. Περιοχή μελέτης

Η περιοχή μελέτης όπου μελετήθηκε η διασπορά των αέριων ρύπων από τη χρήση του προτεινόμενου δρόμου στο πλαίσιο της ανάλυσης ευαισθησίας παρουσιάζεται στην Εικόνα 8. Η περιοχή μελέτης αποτελεί πλέγμα αποδεκτών (grid) με πυκνότητα 100 x 100 μέτρων.



Εικόνα 8: Περιοχή μελέτης, ανάλυση ευαισθησίας

Στον Πίνακα 4 παρουσιάζονται οι συντεταγμένες του πλέγματος αποδεκτών που μελετήθηκε, το οποίο αντιστοιχεί στην Εικόνα 7.

Πίνακας 4: Συντεταγμένες περιοχής μελέτης, ανάλυση ευαισθησίας

Σημείο Περιοχής Μελέτης	Latitude	Longitude
Νοτιοδυτικότερο	35.040500	33.333300
Βορειοανατολικότερο	35.225200	33.423400

4.2.2. Ανάλυση Ευαισθησίας – Παραμετρική μελέτη περίπτωσης

Για την ανάλυση ευαισθησίας των παραμέτρων οι οποίες ενδεχομένως να επηρεάσουν την εκπομπή και διασπορά των αέριων ρύπων από τα οχήματα που θα διέρχονται στον προτεινόμενο δρόμο μελετήθηκαν μερικές μελέτες περίπτωσης. Οι παράμετροι οι οποίες μελετήθηκαν για την εκπομπή κυκλοφοριακών ρύπων είναι οι ακόλουθες:

- i. Η ταχύτητα των οχημάτων,
- ii. Τύπος οχημάτων,
- iii. Ο φόρτος των οχημάτων,
- iv. Η κατανομή του φόρτου των οχημάτων.

Η μεταβολή των πιο πάνω παραμέτρων δημιούργησε τις περιπτώσεις παραμετρικών μελετών για την εκπομπή των αέριων ρύπων από τη λειτουργία του προτεινόμενου δρόμου, χρησιμοποιώντας το μοντέλο EMIT. Ακολούθως, τα αποτελέσματα εκπομπής των αέριων ρύπων εισάχθηκαν στο μοντέλο ADMS – Urban για τον υπολογισμό της διασποράς των αέριων ρύπων εξαιτίας της λειτουργίας του προτεινόμενου δρόμου κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες – περιπτώσεις. Επίσης, η παράμετρος που μελετήθηκε στο πλαίσιο της ανάλυσης ευαισθησίας στη διασπορά των αέριων ρύπων ήταν η κατεύθυνση του ανέμου.

Η κύρια ταχύτητα των οχημάτων που λήφθηκε υπόψη στην παραμετρική μελέτη περιπτώσεων βασίστηκε στο ανώτατο επιτρεπτό όριο σε κατοικημένη περιοχή για την Κύπρο, το οποίο είναι 50 km/hr. Επίσης, στην ανάλυση ευαισθησίας μελετήθηκε ο επηρεασμός της ταχύτητας των οχημάτων, μεταβάλλοντας την από 50 σε 30 και 65 km/hr.

Ο συνολικός κυκλοφοριακός φόρτος του προτεινόμενου δρόμου που λήφθηκε υπόψη στην ανάλυση ευαισθησίας, είναι η επικαιροποιημένη εκτίμηση του Τμήματος Δημοσίων Έργων, ο οποίος είναι 6,500 οχήματα ημερησίως.

Ο συνολικός αριθμός των παραμετρικών μελετών περίπτωσης για το λογισμικό EMIT είναι 8. Οι μελέτες περίπτωσης αυτές βασίστηκαν στην ποικιλία κατανομής του κυκλοφοριακού φόρτου στον προτεινόμενο δρόμο αλλά και στις διάφορες ταχύτητες κίνησης που πιθανό να έχουν τα οχήματα που θα διακινούνται στον προτεινόμενο δρόμο.

Στην τέταρτη εκδοχή σκοπός είναι η μελέτη της περίπτωσης όπου το μήκος του προτεινόμενου δρόμου είναι το τριπλάσιο από το προτεινόμενο, δηλαδή 2,300 μέτρα. Ωστόσο, η κατανομή του κυκλοφοριακού φόρτου είναι ομοιόμορφη όπως περιγράφεται στις εκδοχές 1, 2 και 3 και τα οχήματα κινούνται με ταχύτητα 50 km/hr.

Στον Πίνακα 5 παρουσιάζονται οι παράμετροι που εισάχθηκαν στο λογισμικό EMIT για τον υπολογισμό της εκπομπής των αέριων ρύπων από τη χρήση του προτεινόμενου δρόμου στο πλαίσιο της ανάλυσης ευαισθησίας.

Πίνακας 5: Παράμετροι που εισάχθηκαν στο μοντέλο EMIT, ανάλυση ευαισθησίας

Περίπτωση	Περιγραφή	Συντεταγμένες	Ταχύτητα οχημάτων (km/hr)	Κυκλοφοριακός φόρτος (οχήματα ανά ημέρα)
1		Latitude: 33,3814 Longitude: 35,1448	30	Ελαφριού τύπου οχήματα: 5,200 Βαρέου τύπου οχήματα: 1,300

Περίπτωση	Περιγραφή	Συντεταγμένες	Ταχύτητα οχημάτων (km/hr)	Κυκλοφοριακός φόρτος (οχήματα ανά ημέρα)
	Ομοιόμορφη κατανομή του κυκλοφοριακού φόρτου κατά μήκος του προτεινόμενου δρόμου	Latitude: 33,3814 Longitude: 35,1378		
2	Ομοιόμορφη κατανομή του κυκλοφοριακού φόρτου κατά μήκος του προτεινόμενου δρόμου	Latitude: 33,3814 Longitude: 35,1448	50	Ελαφριού τύπου οχήματα: 5,200 Βαρέου τύπου οχήματα: 1,300
		Latitude: 33,3814 Longitude: 35,1378		
3	Ομοιόμορφη κατανομή του κυκλοφοριακού φόρτου κατά μήκος του προτεινόμενου δρόμου	Latitude: 33,3814 Longitude: 35,1448	65	Ελαφριού τύπου οχήματα: 5,200 Βαρέου τύπου οχήματα: 1,300
		Latitude: 33,3814 Longitude: 35,1378		
4	Ομοιόμορφη κατανομή του κυκλοφοριακού φόρτου κατά μήκος του προτεινόμενου δρόμου με τριπλάσιο μήκος (2,300 μέτρα)	Latitude: 33,3814 Longitude: 35,1448	50	Ελαφριού τύπου οχήματα: 5,200 Βαρέου τύπου οχήματα: 1,300
		Latitude: 33,3814 Longitude: 35,1587		
5	Μείωση κατά 50% του κυκλοφοριακού φόρτου στο 1/2 βόρειο τμήμα του προτεινόμενου δρόμου	Latitude: 33,3814 Longitude: 35,1448	50	Ελαφριού τύπου οχήματα: 2,600 Βαρέου τύπου οχήματα: 650
		Latitude: 33,3814 Longitude: 35,1413		
		Latitude: 33,3814 Longitude: 35,1413		Ελαφριού τύπου οχήματα: 5,200 Βαρέου τύπου οχήματα: 1,300
		Latitude: 33,3814 Longitude: 35,1378		
6	Μείωση κατά 50% του κυκλοφοριακού φόρτου στο 1/2 νότιο τμήμα του προτεινόμενου δρόμου	Latitude: 33,3814 Longitude: 35,1448	50	Ελαφριού τύπου οχήματα: 5,200 Βαρέου τύπου οχήματα: 1,300
		Latitude: 33,3814 Longitude: 35,1413		
		Latitude: 33,3814 Longitude: 35,1413		Ελαφριού τύπου οχήματα: 2,600 Βαρέου τύπου οχήματα: 650
		Latitude: 33,3814 Longitude: 35,1378		
		Latitude: 33,3814 Longitude: 35,1378		
7	Μείωση κατά 75% του κυκλοφοριακού φόρτου στο 1/4 βόρειο τμήμα του προτεινόμενου δρόμου	Latitude: 33,3814 Longitude: 35,1448	50	Ελαφριού τύπου οχήματα: 1,300 Βαρέου τύπου οχήματα: 325
		Latitude: 33,3814 Longitude: 35,1413		
		Latitude: 33,3814 Longitude: 35,1413		Ελαφριού τύπου οχήματα: 5,200 Βαρέου τύπου οχήματα: 1,300
		Latitude: 33,3814 Longitude: 35,1378		
8	Μείωση κατά 75% του κυκλοφοριακού φόρτου στο 1/4 νότιο τμήμα του προτεινόμενου δρόμου	Latitude: 33,3814 Longitude: 35,1448	50	Ελαφριού τύπου οχήματα: 5,200 Βαρέου τύπου οχήματα: 1,300
		Latitude: 33,3814 Longitude: 35,1413		
		Latitude: 33,3814 Longitude: 35,1413		Ελαφριού τύπου οχήματα: 1,300 Βαρέου τύπου οχήματα: 325
		Latitude: 33,3814 Longitude: 35,1378		

Το πλάτος του προτεινόμενου δρόμου θεωρήθηκε ότι είναι 7 μέτρα, σύμφωνα με τα προτεινόμενα χαρακτηριστικά του. Ο δρόμος προτείνεται να αποτελείται από μία λωρίδα στις δύο κατευθύνσεις. Το μέσο πλάτος μίας λωρίδας κυκλοφορίας έχει 3.5 μέτρα.

Τα αποτελέσματα της εκπομπής των αέριων ρύπων από το μοντέλο EMIT εισάχθηκαν στο μοντέλο ADMS – Urban, ως δεδομένα για τον υπολογισμό της διασποράς των ρύπων αυτών στην περιοχή μελέτης.

Ακολούθως, αναπτύχθηκαν άλλες μελέτες περίπτωσης για την διασπορά των αέριων ρύπων από τα οχήματα που θα διακινούνται στον προτεινόμενο δρόμο. Μία καθοριστική παράμετρος για τις παραμετρικές μελέτες περίπτωσης μοντελοποίησης είναι η κατεύθυνση του ανέμου. Δεν χρησιμοποιήθηκε η σειρά μετεωρολογικών δεδομένων από τον σταθμό ΑΥΡΑ που αναφέρεται στην Ενότητα 3.3. Επομένως, για κάθε εκδοχή που παρουσιάζεται στον Πίνακα 4 αναπτύχθηκαν τρεις επιπλέον εκδοχές σύμφωνα με την κατεύθυνση του ανέμου, ως ακολούθως:

- i. Κατεύθυνση ανέμου: κατά μήκος του προτεινόμενου δρόμου (180 μοίρες)
- ii. Κατεύθυνση ανέμου: διαγώνια του προτεινόμενου δρόμου (225 μοίρες)
- iii. Κατεύθυνση ανέμου: κάθετα του προτεινόμενου δρόμου (270 μοίρες)

Η ταχύτητα ανέμου που εισάχθηκε στο λογισμικό ADMS – Urban για την παραμετρική μελέτη περιπτώσεων είναι 5 km/hr. Η ταχύτητα αυτή, σύμφωνα με τα μετεωρολογικά δεδομένα από τον σταθμό ΑΥΡΑ, είναι περίπου η μέση για το έτος 2019. Επίσης, το μέγεθος αυτό της ταχύτητας ανέμου ευνοεί τη διασπορά του ρύπου, άρα και τη μείωση της συγκέντρωσης του στην ατμόσφαιρα.

Στον Πίνακα 6 παρουσιάζονται οι παράμετροι που εισάχθηκαν στο λογισμικό ADMS – Urban για τη διασπορά των αέριων ρύπων στην περιοχή μελέτης εξαιτίας της χρήσης του προτεινόμενου δρόμου.

Πίνακας 6: Παράμετροι ανάλυσης ευαισθησίας που εισάχθηκαν στο ADMS – Urban

Περιπτώσεις/ Παράμετρος	Περιγραφή	Περίπτωση από EMIT	Κατεύθυνση ανέμου (μοίρες)
1	Ομοιόμορφη κατανομή του κυκλοφοριακού φόρτου κατά μήκος του προτεινόμενου δρόμου με ταχύτητα 30 km/hr	1	180
2			225
3			270
4	Ομοιόμορφη κατανομή του κυκλοφοριακού φόρτου κατά μήκος του προτεινόμενου δρόμου με ταχύτητα 50 km/hr	2	180
5			225
6			270
7	Ομοιόμορφη κατανομή του κυκλοφοριακού φόρτου κατά μήκος του προτεινόμενου δρόμου με ταχύτητα 65 km/hr	3	180
8			225
9			270
10	Ομοιόμορφη κατανομή του κυκλοφοριακού φόρτου κατά μήκος του προτεινόμενου δρόμου με ταχύτητα 50 km/hr και μήκος ίσο με 2,300 μέτρα	4	180
11			225
12			270
13	Μείωση κατά 50% του κυκλοφοριακού φόρτου στο 1/2 βόρειο τμήμα του προτεινόμενου δρόμου	5	180
14			225
15			270
16	Μείωση κατά 50% του κυκλοφοριακού φόρτου στο 1/2 νότιο τμήμα του προτεινόμενου δρόμου	6	180
17			225
18			270
19	Μείωση κατά 75% του κυκλοφοριακού φόρτου στο 1/4 βόρειο τμήμα του προτεινόμενου δρόμου	7	180
20			225
21			270
22	Μείωση κατά 75% του κυκλοφοριακού φόρτου στο 1/4 νότιο τμήμα του προτεινόμενου δρόμου	8	180
23			225
24			270

Τονίζεται ότι δεν έχει ληφθεί υπόψη η συγκέντρωση υποβάθρου των αέριων ρύπων που εξετάστηκαν.

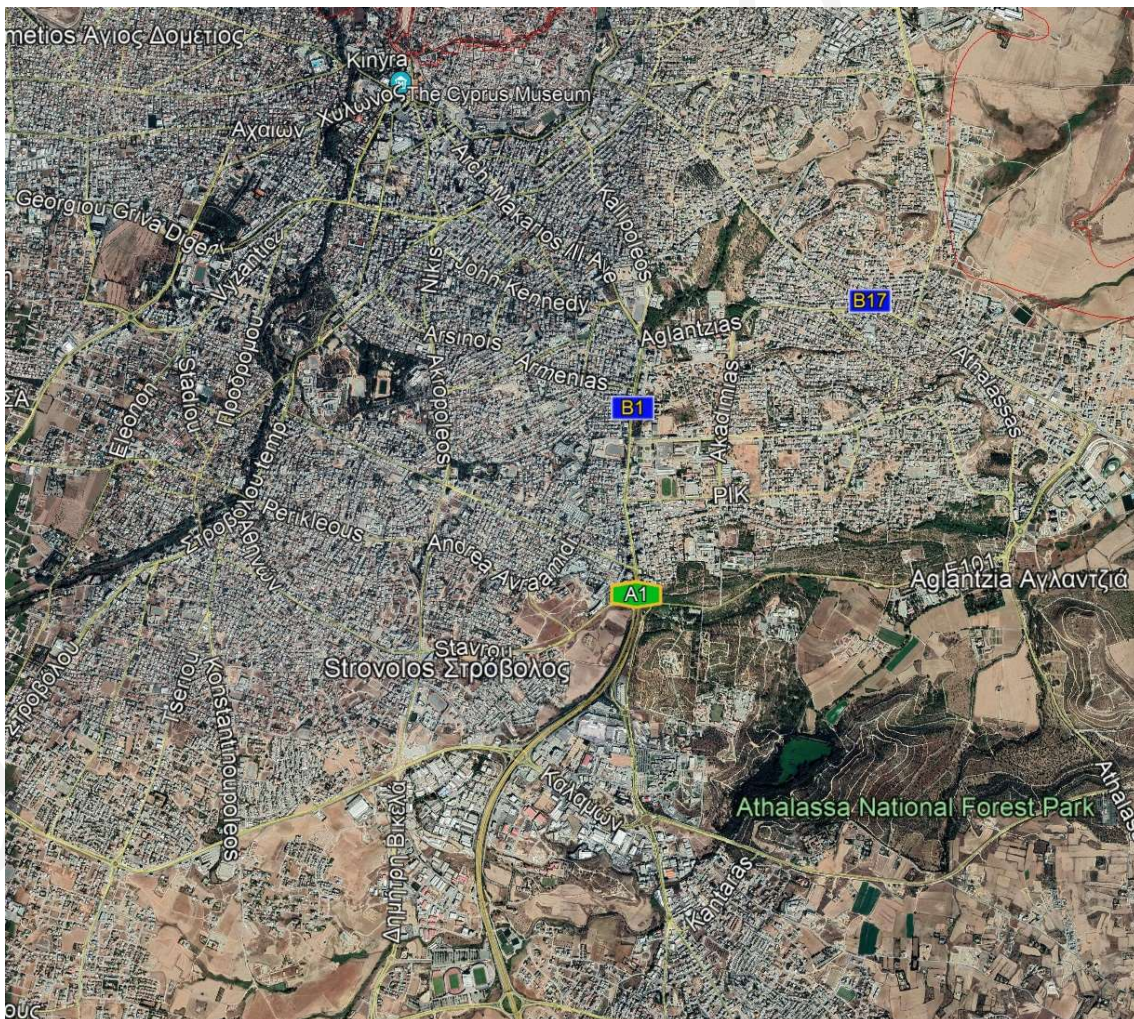
4.3. Εκδοχές πραγματικής περίπτωσης

Με την ολοκλήρωση της ανάλυσης ευαισθησίας, αναπτύχθηκαν 11 εκδοχές της πραγματικής περίπτωσης της χρήσης του δρόμου. Οι εκδοχές πραγματικής περίπτωσης συμπεριλαμβάνουν τη συνεισφορά του υφιστάμενου τοπικού οδικού δικτύου και του προτεινόμενου δρόμου. Για την εισαγωγή των συντεταγμένων του κύριου οδικού δικτύου της περιοχής μελέτης χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ArcGIS. Για τη μοντελοποίηση της διασποράς των αέριων ρύπων στις εκδοχές πραγματικής περίπτωσης χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ADMS – Urban.

Η ανάπτυξη των εκδοχών πραγματικής περίπτωσης έγινε σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης ευαισθησίας, κατά τα οποία η υψηλή ταχύτητα των οχημάτων προσφέρει χαμηλότερη εκπομπή των αέριων ρύπων. Επομένως, η παράμετρος που διαφοροποιείται στις εκδοχές πραγματικής περίπτωσης είναι η ταχύτητα των οχημάτων στον προτεινόμενο δρόμο. Τα μετεωρολογικά δεδομένα που εισάχθηκαν στο μοντέλο είναι αυτά που καταγράφηκαν το έτος 2019 στον Σταθμό ΑΥΡΑ.

4.3.1. Περιοχή μελέτης

Στη μελέτη των εκδοχών της πραγματικής περίπτωσης συμπεριλήφθηκε το υφιστάμενο οδικό δίκτυο της περιοχής μελέτης και ο προτεινόμενος δρόμος. Η περιοχή μελέτης, η οποία επίσης αποτελεί πλέγμα αποδεκτών (grid) 10 km² με πυκνότητα 100 x 100 μέτρων, παρουσιάζεται στην Εικόνα 8. Η οριζόντια και κάθετη διάσταση της περιοχής είναι 8.5 χιλιόμετρα.



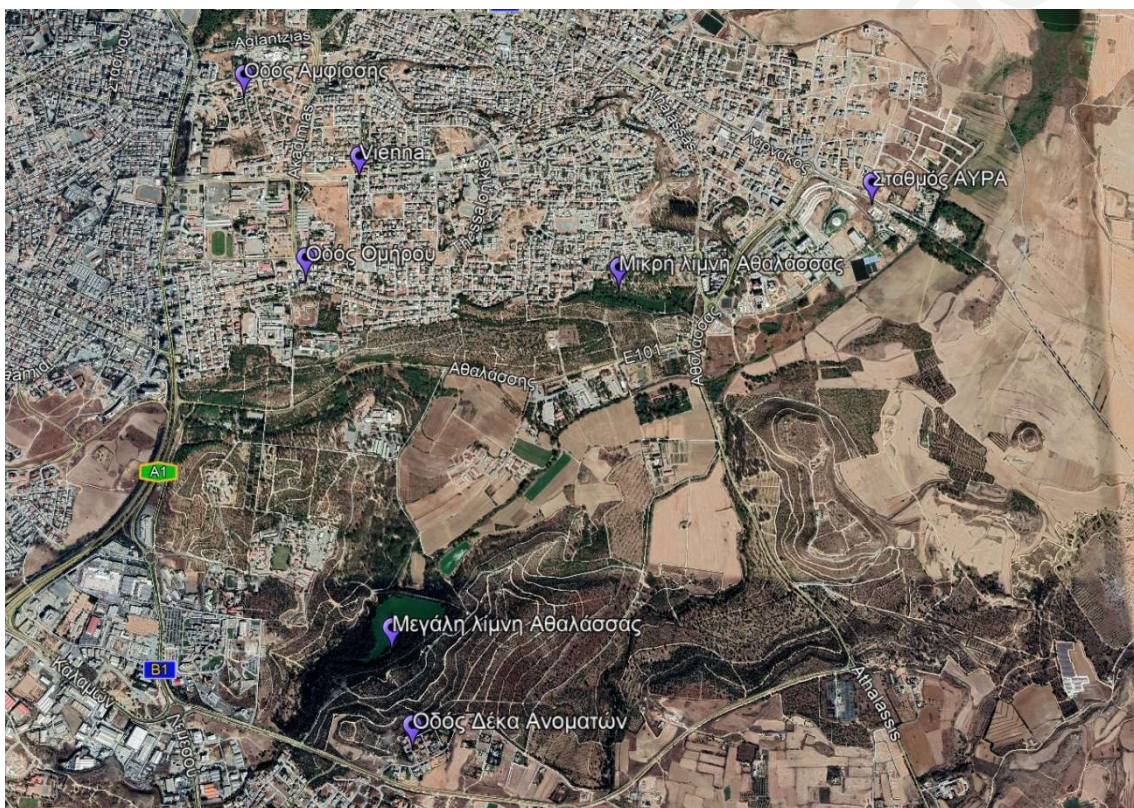
Εικόνα 9: Περιοχή μελέτης, εκδοχές πραγματικής περίπτωσης

Στον Πίνακα 7 παρουσιάζονται οι συντεταγμένες του πλέγματος αποδεκτών που μελετήθηκε, το οποίο αντιστοιχεί στην Εικόνα 9.

Πίνακας 7: Συντεταγμένες περιοχής μελέτης, εκδοχές πραγματικής περίπτωσης

Σημείο Περιοχής Μελέτης	Latitude	Longitude
Νοτιοδυτικότερο	35.111877	33.327410
Βορειοανατολικότερο	35.177035	33.412467

Στο πλαίσιο μελέτης των εκδοχών της πραγματικής περίπτωσης αναπτύχθηκαν δύο περιπτώσεις στις οποίες υπολογίστηκε η συγκέντρωση από τη διασπορά των αέριων ρύπων σε αποδέκτες ενδιαφέροντος αρχικά εξαιτίας της υφιστάμενης κατάστασης του οδικού δικτύου, και στη συνέχεια με τη συνεισφορά του προτεινόμενου δόμου. Οι εκδοχές αυτές είναι η εκδοχή 11 και 12. Η επιλογή των αποδεκτών ενδιαφέροντος έγινε σύμφωνα με τη συχνότητα χρήσης της περιοχής από ανθρώπους αλλά και από την περιβαλλοντική ευαισθησία της. Οι αποδέκτες ενδιαφέροντος παρουσιάζονται στην Εικόνα 10.



Εικόνα 10: Σημεία Ενδιαφέροντος, εκδοχές πραγματικής περίπτωσης

Οι συντεταγμένες των σημείων ενδιαφέροντος και το ύψος υπολογισμού της συγκέντρωσης των ρύπων σε αυτά παρουσιάζονται στον Πίνακα 8.

Πίνακας 8: Σημεία ενδιαφέροντος, εκδοχές πραγματικής περίπτωσης

Σημείο Ενδιαφέροντος	Latitude	Longitude	Z (m)
Λεωφόρος Κυρηνείας	35.148462	33.385028	1.5
Οδός Ομήρου	35.143656	33.382075	1.5
Οδός Αμφίσσης	35.152532	33.378285	1.5
Οδός Δέκα Ανοματών	35.122659	33.388367	1.5

Σημείο Ενδιαφέροντος	Latitude	Longitude	Z (m)
Πανεπιστήμιο Κύπρου – Σταθμός Παρακολούθησης ΑΥΡΑ	35.147589	33.414611	1.5
Λίμνη Αθαλάσσας μικρή	35.143320	33.399791	1.5
Λίμνη Αθαλάσσας μικρή			0
Λίμνη Αθαλάσσας μεγάλη	35.126784	33.387142	1.5
Λίμνη Αθαλάσσας μεγάλη			0

4.3.2. Χαρακτηριστικά εκδοχών πραγματικής περίπτωσης

Στις εκδοχές πραγματικής περίπτωσης υπολογίστηκαν διάφορες συγκεντρώσεις διασποράς το αέριων ρύπων που εξετάστηκαν. Οι συγκεντρώσεις που εξετάστηκαν παρουσιάζονται στον Πίνακα 9.

Πίνακας 9: Υπολογισμός συγκεντρώσεων διασποράς αέριων ρύπων, εκδοχές πραγματικής περίπτωσης

Εκδοχή	CO (ώρες)	NO ₂ (ώρες)	PM ₁₀ (ώρες)	VOC (ώρες)
1	168	168	168	168
2	8	1	24	1
3	8	1	24	1
4	168	168	168	168
5	8	1	24	1
6	8	1	24	1
7	168	168	168	168
8	8	1	24	1
9	8	1	24	1
10	8	1	24	1
11	8	1	24	1
12	8	1	24	1

4.3.2.1. Χαρακτηριστικά οδικού δικτύου

Στο πλαίσιο εξέτασης των εκδοχών πραγματικής περίπτωσης, λήφθηκε υπόψη το υφιστάμενο οδικό δίκτυο της περιοχής μελέτης και ο προτεινόμενος δρόμος. Στον Πίνακα 10 παρουσιάζονται τα δεδομένα σχετικά με το μήκος του κάθε δρόμου. Το μήκος των δρόμων υπολογίστηκε με τη βοήθεια δορυφορικών εικόνων (Google Earth) και σύμφωνα με τον αριθμό των λωρίδων κυκλοφορίας. Το μέσο μήκος μίας λωρίδας κυκλοφορίας είναι 3.5 μέτρα.

Πίνακας 10: Χαρακτηριστικά οδικού δικτύου, εκδοχές πραγματικής περίπτωσης

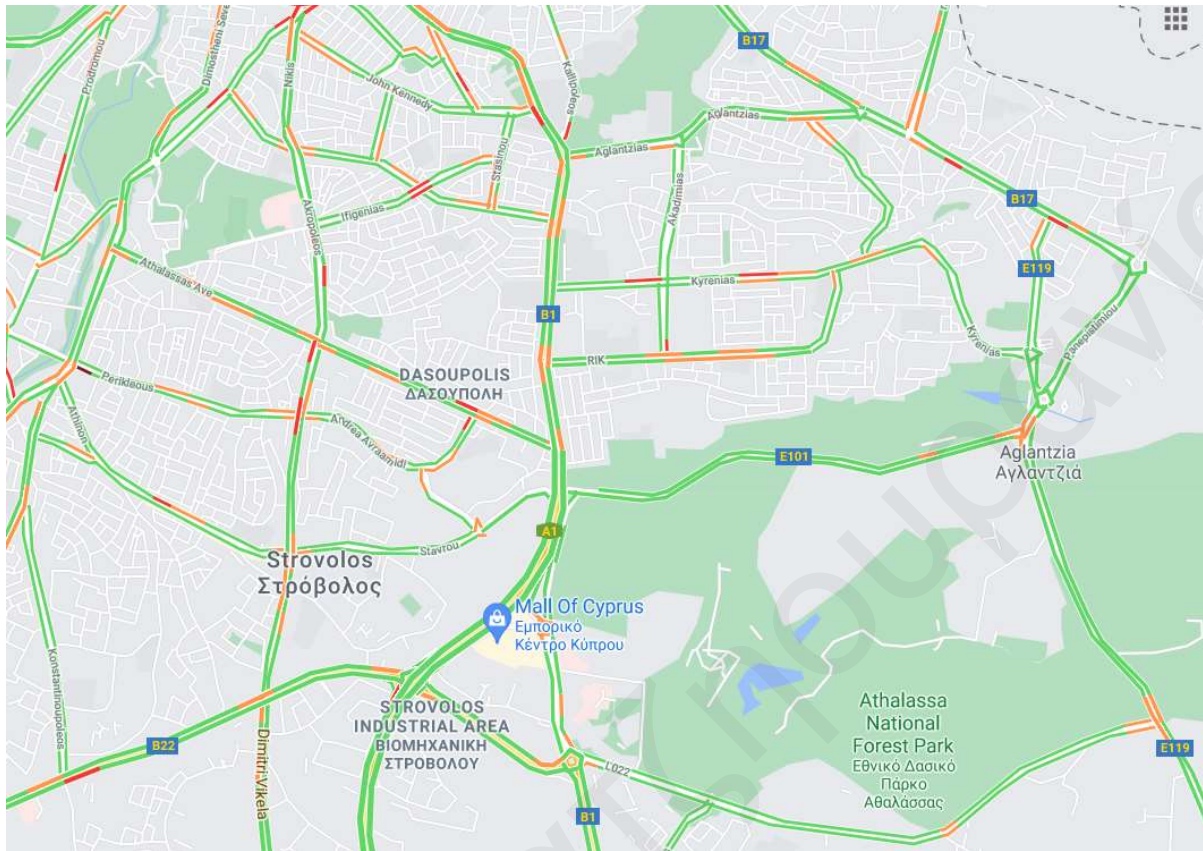
Οδικό δίκτυο	Μήκος δρόμου (μέτρα)
Λεωφόρος Προδρόμου	7

Οδικό δίκτυο	Μήκος δρόμου (μέτρα)
Λεωφόρος Αρχιεπισκόπου Κυπριανού	7
Δημοσθένη Σεβέρη	7
Λεωφόρος Κυριάκου Μάτση	7
Λεωφόρος Γλαύκου – Αρσινόης - Αρμενίας	10
Εσπερίδων	7
Στασίνου	7
Λεωφόρος Kennedy	7
Ιφιγενείας	7
Λεωφόρος Στροβόλου	14
Λεωφόρος Τσερίου - Κων/πολεως	7
Λεωφόρος Αθαλάσσας 1	10
Λεωφόρος Αθαλάσσας 2	10
Λεωφόρος Σταυρού	7
Λεωφόρος Περικλέους - Ανδρέα Αβρααμίδη	10
Λεωφόρος Ακροπόλεως	14
Λεωφόρος Δημήτρη Βικέλα	14
Λεωφόρος Σπύρου Κυπριανού	18
Αυτοκινητόδρομος Λευκωσίας – Λεμεσού (Α1)	21
Λεωφόρος Λεμεσού	14
Καλάμων	14
Λεωφόρος Κ022	10
Παλιός δρόμος Λευκωσίας – Λεμεσού (Β1)	10
Οδός Φυτωρίου	7
Οδός Αθαλάσσης	10
Λεωφόρος ΡΙΚ	10
Λεωφόρος Κυρηναίας	7
Λεωφόρος Ακαδημίας	14
Λεωφόρος Αγλαντζιάς	10
Λεωφόρος Λάρνακος	7
Λεωφόρος Πανεπιστημίου	14
Γεώργιου Γρίβα Διγενή	7
Προτεινόμενος	7

4.3.2.2. Κυκλοφοριακά δεδομένα

Στο πλαίσιο μελέτης τις πραγματικής περίπτωσης της διασποράς των αέριων ρύπων από τη χρήση του κύριου οδικού δικτύου της περιοχής μελέτης έχουν χρησιμοποιηθεί κυκλοφοριακά δεδομένα από το Εργαστήριο Συγκοινωνιακής Μηχανικής του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών

Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Κύπρου. Στην Εικόνα 11 παρουσιάζεται το κύριο οδικό δίκτυο της περιοχής, οι δρόμοι δηλαδή που λήφθηκαν υπόψη στον υπολογισμό τόσο του κυκλοφοριακού φόρτου, όσο και της εκπομπής των αέριων ρύπων από τα οχήματα.



Εικόνα 11: Το οδικό δίκτυο που μελετήθηκε, εκδοχές πραγματικής περίπτωσης

4.3.2.2.1. Ανάλυση κυκλοφοριακών δεδομένων για παραγωγή χαρτών κυκλοφοριακού φόρτου

Τα δεδομένα από το Εργαστήριο Συγκοινωνιακής Μηχανικής του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Κύπρου αφορούν τον κυκλοφοριακό φόρτο και την ταχύτητα των οχημάτων ανά 10 λεπτά, ανά χιλιόμετρο στο οδικό δίκτυο κατά την περίοδο 24 – 30 Μαΐου 2021. Η εξαγωγή των δεδομένων αυτών πραγματοποιείται από διαδικτυακούς χάρτες κυκλοφοριακού φόρτου, όπως αυτόν που παρουσιάζεται στην Εικόνα 10.

Για την εξαγωγή των δεδομένων αυτών, αρχικά γίνεται ανάλυση του χάρτη διακρίνοντας τις περιοχές σε απρόσκοπτα σημεία/ψηφία (εικονοστοιχεία, σε ψηφιακούς χάρτες). Κάθε εικονοστοιχείο (pixel) έχει επιλεγμένες διαστάσεις (μήκος και πλάτος) που αντιπροσωπεύουν μια περιοχή σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία. Κάθε εικονοστοιχείο του χάρτη αποτυπώνει με απρόσκοπτο τρόπο τα χαρακτηριστικά κίνησης της περιοχής που αντιπροσωπεύει (Gkania and Dimitriou, 2021).

Η εξαγωγή χρωμάτων από τους ψηφιακούς χάρτες (raster images) βασίζεται στον προσδιορισμό των χρωματικών κωδικών που χρησιμοποιούνται για την απεικόνιση της κυκλοφορίας, σε λειτουργία χρώματος. Ξεκινώντας από την αναπαράσταση των χαρτών με ψηφιακές εικόνες, χρησιμοποιείται μια τρισδιάστατη μορφή μήτρας μεγέθους $[r, c, 3]$ όπου κάθε pixel στη θέση $[r, c]$ αντικατοπτρίζει το έγχρωμο μοντέλο Κόκκινο – Πράσινο – Μπλε/ RGB.

Όταν οι χάρτες κυκλοφοριακού φόρτου καταγράφονται σε ψηφιακούς χάρτες, ο χώρος του χάρτη διακρίνεται σε ομοιογενή ψηφία/εικονοστοιχεία, καθένα από τα οποία έχει ένα χρώμα. Κάθε χρώμα έχει τον δικό του κωδικό, το οποίο αντιπροσωπεύει μία τιμή του κυκλοφοριακού φόρτου. Δηλαδή, δεδομένου ότι κάθε χρώμα αντιπροσωπεύει ένα εύρος τιμών για κάθε μεταβλητή κυκλοφοριακού φόρτου (όγκος/ροή φόρτου, μέση ταχύτητα, μέση πυκνότητα κ.λπ.), υπάρχει μία χαρακτηριστική τιμή για κάθε χρώμα. Μετά από εμπειρική βαθμονόμηση, επιλέχθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές για

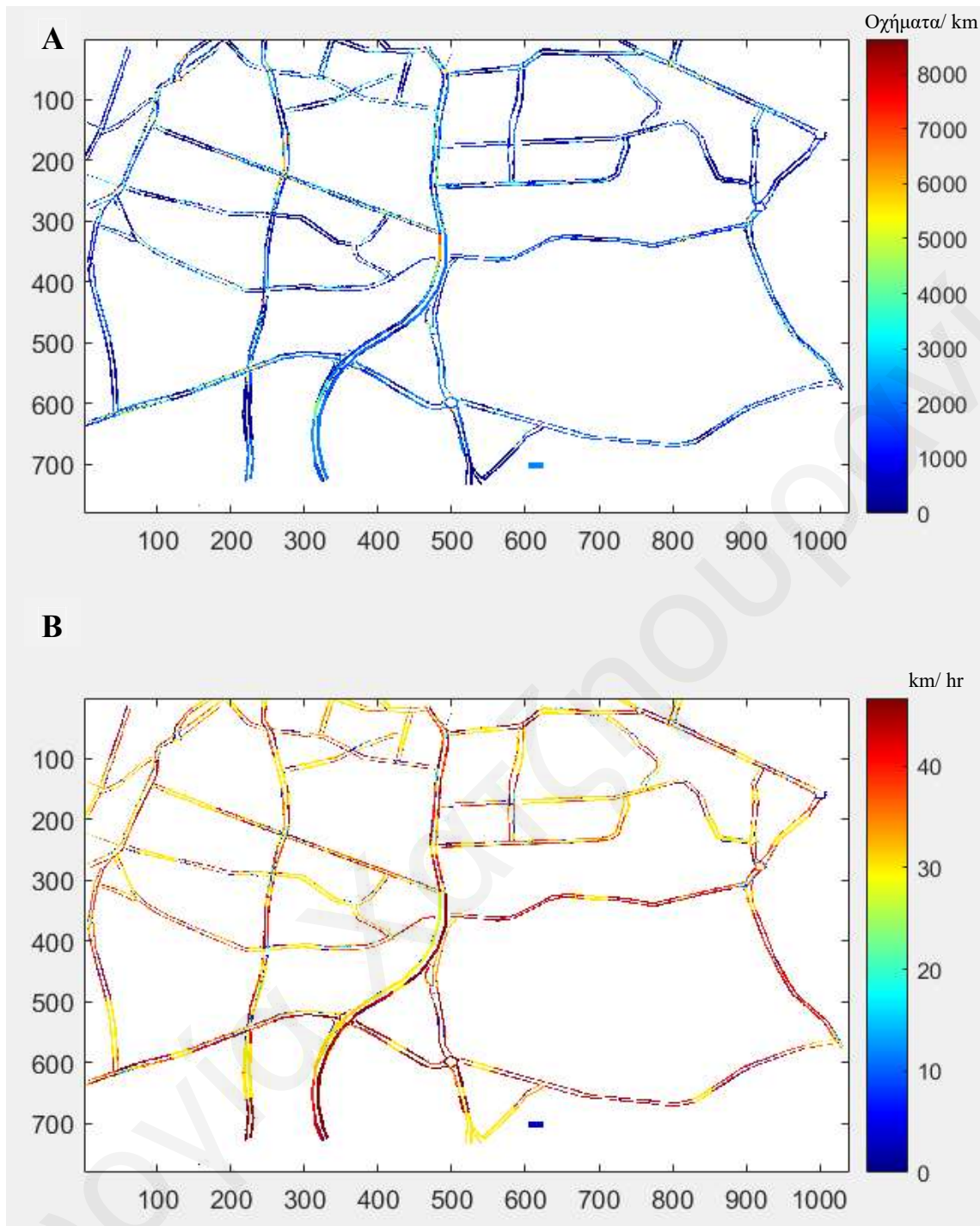
κάθε μεταβλητή κυκλοφοριακού φόρτου. Τα χρώματα από τους χάρτες αντιστοιχούν σε συγκεκριμένες τιμές, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 11.

Πίνακας 11: Χαρακτηριστικά χρώματα εμπειρικής βαθμονόμησης

Χρώμα	Ποικνότητα κυκλοφορίας (οχήματα/ km)	Ταχύτητα (km/ hr)
Σκούρο κόκκινο	100	4
Κόκκινο	70	25
Πορτοκαλί	35	40
Πράσινο	8	48

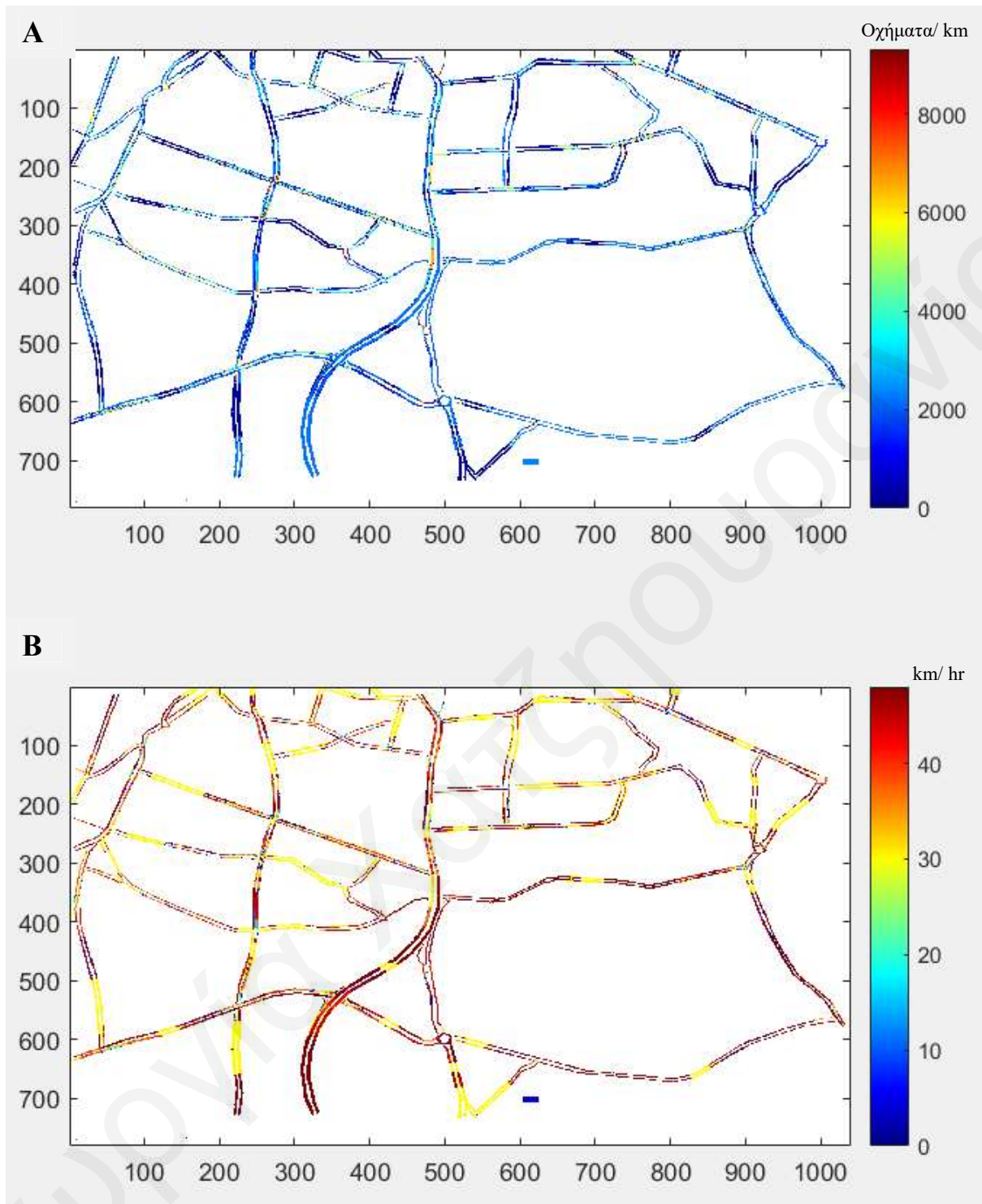
Τέλος, δημιουργείται ένας πίνακας με τις χαρακτηριστικές τιμές των απεικονιζόμενων μεταβλητών του κυκλοφοριακού φόρτου. Κάθε καταχώριση (pixel) του πίνακα θεωρείται ως ένας πλασματικός «ανιχνευτής» του κυκλοφοριακού φόρτου στο συγκεκριμένο σημείο του χάρτη. Έτσι, κάθε εικονοστοιχείο περιέχει πληροφορίες κυκλοφοριακού φόρτου του τμήματος/της λωρίδας ενός συγκεκριμένου δρόμου.

Στη συνέχεια, ένας τυπικός χάρτης που επεξεργάζεται ως εικόνα, παρέχει μια διακριτή έκδοση του οδικού δικτύου με πολλές χιλιάδες πλασματικούς ανιχνευτές που δημιουργήθηκαν με πλήρη κάλυψη του συστήματος, προσφέροντας ένα μεγάλο σύνολο δεδομένων για την κυκλοφορία. Αυτό συμβαίνει στις τοποθεσίες που μεταδίδονται πληροφορίες κυκλοφορίας. Η μορφή των αποτελεσμάτων παρουσιάζεται στην Εικόνα 12. Συγκεκριμένα, στην Εικόνα 12 παρουσιάζονται τα δεδομένα για την πυκνότητα κυκλοφορίας και την ταχύτητα στο οδικό δίκτυο τις καθημερινές η ώρα 7:00, όπου παρατηρείται ο μέγιστος κυκλοφοριακός φόρτος.



Εικόνα 12: Πυκνότητα κυκλοφορίας (Α) και ταχύτητα (Β) στο οδικό δίκτυο τις καθημερινές η ώρα 7:00

Στην Εικόνα 13 παρουσιάζονται τα δεδομένα για την πυκνότητα κυκλοφορίας και την ταχύτητα στο οδικό δίκτυο το Σαββατοκύριακο η ώρα 17:00, όπου παρατηρείται η μέγιστη πυκνότητα κυκλοφορίας στη Λεωφόρο Λεμεσού και γενικότερα στο οδικό δίκτυο.



Εικόνα 13: Ποικνότητα κυκλοφορίας (A) και ταχύτητα (B) στο οδικό δίκτυο τα Σαββατοκύριακα η ώρα 17:00

Η μέγιστη ποικνότητα κυκλοφορίας τις καθημερινές παρατηρείται η ώρα 7:00 το πρωί στη Λεωφόρο Στροβόλου και Λεωφόρο Λεμεσού. Η παρατήρηση αυτή οφείλεται στην προσέλευση των μαθητών/τριών στα σχολεία και των εργαζομένων στους χώρους εργασίας τους με τη χρήση του κυριότερου οδικού δικτύου. Τα Σαββατοκύριακα η μέγιστη ποικνότητα κυκλοφορίας παρατηρείται η ώρα 15:00 και η ώρα 17:00. Τις πλείστες ώρες της ημέρας δεν παρατηρείται σημαντική διαφορά στο ποσοστό της πικνότητας κυκλοφορίας στη Λεωφόρο Λεμεσού τις καθημερινές σε σχέση με τα Σαββατοκύριακα.

Στον Πίνακα 12 παρουσιάζεται η ημερήσια πυκνότητα κυκλοφορίας και η ταχύτητα των οχημάτων στο κύριο υφιστάμενο οδικό δίκτυο της περιοχής μελέτης τις καθημερινές και η ώρα 7:00 το πρωί. Τα δεδομένα αυτά έχουν εισαχθεί στο μοντέλο.

Πίνακας 12: Ημερήσια πυκνότητα κυκλοφορίας στο υφιστάμενο οδικό δίκτυο, εκδοχές πραγματικής περίπτωσης

Οδικό δίκτυο	Πυκνότητα κυκλοφορίας 7:00 ώρα το πρωί, Καθημερινή	Ταχύτητα οχημάτων 7:00 ώρα το πρωί, Καθημερινή
Λεωφόρος Προδρόμου	2,968	40
Λεωφόρος Αρχιεπισκόπου Κυπριανού	5,168	30
Δημοσθένη Σεβέρη	2,108	35
Λεωφόρος. Κυριάκου Μάτση	1,726	35
Λεωφόρος Γλαύκου – Αρσινόης - Αρμενίας	5,866	35
Εσπερείδων	1,179	35
Στασίνου	348	30
Λεωφόρος Kennedy	5,283	30
Ιφιγενείας	348	35
Λεωφόρος Στροβόλου	8,825	10
Λεωφόρος Τσερίου - Κων/πολεως	4,196	40
Λεωφόρος Αθαλάσσας 1	5,355	30
Λεωφόρος Αθαλάσσας 2	7,304	25
Λεωφόρος Σταυρού	5,866	20
Λεωφόρος Περικλέους - Ανδρέα Αβρααμίδη	1,998	30
Λεωφόρος Ακροπόλεως	2,948	40
Λεωφόρος Δημήτρη Βικέλα	348	30
Λεωφόρος Σπύρου Κυπριανού	6,897	35
Αυτοκινητόδρομος Λευκωσίας – Λεμεσού (Α1)	7,495	45
Λεωφόρος Λεμεσού	8,093	10
Καλάμων	4,101	45
Λεωφόρος Κ022	3,534	45
Παλιός δρόμος Λευκωσίας – Λεμεσού (Β1)	3,959	45
Οδός Φυτωρίου	3,746	45
Οδός Αθαλάσσης	3,929	40
Λεωφόρος ΡΙΚ	3,888	45
Λεωφόρος Κυρηνείας	2,648	30
Λεωφόρος Ακαδημίας	3,180	45
Λεωφόρος Αγλαντζιάς	4,576	45
Λεωφόρος Λάρνακος	4,356	45

Οδικό δίκτυο	Πυκνότητα κυκλοφορίας 7:00 ώρα το πρωί, Καθημερινή	Ταχύτητα οχημάτων 7:00 ώρα το πρωί, Καθημερινή
Λεωφόρος Πανεπιστημίου	1,339	35
Γεώργιου Γρίβα Διγενή	2,258	30

Τα πιο πάνω δεδομένα παραμένουν σταθερά και για τις εκδοχές πραγματικής περίπτωσης που μελετήθηκαν.

Ο επικαιροποιημένος αριθμός του κυκλοφοριακού φόρτου του προτεινόμενου δρόμου σύμφωνα με το Τμήμα Δημοσίων Έργων, αναφέρεται σε ημερήσιο αριθμό 6,500 οχημάτων. Σύμφωνα με τον κυκλοφοριακό φόρτο των εγγύτερων δρόμων, η εκτίμηση των 6,500 οχημάτων ημερησίως είναι πολύ υποεκτιμημένο νούμερο.

Σύμφωνα με κυκλοφοριακά δεδομένα επίσης από το Τμήμα Δημοσίων Έργων (βλέπε Παράρτημα IV), στις 7:00 το πρωί στη Λεωφόρο Ακαδημίας το ποσοστό του κυκλοφοριακού φόρτου ανέρχεται στο 7.6% του συνολικού κυκλοφοριακού φόρτου. Ως εκ τούτου, υπολογίστηκε ότι στις 7:00 ο κυκλοφοριακός φόρτος στον προτεινόμενο δρόμο θα είναι 494 οχήματα.

Στις εκδοχές πραγματικής περίπτωσης 1, 4 και 7 χρησιμοποιήθηκε ως κυκλοφοριακός φόρτος 494 οχήματα ανά ημέρα. Στις εκδοχές πραγματικές περίπτωσης 2, 3, 5, 6, 8 και 9 χρησιμοποιήθηκε ο τετραπλάσιος κυκλοφοριακός φόρτος, δηλαδή 1,976 οχήματα ανά ημέρα. Στην εκδοχή πραγματικής περίπτωσης 10 λήφθηκε υπόψη μόνο το υφιστάμενο οδικό δίκτυο, χωρίς τον προτεινόμενο δρόμο. Στον Πίνακα 13 παρουσιάζεται ο κυκλοφοριακός φόρτος και η ταχύτητα των οχημάτων για τον προτεινόμενο δρόμο που λήφθηκε υπόψη στις εκδοχές πραγματικής περίπτωσης.

Πίνακας 13: Κυκλοφοριακά δεδομένα για τον προτεινόμενο δρόμο, εκδοχές πραγματικής περίπτωσης

Εκδοχή	Κυκλοφοριακός φόρτος η ώρα 7:00 το πρωί	Ταχύτητα οχημάτων
1	494	65
2	1,976	65
3	1,976	65
4	494	50
5	1,976	50
6	1,976	50
7	494	30
8	1,976	30
9	1,976	30
10*	0	0
11*	0	0
12	494	50

*υποδγκνύονται οι εκδοχές αναφοράς, κατά τις οποίες δεν λαμβάνεται υπόψη ο προτεινόμενος δρόμος.

Η εκδοχή πραγματικής περίπτωσης 1 θεωρείται ως η βέλτιστη εκδοχή, αφού σύμφωνα με τα αποτελέσματα από την ανάλυση ευαισθησίας η υψηλή ταχύτητα των οχημάτων έχει την λιγότερη εκπομπή αέριων ρύπων. Επίσης, έχει χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο. Αντίστοιχα, η εκδοχή 3 θεωρείται ως το χείριστο.

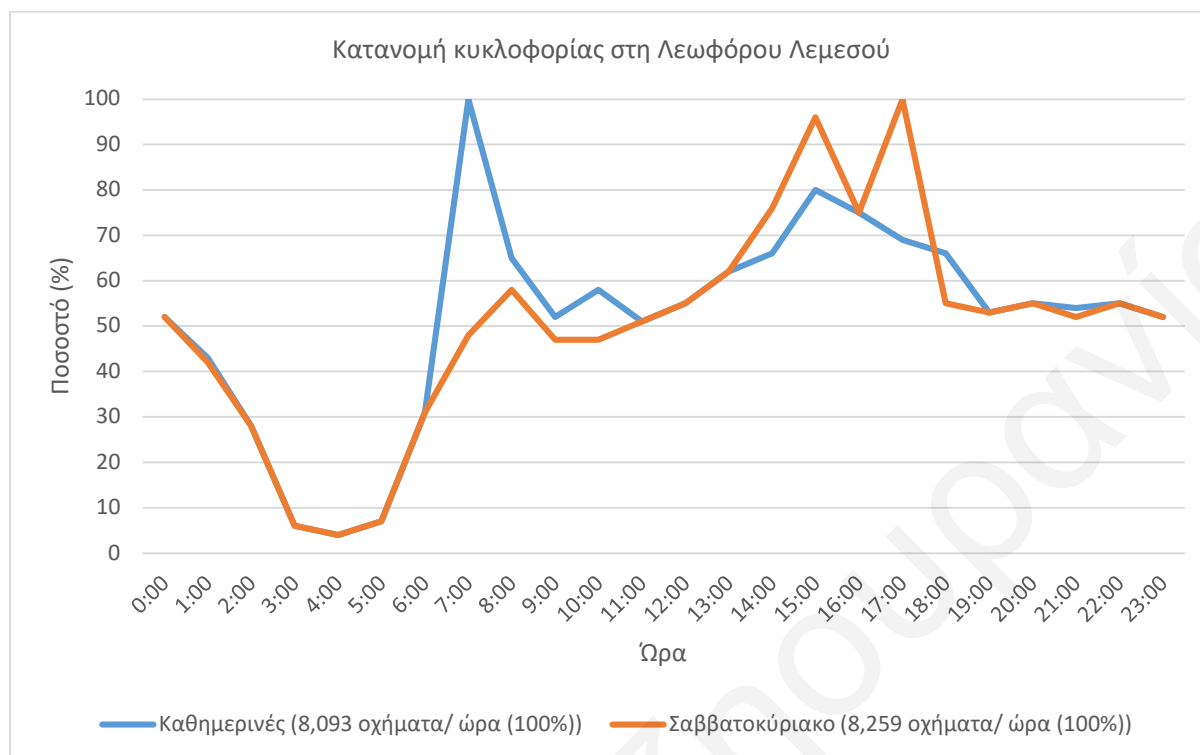
Στις εκδοχές πραγματικής περίπτωσης λήφθηκε υπόψη και η ποσοστιαία ωριαία κατανομή του κυκλοφοριακού φόρτου στο οδικό δίκτυο. Στη Λεωφόρο Λεμεσού και τη Λεωφόρο Στροβόλου συσσωρεύεται η περισσότερη πυκνότητα κυκλοφορίας. Για τον λόγο ότι η Λεωφόρος Λεμεσού

βρίσκεται στο κέντρο της περιοχής μελέτης, επιλέγηκε ως ο δρόμος αναφοράς που θα αντιπροσωπεύει την ωριαία κατανομή της πυκνότητας κυκλοφορίας στο οδικό δίκτυο της περιοχής μελέτης. Στον Πίνακα 14 παρουσιάζεται η ποσοστιαία ωριαία κατανομή του κυκλοφοριακού φόρτου της Λεωφόρου Λεμεσού σε μία ημέρα καθημερινή και το Σαββατοκύριακο.

Πίνακας 14: Ποσοστό πυκνότητας κυκλοφορίας ανά ώρα στη Λεωφόρο Λεμεσού, εκδοχές πραγματικής περίπτωσης

Ωρα	Πυκνότητα κυκλοφορίας (%)	
	Καθημερινή	Σάββατο/ Κυριακή
00:00	52	52
01:00	43	42
02:00	28	28
03:00	6	6
04:00	4	4
05:00	7	7
06:00	31	31
07:00	100	48
08:00	65	58
09:00	52	47
10:00	58	47
11:00	51	51
12:00	55	55
13:00	62	62
14:00	66	76
15:00	80	96
16:00	75	75
17:00	69	100
18:00	66	55
19:00	53	53
20:00	55	55
21:00	54	52
22:00	55	55
23:00	52	52

Στην Εικόνα 14 παρουσιάζεται η ποσοστιαία ωριαία κατανομή του κυκλοφοριακού φόρτου της Λεωφόρου Λεμεσού σε μία ημέρα καθημερινή και το Σαββατοκύριακο. 8,093



Εικόνα 14: Ποσοστιαία ωριαία κατανομή του κυκλοφοριακού φόρτου της Λεωφόρου Λεμεσού σε μία ημέρα

Στον Πίνακα 15 παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο λήφθηκε υπόψη η ποσοστιαία κατανομή του κυκλοφοριακού φόρτου τις καθημερινές και το σαββατοκύριακο στις εκδοχές πραγματικής περίπτωσης.

Πίνακας 15: Κατανομή κυκλοφοριακού φόρτου, εκδοχές πραγματικής περίπτωσης

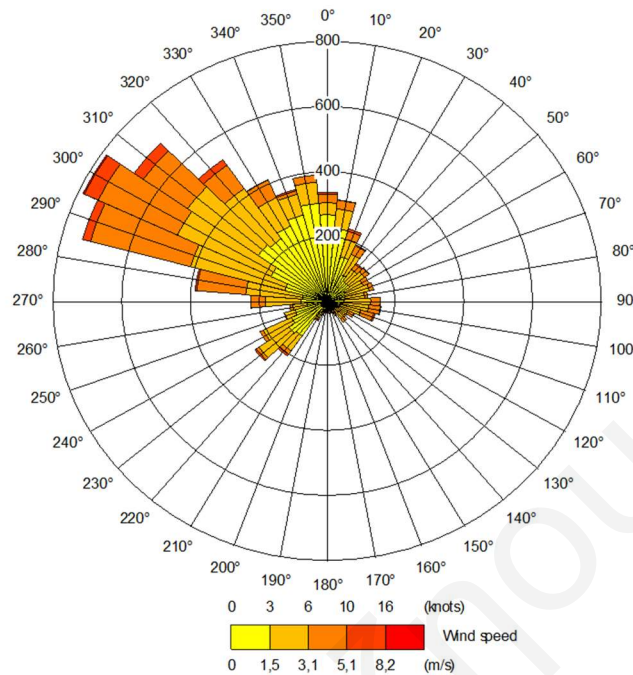
Εκδοχή	Καθημερινές	Σαββατοκύριακο
1	√	√
2	√	
3		√
4	√	√
5	√	
6		√
7	√	√
8	√	
9		√
10	√	√

4.3.2.3. Μετεωρολογικά δεδομένα

Στο μοντέλο διασποράς αέριων ρύπων ADMS – Urban έχουν εισαχθεί τα μετεωρολογικά δεδομένα που καταγράφηκαν το έτος 2019 στον Σταθμό Παρακολούθησης της Ατμόσφαιρας ΑΥΡΑ (βλέπε Ενότητα

3.3.). Τα μετεωρολογικά δεδομένα που εισάχθηκαν στο μοντέλο είναι η ταχύτητα, κατεύθυνση και η τυπική απόκλιση κατεύθυνσης του ανέμου, η σχετική υγρασία, η βαρομετρική πίεση, η θερμοκρασία, η βροχόπτωση και η ηλιακή ακτινοβολία.

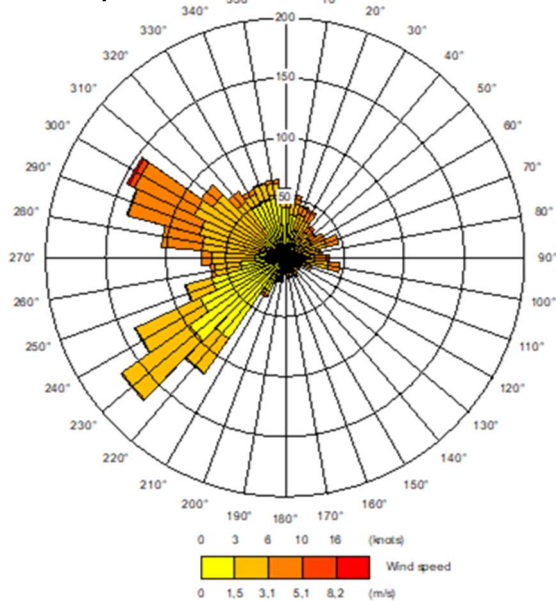
Στην Εικόνα 15 παρουσιάζεται το ετήσιο ροδόγραμμα της περιοχής για το 2019.



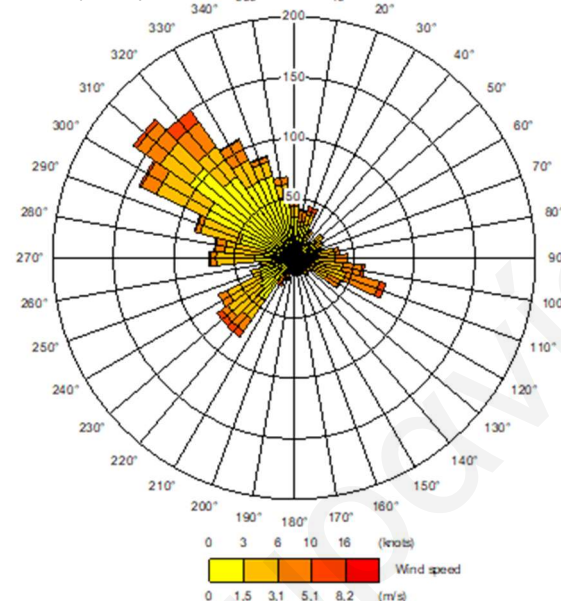
Εικόνα 15: Ετήσιο ροδόγραμμα, 2019

Στην Εικόνα 16 παρουσιάζονται τα εποχιακά ροδογράμματα για το έτος 2019.

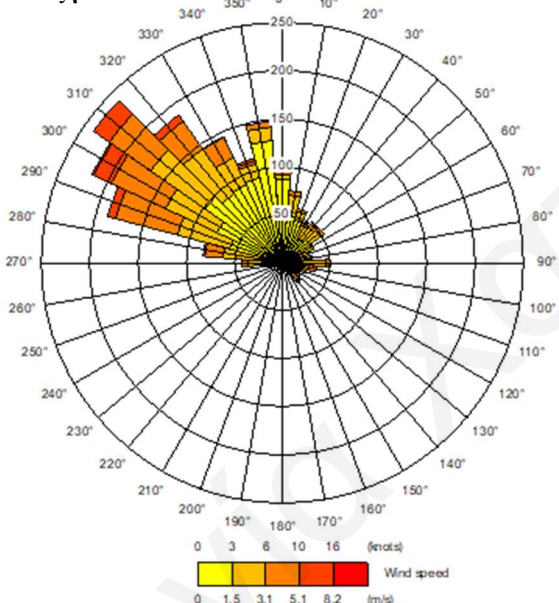
Φθινόπωρο



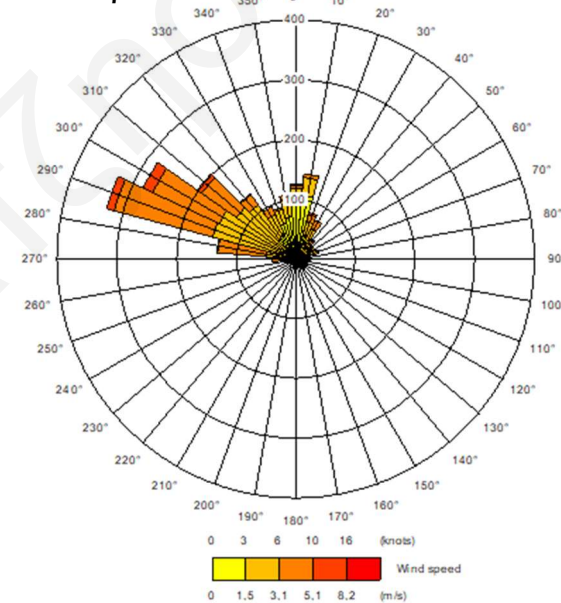
Χειμώνας



Ανοιξη



Καλοκαίρι



Εικόνα 16: Ροδογράμματα για το έτος 2019

Όπως παρατηρείται στο ροδόγραμμα της Εικόνας 15, η κύρια κατεύθυνση του ανέμου κατά τη διάρκεια του έτους 2019 ήταν βορειοδυτική (300°) με μέση ταχύτητα $1.5 - 3 \text{ m/s}$. Από τα ροδογράμματα της Εικόνας 16, παρατηρείται ότι κατά τους φθινοπωρινούς μήνες του 2019 η κύρια κατεύθυνση ανέμου ήταν βορειοδυτική (300°) και νοτιοδυτική (230°) με μέση ταχύτητα $1.5 - 3 \text{ m/s}$. Τους χειμερινούς μήνες η κύρια κατεύθυνση ανέμου ήταν βορειοδυτική (310°) με μέση ταχύτητα $0 - 1.5 \text{ m/s}$. Επίσης, κατά τη διάρκεια της Άνοιξης η κύρια κατεύθυνση του ανέμου ήταν βορειοδυτική (310°) με μέση ταχύτητα $1.5 - 3 \text{ m/s}$. Ενώ κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών η κύρια κατεύθυνση των ανέμων ήταν επίσης βορειοδυτική (290°) με μέση ταχύτητα $3 - 5 \text{ m/s}$.

4.3.3. Παραδοχές

Κατά την ανάπτυξη των εκδοχών πραγματικής περίπτωσης υπήρξαν μερικοί περιορισμοί. Ως εκ τούτου, έγιναν κάποιες παραδοχές. Ακολουθώς, περιγράφονται οι περιορισμοί και οι παραδοχές που πραγματοποιήθηκαν.

1. Για την εισαγωγή του υφιστάμενου οδικού δικτύου της περιοχής στο ADMS – Urban χρησιμοποιήθηκε το ArcGIS. Για την εισαγωγή του προτεινόμενου δρόμου (συντεταγμένων και εκπομπών αέριων ρύπων) στο ADMS – Urban δεν χρησιμοποιήθηκε το EMIT όπως και στην ανάλυση ευαισθησίας. Για τα δεδομένα εκπομπής των αέριων ρύπων από το οδικό δίκτυο χρησιμοποιήθηκε η βάση δεδομένων του ADMS – Urban UK DMRB 2003. Η εισαγωγή των συντεταγμένων του προτεινόμενου δρόμου έγινε γραφικά με τη χρήση του ArcGIS και του αντίστοιχου πρόσθετου, ADMS-Urban plugin. Ο λόγος είναι ότι δεν είναι δυνατή η εισαγωγή δεδομένων στο ADMS – Urban πέραν από του ενός λογισμικού. Επομένως, δεν λήφθηκαν υπόψη στις εκδοχές πραγματικής περίπτωσης οι εκπομπές από την ανάλυση ευαισθησίας.
2. Ο ωριαίος κυκλοφοριακός φόρτος που εισάχθηκε στο ADMS – Urban για τον κάθε δρόμο αναφέρεται στις 7:00 το πρωί. Σύμφωνα με τα κυκλοφοριακά δεδομένα, ο μέγιστος κυκλοφοριακός φόρτος στο οδικό δίκτυο της περιοχής παρατηρείται η ώρα 7:00 το πρωί, και συγκεκριμένα στη Λεωφόρο Λεμεσού. Ο επικαιροποιημένος αριθμός του κυκλοφοριακού φόρτου του προτεινόμενου έργου (6,500 οχήματα) σύμφωνα με το Τμήμα Δημοσίων Έργων, αναφέρεται σε ημερήσιο αριθμό. Σύμφωνα με κυκλοφοριακά δεδομένα επίσης από το Τμήμα Δημοσίων Έργων (βλέπε Παράρτημα IV), στις 7:00 το πρωί στη Λεωφόρο Ακαδημίας το ποσοστό του κυκλοφοριακού φόρτου ανέρχεται στο 7.6% του συνολικού κυκλοφοριακού φόρτου. Ως εκ τούτου, υπολογίστηκε ότι στις 7:00 π.μ, ο κυκλοφοριακός φόρτος στον προτεινόμενο δρόμο θα είναι 494 οχήματα.
3. Όλα τα οχήματα θεωρούνται ελαφριού τύπου. Ο αριθμός του κυκλοφοριακού φόρτου που αναγράφεται στην Ενότητα 4.3.2.2., αναφέρεται σε ελαφριού τύπου οχήματα μόνο. Ενώ στην πραγματικότητα το οδικό δίκτυο χρησιμοποιείται και από βαρέου τύπου οχήματα (π.χ. λεωφορεία).
4. Η συγκεκριμένη εκδοχή του AMDS – Urban που χρησιμοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης (2.3.1.0) δεν προσφέρει τη δυνατότητα εισαγωγής στο μοντέλο δεδομένα ξεχωριστής ωριαίας κατανομή της ταχύτητας οχημάτων για κάθε δρόμο, αλλά χρησιμοποιεί κοινή ωριαία κατανομή.
5. Επίσης, χρησιμοποιεί κοινή ποσοστιαία κατανομή για τον ωριαίο αριθμό οχημάτων και ταχύτητας για όλο το οδικό δίκτυο.
6. Η ωριαία κατανομή του φόρτου και της ταχύτητας θεωρήθηκε ότι είναι για όλους τους δρόμους η ίδια με αυτή της Λεωφόρου Λεμεσού. Η Λεωφόρος Λεμεσού επιλέχθηκε καθώς είναι η πιο πολυσύχναστη Λεωφόρος, σύμφωνα με τα δεδομένα από το Εργαστήριο Συγκοινωνιακής Μηχανικής του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Κύπρου.
7. Μία παραδοχή/ απλούστευση είναι ότι ο κυκλοφοριακός φόρτος σε κάθε δρόμο θεωρείται το άθροισμα του κυκλοφοριακού φόρτου στις δύο κατευθύνσεις του κάθε δρόμου. Παρόλο που σε μερικές περιπτώσεις ο κυκλοφοριακός φόρτος διαφέρει σε μεγάλο ποσοστό στην μία κατεύθυνση από την άλλη. Το φαινόμενο αυτό είναι πιο έντονο στις διασταυρώσεις του οδικού δικτύου.
8. Δεν λήφθηκαν υπόψη τα κυκλοφοριακά δεδομένα των διασταυρώσεων των δρόμων. Στις διασταυρώσεις παρατηρείται συσσώρευση οχημάτων, δηλαδή μεγαλύτερος κυκλοφοριακός φόρτος (συνήθως στη μία λωρίδα κυκλοφορίας) και η κίνηση των οχημάτων με χαμηλότερη ταχύτητα.
9. Το μήκος των δρόμων υπολογίστηκε με τη βοήθεια του Google Earth και σύμφωνα με τον αριθμό των λωρίδων κυκλοφορίας. Το μέσο μήκος μίας λωρίδας κυκλοφορίας είναι 3.5 μέτρα.
10. Στην μοντελοποίηση της διασποράς των αέριων ρύπων δεν λήφθηκαν υπόψη οποιεσδήποτε γεωμετρικές παρεμποδίσεις (φυσικά εμπόδια ή κτίρια).
11. Κατά μήκος της περιοχής μελέτης οι μετεωρολογικές συνθήκες θεωρείται ότι είναι οι ίδιες με της περιοχής όπου είναι εγκατεστημένος ο σταθμός ΑΥΡΑ.
12. Τα αποτελέσματα μοντελοποίησης εκπομπής και διασποράς των αέριων ρύπων από το οδικό δίκτυο είναι βασισμένα σε μοντελοποιημένα κυκλοφοριακά δεδομένα και όχι σε πραγματικές μετρήσεις. Τα μοντελοποιημένα δεδομένα έχουν ένα ποσοστό σφάλματος. Για παράδειγμα, όπως περιγράφεται στην Ενότητα 4.3.2.2, τα κυκλοφοριακά δεδομένα συλλέχθηκαν από εικόνες που δείχνουν με χρώματα τον κυκλοφοριακό φόρτο και την ταχύτητα των οχημάτων. Σε κάποια σημεία περιπτώσεις δεν ήταν δυνατή η εξαγωγή δεδομένων κατά μήκος του δρόμου



διότι το χρώμα ήταν καλυμμένο από τα γράμματα της ονομασίας του. Σε αυτές τις περιπτώσεις ο υπολογισμός των δεδομένων γινόταν σύμφωνα με κάποιο κεντρικό ή ξεκάθαρο σημείο κατά μήκος του δρόμου.

13. Δεν λήφθηκε υπόψη η συγκέντρωση υποβάθρου των αέριων ρύπων που εξετάστηκαν.
14. Στις εκδοχές πραγματικής περίπτωσης 1 – 10 υπολογίστηκε η συγκέντρωση διασποράς των αέριων ρύπων στο πλέγμα αποδεκτών, όπως ορίστηκε στην περιοχή μελέτης στην Ενότητα 4.3.1, Πίνακα 7. Στις εκδοχές πραγματικής περίπτωσης 11 και 12 υπολογίστηκε η συγκέντρωση των αέριων ρύπων στα σημεία ενδιαφέροντος που παρουσιάζονται στον Πίνακα 8.
15. Εξετάστηκε μόνο η συνεισφορά του υφιστάμενου κύριου οδικού δικτύου σε συνδυασμό με τον προτεινόμενο δρόμο, για τη μελέτη επιβάρυνσης της ποιότητας του αέρα στην περιοχή, επομένως τα αποτελέσματα μοντελοποίησης διασποράς των αέριων ρύπων δεν αντιπροσωπεύουν την πραγματική κατάσταση της ατμόσφαιρας. Στην περιοχή μελέτης υπάρχουν κι άλλες πηγές εκπομπής των αέριων ρύπων. Για παράδειγμα, η περιοχή μελέτης είναι κατοικημένη, συνεπώς τον χειμώνα η συγκέντρωση των PM_{10} στην ατμόσφαιρα θα είναι αυξημένη λόγω της λειτουργίας των τζακιών. Επίσης, στην περιοχή υπάρχουν και βιομηχανικές πηγές οι οποίες δεν λήφθηκαν υπόψη. Για παράδειγμα, το φουγάρο του ενεργειακού κέντρου του Πανεπιστημίου Κύπρου και νότια της περιοχής μελέτης βρίσκονται οι βιομηχανικές ζώνες του νότιου τμήματος της Λευκωσίας.
16. Για σκοπούς σύγκρισης των αποτελεσμάτων με τα όρια συγκέντρωσης των αέριων ρύπων στην ατμόσφαιρα (βλέπε Ενότητα 3.4), θεωρείται ότι η ωριαία συγκέντρωση των αποτελεσμάτων είναι αντιπροσωπευτική με την ετήσια συγκέντρωση των ρύπων NO_2 και VOC στην ατμόσφαιρα.
17. Η συγκέντρωση των VOC στην ατμόσφαιρα ως αποτέλεσμα της διασποράς θεωρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό είναι βενζόλιο, κι έτσι η συγκέντρωση των VOC από τα αποτελέσματα διασποράς συγκρίνεται με το ανώτατο επιτρεπτό όριο συγκέντρωσης στην ατμόσφαιρα του βενζολίου.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

5.1. Ανάλυση Ευαισθησίας

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα εκπομπής και διασποράς αέριων ρύπων από την ανάλυση ευαισθησίας. Στο πλαίσιο της ανάλυσης ευαισθησίας πραγματοποιήθηκε παραμετρική μελέτη περιπτώσεων όπου μελετήθηκαν μερικές ελεγχόμενες συνθήκες. Οι συνθήκες αυτές αφορούν:

- i. την ταχύτητα διακίνησης των οχημάτων,
- ii. την κατανομή τους κατά μήκος του προτεινόμενου δρόμου,
- iii. πυκνότητα των οχημάτων και
- iv. οι μετεωρολογικές συνθήκες (η κατεύθυνση του ανέμου).

Για την απεικόνιση των αποτελεσμάτων εκπομπής αέριων ρύπων από το μοντέλο EMIT έγινε χρήση του μοντέλου EMIT Mapper. Τα αποτελέσματα αφορούν την εκπομπή των αέριων ρύπων CO, NO₂, PM₁₀ και VOC από τη χρήση του προτεινόμενου έργου, σύμφωνα με τις παραμετρικές περιπτώσεις που εξετάστηκαν.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται και στους Πίνακας 15-17, οι βέλτιστες εκδοχές, δηλαδή οι ελεγχόμενες συνθήκες στις οποίες η εκπομπή των αέριων ρύπων είναι χαμηλότερη, σε σχέση με την ταχύτητα των οχημάτων είναι οι εκδοχές στις οποίες η ταχύτητα των οχημάτων είναι μεγαλύτερη των 50 km/hr (εκδοχή 2 και εκδοχή 3). Οι βέλτιστες εκδοχές σε σχέση με τον αριθμό του κυκλοφοριακού φόρτου κατά μήκος του δρόμου είναι οι εκδοχές στις οποίες η κατανομή του κυκλοφοριακού φόρτου μειώνεται κατά 50% (εκδοχή 5 και εκδοχή 6). Παρόλο που στις εκδοχές 7 και 8 ο κυκλοφοριακός φόρτος μειώνεται κατά 75%, το μήκος του δρόμου στο οποίο μειώνεται είναι πολύ μικρό και η εκπομπή των ρύπων είναι μεγαλύτερη από τις εκδοχές 5 και 6.

Η χείριστη μελέτη παραμετρικών περιπτώσεων είναι η εκδοχή 4 στην οποία το μήκος του δρόμου τριπλασιάστηκε, με αποτέλεσμα η εκπομπή των αέριων ρύπων να καταλαμβάνει μεγαλύτερη έκταση.

Στον Πίνακα 16 παρουσιάζεται το ποσοστό αύξησης της μέγιστης συγκέντρωσης των ρύπων που οφείλεται στη διαφορά της ταχύτητας των οχημάτων. Στον Πίνακα 16 παρουσιάζεται το ποσοστό αύξησης της μέγιστης συγκέντρωσης των ρύπων για τις εκδοχές 1 και 2 υπολογίστηκε σύμφωνα με τη βέλτιστη εκδοχή, εκδοχή 3, κατά το οποίο η ταχύτητα των οχημάτων είναι 65 km/hr.

Πίνακας 16: Ποσοστό αύξησης της μέγιστης συγκέντρωσης των αέριων ρύπων στις εκδοχές 1 και 2 σε σχέση με την εκδοχή 3, ανάλυση ευαισθησίας

Ρύπος	Ποσοστό αύξησης της μέγιστης συγκέντρωσης (%)			
	CO	NO ₂	PM ₁₀	VOC
Εκδοχή 1	33.2	0	33.3	32.7
Εκδοχή 2	0	0	0	0

Όπως παρατηρείται στον Πίνακα 16, δεν διαφέρει η μέγιστη συγκέντρωση των αέριων ρύπων στις εκδοχές 2 και 3 (μηδενικό ποσοστό αύξησης), στις οποίες η ταχύτητα των οχημάτων είναι 50 και 65 km/hr, αντίστοιχα. Επίσης, η μέγιστη συγκέντρωση του διοξειδίου του αζώτου (NO₂) δεν επηρεάστηκε από την αύξηση της ταχύτητας των οχημάτων. Αντιθέτως, η μέγιστη συγκέντρωση των ρύπων CO, PM₁₀ και VOC έχει μειωθεί κατά ποσοστό μεγαλύτερο από 30% όταν η ταχύτητα των οχημάτων αυξήθηκε κατά 20 και 35km/hr.

Στον Πίνακα 16 παρουσιάζεται το ποσοστό μείωσης της ελάχιστης συγκέντρωσης των ρύπων εξαιτίας της αλλαγής του κυκλοφοριακού φόρτου. Το ποσοστό μείωσης που παρουσιάζεται στον Πίνακα 17 αφορά τις εκδοχές στις οποίες η παράμετρος κυκλοφοριακός φόρτος μειώνεται κατά μήκος του δρόμου

είτε στο 50% είτε στο 75% του συνολικού κυκλοφοριακού φόρτου. Οι εκδοχές αυτές είναι η εκδοχή 5, 6, 7 και 8. Η εκδοχή 5, στην οποία ο κυκλοφοριακός φόρτος μειώνεται κατά 50% στο βόρειο τμήμα του δρόμου, είναι η εκδοχή αναφοράς καθώς τα αποτελέσματά της έχουν το υψηλότερο εύρος συγκέντρωσης των αέριων ρύπων.

Πίνακας 17: Ποσοστό μείωσης της ελάχιστης συγκέντρωσης των αέριων ρύπων στις εκδοχές 5, 6, 7 και 8 σε σχέση με την εκδοχή 2, ανάλυση ευαισθησίας

Ρύπος	Ποσοστό αύξησης της μέγιστης συγκέντρωσης (%)			
	CO	NO ₂	PM ₁₀	VOC
Εκδοχή 5	50.1	33.4	50.1	50.0
Εκδοχή 6	50.1	33.4	50.1	50.0
Εκδοχή 7	200	200	200	200
Εκδοχή 8	200	200	200	200

Τα χαρακτηριστικά της εκδοχής 5 και της εκδοχής 6 είναι τα ίδια. Επίσης, τα χαρακτηριστικά της εκδοχής 7 και της εκδοχής 8 είναι τα ίδια. Διαφέρουν μόνο στην κατανομή του κυκλοφοριακού φόρτου κατά μήκος του δρόμου. Στην εκδοχή 5 ο κυκλοφοριακός φόρτος μειώνεται κατά 50% στο βόρειο τμήμα του δρόμου και την εκδοχή 6 ο κυκλοφοριακός φόρτος μειώνεται κατά 50% στο νότιο τμήμα. Στην εκδοχή 7 ο κυκλοφοριακός φόρτος μειώνεται κατά 75% στο βόρειο τμήμα του δρόμου και την εκδοχή 8 ο κυκλοφοριακός φόρτος μειώνεται κατά 75% στο νότιο τμήμα. Επομένως, το εύρος της συγκέντρωσης των ρύπων είναι το ίδιο, διαφέρει όμως η κατανομή τους κατά μήκος του δρόμου.

Τα αποτελέσματα εκπομπής των αέριων ρύπων CO, NO₂, PM₁₀ και VOC από τον προτεινόμενο δρόμο παρουσιάζονται στον Πίνακα 18. Στη δεύτερη σειρά του Πίνακα 18 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα εκπομπής για τους ρύπους τέσσερις ρύπους που εξετάζονται για την 1^η εκδοχή παραμετρικής μελέτης περιπτώσεων, στην οποία μελετήθηκε η εκπομπή των ρύπων όταν η ταχύτητα των οχημάτων είναι 30 km/hr. Αντίστοιχα, στη τρίτη σειρά του Πίνακα 18 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της 2^{ης} εκδοχής, στην οποία μελετήθηκε η εκπομπή των ρύπων όταν η ταχύτητα των οχημάτων είναι 50 km/hr και ου τω καθεξής. Κάθε στήλη παρουσιάζει τα αποτελέσματα για τους αέριους ρύπους CO, NO₂, PM₁₀ και VOC. Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τα χαρακτηριστικά των εκδοχών της ανάλυσης ευαισθησίας παρουσιάζονται στην Ενότητα 4.2.

Τα αποτελέσματα εκπομπής αέριων ρύπων στο πλαίσιο μελέτης των παραμετρικών περιπτώσεων από το λογισμικό EMIT εισάχθηκαν στο λογισμικό ADMS – Urban ως δεδομένα εισόδου με σκοπό τον υπολογισμό της διασποράς των αέριων ρύπων στην περιοχή μελέτης.

Για τη μοντελοποίηση της διασποράς των αέριων ρύπων στην περιοχή χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ADMS – Urban. Στον υπολογισμό της συγκέντρωσης των αέριων ρύπων λήφθηκε υπόψη η συσχέτιση του διοξειδίου του αζώτου (NO₂) με τα οξείδια του αζώτου (NO_x). Τα αποτελέσματα αφορούν την ωριαία συγκέντρωση των αέριων ρύπων σε ύψος 1.5 μέτρων πάνω από το έδαφος.

Στο πλαίσιο μελέτης της διασποράς των αέριων ρύπων στην περιοχή, μελετήθηκε η επίδραση της κατεύθυνσης του ανέμου σε σχέση με το μήκος του δρόμου. Συγκεκριμένα, μελετήθηκαν τρεις περιπτώσεις για κάθε μία περίπτωση – εκδοχή που μελετήθηκε στο λογισμικό EMIT. Η μία περίπτωση αφορά τη κατεύθυνση του ανέμου κατά μήκος του δρόμου (180 μοίρες), η δεύτερη στην κατεύθυνση του ανέμου διαγώνια του δρόμου (225 μοίρες) και η τρίτη κάθετα του μήκους του δρόμου (270 μοίρες).

Στον Πίνακα 18 παρουσιάζεται το ποσοστό μείωσης της μέγιστης συγκέντρωσης των ρύπων που οφείλεται στη διαφορά της ταχύτητας των οχημάτων. Το ποσοστό μείωσης της μέγιστης συγκέντρωσης των ρύπων υπολογίστηκε σύμφωνα με την εκδοχή 1, κατά την οποία η ταχύτητα των οχημάτων είναι 30km/hr και προκαλεί τη μέγιστη εκπομπή αέριων ρύπων.


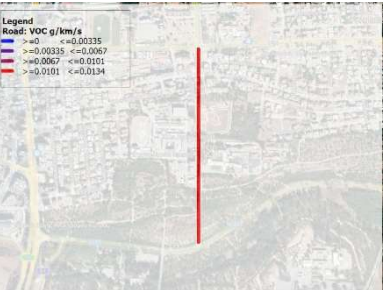




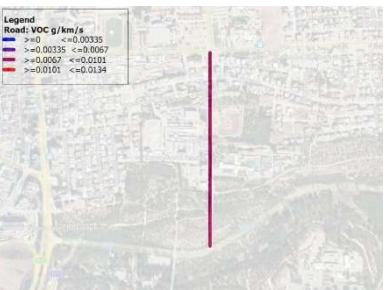
Πίνακας 18: Ποσοστό μείωσης της συγκέντρωσης των αέριων ρύπων σε σχέση με την εκδοχή 1, ανάλυση ευαισθησίας

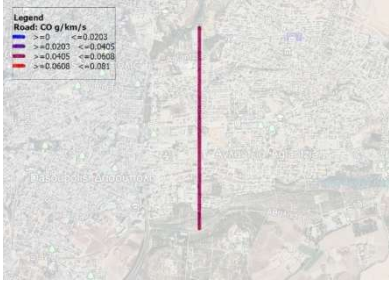
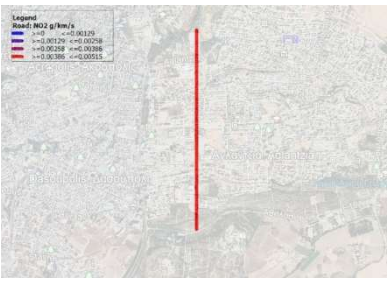
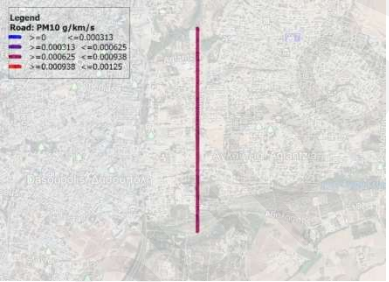
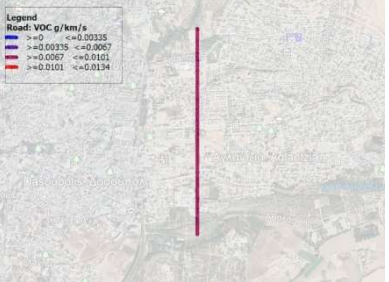
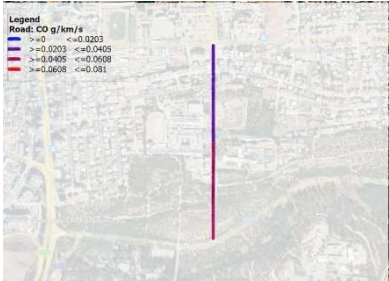

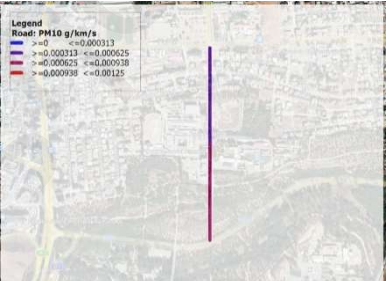
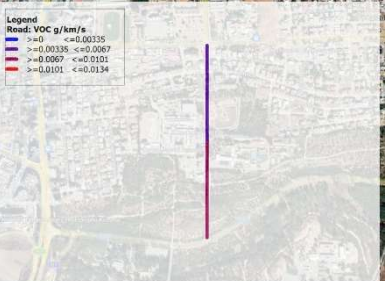
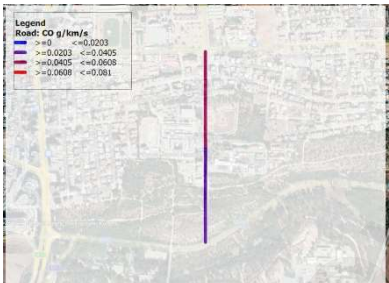
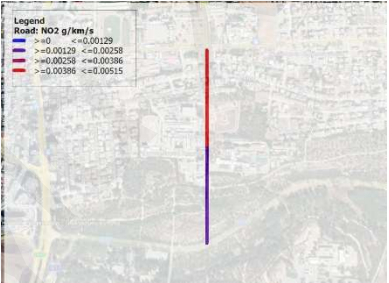
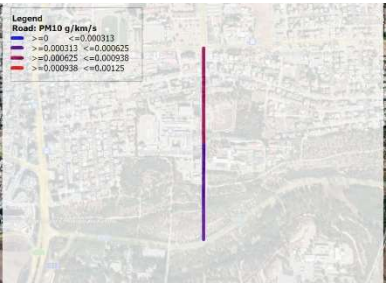
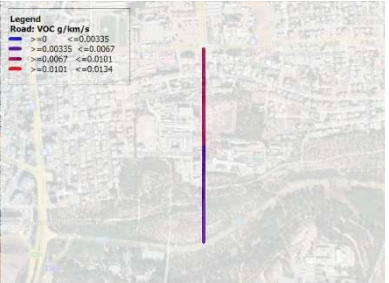
Ρύπος	Ποσοστό μείωσης της συγκέντρωσης σε σημείο πλησίον του προτεινόμενου δρόμου (%)			
	CO	NO ₂	PM ₁₀	VOC
Εκδοχή 4	15	2	30	14
Εκδοχή 7	40	16	48	39

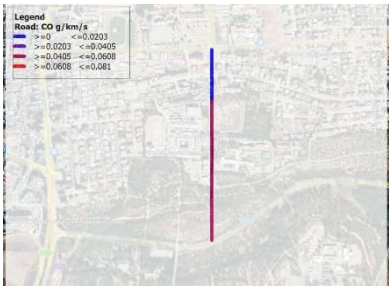
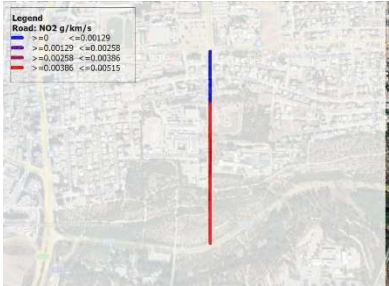
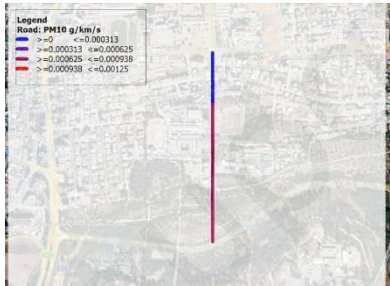
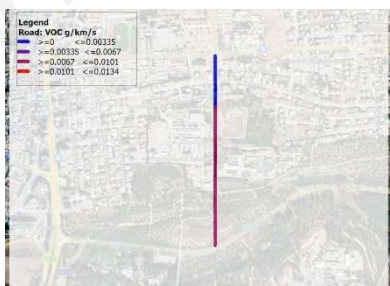
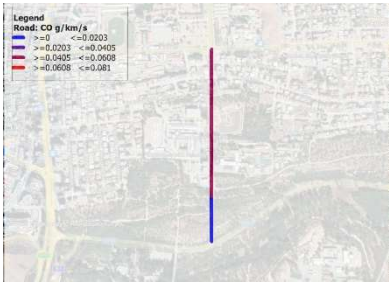
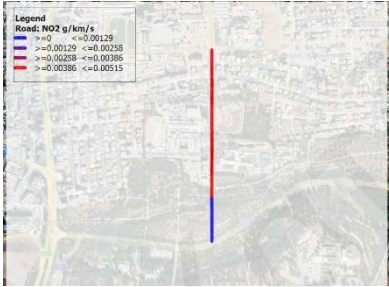
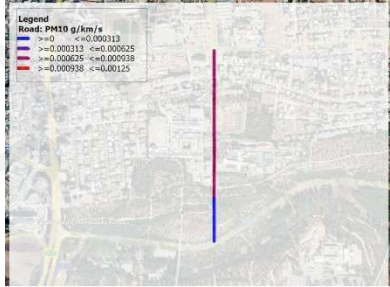
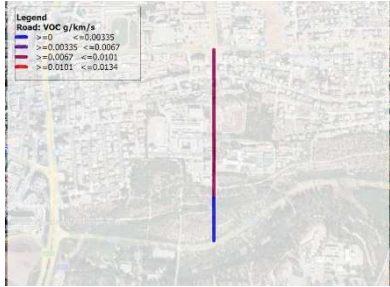
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 19, όσο αυξάνεται η ταχύτητα των οχημάτων η εκπομπή και διασπορά των αέριων ρύπων στην περιοχή μειώνεται. Η μεγαλύτερη μεταβολή παρατηρείται στη συγκέντρωση των PM₁₀, όπου η αύξηση της ταχύτητας των οχημάτων από 30 σε 50 km/hr προκαλεί μείωση της συγκέντρωσης τους σε ποσοστό 30%, ενώ η αύξηση της ταχύτητας των οχημάτων από 30 σε 65 km/hr προκαλεί μείωση της συγκέντρωσης τους σε ποσοστό 48%.

Για την οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων από το λογισμικό ADMS – Urban στον Πίνακα 20, χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό MATLAB. Τα αποτελέσματα διασποράς των αέριων ρύπων CO, NO₂, PM₁₀ και VOC από τον προτεινόμενο δρόμο παρουσιάζονται στον Πίνακα 19. Στη δεύτερη σειρά του Πίνακα 20 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για τους ρύπους τέσσερις ρύπους που εξετάζονται για την 1^η εκδοχή παραμετρικής μελέτης περιπτώσεων. Αντίστοιχα, για στη τρίτη σειρά του Πίνακα 20 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της 2^{ης} εκδοχής και ούτω καθεξής. Κάθε στήλη παρουσιάζει τα αποτελέσματα για τους αέριους ρύπους CO, NO₂, PM₁₀ και VOC. Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τα χαρακτηριστικά των εκδοχών της ανάλυσης ευαισθησίας παρουσιάζονται στην Ενότητα 4.3.

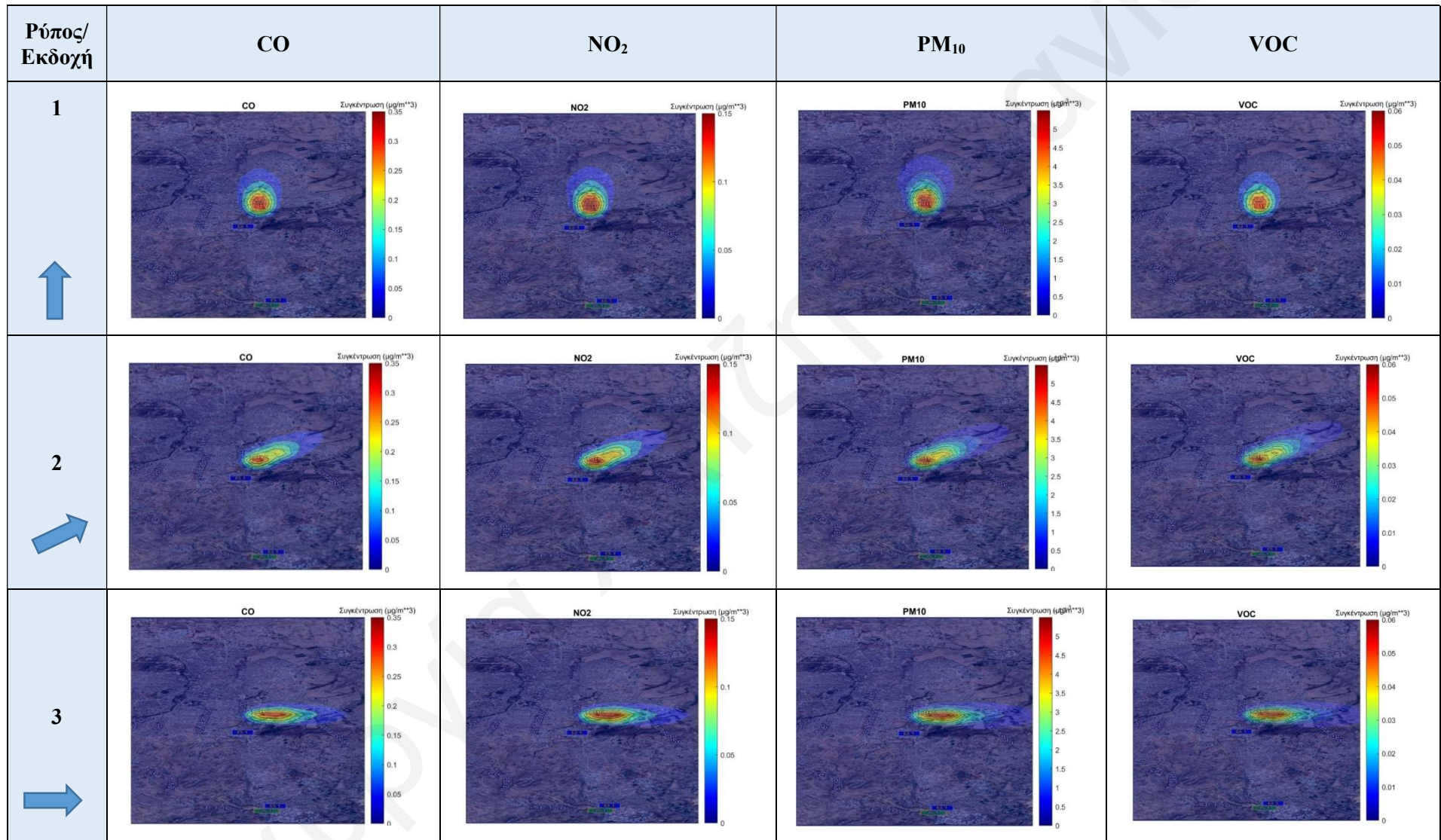
Πίνακας 19: Αποτελέσματα εκπομπής αέριων ρύπων, ανάλυσης ευαισθησίας

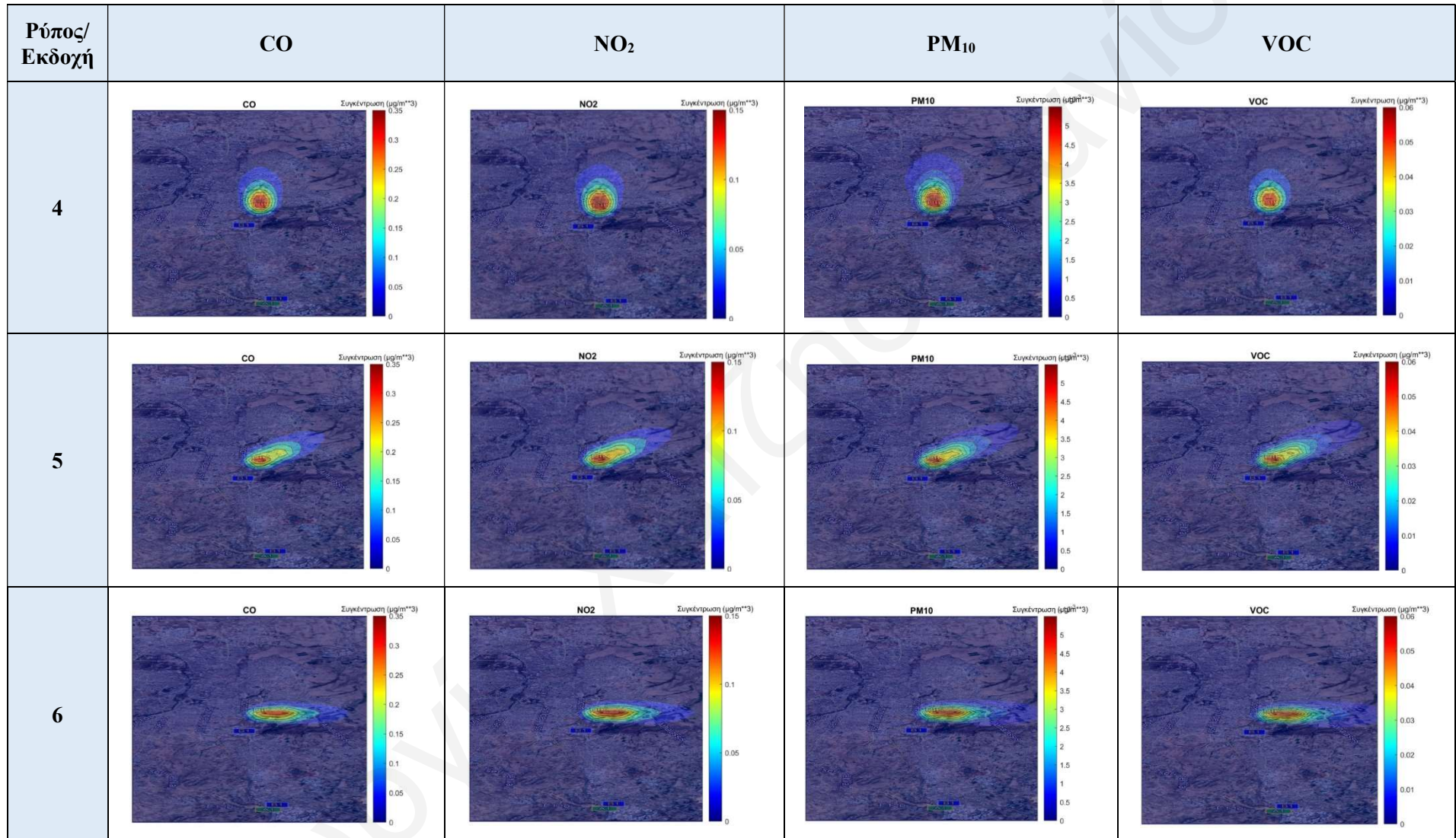
Ρύπος/ Εκδοχή	CO	NO ₂	PM ₁₀	VOC
1	 <p>Legend Road: CO g/km/s >=0 <=0.0203 >=0.0203 <=0.0405 >=0.0405 <=0.0608 >=0.0608 <=0.081</p>	 <p>Legend Road: NO₂ g/km/s >=0 <=0.00129 >=0.00129 <=0.00258 >=0.00258 <=0.00386 >=0.00386 <=0.00515</p>	 <p>Legend Road: PM₁₀ g/km/s >=0 <=0.000313 >=0.000313 <=0.000625 >=0.000625 <=0.000938 >=0.000938 <=0.00125</p>	 <p>Legend Road: VOC g/km/s >=0 <=0.00335 >=0.00335 <=0.0067 >=0.0067 <=0.0101 >=0.0101 <=0.0134</p>
2	 <p>Legend Road: CO g/km/s >=0 <=0.0203 >=0.0203 <=0.0405 >=0.0405 <=0.0608 >=0.0608 <=0.081</p>	 <p>Legend Road: NO₂ g/km/s >=0 <=0.00129 >=0.00129 <=0.00258 >=0.00258 <=0.00386 >=0.00386 <=0.00515</p>	 <p>Legend Road: PM₁₀ g/km/s >=0 <=0.000313 >=0.000313 <=0.000625 >=0.000625 <=0.000938 >=0.000938 <=0.00125</p>	 <p>Legend Road: VOC g/km/s >=0 <=0.00335 >=0.00335 <=0.0067 >=0.0067 <=0.0101 >=0.0101 <=0.0134</p>
3	 <p>Legend Road: CO g/km/s >=0 <=0.0203 >=0.0203 <=0.0405 >=0.0405 <=0.0608 >=0.0608 <=0.081</p>	 <p>Legend Road: NO₂ g/km/s >=0 <=0.00129 >=0.00129 <=0.00258 >=0.00258 <=0.00386 >=0.00386 <=0.00515</p>	 <p>Legend Road: PM₁₀ g/km/s >=0 <=0.000313 >=0.000313 <=0.000625 >=0.000625 <=0.000938 >=0.000938 <=0.00125</p>	 <p>Legend Road: VOC g/km/s >=0 <=0.00335 >=0.00335 <=0.0067 >=0.0067 <=0.0101 >=0.0101 <=0.0134</p>

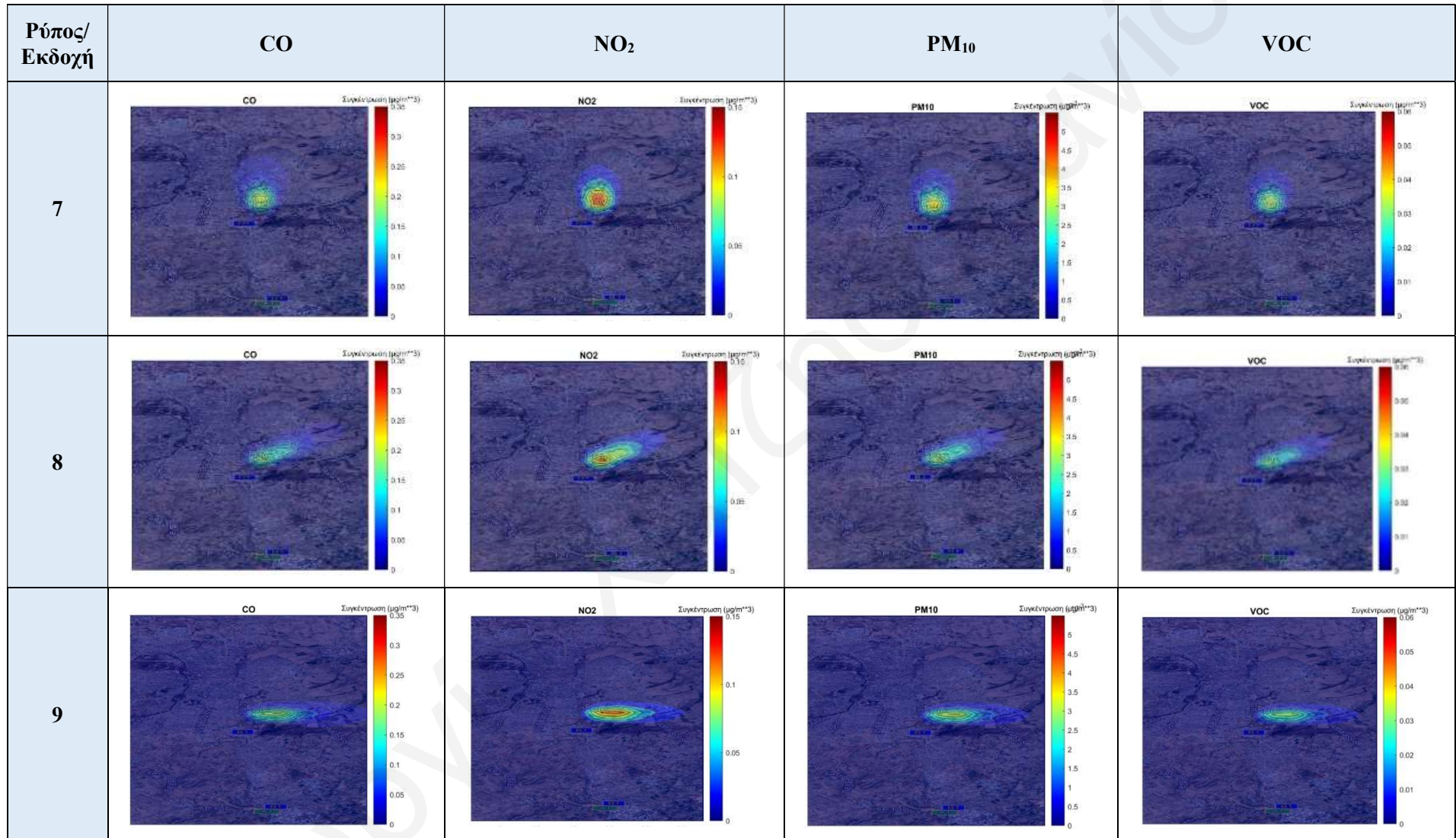
Ρύπος/ Εκδοχή	CO	NO ₂	PM ₁₀	VOC
4				
5				
6				

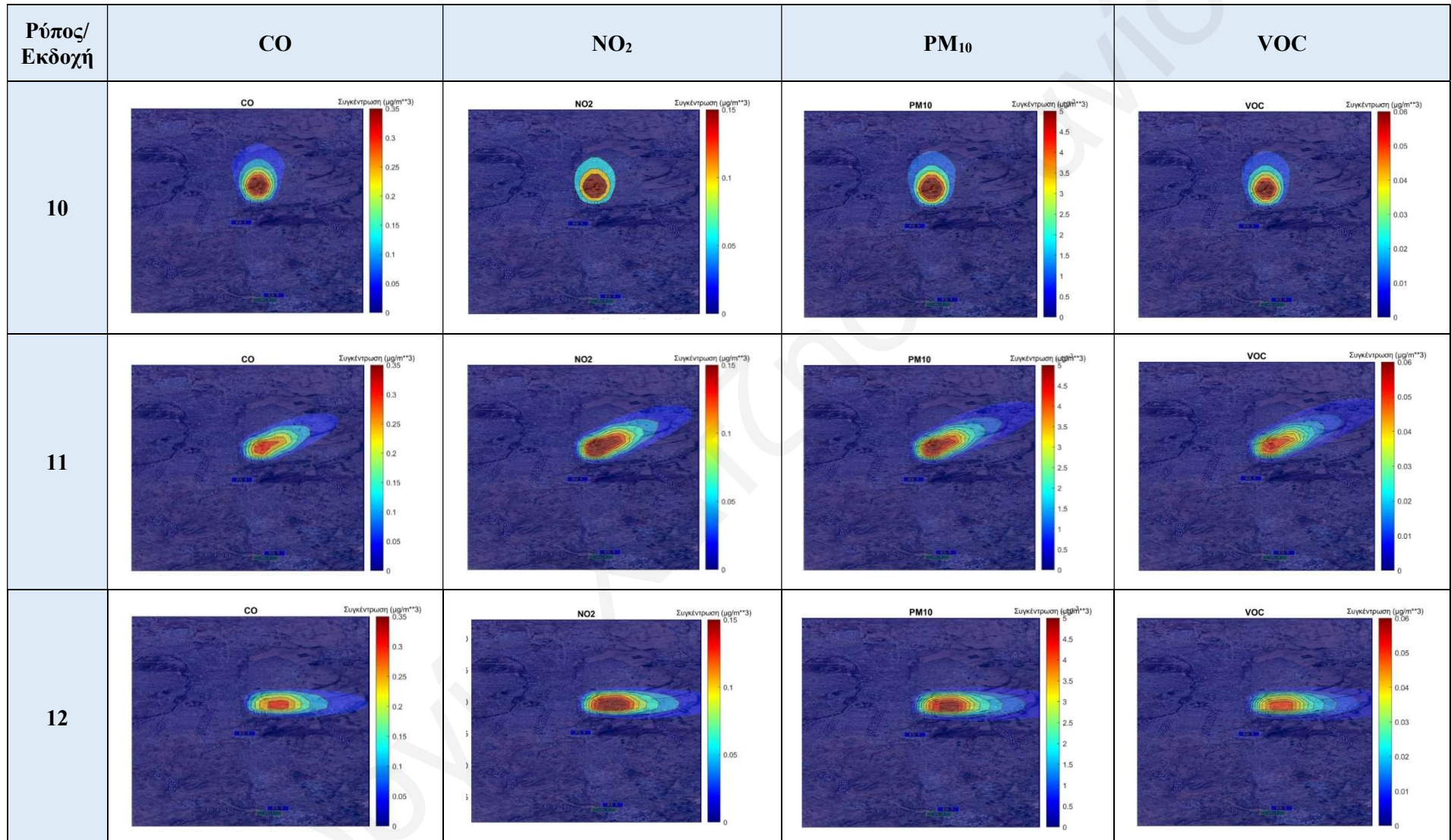
Ρύπος/ Εκδοχή	CO	NO ₂	PM ₁₀	VOC
7	 <p>Legend Road: CO g/km/s >=0 <=0.0203 >=0.0203 <=0.0405 >=0.0405 <=0.0608 >=0.0608 <=0.081</p>	 <p>Legend Road: NO2 g/km/s >=0 <=0.00128 >=0.00128 <=0.00255 >=0.00258 <=0.00386 >=0.00386 <=0.00515</p>	 <p>Legend Road: PM10 g/km/s >=0 <=0.000313 >=0.000313 <=0.000625 >=0.000625 <=0.000938 >=0.000938 <=0.00125</p>	 <p>Legend Road: VOC g/km/s >=0 <=0.00335 >=0.00335 <=0.0067 >=0.0067 <=0.0101 >=0.0101 <=0.0134</p>
8	 <p>Legend Road: CO g/km/s >=0 <=0.0203 >=0.0203 <=0.0405 >=0.0405 <=0.0608 >=0.0608 <=0.081</p>	 <p>Legend Road: NO2 g/km/s >=0 <=0.00128 >=0.00128 <=0.00258 >=0.00258 <=0.00386 >=0.00386 <=0.00515</p>	 <p>Legend Road: PM10 g/km/s >=0 <=0.000313 >=0.000313 <=0.000625 >=0.000625 <=0.000938 >=0.000938 <=0.00125</p>	 <p>Legend Road: VOC g/km/s >=0 <=0.00335 >=0.00335 <=0.0067 >=0.0067 <=0.0101 >=0.0101 <=0.0134</p>

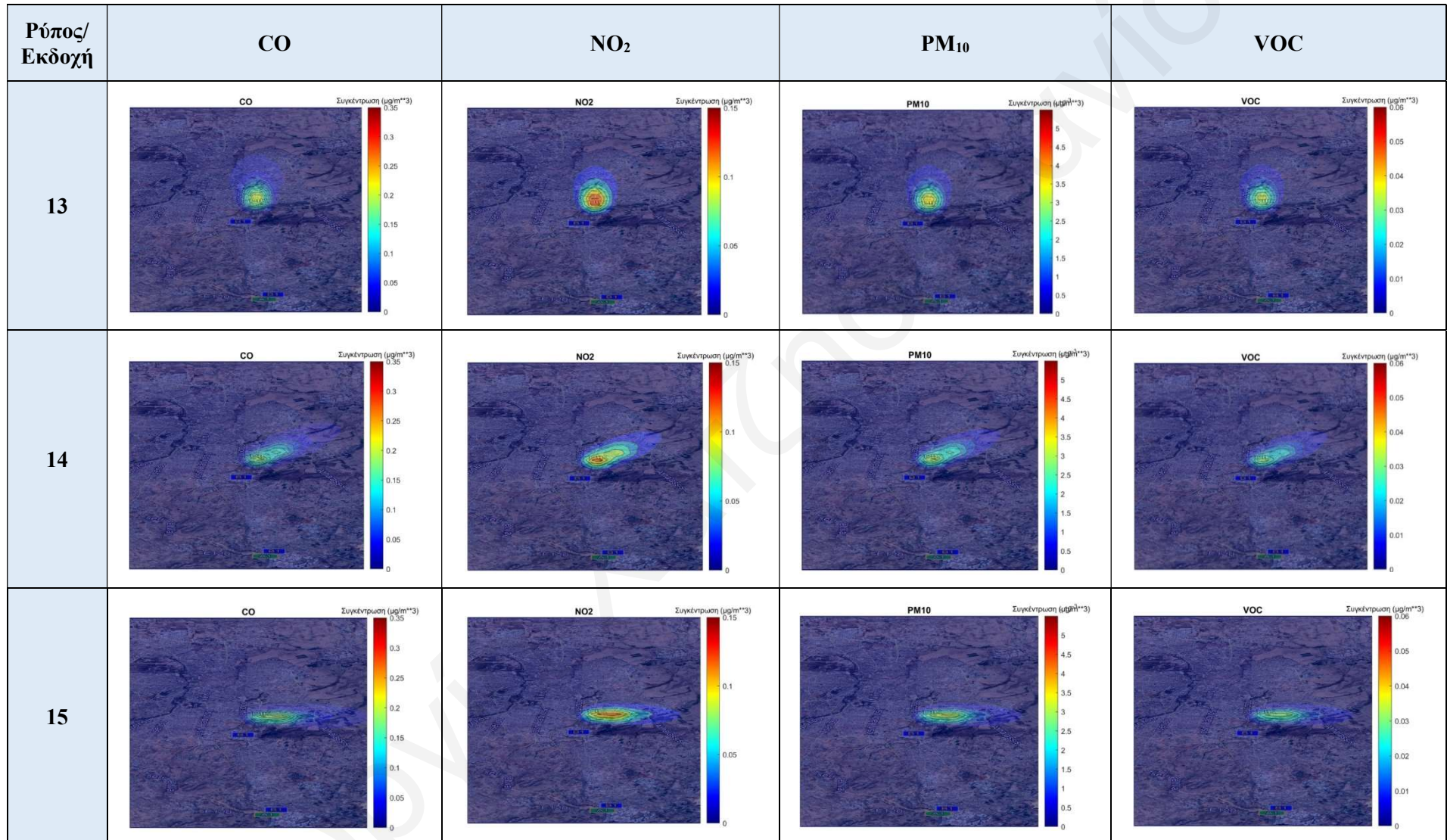
Πίνακας 20: Αποτελέσματα διασποράς αέριων ρύπων, ανάλυση ευαισθησίας

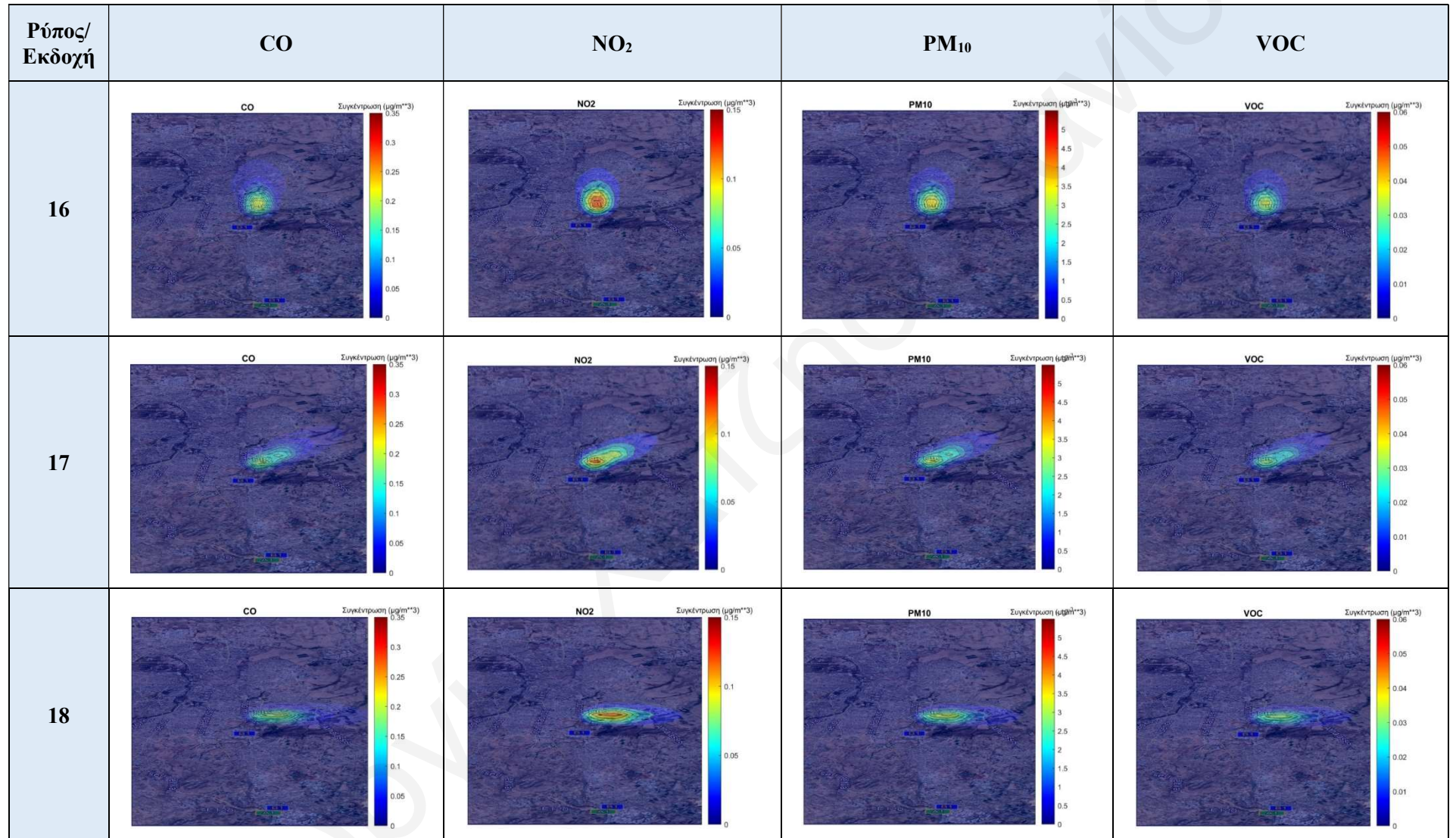


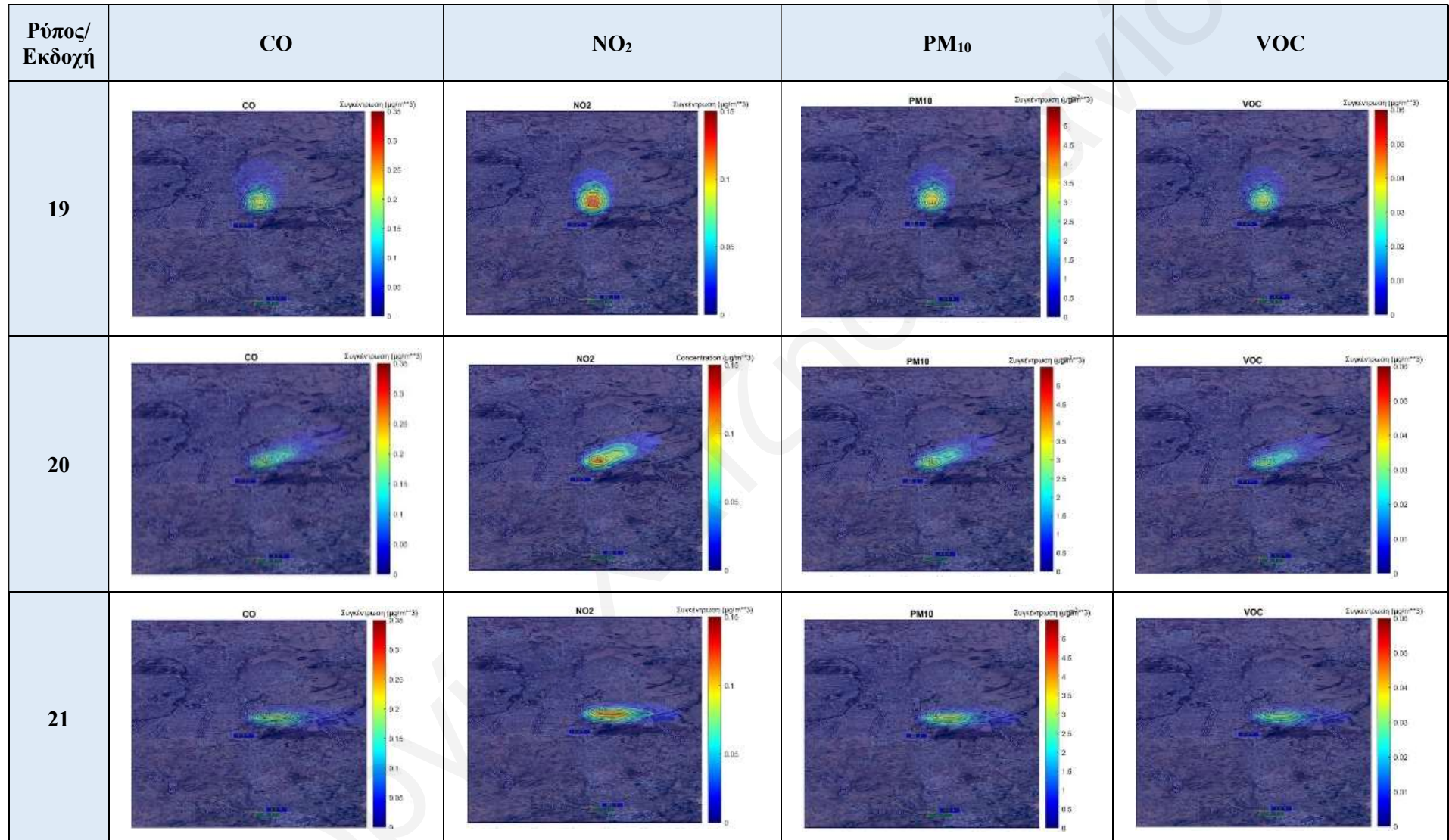


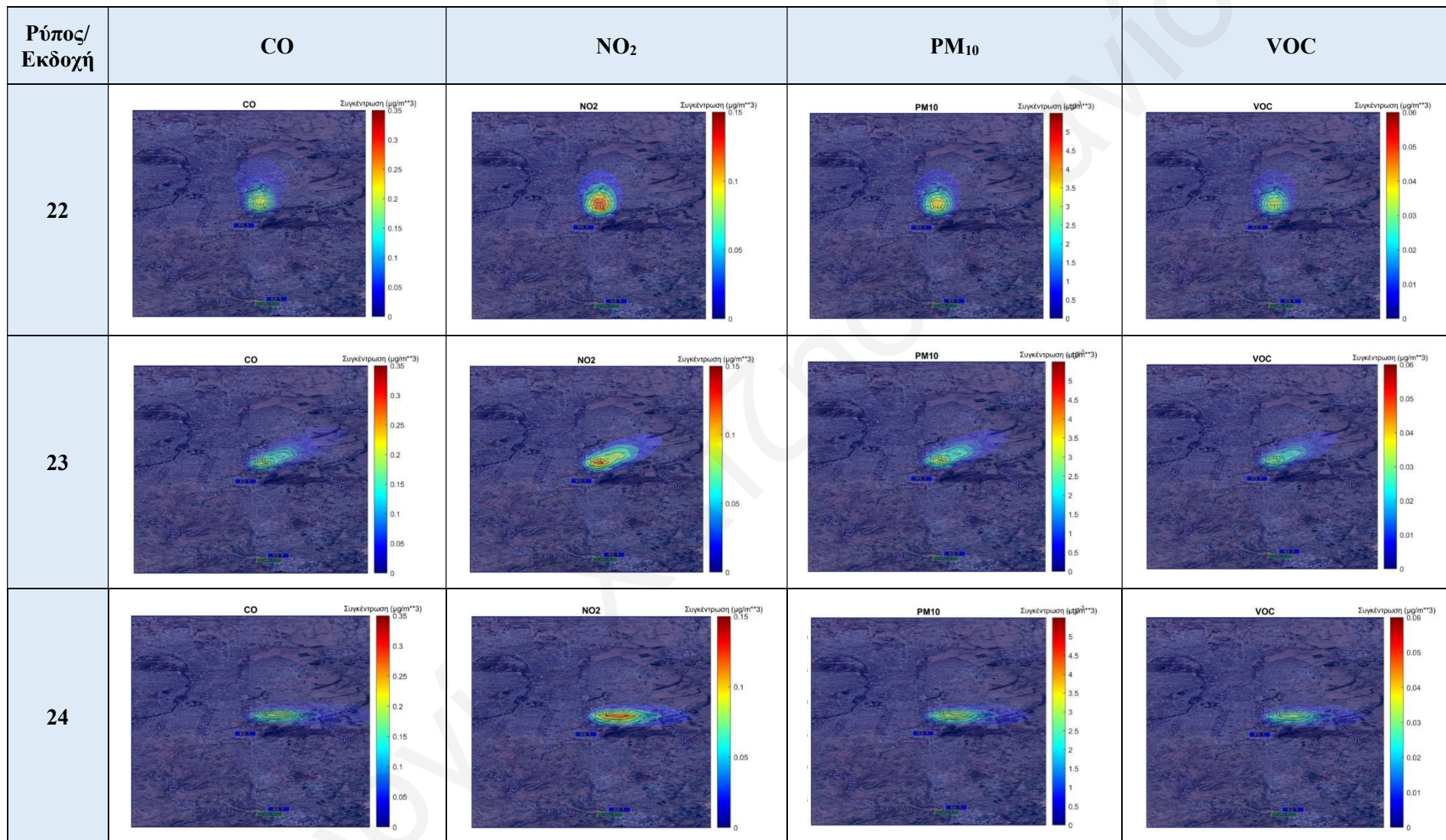












5.2. Εκδοχές πραγματικής περίπτωσης

Στην Ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τη μελέτη των εκδοχών πραγματικής περίπτωσης. Στη μελέτη των εκδοχών περίπτωσης λήφθηκε υπόψη τόσο η διακίνηση των οχημάτων στον προτεινόμενο δρόμο αλλά και στο υφιστάμενο οδικό δίκτυο της περιοχής. Η διασπορά των αέριων ρύπων στο πλαίσιο μελέτης των εκδοχών πραγματικών υπολογίστηκε σε ύψος 1.5 με τη χρήση του ADMS – Urban. Στον υπολογισμό της συγκέντρωσης των αέριων ρύπων λήφθηκε υπόψη μοντελοποίηση των χημικών μεταβολών του διοξειδίου του αζώτου (NO₂) και οξειδίου του αζώτου (NO_x) στην ατμόσφαιρα.

Τα αποτελέσματα από τη μελέτη των εκδοχών πραγματικής περίπτωσης αφορούσαν τις συγκεντρώσεις των αέριων ρύπων CO, NO₂, PM₁₀ και VOC για τη χρονική περίοδο όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 21.

Πίνακας 21: Υπολογισμός συγκεντρώσεων διασποράς αέριων ρύπων, εκδοχές πραγματικής περίπτωσης

Εκδοχή	CO (ώρες)	NO ₂ (ώρες)	PM ₁₀ (ώρες)	VOC (ώρες)
1	168	168	168	168
2	8	1	24	1
3	8	1	24	1
4	168	168	168	168
5	8	1	24	1
6	8	1	24	1
7	168	168	168	168
8	8	1	24	1
9	8	1	24	1
10	8	1	24	1
11	8	1	24	1
12	8	1	24	1

Στις πρώτες 10 εκδοχές πραγματικής περίπτωσης υπολογίστηκε η συγκέντρωση διασποράς των αέριων ρύπων στο πλέγμα αποδεκτών, όπως ορίστηκε στην περιοχή μελέτης στην Ενότητα 4.3.1, Πίνακα 7. Στις εκδοχές πραγματικής περίπτωσης 11 και 12 υπολογίστηκε η συγκέντρωση των αέριων ρύπων στα σημεία ενδιαφέροντος που παρουσιάζονται στον Πίνακα 8.

Στον Πίνακα 22 παρουσιάζεται το ποσοστό αύξησης της συγκέντρωσης των ρύπων που οφείλεται στη διαφορά της ταχύτητας των οχημάτων σε σημείο ενδιαφέροντος. Το σημείο ενδιαφέροντος είναι το Ινστιτούτο Κύπρου. Το ποσοστό αύξησης της συγκέντρωσης των ρύπων υπολογίστηκε σύμφωνα με τη βέλτιστη εκδοχή, εκδοχή 1, κατά το οποίο η ταχύτητα των οχημάτων είναι 65 km/ hr.

Πίνακας 22: Ποσοστό αύξησης της συγκέντρωσης των αέριων ρύπων στο σημείο αναφοράς σε σχέση με την εκδοχή 1, εκδοχές πραγματικής περίπτωσης

Συντεταγμένες σημείου αναφοράς	Latitude: 35.140529°		Longitude: 33.380301°	
Ρύπος	Ποσοστό αύξησης της συγκέντρωσης στο σημείο αναφοράς (%)			
Εκδοχή	CO	NO ₂	PM ₁₀	VOC
Εκδοχή 4 (50 km/ hr)	0.02	0.00	0.00	0.04
Εκδοχή 7 (30 km/ hr)	0.09	0.00	0.07	0.09

Από τα αποτελέσματα της εβδομαδιαίας διασποράς των αέριων ρύπων στο πλέγμα αποδεκτών (εκδοχές 1, 4 και 7), υπάρχει ένα σημείο υψηλού ενδιαφέροντος στο οποίο η συγκέντρωση των αέριων ρύπων είναι η μέγιστη σε όλες τις περιπτώσεις. Το σημείο αυτό βρίσκεται στη Λεωφόρο Στροβόλου. Οι συντεταγμένες του σημείου ενδιαφέροντος και τα αποτελέσματα της συγκέντρωσης των αέριων ρύπων παρουσιάζονται στον Πίνακα 23.

Πίνακας 23: Μέγιστη συγκέντρωση αέριων ρύπων στις εκδοχές 1, 4 και 7, εκδοχές πραγματικής περίπτωσης

Συντεταγμένες σημείου μέγιστης συγκέντρωσης	Latitude: 35.148129°		Longitude: 33.345961°	
Εκδοχή	Μέγιστη συγκέντρωση (μg/m ³)			
	CO	NO ₂	PM ₁₀	VOC
Εκδοχή 1	119	11.6	6.95	110
Εκδοχή 4	119	11.6	6.95	110
Εκδοχή 7	119	11.6	6.95	110

Στον Πίνακα 24 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τη διασπορά των αέριων ρύπων στα σημεία ενδιαφέροντος εξαιτίας της υφιστάμενης χρήσης του οδικού δικτύου στην περιοχή. Τα αποτελέσματα αφορούν τις εκδοχές πραγματικής περίπτωσης 11.

Πίνακας 24: Συγκέντρωση ρύπων στα σημεία ενδιαφέροντος, υφιστάμενη κατάσταση οδικού δικτύου

Σημείο Περιοχής Μελέτης	Z (m)	CO (μg/m ³)	NO ₂ (μg/m ³)	PM ₁₀ (μg/m ³)	VOC (μg/m ³)
Λεωφόρος Κυρηναίας	1.5	53.02	7.05	0.48	5.65
Οδός Ομήρου	1.5	39.26	5.24	0.34	4.11
Οδός Αμφίσης	1.5	37.77	3.96	0.28	3.77
Οδός Δέκα Ανοματών	1.5	14.87	2.25	0.14	1.60
Πανεπιστήμιο Κύπρου – Σταθμός Παρακολούθησης ΑΥΡΑ	1.5	9.77	1.46	0.09	1.06
Λίμνη Αθαλάσσας μικρή	1.5	17.11	2.45	0.16	1.84
Λίμνη Αθαλάσσας μικρή	0	17.13	2.45	0.16	1.84
Λίμνη Αθαλάσσας μεγάλη	1.5	14.41	2.01	0.13	1.53
Λίμνη Αθαλάσσας μεγάλη	0	14.42	2.01	0.13	1.53

Στον Πίνακα 25 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τη διασπορά των αέριων ρύπων στα σημεία ενδιαφέροντος εξαιτίας της υφιστάμενης χρήσης του οδικού δικτύου στην περιοχή με τη συνεισφορά του προτεινόμενου δρόμου (εκδοχή πραγματικής περίπτωσης 12).

Πίνακας 25: Συγκέντρωση ρύπων στα σημεία ενδιαφέροντος, με τη συνεισφορά του προτεινόμενου δρόμου

Σημείο Περιοχής Μελέτης	Z (m)	CO (μg/m ³)	NO ₂ (μg/m ³)	PM ₁₀ (μg/m ³)	VOC (μg/m ³)
Λεωφόρος Κυρηναίας	1.5	53.06	7.06	0.48	5.66
Οδός Ομήρου	1.5	41.66	5.71	0.37	4.38
Οδός Αμφίσης	1.5	37.78	3.96	0.28	3.77
Οδός Δέκα Ανοματών	1.5	14.88	2.25	0.14	1.61
Πανεπιστήμιο Κύπρου – Σταθμός Παρακολούθησης ΑΥΡΑ	1.5	9.78	1.47	0.09	1.06
Λίμνη Αθαλάσσας μικρή	1.5	17.13	2.45	0.16	1.84
Λίμνη Αθαλάσσας μικρή	0	17.15	2.45	0.16	1.84
Λίμνη Αθαλάσσας μεγάλη	1.5	14.44	2.02	0.13	1.53
Λίμνη Αθαλάσσας μεγάλη	0	14.45	2.02	0.13	1.53

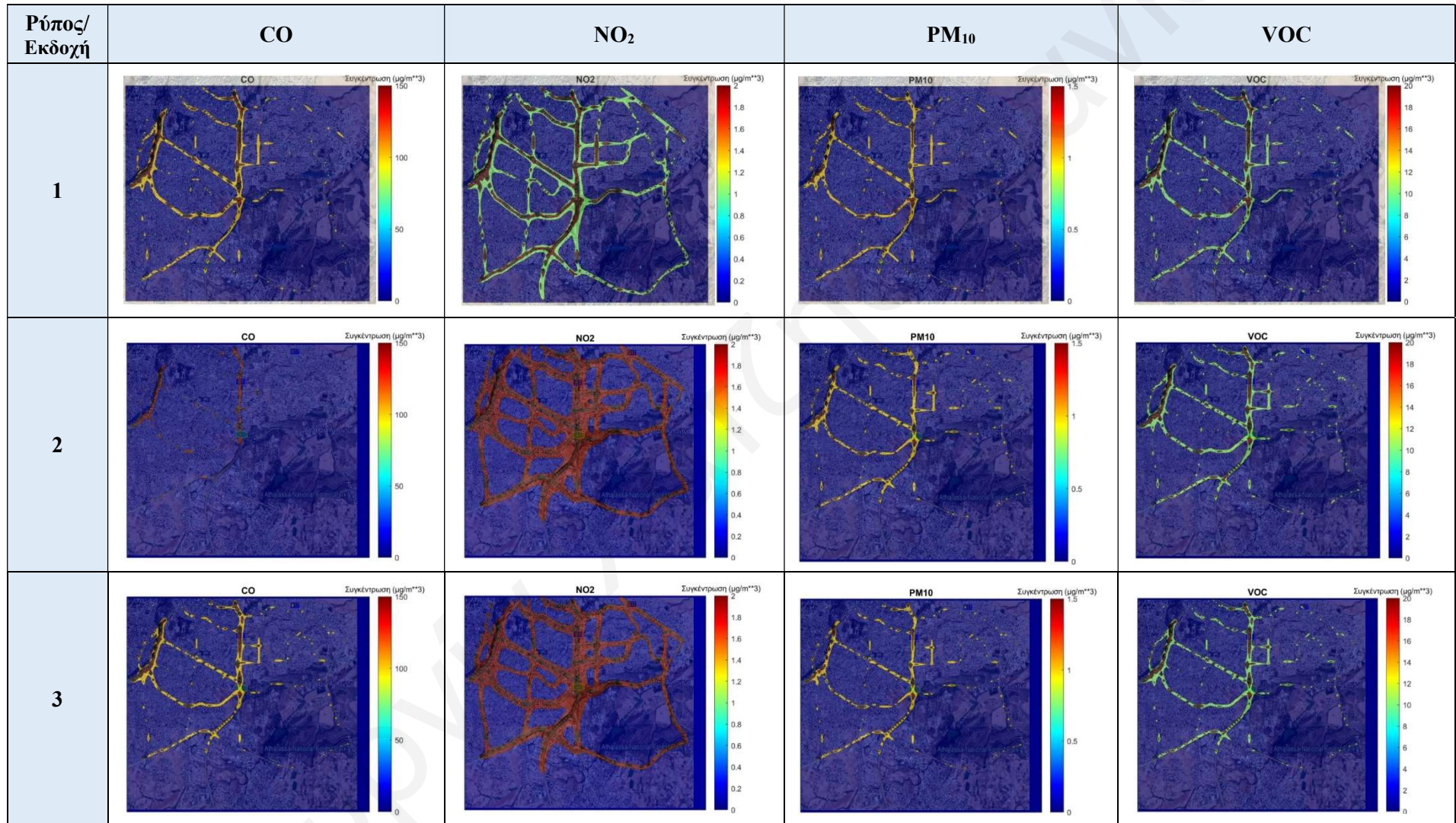
Τα αποτελέσματα συγκέντρωσης των αέριων ρύπων από τη διασπορά στον Σταθμό ΑΥΡΑ συγκρίνονται με τα όρια που έχουν τεθεί από τη νομοθεσία της περί ποιότητας του αέρα. Συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα συγκέντρωσης αέριων ρύπων από την εκδοχή 11 και 12 στον Σταθμό ΑΥΡΑ παρουσιάζονται στον Πίνακα 26, όπως επίσης και η ποσοστιαία συνεισφορά στην επιβάρυνση της ατμόσφαιρας σε σχέση με την αντίστοιχη οριακή τιμή συγκέντρωσης.

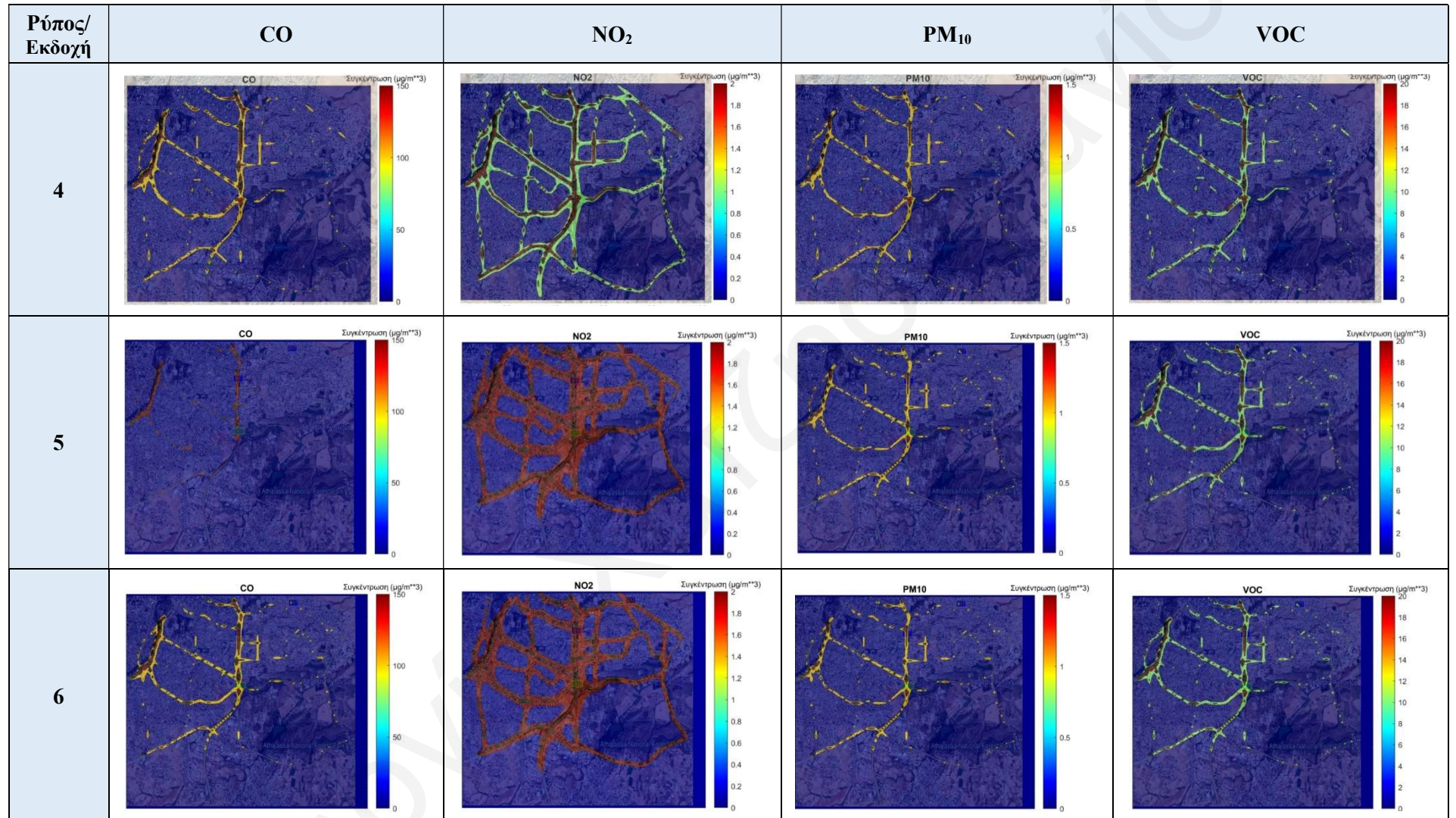
Πίνακας 26: Αποτελέσματα συγκέντρωσης αέριων ρύπων στο σταθμό παρακολούθησης ΑΥΡΑ, εκδοχές πραγματικής περίπτωσης

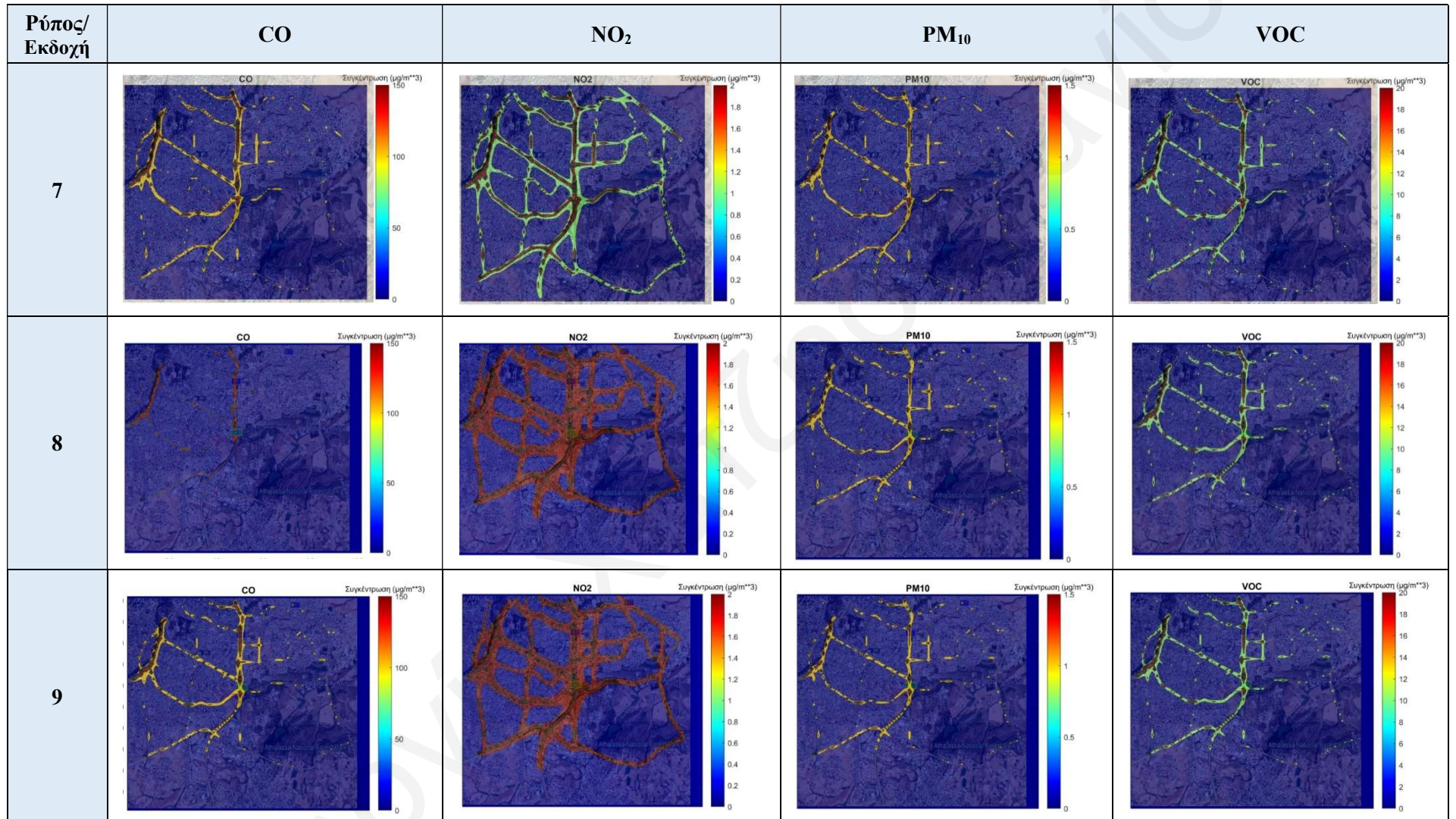
Σημείο ενδιαφέροντος	Σταθμός Παρακολούθησης της Ατμόσφαιρας ΑΥΡΑ							
	Συγκέντρωση (μg/m ³)				Ποσοστό συνεισφοράς στην οριακή τιμή (%)			
	CO	NO ₂	PM ₁₀	VOC	CO	NO ₂	PM ₁₀	VOC
Εκδοχή 11	9.77	1.46	0.10	1.06	0.10	0.73	0.19	21.2
Εκδοχή 12	9.78	1.47	0.10	1.06	0.10	0.74	0.19	21.2

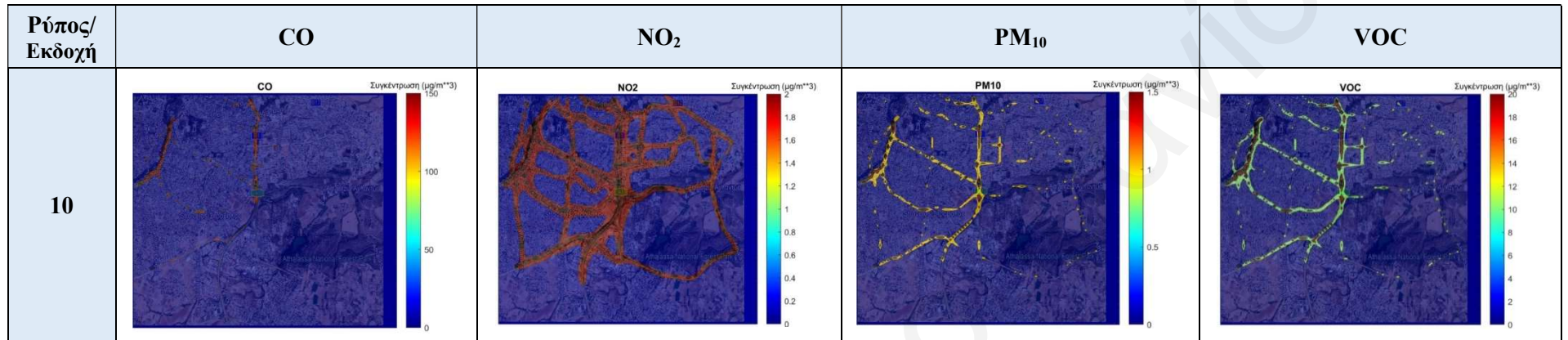
Στον Πίνακα 27 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τη διασπορά των αέριων ρύπων στην περιοχή μελέτης στο πλαίσιο εξέτασης των εκδοχών πραγματικής περίπτωσης. Η κάθε γραμμή του πίνακα αντιστοιχεί σε κάθε μία εκδοχή πραγματικής περίπτωσης των οποίων τα χαρακτηριστικά αναφέρονται στους Πίνακες 9 και 10. Στις εκδοχές 1, 4 και 7 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τις εκδοχές στις οποίες λήφθηκε υπόψη η κυκλοφορία για όλες τις ημέρες τις εβδομάδας. Η ταχύτητα των οχημάτων στις εκδοχές πραγματικής περίπτωσης 1, 4 και 7 είναι 65, 50 και 30 km/ hr, αντίστοιχα.

Πίνακας 27: Αποτελέσματα διασποράς αέριων ρύπων στις εκδοχές πραγματικής περίπτωσης









6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα ενότητα συνοψίζονται τα συμπεράσματα που έχουν εξαχθεί μετά την ολοκλήρωση της μελέτης παραμέτρων – ανάλυση ευαισθησίας και των εκδοχών πραγματικής περίπτωσης λειτουργίας τόσο του υφιστάμενου οδικού δικτύου σε περιοχή της Λευκωσίας, όσο και του προτεινόμενου δρόμου διαμέσου του Εθνικού Δασικού Πάρκου Αθαλάσσας.

Αρχικά, η ανάλυση ευαισθησίας πραγματοποιήθηκε ώστε να κατευθύνει την παραμετρική μελέτη της εκπομπής και διασποράς των κυριότερων κυκλοφοριακών ρύπων CO, NO₂, PM₁₀ και VOC's. Ακολούθως, με την ολοκλήρωση της μελέτης των εκδοχών της πραγματικής περίπτωσης, εξήχθησαν συμπεράσματα σχετικά με την υφιστάμενη κατάσταση της ποιότητας του αέρα αλλά και την επιβάρυνση που θα προκαλείται στην ατμόσφαιρα από τη λειτουργία του προτεινόμενου δρόμου.

Η παράμετρος που επηρεάζει περισσότερο την εκπομπή των αέριων ρύπων από τα οχήματα είναι ο κυκλοφοριακός φόρτος και η κατανομή του στον προτεινόμενο δρόμο. Η μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των εκπομπών κατά μήκος του προτεινόμενου δρόμου. Συγκεκριμένα, η μείωση του αριθμού του κυκλοφοριακού φόρτου κατά 50% έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της ελάχιστης εκπομπής των ρύπων κατά μήκος του προτεινόμενου δρόμου κατά 50.1%. Η μείωση του αριθμού του κυκλοφοριακού φόρτου κατά 75% έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της ελάχιστης εκπομπής των ρύπων κατά μήκος του προτεινόμενου δρόμου μέχρι και 200%.

Μια άλλη παράμετρος που επηρεάζει την εκπομπή και τη διασπορά των αέριων ρύπων από το οδικό δίκτυο, και η οποία έχει μελετηθεί στο πλαίσιο της ανάλυσης ευαισθησίας, είναι η ταχύτητα διακίνησης των οχημάτων. Συγκεκριμένα, η μείωση της ταχύτητας των οχημάτων από 65 km/hr σε 30 km/hr, μπορεί να αυξήσει την εκπομπή των ρύπων CO, NO₂, PM₁₀ και VOC, σε ποσοστό 33.2%, 16.50%, 33.3% και 32.7%, αντιστοίχως. Η μέγιστη συγκέντρωση στην πηγή του διοξειδίου του αζώτου (NO₂) δεν επηρεάζεται από την αλλαγή στην ταχύτητα των οχημάτων. Μικρή μείωση της ταχύτητας διακίνησης των οχημάτων από 65 km/hr σε 50 km/hr, δεν επηρεάζει τη μέγιστη συγκέντρωση των αέριων ρύπων κοντά στην πηγή. Η αλλαγή της ταχύτητας στον προτεινόμενο δρόμο δεν είναι ικανή να επηρεάσει σε σημαντικό βαθμό τη διασπορά των αέριων ρύπων στην περιοχή παρά μόνο σε απόσταση ακτίνας 300 μέτρων, σύμφωνα με τα αποτελέσματα των εκδοχών πραγματικής περίπτωσης.

Η διασπορά των αέριων ρύπων επηρεάζεται άμεσα από την κατεύθυνση του ανέμου. Η διασπορά των αέριων ρύπων από τη χρήση του προτεινόμενου δρόμου μπορεί να φθάσει μέχρι και το πάρκο Ακαδημίας στην περίπτωση που ο άνεμος πνέει κατά μήκος του προτεινόμενου δρόμου. Ενώ στην περίπτωση που ο άνεμος είναι νοτιοδυτικός, μπορεί να φθάσει μέχρι και την Πανεπιστημιούπολη του Πανεπιστημίου Κύπρου. Όταν ο άνεμος πνέει κάθετα στον άξονα του προτεινόμενου δρόμου η διασπορά των αέριων ρύπων επηρεάζει περισσότερο το Εθνικό Δασικό Πάρκο Αθαλάσσας.

Η διασπορά στην εκδοχή στην οποία μελετήθηκε η περίπτωση όπου το μήκος του προτεινόμενου δρόμου είναι 2,300 μέτρα αντί 650 μέτρα και η ταχύτητα διακίνησης των οχημάτων είναι 50 km/hr είχε τη μεγαλύτερη έκταση, φτάνοντας μέχρι και πέρα από την Πανεπιστημιούπολη του Πανεπιστημίου Κύπρου στην περίπτωση όπου ο άνεμος έχει κατεύθυνση διαγώνια του μήκους του προτεινόμενου δρόμου. Επίσης, οι μέγιστες συγκεντρώσεις των αέριων ρύπων έχουν μεγαλύτερη έκταση σε σχέση με τις υπόλοιπες εκδοχές.

Η βέλτιστη εκδοχή από την ανάλυση ευαισθησίας, κατά την οποία παρατηρείται η χαμηλότερη συγκέντρωση των αέριων ρύπων (CO, NO₂, PM₁₀ και VOC) σε πυκνοκατοικημένη περιοχή είναι, η εκδοχή στην οποία τα οχήματα έχουν ταχύτητα 50 km/hr και η κατανομή τους μειώνεται κατά 50% στο 1/2 νότιο τμήμα του προτεινόμενου δρόμου και ο άνεμος πνέει κατά μήκος του δρόμου (εκδοχή 13).

Η εκδοχή κατά την οποία παρατηρείται η υψηλότερη συγκέντρωση των αέριων ρύπων CO, NO₂, PM₁₀ και VOC σε πυκνοκατοικημένη περιοχή και μπορεί να χαρακτηριστεί ως χειρίστη, είναι η εκδοχή στην οποία τα οχήματα έχουν ταχύτητα 30 km/hr και η κατανομή τους είναι ομοιόμορφη κατά μήκος του προτεινόμενου δρόμου και ο άνεμος πνέει διαγώνια από το μήκος του προτεινόμενου δρόμου (εκδοχή 2). Η πυκνοκατοικημένη περιοχή που επηρεάζεται είναι η περιοχή βορειοανατολικά του προτεινόμενου δρόμου και φτάνει μέχρι την Πανεπιστημιούπολη του Πανεπιστημίου Κύπρου.

Η μεταβολή στην ταχύτητα των οχημάτων που διακινούνται κατά μήκος του προτεινόμενου δρόμου δεν επηρεάζει τη μέγιστη συγκέντρωση των αέριων ρύπων στην περιοχή μελέτης. Συγκεκριμένα, η μέγιστη συγκέντρωση των αέριων ρύπων παρατηρείται τη Λεωφόρο Στροβόλου και δεν παρουσιάζει αλλαγή με τη μεταβολή της ταχύτητας των οχημάτων από 30 σε 50 και 65 km/hr.

Στο πλαίσιο μελέτης εκδοχών πραγματικής περίπτωσης λειτουργίας του προτεινόμενου δρόμου και του υφιστάμενου οδικού δικτύου μελετήθηκε η διασπορά των αέριων ρύπων σε πλέγμα αποδεκτών αλλά και σε σημεία ενδιαφέροντος σε ύψος 1.5 μέτρα.

Η μείωση της ταχύτητας των οχημάτων στο οδικό δίκτυο οδηγεί στην αύξηση της συγκέντρωσης των αέριων ρύπων στην περιοχή. Συγκεκριμένα, η μείωση της ταχύτητας των οχημάτων από 65 σε 50 km/hr οδηγεί στην αύξηση του CO κατά 0.02% και των VOC κατά 0.04%. Στους ρύπους NO₂ και PM₁₀ δεν παρατηρείται μεταβολή στη συγκέντρωση. Η μείωση της ταχύτητας των οχημάτων από 65 σε 30 km/hr οδηγεί στην αύξηση του CO κατά 0.09%, των PM₁₀ κατά 0.07% και των VOC κατά 0.09%. Στο NO₂ δεν παρατηρείται μεταβολή στη συγκέντρωση.

Στις εκδοχές που υπολογίστηκε ο εβδομαδιαίος μέσος όρος της συγκέντρωσης τους στην περιοχή υπολογίστηκε και η μέγιστη συγκέντρωσή τους. Σε όλες τις εκδοχές η μέγιστη συγκέντρωση των αέριων ρύπων παρατηρείται στο ίδιο σημείο χωρίς να διαφοροποιείται. Το σημείο αυτό βρίσκεται στη Λεωφόρο Στροβόλου. Συνεπώς, η μεταβολή στη ταχύτητα των οχημάτων στον προτεινόμενο δρόμο (30/ 50/ 65 km/hr) δεν θα επηρεάσει τη συγκέντρωση των αέριων ρύπων στη Λεωφόρο Στροβόλου. Η Λεωφόρος Στροβόλου είναι μια από τις πιο πολυσύχναστες Λεωφόρους στη Λευκωσία και η συγκέντρωση των αέριων ρύπων είναι ήδη υψηλή. Επίσης, βρίσκεται σε απόσταση 3 χιλιομέτρων, βορειοδυτικά από τον προτεινόμενο δρόμο. Οι επικρατούντες άνεμοι στην Κύπρο είναι δυτικοί (με κατεύθυνση από τη Δύση προς την Ανατολή). Επομένως, η διασπορά των αέριων ρύπων από τον προτεινόμενο δρόμο επηρεάζει περισσότερο την περιοχή που βρίσκεται ανατολικά.

Στα σημεία ενδιαφέροντος μελετήθηκαν δύο εκδοχές πραγματικής περίπτωσης. Η μία εκδοχή αφορά τη διασπορά των αέριων ρύπων μόνο από το υφιστάμενο οδικό δίκτυο. Η δεύτερη εκδοχή αφορά τη διασπορά των αέριων ρύπων τόσο από το υφιστάμενο οδικό δίκτυο αλλά και από τον προτεινόμενο δρόμο. Τα σημεία ενδιαφέροντος επιλέχθηκαν με βάση την ανθρώπινη δραστηριότητα στην περιοχή και την περιβαλλοντική ευαισθησία. Τα σημεία ενδιαφέροντος είναι τα ακόλουθα:

- Λεωφόρος Κυρηναίας
- Οδός Ομήρου
- Οδός Αμφίσης
- Οδός Δέκα Ανοματών
- Πανεπιστήμιο Κύπρου – Σταθμός Παρακολούθησης ΑΥΡΑ
- Λίμνη Αθαλάσσας μικρή
- Λίμνη Αθαλάσσας μεγάλη

Η μεγαλύτερη διαφορά στη συγκέντρωση των αέριων ρύπων μεταξύ των δύο εκδοχών πραγματικών εκδόσεων που εξετάστηκαν παρατηρείται στην οδό Ομήρου. Η μεγάλη διαφορά στις συγκεντρώσεις οφείλεται στο ότι ο προτεινόμενος δρόμος διέρχεται στην οδό Ομήρου. Η μικρότερη διαφορά στη συγκέντρωση των αέριων ρύπων παρατηρείται στην οδό Δέκα Ανοματών. Η οδός Δέκα Ανοματών βρίσκεται νότια και σε μεγάλη απόσταση από τον προτεινόμενο δρόμο αλλά και από το υφιστάμενο οδικό δίκτυο που μελετήθηκε. Επίσης, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης ευαισθησίας, οι μετεωρολογικές συνθήκες, και συγκεκριμένα η κατεύθυνση του ανέμου, είναι σημαντική παράμετρος για τη διασπορά των αέριων ρύπων από μία πηγή. Σύμφωνα με τις μετεωρολογικές συνθήκες της περιοχής, η επικρατούσα κατεύθυνση του ανέμου είναι βορειοδυτική. Συνεπώς, η διασπορά των αέριων ρύπων στην οδό δεν επηρεάζεται σε σημαντικό βαθμό.

Η διασπορά των αέριων ρύπων στη μικρή και μεγάλη λίμνη Αθαλάσσας υπολογίστηκε τόσο σε ύψος 1.5 μέτρα, όσο και στο έδαφος. Μικρή διαφορά παρατηρείται στη συγκέντρωση των αέριων ρύπων στις λίμνες σε ύψος 1.5 μέτρα και στο έδαφος. Η διαφορά στη συγκέντρωση των αέριων ρύπων στις λίμνες της Αθαλάσσας είναι μεγαλύτερη στη περίπτωση που συγκρίνεται η υφιστάμενη κατάσταση του οδικού δικτύου και η προσθήκη του προτεινόμενου δρόμου σε ύψος 1.5 μέτρα και στο έδαφος αντίστοιχα.



Η συγκέντρωση των αέριων ρύπων στο σταθμό παρακολούθησης ΑΥΡΑ στο πλαίσιο μελέτης της υφιστάμενης κατάστασης του οδικού δικτύου της περιοχής (εκδοχή 11) και της συνεισφοράς του προτεινόμενου δρόμου (εκδοχή 12), συγκρίνεται με την αντίστοιχη μέτρηση από τον σταθμό. Συγκεκριμένα, η ημερήσια συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων 10 (PM_{10}) από τη μελέτη της υφιστάμενης κατάστασης του οδικού δικτύου της περιοχής είναι το 0.32% της μέσης ετήσιας συγκέντρωσης που καταγράφηκε στο σταθμό παρακολούθησης ΑΥΡΑ το 2019. Η ημερήσια συγκέντρωση των PM_{10} από τη μελέτη με τη συνεισφορά του προτεινόμενου δρόμου στην επιβάρυνση της ατμόσφαιρας είναι το 0.32% της μέσης ετήσιας συγκέντρωσης που καταγράφηκε στο σταθμό παρακολούθησης ΑΥΡΑ το 2019. Η ωριαία συγκέντρωση του διοξειδίου του αζώτου (NO_2) από την υφιστάμενη κατάσταση του οδικού δικτύου είναι το 20.8% της μέσης ετήσιας συγκέντρωσης που καταγράφηκε στον σταθμό παρακολούθησης ΑΥΡΑ το 2019. Η ωριαία συγκέντρωση του NO_2 από τη μελέτη με τη συνεισφορά του προτεινόμενου δρόμου στην επιβάρυνση της ατμόσφαιρας είναι το 20.9% της μέσης ετήσιας συγκέντρωσης που καταγράφηκε στον σταθμό παρακολούθησης ΑΥΡΑ το 2019.

Η συγκέντρωση των αέριων ρύπων στο σταθμό παρακολούθησης ΑΥΡΑ στο πλαίσιο μελέτης της υφιστάμενης κατάστασης του οδικού δικτύου της περιοχής (εκδοχή 11) και της συνεισφοράς του προτεινόμενου δρόμου (εκδοχή 12), συγκρίνεται με την αντίστοιχη οριακή τιμή συγκέντρωσης. Η μέγιστη ημερήσια μέση τιμή του 8-ώρου της συγκέντρωσης του CO εξαιτίας της υφιστάμενης κατάστασης του οδικού δικτύου είναι <1% της οριακής τιμής. Η μέγιστη ημερήσια μέση τιμή του 8-ώρου της συγκέντρωσης του CO εξαιτίας της υφιστάμενης κατάστασης του οδικού δικτύου και της συνεισφοράς του προτεινόμενου δρόμου είναι <1% της οριακής τιμής. Η ημερήσια συγκέντρωση των PM_{10} από την υφιστάμενη κατάσταση του οδικού δικτύου της περιοχής είναι το 0.187% της αντίστοιχης ημερήσιας οριακής τιμής της συγκέντρωσης. Με τη συνεισφορά του προτεινόμενου δρόμου, η μέση ημερήσια συγκέντρωση των PM_{10} στον σταθμό ΑΥΡΑ είναι το 0.1872% της ημερήσιας οριακής τιμής. Η ωριαία συγκέντρωση του NO_2 στον σταθμό ΑΥΡΑ λόγω της υφιστάμενης κατάστασης του οδικού δικτύου είναι το 0.73% και με τη συνεισφορά του προτεινόμενου δρόμου 0.735% της ωριαίας οριακής τιμής της συγκέντρωσης. Η ωριαία τιμή της συγκέντρωσης των VOC είναι το 21.2% της μέσης ετήσιας συγκέντρωσης του βενζολίου.

7. ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΣΒΑΚ ΛΕΥΚΩΣΙΑΣ

Στην παρούσα ενότητα πραγματοποιείται ανάλυση των αποτελεσμάτων από την ανάλυση ευαισθησίας και τις εκδοχές πραγματικής περίπτωσης σε σχέση με το Σχέδιο Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας (ΣΒΑΚ) Λευκωσίας.

Μέσα από την ανάλυση ευαισθησίας μελετήθηκε η συνεισφορά συγκεκριμένων παραμέτρων στην εκπομπή και διασπορά αέριων ρύπων. Συγκεκριμένα, οι παράμετροι που μελετήθηκαν είναι η ταχύτητα των οχημάτων, ο κυκλοφοριακός φόρτος και η κατεύθυνση του ανέμου. Μέσα από τα αποτελέσματα συμπεραίνεται ότι όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα των οχημάτων, τόσο χαμηλότερη είναι η εκπομπή των αέριων ρύπων. Ωστόσο, η περιοχή είναι κατοικημένη και για λόγους ασφάλειας, η ταχύτητα διακίνησης των οχημάτων δεν μπορεί να υπερβαίνει τα 50 km/hr. Επίσης, όσο χαμηλότερος είναι ο κυκλοφοριακός φόρτος στο οδικό δίκτυο, τόσο χαμηλότερη θα είναι η εκπομπή των αέριων ρύπων. Τέλος, η κατεύθυνση του ανέμου έχει καθοριστικό ρόλο στη διασπορά των αέριων ρύπων.

Στις εκδοχές πραγματικής περίπτωσης μελετήθηκε η διακίνηση μόνο ιδιωτικών οχημάτων στο οδικό δίκτυο. Λαμβάνοντας υπόψη την εξάρτηση της κοινωνίας από τα ιδιωτικά οχήματα, η συνεισφορά των μαζικών μέσων μεταφοράς στην επιβάρυνση της ατμόσφαιρας είναι χαμηλότερη. Επίσης, στις εκδοχές πραγματικής περίπτωσης μελετήθηκε η συνεισφορά της ταχύτητας των οχημάτων στον προτεινόμενο δρόμο στη διασπορά των αέριων ρύπων στην περιοχή. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η αλλαγή στην ταχύτητα των οχημάτων στον προτεινόμενο δρόμο είναι ικανή να επηρεάσει τη συγκέντρωση των αέριων ρύπων στην περιοχή, έστω και σε χαμηλό βαθμό.

Το Σχέδιο Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας (ΣΒΑΚ) Λευκωσίας 2010 προώθησε την ανακατασκευή δρόμων, όπως της Λεωφόρου Καλλιπόλεως και Μακαρίου. Μέσα από το επικαιροποιημένο ΣΒΑΚ Λευκωσίας το οποίο αναμένεται να ολοκληρωθεί τα επόμενα έτη, θα μπορούσε να εισηγηθεί η κατασκευή του προτεινόμενου δρόμου ο οποίος θα φέρει βιώσιμα χαρακτηριστικά.

Αναγνωρίζεται η κοινωνική ανάγκη για τη δημιουργία του δρόμου. Η εισήγηση των ακόλουθων χαρακτηριστικών, τα οποία θα μπορούσαν να ενσωματωθούν στο επικαιροποιημένο ΣΒΑΚ, θα προσέφερε αειφόρο χαρακτήρα στον προτεινόμενο δρόμο. Τα χαρακτηριστικά είναι τα ακόλουθα:

- Σχεδιασμός μεγάλου και ασφαλούς ποδηλατόδρομου κατά μήκος του δρόμου.
- Σχεδιασμός μεγάλου και ασφαλούς πεζόδρομου κατά μήκος του δρόμου.
- Προσθήκη λεωφορειολωρίδας στο σχεδιασμό του προτεινόμενου έργου.
- Εξέταση περίπτωσης απαγόρευσης διέλευσης συμβατικών ιδιωτικών οχημάτων στον προτεινόμενο δρόμο και να επιτρέπεται η διέλευση σε υβριδικά και ηλεκτρικά οχήματα.
- Προώθηση καλύτερου συστήματος μέσων μαζικής μεταφοράς (προσθήκη στάσης λεωφορείων και παροχή συχνότερων δρομολογίων για την καλύτερη εξυπηρέτηση των πολιτών).

Η εφαρμογή των πιο πάνω χαρακτηριστικών θα είχε ως αποτέλεσμα την ικανοποίηση της κοινωνίας για ανάγκη κατασκευής του δρόμου και ταυτόχρονα την ελαχιστοποίηση της επιβάρυνσης της ποιότητας της ατμόσφαιρας από τη λειτουργία του προτεινόμενου δρόμου. Η κατασκευή καινούργιων δρόμων στο οδικό δίκτυο της Λευκωσίας θα πρέπει να πληρούν βιώσιμα κριτήρια και να έχουν προδιαγραφές για την αειφόρο ανάπτυξη της πόλης, συνυπολογίζοντας τον περιβαλλοντικό και κοινωνικοοικονομικό αντίκτυπο.



8. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Στην παρούσα ενότητα παρατίθενται κάποιες προτάσεις για μελλοντική έρευνα. Με την ολοκλήρωση της μελέτης, έχουν αναγνωριστεί μερικά σημεία στα οποία υπάρχει περιθώριο για μελλοντική έρευνα. Οι προτάσεις για μελλοντική έρευνα είναι οι ακόλουθες:

1. Εφαρμογή της ίδιας μεθοδολογίας μελετώντας περισσότερους ρύπους,
2. Εφαρμογή της ίδιας μεθοδολογίας εξετάζοντας διαφορετικές παραμέτρους μοντελοποίησης, π.χ. μεταβολή στην κατανομή των οχημάτων εντός του οδικού δικτύου, συμπεριλαμβανομένων και των διασταυρώσεων, κατηγοριοποίηση των οχημάτων σε ελαφριού ή βαρέου τύπου και την περίπτωση που ο δρόμος γινόταν μονόδρομος.
3. Εφαρμογή στο μοντέλο δεδομένα κυκλοφοριακού φόρτου μετά από ολοκλήρωση πραγματικών μετρήσεων στο οδικό δίκτυο.
4. Σύγκριση αποτελεσμάτων με άλλο μοντέλο στο οποίο συμπεριλήφθηκε η επίδραση των γεωργικών παρεμποδίσεων (φυσικά εμπόδια/ κτίρια).
5. Μελέτη ατμοσφαιρικής ρύπανσης με την προσθήκη στο μοντέλο διασποράς αέριων ρύπων, συγκεντρώσεων υποβάθρου για όλες τις εκδοχές που μελετήθηκαν.
6. Μελέτη της διασποράς των αέριων ρύπων από το υφιστάμενο οδικό δίκτυο και τον προτεινόμενο δρόμο με την προσθήκη υφιστάμενων πηγών στην περιοχή (π.χ. βιομηχανικές, τζάκια, κ.λπ.).
7. Εξαγωγή αποτελεσμάτων για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, π.χ. ενός έτους.

9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Aparecida, E. *et al.* (2018) ‘Land Use Policy Land use planning around protected areas : Case studies in four state parks in the Atlantic forest region of southeastern Brazil’, *Land Use Policy*. Elsevier, 71(October 2016), pp. 453–458. doi: 10.1016/j.landusepol.2017.12.020.
- Avon, C., Dumas, Y. and Bergès, L. (2013) ‘Management practices increase the impact of roads on plant communities in forests’, *Biological Conservation*. Elsevier Ltd, 159, pp. 24–31. doi: 10.1016/j.biocon.2012.10.008.
- Caro, T. (2015) ‘Roads through national parks: A successful case study’, *Tropical Conservation Science*, 8(4), pp. 1009–1016. doi: 10.1177/194008291500800411.
- CERC (2015) ‘EMIT User Guide’. Available at: [http://www.cerc.co.uk/environmental-software/assets/data/doc_userguides/CERC_EMIT3.4_User Guide.pdf](http://www.cerc.co.uk/environmental-software/assets/data/doc_userguides/CERC_EMIT3.4_User%20Guide.pdf).
- CERC (2020) ‘ADMS-Urban User Guide’.
- CERC (2021a) ‘ADMS-Urban - World leading urban air quality modelling software’. Available at: <http://www.cerc.co.uk/environmental-software/ADMS-Urban-model.html>.
- CERC (2021b) ‘EMIT - Comprehensive emissions inventory toolkit’. Available at: <https://cerc.co.uk/environmental-software/EMIT-tool.html>.
- Chen, Y. and Borken-Kleefeld, J. (2014) ‘Real-driving emissions from cars and light commercial vehicles - Results from 13 years remote sensing at Zurich/CH’, *Atmospheric Environment*. Elsevier Ltd, 88(2014), pp. 157–164. doi: 10.1016/j.atmosenv.2014.01.040.
- Commission, E. (2019) ‘Sustainable mobility - The European Green Deal’, (December).
- Conca, K. and Dabelco, G. (2015) ‘Green Planet Blues. Critical perspectives on Globap Environmental Politics’, *Routledge*.
- Davies, C. and Laforteza, R. (2017) ‘Urban green infrastructure in Europe: Is greenspace planning and policy compliant?’, *Land Use Policy*, 69(June), pp. 93–101. doi: 10.1016/j.landusepol.2017.08.018.
- Dhital, N. B. *et al.* (2021) ‘Effects of driving behavior on real-world emissions of particulate matter, gaseous pollutants and particle-bound PAHs for diesel trucks’, *Environmental Pollution*. Elsevier Ltd, 286(April), p. 117292. doi: 10.1016/j.envpol.2021.117292.
- Du, M. and Zhang, X. (2020) ‘Urban greening: A new paradox of economic or social sustainability?’, *Land Use Policy*. Elsevier, 92(January), p. 104487. doi: 10.1016/j.landusepol.2020.104487.
- Ellison, R. B., Greaves, S. P. and Hensher, D. A. (2013) ‘Five years of London’s low emission zone: Effects on vehicle fleet composition and air quality’, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. Elsevier Ltd, 23, pp. 25–33. doi: 10.1016/j.trd.2013.03.010.
- European Union (2018) ‘Sustainable Urban Mobility Plans’, (October).
- Forum, W. E. (2020) ‘Cooperation is the key to improving urban transportation - just ask Amsterdam’. Available at: <https://www.weforum.org/agenda/2020/03/co-operation-is-the-key-to-better-urban-transportation-just-ask-amsterdam/>.
- Gkania, V. and Dimitriou, L. (2021) ‘Linking the microscopic traffic flow mechanics with the macroscopic phenomena by exploiting class-type traffic information retrieved from online traffic maps’, *Transportation Research Procedia*. Elsevier B.V., 52, pp. 645–652. doi: 10.1016/j.trpro.2021.01.077.
- Grange, S. K. *et al.* (2019) ‘Strong Temperature Dependence for Light-Duty Diesel Vehicle NOx Emissions’, *Environmental Science and Technology*, 53(11), pp. 6587–6596. doi: 10.1021/acs.est.9b01024.
- Haaland, C. and van den Bosch, C. K. (2015) ‘Challenges and strategies for urban green-space planning in cities undergoing densification: A review’, *Urban Forestry and Urban Greening*. Elsevier GmbH.,



14(4), pp. 760–771. doi: 10.1016/j.ufug.2015.07.009.

Kamara, A. A. and Harrison, R. M. (2021) ‘Analysis of the air pollution climate of a central urban roadside supersite: London, Marylebone Road’, *Atmospheric Environment*. Elsevier Ltd, 258(May), p. 118479. doi: 10.1016/j.atmosenv.2021.118479.

Klimach, A., Ogryzek, M. and Adamska-Kmiec, D. (2020) ‘Sustainable Transport: An Efficient Transportation Network — Case Study’, pp. 1–14.

Konijnendijk, C. C. *et al.* (2006) ‘Defining urban forestry - A comparative perspective of North America and Europe’, *Urban Forestry and Urban Greening*, 4(3–4), pp. 93–103. doi: 10.1016/j.ufug.2005.11.003.

Kumar, P. *et al.* (2019) ‘The nexus between air pollution, green infrastructure and human health’, *Environment International*. Elsevier, 133(September), p. 105181. doi: 10.1016/j.envint.2019.105181.

Kumar, R. R. and Alok, K. (2020) ‘Adoption of electric vehicle: A literature review and prospects for sustainability’, *Journal of Cleaner Production*. Elsevier Ltd, 253, p. 119911. doi: 10.1016/j.jclepro.2019.119911.

Kyriakidis, C. (2019) ‘Compactness evaluation of the Athens metropolitan area’, (June).

Leelossy, Á. *et al.* (2014) ‘Dispersion modeling of air pollutants in the atmosphere: a review’, 6(3). doi: 10.2478/s13533-012-0188-6.

Liotta, C. *et al.* (2020) ‘Planning for environmental justice - reducing well-being inequalities through urban greening’, *Environmental Science and Policy*. Elsevier, 112(March), pp. 47–60. doi: 10.1016/j.envsci.2020.03.017.

Marcantonio, M. *et al.* (2013) ‘Biodiversity, roads, & landscape fragmentation: Two Mediterranean cases’, *Applied Geography*. Elsevier Ltd, 42, pp. 63–72. doi: 10.1016/j.apgeog.2013.05.001.

Mateescu, C. and Popa, I. (2018) ‘European best practices and policies in promoting green mobility European Best Practices and Policies in Promoting Green Mobility’, (October 2017).

Ministry of Communications and Works (2010) ‘The Nicosia Integrated Mobility Master Plan’, *Republic of Cyprus*, (August). Available at: [http://www.mcw.gov.cy/mcw/mcw.nsf/0/07E87A85E80AD127C225781C0043861D/\\$file/IMMP_Final_Report_Appendices.pdf](http://www.mcw.gov.cy/mcw/mcw.nsf/0/07E87A85E80AD127C225781C0043861D/$file/IMMP_Final_Report_Appendices.pdf).

Molina, M. J. and Molina, L. T. (2004) ‘Megacities and atmospheric pollution’, *Journal of the Air and Waste Management Association*, 54(6), pp. 644–680. doi: 10.1080/10473289.2004.10470936.

NAEI, U. (2014) ‘Defra release of fleet data and PM10, PM2.5, VOC and NOx emission factors as part of the National Atmospheric Emissions Inventory (NAEI). These emission factors are derived from the COPERT 4 model’. Available at: <https://naei.beis.gov.uk/data/ef-transport>.

Omahne, V., Knez, M. and Obrecht, M. (2021) ‘Social aspects of electric vehicles research—Trends and relations to sustainable development goals’, *World Electric Vehicle Journal*, 12(1), pp. 1–13. doi: 10.3390/wevj12010015.

Potoglou, D. and Kanaroglou, P. S. (2005) ‘Carbon monoxide emissions from passenger vehicles: Predictive mapping with an application to Hamilton, Canada’, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 10(2), pp. 97–109. doi: 10.1016/j.trd.2004.11.003.

Ross, H. (2021) ‘Amsterdam: cycling capital of the world’. Available at: <https://www.holland-cycling.com/blog/260-amsterdam-has-slowest-cyclists>.

Ryan, R. L. (2015) ‘The transformative power of engaging in urban greening projects’, *Cities and the Environment*, 8(1), p. art 6.

Salvia, M. *et al.* (2021) ‘Climate mitigation in the Mediterranean Europe: An assessment of regional and city-level plans’, *Journal of Environmental Management*, 295(November 2020), p. 113146. doi: 10.1016/j.jenvman.2021.113146.



Statistical Service of Cyprus (2011) 'REGISTRATION OF MOTOR VEHICLES January-December 2010', *REPUBLIC OF CYPRUS*, (July). Available at: http://www.parliament.cy/images/media/assetfile/Syntagma_TU.pdf.

Statistical Service of Cyprus (2012) 'REGISTRATION OF MOTOR VEHICLES January-December 2011', *REPUBLIC OF CYPRUS*, (July). Available at: http://www.parliament.cy/images/media/assetfile/Syntagma_TU.pdf.

Statistical Service of Cyprus (2013) 'REGISTRATION OF MOTOR VEHICLES January-December 2012', *REPUBLIC OF CYPRUS*, (114).

Statistical Service of Cyprus (2014) 'REGISTRATION OF MOTOR VEHICLES January-December 2013', *REPUBLIC OF CYPRUS*, (118).

Statistical Service of Cyprus (2015) 'REGISTRATION OF MOTOR VEHICLES January-December 2014', *REPUBLIC OF CYPRUS*, (July). Available at: http://www.parliament.cy/images/media/assetfile/Syntagma_TU.pdf.

Statistical Service of Cyprus (2016) 'REGISTRATION OF MOTOR VEHICLES January-December 2015', *REPUBLIC OF CYPRUS*, (July). Available at: http://www.parliament.cy/images/media/assetfile/Syntagma_TU.pdf.

Statistical Service of Cyprus (2018) 'REGISTRATION OF MOTOR VEHICLES January-December 2017', *REPUBLIC OF CYPRUS*, (July). Available at: http://www.parliament.cy/images/media/assetfile/Syntagma_TU.pdf.

Statistical Service of Cyprus (2019) 'REGISTRATION OF MOTOR VEHICLES January-December 2018', *REPUBLIC OF CYPRUS*, (July). Available at: http://www.parliament.cy/images/media/assetfile/Syntagma_TU.pdf.

Statistical Service of Cyprus (2020) 'REGISTRATION OF MOTOR VEHICLES January-December 2019', *REPUBLIC OF CYPRUS*, (July). Available at: http://www.parliament.cy/images/media/assetfile/Syntagma_TU.pdf.

Tampekis, S. *et al.* (2015) 'Mapping the optimal forest road network based on the multicriteria evaluation technique: the case study of Mediterranean Island of Thassos in Greece', *Environmental Monitoring and Assessment*, 187(11). doi: 10.1007/s10661-015-4876-9.

Transport, D. for (2009) 'Road vehicle emission factors 2009'. Available at: <https://www.gov.uk/government/publications/road-vehicle-emission-factors-2009>.

UNDP (2019) 'Sustainable Development Goals'.

Union, E. (2013) 'Developing and implementing a Sustainable urban mobility plan'.

Wang, L. (2019) 'Discussion about the Health Effects, Causes, and Probable Solutions to the Air Pollutions Caused by Vehicle Exhaust Emissions', *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 218(1). doi: 10.1088/1755-1315/218/1/012131.

Winkler, S. L. *et al.* (2018) 'Vehicle criteria pollutant (PM, NO_x, CO, HCs) emissions: how low should we go?', *npj Climate and Atmospheric Science*. Springer US, 1(1). doi: 10.1038/s41612-018-0037-5.

Αγλαντζιάς, Δ. (2020) 'Εγγραφα, σχέδια και λεπτομέρειες : Οδική σύνδεση της Λεωφόρου Ομήρου με το δρόμο Φυτωρίου'. Available at: <https://aglantzia.org.cy/engrafa-schedia-kai-leptomereies-odiki-syndesi-tis-leoforou-omirou-me-to-dromo-fytoriou/>.

Βουλή των Αντιπροσώπων (2020) *Πεζοδρόμηση κάποιων δρόμων στο Δήμο Λευκωσίας, αλλά και σε άλλους Δήμους παγκύπρια*. Available at: http://www2.parliament.cy/parliamentgr/008_3h/23_06_011_04_497.htm.

Ευρωπαϊκή Ένωση (2016) 'Συμφωνία του Παρισιού', *Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης*, pp. 4–18. Available at: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/HTML/?uri=CELEX:22016A1019\(01\)&from=EL](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/HTML/?uri=CELEX:22016A1019(01)&from=EL).



Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2019) ‘ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ. Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία’, 1(1), pp. 41–57. Available at: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/ac9cd214-53c6-11ea-aece-01aa75ed71a1/language-el/format-PDF/source-search>.

Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2020) *ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ. Ενίσχυση της κλιματικής φιλοδοξίας της Ευρώπης για το 2030.* Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ndteint.2014.07.001%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.ndteint.2017.12.003%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2017.02.024>.

Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο (2008) ‘ΟΔΗΓΙΑ 2008/50/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 21ης Μαΐου 2008 για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα και καθαρότερο αέρα για την Ευρώπη’, *Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης*.

Κυπριακή Δημοκρατία (2020) ‘Εθνικό σχέδιο της Κύπρου για την ενέργεια και το κλίμα για την περίοδο 2021-2030’.

Λευκωσίας, Δ. (2014) ‘Ανάπλαση του Εμπορικού Τριγώνου Μακαρίου - Στασικράτους - Ευαγόρου’. Available at: <https://www.nicosia.org.cy/el-GR/municipality/projects/under-construction/12074/>.

Λευκωσίας, Δ. (2021) ‘Έργο: Ανάπλαση του Εμπορικού Τριγώνου Μακαρίου - Στασικράτους - Ευαγόρου - κατασκευαστική φάση Β’. Available at: <https://www.nicosia.org.cy/el-GR/news/announcements/2021/14311/>.

Μπάης, Α. (2021) ‘Μοντέλα υπολογισμού της ατμοσφαιρικής διασποράς’, *Εργαστήριο Φυσικής της Ατμόσφαιρας του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης*.

Περιβάλλοντος, Υ. (2009) ‘Έντυπο Έκθεσης Προκαταρκτικής Εκτίμησης Επιπτώσεων στο Περιβάλλον’.

Στατιστική Υπηρεσία Κύπρου (2021) ‘Μεταφορές 1990 - 2020’.

Στυλιανού, Γ. (2009) ‘Το Εθνικό Πάρκο Αθαλάσσας’.

Τμήμα Δασών (2008) ‘Εθνικό Δασικό Πάρκο Αθαλάσσας’, 23(2), pp. 225–239.

Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας (2018) ‘Ανασκόπηση Εθνικού Σχεδίου Δράσης για τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα στην Κύπρο’.

Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας (2021) ‘Όραμα και Αποστολή Τμήματος’. Available at: http://www.mlsi.gov.cy/mlsi/dli/dliup.nsf/page01_gr/page01_gr?OpenDocument.

Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως (2018) ‘Τοπικό Σχέδιο Λευκωσίας’. Υπουργείο Εσωτερικών, p. 15.

Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως (2020) ‘Ενημερωτικό Σημείωμα για το Έργο «Κατασκευή δρόμου που θα διέρχεται μεταξύ των εγκαταστάσεων του Γαλλοκυπριακού Σχολείου (πρώην Ανώτερο Τεχνολογικό Ινστιτούτο) και του Ινστιτούτου Γεωργικών Ερευνών και θα συνδέει τη Λεωφόρο Αθαλάσσης (δρόμος Φυτωρίου) με’, *Υπουργείο Εσωτερικών*.

Υπηρεσία Περιβάλλοντος (2010) ‘ΓΝΩΜΑΤΕΥΣΗ ΠΕΕΠ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΛΕΩΦΟΡΟΥ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ, ΑΠΟ ΤΗ ΛΕΩΦΟΡΟ ΡΙΚ, ΜΕΧΡΙ ΤΟ ΦΥΤΩΡΙΟ ΑΘΑΛΑΣΣΑΣ’, *Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος*, 26(4), pp. 551–556.

Υπουργείο Γεωργίας Αγροτικής Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος (2020) ‘Στρατηγική και Σχέδιο Δράσης για τη Βιοποικιλότητα στην Κύπρο’.

Υπουργείο Μεταφορών Επικοινωνιών και Έργων (2021) ‘Παροχή Υπηρεσιών για την Εκπόνηση και Υλοποίηση Σχεδίου Επικοινωνίας για τη Βιώσιμη Κινητικότητα’. Available at: <https://www.pio.gov.cy/ανακοινωθέντα-άρθρο.html?id=20078#flat>.



10. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Σχέδιο προτεινόμενου δρόμου





ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Χωροθέτηση προτεινόμενου δρόμου





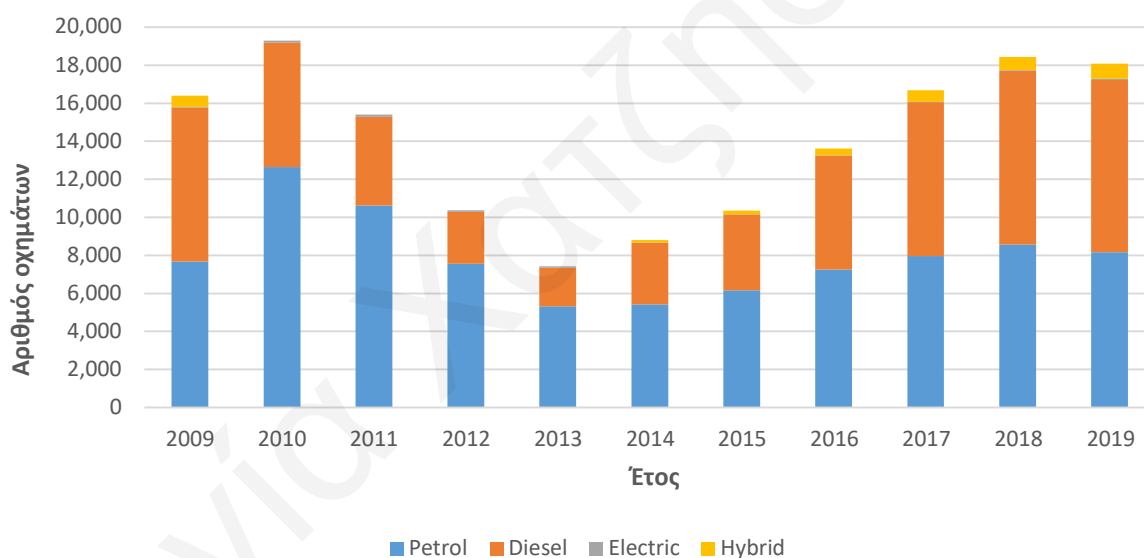
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

Δεδομένα μεταφορών

Ποσοστό οχημάτων κατά είδος καυσίμου στη Λευκωσία

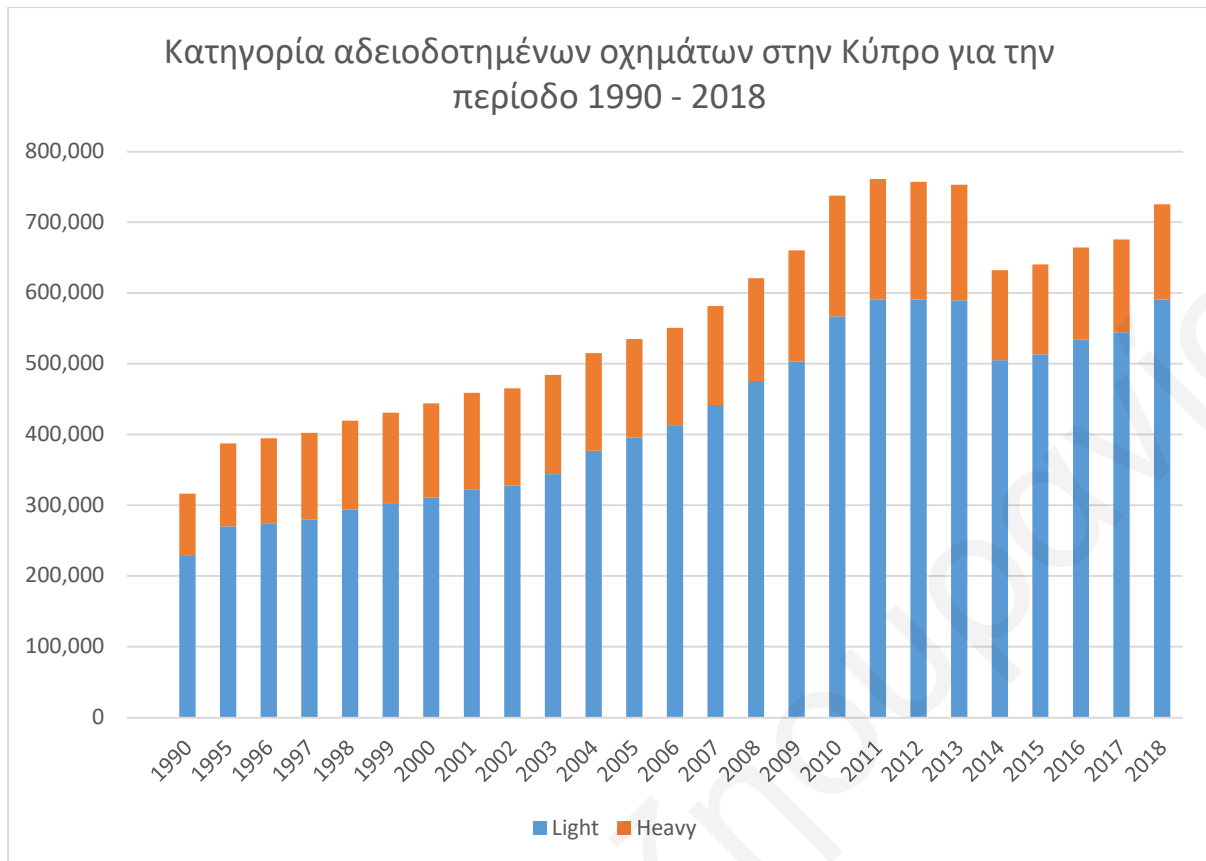
Year	% Petrol	% Diesel	% Electric	% Hybrid
2009	46.04%	48.54%	0.14%	3.56%
2010	65.53%	33.97%	0.50%	0.00%
2011	68.96%	30.22%	0.82%	0.00%
2012	73.00%	26.35%	0.66%	0.00%
2013	71.66%	27.26%	1.08%	0.00%
2014	61.58%	36.76%	0.05%	1.61%
2015	59.49%	38.58%	0.05%	1.88%
2016	53.27%	44.09%	0.06%	2.58%
2017	47.73%	48.54%	0.14%	3.56%
2018	46.44%	49.65%	0.12%	3.76%
2019	45.17%	50.02%	0.39%	4.40%

Εγγραφές αδειούχων οχημάτων στη Λευκωσία κατά είδος καυσίμου, τη περίοδο 2009 - 2019





Έτος	Οχήματα στην Κύπρο			Οχήματα στη Λευκωσία		
	% Light	% Heavy	Total	Light	Heavy	Total
1990	73%	27%	316,437	95,449	36,125	131,574
1995	70%	30%	387,559	112,325	48,824	161,147
1996	69%	31%	394,667	113,799	50,304	164,103
1997	70%	30%	402,586	116,525	50,894	167,419
1998	70%	30%	419,446	122,065	52,344	174,409
1999	70%	30%	430,974	124,387	53,272	177,659
2000	70%	30%	444,183	128,189	54,952	183,141
2001	70%	30%	459,106	133,268	56,713	189,981
2002	70%	30%	465,367	134,680	56,463	191,143
2003	71%	29%	484,477	140,008	57,164	197,172
2004	73%	27%	515,233	152,455	55,884	208,339
2005	74%	26%	534,966	159,829	56,352	216,181
2006	75%	25%	550,792	166,703	55,455	222,158
2007	76%	24%	581,458	179,582	56,852	236,434
2008	77%	23%	621,009	192,462	58,674	251,136
2009	76%	24%	660,286	196,969	61,398	258,367
2010	77%	23%	737,602	197,854	59,540	257,394
2011	78%	22%	761,503	200,612	57,771	258,383
2012	78%	22%	757,315	201,937	56,940	258,877
2013	78%	22%	753,268	199,816	55,334	255,150
2014	80%	20%	632,244	201,043	50,621	251,664
2015	80%	20%	640,294	203,626	50,283	253,909
2016	80%	20%	664,310	210,905	51,124	262,029
2017	81%	19%	675,883	216,290	52,258	268,548





ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙV

Κυκλοφοριακά δεδομένα



Date Oct-20
Site: ATHALASSIS FOREST
ODOS FYTORIOU

Hour Period	EASTBOUND TO ATHALASSA FOREST	WESTBOUND TO HIGHWAY
0000-0100	35	76
0100-0200	18	44
0200-0300	6	23
0300-0400	4	16
0400-0500	5	11
0500-0600	41	69
0600-0700	362	289
0700-0800	597	595
0800-0900	557	576
0900-1000	347	458
1000-1100	445	444
1100-1200	440	486
1200-1300	426	502
1300-1400	443	576
1400-1500	352	898
1500-1600	395	821
1600-1700	440	698
1700-1800	382	653
1800-1900	395	596
1900-2000	355	470
2000-2100	281	272
2100-2200	143	189
2200-2300	111	125
2300-2400	76	85
TOTAL	6656	8972
TOTAL	15628	



Date **OCT 2020**
Site: **LEMESOU AVE. - JUMBO**

Hour Period	NB to Nicosia	SB to IKEA
0000-0100	43	8
0100-0200	21	1
0200-0300	5	1
0300-0400	4	0
0400-0500	6	4
0500-0600	27	12
0600-0700	298	80
0700-0800	116	171
0800-0900	229	172
0900-1000	377	190
1000-1100	429	189
1100-1200	434	198
1200-1300	447	208
1300-1400	436	177
1400-1500	393	189
1500-1600	399	208
1600-1700	559	167
1700-1800	504	179
1800-1900	468	132
1900-2000	369	93
2000-2100	314	63
2100-2200	117	29
2200-2300	94	23
2300-2400	63	10
TOTAL	6152	2504
TOTAL	8656	

Date Sep-20
Site: Limassol Ave (between Kalisperas & RIK Signals)

Hour Period	NB to Nicosia	SB to Limassol
0000-0100	379	388
0100-0200	178	185
0200-0300	94	95
0300-0400	71	58
0400-0500	95	77
0500-0600	268	314
0600-0700	1459	1051
0700-0800	1976	1738
0800-0900	1961	1392
0900-1000	1793	1442
1000-1100	1840	1613
1100-1200	1694	1622
1200-1300	1643	1627
1300-1400	1687	1902
1400-1500	1604	2058
1500-1600	1594	1921
1600-1700	1771	1888
1700-1800	1768	1967
1800-1900	1713	1914
1900-2000	1687	1592
2000-2100	1466	1110
2100-2200	926	776
2200-2300	977	573
2300-2400	619	558
TOTAL	29263	27861
TOTAL	57124	



Date: Sep-20
Site: KALISPERA EXIT ROAD

Hour Period	Southbound to GSP/Larnaca/Limassol
0000-0100	462
0100-0200	221
0200-0300	116
0300-0400	82
0400-0500	95
0500-0600	378
0600-0700	1262
0700-0800	2182
0800-0900	1837
0900-1000	1680
1000-1100	1848
1100-1200	1895
1200-1300	1909
1300-1400	2225
1400-1500	2468
1500-1600	2475
1600-1700	2298
1700-1800	2178
1800-1900	2054
1900-2000	1663
2000-2100	1262
2100-2200	767
2200-2300	588
2300-2400	666
TOTAL	32611

Date Oct-20
Site: NICOSIA EXIT AT KALISPERA

Hour Period	Northbound to Nicosia
0000-0100	292
0100-0200	130
0200-0300	71
0300-0400	66
0400-0500	114
0500-0600	312
0600-0700	1921
0700-0800	1900
0800-0900	1990
0900-1000	1999
1000-1100	1931
1100-1200	1698
1200-1300	1993
1300-1400	1812
1400-1500	1955
1500-1600	2043
1600-1700	2118
1700-1800	2168
1800-1900	1933
1900-2000	1702
2000-2100	1738
2100-2200	1069
2200-2300	765
2300-2400	689
TOTAL	32409



Station Code ATHALASSAS AVE
Date Sep-20
Site: ATHALASSAS AVE NEAR HANDICRAFT CENTRE/ZORBAS

Hour Period	EB to Kalisperas	WB to Strovolos
0000-0100	173	118
0100-0200	73	59
0200-0300	32	29
0300-0400	32	16
0400-0500	28	29
0500-0600	105	80
0600-0700	527	510
0700-0800	808	725
0800-0900	839	832
0900-1000	887	727
1000-1100	1020	829
1100-1200	974	784
1200-1300	1026	708
1300-1400	900	674
1400-1500	725	634
1500-1600	560	577
1600-1700	600	621
1700-1800	723	618
1800-1900	882	669
1900-2000	874	539
2000-2100	607	566
2100-2200	370	318
2200-2300	268	200
2300-2400	315	168
TOTAL	13348	11030
TOTAL	24378	

LEOF AKADIMIAS – 24 HR SPLIT

ΩΡΑ	%
0000-0100	0,71%
0100-0200	0,40%
0200-0300	0,19%
0300-0400	0,13%
0400-0500	0,10%
0500-0600	0,70%
0600-0700	4,17%
0700-0800	7,63%
0800-0900	7,25%
0900-1000	5,15%
1000-1100	5,69%
1100-1200	5,93%
1200-1300	5,94%
1300-1400	6,52%
1400-1500	8,00%
1500-1600	7,78%
1600-1700	7,28%
1700-1800	6,62%
1800-1900	6,34%
1900-2000	5,28%
2000-2100	3,54%
2100-2200	2,12%
2200-2300	1,51%
2300-2400	1,03%
	100,00%

A7C ΝΙΩΣΙΑ ΕΓΠΜ - ΣΕΠ/ΟΕΠ 2020

