

αναπληρωτής προϊστάμενος του Τμήματος Μελετών και Έργων
ALEXIS MICHAEL
18/02/2026 10:30
ακοίβες αντίστοιχα



ΔΗΜΟΣ ΚΑΒΑΛΑΣ

ΕΡΓΟ:	Κατασκευή του οδικού άξονα Περιγιαλίου εντός του σχεδίου πόλης της Καβάλας
--------------	---

ΘΕΣΗ:	Περιοχή «Περιγιάλι», Δημοτική Ενότητα Καβάλας, Δήμος Καβάλας, Περιφερειακή Ενότητα Καβάλας
--------------	---

ΦΟΡΕΑΣ:	Δήμος Καβάλας
----------------	----------------------

ΕΚΘΕΣΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

ΕΚΔΟΣΗ 1.0

ΚΑΒΑΛΑ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2025

Πίνακας περιεχομένων

1. Εισαγωγή & μεθοδολογικές απαιτήσεις.....	2
2. Ενίσχυση της κλιματικής ουδετερότητας – Βασικές έννοιες.....	2
3. Προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή/ Κλιματική ανθεκτικότητα – Βασικές έννοιες.....	3
4. Έκθεση τεκμηρίωσης κλιματικής ανθεκτικότητας έργου.....	5
4.1. Εισαγωγή.....	5
4.1.1. Περιγραφή του έργου.....	5
4.1.2. Χωροθέτηση.....	8
4.1.3. Περιληπτική απόδοση του τρόπου αντιμετώπισης των ζητημάτων κλιματικής αλλαγής.....	16
4.2. Μετριασμός της κλιματικής αλλαγής.....	19
4.2.1. Εισαγωγή.....	19
4.2.2. Προέλεγχος.....	20
4.2.3. Λεπτομερής ανάλυση.....	20
4.2.3.1. Ανθρακικό Αποτύπωμα του έργου.....	20
4.2.3.1.1 Εισαγωγή και μεθοδολογικό πλαίσιο.....	20
4.2.3.1.2 Υπολογισμοί.....	23
4.2.3.1.2.1. Εκπομπές Πεδίου (Κατηγορίας) 1.....	23
4.2.3.1.2.2. Εκπομπές Πεδίου (Κατηγορίας) 2.....	23
4.2.3.1.2.3. Εκπομπές Πεδίου (Κατηγορίας) 3.....	25
4.2.3.1.2.4. Συνολικές απόλυτες εκπομπές Αερίων του Θερμοκηπίου.....	28
4.2.3.1.2.5. Βασικές εκπομπές Αερίων του Θερμοκηπίου του έργου.....	29
4.2.3.1.2.6. Σχετικές εκπομπές Αερίων του Θερμοκηπίου του έργου.....	29
4.2.3.2. Συμβατότητα με το στόχο της κλιματικής ουδετερότητας.....	29
4.3. Προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή.....	31
4.3.1. Προέλεγχος.....	31
4.3.1.1. Εισαγωγή.....	31
4.3.1.2. Ανάλυση ευαισθησίας υποδομής.....	33
4.3.1.3. Ανάλυση έκθεσης υποδομής.....	37
4.3.1.4. Ανάλυση τρωτότητας.....	44
4.3.2. Λεπτομερής ανάλυση.....	46
4.3.2.1. Ανάλυση διακινδύνευσης.....	46
4.3.2.2. Μέτρα για την ενίσχυση της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή.....	50
4.3.2.3. Πρόγραμμα παρακολούθησης.....	53
4.3.3. Συνέπεια με εθνικές, περιφερειακές και τοπικές στρατηγικές και σχέδια προσαρμογής.....	55
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.....	59

1. Εισαγωγή & μεθοδολογικές απαιτήσεις

Η ανά χειράς τεχνική έκθεση συντάσσεται στα πλαίσια τεκμηρίωσης της κλιματικής ανθεκτικότητας του έργου κατασκευής του οδικού άξονα Περιγιαλίου εντός του σχεδίου πόλης της Καβάλας.

Ως μεθοδολογικό πλαίσιο για την εξέταση και την ανάλυση των προαναφερόμενων επιλέγεται το Προσωρινό Πλαίσιο Αξιολόγησης της Κλιματικής Ανθεκτικότητας Έργων Υποδομών¹ της Εθνικής Αρχής Συντονισμού του Υπουργείου Ανάπτυξης και Επενδύσεων (1η Έκδοση, Δεκέμβριος 2022) σύμφωνα με το οποίο, η ενίσχυση της ανθεκτικότητας των υποδομών στην κλιματική αλλαγή, περιλαμβάνει δύο πυλώνες :

1. τον **μετριασμό της κλιματικής αλλαγής** (κλιματική ουδετερότητα) που εξασφαλίζει τη συμβατότητα της υποδομής με τον στόχο της κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050 και
2. την **προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή** (κλιματική ανθεκτικότητα) της υποδομής στους προβλεπόμενους κλιματικούς κινδύνους κατά τη διάρκεια ζωής της.

Η αξιολόγηση τόσο της κλιματικής ουδετερότητας όσο και της κλιματικής ανθεκτικότητας, πραγματοποιείται σε δύο φάσεις:

1. **προέλεγχος (φάση 1)** που περιλαμβάνει μία πρώτη εκτίμηση για το εάν η προτεινόμενη υποδομή μπορεί να προκαλέσει σημαντικές εκπομπές ή απορροφήσεις αερίων του θερμοκηπίου (προέλεγχος κλιματικής ουδετερότητας) και εάν θα μπορούσε δυνητικά να είναι ευάλωτη/τρωτή στις σημερινές και μελλοντικές κλιματικές συνθήκες (προέλεγχος κλιματικής ανθεκτικότητας) και
2. **λεπτομερής ανάλυση (φάση 2)** η οποία διενεργείται μόνο όταν κατά τον προέλεγχο διαπιστώνεται ότι απαιτείται λεπτομερέστερη ανάλυση.

2. Ενίσχυση της κλιματικής ουδετερότητας – Βασικές έννοιες

Ο μετριασμός της κλιματικής αλλαγής περιλαμβάνει την απανθρακοποίηση, τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, την εξοικονόμηση ενέργειας και τη χρήση ανανεώσιμων μορφών ενέργειας. Περιλαμβάνει τη λήψη μέτρων για τη μείωση των εκπομπών ή για την αύξηση της δέσμευσης αερίων θερμοκηπίου και καθορίζεται από την πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) σχετικά με τους στόχους μείωσης των εκπομπών για τα έτη 2030 και 2040 και την επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας έως το

¹ Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση <https://adaptivegreecehub.gr/wp-content/uploads/2024/03/1-%CE%A0%CE%BB%CE%B1%CE%B9%CC%81%CF%83%CE%B9%CE%BF-%CE%B1%CE%BE%CE%B9%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CC%81%CE%B3%CE%B7%CF%83%CE%B7%CF%82-%CE%BA%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CF%82-%CE%B1%CE%BD%CE%B8%CE%B5%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1%CF%82-1-1.pdf> (ημερομηνία προσέλασης 10/09/2024).

2050. Σε **εθνικό επίπεδο**, οι ενδιαμέσσοι κλιματικοί στόχοι αναφέρονται στο Άρθρο 1 του Εθνικού Κλιματικού Νόμου και θέτουν **μείωση των καθαρών ανθρωπογενών εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 55% και 80% για τα έτη 2030 και 2040 αντίστοιχα**.

Σύμφωνα με την Ανακοίνωση της Επιτροπής «*Τεχνικές κατευθυντήριες οδηγίες σχετικά με την ενίσχυση της ανθεκτικότητας των υποδομών στην κλιματική αλλαγή για την περίοδο 2021-2027*» (2021/C 373/01), κατ' αρχάς απαιτείται ο προέλεγχος (φάση 1, σχετικά βλ. §1) προκειμένου να καθοριστεί εάν θα απαιτηθεί η λεπτομερής ανάλυση (φάση 2, σχετικά βλ. §1). **Ειδικότερα για τις οδικές υποδομές (εθνικού, επαρχιακού και οδικού δικτύου) κατά γενικό κανόνα, απαιτείται ο υπολογισμός του ανθρακικού αποτυπώματος.**

Η λεπτομερής ανάλυση της κλιματικής ουδετερότητας συμπεριλαμβάνει:

- τον καθορισμό των οργανωτικών και λειτουργικών ορίων του έργου για την αξιολόγηση των εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου (ΑτΘ), σύμφωνα με τα προβλεπόμενα πρότυπα.
- Την επιλογή διεθνώς αποδεκτών προτύπων για τον έλεγχο των εκπομπών και τον υπολογισμό των ΑτΘ του έργου.
- Την επιλογή των πλέον έγκυρων πηγών δεδομένων για τον υπολογισμό των εκπομπών ΑτΘ.
- Την τεκμηρίωση της συμβατότητας του έργου αναφορικά με τη συμβολή του έργου στην επίτευξη της κλιματικής ουδετερότητας, σύμφωνα με την Ελληνική (Εθνικός Κλιματικός Νόμος) και Ευρωπαϊκή νομοθεσία (υπ' αριθμόν 2021/1119 Κανονισμός (ΕΕ) για τη θέσπιση πλαισίου με στόχο την επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας).

3. Προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή/ Κλιματική ανθεκτικότητα – Βασικές έννοιες

Η προσαρμογή των έργων υποδομής στην κλιματική αλλαγή, επικεντρώνεται στη διασφάλιση επαρκούς επιπέδου ανθεκτικότητας στους κινδύνους και τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής κατά τη διάρκεια της ζωής τους. Οι πηγές κινδύνου (hazards) περιλαμβάνουν εντονότερα και συχνότερα ακραία γεγονότα όπως πλημμύρες, ξηρασίες, καύσωνες, δασικές πυρκαγιές, καταιγίδες και κατολισθήσεις, καθώς και χρόνια φαινόμενα όπως η προβλεπόμενη άνοδος της στάθμης της θάλασσας, οι αλλαγές στη μέση ετήσια βροχόπτωση, στην υγρασία του εδάφους, στη θερμοκρασία του αέρα, κλπ. Ο έλεγχος της κλιματικής τρωτότητας και η ανάλυση της διακινδύνευσης (risk assessment) βοηθά στον εντοπισμό των σημαντικών πηγών κινδύνου για το έργο. Αποτελεί τη βάση για τον εντοπισμό, την αξιολόγηση και την

εφαρμογή στοχευμένων μέτρων προσαρμογής που θα συμβάλουν στη μείωση του υπολειπόμενου κινδύνου² σε αποδεκτό επίπεδο.

Η αξιολόγηση της κλιματικής ανθεκτικότητας, η ανάλυση τρωτότητας και η ανάλυση διακινδύνευσης, θα πρέπει να καλύπτει ολόκληρη τη διάρκεια ζωής του έργου. Ταυτόχρονα, θα πρέπει να διασφαλιστεί ότι το έργο ευθυγραμμίζεται με τις προτεραιότητες της ΕΕ και, κατά περίπτωση, με τις εθνικές, περιφερειακές και τοπικές στρατηγικές και σχέδια προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή.

Η τεκμηρίωση της προσαρμογής του έργου στην κλιματική αλλαγή πραγματοποιείται σε δύο (2) στάδια, αυτά του προελέγχου (φάση 1, σχετικά βλ. §1) και της λεπτομερούς ανάλυσης (φάση 2, σχετικά βλ. §1).

Κατ' αρχάς, ο προελέγχος πραγματοποιείται με την αξιολόγηση της τρωτότητας του έργου που προκύπτει συνδυάζοντας:

- την **ευαισθησία του έργου στους κλιματικούς κινδύνους** και
- την **έκθεση** της υποδομής λόγω της γεωγραφικής της θέσης σε αυτούς τους κινδύνους. Σχετικά στοιχεία μπορούν να αντληθούν από τα σχέδια και τις στρατηγικές που έχουν καταστρωθεί για την γεωγραφική περιοχή του έργου, όπως τα Περιφερειακά Σχέδια για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή (ΠεΣΠΚΑ), τα Σχέδια Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας (ΣΔΚΠ) των Λεκανών Απορροής Ποταμών (ΛΑΠ) των οικείων Υδατικών Διαμερισμάτων (ΥΔ), τα Πλαίσια Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης, σε επίπεδο Περιφέρειας, της Εθνικής Στρατηγικής για τα Δάση κλπ.

Η **ανάλυση τρωτότητας** θα πρέπει να γίνει τόσο για τη σημερινή κλιματική κατάσταση όσο και για την εκτιμώμενη στο μέλλον. Η φάση του προελέγχου καθορίζει αν θα απαιτηθεί λεπτομερής ανάλυση. Γενικά, απαιτείται λεπτομερής ανάλυση στις περιπτώσεις κατά τις οποίες εντοπίστηκε τουλάχιστον ένας κλιματικός κίνδυνος για τον οποίο το επίπεδο τρωτότητας του έργου εκτιμάται ότι είναι μέτριο ή υψηλό.

Η **λεπτομερής ανάλυση** συμπεριλαμβάνει τα εξής:

- την **ανάλυση διακινδύνευσης** (risk analysis), που πραγματοποιείται για τους κλιματικούς κινδύνους που έχουν προσδιοριστεί από την ανάλυση τρωτότητας ως μέτριοι ή υψηλοί και παρέχεται σε συνοπτικό πίνακα.
- Τα **απαιτούμενα μέτρα για την ενίσχυση της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή**, στην περίπτωση κατά την οποία κατά την ανάλυση διακινδύνευσης έχουν αναγνωριστεί κλιματικοί κίνδυνοι μέτριας ή/και υψηλής σημαντικότητας.
- Την τεκμηρίωση συμβολής του έργου στην ευρύτερη προσπάθεια προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή σε Ευρωπαϊκό, Εθνικό και Περιφερειακό επίπεδο (π.χ. ΠεΣΠΚΑ κλπ.).

² Ως υπολειπόμενος ή υπολειμματικός κίνδυνος αναφέρεται ο κίνδυνος που παραμένει μετά την εφαρμογή μέτρων για την αύξηση της κλιματικής ανθεκτικότητας

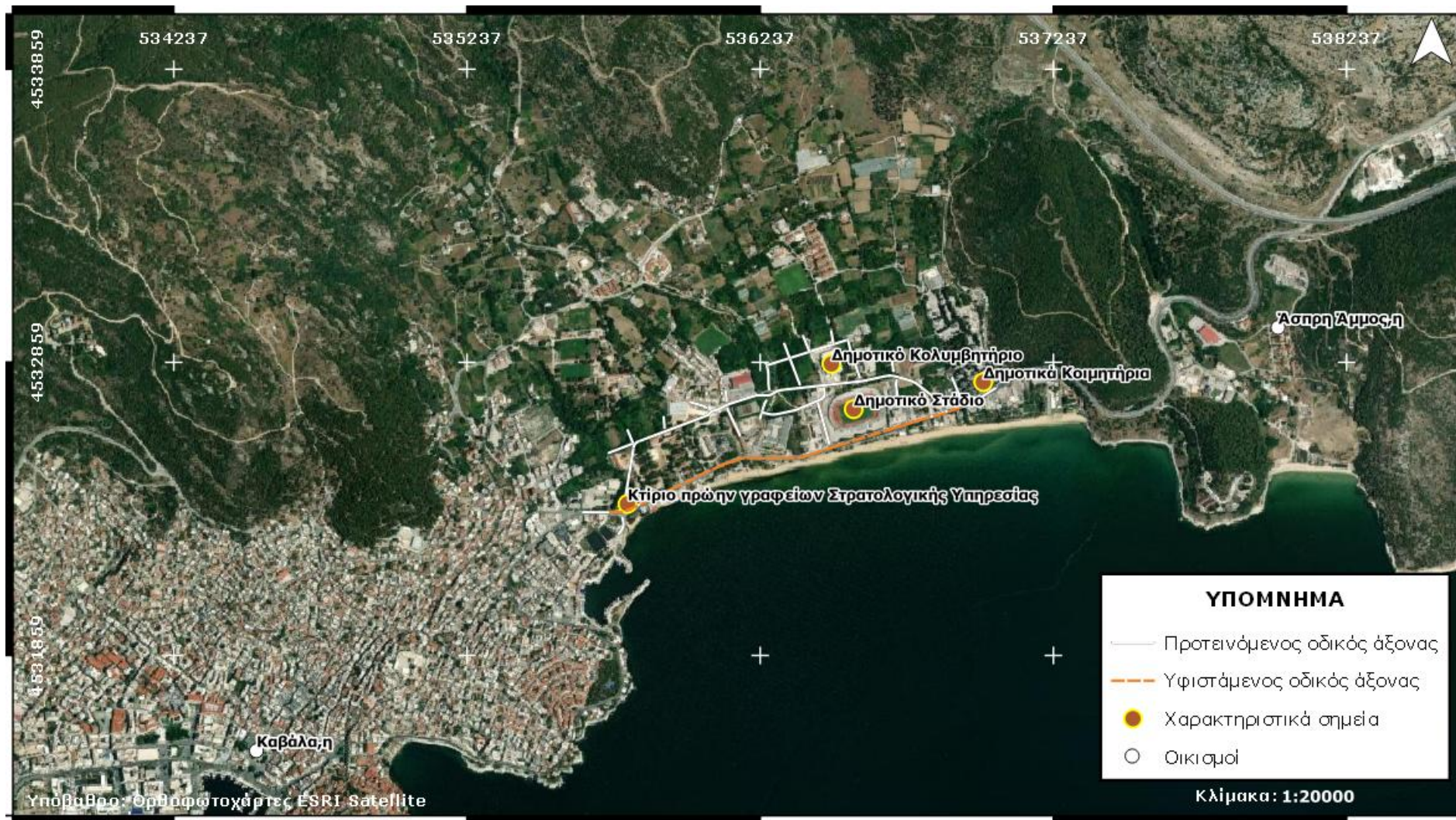
4. Έκθεση τεκμηρίωσης κλιματικής ανθεκτικότητας έργου

4.1. Εισαγωγή

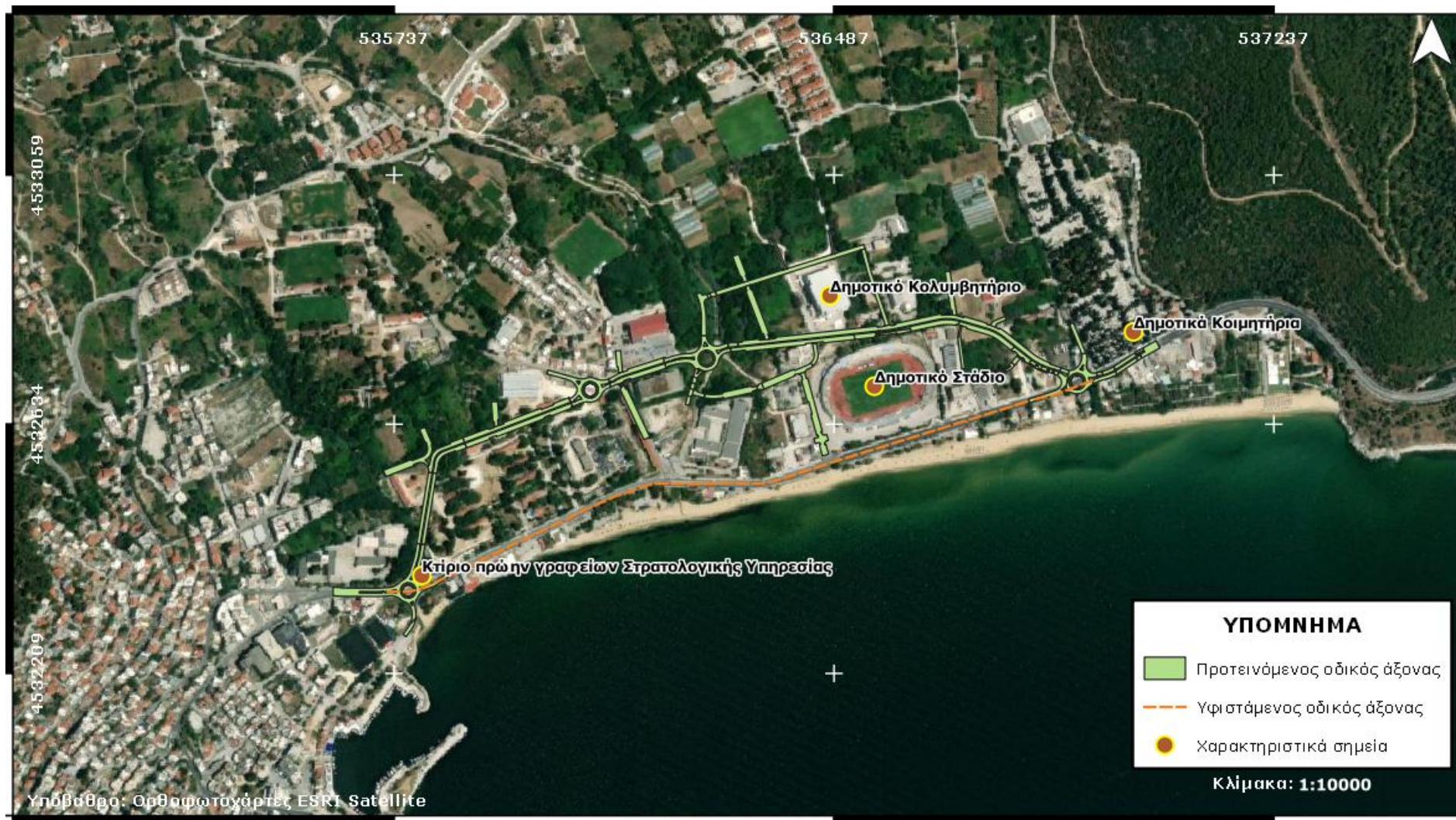
4.1.1. Περιγραφή του έργου

Το υπό μελέτη έργο αφορά τη **διάνοιξη, την κατασκευή και τη λειτουργία της αστικής αρτηρίας στην περιοχή Περιγιαλίου**, όπως προβλέπεται από το ισχύον **Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο του Δήμου Καβάλας**, συνολικού μήκους χάραξης **άξονα 1.675 m περίπου**, όπως παρουσιάζεται στα επισυναπτόμενα στο Παράρτημα Α σχέδια Οριζοντιογραφίας (αριθμοί σχεδίων Ο-1 έως και Ο-8), με ημερομηνία Αύγουστος 2023), που εκτείνεται από την περιοχή του πρώην κτιρίου των γραφείων της Στρατολογικής Υπηρεσίας από τα δυτικά έως και την περιοχή των Δημοτικών Κοιμητηρίων προς τα ανατολικά, διαμέσω σημαντικών δημοτικών αθλητικών εγκαταστάσεων όπως το Δημοτικό Κολυμβητήριο και το Δημοτικό Στάδιο «*Ανθή Καραγιάννη*», όπως παρουσιάζεται στους Χάρτες 4.1 και 4.2. Μετά από την υλοποίηση του υπό μελέτη οδικού έργου, αυτό **θα παραλαμβάνει την κυκλοφορία εισόδου και εξόδου οχημάτων από την πόλη της Καβάλας κατά τον άξονα Ανατολής – Δύσης αλλά και την εξυπηρέτηση των κατοίκων της περιοχής Περιγιαλίου**. Η **υφιστάμενη παραλιακή οδός που αναλαμβάνει την τρέχουσα αντίστοιχη εξυπηρέτηση** των οχημάτων θα μετατραπεί σε οδό ήπιας κυκλοφορίας, με σκοπό την άμεση σύνδεση των παραλιακών οικοδομικών τετραγώνων με την ακτή.

Η προτεινόμενη οδοποιία πρόκειται για **οδό με διαχωρισμένη επιφάνεια κυκλοφορίας συνολικού πλάτους εικοσιτεσσάρων (24) m** που συμπεριλαμβάνει **νησίδα πλάτους δύο (2) m, δύο (2) λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση πλάτους τριών (3) m** έκαστη, **παρόδια εκατέρωθεν στάθμευση παράλληλα προς το κράσπεδο πλάτους δύο μέτρων και εικοσιπέντε εκατοστών (2,25 m)** και **πεζοδρόμια πλάτους δύο μέτρων και εβδομήντα πέντε εκατοστών (2,75 m) κατά μέσο όρο**, όπως παρουσιάζεται στα προαναφερόμενα σχέδια Οριζοντιογραφίας 3. Επίσης, στο υπό μελέτη έργο προβλέπεται η κατασκευή **τεσσάρων (4) κυκλικών κόμβων δύο (2) λωρίδων**, στις χιλιομετρικές θέσεις που συνοψίζονται στον Πίνακα 4.1, εκ των οποίων ο ένας (1) τρισκελής (3) και οι υπόλοιποι τρεις (3) τετρασκελείς (4). **Το σύνολο των προτεινόμενων κυκλικών κόμβων προδιαγράφονται με ακτίνα περιγεγραμμένου κύκλου σαράντα (40) m, πλάτος κυκλοφορίας έξι (6) m, πλάτος υπερβατής ζώνης τριών (3) m και διάμετρο νησίδας είκοσι (20) m**, όπως παρουσιάζεται στα προαναφερόμενα σχέδια Οριζοντιογραφίας. Στο υπό μελέτη έργο **προδιαγράφεται επίσης και η κατάλληλη διαμόρφωση τμημάτων των κάθετων οδών που συμβάλλουν στον υπό μελέτη κύριο οδικό άξονα, για προφανείς λόγους λειτουργικότητας**, όπως παρουσιάζεται στα προαναφερόμενα σχέδια Οριζοντιογραφίας. Η **ταχύτητα σχεδιασμού μελέτης είναι 50 km/ώρα**.



Χάρτης 4.1: Θέση έργου



Χάρτης 4.2: Θέση έργου

Πίνακας 4.1: Προτεινόμενοι κυκλικοί κόμβοι

Κόμβος	Χιλιομετρική θέση	Τύπος
1	0+128	Τετρασκελής
2	0+645	Τρισκελής
3	0+852	Τετρασκελής
4	1+523	Τετρασκελής

Για την εκτίμηση του κυκλοφοριακού φόρτου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις από τον ανάδοχο του έργου κατά την περίοδο Αυγούστου – Σεπτεμβρίου 2022. Κατόπιν κατάλληλης επεξεργασίας των δεδομένων, **τα τελικά σχεδιαστικά μεγέθη κυκλοφοριακού φόρτου συνοψίζονται στους Πίνακες 4.2 και 4.3**, για την υφιστάμενη και τη μελλοντική κατάσταση, αντίστοιχα.

Πίνακας 4.2: Σχεδιαστικά μεγέθη κυκλοφοριακού φόρτου κατά την υφιστάμενη κατάσταση (ρεύματα εισόδου και εξόδου)

Κατηγορία οχήματος	Μέγεθος σχεδιασμού (οχήματα/ ώρα)
Δίκυκλα	111
Επιβατικά οχήματα	302
Μικρά φορτηγά	224
Βαρέα οχήματα/ λεωφορεία	64

Πίνακας 4.3: Σχεδιαστικά μεγέθη κυκλοφοριακού φόρτου κατά τη μελλοντική κατάσταση (ρεύματα εισόδου και εξόδου)

Κατηγορία οχήματος	Μέγεθος σχεδιασμού (οχήματα/ ώρα)
Δίκυκλα	116
Επιβατικά οχήματα	785
Μικρά φορτηγά	233
Βαρέα οχήματα/ λεωφορεία	67

Στο σχεδιασμό του υπό μελέτη έργου **δεν προβλέπονται κτιριακά έργα**, ενώ **για τον οδοφωτισμό της οδού θα εγκατασταθούν νέοι λαμπτήρες τύπου LED**.

4.1.2.Χωροθέτηση

Το υπό μελέτη προτεινόμενο έργο βρίσκεται στην περιοχή «Περιγιαλί» της Καβάλας, ενώ η διοικητική του υπαγωγή συνοψίζεται στον Πίνακα 4.4.

Πίνακας 4.4: Διοικητική υπαγωγή έργου

Διοικητικό επίπεδο	Περιγραφή
Περιφέρεια	Ανατολικής Μακεδονίας – Θράκης
Περιφερειακή Ενότητα	Καβάλας

Διοικητικό επίπεδο	Περιγραφή
Δήμος	Καβάλας
Δημοτική Ενότητα	Καβάλας
Δημοτική Κοινότητα	Καβάλας

Οι συντεταγμένες της αρχής, της μέσης και του τέλους του προτεινόμενου οδικού άξονα (αστική αρτηρία και συλλεκτήριες οδοί), τόσο στο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987 (ΕΓΣΑ '87), σύμφωνα με τα προαναφερόμενα Σχέδια Οριζοντιογραφίας, όσο και στο Παγκόσμιο Γεωδαιτικό Σύστημα 1984 (WGS 84)³, παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.5.

Πίνακας 4.5: Συντεταγμένες κορυφών πολυγωνικών γραμμών οδοποιίας

Σημείο	Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987		Παγκόσμιο Γεωδαιτικό Σύστημα 1984	
	Χ	Υ	Λ	Φ
<i>Κύριος οδικός άξονας</i>				
Αρχή	535633,10	4532347,73	24,425106851	40,944054704
Μέση	536249,51	4532746,49	24,432453189	40,947619505
Τέλος	4532746,49	4532770,30	24,441838473	40,947798410
<i>Οδός 1</i>				
Αρχή	535782,06	4532354,74	24,426876893	40,944111312
Μέση	535820,08	4532371,11	24,427329518	40,944257101
Τέλος	535857,04	4532391,25	24,427769773	40,944436894
<i>Οδός 2</i>				
Αρχή	535720,74	4532250,08	24,426142355	40,943171228
Μέση	535761,42	4532565,81	24,426643926	40,946013540
Τέλος	535802,09	4532581,53	24,427128010	40,946153357
<i>Οδός 3</i>				
Αρχή	535785,00	4532627,29	24,426927630	40,946566316
Μέση	535793,62	4532605,57	24,427028779	40,946370283
Τέλος	535802,24	4532585,85	24,427130043	40,946192265
<i>Οδός 4</i>				
Αρχή	535910,79	4532635,64	24,428422549	40,946635990
Μέση	535909,45	4532654,07	24,428407702	40,946802066
Τέλος	535908,11	4532672,50	24,428392856	40,946968143
<i>Οδός 5</i>				
Αρχή	535998,10	4532723,25	24,429464939	40,947421322
Μέση	536026,57	4532715,29	24,429802713	40,947348358
Τέλος	536053,67	4532704,33	24,430124034	40,947248430
<i>Οδός 6</i>				
Αρχή	536167,94	4532610,06	24,431476092	40,946394174

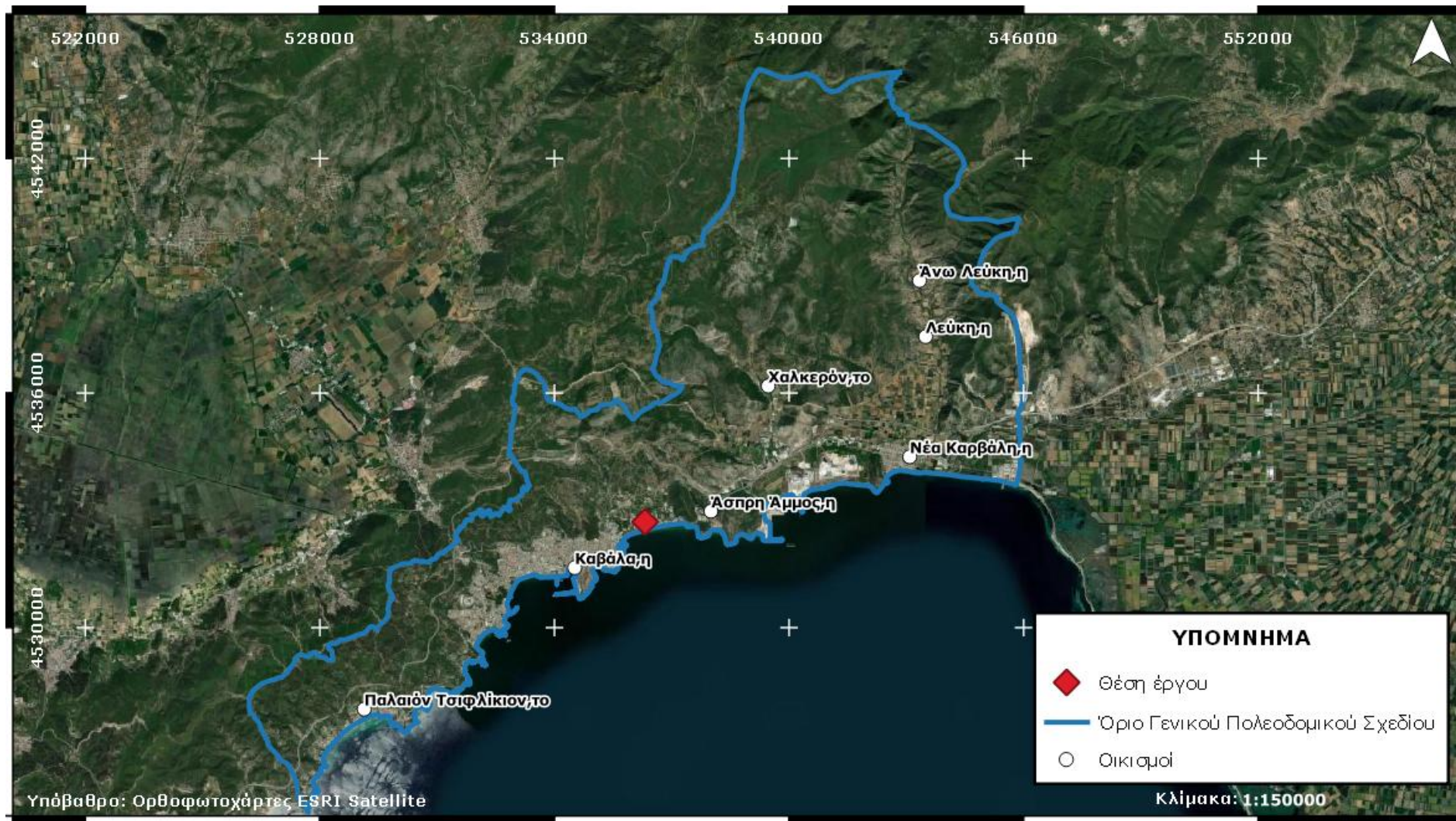
3 Οι συντεταγμένες στο WGS 84 προέκυψαν με αυτόματη μετατροπή των συντεταγμένων στο ΕΓΣΑ 87 με τη χρήση του λογισμικού Quantum GIS (έκδοση 3.4.14).

Έκθεση Τεκμηρίωσης Κλιματικής Ανθεκτικότητας του έργου κατασκευής του οδικού άξονα Περιγιαλίου εντός του σχεδίου πόλης της Καβάλας

Σημείο	Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987		Παγκόσμιο Γεωδαιτικό Σύστημα 1984	
	Χ	Υ	Λ	Φ
Μέση	536146,42	4532655,50	24,431223089	40,946804454
Τέλος	536124,91	4532700,94	24,430970203	40,947214733
Οδός 7				
Αρχή	536119,98	4532759,47	24,430915059	40,947742190
Μέση	536121,30	4532743,13	24,430929785	40,947594941
Τέλος	536122,63	4532726,78	24,430944628	40,947447601
Οδός 8				
Αρχή	536255,93	4532857,37	24,432535979	40,948618025
Μέση	536264,97	4532812,72	24,432640756	40,948215415
Τέλος	536267,26	4532766,88	24,432665267	40,947802387
Οδός 9				
Αρχή	536339,06	4532870,01	24,433524370	40,948728177
Μέση	536355,60	4532826,79	24,433718330	40,948338113
Τέλος	536372,13	4532783,57	24,433912169	40,947948049
Οδός 10				
Αρχή	536262,45	4532849,71	24,432612991	40,948548734
Μέση	536396,57	4532892,14	24,434208938	40,948924953
Τέλος	536530,68	4532934,57	24,435804784	40,949301152
Οδός 11				
Αρχή	536535,76	4532936,17	24,435865233	40,949315336
Μέση	536554,50	4532871,66	24,436084058	40,948733389
Τέλος	536576,29	4532808,07	24,436339169	40,948159591
Οδός 12				
Αρχή	536681,83	4532893,65	24,437598142	40,948925743
Μέση	536686,60	4532861,77	24,437652917	40,948638354
Τέλος	536691,37	4532829,88	24,437707692	40,948350874
Οδός 13				
Αρχή	536707,73	4532728,41	24,437896022	40,947436095
Μέση	536702,99	4532763,12	24,437841773	40,947748976
Τέλος	536702,86	4532797,48	24,437842273	40,948058497
Οδός 14				
Αρχή	536717,92	4532710,70	24,438016030	40,947276104
Μέση	536763,06	4532723,30	24,438553066	40,947387566
Τέλος	536800,73	4532747,34	24,439002039	40,947602415
Οδός 15				
Αρχή	536819,49	4532673,72	24,439220524	40,946938398
Μέση	536846,50	4532682,05	24,439541912	40,947012212
Τέλος	536873,15	4532691,43	24,439859087	40,947095499
Οδός 16				
Αρχή	536891,89	4532805,88	24,440088571	40,948125614
Μέση	536908,17	4532766,32	24,440279621	40,947768520

Σημείο	Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987		Παγκόσμιο Γεωδαιτικό Σύστημα 1984	
	Χ	Υ	Λ	Φ
Τέλος	536909,46	4532726,89	24,440292588	40,947413276
Οδός 17				
Αρχή	536236,52	4532667,13	24,432294198	40,946905209
Μέση	536245,69	4532698,53	24,432404987	40,947187651
Τέλος	536258,00	4532728,56	24,432553001	40,947457613
Οδός 18				
Αρχή	536472,43	4532581,43	24,435091844	40,946122682
Μέση	536452,75	4532652,77	24,434862255	40,946766194
Τέλος	536433,04	4532724,23	24,434632313	40,947410789
Οδός 19				
Αρχή	536245,00	4532688,03	24,432396172	40,947093098
Μέση	536369,98	4532701,01	24,433881758	40,947204444
Τέλος	536453,99	4532770,76	24,434883960	40,947828992
Οδός 20				
Αρχή	535766,63	4532329,52	24,426692123	40,943884809
Μέση	535773,56	4532299,15	24,426772690	40,943610931
Τέλος	535754,55	4532273,65	24,426545376	40,943382062
Οδός 21				
Αρχή	536319,19	4532922,14	24,433291369	40,949198652
Μέση	536327,72	4532899,57	24,433391383	40,948994960
Τέλος	536336,26	4532876,99	24,433491515	40,948791178
Οδός 22				
Αρχή	536383,26	4532948,74	24,434054143	40,949435401
Μέση	536393,63	4532923,58	24,434175863	40,949208296
Τέλος	536404,00	4532898,42	24,434297583	40,948981191
Οδός 23				
Αρχή	536479,67	4532963,27	24,435200439	40,949561970
Μέση	536482,91	4532943,84	24,435237784	40,949386799
Τέλος	536486,16	4532924,41	24,435275247	40,949211628

Η κατασκευή και λειτουργία του υπό μελέτη έργου θα λάβει χώρα εξ' ολοκλήρου **εντός των ορίων του Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου (ΓΠΣ) Δήμου Καβάλας**, όπως αυτό εγκρίθηκε με την υπ' αριθμόν 5248 π.ε./04-02-2013 (ΦΕΚ 69/ τεύχος Αναγκαστικών Απαλλοτριώσεων και Πολεοδομικών Θεμάτων/ 11-03-2013) απόφαση του Γενικού Γραμματέα Αποκεντρωμένης Διοίκησης Μακεδονίας Θράκης. Τα όρια του ΓΠΣ Δήμου Καβάλας ταυτίζονται με τα διοικητικά όρια της Δημοτικής Ενότητας Καβάλας και η θέση του υπό μελέτη προτεινόμενου έργου ως προς τα όρια αυτά παρουσιάζεται στο Χάρτη 4.3.



Χάρτης 4.3: Χωροθέτηση έργου ως προς τα όρια του Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου Δήμου Καβάλας

Περαιτέρω, η κατασκευή και λειτουργία του υπό μελέτη έργου θα λάβει χώρα εξ' ολοκλήρου εντός των ορίων του **εγκεκριμένου ρυμοτομικού σχεδίου της περιοχής «Περιγιαλί»** του Δήμου Καβάλας, ειδικότερα σύμφωνα με την υπ' αριθμόν 9189/2004 (ΦΕΚ 193 Δ') ΥΑ και το από 30/11/2010 (ΦΕΚ 572/ τεύχος Αναγκαστικών Απαλλοτριώσεων και Πολεοδομικών Θεμάτων/ 31-12-2010) Προεδρικό Διάταγμα (ΠΔ). Τα όρια των εγκεκριμένων πολεοδομικών μελετών και η θέση του υπό μελέτη προτεινόμενου έργου ως προς τα όρια αυτά παρουσιάζεται στο Χάρτη 4.4⁴.

Η κατασκευή και η λειτουργία του υπό μελέτη έργου θα λάβει χώρα εξ' ολοκλήρου εντός των ορίων εκτάσεων που **δεν διέπονται από τις διατάξεις της δασικής νομοθεσίας** σύμφωνα με:

- την υπ' αριθμόν 385085/31-10-2022 (ΦΕΚ 777 Δ') απόφαση του Γενικού Γραμματέα Δασών του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας περί της κύρωσης του δασικού χάρτη για το σύνολο του Νομού Καβάλας και
- το από 01/10/1979 (ΦΕΚ 606 Δ') ΠΔ «*περί κηρύξεως δασικής εκτάσεως περιοχής «Αμυγδαλεώνος» Καβάλας ως Αισθητικού Δάσους*», όπως έχει τροποποιηθεί από το από 14/07/1981 (ΦΕΚ 437 Δ') ΠΔ και ισχύει, ενώ σημειώνεται ότι τμήμα του Αισθητικού Δάσους έχει χαρακτηριστεί ως απολύτως προστατευτικό σύμφωνα με την υπ' αριθμόν 2164/27-03-2006 (ΦΕΚ 299 Δ') απόφαση του Γενικού Γραμματέα της Περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας – Θράκης.

Η θέση του υπό μελέτη έργου ως προς τις δασικές εν γένει εκτάσεις παρουσιάζεται στο Χάρτη 4.5⁵.

Η χωροθέτηση του υπό μελέτη προτεινόμενου έργου ως προς τις εγκαταστάσεις και τις χρήσεις κοινωνικής υποδομής και κοινής ωφέλειας, σύμφωνα με το εγκεκριμένο ρυμοτομικό σχέδιο και το Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο του Δήμου Καβάλας παρουσιάζεται στον αντίστοιχο χάρτη που επισυνάπτεται στο Παράρτημα Α.

Μορφολογικά, η περιοχή μελέτης χαρακτηρίζεται από **χαμηλά υψόμετρα** και **ιδιαίτερα ήπιες κλίσεις, χωρίς έντονες μορφολογικές εξάρσεις**. Η **υφιστάμενη κάλυψη γης** χαρακτηρίζεται κυρίως από την **παρουσία κτιρίων, οδικού δικτύου και εν γένει ζώνες τεχνητών επιφανειών κατά κανόνα χωρίς βλάστηση**.

4 Τα γεωχωρικά δεδομένα των ορίων των εγκεκριμένων πολεοδομικών μελετών – ρυμοτομικών σχεδίων λαμβάνονται από τη διαδικτυακή εφαρμογή e-Πολεοδομία στην ηλεκτρονική διεύθυνση <http://gis.epoleodomia.gov.gr/v11/> (ημερομηνία προσπέλασης 11/10/2023).

5 Τα γεωχωρικά δεδομένα των ορίων των εκτάσεων του Κυρωμένου Δασικού Χάρτη λαμβάνονται από από την πύλη ανοικτών δεδομένων της «Ελληνικό Κτηματολόγιο» στην ηλεκτρονική διεύθυνση <https://data.ktimatologio.gr/dataset/277ae323-104f-43d4-b1ac-446ed7da2a8e> (ημερομηνία προσπέλασης 11/10/2023), ενώ των ορίων του Αισθητικού Δάσους Αμυγδαλέωνα Καβάλας από τη Διαδικτυακή Πύλη Γεωχωρικών Πληροφοριών του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας, στην ηλεκτρονική διεύθυνση <http://mapsportal.ypen.gr/> (ημερομηνία προσπέλασης 11/10/2023).



Χάρτης 4.4: Χωροθέτηση έργου ως προς τα όρια εγκεκριμένων πολεοδομικών μελετών ρυμοτομικών σχεδίων της περιοχής «Περιγιάλι» του Δήμου Καβάλας



Χάρτης 4.5: Χωροθέτηση έργου ως προς δασικές εν γένει εκτάσεις

ΣΤΟ Βόρειο τμήμα της περιοχής μελέτης καταγράφεται ένα μωσαϊκό μικρών αγροτεμαχίων με διάφορες καλλιέργειες (ετήσιες ή μόνιμες) ενώ στο νότιο τμήμα κυριαρχεί το θαλάσσιο μέτωπο της περιοχής Περιγιαλίου και οι σημειακές χρήσεις αναψυχής (κυρίως καταστήματα εστίασης) που αναπτύσσονται κατά μήκος του.

Σύμφωνα με το βασικό γεωλογικό χάρτη της Ελλάδας (φύλλο χάρτη Καβάλα), η περιοχή μελέτης χαρακτηρίζεται γεωλογικά από χερσαίες αποθέσεις του Τεταρτογενούς που αποτελούνται από ογκόλιθους, χαλαρά κροκαλοπαγή, κροκάλες, λεπτόκοκκο υλικό και ερυθρούς πηλούς. Στα τοπογραφικά χαμηλότερα μέρη σχηματίζονται κατά τόπους αναβαθμίδες. Στο άμεσο παραλιακό μέτωπο εντοπίζονται παράκτιοι άμμοι. Οι προαναφερόμενες χερσαίες αποθέσεις περικλείονται από γρανιτικά πετρώματα (γρανίτης Συμβόλου ή γρανίτης Καβάλας). Περαιτέρω, τα εδάφη στην ευρύτερη περιοχή μελέτης χαρακτηρίζονται, εν γένει, ως **πηλώδη**, σύμφωνα με τα διαθέσιμα γεωχωρικά δεδομένα (Ballabio et al. 2016).

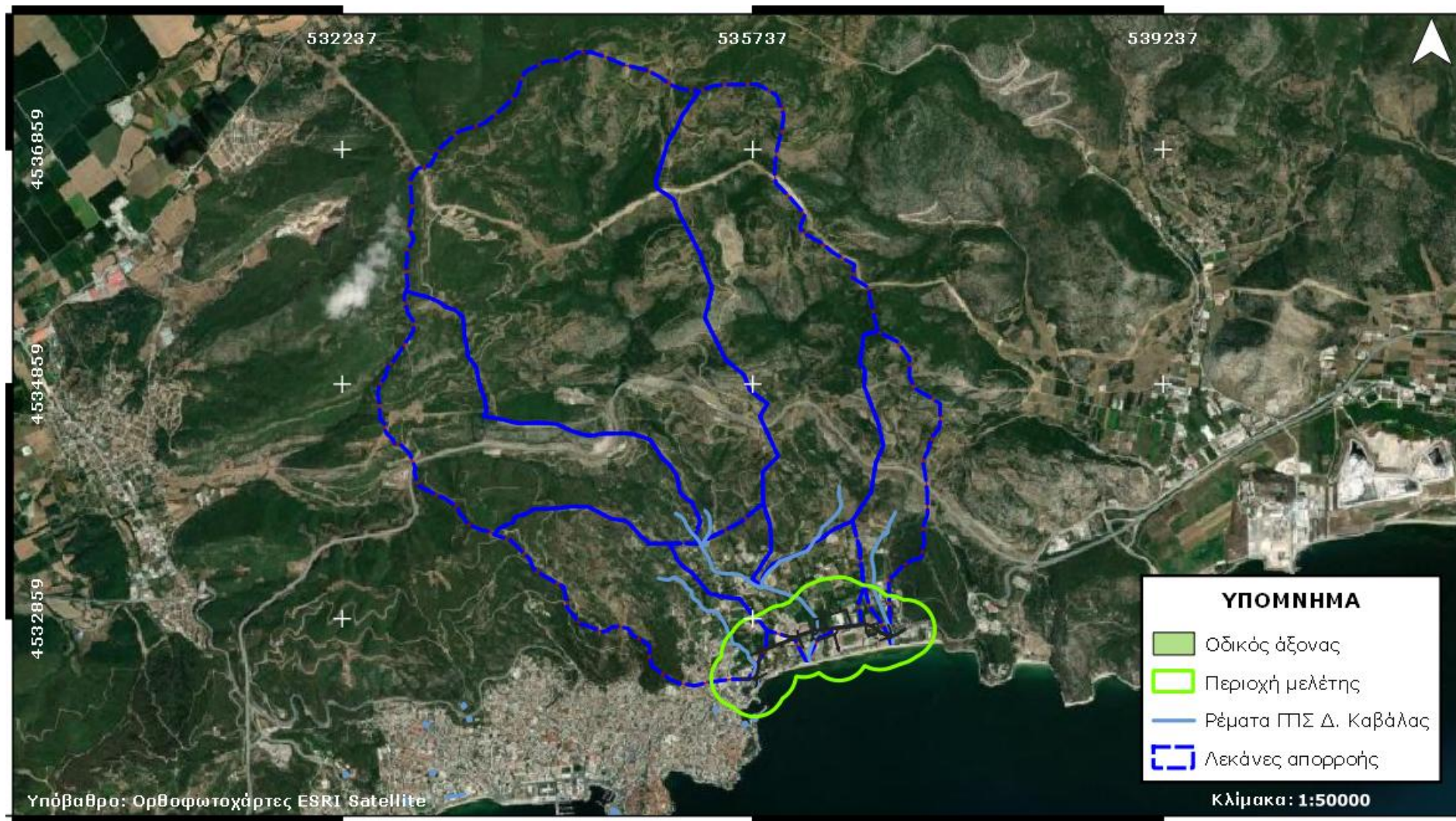
Σημειώνεται ότι σύμφωνα με το Νέο Χάρτη Σεισμικής Επικινδυνότητας της Ελλάδας, η περιοχή μελέτης κατατάσσεται στη ζώνη της πλέον χαμηλότερης σεισμικότητας.

Λαμβάνοντας υπ' όψιν τα παραπάνω, τα γεωλογικά και εδαφολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης δεν συνδέονται με την πρόκληση ειδικών συνθηκών κατά την κατασκευή και τη λειτουργία του υπό μελέτη οδικού άξονα (π.χ. κλίση των πρηνών στα ορύγματα και επιχώματα, ανάγκες πρόσθετης στήριξης (αντίβαρα από χώμα κλπ.)), συνεπώς δεν αξιολογούνται περαιτέρω τυχόν γεωτεχνικές και γεωμηχανικές ιδιότητες του εδάφους στη ζώνη κατάληψης του έργου.

Εντός των ορίων της περιοχής μελέτης **δεν καταγράφονται Επιφανειακά Υδατικά Συστήματα όπως αυτά αναγνωρίζονται στα πλαίσια της 2ης αναθεώρησης του Σχεδίου Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών (ΣΔΛΑΠ) του Υδατικού Διαμερίσματος (ΥΔ) Ανατολικής Μακεδονίας**. Κατά τα λοιπά, στην περιοχή του Περιγιαλίου καταγράφεται το επιφανειακό υδρογραφικό δίκτυο που παρουσιάζεται στο Χάρτη 4.6, που πρόκειται για υδατορέματα εποχικής ροής, με σχετικά μικρές πλημμυρικές παροχές που κυμαίνονται από 10 έως και 45 m³/sec και τελικό αποδέκτη τη θάλασσα.

4.1.3. Περιληπτική απόδοση του τρόπου αντιμετώπισης των ζητημάτων κλιματικής αλλαγής

Το προτεινόμενο έργο αφορά σε υποδομή οδικών μεταφορών που περιλαμβάνεται στον κατάλογο προελέγχου και συνεπώς υπολογίζεται το ανθρακικό αποτύπωμα με λεπτομερή ανάλυση. Για την υπό μελέτη οδό οι εκπομπές Πεδίου (Κατηγορίας) 1 είναι μηδενικές, οι εκπομπές Πεδίου (Κατηγορίας) 2 είναι 83,5 tn CO_{2eq}/έτος και οι εκπομπές Πεδίου (Κατηγορίας) 3 υπολογίζονται ως 1.950 tn CO_{2eq}/έτος περίπου.



Χάρτης 4.6: Επιφανειακό υδρογραφικό δίκτυο ευρύτερης περιοχής μελέτης

Δεδομένου ότι ο υπό μελέτη οδικός άξονας πρόκειται για νέο έργο, οι βασικές εκπομπές θεωρούνται μηδενικές.

Συνεπώς οι σχετικές εκπομπές θα ταυτίζονται αριθμητικά με τις συνολικές απόλυτες εκπομπές ΑτΘ του υπό μελέτη οδικού άξονα για ένα τυπικό έτος λειτουργίας, συνεπώς ισχύει: **[Σχετικές Εκπομπές ΑτΘ] $\approx$ 2.033,5 ton/έτος.**

Σύμφωνα με τα προαναφερόμενα ισχύει ότι **[Σχετικές Εκπομπές ΑτΘ] < 20.000 ton/έτος**, συνεπώς **δεν απαιτείται να πραγματοποιηθεί οικονομική αποτίμηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου με τη μορφή ανάλυσης κόστους – οφέλους, προκειμένου να γίνει μία ορθή αποτίμηση του εξωτερικού κόστους του άνθρακα του προτεινόμενου οδικού άξονα**, σύμφωνα με το Προσωρινό Πλαίσιο Αξιολόγησης της Κλιματικής Ανθεκτικότητας Έργων Υποδομών.

Κατά τον προέλεγχο, ο προτεινόμενος οδικός άξονας αναλύεται ως προς την ευαισθησία, την έκθεση και την τρωτότητα στην κλιματική αλλαγή. Από την ανάλυση τρωτότητας προκύπτει ότι οι σημαντικές πηγές κινδύνου που επηρεάζουν το έργο είναι:

- καύσωνας (μέτρια τρωτότητα).
- Κύματα ψύχους (μέτρια τρωτότητα).
- Παγετός (μέτρια τρωτότητα).
- Δασική πυρκαγιά (μέτρια τρωτότητα).
- Ισχυρός υετός (υψηλή τρωτότητα).
- Πλημμύρες (υψηλή τρωτότητα).
- Κατολίσθηση/ Διάβρωση του εδάφους (μέτρια τρωτότητα).
- Καθίζηση (μέτρια τρωτότητα).
- Θερμική καταπόνηση (μέτρια τρωτότητα).

Από την ανάλυση της διακινδύνευσης για τον υπό μελέτη οδικό άξονα προκύπτει ότι:

- ο **ισχυρός υετός** αποτελεί **πολύ σημαντικό εγγενή κίνδυνο** και **απαιτείται η λήψη μέτρων μείωσης του κινδύνου**.
- Τα **κύματα ψύχους** και ο **παγετός** αποτελούν **σημαντικούς εγγενείς κινδύνους** και **προτείνεται η λήψη μέτρων μείωσης του κινδύνου**.
- Οι **πλημμύρες** αξιολογούνται ως **μέτριου βαθμού εγγενείς κίνδυνος** και η **λήψη μέτρων μείωσης του κινδύνου είναι συνάρτηση των ειδικότερων συνθηκών και των περιστάσεων στη θέση κατασκευής και λειτουργίας του έργου**.
- Τέλος, ο **καύσωνας**, η **δασική πυρκαγιά**, η **κατολίσθηση/ διάβρωση του εδάφους**, η **καθίζηση** και η **θερμική καταπόνηση** αξιολογούνται ως **χαμηλού βαθμού εγγενής κίνδυνοι** και η **λήψη μέτρων μείωσης του**

κινδύνου είναι συνάρτηση των ειδικότερων συνθηκών και των περιστάσεων στη θέση κατασκευής και λειτουργίας του έργου.

Για τη μείωση του εγγενούς κινδύνου από τις πηγές που παρουσιάζουν μέτριο, σημαντικό ή πολύ σημαντικό βαθμό, όπως αυτά έχουν αναλυθεί κατά την ανάλυση διακινδύνευσης, προτείνεται συνοπτικά η λήψη των κάτωθι μέτρων:

- **Ισχυρός υετός (συμπεριλαμβανομένων πλημμυρών):**
 - έχει ήδη προβλεφθεί, μέσω της σχετικής μελέτης του έργου, η κατασκευή του οδικού άξονα με κατάλληλη κλίση οδοστρώματος, ώστε να μην παρατηρείται συσσώρευση υδάτων στο οδόστρωμα.
 - Στα πλαίσια των μελετών του έργου έχει πραγματοποιηθεί ο επανέλεγχος σχεδιασμού και λειτουργίας των υφιστάμενων δικτύων αποστράγγισης λαμβάνοντας υπ' όψιν τις νέες προτεινόμενες καμπύλες έντασης – διάρκειας βροχόπτωσης που προτείνεται στα πλαίσια των Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας των Λεκανών Απορροής των Υδατικών Διαμερισμάτων της χώρας). Ο επανέλεγχος των υφιστάμενων δικτύων αποστράγγισης καθώς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά σχεδιασμού του έργου υπέδειξαν την ανάγκη επέκτασης των υφιστάμενων τεχνικών έτσι ώστε να καθίστανται επαρκή ως προς τις νέες συνθήκες και τις αναμενόμενες κλιματικές μεταβολές.
 - Χρήση κατάλληλης σήμανσης και διαγράμμισης σε όλα τα τμήματα του οδικού άξονα που βρίσκονται σε θέσεις υψηλού κινδύνου συσσώρευσης υδάτων λόγω ισχυρού υετού ή/και πλημμυρών.
- **Κύματα ψύχους/ Παγετός:**
 - Κατά τη λειτουργία του οδικού άξονα, θα πρέπει να πραγματοποιούνται τακτικές εργασίες καθαρισμού και συντήρησης του έργου κατά τη χειμερινή περίοδο.
 - Ο αρμόδιος για τη συντήρηση της οδού θα πρέπει να εξασφαλίσει εκ των προτέρων επάρκεια ποσοτήτων αλατιού ή/και τον κατάλληλο αριθμό μηχανημάτων εκχιονισμού.
 - Χρήση συμβατικής σήμανσης παγετού κατά μήκος του οδικού άξονα.

4.2. Μετριασμός της κλιματικής αλλαγής

4.2.1.Εισαγωγή

Στην παρούσα ενότητα αναλύεται ο μετριασμός της κλιματικής αλλαγής, δηλαδή η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και η συμβολή της υποδομής στην επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας, σύμφωνα με το Ελληνικό και το Ευρωπαϊκό δίκαιο. Συνολικά προβλέπεται έλεγχος δύο (2) φάσεων, όπου η πρώτη φάση είναι ο **προέλεγχος** από τον οποίο μπορεί να προκύψει ότι απαιτείται **λεπτομερής ανάλυση** (δεύτερη φάση), όπως αναλυτικότερα τεκμηριώνεται στις §4.2.2 και 4.2.3, αντίστοιχα.

4.2.2. Προέλεγχος

Ο προέλεγχος του μετριάσμου της κλιματικής αλλαγής γίνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Τεχνικής Οδηγίας 2021/C 373/01 («*Τεχνικές κατευθυντήριες οδηγίες σχετικά με την ενίσχυση της ανθεκτικότητας των υποδομών στην κλιματική αλλαγή κατά την περίοδο 2021 – 2027*»)⁶.

Όπως φαίνεται από τον κατάλογο προελέγχου της §3.2.1. της προαναφερόμενης Τεχνικής Οδηγίας, τα οδικά έργα εντάσσονται εν γένει στην κατηγορία «*οδικές και σιδηροδρομικές υποδομές, αστικές μεταφορές*» για την οποία, κατά γενικό κανόνα, απαιτείται πλήρης υπολογισμός του αποτυπώματος άνθρακα και η διαδικασία ενίσχυσης της ανθεκτικότητας στην κλιματική αλλαγή για το μετριάσμό της κλιματικής αλλαγής συνεχίζεται στη λεπτομερή ανάλυση της §4.2.3.

4.2.3. Λεπτομερής ανάλυση

4.2.3.1. Ανθρακικό Αποτύπωμα του έργου

4.2.3.1.1 Εισαγωγή και μεθοδολογικό πλαίσιο

Ο υπολογισμός του αποτυπώματος άνθρακα θα πρέπει να γίνεται σύμφωνα με μια αξιόπιστη μεθοδολογία αποτυπώματος άνθρακα. Τα γνωστότερα και διεθνώς αποδεκτά πρότυπα περιλαμβάνουν το *GHG protocol*⁷ και το *ISO 14064*, τα οποία παρέχουν το πλαίσιο για τον ορισμό των ορίων ενός έργου, την ταξινόμηση των άμεσων και έμμεσων εκπομπών και τη διαχείριση της παρακολούθησης και της αναφοράς τους.

Σύμφωνα με τα προαναφερόμενα διεθνή πρότυπα υπολογισμού του αποτυπώματος άνθρακα, οι εκπομπές/ απορροφήσεις του έργου μπορεί να ταξινομηθούν σε τρία (3) βασικά πεδία (κατηγορίες), όπως συνοψίζεται παρακάτω:

- **Πεδίο (Κατηγορία) 1:** οι **άμεσες εκπομπές ΑτΘ** προκύπτουν από πηγές που χρησιμοποιούνται εντός των λειτουργικών ορίων⁸ του έργου και ελέγχονται άμεσα από τον Οργανισμό⁹ που ελέγχει το ίδιο το έργο. Σύμφωνα με το παράδειγμα Έκθεσης Τεκμηρίωσης Κλιματικής Ανθεκτικότητας για τις Οδικές Μεταφορές¹⁰, εκτιμάται ότι **τα οδικά έργα δεν προκαλούν άμεσες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (ενδέχεται να υπάρχουν άμεσες εκπομπές σε**

6 Διαθέσιμη στην ηλεκτρονική διεύθυνση [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021XC0916\(03\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021XC0916(03)&from=EN) (ημερομηνία προσπέλασης 10/09/2024).

7 Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση <https://ghgprotocol.org/> (ημερομηνία προσπέλασης 24/09/2024).

8 Τα όρια που καθορίζουν τις άμεσες και έμμεσες εκπομπές που αξιολογείται ότι σχετίζονται με τις δραστηριότητες ενός συγκεκριμένου έργου που ανήκει ή ελέγχεται από έναν Οργανισμό. Αυτή η αξιολόγηση επιτρέπει σε έναν Οργανισμό να καθορίσει ποιες δραστηριότητες και πηγές προκαλούν άμεσες και έμμεσες εκπομπές και να αποφασίσει ποιες έμμεσες εκπομπές θα συμπεριλάβει επειδή είναι συνέπεια των δραστηριοτήτων του.

9 Σύμφωνα με το Προσωρινό Πλαίσιο Αξιολόγησης της Κλιματικής Ανθεκτικότητας Έργων Υποδομών που υποβάλλονται προς συγχρηματοδότηση στα προγράμματα του ΕΣΠΑ 2021 – 2027, ως Οργανισμός ορίζεται το φυσικό ή νομικό πρόσωπο που έχει στην ιδιοκτησία του ή ελέγχει τη λειτουργία ενός έργου που ελέγχεται για τις εκπομπές του.

10 Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση <https://adaptivegreecehub.gr/wp-content/uploads/2024/03/7.-%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%B4%CE%B5%CE%AF%CE%B3%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1-%CE%BF%CE%B4%CE%B9%CE%BA%CF%8E%CE%BD-%CE%BC%CE%B5%CF%84%CE%B1%CF%86%CE%BF%CF%81%CF%8E%CE%BD-1.pdf> (ημερομηνία προσπέλασης 15/09/2024)

κάποιες περιπτώσεις συνοδών κτιρίων, που όμως δεν υπάρχουν στο υπό μελέτη έργο).

- **Πεδίο (Κατηγορία) 2:** οι έμμεσες εκπομπές **ΑτΘ** είναι οι εκπομπές που προκύπτουν από την παραγωγή ενέργειας (ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας), η οποία εισάγεται από εξωτερικούς παρόχους και καταναλώνεται εντός των λειτουργικών ορίων του έργου. Σύμφωνα με το προαναφερόμενο παράδειγμα Έκθεσης Τεκμηρίωσης Κλιματικής Ανθεκτικότητας για τις Οδικές Μεταφορές, **στα οδικά έργα οι εκπομπές του Πεδίου (Κατηγορίας 2) συνίστανται στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για την εξυπηρέτηση των υποστηρικτικών υποδομών, όπως φωτισμός, φωτεινή σήμανση κλπ.** Στην περίπτωση του υπό μελέτη οδικού άξονα οι εκπομπές του Πεδίου (Κατηγορίας) 2 θεωρούνται εντός των λειτουργικών ορίων του έργου, καθώς ο Οργανισμός (Δήμος) μπορεί να λάβει μέτρα για την ενεργειακή εξοικονόμηση του οδοφωτισμού, μεταβάλλοντας άμεσα τις εκπομπές του Πεδίου (Κατηγορίας 2). Η βασική εξίσωση υπολογισμού των έμμεσων εκπομπών ΑτΘ παρουσιάζεται στη σχέση (4.1), όπου με **(Εκπομπές ΑτΘ)** συμβολίζονται οι εκπομπές CO₂, μεθανίου (CH₄) και υποξειδίου του αζώτου (N₂O), σε ton/έτος, για το έτος αναφοράς, με **(Προμήθεια Ενέργειας)** η ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, σε GWh/έτος και με **(Συντελεστής Εκπομπών)** οι συντελεστές εκπομπών των ΑτΘ, σε ton ΑτΘ/GWh. Ειδικότερα, ο συντελεστής εκπομπών για το CO₂ λαμβάνεται από την Ετήσια Έκθεση του Διαχειριστή ΑΠΕ και Εγγυήσεων Προέλευσης (ΔΑΠΕΕΠ) για το ενεργειακό μείγμα του προηγούμενου έτους¹¹, ενώ οι συντελεστές εκπομπών για το CH₄ και το N₂O μπορεί να υπολογιστούν με εφαρμογή της σχέσης (4.2), όπου οι Εθνικές Εκπομπές από τη δημόσια παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας λαμβάνονται από τον ετήσιο κατάλογο αναφοράς της Ελλάδας (National Inventory Report, NIR)¹², ενώ το υπολειπόμενο ενεργειακό μείγμα, σε GWh, λαμβάνεται από την προαναφερόμενη ετήσια αναφορά του ΔΑΠΕΕΠ. Σημειώνεται ότι γενικά οι έμμεσες εκπομπές CH₄ και N₂O είναι πολύ μικρότερες από τις εκπομπές CO₂.

$$\text{(Εκπομπές ΑτΘ)} = \text{(Προμήθεια Ενέργειας)} \times \text{(Συντελεστής Εκπομπών)} \quad (4.1)$$

$$\text{Συντελεστής Εκπομπών}_{(CH_4, N_2O), X} = \frac{\text{Εθνικές Εκπομπές από Ενέργεια}_{(CH_4, N_2O), X}}{\text{Υπολειπόμενο ενεργειακό μείγμα}_X} \quad (4.2)$$

- **Πεδίο (Κατηγορία) 3:** οι άλλες έμμεσες εκπομπές **ΑτΘ** είναι οι εκπομπές ΑτΘ που σχετίζονται με τη λειτουργία του έργου αλλά παράγονται από πηγές που δεν βρίσκονται στον έλεγχο του Οργανισμού που ελέγχει το έργο. Στην περίπτωση έργων οδικών μεταφορών, όπως το υπό μελέτη έργο, **οι εκπομπές**

11 Οι εκθέσεις του ΔΑΠΕΕΠ βρίσκονται διαθέσιμες στην ηλεκτρονική διεύθυνση <https://www.dapeep.gr/dimosieuseis/eguisseis-proeleusis-energeiako/> (ημερομηνία προσπέλασης 24/09/2024).

12 Ο πλέον πρόσφατος ετήσιος κατάλογος αναφοράς της Ελλάδας αφορά το έτος 2022 και βρίσκεται διαθέσιμος στην ηλεκτρονική διεύθυνση https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/2024/04/2024_NIR_Greece.pdf (ημερομηνία προσπέλασης 24/09/2024).

ΑτΘ του Πεδίου (Κατηγορίας) 3 συνίστανται στις εκπομπές που προκύπτουν από την κυκλοφορία των οχημάτων στο έργο οδοποιίας. Για τον υπολογισμό των έμμεσων εκπομπών ΑτΘ του Πεδίου (Κατηγορίας) 3 και σύμφωνα με το προαναφερόμενο παράδειγμα Έκθεσης Τεκμηρίωσης Κλιματικής Ανθεκτικότητας για τις Οδικές Μεταφορές, απαιτούνται δεδομένα αναφορικά με **(α)** το μήκος του οδικού έργου, σε km, **(β)** τα χαρακτηριστικά του στόλου (είδος των οχημάτων) που εκτιμάται ότι θα κυκλοφορεί στο έργο και **(γ)** τον κυκλοφοριακό φόρτο ανά είδος οχημάτων που κυκλοφορούν στο έργο, με ιδιαίτερα έμφαση στον κυκλοφοριακό φόρτο κατά τις ώρες αιχμής. Οι σχετικές εξισώσεις υπολογισμού των εκπομπών ΑτΘ του Πεδίου (Κατηγορίας) 3 περιγράφονται στις σχέσεις (4.3) έως και (4.5). Ειδικότερα:

- ο για τον υπολογισμό των εκπομπών ΑτΘ ανά μονάδα μήκους του οδικού άξονα και είδος οχήματος (σχέση (4.3)) λαμβάνονται υπ' όψιν τα δεδομένα **(α)** της ενέργειας του χρησιμοποιούμενου από κάθε είδος οχήματος καυσίμου ανά μονάδα μήκους, σύμφωνα με τον Οδηγό Απογραφής Εκπομπών Αέριων Ρύπων του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος¹³ και **(β)** των συντελεστών εκπομπής ΑτΘ σύμφωνα με τα δεδομένα της προαναφερόμενης Ετήσιας Εθνικής Απογραφής ΑτΘ ή/και των κατευθυντηρίων οδηγιών της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC)¹⁴.
- ο Εν συνέχεια, οι παραπάνω υπολογιζόμενες εκπομπές ΑτΘ ανά απόσταση και είδος οχήματος πολλαπλασιάζονται με τον κυκλοφοριακό φόρτο, για κάθε είδος οχήματος και αθροίζονται για τον υπολογισμό των συνολικών εκπομπών ανά μονάδα μήκους του οδικού άξονα, σύμφωνα με τη σχέση (4.4).
- ο Τέλος, οι παραπάνω υπολογιζόμενες συνολικές εκπομπές ΑτΘ ανά μονάδα μήκους του οδικού άξονα πολλαπλασιάζονται με το συνολικό μήκος του υπό μελέτη οδικού άξονα, προκειμένου να υπολογιστούν οι συνολικές εκπομπές ΑτΘ από τη συνολική κυκλοφορία των οχημάτων στο υπό μελέτη έργο, σύμφωνα με τη σχέση (4.5).

$$\frac{\text{Εκπομπές}}{\text{απόσταση} - \text{είδος οχήματος}} = (\text{ενέργεια καυσίμου}) \cdot (\text{συντελεστής εκπομπών}) \quad (4.3)$$

$$\sum (\text{Εκπομπές ανά απόσταση}) = \sum \left(\frac{\text{Εκπομπές}}{\text{απόσταση} - \text{είδος οχήματος}} \cdot \frac{\text{οχήματα}}{\text{χρόνος}} \right) \quad (4.4)$$

$$(\text{Εκπομπές}) = (\text{Εκπομπές ανά απόσταση}) \times (\text{απόσταση}) \quad (4.5)$$

13 EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023: Technical guidance to prepare national emission inventories (διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2023>, ημερομηνία προσπέλασης 21/09/2024).

14 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση <https://www.ipcc.ch/report/2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories/>, ημερομηνία προσπέλασης 21/09/2024).

Για τον υπολογισμό των προαναφερόμενων **θα πρέπει να καθοριστεί ως βάση ένα τυπικό έτος λειτουργίας (έτος αναφοράς)¹⁵ στο οποίο θα αναφέρονται οι εκπομπές ΑτΘ.**

4.2.3.1.2 Υπολογισμοί

4.2.3.1.2.1. Εκπομπές Πεδίου (Κατηγορίας) 1

Σύμφωνα με τα αναφερόμενα στην §4.2.3.1.1, **τα οδικά έργα δεν προκαλούν άμεσες εκπομπές Πεδίου (Κατηγορίας 1) αερίων του θερμοκηπίου (ενδέχεται να υπάρχουν άμεσες εκπομπές σε κάποιες περιπτώσεις συνοδών κτιρίων, που όμως δεν υπάρχουν στο υπό μελέτη έργο)**, συνεπώς η παρούσα παράγραφος δεν αναπτύσσεται περαιτέρω.

4.2.3.1.2.2. Εκπομπές Πεδίου (Κατηγορίας) 2

Σύμφωνα με τα αναφερόμενα στην §4.2.3.1.1, **στα οδικά έργα οι εκπομπές του Πεδίου (Κατηγορίας 2) συνίστανται στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για την εξυπηρέτηση των υποστηρικτικών υποδομών, όπως ο φωτισμός της οδού, αναφορικά με το υπό μελέτη έργο.** Όπως παρουσιάζεται στις σχέσεις (4.1) και (4.2), για τον υπολογισμό των εκπομπών του Πεδίου (Κατηγορίας) 2 λαμβάνονται υπ' όψιν:

- η αναμενόμενη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το φωτισμό της υπό μελέτη οδού (που θεωρείται εντός των λειτουργικών ορίων καθώς ο Οργανισμός (Δήμος) μπορεί να ελέγξει άμεσα την κατανάλωση ενέργειας εντός των λειτουργικών του ορίων, για παράδειγμα μειώνοντάς τη με μέτρα ενεργειακής απόδοσης ή μεταβαίνοντας στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές). Η αναμενόμενη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας είναι συνάρτηση της ισχύος των φωτιστικών σωμάτων και του χρονικού διαστήματος λειτουργίας τους, όπως συνοψίζεται στον Πίνακα 4.6.

Πίνακας 4.6: Εκτιμώμενη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το φωτισμό του υπό μελέτη οδικού έργου

Ισχύος φωτιστικού σώματος (W) [1]	Αριθμός φωτιστικών σωμάτων [2]	Συνολική ισχύς φωτιστικών σωμάτων (kW) [3] = [1] x [2] x 10 ⁻³	Εκτιμώμενο χρονικό διάστημα λειτουργίας (ώρες/ημέρα) [4]	Συνολική καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια (kWh/έτος) [5] = [3] x [4] x 365
34	88	2,992	11	12.012,880
67	137	9,316	11	37.403,740
68				
Σύνολο	225	12,308	-	49.416,620

¹⁵ Σύμφωνα με το προαναφερόμενο παράδειγμα Έκθεσης Τεκμηρίωσης Κλιματικής Ανθεκτικότητας για τις Οδικές Μεταφορές, ως τυπικό έτος λειτουργίας εδώ εννοείται ένα πλήρες ημερολογιακό έτος κατά το οποίο το Έργο λειτουργεί πλήρως και δεν περιλαμβάνει εκπομπές που σχετίζονται με την κατασκευή ή τον παροπλισμό του.

- Οι συντελεστές εκπομπών CO₂, CH₄ και N₂O που λαμβάνουν τιμές ως εξής:
 - ο **συντελεστής εκπομπών CO₂ (EF_{CO2})** λαμβάνεται ως **EF_{CO2} = 533,23 g CO₂/kWh (=533,23 ton CO₂/GWh)**, σύμφωνα με την Έκθεση Εγγυήσεων Προέλευσης και Ενεργειακού Μείγματος για το έτος 2022 του ΔΑΠΕΕΠ^{16,17}.
 - Ο **συντελεστής εκπομπών CH₄ (EF_{CH4})** υπολογίζεται ως **EF_{CH4} ≈ 8,36 kg CH₄/GWh**, λαμβάνοντας υπ' όψιν αφενός τις εκπομπές CH₄ από τη δημόσια παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας για το 2022 που ανέρχεται σε 0,34 kt σύμφωνα με τα στοιχεία της Ετήσιας Εθνικής Απογραφής Ατθ για το αντίστοιχο έτος¹⁸, αφετέρου τα δεδομένα του Υπολειπόμενου Ενεργειακού Μείγματος για το 2022 που ανέρχεται, αθροιστικά, σε 38.270 Gwh, σύμφωνα με τα στοιχεία της προαναφερόμενης Έκθεσης του ΔΑΠΕΕΠ.
 - Ο **συντελεστής εκπομπών N₂O (EF_{N2o})** υπολογίζεται ως **EF_{N2o} ≈ 3,4 kg N₂O/GWh** λαμβάνοντας υπ' όψιν αφενός τις εκπομπές N₂O από τη δημόσια παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας για το 2022 που ανέρχεται σε 0,13 kt σύμφωνα με τα στοιχεία της Ετήσιας Εθνικής Απογραφής Ατθ για το αντίστοιχο έτος, αφετέρου τα δεδομένα του Υπολειπόμενου Ενεργειακού Μείγματος για το 2022 που ανέρχεται, αθροιστικά, σε 38.270 Gwh, σύμφωνα με τα στοιχεία της προαναφερόμενης Έκθεσης του ΔΑΠΕΕΠ.

Λαμβάνοντας υπ' όψιν τα προαναφερόμενα, **οι εκπομπές του Πεδίου (Κατηγορίας 2) για το υπό μελέτη οδικό έργο μπορεί να υπολογιστούν όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.7.**

Πίνακας 4.7: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου του Πεδίου (Κατηγορίας 2) για τον υπό μελέτη οδικό άξονα

Αέριο του θερμοκηπίου	Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (GWh/έτος) ¹⁹ [1]	Συντελεστής εκπομπών (kg/GWh) [2]	Συνολικές εκπομπές (ton/έτος) [3]=[1] x [2] x 10 ⁻³
CO ₂	0,05	533.230	26,66
CH ₄		8.360	0,42
N ₂ O		3.400	0,17

Σύμφωνα με τους προαναφερόμενους υπολογισμούς, **οι συνολικές ετήσιες εκπομπές από την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για την εξυπηρέτηση του**

16 Η Έκθεση βρίσκεται διαθέσιμη στην ηλεκτρονική διεύθυνση <https://www.dapeep.gr/wp-content/uploads/2023/07/%CE%95%CE%9D%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%95%CE%99%CE%91%CE%9A%CE%9F-%CE%9C%CE%95%CE%99%CE%93%CE%9C%CE%91-2022.pdf> (ημερομηνία προσέλασης 21/09/2024).

17 Επιλέγεται η χρήση των δεδομένων της Έκθεσης του 2022 για λόγους συνέπειας και συγκρισιμότητας με τα δεδομένα υπολογισμού των συντελεστών εκπομπής CH₄ και N₂O σύμφωνα με τα πλέον επίκαιρα διαθέσιμα στοιχεία της Ετήσιας Εθνικής Απογραφής Ατθ (σχετικά βλ. υποσημείωση υπ αριθμόν 18).

18 Η έκθεση είναι διαθέσιμη στην ηλεκτρονική διεύθυνση https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/2024/04/2024_NIR_Greece.pdf (ημερομηνία προσέλασης 21/09/2024) και είναι η πλέον επίκαιρη διαθέσιμη έκδοση (ημερομηνία έκδοσης: Μάρτιος 2024).

19 Σχετικά βλ. Πίνακα 4.6.

οδοφωτισμού υπολογίζονται ως $26,66 + 28 \times 0,42 + 265 \times 0,17 \approx 83,5 \text{ ton CO}_{2\text{eq}}/\text{έτος}^{20}$.

4.2.3.1.2.3. Εκπομπές Πεδίου (Κατηγορίας) 3

Σύμφωνα με τα αναφερόμενα στην §4.2.3.1.1, **οι εκπομπές ΑτΘ του Πεδίου (Κατηγορίας) 3 συνίστανται στις εκπομπές που προκύπτουν από την κυκλοφορία των οχημάτων στο έργο οδοποιίας**. Για τον υπολογισμό των έμμεσων εκπομπών ΑτΘ του Πεδίου (Κατηγορίας) 3 και σύμφωνα με τα προαναφερόμενα λαμβάνονται υπ' όψιν:

- το μήκος του υπό μελέτη οδικού έργου, που σύμφωνα με τα αναφερόμενα στη ΜΠΕ του έργου υπολογίζεται ως 1,675 km περίπου.
- Τα χαρακτηριστικά του στόλου (είδος των οχημάτων) και τον κυκλοφοριακό φόρτο ανά είδος οχημάτων που εκτιμάται ότι θα κυκλοφορούν στο έργο, που σύμφωνα με τα αναφερόμενα στη ΜΠΕ του έργου, συνοψίζεται στον Πίνακα 4.8. **Τα σχεδιαστικά μεγέθη αποτελούν φορτία αιχμής (πραγματοποιείται η υπόθεση ότι έχουν χρονική διάρκεια έξι (6) ωρών) ενώ για το υπόλοιπο χρονικό διάστημα, η κυκλοφορία οχημάτων αντιστοιχεί στο 30% του κυκλοφοριακού φόρτου αιχμής.**

Πίνακας 4.8: Σχεδιαστικά μεγέθη κυκλοφοριακού φόρτου

Κατηγορία οχήματος	Μέγεθος σχεδιασμού – αιχμής (οχήματα/ ώρα)	Είδος καυσίμου	
		Βενζίνη	Πετρέλαιο
Δίκυκλα	116	104	12
Επιβατικά οχήματα	785	703	82
Μικρά φορτηγά	233	208	25
Βαρέα οχήματα/ λεωφορεία	67	2	65

Περαιτέρω, για την εφαρμογή των σχέσεων (4.3) έως και (4.5) λαμβάνονται υπ' όψιν:

- τα δεδομένα της ενέργειας του χρησιμοποιούμενου από κάθε είδος οχήματος καυσίμου ανά μονάδα μήκους, σύμφωνα με τον προαναφερόμενο Οδηγό Απογραφής Εκπομπών Αέριων Ρύπων του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.9 και
- τα δεδομένα των συντελεστών εκπομπής των ΑτΘ των χρησιμοποιούμενων καυσίμων σύμφωνα με τα δεδομένα της προαναφερόμενης Ετήσιας Εθνικής

²⁰ Ο υπολογισμός των συνολικών εκπομπών πραγματοποιούνται σε kg CO₂eq/km λαμβάνοντας υπ' όψιν τις εξής τιμές του δυναμικού υπερθέρμανσης των ΑτΘ: (α) 1 ton CO₂eq/ ton CO₂, (β) 28 ton CO₂eq/ ton CH₄ και (γ) 265 ton CO₂eq/ ton N₂O, σύμφωνα με την 5η Αναφορά Αξιολόγησης της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp), διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_all_final.pdf (ημερομηνία προσπέλασης 27/09/2024).

Απογραφής Ατθ και των κατευθυντηρίων οδηγιών της IPCC, όπως συνοψίζεται στον Πίνακα 4.10.

Πίνακας 4.9: Ενέργεια καυσίμου ανά κατηγορία οχήματος και είδος χρησιμοποιούμενου καυσίμου

Κατηγορία οχήματος	Ενέργεια καυσίμου (MJ/km)	
	Βενζίνη	Πετρέλαιο
Δίκυκλα	1,58	-
Επιβατικά οχήματα	2,89	2,35
Μικρά φορτηγά	3,06	3,42
Βαρέα οχήματα/ λεωφορεία	-	8,97

Πίνακας 4.10: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά είδος χρησιμοποιούμενου καυσίμου

Αέριος ρύπος	Εκπομπές (kg/GJ για το CO ₂ και kg/TJ για τα λοιπά αέρια του θερμοκηπίου)	
	Βενζίνη	Πετρέλαιο
CO ₂	73,26 ²¹	73,78 ²¹
CH ₄	3,8 ²²	3,90 ²²
N ₂ O	5,7 ²²	3,9 ²²

Οι υπολογισμοί των εκπομπών του Πεδίου (Κατηγορίας 3) για το υπό μελέτη έργο συνοψίζονται παρακάτω:

- **Δίκυκλα²³:**
 - **εκπομπές CO₂** = 1,58 [MJ/km] x 73,26 [kg CO₂/GJ] x 10⁻³ [GJ/MJ] ≈ 0,116 kg CO₂/km
 - **Εκπομπές CH₄** = 1,58 [MJ/km] x 3,8 [kg CH₄/TJ] x 10⁻⁶ [TJ/MJ] ≈ 6,004 x 10⁻⁶ kg CH₄/km.
 - **Εκπομπές N₂O** = 1,58 [MJ/km] x 5,7 [kg N₂O/TJ] x 10⁻⁶ [TJ/MJ] ≈ 9,006 x 10⁻⁶ kg N₂O/km.
 - **Συνολικές εκπομπές** = 0,116 + 28 x 6,004 x 10⁻⁶ + 265 x 9,006 x 10⁻⁶ ≈ **0,119 kg CO₂eq/km.**
- **Επιβατικά οχήματα:**
 - **εκπομπές CO₂ (βενζίνη)** = 2,89 [MJ/km] x 73,26 [kg CO₂/GJ] x 10⁻³ [GJ/MJ] ≈ 0,212 kg CO₂/km.
 - **εκπομπές CO₂ (πετρέλαιο)** = 2,35 [MJ/km] x 73,78 [kg CO₂/GJ] x 10⁻³ [GJ/MJ] ≈ 0,173 kg CO₂/km.

21 Σύμφωνα με τα δεδομένα της Ετήσιας Εθνικής Απογραφής Αερίων του Θερμοκηπίου.

22 Σύμφωνα με τα δεδομένα των κατευθυντηρίων οδηγιών της IPCC.

23 Ο υπολογισμός πραγματοποιείται θεωρώντας ότι το σύνολο των δίκυκλων χρησιμοποιεί ως καύσιμο βενζίνη, σχετικά βλ. Πίνακες 4.8 και 4.9.

- **Εκπομπές CH₄ (βενζίνη)** = $2,89 \text{ [MJ/km]} \times 3,8 \text{ [kg CH}_4\text{/TJ]} \times 10^{-6} \text{ [TJ/MJ]}$
 $\approx 1,098 \times 10^{-5} \text{ kg CH}_4\text{/km.}$
- **Εκπομπές CH₄ (πετρέλαιο)** = $2,35 \text{ [MJ/km]} \times 3,9 \text{ [kg CH}_4\text{/TJ]} \times 10^{-6} \text{ [TJ/MJ]}$
 $\approx 9,165 \times 10^{-6} \text{ kg CH}_4\text{/km.}$
- **Εκπομπές N₂O (βενζίνη)** = $2,89 \text{ [MJ/km]} \times 5,7 \text{ [kg N}_2\text{O/TJ]} \times 10^{-6} \text{ [TJ/MJ]}$
 $\approx 1,647 \times 10^{-5} \text{ kg N}_2\text{O/km.}$
- **Εκπομπές N₂O (πετρέλαιο)** = $2,35 \text{ [MJ/km]} \times 3,9 \text{ [kg N}_2\text{O/TJ]} \times 10^{-6} \text{ [TJ/MJ]}$
 $\approx 9,165 \times 10^{-6} \text{ kg N}_2\text{O/km.}$
- **Συνολικές εκπομπές** = $(0,212 + 0,173) + 28 \times (1,098 \times 10^{-5} + 9,165 \times 10^{-6} \text{ kg}) + 265 \times (1,647 \times 10^{-5} + 9,165 \times 10^{-6}) \approx \mathbf{0,392 \text{ kg CO}_2\text{eq/km.}}$
- **Μικρά φορτηγά:**
 - **εκπομπές CO₂ (βενζίνη)** = $3,06 \text{ [MJ/km]} \times 73,26 \text{ [kg CO}_2\text{/GJ]} \times 10^{-3} \text{ [GJ/MJ]}$
 $\approx 0,224 \text{ kg CO}_2\text{/km.}$
 - **εκπομπές CO₂ (πετρέλαιο)** = $3,42 \text{ [MJ/km]} \times 73,78 \text{ [kg CO}_2\text{/GJ]} \times 10^{-3} \text{ [GJ/MJ]}$
 $\approx 0,252 \text{ kg CO}_2\text{/km.}$
 - **Εκπομπές CH₄ (βενζίνη)** = $3,06 \text{ [MJ/km]} \times 3,8 \text{ [kg CH}_4\text{/TJ]} \times 10^{-6} \text{ [TJ/MJ]}$
 $\approx 1,163 \times 10^{-5} \text{ kg CH}_4\text{/km.}$
 - **Εκπομπές CH₄ (πετρέλαιο)** = $3,42 \text{ [MJ/km]} \times 3,9 \text{ [kg CH}_4\text{/TJ]} \times 10^{-6} \text{ [TJ/MJ]}$
 $\approx 1,334 \times 10^{-5} \text{ kg CH}_4\text{/km.}$
 - **Εκπομπές N₂O (βενζίνη)** = $3,06 \text{ [MJ/km]} \times 5,7 \text{ [kg N}_2\text{O/TJ]} \times 10^{-6} \text{ [TJ/MJ]}$
 $\approx 1,744 \times 10^{-5} \text{ kg N}_2\text{O/km.}$
 - **Εκπομπές N₂O (πετρέλαιο)** = $3,42 \text{ [MJ/km]} \times 3,9 \text{ [kg N}_2\text{O/TJ]} \times 10^{-6} \text{ [TJ/MJ]}$
 $\approx 1,334 \times 10^{-5} \text{ kg N}_2\text{O/km.}$
 - **Συνολικές εκπομπές** = $(0,224 + 0,252) + 28 \times (1,163 \times 10^{-5} + 1,334 \times 10^{-5} \text{ kg}) + 265 \times (1,744 \times 10^{-5} + 1,334 \times 10^{-5}) \approx \mathbf{0,484 \text{ kg CO}_2\text{eq/km.}}$
- **Βαριά οχήματα/ Λεωφορεία²⁴:**
 - **εκπομπές CO₂** = $8,97 \text{ [MJ/km]} \times 73,78 \text{ [kg CO}_2\text{/GJ]} \times 10^{-3} \text{ [GJ/MJ]} \approx 0,662 \text{ kg CO}_2\text{/km}$
 - **Εκπομπές CH₄** = $8,97 \text{ [MJ/km]} \times 3,9 \text{ [kg CH}_4\text{/TJ]} \times 10^{-6} \text{ [TJ/MJ]} \approx 3,498 \times 10^{-5} \text{ kg CH}_4\text{/km.}$
 - **Εκπομπές N₂O** = $8,97 \text{ [MJ/km]} \times 3,9 \text{ [kg N}_2\text{O/TJ]} \times 10^{-6} \text{ [TJ/MJ]} \approx 3,498 \times 10^{-5} \text{ kg N}_2\text{O/km.}$
 - **Συνολικές εκπομπές** = $0,662 + 28 \times 3,498 \times 10^{-5} + 265 \times 3,498 \times 10^{-5} \approx \mathbf{0,672 \text{ kg CO}_2\text{eq/km.}}$

24 Ο υπολογισμός πραγματοποιείται θεωρώντας ότι το σύνολο των βαριών οχημάτων/ λεωφορείων χρησιμοποιεί ως καύσιμο πετρέλαιο, σχετικά βλ. Πίνακες 4.8 και 4.9.

Λαμβάνοντας υπ' όψιν τον κυκλοφοριακό φόρτο σχεδιασμό του υπό μελέτη οδικού έργου και σύμφωνα με τα προαναφερόμενα, οι συνολικές εκπομπές ανά ημέρα και ανά μονάδα μήκους, για κάθε κατηγορία οχημάτων, μπορεί να υπολογιστούν όπως συνοψίζεται παρακάτω:

- **Δίκυκλα:** $0,119 \text{ [kg CO}_2\text{eq/km]} \times (116 \text{ [οχήματα/ώρα]} \times 6 \text{ [ώρες/ημέρα]} + 0,3 \times 116 \text{ [οχήματα/ώρα]} \times (24 - 6) \text{ [ώρες/ημέρα]}) \approx 157,366 \text{ kg CO}_2\text{eq/km/ημέρα.}$
- **Επιβατικά οχήματα:** $(0,212 \text{ [kg CO}_2\text{eq/km]} \times (703 \text{ [οχήματα/ώρα]} \times 6 \text{ [ώρες/ημέρα]} + 0,3 \times 703 \text{ [οχήματα/ώρα]} \times (24 - 6) \text{ [ώρες/ημέρα]}) + (0,173 \text{ [kg CO}_2\text{eq/km]} \times (82 \text{ [οχήματα/ώρα]} \times 6 \text{ [ώρες/ημέρα]} + 0,3 \times 82 \text{ [οχήματα/ώρα]} \times (24 - 6) \text{ [ώρες/ημέρα]}) + 28 \times (1,098 \times 10^{-5} \text{ [kg CH}_4\text{/km]} \times (703 \text{ [οχήματα/ώρα]} \times 6 \text{ [ώρες/ημέρα]} + 0,3 \times 703 \text{ [οχήματα/ώρα]} \times (24 - 6) \text{ [ώρες/ημέρα]}) + 9,165 \times 10^{-6} \text{ [kg CH}_4\text{/km]} \times (82 \text{ [οχήματα/ώρα]} \times 6 \text{ [ώρες/ημέρα]} + 0,3 \times 82 \text{ [οχήματα/ώρα]} \times (24 - 6) \text{ [ώρες/ημέρα]}) + 265 \times (1,647 \times 10^{-5} \text{ [kg N}_2\text{O/km]} \times (703 \text{ [οχήματα/ώρα]} \times 6 \text{ [ώρες/ημέρα]} + 0,3 \times 703 \text{ [οχήματα/ώρα]} \times (24 - 6) \text{ [ώρες/ημέρα]}) + 9,165 \times 10^{-6} \text{ [kg N}_2\text{O/km]} \times (82 \text{ [οχήματα/ώρα]} \times 6 \text{ [ώρες/ημέρα]} + 0,3 \times 82 \text{ [οχήματα/ώρα]} \times (24 - 6) \text{ [ώρες/ημέρα]}) \approx 1.900,683 \text{ kg CO}_2\text{eq/km/ημέρα.}$
- **Μικρά φορτηγά:** $(0,224 \text{ [kg CO}_2\text{eq/km]} \times (208 \text{ [οχήματα/ώρα]} \times 6 \text{ [ώρες/ημέρα]} + 0,3 \times 208 \text{ [οχήματα/ώρα]} \times (24 - 6) \text{ [ώρες/ημέρα]}) + (0,252 \text{ [kg CO}_2\text{eq/km]} \times (25 \text{ [οχήματα/ώρα]} \times 6 \text{ [ώρες/ημέρα]} + 0,3 \times 25 \text{ [οχήματα/ώρα]} \times (24 - 6) \text{ [ώρες/ημέρα]}) + 28 \times (1,163 \times 10^{-5} \text{ [kg CH}_4\text{/km]} \times (208 \text{ [οχήματα/ώρα]} \times 6 \text{ [ώρες/ημέρα]} + 0,3 \times 208 \text{ [οχήματα/ώρα]} \times (24 - 6) \text{ [ώρες/ημέρα]}) + 1,334 \times 10^{-5} \text{ [kg CH}_4\text{/km]} \times (25 \text{ [οχήματα/ώρα]} \times 6 \text{ [ώρες/ημέρα]} + 0,3 \times 25 \text{ [οχήματα/ώρα]} \times (24 - 6) \text{ [ώρες/ημέρα]}) + 265 \times (1,744 \times 10^{-5} \text{ [kg N}_2\text{O/km]} \times (208 \text{ [οχήματα/ώρα]} \times 6 \text{ [ώρες/ημέρα]} + 0,3 \times 208 \text{ [οχήματα/ώρα]} \times (24 - 6) \text{ [ώρες/ημέρα]}) + 1,334 \times 10^{-5} \text{ [kg N}_2\text{O/km]} \times (25 \text{ [οχήματα/ώρα]} \times 6 \text{ [ώρες/ημέρα]} + 0,3 \times 25 \text{ [οχήματα/ώρα]} \times (24 - 6) \text{ [ώρες/ημέρα]}) \approx 615,814 \text{ kg CO}_2\text{eq/km/ημέρα.}$
- **Βαρέα οχήματα/ Λεωφορεία:** $0,672 \text{ [kg CO}_2\text{eq/km]} \times (67 \text{ [οχήματα/ώρα]} \times 6 \text{ [ώρες/ημέρα]} + 0,3 \times 67 \text{ [οχήματα/ώρα]} \times (24 - 6) \text{ [ώρες/ημέρα]}) \approx 513,274 \text{ kg CO}_2\text{eq/km/ημέρα.}$

Σύμφωνα με τους προαναφερόμενους υπολογισμούς, **οι συνολικές ετήσιες εκπομπές από την κυκλοφορία του συνόλου των οχημάτων στον υπό μελέτη οδικό άξονα υπολογίζονται ως** $(157,366 + 1.900,683 + 615,814 + 513,274) \text{ [kg CO}_2\text{eq/km/ημέρα]} \times 365 \text{ [ημέρες/έτος]} \times 1,675 \text{ [km]} \times 10^{-3} \text{ [ton/kg]} \approx 1.950 \text{ ton CO}_2\text{eq/έτος.}$

4.2.3.1.2.4. Συνολικές απόλυτες εκπομπές Αερίων του Θερμοκηπίου

Το σύνολο των απόλυτων εκπομπών ΑτΘ που παράγονται κατά τη λειτουργία του υπό μελέτη οδικού άξονα σε ένα τυπικό έτος υπολογίζεται ως το άθροισμα των

εκπομπών ΑτΘ των Πεδίων (Κατηγοριών) 1, 2 και 3, σύμφωνα με την αναλυτικότερα τεκμηρίωση που παρουσιάζεται στις §4.2.3.1.2.1, 4.2.3.1.2.2 και 4.2.3.1.2.3, αντίστοιχα, όπως συνοψίζεται στον Πίνακα 4.11.

Πίνακας 4.11: Συνολικές απόλυτες εκπομπές Αερίων του Θερμοκηπίου κατά τη λειτουργία του οδικού άξονα κατά ένα τυπικό έτος λειτουργίας

Πεδίο (Κατηγορία)	Απόλυτες εκπομπές (ton CO ₂ eq/έτος)
1	0
2	83,5
3	1.950
Σύνολο	2.033,5

4.2.3.1.2.5. Βασικές εκπομπές Αερίων του Θερμοκηπίου του έργου

Οι βασικές εκπομπές ΑτΘ είναι αυτές που θα προέκυπταν από το εκτιμώμενο βασικό σενάριο που θα συνέβαινε απουσία του έργου, που υπολογίζονται για ένα τυπικό έτος λειτουργίας. **Δεδομένου ότι ο υπό μελέτη οδικός άξονας πρόκειται για νέο έργο, οι βασικές εκπομπές θεωρούνται μηδενικές.**

4.2.3.1.2.6. Σχετικές εκπομπές Αερίων του Θερμοκηπίου του έργου

Οι σχετικές εκπομπές ΑτΘ προκύπτουν από τη διαφορά των βασικών εκπομπών από τις συνολικές απόλυτες εκπομπές ΑτΘ, όπως αυτές έχουν αναλυτικότερα υπολογιστεί όπως τεκμηριώνεται στις §4.2.3.1.2.5 και 4.2.3.1.2.4, αντίστοιχα. Ειδικότερα, οι βασικές εκπομπές ΑτΘ του υπό μελέτη οδικού άξονα θεωρούνται μηδενικές, συνεπώς οι σχετικές εκπομπές θα ταυτίζονται αριθμητικά με τις συνολικές απόλυτες εκπομπές ΑτΘ του υπό μελέτη οδικού άξονα για ένα τυπικό έτος λειτουργίας, συνεπώς ισχύει: **[Σχετικές Εκπομπές ΑτΘ] $\approx$ 2.033,5 ton/έτος.**

Σύμφωνα με τα προαναφερόμενα ισχύει ότι **[Σχετικές Εκπομπές ΑτΘ] < 20.000 ton/έτος**, συνεπώς **δεν απαιτείται να πραγματοποιηθεί οικονομική αποτίμηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου με τη μορφή ανάλυσης κόστους – οφέλους, προκειμένου να γίνει μία ορθή αποτίμηση του εξωτερικού κόστους του άνθρακα του προτεινόμενου οδικού άξονα**, σύμφωνα με το Προσωρινό Πλαίσιο Αξιολόγησης της Κλιματικής Ανθεκτικότητας Έργων Υποδομών.

4.2.3.2. Συμβατότητα με το στόχο της κλιματικής ουδετερότητας

Σύμφωνα με την αναλυτικότερα τεκμηρίωση της §4.2.3.1, το ανθρακικό αποτύπωμα του υπό μελέτη οδικού άξονα είναι αποτέλεσμα των έμμεσων εκπομπών από την προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας για τον οδοφωτισμό της οδού και κυρίως από την κυκλοφορία των οχημάτων στον οδικό άξονα, καθώς οι άμεσες εκπομπές είναι μηδενικές. Στα πλαίσια αυτά, θεωρείται ότι η συμβατότητα του υπό μελέτη οδικού άξονα με το στόχο της κλιματικής ουδετερότητας, αναφορικά με την επίτευξη των εθνικών στόχων σύμφωνα με τον Εθνικό Κλιματικό Νόμο και της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα έτη 2030, 2040 και 2050, των στόχων της συμφωνίας των Παρισίων, του

Ευρωπαϊκού Κανονισμού 2021/1119 (ΕΚ) για τη θέσπιση πλαισίου με στόχο την επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας καθώς και το Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ) θα πρέπει να εξεταστεί ως προς τις έμμεσες εκπομπές ΑτΘ.

Σύμφωνα με το ΕΣΕΚ προβλέπεται μείωση των εκπομπών από την ηλεκτροπαραγωγή έως το 2030, λόγω της συνεχώς αυξανόμενης διείσδυσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην ακαθάριστη ηλεκτροπαραγωγή. Ειδικότερα, οι συνολικές εκπομπές CO₂ από την ηλεκτροπαραγωγή αναμένεται να μειωθούν από 13 Mt το 2025 σε 7 Mt το 2030, υποδεικνύοντας μείωση της τάξης του 46% περίπου. Περαιτέρω, σύμφωνα με τον προαναφερόμενο Κανονισμό 2021/1119 (ΕΚ), τίθεται στόχος για την κλιματική ουδετερότητα έως το 2050, καθώς «Οι εκπομπές και οι απορροφήσεις των αερίων του θερμοκηπίου που ρυθμίζονται από το ενωσιακό δίκαιο, σε ολόκληρη την Ένωση, θα έχουν ισοσκελιστεί εντός της Ένωσης το αργότερο έως το 2050, έτσι ώστε οι καθαρές εκπομπές να είναι μηδενικές έως το έτος εκείνο, και η Ένωση θα επιδιώξει την επίτευξη αρνητικών εκπομπών στη συνέχεια.».

Περαιτέρω, για τον τομέα των οδικών μεταφορών και σύμφωνα με τον Εθνικό Κλιματικό Νόμο και ειδικότερα σύμφωνα με τα γενικά μέτρα πολιτικής για την επίτευξη του στόχου της κλιματικής ουδετερότητας, σύμφωνα με το Άρθρο 12, προβλέπονται τα εξής:

- Από την 01.01.2024 το 25% τουλάχιστον των νέων εταιρικών αυτοκινήτων ιδιωτικής χρήσης, που ταξινομούνται ανά εταιρεία σωρευτικά, θα πρέπει να είναι αμιγώς ηλεκτρικά οχήματα ή υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα εξωτερικής φόρτισης, με εκπομπές έως πενήντα 50 gr CO₂/km (για σύγκριση με την υφιστάμενη κατάσταση, βλ. τους σχετικούς υπολογισμούς της §4.2.3.1.2.3).
- Από την 01.01.2030 ή, εφόσον προβλέπεται διαφορετική ημερομηνία, από την ημερομηνία αναφοράς που προβλέπεται στο ενωσιακό δίκαιο, νέα επιβατικά και ελαφρά επαγγελματικά οχήματα που ταξινομούνται, θα είναι μόνο οχήματα μηδενικών εκπομπών (για σύγκριση με την υφιστάμενη κατάσταση, βλ. τους σχετικούς υπολογισμούς της §4.2.3.1.2.3).

Στο ΕΣΕΚ και ειδικότερα στα πλαίσια καθορισμού πολιτικών και μέτρων για την επίτευξη των στόχων του ΕΣΕΚ, προβλέπονται δράσεις για τη μείωση εκπομπών στον τομέα των οδικών μεταφορών, με την προώθηση της ηλεκτροκίνησης αλλά και της χρήσης άλλων καυσίμων (συμπιεσμένο αέριο (CNG) για την οδική κυκλοφορία επιβατικών και ελαφρών οχημάτων (ιδίως εντός του αστικού ιστού), βιοκαυσίμων κλπ.). Ειδικά για την ηλεκτροκίνηση στις οδικές μεταφορές, τα αποτελέσματα από τις ενεργειακές προσομοιώσεις υποδεικνύουν εκθετική αύξηση της συμμετοχής στο στόλο των επιβατικών οχημάτων μετά από το 2027, λόγω αύξηση του μεριδίου τους στις νέες ταξινομήσεις. Στα πλαίσια αυτά, μέχρι και το 2027, το μερίδιο συμμετοχής στο σύνολο του επιβατικού στόλου δεν προβλέπεται να υπερβεί το 4%, εντούτοις μέχρι το 2030 ως στόχος έχει τεθεί το μερίδιο των ηλεκτρικών επιβατικών οχημάτων στις νέες ταξινομήσεις να έχει ανέλθει στο 30%. Η επίτευξη του προαναφερόμενου στόχου θα έχει ως αποτέλεσμα το μερίδιο συμμετοχής των ηλεκτρικών οχημάτων στο σύνολο του

επιβατικού στόλου να αυξηθεί στο 9% περίπου, αποτυπώνοντας και την τελική τάση που θα διαμορφωθεί στις αρχές της μεθεπόμενης δεκαετίας για το σταδιακό εξηλεκτρισμό των οδικών επιβατικών μεταφορών. Τέλος, η σταδιακή ανανέωση του υφιστάμενου στόλου επιβατικών οχημάτων με νέα, υψηλότερης ενεργειακής απόδοσης ανά μονάδα μεταφορικού έργου, όπως τα ηλεκτρικά οχήματα, αναμένεται να οδηγήσει σε μείωση της κατανάλωσης ενέργειας των επιβατικών οχημάτων, της τάξης του 11% περίπου για την περίοδο 2020 – 2030.

Για την αξιολόγηση των προαναφερόμενων πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν ότι σε στρατηγικό επίπεδο, η εφαρμογή μιας στρατηγικής μετριασμού των εκπομπών ΑτΘ συνεπάγεται μια συνολική στρατηγική επιλογών τρόπων μετακίνησης σε εθνικό και περιφερειακό επίπεδο.

Τελικά, λαμβάνοντας υπ' όψιν τα προαναφερόμενα εκτιμάται ότι ο συνδυασμός μείωσης των εκπομπών της ηλεκτροπαραγωγής και εξηλεκτρισμού του στόλου των οχημάτων θα οδηγήσουν σε ιδιαίτερα σημαντική μείωση των έμμεσων εκπομπών που προκαλούνται από οδικά έργα.

4.3. Προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή

4.3.1. Προέλεγχος

4.3.1.1. Εισαγωγή

Προκειμένου να εξεταστεί εάν η προτεινόμενη υποδομή είναι ανθεκτική σε πιθανή αλλαγή του κλίματος ή εάν απαιτούνται μέτρα προσαρμογής, θα πρέπει να πραγματοποιηθεί αξιολόγηση της τρωτότητας της υποδομής που προκύπτει συνδυάζοντας:

- την **ευαισθησία** της υποδομής **στις πηγές κινδύνου (hazards)** και
- την **έκθεση της περιοχής, όπου θα κατασκευαστεί η υποδομή, σε αυτές τις πηγές κινδύνου (hazards)**, δηλαδή εάν αυτές οι πηγές κινδύνου αναμένεται να εμφανιστούν στην τοποθεσία της υποδομής στο άμεσο και μακρινό μέλλον με βάση τις κλιματικές προβλέψεις, σε συνδυασμό με άλλους τοπικούς παράγοντες/ χαρακτηριστικά της τοποθεσίας που μπορούν να επηρεάσουν την έκθεση της υποδομής σε αυτούς τους κινδύνους (παρουσία ανθρώπων, μέσων παραγωγής, περιβαλλοντικών υπηρεσιών και φυσικών πόρων, υποδομών ή οικονομικών, κοινωνικών και πολιτιστικών αγαθών σε τόπους που ενδέχεται να επηρεαστούν αρνητικά).

Ως **πηγή κινδύνου (hazard)** είναι η πιθανή εμφάνιση ενός φυσικού ή ανθρωπογενούς γεγονότος ή τάσης που μπορεί να προκαλέσει απώλεια ζωής, τραυματισμό ή άλλες επιπτώσεις στην υγεία, καθώς και φθορά ή απώλεια περιουσιακών στοιχείων, υποδομών, μέσων βιοπορισμού, παροχής υπηρεσιών, οικοσυστημάτων και περιβαλλοντικών πόρων. Η **ανάλυση ευαισθησίας (sensitivity)** και **έκθεσης (exposure)** **θα καθορίσει τις ακριβείς πηγές κινδύνου** που σχετίζονται με μία

συγκεκριμένη υποδομή, σε μια δεδομένη τοποθεσία στην Ελλάδα και οι οποίοι θα πρέπει να αξιολογηθούν στο πλαίσιο εκτίμησης της κλιματικής ανθεκτικότητας. Ο συνολικός κατάλογος των πηγών κινδύνου συνοψίζεται παρακάτω:

- καύσωνας.
- Κύμα ψύχους/ παγετός.
- Δασική πυρκαγιά.
- Κυκλώνας/ Τυφώνας.
- Θύελλα (περιλαμβάνονται χιονοθύελλες, θύελλες σκόνης και αμμοθύελλες).
- Ανεμοστρόβιλος.
- Ξηρασία.
- Ισχυρός υετός (βροχή, χαλάζι, χιόνι/ πάγος).
- Πλημμύρα (σε παράκτιες περιοχές, ποτάμια, λόγω βροχής, υπόγεια ύδατα).
- Χιονοστιβάδα.
- Κατολίσθηση.
- Καθίζηση.
- Μεταβολή της θερμοκρασίας του αέρα ή του νερού σε υδάτινα σώματα.
- Αστική θερμονησίδα.
- Θερμική καταπόνηση.
- Μεταβλητότητα της θερμοκρασίας.
- Μεταβολή της ηλιακής ακτινοβολίας.
- Μεταβολή των χαρακτηριστικών των ανέμων.
- Μεταβολή χαρακτηριστικών και τύπων υετού (βροχή, χαλάζι, χιόνι/ πάγος).
- Μεταβλητότητα υετού ή υδρολογική μεταβλητότητα.
- Οξίνιση των θαλάσσιων υδάτων.
- Μεταβολή της αλατότητας των θαλασσιών υδάτων.
- Διείσδυση αλμυρού νερού, υφαλμύριση επιφανειακών και υπόγειων υδάτων.
- Άνοδος της στάθμης της θάλασσας.
- Διαθεσιμότητα και καταπόνηση υδάτινων πόρων.
- Διάβρωση των ακτών.
- Υποβάθμιση του εδάφους, μεταβολή της αλατότητας, ερημοποίηση.

- Αλλαγές στη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων.
- Διάβρωση του εδάφους.
- Εδαφική ροή.

Η κλιματική αλλαγή αναφέρεται στη μεταβολή της κατάστασης του κλίματος που μπορεί να προσδιοριστεί (π.χ. με τη χρήση στατιστικών δοκιμών) βάσει μεταβολών στον μέσο όρο και/ή στη μεταβλητότητα των ιδιοτήτων του κλίματος, και η οποία εξακολουθεί να υφίσταται για παρατεταμένη χρονική περίοδο, συνήθως δεκαετίες ή και περισσότερο.

Το σύνολο των προαναφερόμενων πηγών κινδύνου (hazards), που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την υποδομή και να εμφανιστούν στη συγκεκριμένη τοποθεσία, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη για να καταστεί δυνατή η επαρκής αναγνώριση των κλιματικά τρωτών σημείων της.

Οι πηγές κινδύνου για τις οποίες πρέπει να θωρακιστεί μια υποδομή ορίζονται με βάση:

- πηγές κινδύνου στις οποίες είναι ευαίσθητη η υποδομή σύμφωνα με τον τύπο της ίδιας της υποδομής ανεξάρτητα από την χωροθέτηση της και
- πηγές κινδύνου στις οποίες εκτίθεται η υποδομή λόγω της χωροθέτησής της.

4.3.1.2. Ανάλυση ευαισθησίας υποδομής

Με τον όρο **ευαισθησία** περιγράφεται ο βαθμός στον οποίο ένα σύστημα **επηρεάζεται, αρνητικά ή θετικά, από τη μεταβλητότητα ή την αλλαγή του κλίματος**. Οι επιπτώσεις μπορεί να είναι **άμεσες** (π.χ. μεταβολή της απόδοσης των καλλιεργειών λόγω μεταβολής της μέσης τιμής, του εύρους ή της μεταβλητότητας της θερμοκρασίας) ή **έμμεσες** (π.χ. βλάβες που προκαλούνται από την αύξηση της συχνότητας των παράκτιων πλημμυρών λόγω της ανόδου της στάθμης της θάλασσας). Η ανάλυση ευαισθησίας βασίζεται στη γνώση όλων των στοιχείων, σύμφωνα με τα οποία θα κατασκευαστεί και θα λειτουργήσει η υποδομή. Όλες οι σχετικές συνιστώσες της υποδομής θα πρέπει να αναλύονται.

Για παράδειγμα, οι ακόλουθες επιμέρους συνιστώσες θα μπορούσαν να εντοπιστούν σε ένα έργο υποδομής:

- τεχνικό/κατασκευαστικό μέρος
- Στοιχεία απαραίτητα για τη λειτουργία της υποδομής.
- Προϊόντα/υπηρεσίες που παράγονται από την υποδομή.
- Συσχέτιση και σύνδεση της υποδομής με την ευρύτερη περιοχή

Λαμβάνοντας υπόψη το ευρύ φάσμα των τύπων υποδομών, καθώς επίσης και την πολυπλοκότητά τους, από τον κατάλογο πηγών κινδύνου της §4.3.1.1 θα πρέπει να καθορίζονται/επιλέγονται αυτές που σχετίζονται με τον συγκεκριμένο τύπο υποδομής.

Η ανάλυση της ευαισθησίας μπορεί να είναι σχετικά απλή (προσδιορίζοντας εάν η υποδομή είναι ευαίσθητη ή όχι σε μια πηγή κινδύνου) ή πιο λεπτομερής (για παράδειγμα με τον καθορισμό ορίων ευαισθησίας που προσδιορίζουν κινδύνους με υψηλή, μέτρια, ή χαμηλή ευαισθησία σε κάθε εξεταζόμενη πηγή κινδύνου). Για μεγαλύτερα έργα, συνιστάται η χρήση ορίων ευαισθησίας για τον εντοπισμό των σχετικών πηγών κινδύνου.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η ευαισθησία δεν λαμβάνει υπόψη τη χωροθέτηση της υποδομής. Βασίζεται αποκλειστικά στις παραμέτρους/χαρακτηριστικά του έργου, άσχετα με την τοποθεσία της υποδομής. Δηλαδή, η ευαισθησία αφορά το είδος του έργου και τον τρόπο λειτουργίας του. Σημαντικά στοιχεία για την ανάλυση ευαισθησίας μιας υποδομής είναι τα σχεδιαστικά της χαρακτηριστικά, όπως αναφέρονται στις σχετικές τεχνικές μελέτες της υποδομής και η μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων, όπου προβλέπεται να εκπονείται.

Για την ανάλυση ευαισθησίας, χρησιμοποιείται το υπολογιστικό εργαλείο που έχει αναπτυχθεί από τη Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων & ΕΣΠΑ του Υπουργείου Ανάπτυξης και Επενδύσεων²⁵, όπως τελικά παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.12.

Πίνακας 4.12: Ανάλυση ευαισθησίας του υπό μελέτη οδικού άξονα

Ομάδα	Πηγή Κινδύνου	Ευαισθησία				
		Κατασκευή	Λειτουργία	Προϊόντα Υπηρεσίες	Ένταξη στην περιοχή	Σύνολο Ευαισθησίας
Οξείς κίνδυνοι	Καύσωνας	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Χαμηλή	Μέτρια
	Κύμα ψύχους	Μέτρια	Μέτρια	Υψηλή	Μέτρια	Υψηλή
	Παγετός (Αριθμός Ημερών με $TN < 0$)	Μέτρια	Μέτρια	Υψηλή	Μέτρια	Υψηλή
	Δασική πυρκαγιά	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
	Κυκλώνας, Ισχυρές Καταιγίδες, τυφώνας	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια

25 Το υπολογιστικό εργαλείο βρίσκεται διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση <https://www.adaptivegreece.gr/DesktopModules/EasyDNNNews/DocumentDownload.ashx?portalid=0&moduleid=699&articleid=181&documentid=168> (ημερομηνία προσπέλασης 26/09/2024) και το εγχειρίδιο χρήσης του εργαλείου στην ηλεκτρονική διεύθυνση <https://adaptivegreecehub.gr/wp-content/uploads/2024/09/%CE%95%CE%B3%CF%87%CE%B5%CE%B9%CF%81%CE%AF%CE%B4%CE%B9%CE%BF-%CF%87%CF%81%CE%AE%CF%83%CE%B7%CF%82-%CE%B1%CF%81%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF%CF%85-excel-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CE%B1%CE%BE%CE%B9%CE%BF%CE%BB%CF%8C%CE%B3%CE%B7%CF%83%CE%B7-%CE%BA%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CF%82-%CE%B1%CE%BD%CE%B8%CE%B5%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1%CF%82.pdf> (ημερομηνία προσπέλασης 26/09/2024).

Έκθεση Τεκμηρίωσης Κλιματικής Ανθεκτικότητας του έργου κατασκευής του οδικού άξονα Περιγιαλίου εντός του σχεδίου πόλης της Καβάλας

Ομάδα	Πηγή Κινδύνου	Ευαισθησία				
		Κατασκευή	Λειτουργία	Προϊόντα Υπηρεσίες	Ένταξη στην περιοχή	Σύνολο Ευαισθησίας
	Θύελλα (περιλαμβάνονται χιονοθύελλες, θύελλες σκόνης)	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
	Ανεμοστρόβιλος /Θυελλώδεις Άνεμοι	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
	Ξηρασία	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Ισχυρός υετός (βροχή, χαλάζι, χιόνι/πάγος)	Μέτρια	Υψηλή	Υψηλή	Μέτρια	Υψηλή
	Πλημμύρα (σε παράκτιες περιοχές, ποτάμια, λόγω βροχής, υπόγεια ύδατα)	Μέτρια	Υψηλή	Υψηλή	Μέτρια	Υψηλή
	Κατολίσθηση /Διάβρωση του εδάφους	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή	Μέτρια	Υψηλή
	Καθίζηση	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή	Μέτρια	Υψηλή
Χρόνιοι κίνδυνοι	Μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας του αέρα	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Αστική θερμονησίδα	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Θερμική καταπόνηση	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Χαμηλή	Μέτρια
	Μεταβλητότητα της θερμοκρασίας	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Χαμηλή	Μέτρια
	Μεταβολή της ηλιακής ακτινοβολίας	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Μεταβολή χαρακτηριστικών των ανέμων	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Μεταβολή χαρακτηριστικών και τύπων υετού (βροχή, χαλάζι, χιόνι/πάγος)	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια	Χαμηλή	Μέτρια
	Μεταβλητότητα υετού ή υδρολογική μεταβλητότητα	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή

Ομάδα	Πηγή Κινδύνου	Ευαισθησία				
		Κατασκευή	Λειτουργία	Προϊόντα Υπηρεσίες	Ένταξη στην περιοχή	Σύνολο Ευαισθησίας
	Μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας του νερού σε υδάτινα σώματα	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Οξίνιση/ αλατότητα του θαλάσσιου ύδατος	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Διείσδυση αλμυρού νερού, υφαλμύριση επιφανειακών & υπόγειων υδάτων	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Άνοδος της στάθμης της θάλασσας	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
	Διαθεσιμότητα και καταπόνηση υδάτινων πόρων	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Διάβρωση των ακτών	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
	Υποβάθμιση του εδάφους, μεταβολή της περιεκτικότητας αλάτων, ερημοποίηση	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Αλλαγές στη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή

Ειδικότερα, αναφορικά με την ανάλυση ευαισθησίας του υπό μελέτη οδικού άξονα στον προαναφερόμενο πίνακα σημειώνονται τα εξής:

- η **κατασκευή** του υπό μελέτη οδικού άξονα, εκτιμάται ότι αυτός έχει εν γένει μέτρια ευαισθησία σε ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα όπως για παράδειγμα σε καύσωνες, κύματα ψύχους, παγετούς, κυκλώνες, θύελλες, ισχυρό υετό, κλπ. που μπορούν δυνητικά να δημιουργήσουν προβλήματα σε κατασκευαστικά στοιχεία του έργου, όπως η σήμανση, ο φωτισμός, οι ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις, κλπ, όπως επίσης και δομικές αστοχίες στο οδόστρωμα (π.χ. ρωγμές). Αντίστοιχα προβλήματα μπορούν να δημιουργήσουν κίνδυνοι όπως δασικές πυρκαγιές και πλημμύρες. Χρόνιοι κίνδυνοι όπως η αύξηση της στάθμης της θάλασσας, η διάβρωση των ακτών, η θερμική καταπόνηση και η

μεταβλητότητα της θερμοκρασίας μπορούν επίσης να δημιουργήσουν φθορές και κατασκευαστικά προβλήματα σε επιμέρους τμήματα του υπό μελέτη οδικού άξονα.

- Η **λειτουργία** και η **παροχή υπηρεσιών** (στην προκειμένη περίπτωση την παροχή υπηρεσιών μετακίνησης) του υπό μελέτη οδικού άξονα, αυτός εκτιμάται ότι έχει υψηλή ευαισθησία σε ακραία φαινόμενα όπως κύματα ψύχους, παγετός και ισχυρό υετό ή/και πλημμύρες, καθώς τα φαινόμενα αυτά μπορούν να οδηγήσουν σε αύξηση του κινδύνου χρήσης του δρόμου ή ακόμη και σε προσωρινή διακοπή της λειτουργίας του έργου και διακινδύνευση των χρηστών που βρίσκονται στο δρόμο κατά τη διάρκεια των φαινομένων. Υψηλή ευαισθησία εκτιμάται ότι υπάρχει και στην εμφάνιση φαινομένων όπως οι πλημμύρες, οι κατολισθήσεις και οι καθιζήσεις που επίσης διακόπτουν τη λειτουργία του οδικού άξονα και θέτουν σε κίνδυνο τους χρήστες του. Γενικότερα, όλα τα ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα επηρεάζουν τη λειτουργία και την παροχή υπηρεσιών του υπό μελέτη οδικού άξονα. Η μεταβολή των χαρακτηριστικών τύπων υετού (βροχή, χαλάζι, χιόνι/πάγος) προκαλούν μέτρια ευαισθησία καθώς επηρεάζουν τη λειτουργία, ιδιαίτερα αν δεν έχει προβλεφθεί η ένταση και η συχνότητά τους κατά τον σχεδιασμό και την κατασκευή του έργου (π.χ. κατά το σχεδιασμό των έργων αποστράγγισης του δρόμου).
- Τέλος, η **ένταξη στην περιοχή** του υπό μελέτη οδικού άξονα μπορεί να αφορά στην μεταβολή που προκαλεί ένας κίνδυνος στη ζήτηση της χρήσης του ή ακόμη στη δυνατότητα πρόσβασης στο δρόμο (π.χ. όταν δημιουργηθεί ανάγκη εκκένωσης μιας περιοχής λόγω ακραίων καιρικών φαινομένων). Επομένως, ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα και καταστάσεις όπως οι πλημμύρες, αλλά και χρόνιοι κίνδυνοι όπως η άνοδος της θάλασσας και η διάβρωση των ακτών δημιουργούν μέτρια ευαισθησία στην ένταξη του έργου.

4.3.1.3. Ανάλυση έκθεσης υποδομής

Με τον όρο έκθεση περιγράφεται η παρουσία ανθρώπων, μέσων παραγωγής, περιβαλλοντικών υπηρεσιών και φυσικών πόρων, υποδομών ή οικονομικών, κοινωνικών και πολιτιστικών αγαθών σε τόπους που ενδέχεται να επηρεαστούν αρνητικά. Σκοπός της ανάλυσης έκθεσης είναι ο εντοπισμός των πηγών κινδύνου (hazards) για την προβλεπόμενη γεωγραφική θέση της υποδομής (ή για τις εναλλακτικές θέσεις), τόσο για το άμεσο, όσο και για το απώτερο μέλλον, ανεξάρτητα από το είδος της και με βάση τα διαθέσιμα κλιματικά σενάρια.

Τα κλιματικά σενάρια παράγονται με τη χρήση μαθηματικών κλιματικών μοντέλων και αφορούν την πρόβλεψη της εξέλιξης μιας σειράς κλιματικών παραμέτρων βραχυπρόθεσμα, μεσοπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα. Τα μοντέλα αυτά υπολογίζουν μεταβολές σε βασικές κλιματικές παραμέτρους, όπως είναι η θερμοκρασία και η υγρασία του αέρα, η συνολική βροχόπτωση, μέσω των οποίων εκτιμώνται άλλες πιθανές μεταβολές, όπως είναι η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, η αύξηση της

συχνότητας και της έντασης των κυμάτων καύσωνα, ξηρασίας, πλημμυρών, δασικών πυρκαγιών, κλπ.

Διεθνώς χρησιμοποιούνται τέσσερα σενάρια σχετικά με την εξέλιξη των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (representative concentration pathway – RCP), ωστόσο από αυτά πλέον αντιπροσωπευτικά θεωρούνται τα εξής τρία (3):

1. RCP2.6: σύμφωνα με αυτό το αισιόδοξο σενάριο, η αύξηση της παγκόσμιας μέσης θερμοκρασίας επιφάνειας μέχρι το τέλος του 21ου αιώνα, είναι πιθανό να σταθεροποιηθεί κάτω από 2°C.
2. RCP4.5: πρόκειται για ενδιάμεσο σενάριο. Η αύξηση της παγκόσμιας μέσης θερμοκρασίας επιφάνειας μέχρι το τέλος του 21ου αιώνα σε σχέση με την περίοδο 1986-2005 είναι πιθανό να φτάσει 2,6°C.
3. RCP8.5: Σύμφωνα με αυτό το απαισιόδοξο σενάριο, η αύξηση της παγκόσμιας μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας μέχρι το τέλος του 21ου αιώνα σε σχέση με την περίοδο 1986-2005 είναι πιθανό να φτάσει τους 5,8°C.

Αν και οι προβλέψεις μπορεί να μην επαληθευθούν ανάλογα με την πορεία των διεθνών διαπραγματεύσεων για το κλίμα, που οδηγούν σε λήψη επιπλέον μέτρων ή καθυστερήσεις εφαρμογής μέτρων που είχαν αποφασιστεί στο παρελθόν, προς το παρόν είναι αποδεκτό ότι σύμφωνα με τα μέτρα που έχουν ανακοινωθεί μέχρι σήμερα, η κλιματική αλλαγή περιγράφεται καλύτερα από μια κατάσταση μάλλον χειρότερη από το RCP 4.5 αλλά καλύτερη από το RCP 8.5. **Στα πλαίσια αυτά και σύμφωνα με το μεθοδολογικό πλαίσιο του Προσωρινού Πλαισίου Αξιολόγησης της Κλιματικής Ανθεκτικότητας Έργων Υποδομών επιλέγεται η χρήση του σεναρίου RCP8.5, ως το πλέον δυσμενές σενάριο για έργα υποδομών με σχετικά μεγάλη διάρκεια ζωής, όπως το υπό μελέτη έργο οδικού άξονα, και δεν είναι τεχνικά εφικτή η σημαντική αύξηση του επιπέδου ανθεκτικότητας στις κλιματικές αλλαγές κατά τη διάρκεια της ωφέλιμης ζωής του έργου (όπως και όταν χρειάζεται, που συνήθως απαιτεί την τακτική παρακολούθηση των παραμέτρων της κλιματικής αλλαγής, των επιπτώσεων και του επιπέδου ανθεκτικότητας του έργου από τον δικαιούχο της υποδομής).**

Διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές μπορούν να εκτίθενται σε διαφορετικές πηγές κινδύνου. Πολλές πηγές κινδύνου ενδέχεται να συνδέονται μεταξύ τους με σχέση αιτίας – αιτιατού. Ειδικότερα και σε συσχέτιση με το υπό μελέτη έργο:

- οι **παράκτιες περιοχές** είναι ιδιαίτερα εκτεθειμένες σε αυξανόμενα ύψη κυμάτων θύελλας, πλημμύρες, διάβρωση ακτών , άνοδο της στάθμης της θάλασσας και στην οξίνιση/αλατότητα του θαλάσσιου ύδατος. Έργα που χωροθετούνται σε παραθαλάσσιες περιοχές είναι εκτεθειμένα σε αυτές τις πηγές κινδύνου. Στις υφιστάμενες κλιματικές συνθήκες η άνοδος της στάθμης της θάλασσας μπορεί να μην είναι σημαντική πηγή κινδύνου, ωστόσο, σύμφωνα με τα κλιματικά μοντέλα θα αποτελέσει σημαντική πηγή κινδύνου στις μελλοντικές

συνθήκες, ιδιαίτερα αν ληφθεί υπόψη ότι τα οδικά έργα είναι υποδομές με μεγάλο χρόνο ζωής και η κατασκευή τους επηρεάζει τις χρήσεις γης γύρω από αυτά. Η πηγή κινδύνου μπορεί τοπικά να είναι περισσότερο σημαντική. Σύμφωνα με το Περιφερειακό Σχέδιο Προσαρμογής στην Κλιματική Αλλαγή (ΠεΣΠΚΑ) της Περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας – Θράκης η χρονική εξέλιξη της ανόδου της μέσης παγκόσμιας στάθμης θάλασσας για τα δύο (2) σενάρια (RCP4.5 και RCP8.5) που εξετάζονται παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.13 για τα μεμονωμένα έτη 2020, 2050 και 2080 και τις περιόδους 2021 – 2050 και 2081 – 2100 συγκριτικά με το έτος 2000. Το υψόμετρο χάραξης του υπό μελέτη οδικού άξονα ανέρχεται, κατ' ελάχιστον, σε 2 m σύμφωνα με τα σχετικά τοπογραφικά δεδομένα, **συνεπώς ακόμα και για το δυσμενέστερο σενάριο (RCP8.5) για το έτος 2100, η μέγιστη άνοδος της μέσης στάθμης της θάλασσας που ανέρχεται σε 98 cm θεωρείται ότι δεν θα έχει επιπτώσεις ως προς τον υπό μελέτη οδικό άξονα**. Περαιτέρω, αναφέρεται ότι **σύμφωνα με το Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας (ΣΔΚΠ) των Λεκανών Απορροής Ποταμών (ΛΑΠ) του Υδατικού Διαμερίσματος (ΥΔ) Ανατολικής Μακεδονίας**, που εγκρίθηκε με την υπ' αριθμόν ΥΠΕΝ/ΓρΕΓΥ/41392/333/2018 (ΦΕΚ 2690 Β') απόφαση της Εθνικής Επιτροπής Υδάτων, **οι παράκτιες περιοχές του οικείου ΥΔ δεν εμφανίζουν επικινδυνότητα αναφορικά με την πιθανή ανύψωση της στάθμης της θάλασσας**, ενώ σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία έως και την ημερομηνία σύνταξης της ανά χειράς έκθεσης τεκμηρίωσης²⁶, παρόμοια συμπεράσματα διατυπώνεται και στα πλαίσια της 1ης αναθεώρησης του ΣΔΚΠ των ΛΑΠ του οικείου ΥΔ.

Πίνακας 4.13: Εκτίμηση ανόδου της μέσης παγκόσμιας στάθμης θάλασσας

Σενάριο	Άνοδος της μέσης παγκόσμιας στάθμης της θάλασσας, σε cm (μέσος όρος και εύρος)					
	2020	2021 – 2050	2050	2080	2081 – 2100	2100
RCP4.5	7±2	15±3	23±4	40±8	48±14	54±17
RCP8.5	7±2	15±4	25±6	50±13	63±18	74±24

- **Οι περιοχές σε Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας (ΖΔΥΚΠ)** είναι εν γένει ιδιαίτερα εκτεθειμένες σε πλημμύρες, τόσο για τις υφιστάμενες κλιματικές συνθήκες όσο και για τις μελλοντικές. Συνεργιστικό ρόλο έχει και η διαχείριση κάθε συγκεκριμένης περιοχής κατάκλυσης πλημμύρας καθώς μη ορθολογικές μέθοδοι διαχείρισης ρεμάτων και χειμάρρων εντείνουν τον κίνδυνο πλημμύρας. Η θέση κατασκευής και λειτουργίας του υπό μελέτη οδικού άξονα βρίσκεται εκτός των ορίων των Ζωνών Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας (ΖΔΥΚΠ) του εγκεκριμένου ΣΔΚΠ των ΛΑΠ του οικείου ΥΔ, εντούτοις σύμφωνα

²⁶ Τα στοιχεία της προκαταρκτικής αξιολόγησης κινδύνων πλημμύρας στα πλαίσια της 1ης αναθεώρησης του ΣΔΚΠ των ΛΑΠ του οικείου ΥΔ βρίσκονται διαθέσιμα στην ηλεκτρονική διεύθυνση <https://floods.ypeka.gr/wp-content/uploads/2023/12/9efdfa4a-ae8-4965-b9b6-6d40ad458a3e.pdf> (ημερομηνία προσπέλασης 23/09/2024) και των χαρτών επικινδυνότητας πλημμύρας στην ηλεκτρονική διεύθυνση <https://floods.ypeka.gr/sdkp-lap/maps-2round/sdkp-el11-2round/2round-chart-esot-ydata-el11/> (ημερομηνία προσπέλασης 23/09/2024).

με τα στοιχεία της προκαταρκτικής αξιολόγησης κινδύνων πλημμύρας στα πλαίσια της 1ης αναθεώρησης του ΣΔΚΠ των ΛΑΠ του οικείου ΥΔ²⁶ και τα αντίστοιχα διαθέσιμα γεωχωρικά δεδομένων των ορίων των ΖΔΥΚΠ²⁷, η θέση κατασκευής και λειτουργίας του υπό μελέτη οδικού άξονα βρίσκεται εντός των ορίων της ΖΔΥΚΠ «Χαμηλές ζώνες ρεμάτων παραλίας Νομού Καβάλας από Νέα Πέραμο έως Καβάλα» με κωδικό EL11APSEFR002, που αποτελεί διεύθυνση της αρχικής ΖΔΥΚΠ «Χαμηλή ζώνη λεκάνης ρεμάτων Νέας Περάμου», με την ένταξη ζωνών όπου έχουν καταγραφεί ιστορικά συμβάντα.

- Οι **μεταβολές των μετεωρολογικών παραμέτρων** στην ευρύτερη θέση εγκατάστασης του υπό μελέτη οδικού άξονα, που περιγράφονται ως εξής²⁸:
 - η **μέση ετήσια θερμοκρασία** αναμένεται να **αυξηθεί** στη θέση κατασκευής και λειτουργίας του υπό μελέτη οδικού άξονα κατά 2,1°C περίπου για την περίοδο 2031 – 2060 και κατά 4,2°C περίπου για την περίοδο 2071 – 2100 για το σενάριο RCP8.5 (σε σχέση με την περίοδο αναφοράς 1971 – 2000). Αντίστοιχα, η μέση ελάχιστη θερμοκρασία αναμένεται να αυξηθεί κατά 2,1°C περίπου για την περίοδο 2031 – 2060 και κατά 4,2°C περίπου για την περίοδο 2071 – 2100 για το σενάριο RCP8.5 (σε σχέση με την περίοδο αναφοράς 1971 – 2000), ενώ αντίστοιχα η μέση μέγιστη θερμοκρασία κατά 2,1°C περίπου και κατά 4,2°C περίπου, αντίστοιχα. Περαιτέρω, σύμφωνα με το ΠεΣΠΚΑ της Περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας – Θράκης, στο επίπεδο της Περιφερειακής Ενότητας Καβάλας, **δεν καταγράφονται σημαντικές εποχικές διακυμάνσεις της θερμοκρασίας**.
 - Ο **αριθμός των πολύ θερμών ημερών ανά έτος (με μέγιστη θερμοκρασία άνω των 35°C)** αναμένεται να **αυξηθεί** στη θέση κατασκευής και λειτουργίας του υπό μελέτη οδικού άξονα κατά εννέα (9) ημέρες περίπου για την περίοδο 2031 – 2060 και κατά εικοσιπέντε (25) ημέρες περίπου για την περίοδο 2071 – 2100 για το σενάριο RCP8.5 (σε σχέση με την περίοδο αναφοράς 1971 – 2000).
 - Αντίστοιχα, ο **αριθμός των ημερών με ελάχιστη θερμοκρασίας νύκτας μικρότερη από 0°C (ημέρες νυκτερινού παγετού)** αναμένεται να **μειωθεί** στη θέση κατασκευής και λειτουργίας του υπό μελέτη οδικού άξονα κατά δεκαεννιά (19) ημέρες περίπου για την περίοδο 2031 – 2060 και κατά τριάντα δύο (32) ημέρες περίπου για την περίοδο 2071 – 2100 για το σενάριο RCP8.5 (σε σχέση με την περίοδο αναφοράς 1971 – 2000). Περαιτέρω, ο **αριθμός των ημερών με μέση θερμοκρασία μικρότερη από 10°C** αναμένεται να **μειωθεί** κατά τριάντα (30) ημέρες περίπου για την περίοδο 2031 – 2060 και κατά εξήντα (60) ημέρες περίπου για την περίοδο

27 Διαθέσιμα στην ηλεκτρονική διεύθυνση https://floods.ypeka.gr/wp-content/uploads/2023/12/%CE%A5%CE%94_EL11_%CE%91%CE%BD%CE%B1%CF%84%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CE%9C%CE%B1%CE%BA%CE%B5%CE%B4%CE%BF%CE%BD%CE%AF%CE%B1.zip (ημερομηνία προσπέλασης 23/09/2024).

28 Σύμφωνα με τα διαθέσιμα γεωχωρικά δεδομένα στη Διαδικτυακή Πύλη Γεωχωρικών Πληροφοριών του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας, στην ηλεκτρονική διεύθυνση <http://mapsportal.ypen.gr/> (ημερομηνία προσπέλασης 27/09/2024).

2071 – 2100 για το σενάριο RCP8.5 (σε σχέση με την περίοδο αναφοράς 1971 – 2000).

- Η **ολική ετήσια βροχόπτωση** αναμένεται να **μειωθεί** στη θέση κατασκευής και λειτουργίας του υπό μελέτη οδικού άξονα κατά 3,3% περίπου για την περίοδο 2031 – 2060 και κατά 11,9% περίπου για την περίοδο 2071 – 2100 για το σενάριο RCP8.5 (σε σχέση με την περίοδο αναφοράς 1971 – 2000). Περαιτέρω, σύμφωνα με το ΠεΣΠΚΑ της Περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας - Θράκης και στο γεωγραφικό επίπεδο της Περιφερειακής Ενότητας Καβάλας, αναμένεται σημαντική μείωση της ολικής ετήσιας βροχόπτωσης κατά τους φθινοπωρινούς μήνες και αύξηση κατά τους χειμερινούς μήνες. Αντίστοιχα, ο **αριθμός των ξηρών ημερών ανά έτος, με ολική βροχόπτωση μικρότερη από 1 mm**, αναμένεται να **αυξηθεί** κατά τέσσερις (4) ημέρες περίπου για την περίοδο 2031 – 2060 και κατά δώδεκα (12) ημέρες περίπου για την περίοδο 2071 – 2100 για το σενάριο RCP8.5 (σε σχέση με την περίοδο αναφοράς 1971 – 2000), ενώ **αντίστοιχη θα είναι και η μείωση του αριθμού των υγρών ημερών ανά έτος, με ολική βροχόπτωση μεγαλύτερη από 1 mm**.
- Η **μέγιστη διάρκεια ξηρασίας ανά έτος, ήτοι ο αριθμός των διαδοχικών ημερών με ολική βροχόπτωση μικρότερη από 1 mm**, αναμένεται να **αυξηθεί** στη θέση κατασκευής και λειτουργίας του υπό μελέτη οδικού άξονα κατά έξι (6) ημέρες περίπου για την περίοδο 2031 – 2060 και κατά δεκαπέντε (15) ημέρες περίπου για την περίοδο 2071 – 2100 για το σενάριο RCP8.5 (σε σχέση με την περίοδο αναφοράς 1971 – 2000).
- Ο **αριθμός ημερών με ισχυρή βροχόπτωση ανά έτος, ήτοι ο αριθμός των ημερών με ολική βροχόπτωση μεγαλύτερη από 10 mm**, αναμένεται να **μειωθεί** στη θέση κατασκευής και λειτουργίας του υπό μελέτη οδικού άξονα κατά μια (1) ημέρα περίπου για την περίοδο 2031 – 2060 και κατά τρεις (3) ημέρες περίπου για την περίοδο 2071 – 2100 για το σενάριο RCP8.5 (σε σχέση με την περίοδο αναφοράς 1971 – 2000). Αντίστοιχα, ο **αριθμός των ημερών με πολύ ισχυρή βροχόπτωση ανά έτος, ήτοι ο αριθμός των ημερών με ολική βροχόπτωση μεγαλύτερη από 20 mm**, αναμένεται να **μην παρουσιάσει πρακτική μείωση για την περίοδο 2031 – 2060** και αναμένεται να **μειωθεί** κατά μια (1) ημέρα περίπου για την περίοδο 2071 – 2100 για το σενάριο RCP8.5 (σε σχέση με την περίοδο αναφοράς 1971 – 2000). Περαιτέρω και σύμφωνα με τα στοιχεία του ΠεΣΠΚΑ της Περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας - Θράκης για την Περιφερειακή Ενότητα Καβάλας, **δεν αναμένεται πρακτική μεταβολή στη μέγιστη κατακρημνιζόμενη ποσότητα νερού εντός δύο (2) συνεχόμενων ημερών (48 ωρών)**.
- Η **μέση ετήσια ταχύτητα του ανέμου** στη θέση κατασκευής και λειτουργίας του υπό μελέτη οδικού άξονα **δεν αναμένεται να παρουσιάσει πρακτική μεταβολή** τόσο για την περίοδο 2031 – 2060 όσο και για την περίοδο 2071

– 2100 για το σενάριο RCP8.5 (σε σχέση με την περίοδο αναφοράς 1971 – 2000).

- Η **μέση τιμή του δείκτη κινδύνου δασικής πυρκαγιάς (FWI)** στη θέση κατασκευής και λειτουργίας του υπό μελέτη οδικού άξονα αναμένεται να **αυξηθεί** κατά 5,4 μονάδες περίπου για την περίοδο 2031 – 2060 και κατά 8,6 μονάδες περίπου για την περίοδο 2071 – 2100 για το σενάριο RCP8.5 (σε σχέση με την περίοδο αναφοράς 1971 – 2000). Περαιτέρω, ο **αριθμός των ημερών με ακραίο κίνδυνο εκδήλωσης δασικής πυρκαγιάς (τιμές του δείκτη FWI μεγαλύτερες από 50)**, αναμένεται να **αυξηθεί** κατά δεκαεπτά (17) ημέρες περίπου για την περίοδο 2031 – 2060 και κατά εικοσιεννιά (29) ημέρες περίπου για την περίοδο 2071 – 2100 για το σενάριο RCP8.5 (σε σχέση με την περίοδο αναφοράς 1971 – 2000). Σημειώνεται ότι **η κατασκευή και η λειτουργία του υπό μελέτη έργου θα λάβει χώρα εξ’ ολοκλήρου εντός των ορίων εκτάσεων που δεν διέπονται από τις διατάξεις της δασικής νομοθεσίας**. Τέλος, η μέση ετήσια σχετική υγρασία αναμένεται να μειωθεί στην ευρύτερη περιοχή κατασκευής και λειτουργίας του έργου κατά 2,3% περίπου για την περίοδο 2031 – 2060 και κατά 3,9% περίπου για την περίοδο 2071 – 2100 για το σενάριο RCP8.5 (σε σχέση με την περίοδο αναφοράς 1971 – 2000).
- Η θέση κατασκευής και λειτουργίας του υπό μελέτη οδικού άξονα χαρακτηρίζεται από **ιδιαιτέρα ήπιες κλίσεις** ενώ σύμφωνα και με την αξιολόγηση τρωτότητας σε εδαφική διάβρωση του ΥΔ Ανατολικής Μακεδονίας που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του ΣΔΚΠ των ΛΑΠ του οικείου ΥΔ, **η ετήσια διάβρωση των εδαφών στην ευρύτερη θέση κατασκευής και λειτουργίας του έργου αξιολογείται ως πολύ χαμηλή**. Συνεπώς, η έκθεση του έργου σε κινδύνους κατολισθήσεων, διάβρωσης του εδάφους και καθιζήσεων αξιολογείται ως χαμηλή.

Λαμβάνοντας υπ’ όψιν τα προαναφερόμενα, η ανάλυση έκθεσης του υπό μελέτη οδικού άξονα πραγματοποιείται με χρήση του υπολογιστικού εργαλείου που έχει αναπτυχθεί από τη Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων & ΕΣΠΑ του Υπουργείου Ανάπτυξης και Επενδύσεων²⁶, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.14.

Πίνακας 4.14: Ανάλυση έκθεσης του υπό μελέτη οδικού άξονα

Ομάδα	Πηγή Κινδύνου	Έκθεση		
		Υφιστάμενες συνθήκες	Μελλοντικές συνθήκες	Σύνολο Έκθεσης
Οξείς κίνδυνοι	Καύσωνας	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια
	Κύμα ψύχους	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Παγετός (Αριθμός Ημερών με $TN < 0$)	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Δασική πυρκαγιά	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια
	Κυκλώνας, Ισχυρές Καταιγίδες, τυφώνας	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή

Ομάδα	Πηγή Κινδύνου	Έκθεση		
		Υφιστάμενες συνθήκες	Μελλοντικές συνθήκες	Σύνολο Έκθεσης
	Θύελλα (περιλαμβάνονται χιονοθύελλες, θύελλες σκόνης)	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Ανεμοστρόβιλος/Θυελλώδεις Άνεμοι	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Ξηρασία	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια
	Ισχυρός υετός (βροχή, χαλάζι, χιόνι/πάγος)	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
	Πλημμύρα (σε παράκτιες περιοχές, ποτάμια, λόγω βροχής, υπόγεια ύδατα)	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
	Κατολίσθηση/Διάβρωση του εδάφους	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Καθίζηση	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Χρόνιοι κίνδυνοι	Μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας του αέρα	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Αστική θερμονησίδα	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Θερμική καταπόνηση	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια
	Μεταβλητότητα της θερμοκρασίας	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Μεταβολή της ηλιακής ακτινοβολίας	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Μεταβολή χαρακτηριστικών των ανέμων	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Μεταβολή χαρακτηριστικών και τύπων υετού (βροχή, χαλάζι, χιόνι/πάγος)	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Μεταβλητότητα υετού ή υδρολογική μεταβλητότητα	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας του νερού σε υδάτινα σώματα	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Οξίνιση/αλατότητα του θαλάσσιου ύδατος	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Διείδυση αλμυρού νερού, υφαλμύριση επιφανειακών & υπόγειων υδάτων	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Άνοδος της στάθμης της θάλασσας	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Διαθεσιμότητα και καταπόνηση υδάτινων πόρων	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Διάβρωση των ακτών	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Υποβάθμιση του εδάφους, μεταβολή της περιεκτικότητας αλάτων, ερημοποίηση	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Αλλαγές στη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή

4.3.1.4. Ανάλυση τρωτότητας

Η ανάλυση τρωτότητας **συνδυάζει τις αναλύσεις έκθεσης και ευαισθησίας για να προσδιορίσει ποιες πηγές κινδύνου (hazards) σχετίζονται με την εν λόγω υποδομή, όσον αφορά τον τύπο και τη γεωγραφική θέση της και αποτελεί τη βάση για να καθοριστεί εάν η ανάλυση θα συνεχιστεί στο δεύτερο στάδιο της λεπτομερούς ανάλυσης.**

Εάν η ανάλυση τρωτότητας καταλήξει αιτιολογημένα στο συμπέρασμα ότι η υποδομή δεν εμφανίζει τρωτότητα σε καμία πηγή κινδύνου, δεν χρειάζεται να πραγματοποιηθεί περαιτέρω ανάλυση της διακινδύνευσης (risk analysis) και ολοκληρώνεται έτσι η εξέταση προσαρμογής της υποδομής στην κλιματική αλλαγή. **Ωστόσο, εάν προκύψουν μέτρια ή υψηλά επίπεδα τρωτότητας για ορισμένες πηγές κινδύνου, θα πρέπει να διενεργηθεί λεπτομερής ανάλυση διακινδύνευσης (risk assessment) για καθεμία από αυτές.**

Λαμβάνοντας υπ' όψιν τα προαναφερόμενα, η ανάλυση έκθεσης του υπό μελέτη οδικού άξονα πραγματοποιείται με χρήση του υπολογιστικού εργαλείου που έχει αναπτυχθεί από τη Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων & ΕΣΠΑ του Υπουργείου Ανάπτυξης και Επενδύσεων²⁶, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.15.

Πίνακας 4.15: Ανάλυση τρωτότητας του υπό μελέτη οδικού άξονα

Ομάδα	Πηγή Κινδύνου	Τρωτότητα
Οξείς κίνδυνοι	Καύσωνας	Μέτρια
	Κύμα ψύχους	Μέτρια
	Παγετός (Αριθμός Ημερών με $TN < 0$)	Μέτρια
	Δασική πυρκαγιά	Μέτρια
	Κυκλώνας, Ισχυρές Καταιγίδες, τυφώνας	Χαμηλή
	Θύελλα (περιλαμβάνονται χιονοθύελλες, θύελλες σκόνης)	Χαμηλή
	Ανεμοστρόβιλος/Θυελλώδεις Άνεμοι	Χαμηλή
	Ξηρασία	Χαμηλή
	Ισχυρός υετός (βροχή, χαλάζι, χιόνι/πάγος)	Υψηλή
	Πλημμύρα (σε παράκτιες περιοχές, ποτάμια, λόγω βροχής, υπόγεια ύδατα)	Υψηλή
	Κατολίσθηση/Διάβρωση του εδάφους	Μέτρια
	Καθίζηση	Μέτρια
Χρόνιοι κίνδυνοι	Μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας του αέρα	Χαμηλή
	Αστική θερμονησίδα	Χαμηλή
	Θερμική καταπόνηση	Μέτρια
	Μεταβλητότητα της θερμοκρασίας	Χαμηλή
	Μεταβολή της ηλιακής ακτινοβολίας	Χαμηλή

Ομάδα	Πηγή Κινδύνου	Τρωτότητα
	Μεταβολή χαρακτηριστικών των ανέμων	Χαμηλή
	Μεταβολή χαρακτηριστικών και τύπων υετού (βροχή, χαλάζι, χιόνι/πάγος)	Χαμηλή
	Μεταβλητότητα υετού ή υδρολογική μεταβλητότητα	Χαμηλή
	Μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας του νερού σε υδάτινα σώματα	Χαμηλή
	Οξίνιση/αλατότητα του θαλάσσιου ύδατος	Χαμηλή
	Διείσδυση αλμυρού νερού, υφαλμύριση επιφανειακών & υπόγειων υδάτων	Χαμηλή
	Άνοδος της στάθμης της θάλασσας	Χαμηλή
	Διαθεσιμότητα και καταπόνηση υδάτινων πόρων	Χαμηλή
	Διάβρωση των ακτών	Χαμηλή
	Υποβάθμιση του εδάφους, μεταβολή της περιεκτικότητας αλάτων, ερημοποίηση	Χαμηλή
	Αλλαγές στη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων	Χαμηλή

Από την ανάλυση του πίνακα προκύπτει ότι **ο υπό μελέτη οδικός άξονας παρουσιάζει τουλάχιστον μέτριας αξιολόγησης τρωτότητα στις ακόλουθες πηγές κινδύνου:**

- καύσωνας (μέτρια τρωτότητα).
- Κύματα ψύχους (μέτρια τρωτότητα).
- Παγετός (μέτρια τρωτότητα).
- Δασική πυρκαγιά (μέτρια τρωτότητα).
- Ισχυρός υετός (υψηλή τρωτότητα).
- Πλημμύρες (υψηλή τρωτότητα).
- Κατολίσθηση/ Διάβρωση του εδάφους (μέτρια τρωτότητα).
- Καθίζηση (μέτρια τρωτότητα).
- Θερμική καταπόνηση (μέτρια τρωτότητα).

Σύμφωνα με τα προαναφερόμενα και δεδομένου ότι ο υπό μελέτη οδικός άξονας παρουσιάζει πηγές κινδύνου για τις οποίες αξιολογείται ως μέτριας ή υψηλής τρωτότητας, θα πρέπει να διενεργηθεί λεπτομερής ανάλυση διακινδύνευσης για καθεμία από αυτές, όπως αναλυτικότερα τεκμηριώνεται στην §4.3.2.

4.3.2. Λεπτομερής ανάλυση

4.3.2.1. Ανάλυση διακινδύνευσης

Η ανάλυση διακινδύνευσης (risk assessment) είναι ο συνδυασμός της πιθανότητας εμφάνισης κάθε πηγής κινδύνου που προσδιορίζεται στο στάδιο προελέγχου της τρωτότητας και της αναμενόμενης έντασης των επιπτώσεων αυτής της πηγής κινδύνου και συσχετίζει τους κλιματικούς κινδύνους με τον τρόπο λειτουργίας του έργου σε διάφορες διαστάσεις (τεχνική, περιβαλλοντική, κοινωνική, οικονομική κ.λπ.) και εξετάζει τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ παραγόντων. Ως εκ τούτου, κατά την ανάλυση διακινδύνευσης ενδέχεται να εντοπιστούν ζητήματα που δεν είχαν εντοπιστεί κατά την ανάλυση τρωτότητας.

Η ανάλυση διακινδύνευσης προκύπτει ως ο συνδυασμός της πιθανότητας εμφάνισης κάθε πηγής κινδύνου που προσδιορίζεται κατά την ανάλυση τρωτότητας του Έργου και της αναμενόμενης δριμύτητας/μεγέθους των επιπτώσεων αυτής της πηγής στο Έργο. Σύμφωνα με το μεθοδολογικό πλαίσιο του Προσωρινού Πλαισίου Αξιολόγησης της Κλιματικής Ανθεκτικότητας Έργων Υποδομών ορίζεται αρχικά η κλίμακα που θα χρησιμοποιηθεί που θα πρέπει να είναι σχετική με τις ιδιαιτερότητες του έργου ενώ η ίδια κλίμακα θα πρέπει να χρησιμοποιείται σε όλη την ανάλυση. Η πιθανότητα εμφάνισης οποιουδήποτε συγκεκριμένου γεγονότος κινδύνου μπορεί να περιγραφεί με ποιοτικούς ή ποσοτικούς όρους και κάθε κατηγορία πιθανότητας θα πρέπει να περιλαμβάνει μια περιγραφή.

Όσον αφορά την ανάλυση των επιπτώσεων των πιθανών πηγών κινδύνου τονίζεται η ανάγκη να ληφθούν υπόψη όχι μόνο οι άμεσες επιπτώσεις, αλλά και τυχόν ενδεχόμενες δευτερεύουσες, έμμεσες ή συνεργιστικές επιπτώσεις. Η ανάλυση μπορεί να χρειαστεί να καλύψει την προσαρμοστική ικανότητα ενός ευρύτερου συστήματος εντός του οποίου λειτουργεί η υποδομή.

Η δριμύτητα (severity) ή μέγεθος (magnitude) των επιπτώσεων θα πρέπει να αξιολογούνται βάσει κλίμακας και ανά πηγή κινδύνου. Όπως προαναφέρεται είναι σημαντικό η μεθοδολογία που θα αποφασιστεί να περιλαμβάνει την κλίμακα που θα χρησιμοποιηθεί για να προσδιοριστεί η δριμύτητα ή το μέγεθος και να εξηγηθεί με σαφήνεια σε τι αντιστοιχεί κάθε βαθμολογία. Η κλίμακα που θα επιλεγεί θα πρέπει να είναι σχετική με τις ιδιαιτερότητες του έργου. Κάθε κατηγορία βαθμολογίας θα πρέπει να περιλαμβάνει μια περιγραφή.

Οι επιπτώσεις μπορεί γενικά να σχετίζονται με υλικά περιουσιακά στοιχεία και δραστηριότητες, υγιεινή και ασφάλεια, περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις (συμπεριλαμβανομένων των επιπτώσεων σε ευάλωτους πληθυσμούς), οικονομικές επιπτώσεις, κλπ.

Σύμφωνα με το προαναφερόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο, για την ανάλυση διακινδύνευσης μπορεί να γίνει εφαρμογή της κλίμακας και της αντίστοιχης βαθμολογίας που παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.16.

Πίνακας 4.16: Κλίμακα και βαθμολογία για την ανάλυση διακινδύνευσης

Βαθμολογία	Πιθανότητα εμφάνισης		Επιπτώσεις	
	Κλίμακα	Περιγραφή	Κλίμακα	Περιγραφή
1	Σπάνιο	Πιθανότητα εμφάνισης = 5%	Αμελητέες	Ελάχιστη επίπτωση η οποία μπορεί να απορροφηθεί από την συνηθισμένη δραστηριότητα
2	Απίθανο	Πιθανότητα εμφάνισης = 20%	Ήσσονος σημασίας	Δυσμενές γεγονός το οποίο επηρεάζει την κανονική λειτουργία της υποδομής, και οδηγεί σε τοπικές επιπτώσεις
3	Μέτριο	Πιθανότητα εμφάνισης = 50%	Μέτριες	Ένα σοβαρό συμβάν που απαιτεί πρόσθετες ενέργειες διαχείρισης και έχει σαν αποτέλεσμα μέτριες επιπτώσεις
4	Πιθανό	Πιθανότητα εμφάνισης = 80%	Σημαντικές	Ένα κρίσιμο γεγονός που απαιτεί έκτακτη δράση, με αποτέλεσμα σημαντικές, εκτεταμένες ή μακροπρόθεσμες επιπτώσεις,
5	Σχεδόν βέβαιο	Πιθανότητα εμφάνισης = 95%	Καταστροφικές	Καταστροφικό γεγονός που ενδέχεται να οδηγήσει σε διακοπή λειτουργίας ή κατάρρευση του στοιχείου/δικτύου, προκαλώντας σημαντική βλάβη και εκτεταμένες επιπτώσεις

Μετά από την αξιολόγηση της πιθανότητας εμφάνισης και του αναμενόμενου μεγέθους των επιπτώσεων κάθε πηγής κινδύνου, το επίπεδο σημαντικότητας κάθε δυνητικού κινδύνου αποτελεί τον εγγενή κίνδυνο και μπορεί να προσδιοριστεί μέσω ενός συνδυασμού των παραπάνω δύο παραγόντων, ως: **{Εγγενής κίνδυνος} = {Πιθανότητα εμφάνισης} x {Επιπτώσεις}**, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.17.

Πίνακας 4.17: Βαθμονόμηση κλίμακας σημαντικότητας εγγενούς κινδύνου (διακινδύνευσης)

Βαθμολογία	Κλίμακα	Περιγραφή
1 – 3	Αμελητέος	Δεν απαιτούνται μέτρα μείωσης του κινδύνου
4 – 6	Χαμηλός	Η λήψη μέτρων μείωσης του κινδύνου εξαρτάται από τις περιστάσεις του έργου
7 – 10	Μέτριος	
11 – 19	Σημαντικός	Προτείνεται η λήψη μέτρων μείωσης του κινδύνου
20 – 25	Πολύ σημαντικός	Απαιτείται η λήψη μέτρων μείωσης του κινδύνου

Έτσι, το αποτέλεσμα της ανάλυσης διακινδύνευσης (ανάλυση κινδύνου/risk assessment) μπορεί να συνοψιστεί σε έναν πίνακα που παρουσιάζει την πιθανότητα εμφάνισης και τη δριμύτητα ή το μέγεθος των επιπτώσεων των βασικών πηγών κινδύνου. Ο πίνακας αποτυπώνει τις πηγές κινδύνου που έχουν εξεταστεί και προσδιορίζεται για ποιες από αυτές, ο συνδυασμός πιθανότητας εμφάνισης και δριμύτητας επιπτώσεων απαιτεί την ανάληψη δράσεων (μέτρων προσαρμογής).

Εάν βάσει των αποτελεσμάτων της ανάλυσης διακινδύνευσης (risk assessment), αξιολογείται ότι η υποδομή είναι ανθεκτική στην κλιματική αλλαγή και δεν χρειάζεται να αναληφθούν πρόσθετα μέτρα προσαρμογής, τότε απαιτείται να αιτιολογηθεί δεόντως το συμπέρασμα της αξιολόγησης. Διαφορετικά, απαιτείται να εξεταστούν (πρόσθετα) μέτρα προσαρμογής που μειώνουν τον εγγενή κίνδυνο, ιδίως στην περίπτωση που από την ανάλυση προκύψουν μέτριοι έως πολύ σημαντικοί εγγενείς κίνδυνοι (μέτρια έως πολύ σημαντική διακινδύνευση).

Λαμβάνοντας υπ' όψιν τα προαναφερόμενα, η ανάλυση έκθεσης του υπό μελέτη οδικού άξονα πραγματοποιείται με χρήση του υπολογιστικού εργαλείου που έχει αναπτυχθεί από τη Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων & ΕΣΠΑ του Υπουργείου Ανάπτυξης και Επενδύσεων²⁶, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.18.

Πίνακας 4.18: Ανάλυση διακινδύνευσης για τον υπό μελέτη οδικό άξονα

Πηγή Κινδύνου	Τρωτότητα	Πιθανότητα εμφάνισης	Κλίμακα συνεπειών	Εγγενής κίνδυνος	
				Βαθμολογία	Περιγραφή
Καύσωνας	Μέτρια	Μέτριο	Ήσσονος σημασίας	6	Χαμηλός
Κύμα ψύχους	Μέτρια	Μέτριο	Σημαντικές	12	Σημαντικός

Πηγή Κινδύνου	Τρωτότητα	Πιθανότητα εμφάνισης	Κλίμακα συνεπειών	Εγγενής κίνδυνος	
				Βαθμολογία	Περιγραφή
Παγετός (Αριθμός Ημερών με $TN < 0$)	Μέτρια	Μέτριο	Σημαντικές	12	Σημαντικός
Δασική πυρκαγιά	Μέτρια	Απίθανο	Ήσσονος σημασίας	4	Χαμηλός
Ισχυρός υετός (βροχή, χαλάζι, χιόνι/πάγος)	Υψηλή	Σχεδόν βέβαιο	Σημαντικές	20	Πολύ σημαντικός
Πλημμύρα (σε παράκτιες περιοχές, ποτάμια, λόγω βροχής, υπόγεια ύδατα)	Υψηλή	Απίθανο	Σημαντικές	8	Μέτριος
Κατολίσθηση/ Διάβρωση του εδάφους	Μέτρια	Σπάνιο	Καταστροφικές	5	Χαμηλός
Καθίζηση	Μέτρια	Σπάνιο	Καταστροφικές	5	Χαμηλός
Θερμική καταπόνηση	Μέτρια	Μέτριο	Ήσσονος σημασίας	6	Χαμηλός

Από την ανάλυση της διακινδύνευσης για τον υπό μελέτη οδικό άξονα προκύπτει ότι:

- ο **ισχυρός υετός** αποτελεί **πολύ σημαντικό εγγενή κίνδυνο** και **απαιτείται η λήψη μέτρων μείωσης του κινδύνου**.
- Τα **κύματα ψύχους** και ο **παγετός** αποτελούν **σημαντικούς εγγενείς κινδύνους** και **προτείνεται η λήψη μέτρων μείωσης του κινδύνου**.
- Οι **πλημμύρες** αξιολογούνται ως **μέτριου βαθμού εγγενείς κίνδυνος** και η **λήψη μέτρων μείωσης του κινδύνου είναι συνάρτηση των ειδικότερων συνθηκών και των περιστάσεων στη θέση κατασκευής και λειτουργίας του έργου**.
- Τέλος, ο **καύσωνας**, η **δασική πυρκαγιά**, η **κατολίσθηση/ διάβρωση του εδάφους**, η **καθίζηση** και η **θερμική καταπόνηση** αξιολογούνται ως **χαμηλού βαθμού εγγενείς κίνδυνοι** και η **λήψη μέτρων μείωσης του κινδύνου είναι συνάρτηση των ειδικότερων συνθηκών και των περιστάσεων στη θέση κατασκευής και λειτουργίας του έργου**.

Οι προτάσεις των μέτρων για την ενίσχυση της προσαρμογής του υπό μελέτη έργου στην κλιματική αλλαγή τεκμηριώνονται αναλυτικότερα στην §4.3.2.2.

4.3.2.2. Μέτρα για την ενίσχυση της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή

Τα μέτρα για την ενίσχυση της προσαρμογής του υπό μελέτη έργου στην κλιματική αλλαγή μπορεί να περιλαμβάνουν:

- διαρθρωτικά μέτρα – αλλαγή στον σχεδιασμό του έργου ή στη θέση του.
- Μη διαρθρωτικά μέτρα – γνωστά και ως ήπια μέτρα, τα οποία περιλαμβάνουν μέτρα κατά την λειτουργία και την συντήρηση και σχετική παρακολούθηση. Αφορούν περισσότερο τον τρόπο διαχείρισης της υποδομής μακροπρόθεσμα.
- Διαχείριση κινδύνων – αξιολόγηση του κατά πόσον οι κίνδυνοι μπορούν να γίνουν αποδεκτοί και διαχειρίσιμοι

Στα πιθανά μέτρα προσαρμογής που θα εξεταστούν, θα πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψη η πιθανή χρήση μέτρων προσαρμογής βασισμένων στη φύση ή η επιλογή, στο μέτρο του δυνατού, μέτρων πράσινων ή γαλάζιων/υδάτινων υποδομών (green and blue infrastructure).

Μπορεί επίσης να είναι σκόπιμο για τους φορείς υλοποίησης έργων, να εξετάσουν ευέλικτα/προσαρμοστικά μέτρα, όπως η εφαρμογή σχεδίου παρακολούθησης και η προσφυγή σε απώτερο χρόνο σε τεχνικές παρεμβάσεις μόνο όταν η κατάσταση φτάσει σε ένα κρίσιμο όριο. Αυτή η επιλογή ενδείκνυται όταν οι κλιματικές προβλέψεις παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο αβεβαιότητας. Αυτή η προσέγγιση είναι κατάλληλη όταν έχουν τεθεί αυστηρά όρια και τα προτεινόμενα μέτρα μπορούν να αντιμετωπίζουν επαρκώς τους κινδύνους. Η παρακολούθηση θα πρέπει να ενσωματώνεται στις διαδικασίες διαχείρισης της υποδομής. Επίσης, στην περίπτωση αυτή θα ήταν σκόπιμο η υποδομή να σχεδιαστεί/ κατασκευαστεί εξ' αρχής με τρόπο που να επιτρέπει τεχνικές παρεμβάσεις (τροποποιήσεις/προσθήκες κλπ.) για την ενίσχυση της προσαρμοστικής της ικανότητας στο μέλλον, αναλόγως με την εξέλιξη της κλιματικής αλλαγής, συνεπώς να διαθέτει από τον σχεδιασμό της χαρακτηριστικά προσαρμοστικότητας (adaptive design).

Η αξιολόγηση των διαφόρων εναλλακτικών μέτρων προσαρμογής μπορεί να είναι ποσοτική ή ποιοτική, ανάλογα με τη διαθεσιμότητα δεδομένων κ.α. Σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως οι υποδομές σχετικά χαμηλής αξίας με περιορισμένους κλιματικούς κινδύνους, μπορεί να είναι επαρκής μία ταχεία διαδικασία αξιολόγησης. Σε άλλες περιπτώσεις, ιδίως για επιλογές με σημαντικό κοινωνικοοικονομικό αντίκτυπο, είναι σημαντικό να χρησιμοποιηθούν πληρέστερες πληροφορίες και αξιολόγηση.

Το επόμενο βήμα είναι η ενσωμάτωση των μέτρων προσαρμογής στην υποδομή και στο ενδεδειγμένο στάδιο ανάπτυξής της. Η ενσωμάτωση θα πρέπει να περιλαμβάνει τον επενδυτικό/χρηματοοικονομικό σχεδιασμό, τον σχεδιασμό παρακολούθησης και διαχείρισης των κινδύνων, τον καθορισμό αρμοδιοτήτων, τις οργανωτικές ρυθμίσεις, το σχέδιο κατάρτισης και εκπαίδευσης, τον κατασκευαστικό σχεδιασμό. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να διασφαλίζεται η συμμόρφωση των επιλογών με την ισχύουσα νομοθεσία. Η εξέταση των μέτρων προσαρμογής αποσκοπεί στην επίτευξη ενός αποδεκτού

επιπέδου υπολειπόμενου κλιματικού κινδύνου, λαμβάνοντας δεόντως υπόψη όλες τις νομικές, τεχνικές ή άλλες απαιτήσεις. Ο υπολειπόμενος κίνδυνος μπορεί συνοπτικά να υπολογιστεί ως: **{Υπολειπόμενος κίνδυνος} = {Εγγενής κίνδυνος} – {Μέτρα}**.

Με τον τρόπο αυτό, ο προσδιορισμός του «αποδεκτού επιπέδου» εξαρτάται από τον κίνδυνο που είναι διατεθειμένος να δεχτεί ο φορέας υλοποίησης του έργου. Για παράδειγμα, μπορεί να υπάρχουν στοιχεία του έργου που θεωρούνται μη βασική υποδομή, όπου το κόστος των μέτρων προσαρμογής υπερτερεί των οφελών από την αποφυγή των κινδύνων και η καλύτερη επιλογή θα μπορούσε να είναι να αποφευχθεί η μη βασική υποδομή υπό ορισμένες συνθήκες. Αυτή είναι μια μορφή διαχείρισης κινδύνου και μέρος της εκτίμησης των μέτρων προσαρμογής.

Περαιτέρω και δεδομένου ότι η αξιολόγηση κινδύνου είναι μια συνεχής διαδικασία, είναι σημαντικό να καθοριστούν τυχόν κρίσιμες παραδοχές και να θεσπιστούν σχέδια παρακολούθησης για την προσαρμογή της υποδομής και υλοποίηση πρόσθετων μέτρων προσαρμογής εάν και όποτε απαιτηθεί στο μέλλον.

Λαμβάνοντας υπ' όψιν τα προαναφερόμενα, η αξιολόγηση του υπολειπόμενου κινδύνου του υπό μελέτη οδικού άξονα πραγματοποιείται με χρήση του υπολογιστικού εργαλείου που έχει αναπτυχθεί από τη Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων & ΕΣΠΑ του Υπουργείου Ανάπτυξης και Επενδύσεων²⁶, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.19. Ο φορέας του έργου επέλεξε να μην αναλάβει την υλοποίηση μέτρων προσαρμογής για τις πηγές κινδύνου που παρουσιάζουν χαμηλό βαθμό εγγενούς κινδύνου, όπως αυτά έχουν αναλυθεί κατά την ανάλυση διακινδύνευσης (σχετικά βλ. §4.3.2.1).

Πίνακας 4.19: Αξιολόγηση του υπολειπόμενου κινδύνου για τον υπό μελέτη οδικό άξονα

Πηγή Κινδύνου	Εγγενής κίνδυνος		Μέτρα προσαρμογής	Μείωση κινδύνου	Υπολειπόμενος κίνδυνος	
	Βαθμολογία	Περιγραφή			Βαθμολογία	Περιγραφή
Καύσωνας	6	Χαμηλός	-	-	6	Χαμηλός
Κύμα ψύχους	12	Σημαντικός	Σχεδιασμός οδοστρώματος. Καθαρισμός και συντήρηση. Κατάλληλη σήμανση.	8	4	Χαμηλός
Παγετός (Αριθμός Ημερών με TN<0)	12	Σημαντικός	Απαγορεύσεις κυκλοφορίας οχημάτων	8	4	Χαμηλός

Πηγή Κινδύνου	Εγγενής κίνδυνος		Μέτρα προσαρμογής	Μείωση κινδύνου	Υπολειπόμενος κίνδυνος	
	Βαθμολογία	Περιγραφή			Βαθμολογία	Περιγραφή
Δασική πυρκαγιά	4	Χαμηλός	-	-	6	Χαμηλός
Ισχυρός υετός (βροχή, χαλάζι, χιόνι/πάγος)	20	Πολύ σημαντικός	Κατάλληλη κλίση οδοστρώματος. Σχεδιασμός έργων επαρκούς ικανότητας αποστράγγισης. Κατάλληλη σήμανση και διαγράμμιση.	10	10	Μέτριος
Πλημμύρα (σε παράκτιες περιοχές, ποτάμια, λόγω βροχής, υπόγεια ύδατα)	8	Μέτριος	Σχεδιασμός έργων επαρκούς ικανότητας αποστράγγισης.	5	3	Αμελητέος
Κατολίσθηση/ Διάβρωση του εδάφους	5	Μέτριος	-	-	5	Χαμηλός
Καθίζηση	5	Μέτριος		-	5	Χαμηλός
Θερμική καταπόνηση	6	Χαμηλός	-	-	6	Χαμηλός

Αναλυτικότερα για τη μείωση του εγγενούς κινδύνου από τις πηγές που παρουσιάζουν μέτριο, σημαντικό ή πολύ σημαντικό βαθμό, όπως αυτά έχουν αναλυθεί κατά την ανάλυση διακινδύνευσης (σχετικά βλ. §4.3.2.1), προτείνεται η λήψη των κάτωθι μέτρων:

- **ισχυρός υετός (συμπεριλαμβανομένων πλημμυρών):**
 - έχει ήδη προβλεφθεί, μέσω της σχετικής μελέτης του έργου, η κατασκευή του οδικού άξονα με κατάλληλη κλίση οδοστρώματος, ώστε να μην παρατηρείται συσσώρευση υδάτων στο οδόστρωμα.

- Στα πλαίσια των μελετών του έργου έχει πραγματοποιηθεί ο επανέλεγχος σχεδιασμού και λειτουργίας των υφιστάμενων δικτύων αποστράγγισης λαμβάνοντας υπ' όψιν τις νέες προτεινόμενες καμπύλες έντασης – διάρκειας βροχόπτωσης που προτείνεται στα πλαίσια των Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας των Λεκανών Απορροής των Υδατικών Διαμερισμάτων της χώρας²⁹). Ο επανέλεγχος των υφιστάμενων δικτύων αποστράγγισης καθώς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά σχεδιασμού του έργου υπέδειξαν την ανάγκη επέκτασης των υφιστάμενων τεχνικών έτσι ώστε να καθίστανται επαρκή ως προς τις νέες συνθήκες και τις αναμενόμενες κλιματικές μεταβολές.
 - Χρήση κατάλληλης σήμανσης και διαγράμμισης σε όλα τα τμήματα του οδικού άξονα που βρίσκονται σε θέσεις υψηλού κινδύνου συσσώρευσης υδάτων λόγω ισχυρού υετού ή/και πλημμυρών.
 - Χρήση συμβατικών πινακίδων με σήμανση επικινδυνότητας σε όλα τα τμήματα του οδικού άξονα που βρίσκονται σε θέσεις υψηλού κινδύνου συσσώρευσης υδάτων λόγω ισχυρού υετού ή/και πλημμυρών.
- **Κύματα ψύχους/ Παγετός:**
 - Κατά τη λειτουργία του οδικού άξονα, θα πρέπει να πραγματοποιούνται τακτικές εργασίες καθαρισμού και συντήρησης του έργου κατά τη χειμερινή περίοδο, ώστε να αποφεύγεται ο κίνδυνος του παγετού.
 - Ο αρμόδιος για τη συντήρηση της οδού θα πρέπει να εξασφαλίσει εκ των προτέρων επάρκεια ποσοτήτων αλατιού ή/και τον κατάλληλο αριθμό μηχανημάτων εκχιονισμού.
 - Χρήση συμβατικής σήμανσης παγετού κατά μήκος του οδικού άξονα.
 - Ρητή απαγόρευση και έλεγχος κυκλοφορίας οχημάτων χωρίς αντιολισθητικές αλυσίδες κατά τη χειμερινή περίοδο

4.3.2.3. Πρόγραμμα παρακολούθησης

Δεδομένου ότι η αξιολόγηση κινδύνου είναι μια συνεχής διαδικασία, είναι σημαντικό να καθοριστούν τυχόν κρίσιμες παραδοχές και να θεσπιστούν σχέδια παρακολούθησης για την προσαρμογή της υποδομής και υλοποίηση πρόσθετων μέτρων προσαρμογής εάν και όποτε απαιτηθεί στο μέλλον.

Για τον υπό μελέτη οδικό άξονα, σε συνδυασμό και με τα λοιπά τμήματα του οδικού δικτύου εντός των ορίων της δικαιοδοσίας του Δήμου Καβάλας, και στο πλαίσιο της παρακολούθησης και της εξέλιξης της κλιματικής αλλαγής και των επιδόσεων των μέτρων προσαρμογής των έργων σε αυτή, προτείνεται να αναπτυχθεί και να εφαρμοστεί από τον διαχειριστή του οδικού έργου ένα ευρύτερο απλοποιημένο

²⁹ Οι νέες καμπύλες έντασης – διάρκειας βροχόπτωσης βρίσκονται διαθέσιμες στην ηλεκτρονική διεύθυνση https://floods.ypeka.gr/wp-content/uploads/2023/11/Omvries_Kampyles_2023.zip (ημερομηνία προσέλασης 09/10/2024).

σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης σύμφωνα με το πρότυπο ISO 14001 ή/και ένα σύστημα διαχείρισης κινδύνου σύμφωνα με το πρότυπο ISO 31000. Μέσω συστημάτων αυτών καθίσταται ευχερέστερη η συστηματική παρακολούθηση του οδικού άξονα, ενώ σε αυτά ενσωματώνεται και ο αναλυτικότερος σχεδιασμός για την αντιμετώπιση περιπτώσεων έκτακτης ανάγκης.

Σχετικά, μπορεί να δημιουργηθεί ομάδα περιβαλλοντικής διαχείρισης και ομάδα πολιτικής προστασίας (στο Δήμο Καβάλας υφίσταται ήδη Αυτοτελές Τμήμα Πολιτικής Προστασίας) με τον ορισμό των υπεύθυνων λειτουργίας των ομάδων αυτών, **ειδικά για το υπό μελέτη έργο ή σε συνδυασμό και με λοιπά οδικά έργα.**

Στα προαναφερόμενα συστήματα μπορεί να ενσωματωθούν διαδικασίες όπως:

- μεθοδολογία παρακολούθησης της κλιματικής αλλαγής και ιδιαίτερα παραμέτρων που αφορούν στην ασφαλή λειτουργία του οδικού έργου. Τα αποτελέσματα της παρακολούθησης μπορεί να αποτυπώνονται σε **ετήσια ανασκόπηση** με στόχο τη λήψη αποφάσεων για το αν προκύπτει, με βάση τα νέα δεδομένα, κάποια νέα πηγή κινδύνου που ενδέχεται να επηρεάσει τον οδικό άξονα καθώς και εν γένει τους οδικούς άξονες εντός των ορίων της δικαιοδοσίας του Δήμου Καβάλας καθώς και τα ενδεχόμενα πρόσθετα απαιτούμενα μέτρα προσαρμογής. Επίσης, θα εξετάζονται οι αναγνωρισμένες πηγές κινδύνου ως προς την ένταση της επιρροής τους στο Έργο. Σχετικά δεδομένα και προβλέψεις είναι διαθέσιμα:
 - στην πύλη Γεωχωρικών Πληροφοριών του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας³⁰, που περιλαμβάνει τις τελευταίες κλιματικές προβλέψεις για την Ελλάδα.
 - Στον Εθνικό Κόμβο Πληροφοριών για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή³¹.
 - Στα ΠΕΣΠΚΑ.
- Μεθοδολογία παρακολούθησης και αξιολόγησης των εφαρμοζόμενων μέτρων προσαρμογής (σχετικά βλ. Σφάλμα: Δεν βρέθηκε η πηγή παραπομπής κεφάλαιο). **Η αξιολόγηση μπορεί να πραγματοποιείται με την εφαρμογή κατάλληλων δεικτών, που ανταποκρίνονται κατάλληλα σε κάθε μέτρο προσαρμογής κάθε πηγής κινδύνου και ειδικότερα των μετεωρολογικών παραμέτρων**, που μπορεί να λαμβάνονται από ένα δημόσιο δίκτυο όπως η Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία και το Εθνικό Αστεροσκοπείο, καθώς το μέγεθος του έργου εκτιμάται ότι δεν δικαιολογεί την εγκατάσταση και τη λειτουργία αυτόνομων μετεωρολογικών σταθμών ειδικά για το έργο. **Στις παρακολουθούμενες παραμέτρους πρέπει να περιλαμβάνονται η πρόβλεψη ακραίων μετεωρολογικών φαινομένων, όπως ο υετός, τα οποία έχουν αναγνωριστεί ως κλιματικοί κίνδυνοι του έργου.**

30 Διαθέσιμη στην ηλεκτρονική διεύθυνση <http://mapsportal.ypen.gr/> (ημερομηνία προσπέλασης 26/09/2024).

31 Διαθέσιμος στην ηλεκτρονική διεύθυνση <https://adaptivegreecehub.gr/> (ημερομηνία προσπέλασης 26/09/2024).

4.3.3. Συνέπεια με εθνικές, περιφερειακές και τοπικές στρατηγικές και σχέδια προσαρμογής

Η τεκμηρίωση της συνέπειας του προτεινόμενου οδικού άξονα με θνικές, περιφερειακές και τοπικές στρατηγικές και σχέδια προσαρμογής μπορεί να εξεταστεί με βάση πχ την εγκεκριμένη Εθνική Στρατηγική για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή (ΕΣΠΚΑ).

Η πρώτη ΕΣΠΚΑ είναι αυτή η οποία εκπονήθηκε από το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας σε συνεργασία με το Ίδρυμα Ιατροβιολογικών Ερευνών της Ακαδημίας Αθηνών και την Τράπεζα της Ελλάδος βάσει του από 22.12.2014 υπογραφέντος μνημονίου συνεργασίας και αναρτήθηκε στην ιστοσελίδα του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας την 8η Απριλίου 2016. Η πρώτη ΕΣΠΚΑ παραμένει σε ισχύ μέχρι και την αναθεώρησή της, σύμφωνα με το Άρθρο 5 του Νόμου 4936/2022 (ΦΕΚ 105 Α').

Η ΕΣΠΚΑ θέτει τους γενικούς στόχους, τις κατευθυντήριες αρχές και τα μέσα υλοποίησης μιας σύγχρονης αποτελεσματικής και αναπτυξιακής στρατηγικής προσαρμογής στο πλαίσιο που ορίζεται από την σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή, τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες και τη διεθνή εμπειρία. Αποτελεί το πρώτο βήμα για μια συνεχή και ευέλικτη διαδικασία σχεδιασμού και υλοποίησης των απαραίτητων μέτρων προσαρμογής σε εθνικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο και φιλοδοξεί να αποτελέσει το μοχλό κινητοποίησης των δυνατοτήτων της ελληνικής πολιτείας, οικονομίας και ευρύτερα της κοινωνίας για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στα χρόνια που έρχονται.

Ο πρωταρχικός σκοπός της ΕΣΠΚΑ είναι να συμβάλλει στην ενίσχυση της ανθεκτικότητας της χώρας στις επιπτώσεις από την κλιματική αλλαγή. Για τον σκοπό αυτό πρέπει να δημιουργηθούν οι προϋποθέσεις ώστε οι (δημόσιες και ιδιωτικές) αποφάσεις για τη διαμόρφωση του παραγωγικού και καταναλωτικού ιστού της Ελληνικής κοινωνίας να λαμβάνονται με επαρκή πληροφόρηση και μακροπρόθεσμη στόχευση, αντιμετωπίζοντας τους κινδύνους και αξιοποιώντας τις ευκαιρίες που πηγάζουν από την κλιματική αλλαγή. Η ΕΣΠΚΑ αποτελεί κείμενο στρατηγικού προσανατολισμού με στόχο τη χάραξη κατευθυντήριων γραμμών. Ως τέτοιο, δεν αναλύει σε βάθος τις αναγκαίες τομεακές πολιτικές, ούτε αποφαινεται για τη σκοπιμότητα επιμέρους μέτρων και δράσεων προσαρμογής σε τοπικό/περιφερειακό επίπεδο και δεν επιχειρεί την ιεράρχηση των ενδεικτικά προτεινόμενων μέτρων και δράσεων. **Τα θέματα αυτά αποτελούν την ουσία των ΠεΣΠΚΑ τα οποία και θα εξειδικεύσουν τις κατευθύνσεις της ΕΣΠΚΑ καθορίζοντας τις άμεσες προτεραιότητες προσαρμογής σε τοπικό επίπεδο.**

Η ΕΣΠΚΑ προβλέπει έναν αρχικό ορίζοντα πενταετίας για την ανάπτυξη ικανότητας προσαρμογής και για την ιεράρχηση και υλοποίηση ενός πρώτου συνόλου δράσεων. Η σημαντική αβεβαιότητα που συνδέεται με την κλιματική αλλαγή και τις επιπτώσεις της, ο καταγιγισμός με νέες πληροφορίες και εξελίξεις και οι συνεχώς αναθεωρούμενες απόψεις για τον κατάλληλο τρόπο προώθησης της προσαρμογής επιβάλλουν συνεχή

αξιολόγηση, εκμάθηση και εξειδικευμένη ανάλυση. Η ΕΣΠΚΑ είναι ευκαιρία να διαμορφωθεί στη χώρα μας μια στρατηγική προσέγγιση για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, θέτοντας σε κίνηση μια συνεχή διαδικασία διαβούλευσης, επανεξέτασης, επικαιροποίησης και επανευθυγράμμισης της στρατηγικής.

Βασικοί στόχοι της ΕΣΠΚΑ είναι:

1. η συστηματοποίηση και βελτίωση της διαδικασίας λήψης (βραχυχρόνιων και μακροχρόνιων) αποφάσεων σχετικών με την προσαρμογή.
2. Η σύνδεση της προσαρμογής με την προώθηση ενός βιώσιμου αναπτυξιακού προτύπου μέσα από περιφερειακά/τοπικά σχέδια δράσης.
3. Η προώθηση δράσεων και πολιτικών προσαρμογής σε όλους τους τομείς της ελληνικής οικονομίας με έμφαση στους πλέον ευάλωτους.
4. Η δημιουργία μηχανισμού παρακολούθησης, αξιολόγησης και επικαιροποίησης των δράσεων και πολιτικών προσαρμογής.
5. Η ενδυνάμωση της προσαρμοστικής ικανότητας της ελληνικής κοινωνίας μέσα από δράσεις ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης.

Στο ΕΣΠΚΑ, και λαμβάνοντας υπόψη την ανάλυση επικινδυνότητας και τρωτότητας, διερευνώνται οι τομείς που αναμένεται ότι θα πληγούν περισσότερο από την κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα και για κάθε τομέα αναφέρονται στο βαθμό που αυτό είναι εφικτό οι εναλλακτικές επιλογές προσαρμογής με βάση τα κύρια χαρακτηριστικά τους, και περιγράφονται οι πιθανές δράσεις και μέτρα. **Μεταξύ των σχετικών τομέων συμπεριλαμβάνονται και οι υποδομές και μεταφορές.**

Στο ΕΣΠΚΑ, καταδεικνύεται ότι οι μεταβολές στη συχνότητα και ένταση των ακραίων φαινομένων θα είναι μια από τις κύριες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής για τον ελλαδικό χώρο με επακόλουθες αρνητικές επιδράσεις στην ευπάθεια των κοινωνιών και οικοσυστημάτων με την έκθεσή τους σε περιβαλλοντικούς κινδύνους. Πιο συγκεκριμένα, οι καύσωνες είναι πολύ πιθανό να γίνουν πιο συχνοί με μεγαλύτερη διάρκεια και ένταση. Αναμένονται λιγότερα έντονα φαινόμενα ψύχους, ωστόσο, περιστασιακές έντονες ψυχρές περίοδοι θα εξακολουθήσουν να εμφανίζονται ακόμα και κατά το δεύτερο μισό του 21ου αιώνα. Η καλοκαιρινή ξηρασία αναμένεται να αυξηθεί ακόμα περισσότερο οδηγώντας σε επιμήκυνση των περιόδων ξηρασίας και σε πιέσεις στα υδατικά αποθέματα περιοχών με ήδη αυξημένη ευπάθεια.

Παράλληλα, οι υψηλής έντασης βροχοπτώσεις αναμένεται να γίνουν πιο συχνές στα επόμενα 70 χρόνια, με συνέπεια στις αστικές περιοχές οι ξαφνικές πλημμύρες, λόγω των έντονων τοπικών βροχοπτώσεων, να γίνονται όλο και πιο συχνές.

Οι αλλαγές σε αυτά τα ακραία φαινόμενα αναμένεται να επηρεάσουν ιδιαίτερα τομείς όπως, μεταξύ άλλων και οι μεταφορές. Ως εκ τούτου, η προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή όσον αφορά στα ακραία φαινόμενα, αποτελεί μέρος των στρατηγικών προσαρμογής για τη βελτίωση της ανθεκτικότητας αυτών των τομέων και λαμβάνονται υπόψη στις προτεινόμενες στρατηγικές.

Περαιτέρω, μεταξύ των τομέων που αναμένεται ότι θα πληγούν περισσότερο από την κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα συμπεριλαμβάνονται και οι οδικές μεταφορές. Στα πλαίσια αυτά αναφέρονται στο βαθμό που αυτό είναι εφικτό οι εναλλακτικές επιλογές προσαρμογής με βάση τα κύρια χαρακτηριστικά του τομέα των οδικών μεταφορών, και περιγράφονται οι πιθανές δράσεις και μέτρα (τομεακές πολιτικής προσαρμογής), όπως συνοψίζεται παρακάτω:

- **Δράση 1: Οργάνωση και Διαδικασία Λήψης Αποφάσεων:**

- Μέτρο 1: Ρύθμιση και εφαρμογή διεθνών προτύπων για πληροφορίες δελτίων καιρού και έκτακτης ανάγκης.
- Μέτρο 2: Δημιουργία δικτύων αστικών, περιφερειακών και εθνικών ενδιαφερόμενων φορέων: εταιρειών μεταφορών, αρχών και χρηστών.
- Μέτρο 3: Έκδοση εκπαιδευτικού και ενημερωτικού υλικού για περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης.
- Μέτρο 4: Διενέργεια δημόσιων εκστρατειών για την ενημέρωση της κοινής γνώμης σχετικά με την κατάσταση κινδύνου σε τοπικό επίπεδο.

- **Δράση 2: Τεχνικό περιεχόμενο:**

- Μέτρο 1: Εξέταση αναγκαιότητας κατασκευής φραγμάτων και αντιπλημμυρικών έργων για την προστασία έναντι του νερού.
- Μέτρο 2: Βελτιωμένη αποχέτευση σε διασταυρώσεις.
- Μέτρο 3: Εξέταση αναγκαιότητας ανύψωσης των παράκτιων οδικών δικτύων σε περιοχές ή σημεία υψηλής τρωτότητας.
- Μέτρο 4: Σχεδιασμός και επενδύσεις σε νέα υλικά με δυνατότητα «γρήγορης αποκατάστασης».
- Μέτρο 5: Παροχή καταφυγίων για μη μηχανοκίνητα μέσα μεταφοράς.
- Μέτρο 6: Προετοιμασία για επαρκή αποθέματα αλατιού και διαθεσιμότητα εξοπλισμού εκκαθάρισης οδικού δικτύου πριν και κατά τη διάρκεια του χειμώνα ή εποχών καταιγίδων.
- Μέτρο 7: Ανάπτυξη σχεδίων έγκαιρης επικοινωνίας και συντονισμού με συμμετοχή των ενδιαφερόμενων φορέων και εταιρειών εμπορευματικών μεταφορών.
- Μέτρο 8: Σχεδιασμός νέων ασφαλικών μιγμάτων ανθεκτικών στη θερμότητα και με ιδιότητες ταχύτερης αποστράγγισης των λιμναζόντων υδάτων.
- Μέτρο 9: Ενίσχυση της οδικής διαστρωμάτωσης για την πρόληψη πλημμυρών.

- Μέτρο 10: Νέα σχεδιαστικά πρότυπα που αφορούν στα συστατικά του οδικού δικτύου (πινακίδες, φωτισμός) για την ενίσχυση της προστασίας των χρηστών.
- Μέτρο 11: Τακτικός καθαρισμός ποδηλατοδρόμων και πεζοδρομίων κατά τη διάρκεια του χειμώνα.
- **Δράση 3: Νομοθετικό περιεχόμενο:**
 - Μέτρο 1: Αυστηρή επιβολή ορίου ταχύτητας κατά τη διάρκεια καταιγίδων.
 - Μέτρο 2: Επανεξέταση συμβάσεων διαδικασιών συντήρησης ώστε να καταστούν ευέλικτες και αποτελεσματικές ακόμα και κάτω από ταχέως μεταβαλλόμενες καιρικές συνθήκες.
- **Δράση 4: Ροή πληροφοριών και χρήση τεχνολογιών επικοινωνίας και πληροφορικής:**
 - Μέτρο 1: Ανάπτυξη βιώσιμων επιχειρηματικών μοντέλων για την παροχή συστημάτων πληροφοριών έκτακτης ανάγκης. Τυποποίηση των πληροφοριών καιρού και των προειδοποιήσεων κινδύνου (π.χ. πλημμυρισμένο δίκτυο, κ.λπ).
 - Μέτρο 2: Ανάπτυξη ευφυών συστημάτων ανάδρασης στα οχήματα για να επικοινωνούν τις ανάγκες των χρηστών.
 - Μέτρο 3: Υιοθέτηση επιχειρησιακής, φυσικής, τεχνικής, διαδικαστικής και θεσμικής ενσωμάτωσης των υπηρεσιών ελέγχου καιρού και κυκλοφορίας.

Κατόπιν των προαναφερόμενων τεκμηριώνεται η συνέπεια της κλιματικής ανθεκτικότητας του υπό μελέτη οδικού άξονα με τις εθνικές, περιφερειακές και τοπικές στρατηγικές και σχέδια προσαρμογής.

Ο συντάκτης

Κητής Κωνσταντίνος
Μηχανικός Περιβάλλοντος ΔΠΘ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α