

ΠΡΟΣΩΡΙΝΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΠΟΥ ΥΠΟΒΑΛΛΟΝΤΑΙ ΠΡΟΣ ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ ΑΠΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΟΥ ΕΣΠΑ 2021 - 2027

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ

Υπουργείο Οικονομικών
Γενική Γραμματεία Δημοσίων Επενδύσεων & ΕΣΠΑ
Εθνική Αρχή Συντονισμού
Γενική Διεύθυνση Θεσμικής και Επιχειρησιακής Υποστήριξης ΕΣΠΑ
Ειδική Υπηρεσία Θεσμικής Υποστήριξης & Πληροφοριακών Συστημάτων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το παρόν έγγραφο είναι συνοδευτικό του «Προσωρινού πλαισίου αξιολόγησης της κλιματικής ανθεκτικότητας έργων που υποβάλλονται προς χρηματοδότηση από το ΕΣΠΑ 2021-2027» και αφορά σε παράδειγμα εφαρμογής της υποχρέωσης υποβολής έκθεσης τεκμηρίωσης της κλιματικής ανθεκτικότητας, σύμφωνα με το πλαίσιο που αναφέρθηκε, για έργα κτιριακών υποδομών. Περιλαμβάνει τα κεφάλαια που αναφέρονται στο έγγραφο «Περιεχόμενα έκθεσης τεκμηρίωσης», του προαναφερθέντος πλαισίου, δηλαδή την εισαγωγή, τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής, την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή και τη βιβλιογραφία. Κάθε κεφάλαιο βασίζεται στη μεθοδολογία του «Πλαισίου αξιολόγησης» και έχει αναπτυχθεί με την εφαρμογή ποικίλων και αντιπροσωπευτικών παραδειγμάτων έργων κτιριακών υποδομών. Πρέπει να τονιστεί ότι τα παραδείγματα που χρησιμοποιούνται είναι **ενδεικτικά** και συνεπώς, οι παράμετροι και τα χαρακτηριστικά των παραδειγμάτων του εγγράφου δε δύναται να θεωρηθούν ως πρότυπα δεδομένα υπολογισμών από τους Δικαιούχους και να αναπαραχθούν επακριβώς στο προτεινόμενο έργο τους, καθώς κάθε έργο υποδομής πρέπει να μελετάται ξεχωριστά ως προς το σύνολο των μεταβλητών που το επηρεάζει.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Οργάνωση του παρόντος εγγράφου	4
1. Εισαγωγή	5
1.1 Περιγραφή του προτεινόμενου Έργου	5
1.2 Χωροθέτηση του Έργου	7
1.3 Περιληπτική απόδοση του τρόπου αντιμετώπισης των ζητημάτων κλιματικής αλλαγής	8
2. Μετριασμός της κλιματικής αλλαγής	10
2.1 Προέλεγχος.....	10
2.2 Λεπτομερής ανάλυση	13
2.2.1 Ανθρακικό αποτύπωμα του Έργου	13
2.2.2 Σχετικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου του Έργου	23
2.2.3 Οικονομική αποτίμηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου	24
2.2.4 Συμβατότητα με το στόχο της κλιματικής ουδετερότητας	27
3. Προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή	33
3.1 Προέλεγχος.....	33
3.2 Λεπτομερής ανάλυση	43
3.2.1 Ανάλυση διακινδύνευσης	43
3.2.2 Μέτρα για την ενίσχυση της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή	47
3.2.3 Πρόγραμμα παρακολούθησης	51
3.2.4 Συνέπεια με στρατηγικές και σχέδια προσαρμογής	53
4. Βιβλιογραφία.....	58

Οργάνωση του παρόντος εγγράφου

Στο παρόν έγγραφο αναπτύσσονται παραδείγματα εφαρμογής του πλαισίου αξιολόγησης της κλιματικής ανθεκτικότητας σε Έργα Κτιριακών Υποδομών. Σε αυτή τη γενική κατηγορία συγκαταλέγονται κτίρια ή συμπλέγματα κτιρίων που καλύπτουν όλο το εύρος των αναγκών σε υποδομές. Στο παρόν εξετάζονται ενδεικτικά οι περιπτώσεις κτιριακής υποδομής παροχής διοικητικών υπηρεσιών, συμπλέγματος κτιρίων εκπαιδευτικού σκοπού, κτιριακής υποδομής παροχής υπηρεσιών υγείας καθώς και εμπορικού κέντρου.

Τα κεφάλαια του παρόντος ακολουθούν την απαιτούμενη διάρθρωση των κεφαλαίων των εκθέσεων κλιματικής ανθεκτικότητας και περιλαμβάνουν επεξηγηματικά/μεθοδολογικά κείμενα (σε καφέ πλαίσιο) και παραδείγματα εφαρμογής (σε μπλε πλαίσιο). Τα παραδείγματα πρέπει να εκλαμβάνονται ως ενδεικτικά και μόνο. Οι εκθέσεις κλιματικής ανθεκτικότητας πρέπει να αντανakλούν τις ιδιαιτερότητες του κάθε έργου. Αν και κάποια παραδείγματα συνδέονται, τα περισσότερα είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους και έχουν αναπτυχθεί έτσι ώστε να καλύπτουν κατά το δυνατό περισσότερες περιπτώσεις.

Η έκθεση περιλαμβάνει τις ακόλουθες περιπτώσεις Κτιριακών Υποδομών:

Παράδειγμα	Περιγραφή	Μετριάσμός Κλιματικής Αλλαγής	Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή
A	Σύμπλεγμα κτιρίων διοικητικής υπηρεσίας	✓	
B	Τουριστικό θέρετρο	(Χωροθέτηση)	
Γ	Σύμπλεγμα κτιρίων εκπαιδευτικού ιδρύματος	✓	
Δ	Υποδομή υγείας		✓
Ε	Εμπορικό κέντρο		✓

Σημείωση: Τα παραδείγματα είναι αποκλειστικά ενδεικτικά. Βέβαια, τα αριθμητικά δεδομένα στηρίζονται σε ρεαλιστικές καταστάσεις. Ο υπεύθυνος εκπόνησης της μελέτης θα πρέπει να λάβει υπόψη τις ιδιαίτερες συνθήκες κάθε υποδομής. Σημειώνεται επίσης, ότι σε κάθε περίπτωση οι μελέτες πρέπει να περιλαμβάνουν τουλάχιστο προέλεγχο τόσο για τον μετριάσμό της κλιματικής αλλαγής όσο και για την προσαρμογή σε αυτή. Στο παρόν έγγραφο τα παραδείγματα δεν αναπτύσσονται πλήρως και κάθε παράδειγμα αφορά σε ένα συγκεκριμένο τμήμα εφαρμογής του γενικού πλαισίου (μετριάσμός ή προσαρμογή).

1. Εισαγωγή

1.1 Περιγραφή του προτεινόμενου Έργου

Επεξηγηματικό κείμενο 1: Περιγραφή κτιριακών υποδομών

Τα έργα αυτής της κατηγορίας αφορούν την κατασκευή νέων, και την επέκταση ή αναβάθμιση υφιστάμενων **κτιριακών υποδομών**. Τα βασικά στοιχεία που σχετίζονται με κάθε κτιριακή υποδομή και προτείνεται να δίνονται στην περιγραφή του έργου είναι τα εξής:

- Συνολική επιφάνεια των κτιρίων και σύντομη περιγραφή της διαμόρφωσης, της χρήσης τους και της λειτουργίας τους.
- Έτος κατασκευής στην περίπτωση υφιστάμενων κτιρίων.
- Κατηγορία ενεργειακής απόδοσης βάσει ΚΕνΑΚ.
- Δομικά στοιχεία κτιριακού κελύφους και θερμοφυσικά χαρακτηριστικά τους (π.χ. θερμοπερατότητα, θερμική μάζα, απορροφητικότητα ηλιακής ακτινοβολίας, διαπερατότητα). Θα πρέπει να αναφέρονται τυχόν χρήση στοιχείων παθητικής θέρμανσης και δροσισμού, παθητικά και υβριδικά ηλιακά συστήματα και ηλιακή προστασία κλπ.
- Περιγραφή διαμόρφωσης εξωτερικού/περιβάλλοντα χώρου (π.χ. φυτεύσεις, θερμοφυσικά χαρακτηριστικά και υδατοπερατότητα χρησιμοποιούμενων υλικών).
- Μέθοδοι θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού, φωτισμού και παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (ZNX) της κτιριακής υποδομής. Ειδικά, αν πρόκειται για θέρμανση με καυστήρες, πρέπει να δίνεται το καύσιμο που χρησιμοποιείται και η εκτιμώμενη κατανάλωσή του για ένα τυπικό έτος λειτουργίας. Αν γίνεται εισαγωγή θερμικής ενέργειας από πάροχο (π.χ. τηλεθέρμανση), αυτό θα πρέπει να αναφέρεται και να γίνεται εκτίμηση της θερμικής ενέργειας που θα εισάγεται σε ένα τυπικό έτος λειτουργίας. Επίσης, αναφέρεται τυχόν χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας ή τριπαραγωγής ηλεκτρισμού, θερμότητας και ψύξης.
- Εγκατεστημένες γεννήτριες ηλεκτρικού ρεύματος για έκτακτες ανάγκες, π.χ. ηλεκτροζεύγος (αν υπάρχει).
- Ενδεχόμενες διαφυγούσες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που μπορεί να προκύπτουν από διαρροές των ψυκτικών των κλιματιστικών μονάδων.

Εκτιμώμενη συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για ένα τυπικό έτος λειτουργίας, όπου το τυπικό έτος λειτουργίας δεν περιλαμβάνει τη φάση κατασκευής.

Παράδειγμα Α: Σύντομη περιγραφή κτιριακής υποδομής παροχής διοικητικών υπηρεσιών

Θεωρείται μια νέα κτιριακή υποδομή συνολικής επιφάνειας 4.000 m² που προορίζεται για χρήση γραφείων παροχής διοικητικών υπηρεσιών. Συνολικά αφορά δύο συνδεδεμένα μεταξύ τους κτίρια με τρεις ορόφους και υπόγειο. Η υποδομή θα χρησιμοποιηθεί ως έδρα της οικείας Περιφέρειας και θα λειτουργεί καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, τις εργάσιμες ημέρες και εντός του ωραρίου λειτουργίας των δημόσιων υπηρεσιών.

Σημείωση: Σε περίπτωση που το Έργο αφορά τροποποίηση, επέκταση, κλπ υφιστάμενου κτιρίου, θα πρέπει να αναφέρεται το έτος κατασκευής του αρχικού κτιρίου.

Η θέρμανση των κτιρίων γίνεται μέσω συστήματος κεντρικής θέρμανσης με καυστήρα φυσικού αερίου. Η ψύξη γίνεται μέσω κλιματιστικών μονάδων (HVACs) που λειτουργούν με ηλεκτρικό ρεύμα και περιλαμβάνουν τόσο κεντρική μονάδα όσο και μεμονωμένες μονάδες (split). Στο σύμπλεγμα κτιρίων είναι εγκατεστημένες δύο γεννήτριες ηλεκτρικού ρεύματος που λειτουργούν με καύση πετρελαίου diesel και χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις διακοπής της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο.

Για ένα τυπικό έτος λειτουργίας¹, στις σχετικές μελέτες του συγκεκριμένου Έργου έχει εκτιμηθεί ότι:

- Η ενεργειακή ανάλωση φυσικού αερίου για θέρμανση είναι 350 GJ
- Η κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος για ψύξη είναι 148 MWh
- Η συνολική κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος στο σύμπλεγμα κτιρίων είναι 370 MWh. Η συνολική κατανάλωση περιλαμβάνει την ψύξη αλλά και όλες τις άλλες χρήσεις (π.χ. φωτισμός, ηλεκτρικές & ηλεκτρονικές συσκευές, κλπ.)
- Η ανάλωση πετρελαίου diesel για τις γεννήτριες εκτιμάται σε 3.200 λίτρα για λειτουργία 48 ωρών ανά έτος.
- Σύμφωνα με τον τύπο των κλιματιστικών μονάδων, αυτές περιέχουν ψυκτικό τύπου R32 και αναμένονται διαρροές της τάξης των 50 gr/έτος

Σημείωση: 1MWh = 3,6 GJ

¹ 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

1.2 Χωροθέτηση του Έργου

Ορίζεται με σαφήνεια η χωροθέτηση της κτιριακής υποδομής, δηλαδή δίνονται οι συντεταγμένες του οικοπέδου που περιλαμβάνει το κτίριο ή το σύμπλεγμα κτιρίων και σχετικός χάρτης ή/και τοπογραφικό διάγραμμα ή/και εικόνα από Google Earth. Επίσης, αναφέρεται η κλιματική ζώνη της περιοχής βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010 «Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών» (ΦΕΚ Β' 2945/2014) και περιγράφεται η περιβάλλουσα δόμηση και η κάλυψη και τα χαρακτηριστικά και της περιβάλλουσας περιοχής.

Οι πληροφορίες αυτές είναι απαραίτητες για την ανάλυση έκθεσης (exposure) στην κλιματική αλλαγή που απαιτείται κατά τον προέλεγχο της προσαρμογής του έργου. Επισημαίνεται ότι κάθε κτιριακή υποδομή παρουσιάζει τρωτότητα στην κλιματική αλλαγή λόγω της ευαισθησίας της κατασκευής και λειτουργίας της σε συγκεκριμένες κλιματικές παραμέτρους και επιπλέον, η τρωτότητα της επηρεάζεται από την έκθεσή της στις πηγές κλιματικού κινδύνου της περιοχής εγκατάστασης της, δηλαδή από τη χωροθέτησή της.

Επίσης, η περιγραφή της χωροθέτησης της κτιριακής υποδομής είναι σημαντική σε σχέση με τις έμμεσες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου όπως για παράδειγμα τις εκπομπές από τις μετακινήσεις από/προς αυτή.

Παράδειγμα Β: Βασικά στοιχεία χωροθέτησης κτιριακής υποδομής τουρισμού

Σύμπλεγμα κτιρίων που συνολικά αποτελούν τουριστικό θέρετρο, βρίσκεται σε παραθαλάσσια περιοχή στην κλιματική ζώνη Α' βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010 (ΦΕΚ Β' 2945/2014). Δίνονται οι συντεταγμένες του οικοπέδου των κτιρίων σε ΕΓΣΑ ή αντίστοιχο σύστημα γεωγραφικών συντεταγμένων και προσδιορίζονται σε χάρτη προσανατολισμού. Οι σχετικοί χάρτες έχουν ληφθεί από την εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Η μονάδα χωροθετείται σε εκτός σχεδίου περιοχή και γειτνιάζει με παραθεριστικές κατοικίες και αγροτεμάχια. Το υπάρχον μεταφορικό δίκτυο δεν επιτρέπει την πρόσβαση λεωφορείων και μπορεί να εξυπηρετήσει μικρό μόνο όγκο οχημάτων, ενώ τα υφιστάμενα δίκτυα ύδρευση, άρδευσης και διαχείρισης αποβλήτων έχουν σχεδιαστεί για την εξυπηρέτηση των υφιστάμενων εξοχικών κατοικιών.

Το τουριστικό θέρετρο βρίσκεται δίπλα σε δάσος κωνοφόρων και εντός λεκανών απορροής μικρών ρεμάτων, τα οποία αποστραγγίζουν την περιοχή κατά τη διάρκεια έντονων βροχοπτώσεων.

1.3 Περιληπτική απόδοση του τρόπου αντιμετώπισης των ζητημάτων κλιματικής αλλαγής

Αυτή η παράγραφος έχει σκοπό να λειτουργήσει ως περίληψη όσων αναλυτικά αναφέρονται στα κεφάλαια 2 (μετριασμός) και 3 (προσαρμογή) της έκθεσης τεκμηρίωσης. Στην περίληψη αυτή πρέπει να περιλαμβάνονται μόνο τα βασικά συμπεράσματα που αφορούν την τεκμηρίωση της κλιματικής ανθεκτικότητας.

Παράδειγμα Γ: Μη τεχνική περίληψη των θεμάτων μετριασμού και προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή κτιρίων πανεπιστημιούπολης

Μετριασμός της κλιματικής αλλαγής

Το προτεινόμενο Έργο αφορά έναν αριθμό κτιρίων που συνολικά θα χρησιμοποιηθούν ως πανεπιστημιούπολη (βλ. Παράδειγμα Γ). Η κατηγορία του Έργου περιλαμβάνεται στην πρώτη ομάδα του πίνακα προελέγχου της Οδηγίας ΕΕ 2021/C 373/01, που σημαίνει ότι δεν απαιτείται λεπτομερής ανάλυση του ανθρακικού αποτυπώματος. Ωστόσο, το ανθρακικό αποτύπωμα υπολογίζεται γιατί εκτιμάται ότι το μέγεθος της υποδομής είναι τέτοιο ώστε ενδέχεται να ξεπερνάται το όριο των 20.000 τόνων CO₂e/έτος (εκπομπές ή απορροφήσεις). Η λεπτομερής ανάλυση του ανθρακικού αποτυπώματος έχει ως αποτέλεσμα τον υπολογισμό συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου 21.707 t_{CO₂eq}. Η διενέργεια οικονομικής αποτίμησης δείχνει ότι το έτος 2025 το κόστος άνθρακα θα είναι 3.581.655 EUR και το έτος 2050 το κόστος άνθρακα θα είναι 17.365.600 EUR. Ωστόσο, το κόστος άνθρακα το έτος 2050 εκτιμάται ότι θα είναι 3.385.152 EUR, λόγω σταδιακής μείωσης των εκπομπών πεδίου 2 (έμμεσες εκπομπές ηλεκτροπαραγωγής). Εκτιμάται ότι το προτεινόμενο Έργο είναι συμβατό με το στόχο επίτευξης κλιματικής ουδετερότητας.

Προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή

Κατά τον προέλεγχο, το προτεινόμενο Έργο αναλύεται ως προς την τρωτότητα του στην κλιματική αλλαγή. Η ανάλυση περιλαμβάνει την ευαισθησία και την έκθεση στις πηγές κινδύνου. Από την ανάλυση τρωτότητας προκύπτει ότι σημαντικές πηγές κινδύνου που επηρεάζουν το Έργο είναι ο καύσωνας, το κύμα ψύχους/παγετός, η δασική πυρκαγιά και η ξηρασία. Από την ανάλυση διακινδύνευσης που διενεργείται για αυτές τις πηγές κινδύνου, ο καύσωνας χαρακτηρίζεται ως σημαντικός εγγενής κίνδυνος και η δασική πυρκαγιά ως μέτριος εγγενής κίνδυνος. Για το λόγο αυτό, επιλέγονται πρόσθετα μέτρα προσαρμογής για τους κινδύνους αυτούς. Έτσι, ο κάθε εγγενής κίνδυνος μειώνεται σε αποδεκτό επίπεδο υπολειπόμενου κινδύνου, δηλαδή ο καύσωνας γίνεται χαμηλός και η δασική πυρκαγιά αμελητέος εγγενής κίνδυνος. Επίσης, από την ανάλυση διακινδύνευσης προκύπτει ότι το κύμα ψύχους/παγετός και η ξηρασία χαρακτηρίζονται ως χαμηλοί εγγενείς κίνδυνοι. Ωστόσο, η ομάδα μελέτης έκρινε ότι θα πρέπει να εξεταστούν

πρόσθετα μέτρα προσαρμογής για το κύμα ψύχους/παγετός. Επίσης, δίνεται πρόγραμμα παρακολούθησης της προσαρμογής του Έργου στην κλιματική αλλαγή και τεκμηριώνεται η συνέπεια του Έργου με στρατηγικές και σχέδια προσαρμογής.

2. Μετριάσμός της κλιματικής αλλαγής

2.1 Προέλεγχος

Όπως φαίνεται από τον κατάλογο προελέγχου της Τεχνικής Οδηγίας², οι κτιριακές υποδομές εντάσσονται στην κατηγορία «κατασκευή και αξιοποίηση ακινήτων» για την οποία δεν απαιτείται πλήρης εκτίμηση του ανθρακικού αποτυπώματος και ο μετριάσμός της κλιματικής αλλαγής ολοκληρώνεται στον προέλεγχο.

Οστόσο, πρέπει να τονιστεί ότι σε ορισμένες περιπτώσεις, ανάλογα με την κλίμακα του έργου, ακόμη και έργα που ανήκουν στην πρώτη ομάδα (έργα που δεν απαιτείται λεπτομερής ανάλυση του ανθρακικού αποτυπώματος) ενδέχεται να απαιτούν λεπτομερή ανάλυση εάν εκτιμάται ότι υπερβαίνουν το όριο των 20.000 τόνων CO₂e/έτος (εκπομπές ή απορροφήσεις). Είναι ευθύνη του Δικαιούχου να προσδιορίσει εάν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου υπερβαίνουν το όριο και ως εκ τούτου θα απαιτηθεί λεπτομερής ανάλυση. Στην περίπτωση που απαιτηθεί, ο τρόπος προσδιορισμού των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου για την περίπτωση των κτιριακών υποδομών δίνεται στην ενότητα 2.2.1.

Στη συνέχεια δίνεται ένα παράδειγμα κτιριακής υποδομής για την οποία οι εκπομπές υπολογίζονται με δύο διαφορετικές μεθοδολογίες. Γενικά, οι άμεσες και έμμεσες εκπομπές κτιρίων που αφορούν παροχή υπηρεσιών αναμένεται να είναι πολύ μικρότερες από 20.000 CO₂e/έτος, εκτός αν ισχύουν ειδικές συνθήκες για κάποιο κτίριο που αυξάνουν τις εκπομπές του.

Παράδειγμα Α: έλεγχος εκπομπών κτιριακής υποδομής παροχής διοικητικών υπηρεσιών

Υπενθυμίζεται ότι το παράδειγμα Α αφορά κτίριο 4.000 m³ στέγασης υπηρεσιών παροχής διοικητικών υπηρεσιών, της οικείας Περιφέρειας. Υπολογίζονται οι άμεσες και οι έμμεσες εκπομπές του κτιρίου.

Άμεσες εκπομπές

Οι άμεσες εκπομπές προέρχονται από την ανάλωση 350 GJ φυσικού αερίου, 3.200 λίτρων πετρελαίου και την ετήσια συμπλήρωση 50 gr ψυκτικού υγρού στα κλιματιστικά. Στα κλιματιστικά θεωρείται ότι χρησιμοποιείται ψυκτικό R32 με δυναμικό θέρμανσης (GWP) 675 tnCO₂eq/tn.

Οι άμεσες εκπομπές υπολογίζονται ως γινόμενο ενός επιπέδου δραστηριότητας, στη συγκεκριμένη περίπτωση της ενέργειας του καυσίμου, επί ένα συντελεστή εκπομπών

² Τεχνικές κατευθυντήριες οδηγίες σχετικά με την ενίσχυση της ανθεκτικότητας των υποδομών στην κλιματική αλλαγή κατά την περίοδο 2021-2027 (2021/C 373/01)

αερίων του θερμοκηπίου:

(Εκπομπές) = (Επίπεδο Δραστηριότητας) x (Συντελεστής Εκπομπών)

Το Επίπεδο Δραστηριότητας ενός καυσίμου αφορά την χρησιμοποιούμενη ενέργεια και αν απαιτείται να υπολογιστεί, είναι το γινόμενο της χρησιμοποιούμενης ποσότητας του καυσίμου επί την κατώτερη (καθαρή) θερμογόνο δύναμη (NCV) αυτού.

(Ενέργεια) = (Ποσότητα) x NCV

- Αν χρησιμοποιηθεί η μεθοδολογία του Κ.Εν.Α.Κ. [συντελεστές του πίνακα Β.1, άρθρο 5 του Κ.Εν.Α.Κ (ΦΕΚ 2367/Β/12-07-2017)] οι ετήσιες εκπομπές είναι:

Άμεσες εκπομπές φ.α.: $350 \text{ GJ} * (277,78 \text{ kWh/GJ}) * 0,196 \text{ (kgCO}_2\text{/kWh)} = 19.055 \text{ kgCO}_2 \text{ ή } 19.055 \text{ kgCO}_2\text{eq}$

Άμεσες εκπομπές πετρελαίου: $3.200 \text{ λίτρα} * (0,845 \text{ kg/λίτρο}^{(3)}) * (0,04280 \text{ GJ/kg}) * (277,78 \text{ kWh/GJ}) * 0,264 \text{ (kgCO}_2\text{/kWh)} = 8.487 \text{ kgCO}_2 \text{ ή } 8.487 \text{ kgCO}_2\text{eq}$

Διαφυγούσες εκπομπές ψυκτικού: $0,05 \text{ kgR32} * 675 \text{ kgCO}_2\text{eq/kg R32} = 34 \text{ kgCO}_2\text{eq}$

Οι συνολικές υπολογιζόμενες άμεσες εκπομπές είναι **27.576 kgCO₂ eq**

- Αν χρησιμοποιηθεί η μεθοδολογία του Κανονισμού 2066/2018 (ΣΕΔΕ) [συντελεστές από NIR⁴ Greece] οι ετήσιες εκπομπές είναι:

Άμεσες εκπομπές φ.α. : $350 \text{ GJ} * 55,69 \text{ (kgCO}_2\text{/GJ)} = 19.491 \text{ kgCO}_2\text{eq}$

Άμεσες εκπομπές πετρελαίου: $3.200 \text{ λίτρα} * (0,845 \text{ kg/λίτρο}^{(5)}) * (0,04280 \text{ GJ/kg}) * (73,78 \text{ kgCO}_2\text{/GJ}) = 8.539 \text{ kgCO}_2 \text{ ή } 8.539 \text{ kgCO}_2\text{eq}$

Διαφυγούσες εκπομπές ψυκτικού: $0,05 \text{ kgR32} * 675 \text{ kgCO}_2\text{eq/kg R32} = 34 \text{ kgCO}_2\text{eq}$

Οι συνολικές υπολογιζόμενες άμεσες εκπομπές είναι **28.064 kgCO₂ eq**

Έμμεσες εκπομπές

Οι έμμεσες εκπομπές είναι αυτές που προκαλούνται από την παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας που καταναλώνονται στις κτιριακές υποδομές αλλά έχουν αγοραστεί από έναν εξωτερικό πάροχο. Στην περίπτωση του παραδείγματος Α, οι έμμεσες εκπομπές προέρχονται από την ανάλωση 370 MWh ηλεκτρικής ενέργειας που αγοράστηκε από το δίκτυο.

³ ΚΥΑ 76/2016/ΦΕΚ Β 4217/28.12.2016

⁴ Chapter 3 Energy (CRF sector 1), 3.2 Fuel Combustion (CRF source category 1.A), 3.2.4 Stationary combustion (CRF source category 1.A except 1.A.3), table 3.13

⁵ ΚΥΑ 76/2016/ΦΕΚ Β 4217/28.12.2016

- Αν χρησιμοποιηθεί η μεθοδολογία του Κ.Εν.Α.Κ. [συντελεστές του πίνακα Β.1, άρθρο 5 του Κ.Εν.Α.Κ (ΦΕΚ 2367/Β/12-07-2017)] οι ετήσιες εκπομπές είναι:

Έμμεσες εκπομπές: $370.000 \text{ kWh} * 0,989 \text{ (kgCO}_2\text{/kWh)} = \mathbf{365.930 \text{ kgCO}_2}$

- Αν χρησιμοποιηθεί ο συντελεστής εκπομπών του υπολειπόμενου ενεργειακού μείγματος, όπως δημοσιεύεται από τον ΔΑΠΕΕΠ⁶, οι ετήσιες εκπομπές είναι:

Έμμεσες εκπομπές: $370.000 \text{ kWh} * 0,437 \text{ (kgCO}_2\text{/kWh)} = \mathbf{161.690 \text{ kgCO}_2}$

Οι δύο μεθοδολογίες ενδέχεται να δίνουν διαφορετικό αποτέλεσμα, ιδιαίτερα όσο αφορά τις έμμεσες εκπομπές. Η διαφορά τους οφείλεται στο γεγονός ότι ο ΚΕΝΑΚ δίνει συντελεστές εκπομπών για ένα έτος στο παρελθόν ενώ τα στοιχεία του ΔΑΠΕΕΠ δημοσιεύονται ετησίως και αντανακλούν το ενεργειακό μείγμα του τελευταίου διαθέσιμου έτους. Το ενεργειακό μείγμα γενικά βελτιώνεται με το χρόνο ως προς την ένταση του άνθρακα (kgCO₂/MWh). Γενικά προτείνεται η χρήση του πλέον πρόσφατου συντελεστή του ΔΑΠΕΕΠ ακόμη και αν η σχετική ενεργειακή μελέτη του κτιρίου έχει γίνει με τον ΚΕΝΑΚ.

Επομένως, οι συνολικές ετήσιες εκπομπές του συμπλέγματος κτιρίων είναι:

- 393.472 kgCO₂ ή **393,5 tnCO₂** (Κ.Εν.Α.Κ.)
- 189.720 kgCO₂ ή **189,7 tnCO₂** (ΣΕΔΕ + ΔΑΠΕΕΠ)

Στην περίπτωση αυτή δεν απαιτείται λεπτομερής ανάλυση του ανθρακικού αποτυπώματος και η αξιολόγηση του μετριασμού στην κλιματική αλλαγή ολοκληρώνεται στον προέλεγχο.

Γενικά, οι έμμεσες εκπομπές εντός κτιρίου, δηλαδή οι εκπομπές που προέρχονται από την ανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας αναμένεται να είναι σημαντικά περισσότερες από τις άμεσες εκπομπές που συνήθως προέρχονται από τη χρήση κάποιου ορυκτού καυσίμου (π.χ. πετρέλαιο ή φυσικό αέριο) για θέρμανση και ενδεχομένως τη sporadική λειτουργία κάποιου ηλεκτροζεύγους σε περιπτώσεις διακοπής τη ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο και τις διαφυγούσες εκπομπές ψυκτικών.

Στον υπολογισμό πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τυχόν ειδικές περιπτώσεις, όπως για παράδειγμα η πρόβλεψη χρήσης ΑΠΕ όπως η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών με net metering, καθώς επηρεάζουν (μειώνουν) τις έμμεσες εκπομπές.

⁶ γράφημα 2, παράρτημα 1, ετήσια αναφορά ΔΑΠΕΕΠ 2021

2.2 Λεπτομερής ανάλυση

Εφόσον από τον προέλεγχο προκύψει ότι απαιτείται, σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται λεπτομερής υπολογισμός του ανθρακικού αποτυπώματος του Έργου, οικονομική αποτίμηση των εκπομπών (ή των απορροφήσεων) και εξετάζεται η συνέπειά τους με τους Ευρωπαϊκούς και Ελληνικούς στόχους μετριασμού της κλιματικής αλλαγής και επίτευξης κλιματικής ουδετερότητας.

2.2.1 Ανθρακικό αποτύπωμα του Έργου

Ο ποσοτικός προσδιορισμός των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε ένα τυπικό έτος λειτουργίας γίνεται με χρήση αξιόπιστης μεθόδου αποτυπώματος άνθρακα. Τα γνωστότερα και διεθνώς αποδεκτά πρότυπα περιλαμβάνουν το GHG protocol 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. Δηλαδή, αποτελούν τα «λογιστικά πρότυπα» για την παρακολούθηση και την αναφορά εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Επιπλέον, ο οδηγός μεθοδολογιών της Ε.Τ.Επ.⁷ και τα πρότυπα της IFI⁸ πρέπει να χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό του βασικού σεναρίου και των απόλυτων και σχετικών εκπομπών του έργου.

Επεξηγηματικό κείμενο 2: Υπολογισμός εκπομπών με τη χρήση προτύπων

Ο ποσοτικός προσδιορισμός των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε ένα τυπικό έτος λειτουργίας γίνεται με χρήση αξιόπιστης μεθόδου αποτυπώματος άνθρακα. Τα γνωστότερα και διεθνώς αποδεκτά πρότυπα περιλαμβάνουν το GHG protocol 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. Δηλαδή, αποτελούν τα «λογιστικά πρότυπα» για την παρακολούθηση και την αναφορά εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Επιπλέον, ο οδηγός μεθοδολογιών της Ε.Τ.Επ.⁹ και τα πρότυπα της IFI¹⁰ πρέπει να χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό του βασικού σεναρίου και των απόλυτων και σχετικών εκπομπών του έργου.

Στην περίπτωση των κτιρίων, τα λειτουργικά όρια (όρια αναφοράς εκπομπών σε επίπεδο

⁷ European Investment Bank, EIB Project Carbon Footprint Methodologies, Methodologies for the Assessment of Project GHG Emissions and Emission Variations, July 2020

⁸ International Financial Institutions Technical Working Group on Greenhouse Gas Accounting, International Financial Institutions Guideline for a Harmonized Approach to Greenhouse Gas Accounting, June 2021

⁹ European Investment Bank, EIB Project Carbon Footprint Methodologies, Methodologies for the Assessment of Project GHG Emissions and Emission Variations, July 2020

¹⁰ International Financial Institutions Technical Working Group on Greenhouse Gas Accounting, International Financial Institutions Guideline for a Harmonized Approach to Greenhouse Gas Accounting, June 2021

εγκατάστασης) περιλαμβάνουν πεδία (κατηγορίες). Ο όρος «πεδίο» (scope) αναφέρεται στο GHG protocol και ο όρος «κατηγορία» (category) αναφέρεται στο ISO 14064 και έχουν αντίστοιχο ορισμό αν και στο ISO 14064 γίνεται λεπτομερέστερη ταξινόμηση των εκπομπών πεδίου 3 σε επιμέρους κατηγορίες.

Πεδίο: ταξινόμηση υπολογισμού και αναφοράς εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, ως άμεσες και έμμεσες σύμφωνα με το πρότυπο GHG protocol.

Κατηγορία: κατηγοριοποίηση επιμέρους εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, ως άμεσες και έμμεσες σύμφωνα με το πρότυπο ISO 14064

Γενικά, για τον υπολογισμό του ανθρακικού αποτυπώματος μιας κτιριακής υποδομής θα πρέπει να υπολογιστούν οι εξής εκπομπές:

- Πεδίο (κατηγορία) 1: **Άμεσες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου** που προκύπτουν από πηγές που χρησιμοποιούνται εντός των λειτουργικών ορίων του έργου και ελέγχονται άμεσα από το Δικαιούχο του έργου υποδομής. Για παράδειγμα, εκπομπές που παράγονται από την καύση ορυκτών καυσίμων (π.χ. θέρμανση χώρων ή παραγωγή ζεστού νερού και ατμού), διαφυγούσες εκπομπές (π.χ. διαρροές ψυκτικών από μονάδες κλιματισμού).
- Πεδίο (κατηγορία) 2: **Έμμεσες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου** που προκύπτουν από την παραγωγή ενέργειας (ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας) εκτός των ορίων του έργου υποδομής, η οποία εισάγεται από εξωτερικούς παρόχους και καταναλώνεται εντός των λειτουργικών ορίων του έργου.
- Πεδίο 3: **Έμμεσες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου** που προκύπτουν ως αποτέλεσμα των δραστηριοτήτων του έργου υποδομής, αλλά εκπέμπονται από πηγές που δεν ανήκουν ή δεν ελέγχονται από τον Δικαιούχο του έργου. Το εν λόγω πεδίο ή κατηγορία περιλαμβάνει έμμεσες εκπομπές που πραγματοποιούνται εκτός των ορίων του έργου υποδομής ή σχετίζονται με προϊόντα και υπηρεσίες που εισέρχονται/καταναλώνονται στο έργο ή εξέρχονται/παράγονται από αυτό. Η κατηγορία αυτή είναι προαιρετική σύμφωνα με τα πρότυπα και η απόφαση ενσωμάτωσης ή μη εκπομπών αυτού του πεδίου στους υπολογισμούς θα πρέπει να τεκμηριώνεται. Συνήθως ενσωματώνονται εκπομπές που είναι σημαντικές για μια συγκεκριμένη υποδομή. Σημειώνεται ότι για το πρότυπο ISO 14064, το αντίστοιχο πεδίο 3 (scope 3) του GHG protocol διαχωρίζεται σε τέσσερις επιμέρους κατηγορίες ως εξής:
 - ❖ Κατηγορία 3: Έμμεσες εκπομπές από μεταφορές
 - ❖ Κατηγορία 4: Έμμεσες εκπομπές από προϊόντα που χρησιμοποιήθηκαν στο Έργο (εκπομπές από την παραγωγή τους σε χώρο εκτός του Έργου)
 - ❖ Κατηγορία 5: Έμμεσες εκπομπές που σχετίζονται με τη χρήση προϊόντων του Έργου (εκπομπές από τα προϊόντα κατά τη «διάρκεια

ζωής» τους εκτός των ορίων του Έργου)

- ❖ Κατηγορία 6: Έμμεσες εκπομπές από άλλες πηγές (που δεν κατηγοριοποιούνται στις παραπάνω κατηγορίες)

Ενδεικτικά, στο πεδίο 3 μπορούν να αναφερθούν εκπομπές από κτίρια σε σχέση με:

- ❖ Μετακινήσεις προσωπικού από/προς το κτίριο (σε περίπτωση που υπάρχει προσωπικό)
- ❖ Μεταφορά υλών στο κτίριο
- ❖ Μεταφορά υλών από το κτίριο προς άλλο φορέα
- ❖ Μετακινήσεις επισκεπτών και πελατών στο κτίριο
- ❖ Επαγγελματικά ταξίδια και διαμονή (σε περιπτώσεις που το κτίριο έχει προσωπικό)
- ❖ Παραγωγή υλών που εισέρχονται στο κτίριο προς κατανάλωση
- ❖ Παραγωγή και διάθεση αποβλήτων
- ❖ Χρήση υπηρεσιών όπως συμβουλευτική, καθαρισμός, συντήρηση, ταχυδρομείο κτλ.

Πρέπει να καθοριστεί μια **βάση** - ένα τυπικό έτος λειτουργίας¹¹ ή αλλιώς έτος αναφοράς- στο οποίο θα αναφέρονται οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

Επεξηγηματικό κείμενο 3: Υπολογισμός εκπομπών ΑΘ σε κτιριακά Έργα ανά πεδίο

A. Εκπομπές Πεδίου (Κατηγορίας) 1

Στο Πεδίο (κατηγορία) 1 μπορούν να υπολογίζονται οι άμεσες εκπομπές λόγω καύσης καυσίμου σε καυστήρα για θέρμανση κτιρίων ή σε ηλεκτροζεύγος για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Στην περίπτωση αυτή χρειάζεται η συνολική ανάλωση καυσίμων σε ένα τυπικό έτος λειτουργίας και πρότυποι συντελεστές υπολογισμού. Οι συντελεστές αυτοί είναι:

- η κατώτερη θερμογόνο δύναμη (NCV) κάθε καυσίμου,
- ο συντελεστής εκπομπών (EF) κάθε καυσίμου,
- και ο συντελεστής οξείδωσης κάθε καυσίμου (OF)

¹¹ 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.

Η βασική εξίσωση υπολογισμού των εκπομπών είναι:

$$\text{(Εκπομπές)} = (\text{ποσότητα καυσίμου}) \times \text{NCV} \times \text{EF} \times \text{OF}$$

Η ανάλυση κάθε καυσίμου πρέπει να δίνεται τεκμηριωμένα από τον Δικαιούχο (π.χ. με βάση τα χαρακτηριστικά των καυστήρων ή της ενεργειακής μελέτης ενός κτιρίου). Οι συντελεστές υπολογισμού για κάθε καύσιμο μπορούν να αντληθούν από τον ετήσιο εθνικό κατάλογο απογραφής (National Inventory Report (NIR)) που υποβάλλει η Ελλάδα στη γραμματεία της UNFCCC¹². Επίσης, από τις κατευθυντήριες οδηγίες της IPCC¹³, σε περίπτωση που δεν περιλαμβάνονται στο NIR. Για λόγους απλοποίησης, στις περισσότερες περιπτώσεις ο συντελεστής οξείδωσης θεωρείται ίσος με τη μονάδα και απαλείφεται από την εξίσωση.

Με τον ίδιο τρόπο και δεδομένα μπορούν να υπολογιστούν και εκπομπές από γεννήτρια ηλεκτρικού ρεύματος που ενδεχομένως είναι εγκατεστημένη στο κτίριο. Η γεννήτρια συνήθως λειτουργεί με καύση πετρελαίου diesel.

Στο πεδίο (κατηγορία) 1 ίσως περιλαμβάνονται και εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από διαρροές ψυκτικών αερίων (διάχυτες εκπομπές). Πρόκειται για τα αέρια HFCs και PFCs. Στην περίπτωση αυτή απαιτείται τεκμηρίωση του Δικαιούχου για τα είδη των ψυκτικών αερίων που θα χρησιμοποιηθούν και της ποσότητας που ενδέχεται να διαρρέει στο έτος αναφοράς. Το δυναμικό πλανητικής υπερθέρμανσης (Global Warming Potential – GWP) για τα αέρια αυτά δίνεται στη πέμπτη αναφορά αξιολόγησης της IPCC¹⁴. Η εξίσωση υπολογισμού των διαφυγουσών εκπομπών από ένα ψυκτικό είναι:

$$\text{(Εκπομπές)} = (\text{ποσότητα ψυκτικού}) \times \text{GWP}_{\text{ψυκτικού}}$$

Επιπροσθέτως, σε ειδικές περιπτώσεις Κτιριακών υποδομών όπου πραγματοποιείται διαχείριση αποβλήτων εντός των ορίων της υποδομής, στο πεδίο 1 συμπεριλαμβάνονται και οι άμεσες εκπομπές από τη διαχείριση αποβλήτων. Για παράδειγμα, κτιριακές υποδομές που διαθέτουν ιδιόκτητες μονάδες βιολογικής επεξεργασίας λυμάτων ή νοσοκομεία που αποτεφρώνουν τα απόβλητα τους σε κλιβάνους οφείλουν να συμπεριλάβουν στις άμεσες εκπομπές τους και τις παραπάνω εκπομπές.

B. Εκπομπές Πεδίου (Κατηγορίας) 2

Στο πεδίο (κατηγορία) 2 θα πρέπει να υπολογίζονται έμμεσες εκπομπές από την προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας ή θερμότητας από εξωτερικούς παρόχους.

Η βασική εξίσωση υπολογισμού των εκπομπών είναι:

¹² Chapter 3 Energy (CRF sector 1), 3.2 Fuel Combustion (CRF source category 1.A), 3.2.4 Stationary combustion (CRF source category 1.A except 1.A.3), table 3.13 (όχι αποκλειστικά)

¹³ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, chapter 2: stationary combustion

¹⁴ 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., chapter 8, Table 8.A.1

(Εκπομπές) = (προμήθεια ενέργειας) x (συντελεστής εκπομπών)

Όσον αφορά την ηλεκτρική ενέργεια, ως προς τον υπολογισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου απαιτούνται η εκτιμώμενη προμήθεια στο έτος αναφοράς και ο συντελεστής εκπομπών. Η προμήθεια στο έτος αναφοράς πρέπει να δίνεται τεκμηριωμένα από τον Δικαιούχο. Ο συντελεστής εκπομπών για το CO₂ (gCO₂/kWh) λαμβάνεται από την ετήσια έκθεση¹⁵ του Διαχειριστή ΑΠΕ και Εγγυήσεων Προέλευσης (ΔΑΠΕΕΠ) για το ενεργειακό μείγμα του προηγούμενου έτους.

Οι συντελεστές εκπομπών για το μεθάνιο (CH₄) και το υποξείδιο του αζώτου (N₂O) δεν παρέχονται άμεσα αλλά πρέπει να υπολογιστούν. Ο γενικός τύπος είναι:

$$\text{Συντελεστής εκπομπών}_{(\text{CH}_4, \text{N}_2\text{O}), \text{έτους } \chi} = \frac{\text{Εθνικές εκπομπές από ενέργεια}_{(\text{CH}_4, \text{N}_2\text{O}), \text{έτους } \chi}}{\text{Υπολειπόμενο ενεργειακό μείγμα}_{\text{έτους } \chi}}$$

Αυτός είναι ένας προσεγγιστικός τύπος καθώς δεν είναι εύκολο να υπολογιστούν οι εκπομπές CH₄, N₂O που σχετίζονται με το ισοζύγιο εισαγωγών και εξαγωγών ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας. Ωστόσο, η διαφορά αυτή θεωρείται μικρή, μικρότερη από 1% στο σύνολο των εκπομπών CO₂eq. Το υπολειπόμενο ενεργειακό μείγμα λαμβάνεται από την ετήσια αναφορά του ΔΑΠΕΕΠ¹⁶. Οι εθνικές εκπομπές λαμβάνονται από τον ετήσιο κατάλογο αναφοράς της Ελλάδας (NIR)¹⁷. Γενικά, οι έμμεσες εκπομπές CH₄ και N₂O που προκύπτουν από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι πολύ μικρότερες από τις εκπομπές CO₂.

Επιπλέον, στο πεδίο (κατηγορία) 2 υπολογίζονται οι ενδεχόμενες έμμεσες εκπομπές από την εισροή θερμικής ενέργειας. Στην περίπτωση των κτιρίων, τέτοια περίπτωση είναι η τηλεθέρμανση. Ο Δικαιούχος πρέπει να καθορίσει την θερμική ενέργεια που θα αναλώνει. Οι εκπομπές που αντιστοιχούν σε αυτή μπορούν να ληφθούν από τον φορέα του δικτύου τηλεθέρμανσης ή να υπολογιστούν από τον δικαιούχο αν γνωρίζει τις βασικές παραμέτρους λειτουργίας του συστήματος, όπως είναι το χρησιμοποιούμενο καύσιμο και η απόδοση.

Γ. Εκπομπές Πεδίου 3

Οι εκπομπές πεδίου 3, όπως έχει αναφερθεί, μπορεί να προέρχονται από πολλές διαφορετικές πηγές. Κάποια παραδείγματα σημαντικών συνήθως πηγών εκπομπών πεδίου 3 δίνονται στη συνέχεια.

¹⁵ Γράφημα 2, παράρτημα 1, υπολειπόμενο ενεργειακό μείγμα, ΔΑΠΕΕΠ

¹⁶ Συνήθως γράφημα 2, παράρτημα 1. Συνήθως δημοσιεύεται το καλοκαίρι του επόμενου έτους

¹⁷ NIR Greece, 3.2.4.3 Energy Industries, table 3.15

- Στην περίπτωση των **μεταφορών**, οι εκπομπές υπολογίζονται από την κατανάλωση καυσίμου, σύμφωνα με την βασική εξίσωση που αναφέρθηκε παραπάνω (πεδίο 1). Επομένως, ο δικαιούχος πρέπει να καθορίσει την ανάλωση καυσίμου που απαιτείται ώστε να πραγματοποιηθούν οι μεταφορές. Για παράδειγμα, αν είναι γνωστή η απόσταση και ο τύπος του μέσου μεταφοράς, τότε ο υπολογισμός της συνολικής κατανάλωσης καυσίμου γίνεται λαμβάνοντας υπόψη την ειδική ανάλωση (π.χ. lt/km) του μέσου μεταφοράς. Ο υπολογισμός πάντα αφορά ένα ημερολογιακό έτος που θεωρείται τυπικό έτος λειτουργίας. Ο υπολογισμός των εκπομπών γίνεται με βάση την κατανάλωση καυσίμου και με χρήση των συντελεστών υπολογισμού του NIR (όπως περιγράφεται στο πεδίο 1) και των κατευθυντήριων οδηγιών της IPCC¹⁸, σε περίπτωση που ένα καύσιμο δεν αναφέρεται στο NIR. Το ίδιο ισχύει και για τις μετακινήσεις του προσωπικού.
- Οι έμμεσες εκπομπές από την **παραγωγή υλών που εισέρχονται** και καταναλώνονται στο έργο υπολογίζονται με βάση έναν ειδικό συντελεστή εκπομπών, π.χ. ανά τόνο παραγόμενου υλικού. Για παράδειγμα, οι εκπομπές από την παραγωγή χαρτιού που καταναλώνεται στη διάρκεια ενός έτους αναφοράς μπορούν να προσδιοριστούν με το συντελεστή εκπομπών που δίνεται στον Κανονισμό (ΕΕ) 2021/447¹⁹. Στον ίδιο Κανονισμό αναφέρονται ειδικοί συντελεστές εκπομπών και για άλλα υλικά.
- Οι έμμεσες εκπομπές από την **παραγωγή και διάθεση αποβλήτων** μπορούν να υπολογιστούν θεωρώντας έναν αριθμό ατόμων που σχετίζονται με το κτίριο (εργάζονται, κατοικούν, εκπαιδεύονται, νοσηλεύονται, κλπ), ένα συντελεστή παραγωγής αποβλήτων ανά άτομο και ένα συντελεστή εκπομπών ανά ποσότητα αποβλήτου.
Ο συντελεστής παραγωγής αποβλήτων ανά άτομο προκύπτει σύμφωνα με την ακόλουθη εξίσωση:
Παραγωγή και διάθεση αποβλήτων = άτομα x $\frac{\text{παραγωγή αποβλήτων}}{\text{άτομο}}$ x χρόνος λειτουργίας
Σημειώνεται ότι ανά περίπτωση θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ο χρόνος λειτουργίας του Έργου. Το εθνικό σχέδιο διαχείρισης αποβλήτων (ΕΣΔΑ²⁰) αναφέρει για παράδειγμα 514 kg/Κάτοικο/έτος. Πιο εξειδικευμένα στοιχεία μπορούν να χρησιμοποιηθούν αν είναι διαθέσιμα.
Στη συνέχεια, προκειμένου να υπολογιστούν οι εκπομπές, πρέπει να λαμβάνεται συντελεστής εκπομπών ανά ποσότητα αποβλήτων.

¹⁸ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, chapter 2: mobile combustion, table 3.2.2

¹⁹ ΕΚΤΕΛΕΣΤΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΕ) 2021/447 ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ της 12ης Μαρτίου 2021 σχετικά με τον καθορισμό των αναθεωρημένων τιμών των δεικτών αναφοράς για τη δωρεάν κατανομή δικαιωμάτων εκπομπής για την περίοδο από το 2021 έως το 2025 κατ' εφαρμογή του άρθρου 10α παράγραφος 2 της οδηγίας 2003/87/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, Παράρτημα, δείκτες αναφοράς, παρ. 1

²⁰ ΦΕΚ 185Α/29-9-2020

Έτσι, οι εκπομπές από την παραγωγή και διάθεση αποβλήτων βασίζονται στην ακόλουθη εξίσωση:

$$\text{Εκπομπές} = \text{ποσότητα αποβλήτων} \times \frac{\text{Εκπομπές}}{\text{ποσότητα αποβλήτων}}$$

Επιπλέον, οι εκπομπές μπορούν να υπολογιστούν θεωρώντας έναν αριθμό ατόμων που σχετίζονται με το κτίριο (εργάζονται, κατοικούν, εκπαιδεύονται, νοσηλεύονται, κλπ) και ένα συντελεστή εκπομπών ανά άτομο. Ο συντελεστής εκπομπών ανά άτομο μπορεί να προκύπτει από το λόγο των συνολικών εθνικών εκπομπών για τον κλάδο της παραγωγής και διάθεσης αποβλήτων που δηλώνεται στο NIR²¹ προς το συνολικό πληθυσμό της χώρας.

Επεξηγηματικό κείμενο 4: Υπολογισμός εκπομπών από τα απόβλητα που παράγονται από τους χρήστες ενός κτιρίου παροχής υπηρεσιών

Μια κτιριακή υποδομή που, συνήθως, χρησιμοποιείται για παροχή υπηρεσιών (π.χ. ένα εκπαιδευτικό κτίριο, ένα κτίριο που στεγάζει υπηρεσίες ενός Δήμου, κλπ) περιλαμβάνει τόσο τους εργαζόμενους σε αυτό όσο και τους επισκέπτες. Ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου, μπορεί οι επισκέπτες να περνούν ελάχιστο χρόνο στο κτίριο και να θεωρείται ότι δεν παράγουν απόβλητα σε αυτό αλλά μπορεί να περνούν ένα σημαντικό μέρος της μέρας τους, π.χ. οι μαθητές σε ένα σχολείο ή οι σπουδαστές σε ένα ΑΕΙ.

Για παράδειγμα, μπορεί να θεωρηθεί ότι σε ένα ΑΕΙ περνούν το 1/3 του συνολικού χρόνου μιας ημέρας τόσο οι εργαζόμενοι σε αυτό όσο και οι σπουδαστές. Επομένως, κατά προσέγγιση, παράγουν το 1/3 των στερεών αποβλήτων τους. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, στην ετήσια εθνική έκθεση εκπομπών και τους υπολογισμούς που τη συνοδεύουν (NIR/CRF) δίνονται οι εκτιμώμενες ετήσιες εκπομπές CO₂eq από τη διαχείριση αποβλήτων στην Ελλάδα και ο πληθυσμός της χώρας. Επομένως, μπορεί να υπολογιστεί μια παραγωγή CO₂eq ανά άνθρωπο και ανά ημέρα. Αυτός ο συντελεστής μπορεί να χρησιμοποιείται για μία γρήγορη προσέγγιση των εκπομπών.

Σύμφωνα με το NIR του 2022, οι συνολικές εκπομπές του 2020 για τον τομέα διαχείρισης αποβλήτων ήταν 4.880.550 tnCO₂eq (table ES.3b, page. xi).

Επίσης, οι υπολογισμοί του NIR, όπως αναφέρονται στα CRF έχουν θεωρήσει ότι ο πληθυσμός της χώρας ήταν 10.980.966 το 2020.

Άρα, ο συντελεστής εκπομπών ανά άτομο προκύπτει ως εξής:

$$4.880.550 \text{ tnCO}_2\text{eq} / 10.980.966 = 0,45 \text{ tnCO}_2\text{eq}/\text{άτομο}$$

Επομένως, για ένα κτίριο που χρησιμοποιείται το 1/3 του χρόνου, οι εκπομπές ανά άτομο που σχετίζονται με την παραγωγή αποβλήτων είναι:

²¹ NIR GREECE, ES.3 Emissions trends per sector, Table ES.3... Total GHG emissions (in kt CO₂ eq) by sector for the period x

$0,45/3 = 0,15 \text{ tnCO}_2\text{eq/άτομο.}$

Σημειώνεται ότι αυτή είναι μια γρήγορη προσεγγιστική εκτίμηση που αφορά στα στοιχεία του έτους 2020 και δίνεται σύμφωνα με όλες τις παραδοχές που γίνονται παραπάνω. Σε κάποιες περιπτώσεις ίσως πρέπει να εξεταστούν οι ειδικές περιστάσεις χρήσης μιας κτιριακής υποδομής, όπως π.χ. σε περιπτώσεις ξενοδοχειακών συγκροτημάτων που πιθανόν να παράγουν αυξημένα απόβλητα τροφίμων ή νοσοκομείων, που παράγουν επικίνδυνα απόβλητα τα οποία υπόκεινται σε θερμική επεξεργασία σε κλιβάνους αποτέφρωσης εκτός του χώρου των νοσοκομείων.

Παράδειγμα Γ: Αναλυτικός υπολογισμός ανθρακικού αποτυπώματος σε πανεπιστημιούπολη

Θεωρείται μια πανεπιστημιούπολη. Η θέρμανση των κτιρίων γίνεται με καυστήρες φυσικού αερίου με εκτιμώμενη ετήσια κατανάλωση φυσικού αερίου $1.200.000 \text{ Nm}^3$. Η καθαρή θερμογόνο δύναμη του φυσικού αερίου μεταβάλλεται λίγο με το χρόνο και δίνεται στο ετήσιο NIR της Ελλάδας, εδώ θεωρείται ίσο με $0,038461 \text{ GJ/Nm}^3$. Άρα η καταναλισκόμενη ενέργεια φυσικού αερίου είναι:

$$\text{Ενέργεια} = (\text{Ποσότητα}) \times \text{NCV} = 1.200.000 \times 0,038461 \text{ GJ/Nm}^3 = 46.153,2 \text{ GJ ή } 46,15 \text{ TJ}$$

Στο σύμπλεγμα κτιρίων είναι εγκατεστημένες τρεις εφεδρικές γεννήτριες ηλεκτρικού ρεύματος που λειτουργούν με καύση πετρελαίου diesel. Η εκτιμώμενη κατανάλωση πετρελαίου diesel για το σκοπό αυτό είναι 14 tn ανά τυπικό έτος λειτουργίας. Στα κτίρια έχουν εγκατασταθεί κεντρικές κλιματιστικές μονάδες και εκτιμάται ότι σε ένα τυπικό έτος λειτουργίας διαφεύγουν περίπου 1 kg ψυκτικού R410A.

Οι συνολικές ανάγκες σε ηλεκτρικό ρεύμα εκτιμώνται σε 40.000 MWh ανά έτος.

Στο χώρο των κτιρίων πραγματοποιούνται εσωτερικές μεταφορές με shuttle buses (3 λεωφορεία που κάνουν 1 διαδρομή ανά ώρα για 12 ώρες τις εργάσιμες μέρες και κάθε διαδρομή είναι 20 χλμ.). Η συνολική κατανάλωση χαρτιού για τις ανάγκες του προσωπικού των κτιρίων εκτιμάται σε 400.000 σελίδες. Η κάθε σελίδα ζυγίζει 5 g περίπου, άρα η συνολική προμήθεια χαρτιού εκτιμάται σε 2 τόνους χαρτιού το έτος. Συνολικά από τα κτίρια εξυπηρετούνται 10.000 άτομα, που περιλαμβάνουν τόσο τους εργαζόμενους όσο και τους σπουδαστές.

Για τον προσδιορισμό των ορίων αναφοράς των εκπομπών και την ποσοτικοποίησή τους χρησιμοποιείται το ISO 14064:2018. Στο πλαίσιο εκπομπών του Πεδίου 3 θεωρήθηκε ότι θα υπολογιστούν οι εκπομπές από τις εσωτερικές μετακινήσεις των λεωφορείων, την κατανάλωση χαρτιού και την παραγωγή αποβλήτων. Αυτή είναι μια υποκειμενική θεώρηση μόνο. Ο κάθε δικαιούχος πρέπει να εκτιμήσει εκείνες τις εκπομπές του Πεδίου 3 που μπορεί να είναι σχετικές με την κτιριακή υποδομή που τον αφορά.

Οι συντελεστές υπολογισμού κάθε κατηγορίας εκπομπών του παραδείγματος προέρχονται από τις πηγές που παρουσιάστηκαν προηγουμένως (ως υποσημειώσεις) στη γενική ανάλυση των εκπομπών ενός κτιρίου σε πεδία (κατηγορίες). Ο συντελεστής

οξειδωσης έχει θεωρηθεί ίσος με τη μονάδα και έχει απαλειφθεί.

Οι τιμές του δυναμικού πλανητικής υπερθέρμανσης για κάθε αέριο του θερμοκηπίου είναι:

- CO₂: 1 tnCO₂eq/tnCO₂
- CH₄: 28 tnCO₂eq/tnCH₄
- N₂O: 265 tnCO₂eq/tnN₂O
- R410A: 2.088 tnCO₂eq/tnR410A

Ο υπολογισμός των εκπομπών έχει ως εξής:

Πεδίο 1:

- Άμεσες εκπομπές από καύση φυσικού αερίου στους καυστήρες

Εκπομπές CO₂ = ανάλωση * EF = 46,15 TJ * 55,69 tnCO₂/TJ = 2.570 tnCO₂

Εκπομπές CH₄ = ανάλωση * EF = 46,15 TJ * 5,00 kgCH₄/TJ = 0,231 tnCH₄

Εκπομπές N₂O = ανάλωση * EF = 46,15 TJ * 0,10 kgN₂O/TJ = 0,0046 tnN₂O

- Άμεσες εκπομπές από καύση πετρελαίου diesel στις γεννήτριες ρεύματος

Εκπομπές CO₂ = ανάλωση * NCV * EF = 14 tn * 0,0428 TJ/tn * 73,78 tnCO₂/TJ = 44 tnCO₂

Εκπομπές CH₄ = ανάλωση * EF = 0,6 TJ * 10,00 kgCH₄/TJ = 0,006 tnCH₄

Εκπομπές N₂O = ανάλωση * EF = 0,6 TJ * 0,60 kgN₂O/TJ = 0,00036 tnN₂O

- Άμεσες εκπομπές από διαφυγούσες εκπομπές ψυκτικών

Εκπομπές = (ποσότητα που διαφεύγει) * GWP = 1 kgR410A * 2.088 kgCO₂eq/kgR410A =
= 2,09 tnCO₂eq

- Συνολικές εκπομπές Πεδίου 1

Οι συνολικές εκπομπές υπολογίζονται ως ισοδύναμοι τόνοι διοξειδίου του άνθρακα χρησιμοποιώντας τις τιμές GWP που δόθηκαν παραπάνω. Συνολικά, είναι το άθροισμα των τριών περιπτώσεων:

(Εκπομπές Πεδίου 1) = (Εκπομπές φ.α.) + (Εκπομπές diesel) + (Εκπομπές ψυκτικού)

Με βάση τα παραπάνω, οι συνολικές εκπομπές είναι:

Εκπομπές = (2.570 + 44) + (0,231 + 0,006)*28 + (0,0046 + 0,00036)*265 + 0,001*2.088
= **2.624,04 tnCO₂eq**

Πεδίο 2:

- Έμμεσες εκπομπές από την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που εκτιμάται ότι θα προμηθεύεται το πανεπιστημιακό σύμπλεγμα κτιρίων

Εκπομπές CO₂ = ανάλωση * EF = 40.000 MWh * 436,889 kgCO₂/MWh = 17.475,56 tnCO₂

Εκπομπές CH₄ = ανάλωση * EF = 40.000 MWh * 6,43 gCH₄/MWh = 0,257 tnCH₄

Εκπομπές N₂O = ανάλωση * EF = 40.000 MWh * 2,73 gN₂O/MWh = 0,11 tnN₂O

Αντίστοιχα, οι συνολικές εκπομπές του Πεδίου 2 ανάγονται σε ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα με τη χρήση των GWP Κάθε αερίου:

Εκπομπές = 17.475,56*1 + 0,257*28 + 0,110*265 = **17.511,91 tnCO₂eq**

Πεδίο 3:

- Έμμεσες εκπομπές από τις εσωτερικές μετακινήσεις με shuttle buses

Η ειδική κατανάλωση καυσίμου των μίνι λεωφορείων που χρησιμοποιούνται δίνεται από τον κατασκευαστή: 12 L/100 km. Συνεπώς, στο έτος η συνολική κατανάλωση καυσίμου είναι:

3 λεωφορεία * 20 km/h * 12 h/d * 300 d/y * 12 L/100 km = 25.920 L ή 25,920 m³.

Τα λεωφορεία χρησιμοποιούν πετρέλαιο diesel για την κίνησή τους. Η πυκνότητα του πετρελαίου diesel είναι 0,845 ²² tn/m³. Άρα, η ετήσια ανάλωση πετρελαίου diesel θα είναι 0,845 * 25,920 m³ = 21,902 tn.

Η αναλίσκόμενη ενέργεια είναι:

Ενέργεια = (ποσότητα) x NCV = 21,902 tn * 0,0428 TJ/tn = 0,9374 TJ

Εκπομπές CO₂ = Ενέργεια * EF = 0,9374TJ/tn * 73,78tnCO₂/TJ = 69,16 tnCO₂

Εκπομπές CH₄ = Ενέργεια * EF = 0,9374 TJ * 3,9 kgCH₄/TJ = 0,004 tnCH₄

Εκπομπές N₂O = Ενέργεια * EF = 0,9374 TJ * 3,9 kgN₂O/TJ = 0,004 tnN₂O

- Έμμεσες εκπομπές από την παραγωγή χαρτιού που εκτιμάται ότι θα καταναλώνεται στα κτίρια

Εκπομπές CO₂eq = ανάλωση * EF = 2 tn * 0,242 tnCO₂e/tn = 0,5 tnCO₂e

- Έμμεσες εκπομπές από την παραγωγή αποβλήτων

Εκπομπές CO₂eq = άτομα * EF = 10.000 άτομα * 0,15 tnCO₂eq/άτομο = 1.500 tnCO₂eq

- Συνολικές εκπομπές Πεδίου 3

²² ΚΥΑ 76/2016/ΦΕΚ Β 4217/28.12.2016

Είναι το άθροισμα των επιμέρους εκπομπών που υπολογίστηκαν για τις επιμέρους περιπτώσεις, όπου όλα τα αέρια έχουν αναχθεί σε ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα:

$$\begin{aligned}\text{Εκπομπές} &= (\text{Εκπομπές λεωφορείων}) + (\text{Εκπομπές από χαρτί}) + (\text{Εκπομπές αποβλήτων}) \\ &= (69,16 + 0,004 \cdot 28 + 0,004 \cdot 265) + 0,5 + 1.500 = \mathbf{1.570,83 \text{ tnCO}_2\text{eq}}\end{aligned}$$

Συνεπώς, οι συνολικές εκπομπές είναι:

$$\begin{aligned}(\text{Συνολικές εκπομπές}) &= (\text{Πεδίο 1}) + (\text{Πεδίο 2}) + (\text{Πεδίο 3}) \\ &= 2.624,04 + 17.511,91 + 1.570,83 = \mathbf{21.706,78 \text{ tnCO}_2\text{eq}}.\end{aligned}$$

2.2.2 Σχετικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου του Έργου

Επεξηγηματικό κείμενο 5: Υπολογισμός Σχετικών Εκπομπών μέσω χαρακτηριστικών παραδειγμάτων

Εφόσον υπολογιστούν οι απόλυτες εκπομπές, ο Δικαιούχος πρέπει να υπολογίσει τις βασικές εκπομπές, δηλαδή τις εκπομπές απουσία του έργου, ώστε να υπολογιστούν οι σχετικές εκπομπές, δηλαδή η διαφορά μεταξύ απόλυτων και βασικών εκπομπών.

$$(\text{Σχετικές εκπομπές}) = (\text{απόλυτες εκπομπές}) - (\text{βασικές εκπομπές})$$

Όταν πρόκειται για νέο έργο, οι βασικές εκπομπές είναι μηδενικές. Συνεπώς, οι σχετικές εκπομπές ταυτίζονται με τις απόλυτες.

Όταν πρόκειται για αναβάθμιση του ίδιου έργου, υπολογίζονται οι βασικές εκπομπές (οι εκπομπές από την προηγούμενη κατάσταση λειτουργίας του έργου) και συνεπώς οι σχετικές εκπομπές.

Γενικά, οι σχετικές εκπομπές θεωρούνται πιο αντιπροσωπευτικές σε σχέση με τις απόλυτες.

Σχολικό κτίριο: Η υποδομή αφορά τη δημιουργία ενός νέου σχολικού συγκροτήματος που θα αντικαταστήσει δύο επιμέρους παλαιά κτίρια σχολείων. Οι βασικές εκπομπές είναι το άθροισμα των εκπομπών που προκύπτουν από την ανάλωση καυσίμου για θέρμανση (άμεσες εκπομπές) στους καυστήρες των παλαιών κτιρίων και των εκπομπών που προκύπτουν από την ανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας που προκύπτει από τους σχετικούς λογαριασμούς των παλαιών κτιρίων (έμμεσες εκπομπές πεδίου 2). Οι υπόλοιπες άμεσες και έμμεσες εκπομπές μπορούν να θεωρηθούν αμελητέες εκτός και αν συντρέχει κάποια ειδική περίπτωση. Σε αυτή την περίπτωση, οι βασικές εκπομπές είναι:

$$(\text{Βασικές εκπομπές}) = \sum_{\text{σχολεία 1,2}} (\text{Άμεσες εκπομπές}) + \sum_{\text{σχολεία 1,2}} (\text{Έμμεσες εκπομπές})$$

Νοσοκομείο: Η υποδομή αφορά στη δημιουργία ενός νέου νοσοκομείου σε περιοχή που δεν υπήρχε πριν άλλο αντίστοιχο κτίριο. Σε αυτή την περίπτωση οι βασικές εκπομπές μπορούν να θεωρηθούν μηδενικές και άρα:

$$(\text{Σχετικές εκπομπές}) = (\text{απόλυτες εκπομπές})$$

Ενεργειακή αναβάθμιση κτιρίου. Το έργο αφορά στην ενεργειακή αναβάθμιση υφιστάμενου κτιρίου. Η αναβάθμιση θα οδηγήσει σε μείωση της κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων για θέρμανση και τη μείωση της χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη/θέρμανση. Επομένως, οι βασικές εκπομπές αφορούν τις άμεσες και έμμεσες εκπομπές του κτιρίου πριν την αναβάθμιση. Αντίστοιχα, οι απόλυτες εκπομπές αφορούν τις άμεσες και έμμεσες εκπομπές που εκτιμάται ότι θα υπάρχουν μετά την αναβάθμιση. Άρα:

$$(\text{Σχετικές εκπομπές}) = (\text{Εκπομπές μετά την αναβάθμιση}) - (\text{Εκπομπές πριν την αναβάθμιση})$$

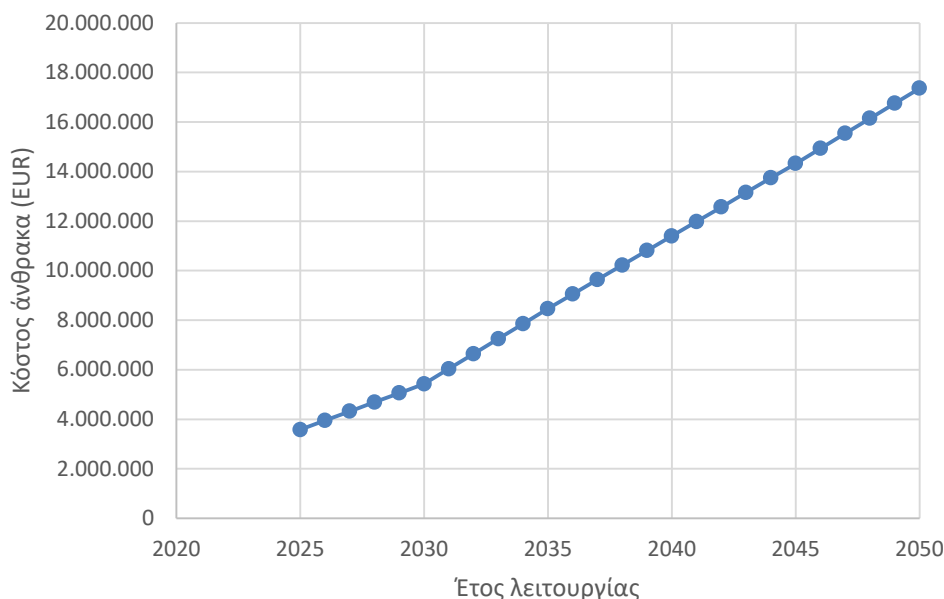
2.2.3 Οικονομική αποτίμηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου

Το σκιώδες κόστος του άνθρακα που αναφέρεται στην Τεχνική Οδηγία²³ πρέπει να χρησιμοποιείται για έργα υποδομής κατά την περίοδο 2021-2027.

Παράδειγμα Γ: Υπολογισμός του κόστους άνθρακα σε πανεπιστημιούπολη

Γίνεται η υπόθεση ότι για την Πανεπιστημιούπολη του παραδείγματος Γ, θα χρειαστούν τέσσερα έτη για την κατασκευή. Το έργο θα αρχίσει να λειτουργεί το 2025. Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου εκτιμήθηκαν σε 21.707 t_{CO₂e}q και θεωρείται ότι διατηρούνται σταθερές στο διάστημα λειτουργίας 2025-2050. Έτσι, με βάση τον παραπάνω πίνακα, το έτος 2025 το κόστος άνθρακα θα είναι 3.581.655 EUR και το έτος 2050 το κόστος άνθρακα θα είναι 17.365.600 EUR. Το κόστος άνθρακα για κάθε έτος λειτουργίας παρουσιάζεται στο ακόλουθο διάγραμμα.

²³ Τεχνικές κατευθυντήριες οδηγίες σχετικά με την ενίσχυση της ανθεκτικότητας των υποδομών στην κλιματική αλλαγή κατά την περίοδο 2021-2027 (2021/C 373/01) [σελ. 25, Πίνακας 5]



Διάγραμμα : Κόστος άνθρακα για τα έτη λειτουργίας 2025-2050

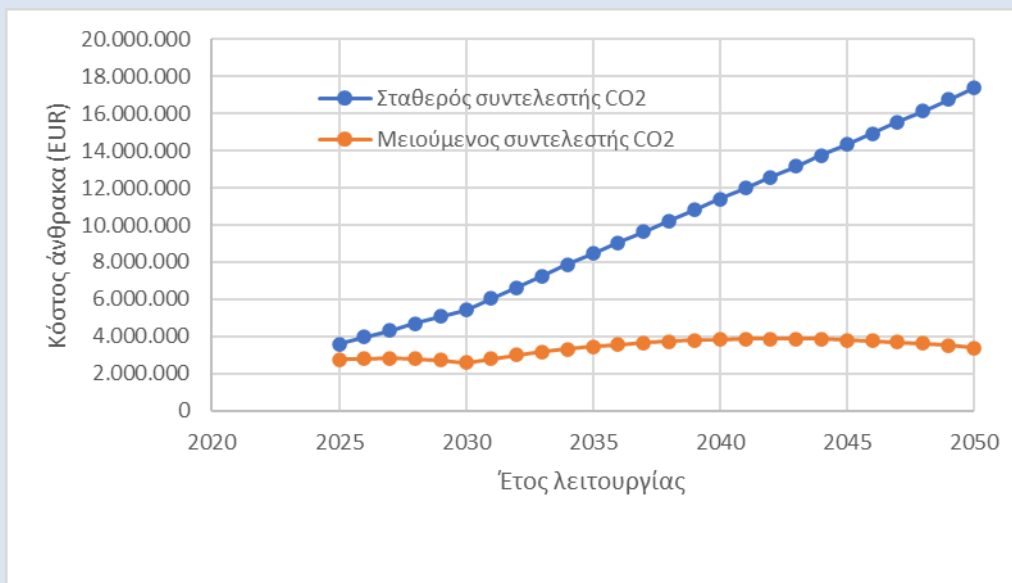
Παράδειγμα Γ: Υπολογισμός του κόστους άνθρακα θεωρώντας μεταβαλλόμενο ενεργειακό μείγμα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

Στην προηγούμενη ενότητα υπολογίστηκε το κόστος άνθρακα για μια κτιριακή υποδομή πανεπιστημιούπολης θεωρώντας σταθερές τιμές για την ενεργειακή ανάλωση και σταθερό ενεργειακό μείγμα. Ωστόσο, σύμφωνα με το ΕΣΕΚ, το ενεργειακό μείγμα που χρησιμοποιείται στην Ελλάδα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας βελτιώνεται συνεχώς. Η βελτίωση αυτή σημαίνει ότι για κάθε παραγόμενη μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας θα εκπέμπονται λιγότερα αέρια του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Αυτό θα προέλθει από τη μείωση της χρήσης ορυκτών καυσίμων και την αύξηση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρισμού.

Σύμφωνα με τα στοιχεία του ΔΑΠΕΕΠ ο συντελεστής εκπομπών CO₂ για το υπολειπόμενο ενεργειακό μείγμα του 2020 ήταν 436,889 kgCO₂/MWh. Σύμφωνα με τις προβλέψεις για το ενεργειακό μείγμα του 2030 στο ΕΣΕΚ (ΦΕΚ 4983B/31-12-2019, Πίνακας 38), ο συντελεστής εκτιμάται ότι θα μειωθεί στα 153,47 kgCO₂/MWh. Περαιτέρω εκτιμάται ότι θα συνεχίσει να μειώνεται και το 2050 θα μηδενιστεί. Θεωρώντας ότι ο συντελεστής εκπομπών CO₂ του υπολειπόμενου ενεργειακού μείγματος της Ελλάδας θα μειωθεί γραμμικά μεταξύ των παραπάνω αναφερόμενων τιμών, εκτιμώνται ξανά οι έμμεσες εκπομπές του Πεδίου 2 που αφορούν το CO₂ από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Στη συνέχεια, επανεκτιμάται το κόστος άνθρακα θεωρώντας το σκιώδες κόστος άνθρακα που αναφέρεται στην Τεχνική Οδηγία.

Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζεται το κόστος άνθρακα ανά έτος λειτουργίας του πανεπιστημίου για σταθερές ενεργειακές αναλώσεις θεωρώντας (α) σταθερό

συντελεστή CO₂ και (β) μεταβαλλόμενο (μειούμενο) συντελεστή εκπομπών, σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν παραπάνω.



Διάγραμμα: Κόστος άνθρακα ανά έτος λειτουργίας του πανεπιστημίου με σταθερό και μεταβαλλόμενο (μειούμενο) συντελεστή εκπομπών σύμφωνα με το ΕΣΕΚ

Στον επόμενο Πίνακα δίνονται οι τιμές κόστους άνθρακα με σταθερό και μεταβαλλόμενο συντελεστή εκπομπών CO₂ για το ενεργειακό μείγμα της ηλεκτροπαραγωγής. Με έντονη γραφή δίνονται οι τιμές του συντελεστή εκπομπών CO₂ της ηλεκτροπαραγωγής που αφορά (α) στην πραγματική τιμή του 2020 και (β) στη σχεδιαζόμενη τιμή του 2030 και στο στόχο κλιματικής ουδετερότητας του 2050.

Έτος	Σταθερός συντελεστής εκπομπών		Μεταβαλλόμενος συντελεστής εκπομπών	
	Συντελεστής (kgCO ₂ /MWh)	Κόστος άνθρακα (€)	Συντελεστής (kgCO ₂ /MWh)	Κόστος άνθρακα (€)
2020	436,89	1.736.560	436,89	1.736.560
2025	436,89	3.581.655	310,93	2.750.319
2030	436,89	5.426.750	153,47	2.592.560
2035	436,89	8.465.730	115,10	3.445.861
2040	436,89	11.396.175	76,74	3.832.941
2045	436,89	14.326.620	38,37	3.805.652
2050	436,89	17.365.600	0,00	3.385.152

2.2.4 Συμβατότητα με το στόχο της κλιματικής ουδετερότητας

Το τελευταίο βήμα στην αξιολόγηση της ουδετερότητας άνθρακα (carbon neutrality proofing) είναι η επιβεβαίωση της συμβατότητας του έργου (ανέγερση κτιρίων) με μια ρεαλιστική πορεία επίτευξης των στόχων της Ελλάδας²⁴ και της Ε.Ε. για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στο μέλλον, των στόχων της Συμφωνίας του Παρισιού και των διατάξεων του Ευρωπαϊκού Νόμου για το κλίμα²⁵. Η επιβεβαίωση θα μπορούσε ακόμη να βασίζεται στη σύγκριση με μια μακροπρόθεσμη εθνική στρατηγική όπως είναι το Ελληνικό Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ) που καλύπτει δεκαετείς περιόδους ξεκινώντας από την δεκαετία 2021 – 2030, τη Μακροχρόνια Στρατηγική για το έτος 2050 (ΜΣ50), τον Εθνικό Κλιματικό Νόμο (ΕΚΝ) 4936/2022 ή ακόμη με τις προδιαγραφές του Κ.Εν.Α.Κ, οι οποίες προωθούν τη μείωση της ενεργειακής απαίτησης στα κτίρια και, επομένως, την κλιματική ουδετερότητα.

Επεξηγηματικό κείμενο 6: Εκτίμηση συμβατότητας με το στόχο κλιματικής ουδετερότητας

Α. Συσχέτιση μιας κτιριακής υποδομής με τον κλιματικό νόμο

Οι κτιριακές υποδομές εμπίπτουν στα άρθρα 16, 17, 19 και 20 του Εθνικού Κλιματικού Νόμου 4936/2022.

Το άρθρο 16 του ΕΚΝ προβλέπει τη λήψη μέτρων για τη μείωση εκπομπών από τα κτίρια που χρησιμοποιούνται από τους Ο.Τ.Α. α' βαθμού, καθώς και τα νομικά πρόσωπα που εποπτεύονται από αυτούς, στο πλαίσιο των Δημοτικών Σχεδίων Μείωσης Εκπομπών (ΔηΣΜΕ).

Σύμφωνα με την παρ. 1, του άρθρου 17 «Μέτρα για τη μείωση εκπομπών από κτίρια» ορίζει: «Από την 1η Ιανουαρίου 2025 απαγορεύεται η πώληση και εγκατάσταση **καυστήρων πετρελαίου θέρμανσης**. Σε όποιον πωλεί ή εγκαθιστά καυστήρες πετρελαίου θέρμανσης κατά παράβαση του πρώτου εδαφίου επιβάλλονται πρόστιμο και σφράγιση του καυστήρα. Το ύψος του προστίμου ορίζεται σε ποσό τριπλάσιο της τιμής πώλησης του καυστήρα.». Έτσι, το προτεινόμενο έργο πρέπει να εξετάζει εναλλακτικό τρόπο θέρμανσης, διαφορετικό του καυστήρα πετρελαίου θέρμανσης.

Επιπλέον, η παρ. 3 του άρθρου 17 ορίζει: «Για αιτήσεις έκδοσης οικοδομικών αδειών ανέγερσης νέων κτιρίων ή προσθηκών σε υφιστάμενα κτίρια που υποβάλλονται από την 1η Ιανουαρίου 2023, τα ειδικά κτίρια της παρ. 21 του άρθρου 2 του ν. 4067/2012 (Α' 79), εξαιρουμένων των τουριστικών καταλυμάτων και των ναών, με κάλυψη μεγαλύτερη των πεντακοσίων (500) τ.μ., υποχρεούνται να τοποθετούν **συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά ή θερμικά ηλιακά συστήματα** σε ποσοστό που αντιστοιχεί

²⁴ Ν. 4936 (ΦΕΚ 105Α/27-5-2022) Εθνικός κλιματικός νόμος - Μετάβαση στην κλιματική ουδετερότητα και προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, επείγουσες διατάξεις για την αντιμετώπιση της ενεργειακής κρίσης και την προστασία του περιβάλλοντος

²⁵ Κανονισμός (ΕΕ) 2021/1119 θέσπιση πλαισίου με στόχο την επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας και για την τροποποίηση των κανονισμών (ΕΚ) αριθ. 401/2009 και (ΕΕ) 2018/1999 («ευρωπαϊκό νομοθέτημα για το κλίμα»)

στο τριάντα τοις εκατό (30%) τουλάχιστον της κάλυψης.». Συνεπώς, τα έργα που περιλαμβάνουν ανέγερση κτιρίων με κάλυψη μεγαλύτερη των 500 τ.μ. θα πρέπει να συμβαδίζουν με την παραπάνω απαίτηση.

Το άρθρο 19 του ΕΚΝ προβλέπει ότι οι υφιστάμενες κτιριακές υποδομές²⁶, που εμπίπτουν στην κατηγορία Α' του άρθρου 1 του ν.4014/2011 (Α' 209), υποχρεούνται σε μείωση εκπομπών κατά τριάντα τοις εκατό (30%) τουλάχιστον, έως το 2030 σε σχέση με το έτος 2019.

Επίσης το άρθρο 20 του ΕΚΝ, προβλέπει εθελοντικούς στόχους και δράσεις μείωσης ή αντιστάθμισης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου για τις επιχειρήσεις. Σε κάποιες κατηγορίες επιχειρήσεων η μείωση εκπομπών αναμένεται να προέλθει κυρίως από τις κτιριακές εγκαταστάσεις τους, π.χ. πιστωτικά ιδρύματα, ασφαλιστικές επιχειρήσεις, αλυσίδες καταστημάτων λιανεμπορίου.

Β. Συσχέτιση μιας κτιριακής υποδομής με το ΕΣΕΚ

Το Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΦΕΚ 4893/Β/31-12-2019) στην ενότητα 1.1.2 αναφέρει το εξής: «Δεδομένου ότι τα κτίρια ευθύνονται σήμερα για το 40% περίπου της κατανάλωσης ενέργειας, είναι ανάγκη να προωθηθεί η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων μέσω ανακαίνισης και εκσυγχρονισμού καθώς και να προβλεφθούν αντίστοιχα μέτρα ανανέωσης του κτιριακού αποθέματος που έχει ολοκληρώσει τον κύκλο ζωής του, με παράλληλη αξιοποίηση των παραγόμενων απόβλητων εκσκαφών κατασκευών & κατεδαφίσεων (ΑΕΕΚ) σύμφωνα με τις αρχές της κυκλικής οικονομίας. Η μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων απαιτεί την **αυξημένη χρήση ενεργειακά αποδοτικών και χαμηλών εκπομπών συστημάτων θέρμανσης, αλλά και την ανακαίνιση ή κατασκευή πιο έξυπνων κτιρίων**, με βελτιωμένα υλικά για τη μόνωση μεταξύ άλλων, σε πλήρη συμφωνία με τις αρχές της κυκλικής οικονομίας. Η οδηγία για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων συμβάλλει στη βελτίωση της ποιότητας ζωής, ενώ ταυτόχρονα συνεισφέρει σημαντικά στη μείωση των εκπομπών ΑτΘ έως το έτος 2050. Παράλληλα μια πολιτική ύψιστης σημασίας αποτελεί και η βέλτιστη χρήση τεχνολογιών ΑΠΕ για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης και ψύξης, καθώς και συστημάτων αυτοπαραγωγής από ΑΠΕ για την κάλυψη των κτιριακών αναγκών για ηλεκτρική ενέργεια, μέσω και της ενίσχυσης του ρόλου των καταναλωτών».

Όσον αφορά «στην κλιματική αλλαγή, στις εκπομπές και απορροφήσεις των αερίων του θερμοκηπίου», το ΕΣΕΚ (ενότητα 3.2) προτείνει 10 βασικές προτεραιότητες πολιτικής (ΠΠ) για το 2030, ορισμένες εκ των οποίων συνδέονται με εκπομπές έργων κτιριακών υποδομών, όπως η ΠΠ1.3 Δράσεις για τη μείωση εκπομπών στον τομέα των μεταφορών, ΠΠ1.4. Δράσεις για τη μείωση εκπομπών φθοριούχων αερίων, ΠΠ1.6 Σχέδια στρατηγικής για τη διαχείριση των αποβλήτων, ΠΠ1.7 Σχέδια στρατηγικής για την κυκλική οικονομία και ΠΠ1.8 Αστικές βιοκλιματικές αναπλάσεις και έξυπνες πόλεις. Το ΕΣΕΚ προωθεί τον βιοκλιματικό σχεδιασμό των κτιριακών υποδομών και του περιβάλλοντος χώρου, τη μείωση των ενεργειακών αναγκών τους, την ορθολογική χρήση ενέργειας, τη χρήση ΑΠΕ και ΣΥΘΥΑ, τη μείωση εκπομπών φθοριούχων αερίων του θερμοκηπίου από τα συστήματα ψύξης, κλιματισμού και πυροπροστασίας, καθώς και τη μείωση των

²⁶ 6η Ομάδα της υπό στοιχεία ΔΙΠΑ/οικ. αριθμ. 37674/ 27.7.2016 απόφασης του Υπουργού Περιβάλλοντος και Ενέργειας (Β' 2471) τουριστικές εγκαταστάσεις και έργα αστικής ανάπτυξης, κτιριακού τομέα, αθλητισμού και αναψυχής.

εκπομπών που συνδέονται τις μετακινήσεις από/προς μια κτιριακή υποδομή, καθώς και τις προμήθειες (π.χ. χαρτί) και την παραγωγή αποβλήτων κατά τη λειτουργία της.

Συγκεκριμένα:

- Η ΠΠ1.3 προωθεί μέτρα για τη μείωση εκπομπών από τον τομέα των μεταφορών, εκ των οποίων μέτρα που συνδέονται με τη διαχείριση της κινητικότητας ανθρώπων και υλών προς/από μια κτιριακή υποδομή, όπως η εισαγωγή και χρήση σύγχρονων, φιλικών προς το περιβάλλον τεχνολογιών (ποδήλατα, ηλεκτρικά αυτοκίνητα, ανάπτυξη μέσων μαζικής μεταφοράς, οχήματα μικροκινητικότητας κ.α.), η ενίσχυση της προσβασιμότητας και της πεζής μετακίνησης και της ποδηλατοκίνησης, η πολιτική στάθμευσης, η αλλαγή του μοντέλου εφοδιαστικής αλυσίδας, η ανάσχεση της χρήσης ΙΧ οχήματος, η δημιουργία θυλάκων μειωμένης κινητικότητας αυτοκινήτων, η ενίσχυση των συστημάτων ενοικίασης και διαμοιρασμού, η ενίσχυση των δημοτικών υπηρεσιών (σχολικά λεωφορεία, δημοτική συγκοινωνία κλπ.), η ενίσχυση της πολυτροπικότητας των μετακινήσεων, η βελτίωση σημείων park and ride, η βελτίωση των υποδομών βασισμένων σε τεχνολογίες Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ), καθώς και η προώθηση βιώσιμων και ασφαλών συγκοινωνιακών συστημάτων. Επίσης, στο πλαίσιο μείωσης των εκπομπών από τον τομέα των μεταφορών, το ΕΣΕΚ προωθεί τη μίξη χρήσεων γης, την αναχαίτιση της αστικής διάχυσης και την ανάπλαση υποβαθμισμένων περιοχών,
- Η ΠΠ1.4 προωθεί μέτρα για τη μείωση εκπομπών φθοριούχων αερίων του θερμοκηπίου, όπως η εγκατάσταση συστημάτων ανίχνευσης διαρροών σε μεγάλα συστήματα ψύξης, κλιματισμού και πυροπροστασίας.
- Η ΠΠ1.6 προωθεί μέτρα για τη μείωση των εκπομπών ΑτΘ από τα απόβλητα, όπως τη χωριστή συλλογή των οργανικών αποβλήτων στην πηγή, τη χωριστή αποκομιδή τους και την αερόβια ή αναερόβια επεξεργασία τους για να παράγει κομπόστ, χώνευμα ή άλλο υλικό ή και την ανάκτηση ενέργειας. Επίσης, προβλέπει την ενίσχυση και αναβάθμιση των υποδομών ανακύκλωσης και τη συλλογή αποβλήτων σε 4 ρεύματα.
- Η ΠΠ1.7 προβλέπει μέτρα για την προώθηση της κυκλικής οικονομίας, όπως τη μείωση σπατάλης τροφίμων, την προσαρμογή του πλαισίου κατασκευών δημόσιων και ιδιωτικών έργων, μέσω θέσπισης πράσινων και κυκλικών κριτηρίων, την προώθηση των πράσινων δημόσιων συμβάσεων, την επαναχρησιμοποίηση του νερού, καθώς και τη βιομηχανική συμβίωση.
- Η ΠΠ1.8 προωθεί τη χρήση έξυπνων μετρητών και δικτύων και γενικότερα τη χρήση ευφυών εφαρμογών για την ορθολογική χρήση ενέργειας από τους τελικούς καταναλωτές, καθώς τον πιο ενεργό ρόλο των πόλεων και πολιτών στη μετάβαση και τελικά στην αναδιάρθρωση του ενεργειακού τομέα, το οποίο υπονοεί την προώθηση της αποκεντρωμένης παραγωγής ενέργειας. Επίσης, προωθεί τα κτίρια χαμηλής και σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας, τις πράσινες οροφές, τους πράσινους τοίχους, τη χρήση βιώσιμων υλικών (δροσερά υλικά, δομές σκίασης, βλάστηση), την ενίσχυση του αστικού πρασίνου, τη χρήση σύγχρονων ψυχρών υλικών και τεχνολογιών που έχουν υψηλή ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, τις μονάδες ΣΥΘΥΑ, καθώς και τους ποδηλατοδρόμους και τους πεζόδρομους.

Ειδικότερα όσον αφορά στις τουριστικές κτιριακές υποδομές, το ΕΣΕΚ (ενότητα 3.7.3.2) προωθεί την εγκατάσταση συστημάτων ΑΠΕ (κυρίως ΦΒ) μέσω του σχήματος της αυτοπαραγωγής και γενικότερα τη χρήση ΑΠΕ για θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό

χρήσης. Επιπροσθέτως, προωθεί τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, τη λήψη μέτρων ενεργειακής διαχείρισης, τη διείσδυση ενεργειακά αποδοτικών συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, εξαερισμού και φωτισμού, συμπεριλαμβανομένων συστημάτων μικροσυμπαραγωγής, καθώς και την κατάρτιση προδιαγραφών για την εγκατάσταση συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας στα τουριστικά καταλύματα. Προβλέπει, επίσης, προγράμματα ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης των τουριστών και των επαγγελματιών αναφορικά με την εκπόνηση ενεργειακών ελέγχων και την ενεργειακή σήμανση, προγράμματα διαχείρισης απορριμμάτων και ανακύκλωσης, καθώς και προώθηση της ηλεκτροκίνησης και των ενεργών τρόπων μετακίνησης.

Γ. Συσχέτιση με τη Μακροχρόνια Στρατηγική για το έτος 2050 (ΜΣ50)

Επιδίωξη της ΜΣ50 αποτελεί το κτιριακό απόθεμα το 2050 να πλησιάσει προδιαγραφές σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας, δηλαδή να αποτελείται από κτίρια με πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση, των οποίων η σχεδόν μηδενική ή πολύ χαμηλή ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών, να αντισταθμίζεται σε πολύ μεγάλο βαθμό από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είτε άμεσα χρησιμοποιούμενες είτε έμμεσα μέσω αντλιών θερμότητας. Για τον σκοπό αυτό, προβλέπει αυστηρές προδιαγραφές για την ενεργειακή επίδοση του κελύφους των νέων κτιρίων, την ενεργειακή αναβάθμιση των παλαιών κτιρίων, τον εξηλεκτρισμό της θέρμανσης (κυρίως προώθηση χρήσης αεροθερμικών και γεωθερμικών αντλιών), καθώς και την εκτεταμένη χρήση ηλιοθερμικών για την κάλυψη των αναγκών ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ), ιδίως στον οικιακό τομέα. Επίσης, προβλέπει την εφαρμογή αυστηρών προτύπων eco-design και επιλογή πολύ αποδοτικών συσκευών.

Δ. Συσχέτιση με τον Κ.Εν.Α.Κ.

Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) (ΦΕΚ 2367/Β/12-07-2017) στο άρθρο 8 «Ελάχιστες προδιαγραφές κτιρίων» αναφέρει ότι κατά το σχεδιασμό των νέων κτιρίων ή κατά την ανακαίνιση παλαιότερων, στο κτίριο πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι κάτωθι παράμετροι:

1.1.1 Η κατάλληλη **χωροθέτηση και προσανατολισμός** του κτιρίου για τη μέγιστη αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών συνθηκών.

1.1.2 Η **διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου** για τη βελτίωση του μικροκλίματος.

1.1.3 Ο κατάλληλος σχεδιασμός και χωροθέτηση των ανοιγμάτων ανά **προσανατολισμό** ανάλογα με τις απαιτήσεις ηλιασμού, φυσικού φωτισμού και αερισμού.

1.1.4 Η **χωροθέτηση των λειτουργιών** ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού).

1.1.5 Η ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός εκ των **παθητικών ηλιακών συστημάτων (ΠΗΣ)**, όπως άμεσου ηλιακού κέρδους (νότια ανοίγματα), τοίχος μάζας, τοίχος Trombe, θερμοκήπιο - ηλιακός χώρος κ.ά., εφόσον αυτό είναι λειτουργικά εφικτό.

1.1.6 Η **ηλιοπροστασία**.

1.1.7 Η ένταξη τεχνικών **φυσικού αερισμού**.

1.1.8 Η εξασφάλιση οπτικής άνεσης μέσω τεχνικών και συστημάτων φυσικού φωτισμού.

Επιπλέον, στο ίδιο άρθρο αναφέρεται το εξής:

3.1.3 Σε όλα τα νέα κτίρια ή κτιριακές μονάδες είναι υποχρεωτική η κάλυψη μέρους των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης από ηλιοθερμικά συστήματα. Το ελάχιστο ποσοστό του ηλιακού μεριδίου σε ετήσια βάση καθορίζεται σε 60%. Στα υφιστάμενα κτίρια ή κτιριακές μονάδες που ανακαινίζονται ριζικά, η ως άνω υποχρέωση ισχύει στο βαθμό που αυτό είναι τεχνικά, λειτουργικά και οικονομικά εφικτό.

Ε. Συσχέτιση με το άρθρο 9 του ν.4122/2013

Σύμφωνα με το άρθρο 9 του ν.4122/2013, από 1.1.2021, όλα τα νέα κτίρια πρέπει να είναι κτίρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας (ΚΣΜΚΕ), ενώ για τα νέα κτίρια που στεγάζουν υπηρεσίες του δημόσιου και ευρύτερου δημόσιου τομέα, η υποχρέωση αυτή τίθεται σε ισχύ από 1.1.2019. Σύμφωνα με την παρ. 5 του άρθρου 2 του ν.4122/2013, κτίριο με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας αποτελεί κτίριο με πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση και η σχεδόν μηδενική ή πολύ χαμηλή ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του, καλύπτεται σε πολύ μεγάλο βαθμό από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, περιλαμβανομένης της ενέργειας που παράγεται επιτόπου ή πλησίον του κτιρίου.

Επίσης, σύμφωνα με άρθρο 6, παρ. 3 του ν.4122/2013, στα νέα κτίρια ή κτιριακές μονάδες, η κάλυψη μέρους των αναγκών σε ΖΝΧ από ηλιοθερμικά συστήματα είναι υποχρεωτική. Το ελάχιστο ποσοστό του ηλιακού μεριδίου σε ετήσια βάση καθορίζεται σε 60%.

Σύμφωνα με τις κατευθύνσεις του ΕΣΕΚ 2030, της ΜΣ50, του ΕΚΝ, του ΚΕΝΑΚ και λοιπής σχετικής νομοθεσίας, στην κατασκευή νέων, και την επέκταση ή αναβάθμιση υφιστάμενων κτιριακών υποδομών θα πρέπει να χρησιμοποιείται κατάλληλος εξοπλισμός και τεχνικές για την ελαχιστοποίηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Για την ελαχιστοποίηση των απαιτήσεων θέρμανσης και κλιματισμού και των συνακόλουθων εκπομπών ΑτΘ, θα μπορούσαν να εφαρμοστούν αυστηρές προδιαγραφές ενεργειακής επίδοσης του κελύφους των νέων κτιριακών υποδομών και ενεργειακής αναβάθμισης του κελύφους των παλαιότερων, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης σύγχρονων υλικών με κατάλληλα θερμοφυσικά χαρακτηριστικά και της ενσωμάτωσης πρασίνων δομικών στοιχείων (π.χ. πράσινες οροφές, τοίχοι), στοιχείων παθητικής θέρμανσης και δροσισμού, παθητικών και υβριδικών ηλιακών συστημάτων, καθώς και συστημάτων ηλιακής προστασίας (σκίασης). Για τον ίδιο σκοπό, θα μπορούσαν να ληφθούν υπόψη οι τοπικές κλιματικές συνθήκες κατά τη χωροθέτηση, τον προσανατολισμό και τον σχεδιασμό των νέων κτιριακών υποδομών και την ανακαίνιση των παλαιότερων (π.χ. εφαρμογή αρχών βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής), ενώ ο περιβάλλον χώρος θα μπορούσε να διαμορφωθεί κατάλληλα για τη βελτίωση του μικροκλίματος (π.χ. φυτεύσεις, χρήση υλικών χαμηλής θερμοπερατότητας).

Επιπροσθέτως, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν υψηλής απόδοσης συστήματα θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού, φωτισμού, εξαερισμού και ζεστού νερού χρήσης, καθώς και υψηλής απόδοσης συστήματα συμπαραγωγής (ηλεκτρική ενέργεια – θερμότητα) ή

τριπαραγωγής (ηλεκτρική ενέργεια – θερμότητα – ψύξη), ιδίως σε κτίρια ή συγκροτήματα κτιρίων, τα οποία έχουν μεγάλες θερμικές απαιτήσεις και σχετικά σταθερό φορτίο για μεγάλα χρονικά διαστήματα (π.χ. νοσοκομεία, ξενοδοχεία). Επίσης, θα μπορούσαν να εφαρμοστούν συστήματα ενεργειακής διαχείρισης κτιρίων, έξυπνοι μετρητές και έξυπνα δίκτυα και γενικότερα να χρησιμοποιηθούν ευφυείς εφαρμογές. Τέλος, για τον εξοπλισμό των κτιρίων θα μπορούσαν να επιλεγθούν πολύ αποδοτικές συσκευές και να εφαρμοστούν αυστηρά πρότυπα eco-design.

Για την περαιτέρω μείωση ή ακόμη και μηδενισμό των εκπομπών ΑτΘ, θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν υποσυστήματα αυτοπαραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ, όπως φωτοβολταϊκά ή θερμικά ηλιακά συστήματα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και ηλιοθερμικά για την κάλυψη των αναγκών ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ). Επίσης, στο πλαίσιο της αυτοπαραγωγής αλλά και της προγραμματιζόμενης αύξησης του μεριδίου των ΑΠΕ στο εθνικό ενεργειακό μίγμα ηλεκτροπαραγωγής, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθούν συστήματα θέρμανσης που λειτουργούν με ηλεκτρική ενέργεια, όπως αεροθερμικές και γεωθερμικές αντλίες.

Για τη μείωση των εκπομπών ΑτΘ από τις μετακινήσεις των χρηστών της κτιριακής υποδομής, θα μπορούσαν να εφαρμοστούν μέτρα για τη μείωση της χρήσης Ι.Χ. και την προώθηση εναλλακτικών μορφών μετακίνησης, όπως η δημιουργία θέσεων στάθμευσης ποδηλάτων, η ενίσχυση του διαμοιρασμού της χρήσης Ι.Χ. μεταξύ των χρηστών του και η αξιοποίηση τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών. Επίσης, θα μπορούσαν να εφαρμοστούν μέτρα για τη χρήση εναλλακτικών καυσίμων, όπως η πρόβλεψη σημείων επαναφόρτισης ηλεκτρονικών οχημάτων, ιδίως στην περίπτωση σύνδεσης τους με συστήματα ΑΠΕ. Στην περίπτωση νέων κτιριακών υποδομών, η χωροθέτηση παίζει σημαντικό ρόλο στη γέννηση μετακινήσεων και τις συνεπακόλουθες εκπομπές ΑτΘ. Για τον σκοπό αυτό θα μπορούσε να προτιμηθεί η χωροθέτηση κτιριακών υποδομών εντός του αστικού ιστού, σε γειτνίαση με μέσα μαζικής μεταφοράς, ώστε να ενισχυθεί η χρήση τους και η πολυτροπικές μετακινήσεις (π.χ. συνδυασμένη χρήση μέσων μαζικής μεταφοράς με Ι.Χ. ή ποδήλατο ή πεζή μετακίνηση).

Όσον αφορά στις εισερχόμενες ύλες, οι κτιριακές υποδομές θα μπορούσαν να συμβάλλουν στη μείωση των εκπομπών ΑτΘ, μέσω της χρήσης ανακυκλωμένων υλικών (π.χ. ανακυκλωμένο χαρτί) και γενικότερα με την εφαρμογή πράσινων κριτηρίων για τη σύναψη συμβάσεων και την προμήθεια αγαθών κατά τη λειτουργία τους. Αναφορικά με τα παραγόμενα απόβλητα, οι κτιριακές υποδομές θα μπορούσαν να συμβάλλουν στη μείωση εκπομπών ΑτΘ μέσω της χρήσης συστημάτων χωριστής συλλογής των οργανικών αποβλήτων και συλλογής των ανακυκλώσιμων αποβλήτων σε ξεχωριστά ρεύματα στην πηγή, καθώς και μέσω της προμήθειας εξοπλισμού με πράσινα και «κυκλικά» κριτήρια. Επίσης, στην περίπτωση κτιριακών υποδομών που φιλοξενούν χρήσεις εστίασης, θα μπορούσαν να ληφθούν μέτρα για τη μείωση της σπατάλης τροφίμων, ενώ στην περίπτωση κτιρίων ή εγκαταστάσεων που διαθέτουν σημαντικής έκτασης εξωτερικούς χώρους και παράγουν «απόβλητα κήπου», αυτά θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν για την παραγωγή κομπόστ, χωνεύματος ή άλλο υλικού ή και την ανάκτηση ενέργειας (π.χ. παραγωγή woodchips από κλαδέματα).

3. Προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή

Η αξιολόγηση της προσαρμογής των έργων υποδομών στην κλιματική αλλαγή αποτελείται από δύο φάσεις, τον προέλεγχο και τη λεπτομερή ανάλυση. Κατά τον προέλεγχο γίνεται η ανάλυση τρωτότητας του Έργου στην κλιματική αλλαγή. Από την ανάλυση τρωτότητας αποφασίζεται αν απαιτείται η λεπτομερής ανάλυση ή όχι. Σε περίπτωση που απαιτείται, η λεπτομερής ανάλυση περιλαμβάνει την ανάλυση διακινδύνευσης κάθε σημαντικής πηγής κινδύνου που προσδιορίστηκε στην ανάλυση τρωτότητας. Κατά την ανάλυση διακινδύνευσης αξιολογείται η κάθε πηγή κινδύνου, που πλέον αποτελεί τον εγγενή κίνδυνο, ως προς το επίπεδο σημαντικότητάς της. Για σημαντικούς εγγενείς κινδύνους απαιτείται να εξεταστούν μέτρα προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή, τα οποία μειώνουν τον κάθε σημαντικό εγγενή κίνδυνο σε αποδεκτό επίπεδο υπολειπόμενου κινδύνου.

Ο Δικαιούχος του Έργου πρέπει να ενσωματώσει την εκτίμηση κλιματικής τρωτότητας και την ανάλυση διακινδύνευσης από την αρχή της διαδικασίας ανάπτυξης του Έργου, διότι με τον τρόπο αυτόν εξασφαλίζεται συνήθως το ευρύτερο δυνατό φάσμα δυνατοτήτων για την επιλογή των βέλτιστων επιλογών προσαρμογής.

Αναλυτικά, η μεθοδολογία εξηγείται στο «Προσωρινό Πλαίσιο» αξιολόγησης.

3.1 Προέλεγχος

Η φάση του προελέγχου περιλαμβάνει την ανάλυση της τρωτότητας του Έργου στην κλιματική αλλαγή. Η ανάλυση τρωτότητας χωρίζεται σε τρία βήματα και περιλαμβάνει τη διενέργεια 1) ανάλυσης ευαισθησίας, 2) ανάλυσης της υφιστάμενης και μελλοντικής έκθεσης, και 3) έναν συνδυασμό αυτών των δύο για την ανάλυση τρωτότητας.

Η ανάλυση τρωτότητας πρέπει να γίνεται με το εργαλείο excel που παρέχεται από τη Γεν. Γραμματεία Δημοσίων Επενδύσεων & ΕΣΠΑ.

Για την ανάλυση ευαισθησίας, έκθεσης και τρωτότητας, χρησιμοποιείται το υπολογιστικό εργαλείο excel που έχει αναπτυχθεί από τη Γεν. Γραμματεία Δημοσίων Επενδύσεων & ΕΣΠΑ. Σημειώνεται ότι οι πηγές κλιματικού κινδύνου που δεν αφορούν το υπό αξιολόγηση Έργο μπορούν είτε να προσδιοριστούν ως «χαμηλής» ευαισθησίας/έκθεσης είτε να μην συμπληρωθούν καθόλου στο υπολογιστικό εργαλείο excel.

Μια αναλυτική παρουσίαση της αναμενόμενης μεταβολής των κλιματικών παραμέτρων μπορεί να αναζητηθεί στον Εθνικό Πληροφοριακό Διαδικτυακό Κόμβο για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή (<https://adaptivegreecehub.gr>²⁷) που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του έργου LIFE-IP AdaptInGR (www.adaptivegreece.gr). Τα στοιχεία του Κόμβου έχουν χρησιμοποιηθεί στα παραδείγματα που ακολουθούν.

²⁷ Εργαλείο απεικόνισης κλιματικών προβλέψεων: <https://geo.adaptivegreecehub.gr>

Εργαλείο ελέγχου κλιματικής ανθεκτικότητας <https://adaptivegreecehub.gr/eleghos-klimatikis-anthektikotitas/>

Ανάλυση ευαισθησίας

Σκοπός της ανάλυσης ευαισθησίας είναι να προσδιοριστούν οι πηγές κινδύνου για τον συγκεκριμένο τύπο κτιριακής υποδομής βάσει των κατασκευαστικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών της ανεξάρτητα από την τοποθεσία χωροθέτησής της.

Παράδειγμα Δ: Ανάλυση ευαισθησίας σε κτιριακή υποδομή παροχής υπηρεσιών υγείας

Μια σημαντική μονάδα παροχής υπηρεσιών υγείας (π.χ. νοσοκομείο) χωροθετείται σε ορεινή περιοχή με ηπειρωτικό κλίμα, γεγονός που καθιστά τη χειμερινή περίοδο ιδιαίτερα «κρύα» με έντονα καιρικά φαινόμενα και τα καλοκαίρια «πολύ ζεστά». Επιπλέον, η περιοχή χωροθέτησης βρίσκεται εντός δασικής έκτασης.

Μονάδα παροχής υπηρεσιών υγείας (π.χ. νοσοκομείο) δυναμικότητας 400 κλινών. Πρόκειται για κτίριο με υπόγειο, ισόγειο και 3 ορόφους, συνολικής δομημένης επιφάνειας 500.000 m².

Το κτίριο θα είναι κατασκευασμένο με σκελετό από οπλισμένο σκυρόδεμα, τοιχοποιία από οπτόλιθους, θα διαθέτει μόνωση σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ καθώς και κουφώματα υψηλής ενεργειακής απόδοσης. Επίσης, θα διαθέτει σύστημα κλιματισμού και θέρμανσης με αντλία θερμότητας και καυστήρα φυσικού αερίου για την παροχή θερμότητας.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω χαρακτηριστικά, καταστρώνεται πίνακας ευαισθησίας, όπου σε κάθε πηγή κινδύνου αντιστοιχίζεται βαθμολογία ευαισθησίας για κάθε παράμετρο του Έργου (κατασκευή, λειτουργία, προϊόντα/υπηρεσίες, ένταξη στην περιοχή). Η μέγιστη βαθμολογία κάθε πηγής κινδύνου σημειώνεται ξεχωριστά. Η ανάλυση βασίζεται αποκλειστικά στον τύπο του Έργου και δεν γίνεται καμία συσχέτιση με την τοποθεσία της εγκατάστασης.

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται μια ενδεικτική ανάλυση ευαισθησίας για τη συγκεκριμένη κτιριακή υποδομή. Η ανάλυση έχει γίνει με χρήση του εργαλείου excel που αναπτύχθηκε από την Γ.Γ. Δημοσίων Επενδύσεων & ΕΣΠΑ.

Πίνακας: Ανάλυση ευαισθησίας για την υποδομή παροχής υπηρεσιών υγείας

Πηγή Κινδύνου	Ευαισθησία				
	Κατασκευή	Λειτουργία	Προϊόντα Υπηρεσίες	Ένταξη στην περιοχή	Σύνολο Ευαισθησίας
Καύσωνας	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια	Χαμηλή	Μέτρια
Κύμα ψύχους	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια
Παγετός (Αριθμός Ημερών με TN<0)	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια

Δασική πυρκαγιά	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή
Κυκλώνας, Ισχυρές Καταιγίδες, τυφώνας	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Θύελλα (περιλαμβάνονται χιονοθύελλες, θύελλες σκόνης)	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Ανεμοστρόβιλος/Θυελλώδεις Άνεμοι	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Ξηρασία	Χαμηλή	Μέτρια	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέτρια
Ισχυρός υετός (βροχή, χαλάζι, χιόνι/πάγος)	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Πλημμύρα (σε παράκτιες περιοχές, ποτάμια, λόγω βροχής, υπόγεια ύδατα)	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Κατολίσθηση/Διάβρωση του εδάφους	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Καθίζηση	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας του αέρα	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Αστική θερμονησίδα	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Θερμική καταπόνηση	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Μεταβλητότητα της θερμοκρασίας	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
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	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Μεταβλητότητα υετού ή υδρολογική μεταβλητότητα	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
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	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Διαθεσιμότητα και καταπόνηση υδάτινων πόρων	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Διάβρωση των ακτών	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Υποβάθμιση του εδάφους, μεταβολή της περιεκτικότητας αλάτων, ερημοποίηση	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Αλλαγές στη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή

Ο παραπάνω πίνακας συμπληρώνεται με βάση την εμπειρογνωσία των μελετητών του Έργου, λαμβάνοντας υπόψη τη ευαισθησία της υποδομής παροχής υπηρεσιών υγείας του παραδείγματος στις πηγές κινδύνου. Όσα αναφέρονται παραπάνω είναι ενδεικτικά και

το αποτέλεσμα της ανάλυσης ευαισθησίας μπορεί να είναι διαφορετικό ανά περίπτωση.

Συνεπώς, από την ανάλυση ευαισθησίας το Έργο εμφανίζει υψηλή ευαισθησία σε δασική πυρκαγιά. Θεωρείται ότι μια δασική πυρκαγιά είναι περισσότερο πιθανή λόγω της κλιματικής αλλαγής και μπορεί να προκαλέσει σημαντικές επιπτώσεις στην ίδια την υποδομή π.χ. καταστροφή του κτιρίου). Μπορεί επίσης να έχει σημαντικές επιπτώσεις στη λειτουργία του, π.χ. διακοπή σημαντικών εισροών όπως η ηλεκτρική ενέργεια και το νερό. Μια δασική φωτιά μπορεί επίσης να προκαλέσει σημαντικές επιπτώσεις στην παροχή υπηρεσιών υγείας του νοσοκομείου π.χ. διακοπή λειτουργίας των χειρουργείων λόγω διακοπής των εισροών ενέργειας και νερού και προβλήματα στην ένταξη στον ευρύτερο χώρο π.χ. αδυναμία προσέλευσης/αποχώρησης εργαζομένων και ασθενών.

Η υποδομή εμφανίζει μέτρια ευαισθησία στις πηγές κινδύνου (1) καύσωνα, (2) κύμα ψύχους/παγετός και (3) ξηρασία.

Ο καύσωνας εκτιμάται ότι θα έχει επιπτώσεις στη λειτουργία γιατί προκαλεί αυξημένες ενεργειακές ανάγκες για κλιματισμό καθώς οι μονάδες υγείας φιλοξενούν ευαίσθητες ομάδες πληθυσμού. Εκτιμάται επιπλέον ότι θα έχει επιπτώσεις στις παρεχόμενες υπηρεσίες γιατί σε περιόδους καύσωνα έχει παρατηρείται ότι αυξάνεται η προσέλευση ασθενών στις μονάδες υγείας.

Ένας πιθανός παγετός εκτιμάται ότι έχει επιπτώσεις στην ένταξη της υποδομής στην περιοχή. Μια πιθανή ξηρασία στην περιοχή θα έχει πιθανόν επιπτώσεις στην παροχή νερού στη μονάδα υγείας από το τοπικό σύστημα ύδρευσης, λόγω διακοπών ή πτώσης της πίεσης της παροχής. Επιπλέον, αν η μονάδα υγείας διαθέτει γεώτρηση για την άρδευση του περιβάλλοντος χώρου των κτιρίων, είναι πιθανό ότι θα υπάρξει έλλειψη νερού άρδευσης.

Το παράδειγμα είναι ενδεικτικό και αφορά στην ανάλυση ευαισθησίας σε κτιριακές υποδομές από οπλισμένο σκυρόδεμα. Σε περιπτώσεις που η ανάλυση ευαισθησίας γίνεται σε μεταλλικές, ξύλινες ή προκát κατασκευές που χωροθετούνται σε εκτός οικισμών περιοχές, τότε ενδέχεται να εμφανίζουν ευαισθησία και σε άλλες πηγές κινδύνου, όπως για παράδειγμα σε κυκλώνες, θύελλες και ανεμοστρόβιλους.

Ανάλυση έκθεσης

Σκοπός της ανάλυσης έκθεσης είναι να προσδιοριστούν οι πηγές κινδύνου για την προβλεπόμενη χωροθέτηση του Έργου, ανεξάρτητα από τη φύση του.

Επεξηγηματικό κείμενο 7: Έκθεση σε πηγές κινδύνου λόγω χωροθέτησης κτιριακού Έργου σε γεωγραφική περιοχή με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά

Διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές μπορούν να εκτίθενται σε διαφορετικές πηγές

κινδύνου. Πολλές πηγές κινδύνου ενδέχεται να συνδέονται μεταξύ τους με σχέση αιτίας – αιτιατού. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται περιπτώσεις χωροθέτησης έργων κτιριακών υποδομών σε περιοχές που εκτίθενται ή δύναται να εκτεθούν σε πηγές κινδύνου:

- **Παράκτιες περιοχές** είναι ιδιαίτερα εκτεθειμένες σε αυξανόμενα ύψη κυμάτων θύελλης, πλημμύρες, ανεμοστρόβιλους, διάβρωση ακτών και άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Έργα που χωροθετούνται σε παραθαλάσσιες περιοχές (π.χ. ξενοδοχειακά συγκροτήματα) 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. Η πηγή κινδύνου μπορεί τοπικά να είναι περισσότερο σημαντική. Για παράδειγμα, οι δυτικές ακτές της Πελοποννήσου και οι ακτές του Θερμαϊκού είναι περισσότερο εκτεθειμένες στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας λόγω χαμηλού υψομέτρου.

Για τον έλεγχο της ανόδου της **στάθμης της θάλασσας**, μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα τέσσερα σενάρια υψηλής προτεραιότητας που προτάθηκαν στην πρόσφατη αναφορά της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC, 2021).

- **Περιοχές σε δυνητικές ζώνες πλημμύρισης** π.χ. δίπλα σε ποτάμια, χειμάρρους και ρέματα) είναι ιδιαίτερα εκτεθειμένες σε πλημμύρες. Το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας έχει καταρτίσει σχέδια διαχείρισης κινδύνων πλημμυρών για τη χώρα και έχει δημοσιεύσει χάρτες επικινδυνότητας πλημμύρας. Η έκθεση σε πλημμύρες ισχύει τόσο για τις υφιστάμενες κλιματικές συνθήκες όσο και για τις μελλοντικές. Συνεργιστικό ρόλο έχει και η διαχείριση κάθε συγκεκριμένης περιοχής πλημμύρισης. Μη ορθολογικές μέθοδοι διαχείρισης ρεμάτων και χειμάρρων εντείνουν τον κίνδυνο πλημμύρας.

Για τον έλεγχο **πλημμύρας**, πρέπει να αξιολογηθεί η θέση του Έργου σε σχέση με τις ζώνες πλημμύρισης των σχεδίων διαχείρισης κινδύνων πλημμύρας (ΣΔΚΠ) κάθε υδατικού διαμερίσματος της Ελλάδας. Τα ΣΔΚΠ βρίσκονται υπό αναθεώρηση και έχει ήδη ολοκληρωθεί η 1^η Αναθεώρηση της Προκαταρκτικής Αξιολόγησης Κινδύνων Πλημμύρας (έκδοση 08/08/2021) στην οποία περιλαμβάνονται και οι αναθεωρημένες Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου, βάσει της εκτιμώμενης επίδραση της κλιματικής αλλαγής στην ένταση των βροχοπτώσεων σε κάθε υδατικό διαμέρισμα και τις εκτιμήσεις για την ανύψωση της στάθμης της θάλασσας.

- **Περιοχές με αυξημένες εποχιακές βροχοπτώσεις** είναι συχνά πιο εκτεθειμένες σε στιγμιαίες πλημμύρες (flash floods) και διάβρωση του εδάφους. Διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές έχουν διαφορετικά κλιματικά δεδομένα. Το μέγιστο ύψος υετού και η ραγδαιότητα μπορεί και στις υφιστάμενες κλιματικές συνθήκες να είναι τέτοια ώστε να ευνοούν τις στιγμιαίες πλημμύρες. Συνεργιστικό ρόλο μπορεί να έχει και η διαχείριση μιας περιοχής ή το ιστορικό της (π.χ. πρόσφατη δασική πυρκαγιά). Αυξημένες βροχοπτώσεις και στιγμιαίες πλημμύρες ενδέχεται

να επηρεάζουν σημαντικά τη λειτουργία του Έργου.

Για τον έλεγχο των αναμενόμενων **μεταβολών των μετεωρολογικών παραμέτρων** μιας περιοχής, περιλαμβανομένων των βροχοπτώσεων, των θερμοκρασιών και των ανεμολογικών στοιχείων, μπορεί να χρησιμοποιηθούν τα διαδικτυακά εργαλεία κλιματικών προβολών για την Ελλάδα που έχουν αναπτυχθεί στο πλαίσιο του έργου LIFE-IP AdaptInGR (www.adaptivegreece.gr): στη Διαδικτυακή Πύλη Γεωχωρικών Πληροφοριών Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας https://mapsportal.ypen.gr/thema_climatechange) και β) στον Εθνικό Κόμβο για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή (<https://geo.adaptivegreecehub.gr>).

- **Περιοχές με χαμηλό ύψος υετού** είναι συχνά πιο εκτεθειμένες σε κίνδυνο ξηρασίας. Επιπλέον εφόσον τέτοιες περιοχές είναι δασικές, είναι περισσότερο εκτεθειμένες σε κίνδυνο δασικής πυρκαγιάς. Το χαμηλό ύψος υετού, το ελλειμματικό υδατικό ισοζύγιο και η χαμηλή υγρασία του αέρα αυξάνουν τις πιθανότητες πυρκαγιάς. Για παράδειγμα, η πιθανότητα δασικής πυρκαγιάς στη Νότια Ελλάδα είναι πολύ μεγαλύτερη από ότι στη Βόρεια Ελλάδα.

Για τον έλεγχο των αναμενόμενων **μεταβολών στο ύψος υετού και τη διάρκεια των περιόδων ξηρασίας**, μπορεί να χρησιμοποιηθούν τα προαναφερθέντα διαδικτυακά εργαλεία κλιματικών προβολών για την Ελλάδα που έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του έργου LIFE-IP AdaptInGR (www.adaptivegreece.gr).

- **Περιοχές εντός δασικών εκτάσεων** είναι εκτεθειμένες σε κίνδυνο δασικής πυρκαγιάς. Ιδιαίτερα τα μεσογειακά δάση κωνοφόρων είναι πυρόφιλα και η φωτιά αποτελεί έτσι κι αλλιώς ένα φυσικό τρόπο αναγέννησής τους. Ακόμη και περιοχές που γειτνιάζουν με δασικές εκτάσεις, συνήθως αγροτικές περιοχές, έχουν υψηλότερο κίνδυνο δασικής πυρκαγιάς.

Για τον έλεγχο **δασικής πυρκαγιάς**, πρέπει να αξιολογηθεί αν το προτεινόμενο Έργο εντάσσεται εντός δασικής έκτασης, σύμφωνα με τους δασικούς χάρτες που έχουν αναρτηθεί από το εθνικό κτηματολόγιο.

- **Περιοχές σε επικλινή εδάφη**, όπως για παράδειγμα σε πλαγιά βουνού ή στο τέλος της πλαγιάς εκτίθενται σε κίνδυνο κατολίσθησης. Η κατολίσθηση ως πηγή κινδύνου συχνά σχετίζεται με μετεωρολογικά φαινόμενα όπως το μεγάλο ύψος υετού. Συνεργιστικά μπορεί να λειτουργούν και ανθρωπογενείς παρεμβάσεις στην περιοχή που σχετίζονται π.χ. με τις χρήσεις γης ή το ιστορικό της περιοχής, π.χ. πρόσφατη δασική πυρκαγιά.

Για τον κίνδυνο της **διάβρωσης** του εδάφους στην Ελλάδα, , μπορούν να αξιοποιηθούν οι χάρτες αξιολόγησης της τρωτότητας σε εδαφική διάβρωση των σχεδίων διαχείρισης κινδύνων πλημμύρας, το [Γεωπληροφοριακό Σύστημα Εδαφολογικών Δεδομένων](#) και οι εδαφολογικές χάρτες της [Διαδικτυακής Πύλης Γεωχωρικών Πληροφοριών](#) του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας.

- **Περιοχές με ακραίες υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες** είναι εκτεθειμένες σε σημαντική μεταβλητότητα της θερμοκρασίας, σε καύσωνες και σε κύματα ψύχους και παγετού. Τέτοιες συνθήκες ενδέχεται να επηρεάσουν τη λειτουργία του Έργου. Επιπλέον, γρήγορες θερμοκρασιακές μεταβολές και ακραίες θερμοκρασίες μπορεί να προκαλέσουν ζημιά στον μηχανολογικό εξοπλισμό που βρίσκεται εκτεθειμένος στις συνθήκες του περιβάλλοντος.

Χρήσιμες πηγές δεδομένων για την ανάλυση έκθεσης διατίθενται στην ειδική ενότητα «Έλεγχος κλιματικής ανθεκτικότητας», που δημιουργήθηκε στον Εθνικό Κόμβο για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή στο πλαίσιο του έργου LIFE-IP AdaptInGR: <https://adaptivegreecehub.gr/elegchos-klimatikis-anthektikotitas/>

Η ανάλυση έκθεσης για το παράδειγμα της υποδομής παροχής υπηρεσιών υγείας δίνεται παρακάτω.

Παράδειγμα Δ: Ανάλυση έκθεσης για την υποδομή παροχής υπηρεσιών υγείας

Η μονάδα παροχής υπηρεσιών υγείας (π.χ. νοσοκομείο) του παραδείγματος χωροθετείται σε ορεινή περιοχή με ηπειρωτικό κλίμα, γεγονός που καθιστά τη χειμερινή περίοδο ιδιαίτερα «κρύα» με έντονα καιρικά φαινόμενα και τα καλοκαίρια «πολύ ζεστά». Επιπλέον, η περιοχή χωροθέτησης βρίσκεται εντός δασικής έκτασης.

Με βάση τα χαρακτηριστικά αυτά, καταστρώνεται ο πίνακας έκθεσης, όπου σε κάθε πηγή κινδύνου αποδίδεται βαθμολογία έκθεσης λόγω της τοποθεσίας του Έργου για τις υφιστάμενες και τις μελλοντικές κλιματικές συνθήκες. Η διάρκεια ζωής του Έργου (50 έτη) επιβάλλει την χρήση προβλέψεων για την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο το επίπεδο έκθεσης μεταβάλλεται στο μέλλον. Για την επιλογή των βαθμολογιών έκθεσης μελετήθηκε το οικείο ΠεΣΠΚΑ και ελέγχθηκε η θέση του Έργου ως προς τις ζώνες πλημμύρισης, τους δασικούς χάρτες και τη διάβρωση του εδάφους. Επιπλέον, η έκθεση στις πηγές κλιματικού κινδύνου αξιολογείται και με τους δείκτες του Εθνικού Κόμβου για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή που διατίθενται στην ιστοσελίδα geo.adaptivegreecehub.gr. Στο παρόν παράδειγμα η ανάλυση έκθεσης πραγματοποιείται μόνο για το σενάριο RCP 8.5. Ωστόσο, σημειώνεται ότι το “Πλαίσιο Αξιολόγησης”, συνιστά τη χρήση τόσο του σεναρίου RCP 4.5 όσο και του σεναρίου RCP 8.5 στο στάδιο προελέγχου, προκειμένου να εντοπιστούν τα τρωτά σημεία των υποδομών στην κλιματική αλλαγή, καθώς και η συμπεριφορά τους σε οριακές τιμές (κατώφλια/thresholds).

Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε με χρήση του υπολογιστικού εργαλείου excel που αναπτύχθηκε από τη Γ.Γ. Δημοσίων Επενδύσεων & ΕΣΠΑ.

Πίνακας: Ανάλυση έκθεσης για την υποδομή παροχής υπηρεσιών υγείας

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

ερημοποίηση			
Αλλαγές στη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή

Από την ανάλυση έκθεσης προκύπτει ότι η υποδομή έχει υψηλή έκθεση στη δασική πυρκαγιά και μέτρια έκθεση (1) στον καύσωνα, (2) στο κύμα ψύχους/παγετό, (3) στην ξηρασία και (4) στη μεταβλητότητα της θερμοκρασίας.

Η χωροθέτηση εντός δασικής περιοχής αναδεικνύει τη δασική πυρκαγιά ως μια σημαντική πηγή κινδύνου. Σε αυτή την περίπτωση η διαφορά μεταξύ ευαισθησίας και έκθεσης είναι η εξής. Η **ευαισθησία** αφορά στην ίδια την υποδομή και είναι προφανές ότι μια δασική πυρκαγιά μπορεί να έχει σημαντικές επιπτώσεις για μια κτιριακή υποδομή αλλά ενδεχομένως δεν έχει σημαντικές επιπτώσεις σε άλλους τύπους υποδομών, π.χ. σε ένα οδικό έργο. Η **έκθεση** στη δασική πυρκαγιά εξαρτάται από την γεωγραφική περιοχή μόνο και είναι σημαντική ανεξάρτητα από το αν επηρεάζει την υποδομή (κτίριο) ή όχι (οδικό έργο).

Για την περιοχή που επιλέγεται για την εγκατάσταση της υποδομής, τα κλιματικά μοντέλα προβλέπουν επιδείνωση των μελλοντικών κλιματικών συνθηκών. Αναμένεται αύξηση του αριθμού των ημερών καύσωνα και της διάρκειας των περιόδων ξηρασίας. Λόγω αυτού η έκθεση στις συγκεκριμένες πηγές κινδύνου χαρακτηρίζεται μέτρια.

Παρόλα αυτά, οι πηγές κινδύνου που σχετίζονται με χαμηλές θερμοκρασίες στην περιοχή, λόγω υψομέτρου, δεν θα πάψουν να υφίστανται. Βάσει των κλιματικών μοντέλων, η εμφάνιση κύματος ψύχους και ο αριθμός ημερών παγετού θα παραμείνουν στα υφιστάμενα επίπεδα ή θα επιδεινωθούν μελλοντικά. Η έκθεση στο κύμα ψύχους και στον παγετό εκτιμάται μέτρια.

Στις πηγές κινδύνου με μέτρια έκθεση έχει προστεθεί και η μεταβλητότητα της θερμοκρασίας. Έχει θεωρηθεί δηλαδή ότι στο ορεινό περιβάλλον όπου χωροθετείται η υποδομή, υπάρχει σημαντική μεταβλητότητα της θερμοκρασίας που αποτελεί πηγή κινδύνου γιατί οδηγεί σε καταπόνηση της υποδομής (π.χ. του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού που βρίσκεται σε ανοικτό χώρο).

Το παράδειγμα είναι ενδεικτικό σενάριο ανάλυσης έκθεσης για μια υποδομή παροχής υπηρεσιών υγείας σε γεωγραφική θέση με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Αν αλλάξουν τα χαρακτηριστικά της γεωγραφικής θέσης, θα αλλάξουν και οι πηγές κινδύνου που μπορεί να είναι σημαντικές. Για παράδειγμα αν η υποδομή χωροθετείται εντός μεγάλου πολεοδομικού συγκροτήματος, η αστική θερμονησίδα θα αποτελεί μια σημαντική πηγή κινδύνου.

Ανάλυση τρωτότητας

Η ανάλυση τρωτότητας συνδυάζει το αποτέλεσμα της ανάλυσης ευαισθησίας και της ανάλυσης έκθεσης. Αποσκοπεί στην αξιολόγηση των πηγών κινδύνων και έτσι διαμορφώνει

τη βάση για τη λήψη απόφασης σχετικά με τη μετάβαση στο στάδιο της λεπτομερούς ανάλυσης.

Η ανάλυση τρωτότητας μπορεί να συνοψιστεί σε έναν πίνακα και αφορά στον συγκεκριμένο τύπο έργου στην επιλεγμένη τοποθεσία. Ο πίνακας συνδυάζει την ευαισθησία και έκθεση της συγκεκριμένης υποδομής σε κάθε πηγή κινδύνου.

Παράδειγμα Δ: Ανάλυση τρωτότητας για την υποδομή παροχής υπηρεσιών υγείας

Στις προηγούμενες ενότητες εξετάστηκε η ευαισθησία και η έκθεση μιας κτιριακής υποδομής παροχής υπηρεσιών υγείας. Στη συνέχεια πραγματοποιείται ανάλυση τρωτότητας της κτιριακής υποδομής σε κάθε πηγή κινδύνου ως συνδυασμός της ευαισθησίας και της έκθεσής της. Στην ανάλυση αυτή, δηλαδή, συσχετίζεται τόσο ο τύπος της υποδομής όσο και η τοποθεσία της, με τις πηγές κινδύνου.

Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε με χρήση το υπολογιστικού εργαλείου excel που αναπτύχθηκε από τη Γ.Γ. Δημοσίων Επενδύσεων & ΕΣΠΑ και παρουσιάζεται στον παρακάτω Πίνακα.

Πίνακας: Ανάλυση τρωτότητας για την υποδομή παροχής υπηρεσιών υγείας

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

Με την ανάλυση τρωτότητας ολοκληρώνεται η φάση του προελέγχου για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή. Από την ανάλυση τρωτότητας προκύπτει ότι η συγκεκριμένη υποδομή έχει υψηλή τρωτότητα στην πηγή κινδύνου δασικής πυρκαγιάς και μέτρια τρωτότητα στις πηγές κινδύνου (1) καύσωνα, (2) κύμα ψύχους/παγετό και (3) ξηρασία.

Σημειώνεται ότι η τρωτότητα στη μεταβλητότητα της θερμοκρασίας είναι τελικά χαμηλή καθώς η έκθεση της υποδομής είναι μεν μέτρια, ωστόσο επειδή η ευαισθησία είναι χαμηλή το τελικό αποτέλεσμα είναι χαμηλή τρωτότητα.

Καθώς προκύπτουν μέτρια ή υψηλά επίπεδα τρωτότητας του Έργου για ορισμένες πηγές κινδύνου και συγκεκριμένα για (1) τον καύσωνα, (2) το κύμα ψύχους/παγετού, (3) τη δασική πυρκαγιά και (4) τη ξηρασία, ακολουθεί λεπτομερής **ανάλυση διακινδύνευσης** για καθεμία από αυτές, προκειμένου να υπολογιστεί ο **εγγενής κίνδυνος** και, εφόσον απαιτείται, να ληφθούν πρόσθετα μέτρα έτσι ώστε να μειωθεί ο **υπολειπόμενος κίνδυνος**.

3.2 Λεπτομερής ανάλυση

3.2.1 Ανάλυση διακινδύνευσης

Η ανάλυση διακινδύνευσης (risk assessment) συσχετίζει τις πηγές κινδύνων με τον τρόπο λειτουργίας του Έργου σε διάφορες διαστάσεις (τεχνική, περιβαλλοντική, κοινωνική και οικονομική κ.λπ.) και εξετάζει τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ διαφόρων παραγόντων. Ως εκ τούτου, κατά την ανάλυση διακινδύνευσης ενδέχεται να εντοπιστούν ζητήματα που δεν είχαν εντοπιστεί κατά την ανάλυση τρωτότητας.

Η ανάλυση διακινδύνευσης είναι 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.

Παράδειγμα Ε: Ανάλυση διακινδύνευσης εμπορικού κέντρου

Θεωρείται κτιριακή υποδομή που θα χρησιμοποιείται ως εμπορικό κέντρο. Η συνολική επιφάνεια κάλυψης είναι 4.000 m² σε τέσσερα επίπεδα. Από την ανάλυση τρωτότητας προέκυψαν μέτρια ή υψηλά επίπεδα τρωτότητα στις εξής πηγές κινδύνου, για τις οποίες απαιτείται ανάλυση διακινδύνευσης:

- **Καύσωνας.** Ο καύσωνας ως πηγή κινδύνου υπάρχει ήδη και στις μελλοντικές κλιματικές συνθήκες προβλέπεται να αυξηθεί τόσο σε συχνότητα (ημέρες καύσωνα) όσο και σε ένταση (μέγιστη θερμοκρασία 24ώρου, υψηλή ελάχιστη θερμοκρασία νυκτός, άπνοια, κλπ.) στις μελλοντικές κλιματικές συνθήκες. Γενικά οι καύσωνες επηρεάζουν την ευαισθησία των κτιριακών υποδομών είτε αυτές φιλοξενούν ευαίσθητες ομάδες πληθυσμού (π.χ. νοσοκομεία, γηροκομεία, παιδικοί σταθμοί, κλπ.) είτε όχι (π.χ. εμπορικά κέντρα), δεδομένου ότι πρέπει να καταναλώνεται περισσότερη ενέργεια προκειμένου να διατηρηθεί το εσωτερικό περιβάλλον σε επίπεδα ανεκτά για τον ανθρώπινο οργανισμό.
- **Κύμα ψύχους/παγετός.** Λαμβάνοντας υπόψη ότι η κλιματική αλλαγή σχετίζεται κατά βάση με την αύξηση της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας, τα κύματα ψύχους και οι παγετοί δεν αναμένεται να αυξηθούν στο μέλλον. Ωστόσο, αποτελούν τυπικές πηγές κινδύνου για κτιριακές υποδομές τόσο γιατί απαιτούν αυξημένη κατανάλωση ενέργειας (όπως και στην περίπτωση καύσωνα) όσο και γιατί καταπονούν ιδιαίτερα εκτεθειμένο μηχανολογικό εξοπλισμό αλλά και γιατί δημιουργούν προβλήματα στη μεταφορά ανθρώπων και αγαθών προς και από την υποδομή.
- **Δασική πυρκαγιά.** Η δασική πυρκαγιά αποτελεί μια σημαντική πηγή κινδύνου για όλες τις υποδομές που βρίσκονται εντός δασικών περιοχών ή ακόμη γειτνιάζουν με δασικές εκτάσεις ή, σε κάποιες περιπτώσεις, βρίσκονται σε αγροτικές περιοχές. Στις μελλοντικές κλιματικές συνθήκες, ο κίνδυνος δασικής πυρκαγιάς θα είναι ακόμη εντονότερος. Μια δασική πυρκαγιά επηρεάζει άμεσα μια κτιριακή υποδομή (μπορεί να την καταστρέψει) αλλά μπορεί επίσης να την επηρεάζει έμμεσα καθώς ο καπνός από τη φωτιά μπορεί να επηρεάσει την υγεία των ανθρώπων σε αρκετή απόσταση από την περιοχή της φωτιάς.
- **Ξηρασία.** Η ξηρασία αποτελεί μια πηγή κινδύνου που υφίσταται ήδη σε κάποιες περιοχές της χώρας με ελλειμματικό ισοζύγιο υδάτινων πόρων και εκτιμάται ότι θα ενταθεί στις μελλοντικές κλιματικές συνθήκες καθώς αναμένεται για την Ελλάδα μείωση των βροχοπτώσεων. Η μη ορθολογική διαχείριση των υδάτινων πόρων συνεισφέρει συνεργιστικά στην επιδείνωση του προβλήματος. Η ξηρασία ως πηγή κινδύνου μπορεί να είναι ιδιαίτερα σημαντική σε κτιριακές υποδομές

που απαιτούν τη χρήση σημαντικών ποσοτήτων νερού συγκεκριμένων προδιαγραφών ή διαθέτουν γεωτρήσεις για την κάλυψη μέρους των αναγκών τους. Η ξηρασία ως πηγή κινδύνου μπορεί ενδεχομένως να μην είναι από μόνη της μια σημαντική πηγή κινδύνου αλλά να λειτουργεί συνεργιστικά με άλλες πηγές κινδύνου, όπως για παράδειγμα την δασική πυρκαγιά ή την αύξηση της στάθμης της θάλασσας.

Για τη διενέργεια της ανάλυσης διακινδύνευσης έχει οριστεί ποσοτική κλίμακα πιθανότητας εμφάνισης κινδύνου και κλίμακα μεγέθους/δριμύτητας των επιπτώσεων.

Πίνακας: Βαθμονόμηση κλίμακας πιθανότητας εμφάνισης πηγών κινδύνου σε κτιριακή υποδομή

Κλίμακα	Βαθμολογία	Περιγραφή
Σπάνιο	1	5% πιθανότητα εμφάνισης στην εκτιμώμενη διάρκεια ζωής της υποδομής
Απίθανο	2	20% πιθανότητα εμφάνισης στην εκτιμώμενη διάρκεια ζωής της υποδομής
Μέτριο	3	50% πιθανότητα εμφάνισης στην εκτιμώμενη διάρκεια ζωής της υποδομής
Πιθανό	4	80% πιθανότητα εμφάνισης στην εκτιμώμενη διάρκεια ζωής της υποδομής
Σχεδόν βέβαιο	5	95% πιθανότητα εμφάνισης στην εκτιμώμενη διάρκεια ζωής της υποδομής

Πίνακας: Βαθμονόμηση κλίμακας μεγέθους/δριμύτητας επιπτώσεων σε κτιριακή υποδομή

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

Το γινόμενο των βαθμολογιών της πιθανότητας εμφάνισης και του μεγέθους των επιπτώσεων κάθε πηγής κινδύνου, αποτελεί τη βαθμολογία εγγενή κινδύνου για την οποία ορίζεται η ακόλουθη βαθμονόμηση της σημαντικότητας του:

Πίνακας: Βαθμονόμηση κλίμακας εγγενούς κινδύνου

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	Η λήψη μέτρων μείωσης του κινδύνου εξαρτάται από τις περιστάσεις του Έργου
11-19	Σημαντικός	Προτείνεται η λήψη μέτρων μείωσης του κινδύνου
20-25	Πολύ σημαντικός	Απαιτείται η λήψη μέτρων μείωσης του κινδύνου

Οι παραπάνω κλίμακες βαθμονόμησης έχουν προέλθει από την εμπειρογνωσία των μελετητών. Χρησιμοποιώντας αυτές, στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η ανάλυση διακινδύνευσης για την κτιριακή υποδομή του παραδείγματος.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η ανάλυση διακινδύνευσης για το Έργο του παραδείγματος.

Πίνακας 11: Ανάλυση διακινδύνευσης για το Έργο

Πηγή Κινδύνου	Πιθανότητα εμφάνισης	Κλίμακα συνεπειών	Εγγενής κίνδυνος	
			Βαθμολογία	Περιγραφή
Καύσωνας	Σχεδόν βέβαιο	Μέτριες	15	Σημαντικός
Κύμα ψύχους	Μέτριο	Ήσσονος σημασίας	6	Χαμηλός
Παγετός (Αριθμός Ημερών με $TN < 0$)	Μέτριο	Ήσσονος σημασίας	6	Χαμηλός
Δασική πυρκαγιά	Απίθανο	Καταστροφικές	10	Μέτριος
Ξηρασία	Απίθανο	Ήσσονος σημασίας	4	Χαμηλός

Από την ανάλυση διακινδύνευσης προκύπτει ότι:

- Ο καύσωνας αναδεικνύεται ως σημαντικός εγγενής κίνδυνος, ο σημαντικότερος για την υποδομή (βαθμολογία: $3 \times 5 = 15$ πόντοι). Ο βασικός λόγος που ο καύσωνας έχει τόσο μεγάλο εγγενή κίνδυνο είναι γιατί η πιθανότητά του θεωρήθηκε σχεδόν βέβαιη ενώ και οι επιπτώσεις θεωρείται ότι θα έχουν μέτριο μέγεθος.
- Η δασική πυρκαγιά χαρακτηρίζεται ως μέτριος εγγενής κίνδυνος (βαθμολογία: $2 \times 5 = 10$ πόντοι). Ο λόγος που η δασική πυρκαγιά θεωρείται ότι έχει τόσο σημαντικό εγγενή κίνδυνο είναι ότι ναι μεν είναι απίθανο να συμβεί (πιθανότητα μικρότερη από 20% σε ένα τυπικό έτος λειτουργίας), ωστόσο αν συμβεί τότε οι επιπτώσεις μπορεί να είναι εν δυνάμει καταστροφικές για την υποδομή.
- Το κύμα ψύχους και ο παγετός χαρακτηρίζονται ως χαμηλοί εγγενείς κίνδυνοι (βαθμολογία: $2 \times 3 = 6$ πόντοι). Συγκεκριμένα, υπάρχει πιθανότητα 50% να εμφανιστούν σε ένα τυπικό έτος λειτουργίας αλλά οι επιπτώσεις εκτιμάται ότι θα είναι ήσσονος σημασίας, δηλαδή θα επηρεάσουν την κανονική λειτουργία της

υποδομής αλλά θα υπάρχουν τοπικές μόνο επιπτώσεις.

- Η ξηρασία χαρακτηρίζεται ως χαμηλός εγγενής κίνδυνος (βαθμολογία: $2 \times 2 = 4$ πόντοι). Συγκεκριμένα, η πιθανότητα εμφάνισης θεωρείται μικρότερη από 20% σε ένα τυπικό έτος λειτουργίας και οι επιπτώσεις εκτιμάται ότι θα είναι ήσσονος σημασίας.

Βάσει των αποτελεσμάτων της ανάλυσης διακινδύνευσης, προέκυψαν μέτριοι ή σημαντικοί εγγενείς κίνδυνοι (μέτρια έως σημαντική διακινδύνευση), για τους οποίους εξετάζονται (πρόσθετα) μέτρα προσαρμογής, ώστε να περιοριστούν σε αποδεκτά επίπεδα. Για τους εγγενείς κινδύνους που βαθμολογούνται ως «χαμηλοί», η ομάδα μελέτης αξιολογεί αν το Έργο παρουσιάζει αποδεκτή ανθεκτικότητα ή αν απαιτούνται να εξεταστούν πρόσθετα προσαρμογής, και αιτιολογεί δεόντως το συμπέρασμα της.

3.2.2 Μέτρα για την ενίσχυση της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή

Εάν, βάσει των αποτελεσμάτων της ανάλυσης διακινδύνευσης, αξιολογείται ότι η υποδομή δεν είναι ανθεκτική στην κλιματική αλλαγή και χρειάζεται να αναληφθούν (πρόσθετα) μέτρα προσαρμογής, τότε για κάθε αξιόλογο εγγενή κίνδυνο που εντοπίζεται, εξετάζονται και αξιολογούνται στοχευμένα μέτρα προσαρμογής και, όπου κρίνεται δικαιολογημένα, ενσωματώνονται στην υποδομή. Η αξιολόγηση των διαφόρων εναλλακτικών μέτρων προσαρμογής μπορεί να είναι ποσοτική ή ποιοτική. Σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως τα έργα σχετικά χαμηλής αξίας με περιορισμένους κλιματικούς κινδύνους, μπορεί να είναι επαρκής μία ταχεία διαδικασία αξιολόγησης. Σε άλλες περιπτώσεις, ιδίως για μέτρα 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.

Παράδειγμα Ε: Μέτρα προσαρμογής για τους εγγενείς κινδύνους του εμπορικού κέντρου

Από την ανάλυση διακινδύνευσης της κτιριακής υποδομής εμπορικού κέντρου του παραδείγματος Ε, προέκυψε ότι μέτρα προσαρμογής απαιτούνται για τους εξής εγγενείς

κινδύνους:

- Καύσωνας: 15 πόντοι - σημαντικός εγγενής κίνδυνος
- Δασική πυρκαγιά: 10 πόντοι – μέτριος εγγενής κίνδυνος
- Κύμα ψύχους/παγετός: 6 πόντοι – χαμηλός εγγενής κίνδυνος

Δηλαδή, η ομάδα μελέτης έκρινε ότι δεν απαιτείται να ληφθούν πρόσθετα μέτρα προσαρμογής για την ξηρασία η οποία επίσης θεωρείται χαμηλός κίνδυνος (όπως το κύμα ψύχους/παγετός).

Στη συγκεκριμένη περίπτωση, ενδεικτικά ο Δικαιούχος του Έργου θεωρεί ως αποδεκτό το «χαμηλό» επίπεδο υπολειπόμενου κινδύνου (βαθμολογία ≤ 6). Από την ανάλυση διακινδύνευσης προέκυψαν δύο εγγενείς κίνδυνοι με βαθμολογία >6 . Αυτοί οι κίνδυνοι, κατά την κρίση των μελετητών, είναι δυνατό να περιοριστούν.

Προσδιορισμός επιλογών προσαρμογής

Καύσωνας

1. **Βιοκλιματικός αρχιτεκτονικός σχεδιασμός** του κτιρίου προσαρμοσμένος στις υψηλές θερμοκρασίες έτσι ώστε να μειώνεται η ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου κατά τη διάρκεια επεισοδίων καύσωνα και να βελτιώνεται εν γένει η αίσθηση συνθηκών θερμοκρασίας, υγρασίας και ηλιακής ακτινοβολίας των χρηστών του κτιρίου (π.χ. αλλαγή προσανατολισμού του κτιρίου, δημιουργία υπόστεγων σε τοίχους και παράθυρα, χρήση αντανάκλαστικών υλικών στην εξωτερική δόμηση, κατάλληλων μονώσεων, κλπ). (Διαρθρωτικό μέτρο)
2. **Χρήση κουφωμάτων υψηλής ενεργειακής απόδοσης** με ειδικό γυαλί και θερμομεμβράνες στα παράθυρα, για την ελαχιστοποίηση της μεταφοράς θερμότητας στο εσωτερικό του κτιρίου. (Διαρθρωτικό μέτρο)
3. **Εγκατάσταση ανεμιστήρων και κεντρικού συστήματος κλιματισμού (HVAC)** για την διατήρηση της εσωτερικής θερμοκρασίας και υγρασίας σε επίπεδα άνεσης για τους χρήστες του κτιρίου. (Διαρθρωτικό μέτρο)
4. **Εγκατάσταση συστημάτων ΑΠΕ** για τη αντιμετώπιση των αυξημένων ενεργειακών αναγκών ψύξης/κλιματισμού.
5. **Ανάπτυξη διαδικασίας διαχείρισης και αντιμετώπισης καύσωνα** που θα περιλαμβάνει τη λήψη έκτακτων μέτρων όπως για παράδειγμα αλλαγές στα ωράρια εργασίας ή/και διακοπή της εργασίας. Αναβολή εξωτερικών εργασιών συντήρηση του κτιρίου, κλπ. (Μη διαρθρωτικό μέτρο)

Δασική Πυρκαγιά

1. Εξέταση αλλαγής της χωροθέτησης της κτιριακής υποδομής. Αναφέρεται σε περιπτώσεις που το Έργο πρόκειται να εγκατασταθεί εντός δασικής έκτασης ή σε

περιοχές που αποδεδειγμένα υφίσταται ο κίνδυνος πυρκαγιάς. Η αλλαγή της χωροθέτησης μπορεί να είναι εξαιρετικά δύσκολη και σε κάθε περίπτωση πρέπει να εξετάζεται στο αρχικό στάδιο σχεδιασμού. (Διαρθρωτικό μέτρο)

2. **Κατάλληλη οργάνωση του εξωτερικού χώρου** έτσι ώστε να αποτρέπεται η μετάδοση της φωτιάς. Για παράδειγμα, μείωση της υψηλής βλάστησης πλησίον των κτιρίων, χρήση μη εύφλεκτων υλικών δόμησης και διακόσμησης, δημιουργία αντιπυρικών ζωνών μεταξύ των κτιρίων, κλπ. (Διαρθρωτικό μέτρο)
3. **Ανάπτυξη αποτελεσματικού συστήματος πυρόσβεσης.** Οι νομικές απαιτήσεις για πυρασφάλεια και πυρόσβεση είναι πιθανό να μην αρκούν και να πρέπει να ληφθούν επιπλέον μέτρα. Για παράδειγμα εγκατάσταση δεξαμενής νερού πυρόσβεσης. Εγκατάσταση περιφερειακού συστήματος διαβροχής. Εγκατάστασης εφεδρικών αντλιών πυρόσβεσης με χρήση πετρελαίου, κλπ. (Διαρθρωτικό μέτρο)
4. **Ασφάλιση του κτιρίου για κίνδυνο πυρκαγιάς.** Η ασφάλιση μειώνει έμμεσα τον κίνδυνο της πυρκαγιάς καθώς οι ασφαλιστικές εταιρείες θα λάβουν υπόψη τους τη θέση και τα μέτρα πυρασφάλειας προκειμένου να καθορίσουν το ασφάλιστρο και ενδέχεται να απαιτήσουν τακτική επιθεώρηση των μέτρων πυρασφάλειας. (Μη διαρθρωτικό μέτρο)
5. **Εκπόνηση διαδικασίας αντιμετώπισης πυρκαγιάς** που θα περιλαμβάνει την οργάνωση ομάδων πυρασφάλειας, την εκπαίδευση του προσωπικού για περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης, που περιλαμβάνουν τον κίνδυνο πυρκαγιάς και τη συνεργασία με την τοπική πυροσβεστική υπηρεσία. (Μη διαρθρωτικό μέτρο)

Κύμα ψύχους/παγετός

Γενικά, πολλά από τα μέτρα που λαμβάνονται για τον καύσωνα σχετίζονται και με τα κύματα ψύχους και τον παγετό. Όπως για παράδειγμα ο βιοκλιματικός σχεδιασμός των κτιρίων, η χρήση ενεργειακά αποδοτικών κουφωμάτων και η χρήση κεντρικού συστήματος κλιματισμού. Επιπλέον μπορεί να προταθούν μέτρα όπως:

1. **Μόνωση εξωτερικών σωληνώσεων** για να αποφευχθούν σπασμένες σωληνώσεις λόγω παγετού. Ο εξωτερικός μηχανολογικός εξοπλισμός ενός κτιρίου είναι περισσότερο ευαίσθητος στον παγετό και θα πρέπει να προστατεύεται με μόνωση. (Διαρθρωτικό μέτρο)
2. **Σχεδιασμός της οδικής πρόσβασης** στην κτιριακή υποδομή έτσι ώστε να μην γίνεται απροσπέλαστη σε περίπτωση παγετού. Στο σχεδιασμό περιλαμβάνονται μέτρα όπως η αποφυγή μεγάλων κλίσεων και η χρήση ειδικού οδοστρώματος. (Διαρθρωτικό μέτρο)
3. **Διατήρηση μιας ποσότητας αλατιού** για χρήση στο εσωτερικό και περιμετρικό δίκτυο σε περίπτωση παγετού. (Μη διαρθρωτικό μέτρο)

Υπολειπόμενος κίνδυνος

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι εγγενείς κίνδυνοι, τα επιλεχθέντα μέτρα προσαρμογής και οι υπολειπόμενοι κίνδυνοι. Οι υπολογισμοί πραγματοποιήθηκαν με χρήση του υπολογιστικού αρχείου excel που ανέπτυξε η Γ.Γ. Δημοσίων Επενδύσεων & ΕΣΠΑ.

Πίνακας: Εγγενείς κίνδυνοι, επιλεχθέντα μέτρα προσαρμογής και ο υπολειπόμενος κίνδυνος για το παράδειγμα κτιριακής υποδομής εμπορικού κέντρου

Πηγή κινδύνου	Εγγενής κίνδυνος		Μέτρα προσαρμογής	Μείωση κινδύνου	Υπολειπόμενος κίνδυνος	
	Βαθμολογία	Περιγραφή			Βαθμολογία	Περιγραφή
Καύσωνας	15	Σημαντικός	Βιοκλιματική αρχιτεκτονική, κουφώματα υψηλής ενεργειακής απόδοσης, HVAC, διαδικασία αντιμετώπισης καύσωνα	11	4	Χαμηλός
Δασική πυρκαγιά	10	Μέτριος	Οργάνωση εξωτερικού χώρου, σύστημα πυρόσβεσης. Ασφάλιση, εκπαίδευση προσωπικού	8	2	Αμελητέος
Κύμα ψύχους	6	Χαμηλός	Μόνωση σωληνώσεων, σχεδιασμός πρόσβασης	5	1	Αμελητέος
Παγετός (Αριθμός Ημερών με $TN < 0$)	6	Χαμηλός	Μόνωση σωληνώσεων, σχεδιασμός πρόσβασης	5	1	Αμελητέος

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα, η επιλογή και η ενσωμάτωση επιπλέον μέτρων προσαρμογής σε κάθε πηγή κινδύνου μειώνει τον τελικό (υπολειπόμενο) κίνδυνο στο συγκεκριμένο κίνδυνο. Η επιλογή της βαθμολογίας των μέτρων είναι υποκειμενική και πρέπει να γίνεται από τους μελετητές του Έργου. Σε κάθε περίπτωση, ο υπολειπόμενος

κίνδυνος δεν μπορεί να χαρακτηρίζεται «πολύ σημαντικός» ή «σημαντικός» καθώς αυτό ενδέχεται να μειώσει το χρόνο ζωής της υποδομής ή/και να θέσει σε διακινδύνευση τη λειτουργία της.

Σημείωση: Είναι προφανές ότι η αναφορά σε εμπορικό κέντρο είναι ενδεικτική και αντίστοιχα μέτρα προσαρμογής μπορούν να σχεδιαστούν και για άλλους τύπους κτιριακών υποδομών που αναφέρονται σε άλλα παραδείγματα (π.χ. πανεπιστήμια, γραφεία παροχής διοικητικών υπηρεσιών, εκπαιδευτικά ιδρύματα, κλπ)

3.2.3 Πρόγραμμα παρακολούθησης

Δεδομένου ότι η αξιολόγηση πηγών κινδύνου είναι μια συνεχής διαδικασία, είναι σημαντικό να καθοριστεί πρόγραμμα παρακολούθησης της προσαρμογής του Έργου στην κλιματική αλλαγή και μεταγενέστερης υλοποίησης πρόσθετων μέτρων προσαρμογής εάν κάτι τέτοιο απαιτηθεί από την εξέλιξη των κλιματικών συνθηκών της περιοχής.

Παράδειγμα Ε: Παρακολούθηση και επανεξέταση της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή της κτιριακής υποδομής εμπορικού κέντρου

Στο παράδειγμα Ε εξετάστηκε ο εγγενής κίνδυνος μιας κτιριακής υποδομής που θα χρησιμοποιείται για εμπορικούς σκοπούς. Προσδιορίστηκε ότι οι πηγές κινδύνου «καύσωνας», «δασική πυρκαγιά» και «κύμα ψύχους/παγετός» δημιουργούν εγγενή κίνδυνο που πρέπει να αντιμετωπιστεί. Για το λόγο αυτό ενσωματώθηκαν στην κατασκευή της υποδομής διαρθρωτικά μέτρα προσαρμογής και προτάθηκαν μη διαρθρωτικά μέτρα όπως η ανάπτυξη διαδικασιών αντιμετώπισης κινδύνων και η εκπαίδευση του προσωπικού να αποκρίνεται στους κινδύνους αυτούς.

Στο πλαίσιο αυτό θα αναπτυχθεί ένα ευρύτερο σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης σύμφωνα με το πρότυπο ISO 14001 για την συνολική παρακολούθηση των περιβαλλοντικών επιδόσεων της κτιριακής υποδομής και ειδικά για τη βελτίωση της προσαρμογής της στην κλιματική αλλαγή. Η διοίκηση του εμπορικού κέντρου θα δημιουργήσει ομάδα περιβαλλοντικής διαχείρισης και θα ορίσει υπεύθυνο περιβαλλοντικής διαχείρισης. Το σύστημα θα αποτελείται από διαδικασίες και έντυπα τα οποία θα επιθεωρούνται και θα ανασκοπούνται ετησίως από την ομάδα κλιματικής αλλαγής και εξωτερικό φορέα πιστοποίησης. Στο σύστημα θα ενσωματωθούν διαδικασίες όπως:

Μεθοδολογία παρακολούθησης της εξέλιξης της κλιματικής αλλαγής, με βάση δεδομένα και προβλέψεις που είναι διαθέσιμα:

- Στην Πύλη Γεωχωρικών Πληροφοριών του Υπουργείου Περιβάλλοντος και

Ενέργειας στην Ενότητα για την Κλιματική Αλλαγή. Περιλαμβάνει τις τελευταίες κλιματικές προβλέψεις για την Ελλάδα.

- Στον Εθνικό Κόμβο Πληροφοριών για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή στην ενότητα Εργαλεία και Χάρτες Προοπτικής Διάγνωσης του Κλίματος.
- Στα Περιφερειακά Σχέδια Προσαρμογής στην Κλιματική Αλλαγή, τα οποία, ως στρατηγικά κείμενα, παρέχουν ένα πολύ γενικό πλαίσιο για πιθανούς κλιματικούς κινδύνους.

Τα αποτελέσματα της παρακολούθησης θα αποτυπώνονται στην ετήσια ανασκόπηση και θα αποφασίζεται αν, με βάση τα νέα δεδομένα, κάποια νέα πηγή κινδύνου ενδέχεται να επηρεάσει την κτιριακή υποδομή και τι πρόσθετα μέτρα θα απαιτηθούν. Επίσης, θα εξετάζονται οι αναγνωρισμένες πηγές κινδύνου ως προς την ένταση της επιρροής τους στην κτιριακή υποδομή.

Μεθοδολογία παρακολούθησης και αξιολόγησης των εφαρμοζόμενων μέτρων προσαρμογής. Η αξιολόγηση θα γίνεται με την εφαρμογή κατάλληλων δεικτών, που ανταποκρίνονται κατάλληλα σε κάθε μέτρο προσαρμογής κάθε πηγής κινδύνου:

Καύσωνας

- Συνεχής μέτρηση θερμοκρασίας εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος με χρήση μόνιμα εγκατεστημένων θερμομέτρων. Προσδιορισμός θερμοκρασιακών ορίων για τη λειτουργία των συστημάτων ψύξης και θέρμανσης.
- Παρακολούθηση της μηνιαίας ενεργειακής ανάλωσης ανά τύπο ενέργειας ή καυσίμου.

Δασική πυρκαγιά

- Μέτρηση της υγρασίας του εξωτερικού περιβάλλοντος. Συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας και χαμηλής υγρασίας ευνοούν την έναρξη και την γρήγορη επέκταση δασικών πυρκαγιών.
- Παρακολούθηση της βλάστησης περιμετρικά των κτιρίων. Διαχείριση της βλάστησης με στόχο τη μείωση της καύσιμης ύλης. Συνεννόηση με τις τοπικές αρχές για τον εποχικό καθαρισμό της δασικής έκτασης πλησίον των κτιρίων
- Ετήσια δοκιμή του πυροσβεστικού συστήματος της κτιριακής υποδομής και κοινή άσκηση πυρόσβεσης με την τοπική πυροσβεστική. Παράλληλα μπορεί να γίνεται εκπαίδευση του προσωπικού που εργάζεται στο κτίριο.

Κύμα ψύχους/παγετός

- Ετήσιος έλεγχος των υδραυλικών σωληνώσεων των κτιρίων από εξειδικευμένο συνεργείο
- Ετήσιος έλεγχος και συντήρηση της οδικής πρόσβασης
- Διατήρηση μιας ποσότητας αλατιού εντός του κτιρίου έτσι ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα σε περίπτωση παγετού

Στην περίπτωση πιστοποιημένων συστημάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης, όπως το ISO 14001, η εφαρμογή των σχετικών διαδικασιών που αναφέρθηκαν ελέγχεται και κατά την εξωτερική ετήσια επιθεώρηση του συστήματος από φορέα πιστοποίησης. Τέτοιες επιθεωρήσεις αποτελούν μια επιπλέον δικλείδα προστασίας για την ορθή και πλήρη εφαρμογή του συστήματος παρακολούθησης που έχει προδιαγραφεί.

3.2.4 Συνέπεια με στρατηγικές και σχέδια προσαρμογής

Το τελευταίο βήμα στην αξιολόγηση της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή είναι η επιβεβαίωση της συμβατότητας του Έργου, με την Ελληνική και Ευρωπαϊκή νομοθεσία^{28,29}, καθώς και με τις στρατηγικές και σχέδια της ΕΕ και, κατά περίπτωση, με τις ελληνικές εθνικές, περιφερειακές και τοπικές στρατηγικές και σχέδια για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή.

Επεξηγηματικό κείμενο 8: Έλεγχος συμβατότητας μιας κτιριακής υποδομής με τις σχετικές εθνικές στρατηγικές και σχέδια δράσης

A. Κανονισμός (ΕΕ) 2021/1119 - Ευρωπαϊκός Νόμος για το Κλίμα

Ο Ευρωπαϊκός Νόμος για το κλίμα, στο άρθρο 5, αναφέρει ότι «1. Τα αρμόδια θεσμικά όργανα της Ένωσης και τα κράτη μέλη διασφαλίζουν διαρκή πρόοδο στη βελτίωση της προσαρμοστικής ικανότητας, την ενίσχυση της ανθεκτικότητας και τη μείωση της ευπάθειας στην κλιματική αλλαγή [...]», καθώς και ότι «3. [...] διασφαλίζουν [...] ότι οι πολιτικές για την προσαρμογή [...] συμβάλλουν στην καλύτερη ενσωμάτωση της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή, με συνεπή τρόπο, σε όλους τους τομείς πολιτικής, συμπεριλαμβανομένων των οικείων κοινωνικοοικονομικών και περιβαλλοντικών πολιτικών και δράσεων[...]. Επικεντρώνονται ιδίως στους πλέον ευάλωτους και επηρεαζόμενους πληθυσμούς και τομείς[...]. Επιπλέον, αναφέρει (παρ. 4) ότι «στις εθνικές στρατηγικές προσαρμογής τους, τα κράτη μέλη λαμβάνουν υπόψη την ιδιαίτερη ευπάθεια των οικείων τομέων [...] και προωθούν λύσεις που βασίζονται στη φύση και μια προσαρμογή που βασίζεται στα οικοσυστήματα [...]».

B. Ο Εθνικός Κλιματικός Νόμος (ΕΚΝ) 4936/2022

Ο ΕΚΝ, στο άρθρο 10, παρ.3, προβλέπει τη δυνατότητα λήψης και εφαρμογής μέτρων

²⁸ Ν. 4936 (ΦΕΚ 105Α/27-5-2022) Εθνικός κλιματικός νόμος - Μετάβαση στην κλιματική ουδετερότητα και προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, επείγουσες διατάξεις για την αντιμετώπιση της ενεργειακής κρίσης και την προστασία του περιβάλλοντος

²⁹ Κανονισμός (ΕΕ) 2021/1119 θέσπιση πλαισίου με στόχο την επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας και για την τροποποίηση των κανονισμών (ΕΚ) αριθ. 401/2009 και (ΕΕ) 2018/1999 («ευρωπαϊκό νομοθέτημα για το κλίμα»)

για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή και την απορρόφηση του κόστους των επιπτώσεων της, όπως μέτρων για «α) την ενίσχυση της ανθεκτικότητας και τον περιορισμό της τρωτότητας σε όλους τους τομείς της οικονομίας, του φυσικού περιβάλλοντος και της βιοποικιλότητας.[...], β) τη δημιουργία πράσινων υποδομών και την αξιοποίηση λύσεων βασισμένων στη φύση, [...]δ) τον σχεδιασμό βιώσιμης αστικής ανάπτυξης που λαμβάνει υπόψη κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές στρατηγικές για τη βελτίωση της αστικής ανθεκτικότητας[...].»

Επίσης, στο άρθρο 18, για την ενδυνάμωση της διάστασης της κλιματικής αλλαγής στην περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων, προβλέπεται η τροποποίηση της παρ. Β' του Παραρτήματος II του ν. 4014/2011 (Α' 209), με σκοπό τη συμπερίληψη στις ΜΠΕ περιγραφής των πιθανών σημαντικών επιπτώσεων που το έργο ενδέχεται να προκαλέσει στο περιβάλλον λόγω της ευπάθειας του στην κλιματική αλλαγή. Ειδικότερα προβλέπεται οι ΜΠΕ να «περιλαμβάνουν στοιχεία για τους κινδύνους, την εκτίμηση κινδύνων, την ανάλυση επιπτώσεων και λήψη μέτρων για την ενίσχυση της ανθεκτικότητας στις υφιστάμενες και μελλοντικές κλιματικές συνθήκες».

Γ. Η Εθνική Στρατηγική για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή (ΕΣΠΚΑ)

Η Εθνική Στρατηγική για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή (ΕΣΠΚΑ), εγκρίθηκε με το άρθρο 45 του ν.4414/2016. Η ΕΣΠΚΑ προτείνει μέτρα για τη βελτίωση της θερμικής επίδοσης του κτιριακού κελύφους (π.χ. βιοκλιματική αρχιτεκτονική, πράσινα δομικά στοιχεία, καινοτόμα υλικά) και του μικροκλίματος του περιβάλλοντος χώρου (π.χ. τεχνικές σκίασης και φυσικού αερισμού, επαύξηση πρασίνου και φυτεύσεων), με σκοπό την προσαρμογή των κτιριακών υποδομών στην αναμενόμενη επιδείνωση των συνθηκών θερμικής άνεσης και της συνεπακόλουθης αύξησης των αναγκών ψύξης/κλιματισμού τους. Για τον ίδιο σκοπό, προβλέπει τη λήψη μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας (π.χ. χρήση ενεργειακά αποδοτικού εξοπλισμού, βελτίωση ενεργειακής συμπεριφοράς χρηστών) και την εγκατάσταση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Επίσης, η ΕΣΠΚΑ προκρίνει την ορθολογική χρήση/εξοικονόμηση νερού στις κτιριακές υποδομές, την ανακύκλωση των όμβριων υδάτων και τη χρήση του ανακυκλωμένου νερού από την επεξεργασία των αποβλήτων τους για την άρδευση χώρων πρασίνου, ιδιαίτερα στις περιοχές που παρουσιάζουν ελλείψεις (π.χ. συλλογή βρόχινου νερού σε κτίρια ή κτιριακά συγκροτήματα, χρησιμοποίηση νερού εκροής μονάδων επεξεργασίας λυμάτων ξενοδοχειακών μονάδων για την άρδευση χώρων πρασίνου της περιβάλλουσας περιοχής). Όσον αφορά στη διαχείριση υδάτων, τα μέτρα προσαρμογής, περιλαμβάνουν και την αύξηση των υδατοπερατών επιφανειών στον περιβάλλοντα χώρο, με σκοπό την αύξηση της κατείσδυσης στους υπόγειους υδροφόρους και τη μείωση της επιφανειακής απορροής και συνεπώς του πλημμυρικού κινδύνου.

Όσον αφορά στη χωροθέτηση των κτιριακών υποδομών, η ΕΣΠΚΑ προκρίνει την αποφυγή χωροθέτησης κτιρίων σε παράκτιες περιοχές που αντιμετωπίζουν σοβαρούς κινδύνους διάβρωσης και τη μετεγκατάσταση των υφιστάμενων κτιρίων.

Τέλος, προκρίνει το κριτήριο της «κλιματικά ασφαλούς επένδυσης» και προτείνει την

κλιματική ασφάλιση των κτιρίων.

Συγκεκριμένα:

Στην ενότητα 4.12 «Δομημένο Περιβάλλον», η ΕΠΣΚΑ αναφέρει τα εξής:

«**Δράση 1.** Προσαρμογή του αστικού σχεδιασμού στην κλιματική αλλαγή και βελτίωση του θερμικού περιβάλλοντος στις πόλεις με την αλλαγή του μικροκλίματος του δομημένου περιβάλλοντος (αστικά κέντρα):

Μέτρο 1. Προσδιορισμός ολιστικής μεθοδολογίας για την εκτίμηση της τρωτότητας των κτηριακών υποδομών στο χερσαίο και παράκτιο περιβάλλον.

Μέτρο 2. Κατάλληλος αρχιτεκτονικός και πολεοδομικός επανασχεδιασμός των χώρων με κατάλληλη διάταξη και αξιοποίηση των ελεύθερων χώρων (με χρήση σκίασης, αερισμού, κ.λπ.).

Μέτρο 3. Εξέταση αναγκαιότητας επικαιροποίησης του Κτιριοδομικού Κανονισμού και του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (ΚΕΝΑΚ) λαμβάνοντας υπόψη το μικροκλίμα των πόλεων και τις κλιματικές αλλαγές που παρατηρούνται ή εκτιμάται ότι θα προκύψουν. *Μέτρο 4.* Αύξηση του αστικού πρασίνου. Η σχέση δομημένου χώρου και πρασίνου θα πρέπει να αλλάξει για να εξισορροπήσει τις επερχόμενες κλιματικές αλλαγές. Αυτό θα συμπεριλάβει την αξιοποίηση αναξιοποίητων περιοχών, την ανακατανομή και αποκατάσταση του πρασίνου στο δομημένο περιβάλλον. Τέλος, όπως προαναφέρθηκε, η ενσωμάτωση του πράσινου σε υπάρχουσες κατασκευές (οροφές, κάθετες επιφάνειες κ.λπ.) θα πρέπει να αποτελέσει προτεραιότητα.

Μέτρο 5. Χρήση καινοτόμων και ενεργειακά φιλικών υλικών, τόσο για την ανακαίνιση παλαιών κτηρίων όσο και για την δόμηση νέων (μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης) καθώς και αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Μορφών Ενέργειας και άλλων τεχνικών εξοικονόμησης που θα πρέπει να συμπεριληφθούν στη σύγχρονη νομοθεσία.».

«**Δράση 2.** Μείωση των θερμικών και ενεργειακών αναγκών των κτηρίων προς την κατεύθυνση του μηδενικού ενεργειακού αποτυπώματος:

Μέτρο 1. Συνδυασμένη χρήση τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας, αποδοτικά συστήματα φωτισμού και χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Μέτρο 2. Αποδοτική αξιοποίηση του διαθέσιμου ανθρώπινου και υλικού δυναμικού.

Μέτρο 3. Εκπαίδευση χρηστών κτιρίων και βελτιωμένη απόδοση μέσω συμπεριφοριστικών αλλαγών.».

Επίσης, στην ίδια ενότητα αναφέρεται η ανάγκη αύξησης της ποσόστωσης των πράσινων επιφανειών με σκοπό τη βελτίωση του μικροκλίματος των αστικών περιοχών, την ενίσχυση και προστασία της μόνωσης των κτιρίων αλλά και τη διαχείριση των πλημμυρικών φαινομένων.

Στην ενότητα 4.8 «Τουρισμός», η ΕΣΠΚΑ προτείνει, μεταξύ άλλων, για τις τουριστικές

κτιριακές εγκαταστάσεις:

Μέτρο 1.1 Εξέταση αναγκαιότητας βελτίωσης προδιαγραφών τουριστικών εγκαταστάσεων.

Μέτρο 2.2 Κίνητρα για τις επιχειρήσεις για μείωση των καταναλώσεων.

Μέτρο 5.1 Επισήμανση των απαραίτητων επενδύσεων σε υποδομές και τεχνολογίες ώστε να αντιμετωπιστούν π.χ. οι υψηλές θερμοκρασίες, η έλλειψη νερού, κλπ., με τον αποτελεσματικότερο τρόπο.

Μέτρο 5.2 Επισήμανση των απαραίτητων επενδύσεων για τη μετάβαση του τουριστικού προϊόντος σε χαμηλότερο αποτύπωμα άνθρακα ώστε να μειώνεται το κόστος λειτουργίας και να είναι ανταγωνιστικό σε ευαίσθητοποιημένους τουρίστες.

Μέτρο 6.1 Δημιουργία οδηγιών, σε περιφερειακό επίπεδο ώστε να αντανakλούν τις διαφοροποιήσεις, σχετικά με τον τουρισμό και την κλιματική αλλαγή που θα απευθύνονται ξεχωριστά σε εκπροσώπους δημόσιων φορέων, στους επιχειρηματίες του κλάδου και στο κοινό. Ενημέρωση και υποστήριξη για την αντιμετώπιση ακραίων φαινομένων (καύσωνες, πυρκαγιές κ.λπ.)

Στην **ενότητα 4.5**, ΕΣΠΚΑ περιλαμβάνει μέτρα για τις παράκτιες ζώνες, τα οποία συνδέονται με τη χωροθέτηση κτιριακών υποδομών, όπως:

- Αποθάρρυνση οικιστικής και επιχειρηματικής ανάπτυξης σε παράκτιες περιοχές που αντιμετωπίζουν σοβαρούς κινδύνους διάβρωσης, έως και απαγόρευση χρήσεων γης (όπου είναι απαραίτητο) σε συγκεκριμένες παράκτιες περιοχές που απειλούνται.
- Μετεγκατάσταση κτηρίων και εγκαταστάσεων σε ασφαλέστερες και υψηλότερες τοποθεσίες. Ενσωμάτωση της δυνατότητας μετεγκατάστασης στις νέες κατασκευές στις παράκτιες περιοχές από την αρχική κατασκευή τους.

Στην **ενότητα 4.6. «Υδάτινοι Πόροι»** περιλαμβάνονται μέτρα για τη μείωση της κατανάλωσης νερού και την αύξηση της κατείσδυσης του βρόχινου νερού τα οποία συνδέονται με κτιριακές υποδομές:

Μέτρο 3.1. Προώθηση της εξοικονόμησης νερού σε όλους τους τομείς και τις χρήσεις, ιδίως σε περιοχές που αντιμετωπίζουν ελλείψεις και υποστήριξη της ανακύκλωσης των όμβριων υδάτων.

Μέτρο 3.2. Ενθάρρυνση της επεξεργασίας αποβλήτων και χρήσης ανακυκλωμένου νερού στη φυτική παραγωγή ή σε χώρους πράσινου, ιδιαίτερα στις περιοχές που παρουσιάζουν ελλείψεις.

Μέτρο 4.3. Ορθολογική χρήση του νερού σε δραστηριότητες όπως ο γεωργικός τομέας, ο τουρισμός κλπ.

Μέτρο 4.4. Βελτίωση του δυναμικού κατείσδυσης στα εδάφη, ώστε να χρησιμοποιείται και το νερό της βροχής.

Στην ενότητα 4.15.3 παρουσιάζεται η δυνατότητα της κλιματικής ασφάλισης κτιρίων : «Ο ελληνικός ασφαλιστικό τομέας καλείται να ακολουθήσει το παράδειγμα των ασφαλιστικών κλάδων παγκοσμίως, προσφέροντας χρηματοοικονομικά προϊόντα ασφάλισης και διάχυσης κλιματικών κινδύνων στη βάση μιας βελτιστοποιημένης εκτίμησης και χρηματοδότησης των κλιματικών κινδύνων. Κεντρική παράμετρο της μελλοντικής δυναμικής του κλάδου αποτελεί η θεσμοθέτηση υποχρεωτικής ασφάλισης έναντι φυσικών καταστροφών, ζήτημα το οποίο ήδη έχει τεθεί και στην χώρα μας από την Οδηγία για την Περιβαλλοντική Ευθύνη (2004/35/ΕΚ). Θα ήταν χρήσιμο να εκτιμηθεί κατά πόσο ορισμένοι ιδιωτικοί φορείς και κλάδοι (όπως οι πάροχοι υπηρεσιών κοινής ωφελείας, οι διαχειριστές κρίσιμων υποδομών ενέργειας και συγκοινωνιών, κ.ά.) πρέπει να καλυφθούν από υποχρεωτικά τυποποιημένα ασφαλιστήρια συμβόλαια με όρους που να καλύπτουν τα καιρικά φαινόμενα. Σε περιπτώσεις κατά τις οποίες δεν είναι δυνατή η ασφάλιση – π.χ. για κτιριακές εγκαταστάσεις σε περιοχές υψηλού κινδύνου – ενδέχεται να απαιτούνται ασφαλιστικά συστήματα που τυγχάνουν της στήριξης του δημοσίου, υπό την μορφή χρηματοοικονομικών διευκολύνσεων και/ή πρόσβασης στην πληροφόρηση κλιματικών δεδομένων.».

Δ. Περιφερειακά Σχέδια για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή (ΠεΣΠΚΑ)

Κατά την εκπόνηση της έκθεσης κλιματικής ανθεκτικότητας και ιδιαίτερα κατά την αξιολόγηση των πηγών κινδύνου και των επιπτώσεων αυτών στο Έργο θα πρέπει να μελετάται η ανάλυση που έχει πραγματοποιηθεί στο οικείο εγκεκριμένο Περιφερειακό Σχέδιο Προσαρμογής στην Κλιματική Αλλαγή. Ο σχεδιασμός και η λειτουργία του Έργου και η ενίσχυση της κλιματικής του ανθεκτικότητας θα πρέπει να είναι συμβατά με τα συμπεράσματα και τα μέτρα του ΠεΣΠΚΑ. Σημειώνεται ότι στα περισσότερα ΠεΣΠΚΑ, μέτρα σχετικά με έργα κτιριακών υποδομών αναφέρονται στους τομείς «δομημένο περιβάλλον» και «τουρισμός» και αφορούν κυρίως την προσαρμογή των κατοικιών, των δημόσιων κτιρίων και των τουριστικών καταλυμάτων ιδίως στο πλαίσιο ή σε συνδυασμό με δράσεις ενεργειακής αναβάθμισης, εκσυγχρονισμού ή ποιοτικής αναβάθμισής τους (π.χ. βελτίωση συνθηκών θερμικής άνεσης, εξοικονόμηση και επαναχρησιμοποίηση νερού, παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ) . Επίσης, προβλέπονται έργα αναπλάσεων για την προσαρμογή αστικών περιοχών (μείωση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας και βελτίωση του μικροκλίματος, αύξηση κατείσδυσης/μείωση αδιαπέρατων επιφανειών και αποφυγή πλημμυρικών φαινομένων).

4. Βιβλιογραφία

Στο Παράρτημα Β του προσωρινού πλαισίου αξιολόγησης της κλιματικής ανθεκτικότητας έργων που υποβάλλονται προς χρηματοδότηση από το ΕΣΠΑ 2021-2027 δίνεται αναλυτικός κατάλογος πηγών που περιλαμβάνουν βιβλιογραφία και ιστοσελίδες με πληροφορίες που σχετίζονται με την κλιματική ανθεκτικότητα και την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή. Στην ιστοσελίδα του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας αλλά και στις ιστοσελίδες των οικείων Περιφερειών μπορούν επίσης να βρεθούν επικαιροποιημένες πληροφορίες σχετικά με κλιματικά δεδομένα και πληροφορίες σχετικά με την κλιματική αλλαγή, το μετριασμό και την προσαρμογή. Στη συνέχεια δίνονται κάποιες μόνο βιβλιογραφικές πηγές που χρησιμοποιήθηκαν στο παρόν έγγραφο. Οι δικαιούχοι προτρέπονται να τεκμηριώνουν όσα αναφέρουν στις εκθέσεις κλιματικής ανθεκτικότητας των έργων τους με τη χρήση των πλέον έγκυρων και πρόσφατων σχετικών πληροφοριών.

- Υπουργείο Ανάπτυξης & Επενδύσεων, Πλαίσιο αξιολόγησης της κλιματικής ανθεκτικότητας έργων υποδομών που υποβάλλονται προς συγχρηματοδότηση από προγράμματα του ΕΣΠΑ 2021 – 2027, Αθήνα 2022
- Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΦΕΚ 4893/Β/31-12-2019)
- Ν. 4936 (ΦΕΚ 105Α/27-5-2022) Εθνικός κλιματικός νόμος - Μετάβαση στην κλιματική ουδετερότητα και προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, επείγουσες διατάξεις για την αντιμετώπιση της ενεργειακής κρίσης και την προστασία του περιβάλλοντος
- Εθνική Στρατηγική για την προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή, ΥΠΕΝ, 2016
- Κανονισμός (ΕΕ) 2021/1119 θέσπιση πλαισίου με στόχο την επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας και για την τροποποίηση των κανονισμών (ΕΚ) αριθ. 401/2009 και (ΕΕ) 2018/1999 («ευρωπαϊκό νομοθέτημα για το κλίμα»)
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Τεχνικές κατευθυντήριες οδηγίες σχετικά με την ενίσχυση της ανθεκτικότητας των υποδομών στην κλιματική αλλαγή κατά την περίοδο 2021-2027 (2021/C 373/01)
- European Investment Bank, EIB Project Carbon Footprint Methodologies, Methodologies for the Assessment of Project GHG Emissions and Emission Variations, July 2020
- International Financial Institutions Technical Working Group on Greenhouse Gas Accounting, International Financial Institutions Guideline for a Harmonized Approach to Greenhouse Gas Accounting, June 2021
- IPCC, 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol.2 Energy
- IPCC, *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., chapter 8

- ΥΠΕΝ, National Inventory Report of Greece for Greenhouse and other gases for the years 1990-2020, Απρίλιος 2022 (προσβάσιμο στη διεύθυνση: <https://ypen.gov.gr/perivallon/klimatiki-allagi/ektheseis-kai-yfistameni-katastasi/etisies-ethnikes-apografes-aerion-tou-thermokipiouatth-apo-to-2005/>)
- ΚΥΑ 76/2016 (ΦΕΚ Β 4217/28.12.2016), Πετρέλαιο εσωτερικής καύσης (DIESEL) που χρησιμοποιείται ως καύσιμο κινητήρων - Απαιτήσεις και μέθοδοι δοκιμών
- ΔΑΠΕΕΠ, Υπολειπόμενο ενεργειακό μείγμα 2020, Ιούλιος 2021 (προσβάσιμο στην διεύθυνση: <https://www.dapeep.gr/wp-content/uploads/2021/06/%CE%A5%CE%A0%CE%9F%CE%9B%CE%95%CE%99%CE%A0%CE%9F%CE%9C%CE%95%CE%9D%CE%9F%20%CE%95%CE%9D%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%95%CE%99%CE%91%CE%9A%CE%9F%20%CE%9C%CE%95%CE%99%CE%93%CE%9C%CE%91%202020.pdf?t=1624011847>)
- Αριθμ. ΔΕΠΕΑ/οικ.178581 (ΦΕΚ 2367/Β/12-07-2017), Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕνΑΚ)
- ΕΚΤΕΛΕΣΤΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΕ) 2021/447 ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ της 12ης Μαρτίου 2021 σχετικά με τον καθορισμό των αναθεωρημένων τιμών των δεικτών αναφοράς για τη δωρεάν κατανομή δικαιωμάτων εκπομπής για την περίοδο από το 2021 έως το 2025 κατ' εφαρμογή του άρθρου 10α παράγραφος 2 της οδηγίας 2003/87/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου
- ΦΕΚ 185Α/29-9-2020, Έγκριση του Εθνικού Σχεδίου Διαχείρισης Αποβλήτων (Ε.Σ.Δ.Α.)