

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

**ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΡΓΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ
ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ**

Υπουργείο Εθνικής Οικονομίας & 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 παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Περιλαμβάνει τα κεφάλαια που αναφέρονται στο έγγραφο «Περιεχόμενα έκθεσης τεκμηρίωσης», του προαναφερθέντος πλαισίου, δηλαδή την εισαγωγή, το 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 εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας. 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 οδηγού.....	4
1. Εισαγωγή	5
1.1. Περιγραφή του Έργου	5
1.2. Χωροθέτηση	6
1.3. Περιληπτική απόδοση του τρόπου αντιμετώπισης των ζητημάτων κλιματικής αλλαγής	7
2. Μετριάσμος της κλιματικής αλλαγής	9
2.1. Προέλεγχος.....	9
2.2. Λεπτομερής ανάλυση.....	9
2.2.1. Ανθρακικό αποτύπωμα του Έργου	9
2.2.2. Σχετικές Εκπομπές του Έργου	10
2.2.3. Οικονομική αποτίμηση των εκπομπών.....	12
2.2.4. Συμβατότητα με το στόχο της κλιματικής ουδετερότητας	13
3. Προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή.....	15
3.1. Προέλεγχος.....	15
3.2. Λεπτομερής ανάλυση.....	30
3.2.1. Ανάλυση διακινδύνευσης	30
3.2.2. Μέτρα για την ενίσχυση της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή.....	33
3.2.3. Πρόγραμμα παρακολούθησης.....	36
3.2.4. Συνέπεια με στρατηγικές και σχέδια προσαρμογής.....	38
4. Βιβλιογραφία.....	40

Οργάνωση του παρόντος οδηγού

Στο παρόν έγγραφο αναπτύσσονται παραδείγματα Έργων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (ηλεκτρικής ή θερμότητας). Σε αυτή τη γενική κατηγορία συγκαταλέγονται Έργα όπως αιολικοί σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (ΑΣΠΗΕ), φωτοβολταϊκά πάρκα, μικροί υδροηλεκτρικοί σταθμοί (ΜΥΗΣ), μονάδες γεωθερμίας υψηλής και μέσης ενθαλπίας για παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας ή μονάδες γεωθερμίας χαμηλής ενθαλπίας για παραγωγή μόνο θερμότητας ή ψύξης. Στις ανανεώσιμες μορφές ενέργειας που εξετάζονται στο παρόν έγγραφο περιλαμβάνονται η ηλιακή, η αιολική και η υδροδυναμική.

Τα κεφάλαια του παρόντος ακολουθούν την απαιτούμενη διάρθρωση των κεφαλαίων των εκθέσεων κλιματικής ανθεκτικότητας και περιλαμβάνουν επεξηγηματικά 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 αντνακλούν 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 Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας:

Παράδειγμα	Περιγραφή	Μετριασμός Κλιματικής Αλλαγής	Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή
A	Αιολικός σταθμός		✓
B	Μικρό υδροηλεκτρικό έργο		✓
Γ	Φωτοβολταϊκός σταθμός	✓	✓

Σημείωση: Τα παραδείγματα είναι αποκλειστικά ενδεικτικά. Βέβαια, τα αριθμητικά δεδομένα στηρίζονται σε ρεαλιστικές καταστάσεις. Ωστόσο, κάθε περίπτωση είναι διαφορετική και ακόμη και για το ίδιο είδος ΑΠΕ, οι εκπομπές η ευαισθησία, η έκθεση στην κλιματική αλλαγή και τα μέτρα προσαρμογής μπορεί να είναι διαφορετικά ανάλογα με την τεχνολογία που χρησιμοποιείται και τη χωροθέτηση του Έργου. Ο υπεύθυνος εκπόνησης της μελέτης θα πρέπει να λάβει υπόψη τις ιδιαίτερες συνθήκες κάθε έργου ΑΠΕ. Σημειώνεται επίσης, ότι σε κάθε περίπτωση οι μελέτες πρέπει να περιλαμβάνουν τουλάχιστο προέλεγχο τόσο για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής όσο και για την προσαρμογή σε αυτή. Στο παρόν έγγραφο τα παραδείγματα δεν αναπτύσσονται πλήρως και κάθε παράδειγμα αφορά ένα συγκεκριμένο τμήμα εφαρμογής του γενικού πλαισίου (μετριασμός ή προσαρμογή).

1. Εισαγωγή

1.1. Περιγραφή του Έργου

Επεξηγηματικό κείμενο 1: Περιγραφή ΑΠΕ

Στην περιγραφή των Έργων αυτής της κατηγορίας ενδείκνυται να δίνονται συνοπτικά στοιχεία από τεχνικά έγγραφα του φακέλου του Έργου, όπως:

- Τίτλος Έργου
- Προϋπολογισμός
- Περιβαλλοντική κατάσταση
- Στοιχεία Σχεδιασμού στα οποία πρέπει να περιλαμβάνεται σύντομη περιγραφή του έργου, η ισχύς και η αναμενόμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
- Περιοχή εγκατάστασης
- Διάρκεια Ζωής

Σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία¹, τα Έργα ΑΠΕ κατατάσσονται στο σύνολό τους στη 10^η ομάδα έργων και δραστηριοτήτων λαμβάνοντας α/α ανάλογα τον τύπο Έργου. Η υπαγωγή σε μία από τις κατηγορίες Α1, Α2, Β εξαρτάται από την εγκατεστημένη ισχύ σύμφωνα με τα κριτήρια της νομοθεσίας.

Παράδειγμα Α: Περιγραφή Αιολικού Σταθμού

Πρόκειται για ΑΣΠΗΕ συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 50 MW που θα εγκατασταθεί στην ηπειρωτική χώρα εντός ορίων προστατευόμενης περιοχής Natura 2000. Το Έργο θα αποτελείται από δέκα (10) τρίπτερες ανεμογεννήτριες Α/Γ ονομαστικής ισχύος 5 MW έκαστη και πλαισιώνεται από συνοδά έργα οδοποιίας και διασύνδεσης.

Τίτλος Έργου: Κατασκευή και λειτουργία ΑΣΠΗΕ συνολικής ισχύος 50 MW

Προϋπολογισμός: 41.321.400,00 €

Περιβαλλοντική κατάσταση: Η περιβαλλοντική κατάσταση του υπό μελέτη Έργου, σύμφωνα με την υπ' αριθμόν 37674/2016 (ΦΕΚ 2471 Β') Υπουργική Απόφαση, συνοψίζεται στον ακόλουθο πίνακα:

¹ Σύμφωνα με την Αριθμ. ΥΠΕΝ/ΔΙΠΑ/17185/1069 (ΦΕΚ 841 Β/22-02-2022), «Τροποποίηση και κωδικοποίηση της υπό στοιχεία ΔΙΠΑ/οικ.37674/27-7-2016 υπουργικής απόφασης “Τροποποίηση και κωδικοποίηση της υπουργικής απόφασης 1958/2012-Κατάταξη δημοσίων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες και υποκατηγορίες σύμφωνα με την παρ. 4 του άρθρου 1 του ν. 4014/21-9-2011 (Α' 209), όπως αυτή έχει τροποποιηθεί και ισχύει” (Β' 2471)»

Πίνακας: Περιβαλλοντική κατάταξη Έργου

Ομάδα	10 ^η : Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
Κατηγορία	A
Υποκατηγορία	A1
α/α	1.α
Είδος Έργου	Ηλεκτροπαραγωγή από αιολική ενέργεια στην ξηρά
Κριτήρια κατάταξης	Εγκατεστημένη ισχύς (P) = 50MW (>45 MW)

Διάρκεια Ζωής: 40 έτη

Στοιχεία Σχεδιασμού:

Στο Έργο, συνολικής ισχύος 50 MW, θα χρησιμοποιηθούν 10 ανεμογεννήτριες ονοματικής ισχύος 5 MW έκαστη. Οι Α/Γ τοποθετούνται σε χαλύβδινους, κυλινδρικούς με ελαφρά κωνικότητα πυλώνες ύψους 91 m. Ο δρομέας κάθε Α/Γ φέρει τρία (3) πτερύγια από εποξική ρητίνη ενισχυμένη με υαλοΐνες, ανθρακονήματα και συμπαγή μεταλλικά στοιχεία μήκους 71 m. Η διάμετρος της πτερωτής είναι 145 m. Η γεννήτρια συνδέεται με το ηλεκτρικό δίκτυο μέσω μετατροπέα ισχύος που βρίσκεται στην άτρακτο της μηχανής.

Τα σημεία όπου θα θεμελιωθούν οι πυλώνες των Α/Γ, διατάσσονται έτσι ώστε να αποφεύγονται φαινόμενα αεροδυναμικής σκίασης και υψηλής τύρβης του ανέμου προς βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης και μείωσης της φθοράς. Οι αποστάσεις μεταξύ των πυλώνων ξεπερνούν κατά τουλάχιστον 2,5 φορές τη διάμετρο της πτερωτής, ικανοποιώντας την προϋπόθεση σχεδιασμού.

Η **παραγόμενη ενέργεια** ανέρχεται σε 118.224 MWh/έτος.

Τα Έργα που σχετίζονται με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους. Τα χαρακτηριστικά σχεδιασμού ενός φωτοβολταϊκού πάρκου αναμένεται να είναι άκρως διαφορετικά από αυτά ενός υδροηλεκτρικού Έργου. Στην περιγραφή του Έργου δίνονται στοιχεία που θα διασαφηνίζουν τις ιδιαιτερότητες και τα όρια του Έργου χωρίς εκτενή τεχνική ανάλυση. Για τη συγκεκριμένη κατηγορία έργων η σημαντικότερη παράμετρος που θα πρέπει να μην παραλείπεται από την περιγραφή είναι η προβλεπόμενη παραγωγή ενέργειας στη διάρκεια ενός έτους λειτουργίας. Μέσω αυτής, εξάγονται συμπεράσματα για την συνεισφορά του έργου στο μετριασμό της κλιματικής αλλαγής. Ενέργεια που παράγεται από ΑΠΕ αντιστοιχεί σε εκπομπές ΑΘ που αποφεύγονται, όπως θα αναλυθεί στο σχετικό κεφάλαιο του μετριασμού.

1.2. Χωροθέτηση

Ορίζεται με σαφήνεια η χωροθέτηση του Έργου. Το γήπεδο που καταλαμβάνει μία μονάδα παραγωγής ενέργειας έχει εμβαδική χωροθέτηση, αλλά ενδέχεται να πλαισιώνεται από βοηθητικά υπο-Έργα όπως συνδέσεις με το υπάρχον οδικό δίκτυο με γραμμική

χωροθέτηση. Η θέση του Έργου και των βοηθητικών υπο-Έργων αποτυπώνονται σε αναλυτικό χάρτη ή/και σε τοπογραφικό διάγραμμα αναγράφοντας τις συντεταγμένες σε μορφή ΕΓΣΑ 87 ή/και WSG 1984. Περιλαμβάνεται το σύνολο των υπο-Έργων και σε περιπτώσεις μη εμβαδικών υπο-Έργων η οριοθέτηση γίνεται με κατάλληλο τρόπο.

Οι πληροφορίες αυτές είναι απαραίτητες για την ανάλυση έκθεσης που απαιτείται κατά τον προέλεγχο της προσαρμογής του Έργου στην κλιματική αλλαγή.

Παράδειγμα Β: Χωροθέτηση Μικρού Υδροηλεκτρικού Έργου

Μελετάται η κατασκευή Μικρού Υδροηλεκτρικού Έργου (ισχύος 0,98 MW) σε Δήμο της ηπειρωτικής χώρας προς εκμετάλλευση της κινητικής ενέργειας των υδάτων του ποταμού που διαρρέει την περιοχή για ηλεκτροπαραγωγή. Το Έργο δεν περιλαμβάνει σημαντικές παρεμβάσεις στον ποταμό (φράγμα, εκτροπή κοίτης) παρά μόνο γίνεται υδροληψία σε συγκεκριμένο σημείο της κοίτης. Το νερό κατευθύνεται μέσω κλειστού αγωγού προσαγωγής σε σταθμό ηλεκτροπαραγωγής που βρίσκεται σε χαμηλότερο υψόμετρο από το σημείο υδροληψίας και επιστρέφεται στον ποταμό μέσω διώρυγας διαφυγής.

Σε χάρτη με κατάλληλη κλίμακα αποτυπώνεται το σημείο υδροληψίας, το γήπεδο όπου τοποθετείται ο υδροηλεκτρικός σταθμός καθώς και ο αγωγός προσαγωγής. Είναι επίσης δυνατό να δίνονται οι συντεταγμένες σε πίνακες.

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 (μετριάσμος) 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: Περίληψη έκθεσης ενίσχυσης ανθεκτικότητας για φωτοβολταϊκό σταθμό παραγωγής ενέργειας

Μετριάσμος της κλιματικής αλλαγής

Το προτεινόμενο Έργο αφορά σε φωτοβολταϊκό σταθμό συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 275 MW. Το Έργο περιλαμβάνεται στην ομάδα του πίνακα προελέγχου για την οποία απαιτείται λεπτομερής ανάλυση του ανθρακικού αποτυπώματος, επειδή πρόκειται για σταθμό ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ. Από τη λεπτομερή ανάλυση για το μετριάσμο της κλιματικής αλλαγής προκύπτει πως με το Έργο αποφεύγονται οι εκπομπές **173.595,74 tn CO₂ eq** ετησίως. Από την οικονομική αποτίμηση του Έργου συμπεραίνεται πως το 2025 το όφελος θα είναι **28,64 εκατ. €**, ενώ το 2050 **138,88 εκατ. €**

Προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή

Πραγματοποιήθηκε ανάλυση για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή σε Φωτοβολταϊκό Σταθμό Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας.

Κατά τον προέλεγχο, το προτεινόμενο Έργο αναλύεται ως προς την ευαισθησία, την έκθεση και την τρωτότητα στην κλιματική αλλαγή. Από την ανάλυση τρωτότητας προκύπτει ότι το Έργο εμφανίζει τουλάχιστον μέτρια τρωτότητα στις ακόλουθες πηγές κινδύνου:

- Κύμα ψύχους/ παγετός
- Δασική πυρκαγιά
- Κυκλώνας, θύελλα, τυφώνας
- Θύελλα (όπου συμπεριλαμβάνονται χιονοθύελλες, θύελλες σκόνης και αμμοθύελλες)
- Ανεμοστρόβιλος
- Ισχυρός υετός (βροχή, χαλάζι, χιόνι/ πάγος)

Από την ανάλυση διακινδύνευσης που διενεργείται, αναδεικνύονται ως μέτριοι εγγενείς κίνδυνοι αυτοί που σχετίζονται με ισχυρά φαινόμενα ανέμου και υετού καθώς και ο κίνδυνος κατολίσθησης. Για το λόγο αυτό, επιλέγονται πρόσθετα μέτρα προσαρμογής, ώστε ο κάθε εγγενής κίνδυνος να μειωθεί σε αποδεκτό επίπεδο υπολειπόμενου κινδύνου. Επίσης, δίνεται πρόγραμμα παρακολούθησης της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή και η συνέπεια του Έργου με στρατηγικές και σχέδια προσαρμογής.

Στα πρόσθετα μέτρα προσαρμογής περιλαμβάνονται η περιμετρική οργάνωση του χώρου για την αντιμετώπιση πιθανής δασικής πυρκαγιάς, η εγκατάσταση συστήματος αντικεραυνικής προστασίας και η ασφάλιση του Έργου έναντι φυσικών καταστροφών. Στο πρόγραμμα παρακολούθησης περιλαμβάνεται η παρακολούθηση της μετεωρολογίας της περιοχής και η ανάπτυξη διαδικασιών έκτακτης προστασίας του Φωτοβολταϊκού Σταθμού σε περίπτωση ακραίων καιρικών φαινομένων.

2. Μετριασμός της κλιματικής αλλαγής

2.1. Προέλεγχος

Σύμφωνα με τον πίνακα προελέγχου μετριασμού της Τεχνικής Οδηγίας², για τα έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας κατά κανόνα θα απαιτείται η εκτίμηση του αποτυπώματος άνθρακα. Βέβαια, συνήθως τα έργα ΑΠΕ δεν έχουν εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά τη λειτουργία τους. Συγκεκριμένα, τα έργα ΑΠΕ που σχετίζονται με αιολικά πάρκα, φωτοβολταϊκούς σταθμούς και μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς αναμένεται να έχουν αμελητέες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Ωστόσο, μεγάλα υδροηλεκτρικά και γεωθερμικές μονάδες παραγωγής ενέργειας ενδέχεται να έχουν αξιόλογες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά τη λειτουργία τους. Γενικά, οι ΑΠΕ αποτρέπουν τη δημιουργία εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου καθώς παράγουν ενέργεια που αλλιώς θα παραγόταν από ένα εθνικό μείγμα καυσίμων στο οποίο περιλαμβάνονται και ορυκτά καύσιμα. Επομένως, ο συνολικός υπολογισμός αφορά στην αποτροπή εκπομπών. Ο αναλυτικός υπολογισμός απαιτείται όταν αναμένονται εξοικονομήσεις εκπομπών άνω των 20.000 tn CO₂eq ανά έτος.

2.2. Λεπτομερής ανάλυση

Για Έργα που σχετίζονται με την παραγωγή ενέργειας μέσω ΑΠΕ, στα ακόλουθα υποκεφάλαια γίνεται υπολογισμός του ανθρακικού αποτυπώματος του Έργου, οικονομική αποτίμηση των εκπομπών και ελέγχεται η συνέπεια των αποτελεσμάτων με τους Ευρωπαϊκούς και Ελληνικούς στόχους μετριασμού της κλιματικής αλλαγής.

2.2.1. Ανθρακικό αποτύπωμα του Έργου

Τα Έργα παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές χαρακτηρίζονται κατά κανόνα από μηδενικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου εκτός ειδικών περιπτώσεων³, όπως για παράδειγμα τα έργα γεωθερμίας και τα μεγάλα υδροηλεκτρικά. Καθαυτή η παραγωγή ενέργειας γίνεται χωρίς άμεσες εκπομπές ΑΘ, αφού δεν πραγματοποιείται καύση ορυκτών καυσίμων.

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

³ Στην περίπτωση της γεωθερμίας, ενδέχεται να εκπέμπεται διοξείδιο του άνθρακα από την εκμετάλλευση γεωθερμικών πηγών. Στην περίπτωση υδροηλεκτρικών εγκαταστάσεων με μεγάλους ταμιευτήρες, το ισοζύγιο άνθρακα στον ταμιευτήρα ενδέχεται να καταλήγει σε εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

2.2.2. Σχετικές Εκπομπές του Έργου

Επεξηγηματικό κείμενο 2: Υπολογισμός βασικών εκπομπών ηλεκτροπαραγωγής

Οι σχετικές εκπομπές ενός Έργου υπολογίζονται ως η διαφορά των εκπομπών στο βασικό σενάριο (σενάριο χωρίς Έργο, βασικές εκπομπές) από τις απόλυτες εκπομπές του Έργου.

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

Στην περίπτωση των Έργων ΑΠΕ το βασικό σενάριο αναφέρεται στις εκπομπές ΑΘ που προκαλούνται από την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται στη χώρα.

Βασικές εκπομπές από την ηλεκτροπαραγωγή

Η βασική εξίσωση υπολογισμού των εκπομπών είναι:

$$(\text{Εκπομπές}) = (\text{Παραγωγή ενέργειας}) \times (\text{συντελεστής εκπομπών})$$

Όσον αφορά στην ηλεκτρική ενέργεια, ως προς τον υπολογισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου απαιτούνται η εκτιμώμενη παραγωγή από το Έργο στο έτος αναφοράς και ο συντελεστής εκπομπών. Ο συντελεστής εκπομπών για το CO₂ (gCO₂/kWh) λαμβάνεται από την ετήσια έκθεση⁴ 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 ΔΑΠΕΕΠ. Οι εθνικές εκπομπές λαμβάνονται από τον ετήσιο κατάλογο αναφοράς της Ελλάδας (NIR)⁵. Γενικά, οι έμμεσες εκπομπές CH₄ και N₂O που προκύπτουν από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι πολύ μικρότερες από τις

⁴ Γράφημα 2, παράρτημα 1, υπολειπόμενο ενεργειακό μείγμα, ΔΑΠΕΕΠ

⁵ NIR Greece, 3.2.4.3 Energy Industries, table 3.15

εκπομπές CO₂.

Οι εκπομπές από κάθε ΑΘ εκφράζονται σε ισοδύναμους τόνους CO₂, CO₂ eq, μέσω του δυναμικού υπερθέρμανσης του πλανήτη (Global Warming Potential, GWP) όπως δίνεται στην πέμπτη αναφορά αξιολόγησης της IPCC⁶.

Οι τιμές του δυναμικού υπερθέρμανσης για το CH₄ και το N₂O είναι:

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

Δεδομένου ότι οι απόλυτες εκπομπές από τα Έργα ΑΠΕ είναι στη γενική περίπτωση μηδενικές (με τις εξαιρέσεις της γεωθερμίας και των μεγάλων υδροηλεκτρικών μονάδων, όπως έχει αναφερθεί), από την εξίσωση ορισμού των σχετικών εκπομπών, προκύπτει πως αυτές θα έχουν αρνητική τιμή. Οι αρνητικές σχετικές εκπομπές ταυτίζονται με την αποφυγή εκπομπών για την συγκεκριμένη κατηγορία Έργων. Κατά συνέπεια οι σχετικές εκπομπές αποτελούν μέτρο της συνεισφοράς του Έργου στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής.

Παράδειγμα Γ Υπολογισμός σχετικών εκπομπών από ΑΠΕ

Στο παράδειγμα γίνεται αναφορά σε σταθμό ηλεκτροπαραγωγής από φωτοβολταϊκά πάνελ. Το Έργο καταλαμβάνει έκταση περίπου 2.875.000 m² και έχει εγκατεστημένη ισχύ 275 MW. Η προβλεπόμενη παραγωγή ενέργειας ανέρχεται στις 396.546 MWh ετησίως.

Με βάση αυτή την παραγωγή ενέργειας γίνονται οι ακόλουθοι υπολογισμοί:

Στο βασικό σενάριο, απουσία του Έργου, η ενέργεια αυτή καλύπτεται από την εθνική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ακολουθείται η μεθοδολογία που αναπτύχθηκε ανωτέρω, λαμβάνοντας δεδομένα από την ετήσια Έκθεση του ΔΑΠΕΕΠ και το ετήσιο κατάλογο αναφοράς της Ελλάδας.

Υπολογίζεται:

- **Εκπομπές CO₂** = παραγωγή ενέργειας x συντελεστής εκπομπών = 396.546 MWh x 436,889 g/ kWh = 173.246,59 tn CO₂ ή 173.246,59 tn CO₂ eq/έτος
- **Εκπομπές CH₄** = παραγωγή ενέργειας x συντελεστής εκπομπών = 396.546 MWh x 6,27 g CH₄/MWh = 2,49 tn CH₄ ή 69,62 tn CO₂ eq/έτος
- **Εκπομπές N₂O** = παραγωγή ενέργειας x συντελεστής εκπομπών = 396.546 MWh x

⁶ 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

$2,66 \text{ g N}_2\text{O/MWh} = 1,05 \text{ tn N}_2\text{O} \text{ ή } 279,53 \text{ tn CO}_2 \text{ eq/έτος}$

- **Σύνολο = 173.595,74 tn CO₂ eq/έτος (βασικές εκπομπές)**

και

(Σχετικές εκπομπές) = (απόλυτες εκπομπές) – (βασικές εκπομπές) = 0 - 173.595,74 = - 173.595,74 tn CO₂ eq/έτος

Με την υλοποίηση του Έργου αποφεύγεται η εκπομπή 173.595,74 tn CO₂ eq ετησίως.

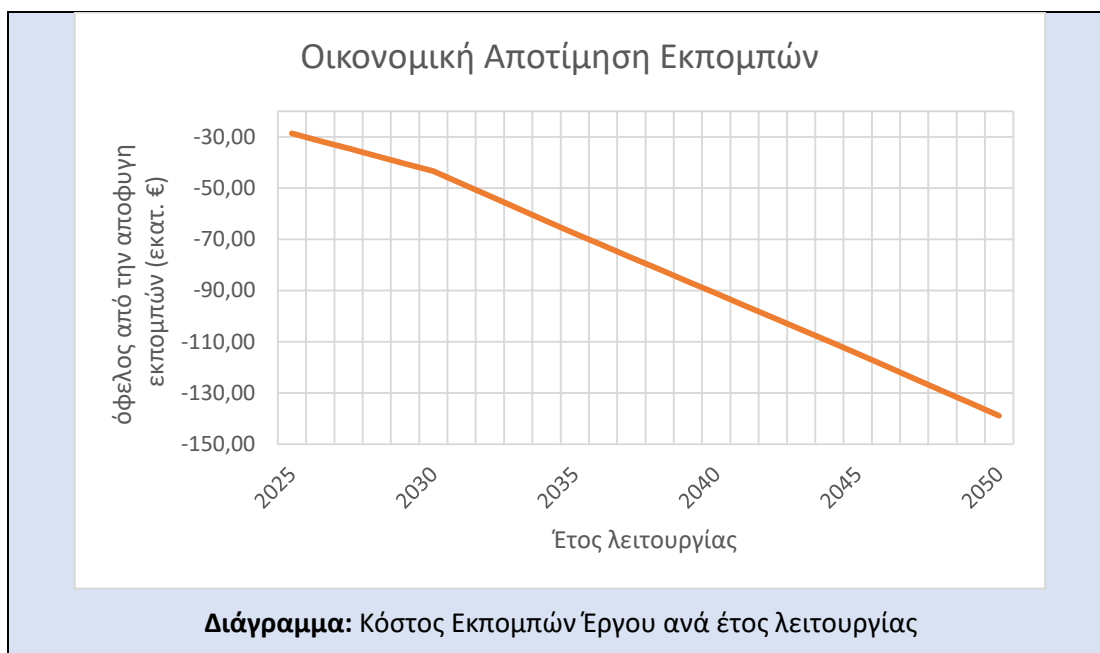
2.2.3. Οικονομική αποτίμηση των εκπομπών

Το σκιάδης κόστος του άνθρακα που αναφέρεται στην Τεχνική Οδηγία (πίνακας 6) πρέπει να χρησιμοποιείται για έργα υποδομής κατά την περίοδο 2021-2027. Επειδή για τα Έργα ΑΠΕ οι σχετικές εκπομπές έχουν αρνητική τιμή, στην οικονομική τους αποτίμηση μέσω του σκιάδους κόστους άνθρακα καταγράφονται ποσά που δεν δαπανώνται για την επίτευξη του στόχου της συμφωνίας του Παρισιού και συνεπάγονται σημαντική εξοικονόμηση χρημάτων για το Δικαιούχο του Έργου.

Παράδειγμα Γ: Οικονομική αποτίμηση εκπομπών ΑΠΕ

Συνεχίζοντας το παράδειγμα 4 στο φωτοβολταϊκό σταθμό που περιεγράφηκε προηγουμένως, γίνεται οικονομική αποτίμηση των εκπομπών του Έργου. Θεωρείται πως η κατασκευή του Έργου ολοκληρώνεται το 2025, οπότε και ξεκινά η λειτουργία του που συνεχίζεται ως το 2050. Ακόμη, οι σχετικές εκπομπές είναι αρνητικές και θεωρούνται σταθερές και ίσες με **-173.595,74 tn CO₂ eq ανά έτος**, όπως υπολογίστηκε στο προηγούμενο παράδειγμα. Επισημαίνεται ότι αυτές είναι οι εκπομπές που αποφεύγονται από τη λειτουργία του Φ/Β σταθμού. Επομένως είναι «αρνητικές» εκπομπές και το αντίστοιχο υπολογιζόμενο κόστος είναι στην πραγματικότητα κέρδος για το ενεργειακό σύστημα της χώρας.

Έτσι, με βάση το σκιάδης κόστος άνθρακα που αναφέρεται στον Πίνακα 4 του Προσωρινού Πλαισίου, το έτος 2025 το όφελος θα είναι **28.643.297 €** και το έτος 2050 το όφελος θα είναι **138.876.591 €**. Το όφελος από τις εκπομπές που αποφεύγονται παρουσιάζεται στο επόμενο διάγραμμα.



2.2.4. Συμβατότητα με το στόχο της κλιματικής ουδετερότητας

Το κεφάλαιο της λεπτομερούς ανάλυσης για τη συνεισφορά το Έργου στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής ολοκληρώνεται με την επιβεβαίωση της συμβατότητας του Έργου με μια ρεαλιστική πορεία επίτευξης των στόχων της Ελλάδας⁷ και της Ε.Ε. για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου για το 2030, 2040 και το 2050 (κλιματική ουδετερότητα), των στόχων της Συμφωνίας των Παρισίων και των διατάξεων του Ευρωπαϊκού νόμου για το κλίμα⁸. Ακόμη, το Έργο οφείλει να συμβαδίζει με τους στόχους που θέτει το Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ). Συγκεκριμένα, το ΕΣΕΚ θέτει ως εθνικό στόχο για το 2030 τη συμμετοχή των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας με μερίδιο συμμετοχής τουλάχιστον 35% και το μερίδιο συμμετοχής των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στο 60% τουλάχιστον.

Τα έργα παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές γενικά δεν προκαλούν εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου με πιθανές εξαιρέσεις τη γεωθερμία και τα υδροηλεκτρικά φράγματα με μεγάλους ταμιευτήρες. Αντίθετα, καθώς το ποσοστό συμμετοχής τους στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας επιβάλλεται από τον εθνικό σχεδιασμό να αυξάνεται, τα Έργα ΑΠΕ μειώνουν τις εθνικές εκπομπές ΑΘ. Ενέργεια που προέρχεται από ΑΠΕ αντικαθιστά ενέργεια που προέρχεται από ορυκτά καύσιμα στο Εθνικό μείγμα, αποτρέποντας έτσι εκπομπές ΑΘ. Τα Έργα ΑΠΕ από αυτή την άποψη είναι σε κάθε περίπτωση συμβατά με κάθε στόχο μείωσης εκπομπών, Εθνικό ή Ευρωπαϊκό. Η κάλυψη

⁷ 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

⁸ Κανονισμός (ΕΕ) 2021/2119 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»)

των ενεργειακών αναγκών από ΑΠΕ είναι το κύριο βήμα προς την κλιματική ουδετερότητα.

3. Προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή

Η αξιολόγηση της προσαρμογής έργων ΑΠΕ 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 αυτό 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) ανάλυση της υφιστάμενης και μελλοντικής έκθεσης, και 3) έναν συνδυασμό αυτών των δύο για την εκτίμηση τρωτότητας.

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 στο 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>⁹) που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του έργου LIFE-IP AdaptInGR (www.adaptivegreece.gr). Τα στοιχεία του Κόμβου έχουν χρησιμοποιηθεί στα παραδείγματα που ακολουθούν.

Ανάλυση ευαισθησίας

Σκοπός της ανάλυσης ευαισθησίας είναι να προσδιοριστούν οι πηγές κινδύνου για το συγκεκριμένο τύπο Έργου ΑΠΕ ανεξάρτητα από την τοποθεσία χωροθέτησής του.

⁹ Εργαλείο απεικόνισης κλιματικών προβλέψεων: <https://geo.adaptivegreecehub.gr>

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

Παράδειγμα Α: Ανάλυση ευαισθησίας αιολικού σταθμού

Το Έργο αποτελείται από δέκα (10) τρίπτερες ανεμογεννήτριες συνολικής ισχύος 50 MW. Οι Α/Γ τοποθετούνται σε χαλύβδινους, κυλινδρικούς με ελαφρά κωνικότητα πυλώνες ύψους 91 m. Ο δρομέας κάθε Α/Γ φέρει τρία (3) πτερύγια από εποξική ρητίνη ενισχυμένη με υαλοΐνες, ανθρακονήματα και συμπαγή μεταλλικά στοιχεία μήκους 71 m. Η διάμετρος της πτερωτής είναι 145 m.

Κατασκευαστικά, κυρίως λόγω του μεγέθους των Α/Γ, το Έργο παρουσιάζει ευαισθησία σε πηγές κινδύνου που σχετίζονται με ακραία καιρικά φαινόμενα και μπορούν να προξενήσουν φθορές στην κατασκευή. Η λειτουργία του Έργου σχετίζεται άμεσα με την ταχύτητα του ανέμου καθώς ταχύτητες εκτός προδιαγραφών μειώνουν την απόδοση. Στα Έργα ΑΠΕ τα θέματα λειτουργίας και προϊόντων (ηλεκτρική ενέργεια) είναι αλληλένδετα. Πηγές κινδύνου που επιφέρουν μείωση της απόδοσης του Έργου συνεπάγονται και μείωση της ηλεκτροπαραγωγής.

Όσον αφορά στη σχέση του Έργου με την ευρύτερη περιοχή, το Έργο συνδέεται μέσω των συνοδών έργων με το υπάρχον οδικό δίκτυο και με το τοπικό δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Στην ανάλυση αξιολογείται αν το Έργο παρουσιάζει ευαισθησία και σε αυτό το θέμα.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω χαρακτηριστικά, καταστρώνεται πίνακας ευαισθησίας, όπου σε κάθε πηγή κινδύνου αντιστοιχίζεται βαθμολογία ευαισθησίας. Η μέγιστη βαθμολογία κάθε κινδύνου σημειώνεται ξεχωριστά. Η ανάλυση βασίζεται στον τύπο του Έργου και δεν γίνεται καμία συσχέτιση με την τοποθεσία της εγκατάστασης.

Πίνακας: Ανάλυση Ευαισθησίας Αιολικού Σταθμού

Πηγή Κινδύνου	Ευαισθησία				
	Κατασκευή	Λειτουργία	Προϊόντα Υπηρεσίες	Ένταξη στην περιοχή	Σύνολο Ευαισθησίας
Καύσωνας	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Κύμα ψύχους	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
Παγετός	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
Δασική πυρκαγιά	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Υψηλή	Υψηλή
Κυκλώνας, ισχυρές καταιγίδες, τυφώνας	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Χαμηλή	Μέτρια
Θύελλα	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Χαμηλή	Μέτρια
Ανεμοστρόβιλος	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Χαμηλή	Μέτρια
Ξηρασία	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Ισχυρός υετός (βροχή, χαλάζι, χιόνι/πάγος)	Μέτρια	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέτρια
Πλημμύρα	Μέτρια	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια
Κατολίσθηση	Υψηλή	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Υψηλή
Καθίζηση	Υψηλή	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Υψηλή
Μεταβολή της	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή

Θερμοκρασίας του αέρα					
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	Υψηλή	Υψηλή	Χαμηλή	Υψηλή
Μεταβολή χαρακτηριστικών και τύπων υετού	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 αλατότητας, ερημοποίηση	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Αλλαγές στη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή

Ο παραπάνω πίνακας συμπληρώνεται με βάση την τεχνογνωσία και την εμπειρία των μελετητών του Έργου, λαμβάνοντας υπόψη τη σημαντικότητα των επιπτώσεων των πηγών κινδύνου κινδύνων σε έναν αιολικό σταθμό. Όσα αναφέρονται παραπάνω είναι ενδεικτικά και το αποτέλεσμα της ανάλυσης ευαισθησίας μπορεί να είναι διαφορετικό ανά περίπτωση.

Στο θέμα της **κατασκευής**, το Έργο παρουσιάζει ευαισθησία σε πηγές κινδύνου που έχουν

επιπτώσεις στα τεχνικά στοιχεία του Έργου. Φθορά ή καταστροφή στις Α/Γ προκαλείται από πηγές κινδύνου που επηρεάζουν τη βάση ή τον πυλώνα στήριξης της Α/Γ ή άλλες που επηρεάζουν τα πτερύγια και την άτρακτο. «Υψηλή» ευαισθησία παρατηρείται σε περιπτώσεις κατολίσθησης και καθίζησης που επιδρούν αρνητικά στη στατικότητα των πυλώνων. «Μέτρια» ευαισθησία για το θέμα της κατασκευής παρατηρείται σε δασική πυρκαγιά και πλημμύρα και σε ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα όπως κυκλώνας, θύελλα, ισχυρός υετός, κλπ, οξείς κινδύνους δηλαδή που μπορούν να καταστρέψουν τις υποδομές, τα πτερύγια ή την άτρακτο εφόσον η έντασή τους είναι πέραν των σχεδιαστικών προδιαγραφών του εξοπλισμού. Επιπλέον αυτές οι πηγές κινδύνου αλλά και τα ισχυρά φαινόμενα υετού συνδέονται με ηλεκτρικές εκκενώσεις, παρατηρείται ευαισθησία καθώς οι κεραυνοί προκαλούν βλάβη στις γεννήτριες.

Η **λειτουργία** του Έργου και κατά συνέπεια η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται ως **προϊόν** παρουσιάζουν ευαισθησία σε πηγές κινδύνου που μειώνουν την απόδοση του έργου. Έτσι, «υψηλή» ευαισθησία σχετίζεται με πιθανές αλλαγές στα χαρακτηριστικά των ανέμων. Στη διάρκεια ισχυρών ανέμων οι ταχύτητες του ανέμου ξεπερνούν το εύρος βέλτιστης λειτουργίας της Α/Γ η οποία υπερφορτώνεται και λειτουργεί με μειωμένη απόδοση. Γενικότερα, όταν τα χαρακτηριστικά του ανέμου ξεπερνούν με αυξανόμενη συχνότητα τις προδιαγραφές σχεδιασμού εξ αιτίας της κλιματικής αλλαγής θα παρατηρείται μειωμένη απόδοση του Έργου. Σε τέτοιες συνθήκες η παραγωγή ενέργειας δεν είναι η αναμενόμενη και ακριβείς προβλέψεις δεν είναι εφικτές. «Μέτρια» ευαισθησία εκτιμάται ότι υπάρχει για μια σειρά κλιματικών κινδύνων όπως ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα που περιλαμβάνουν κύμα ψύχους, παγετό, κυκλώνα, θύελλα, ανεμοστρόβιλο κλπ. «Μέτρια» ευαισθησία στη λειτουργία εκτιμάται επίσης ότι υπάρχει εξαιτίας περιστατικών όπως οι δασικές φωτιές, οι κατολισθήσεις και οι καθιζήσεις.

Τέλος, πηγές κινδύνου όπως παγετός, πλημμύρα και δασική πυρκαγιά σε κάποιο παρακείμενο δάσος επηρεάζουν το θέμα της **ένταξης του Έργου στην περιοχή**. Τα φαινόμενα αυτά καταστρέφουν την οδική σύνδεση ή την καθιστούν προσωρινά μη εφικτή, αποκλείοντας οδικώς το Έργο και επίσης καταστρέφουν τα δίκτυα μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από το Έργο. Η δασική πυρκαγιά χαρακτηρίζεται ως πηγή κινδύνου στην οποία το Έργο παρουσιάζει «υψηλή» ευαισθησία, ενώ στο κύμα ψύχους, στον παγετό, στην πλημμύρα, στην κατολίσθηση και την καθίζηση η ευαισθησία είναι «μέτρια».

Παράδειγμα Γ: Ανάλυση ευαισθησίας σε φωτοβολταϊκό σταθμό

Οι λεπτομέρειες του Έργου έχουν αναφερθεί παραπάνω. Πρόκειται για Έργο που θα καλύπτει έκταση περίπου 2.875.000 m² και θα έχει εγκατεστημένη ισχύ 275 MW. Στην έκταση αυτή θα τοποθετηθούν 578.942 φωτοβολταϊκά πλαίσια ονομαστικής ισχύος 475 W έκαστο. Τα πλαίσια θα έχουν σταθερή κλίση 22° και θα τοποθετηθούν σε κατάλληλη απόσταση μεταξύ τους, προς αποφυγή αλληλοσκίασης όταν το ηλιακό ύψος είναι χαμηλό.

Στην ανάλυση ευαισθησίας εξετάζεται αν οι πηγές κινδύνου επιφέρουν φθορές ή καταστροφή των φωτοβολταϊκών πλαισίων (θέμα κατασκευής), αν επηρεάζουν αρνητικά την απόδοση του Έργου και μειώνουν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (θέματα

λειτουργίας και προϊόντων). Λαμβάνεται υπόψη επίσης αν το Έργο παρουσιάζει ευαισθησία στο θέμα της ένταξης στην περιοχή.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω χαρακτηριστικά, καταστρώνεται πίνακας ευαισθησίας, όπου σε κάθε πηγή κινδύνου αντιστοιχίζεται βαθμολογία ευαισθησίας για κάθε θέμα του Έργου. Η μέγιστη βαθμολογία κάθε κινδύνου σημειώνεται ξεχωριστά. Η ανάλυση βασίζεται στον τύπο του Έργου και δεν γίνεται καμία συσχέτιση με την τοποθεσία της εγκατάστασης.

Πίνακας: Ανάλυση Ευαισθησίας Φωτοβολταϊκού Σταθμού

Πηγή Κινδύνου	Ευαισθησία				
	Κατασκευή	Λειτουργία	Προϊόντα Υπηρεσίες	Ένταξη στην περιοχή	Σύνολο Ευαισθησίας
Καύσωνας	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια	Χαμηλή	Μέτρια
Κύμα ψύχους	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
Παγετός	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
Δασική πυρκαγιά	Υψηλή	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Υψηλή
Κυκλώνας, ισχυρές καταιγίδες, τυφώνας	Μέτρια	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέτρια
Θύελλα	Μέτρια	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέτρια
Ανεμοστρόβιλος	Μέτρια	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέτρια
Ξηρασία	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Ισχυρός υετός	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Χαμηλή	Μέτρια
Πλημμύρα	Υψηλή	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Υψηλή
Κατολίσθηση	Υψηλή	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Υψηλή
Καθίζηση	Υψηλή	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Υψηλή
Μεταβολή της θερμοκρασίας του αέρα	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια	Χαμηλή	Μέτρια
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	Μέτρια	Μέτρια	Χαμηλή	Μέτρια
Μεταβολή χαρακτηριστικών των ανέμων	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Μεταβολή χαρακτηριστικών και τύπων υετού	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Χαμηλή	Μέτρια
Μεταβλητότητα υετού ή υδρολογική	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή

μεταβλητότητα					
Μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας του νερού	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 αλατότητας, ερημοποίηση	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Αλλαγές στη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή

Ο παραπάνω πίνακας συμπληρώνεται με βάση την τεχνογνωσία και την εμπειρία των μελετητών του Έργου, λαμβάνοντας υπόψη τη σημαντικότητα των επιπτώσεων των πηγών κινδύνου κινδύνων σε φωτοβολταϊκό σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Όσα αναφέρονται παραπάνω είναι ενδεικτικά και το αποτέλεσμα της ανάλυσης ευαισθησίας μπορεί να είναι διαφορετικό ανά περίπτωση.

Για τον φωτοβολταϊκό σταθμό του παραδείγματος, διαπιστώνεται ευαισθησία όσον αφορά στο θέμα της **κατασκευής** σε πηγές κινδύνου που είναι σε θέση να καταστρέψουν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια καθαυτά, τις βάσεις στήριξής τους ή τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό που τα συνοδεύει. Περιστατικά όπως δασικές φωτιές, πλημμύρες, κατολισθήσεις και καθιζήσεις μπορούν να προκαλέσουν σημαντικές καταστροφές στον εξοπλισμό και επομένως η ευαισθησία σε τέτοιους κλιματικούς κινδύνους θεωρείται «υψηλή». Ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα όπως κυκλώνες, θύελλες, ανεμοστρόβιλοι και ισχυρός υετός είτε ως βροχή είτε ως χιόνι ή χαλάζι, επίσης μπορούν να προκαλέσουν φθορές στο Έργο και θεωρούνται κίνδυνοι μέτριας ευαισθησίας.

Στα θέματα της **λειτουργίας** και της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που είναι το **προϊόν** των φωτοβολταϊκών σταθμών παρατηρείται ευαισθησία σε κινδύνους που μπορούν να προκαλέσουν τη μείωση της απόδοσης των πλαισίων και κατά συνέπεια την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Πηγές κινδύνου που προκαλούν «μέτρια» ευαισθησία εκτιμάται ότι

περιλαμβάνουν ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα όπως καύσωνας, κύμα ψύχους, παγετός και ισχυρός υετός και περιστατικά όπως δασικές φωτιές, πλημμύρες, κατολισθήσεις και καθιζήσεις. Επιπλέον, η μεταβολή της ηλιακής ακτινοβολίας συνδέεται άμεσα με την απόδοση του Έργου αυξάνοντας ή μειώνοντας την.

Η **ένταξη στην περιοχή** περιλαμβάνει τα δίκτυα της περιοχής με τα οποία συνδέεται ο φωτοβολταϊκός σταθμός, όπως για παράδειγμα το οδικό δίκτυο μέσω του οποίου γίνεται η πρόσβαση στο Έργο και το δίκτυο μεταφοράς της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Περιστατικά όπως δασικές πυρκαγιές, πλημμύρες, κατολισθήσεις και καθιζήσεις εκτιμάται ότι μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα και θεωρούνται πηγές κινδύνου «μέτριας» ευαισθησίας.

Παράδειγμα Β: Ανάλυση ευαισθησίας σε μικρό υδροηλεκτρικό έργο

Ακολουθώντας τη λογική των προηγούμενων παραδειγμάτων, γίνεται ανάλυση ευαισθησίας για την περίπτωση μικρού Υδροηλεκτρικού Έργου, ΜΥΗΕ.

Τα χαρακτηριστικά του έργου έχουν ήδη αναφερθεί παραπάνω. Συνοπτικά, σε υψόμετρο 1.348 m γίνεται υδροληψία από την κοίτη του ποταμού και το νερό μέσω κλειστού αγωγού προσάγεται στο σταθμό ηλεκτροπαραγωγής που βρίσκεται σε υψόμετρο 1.185 m. Λόγω της υψομετρικής διαφοράς, το νερό αποκτά κινητική ενέργεια η οποία μετατρέπεται σε ηλεκτρική στο σταθμό ηλεκτροπαραγωγής. Το νερό στη συνέχεια επιστρέφει στον ποταμό μέσω διώρυγας διαφυγής.

Στην ανάλυση που ακολουθεί εξετάζεται αν οι πηγές κινδύνου επηρεάζουν τα περιουσιακά στοιχεία του Έργου, αν προκαλούν μεταβολή της απόδοσης του ή δυσχεραίνουν την ένταξή του στην περιοχή.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω χαρακτηριστικά, καταστρώνεται πίνακας ευαισθησίας, όπου σε κάθε πηγή κινδύνου αντιστοιχίζεται βαθμολογία ευαισθησίας για κάθε θέμα του Έργου. Η μέγιστη βαθμολογία κάθε κινδύνου σημειώνεται ξεχωριστά. Η ανάλυση βασίζεται στον τύπο του Έργου και δεν γίνεται καμία συσχέτιση με την τοποθεσία της εγκατάστασης.

Πίνακας: Ευαισθησία Μικρού Υδροηλεκτρικού Έργου

Πηγή Κινδύνου	Ευαισθησία				
	Κατασκευή	Λειτουργία	Προϊόντα Υπηρεσίες	Ένταξη στην περιοχή	Σύνολο Ευαισθησίας
Καύσωνας	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Κύμα ψύχους	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια
Παγετός	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
Δασική πυρκαγιά	Υψηλή	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Υψηλή
Κυκλώνας, ισχυρές καταιγίδες,	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια

τυφώνας					
Θύελλα	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
Ανεμοστρόβιλος	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια
Ξηρασία	Χαμηλή	Υψηλή	Υψηλή	Χαμηλή	Υψηλή
Ισχυρός υετός	Μέτρια	Υψηλή	Υψηλή	Μέτρια	Υψηλή
Πλημμύρα	Υψηλή	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Υψηλή
Κατολίσθηση	Υψηλή	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Υψηλή
Καθίζηση	Υψηλή	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Υψηλή
Μεταβολή της 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	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια	Χαμηλή	Μέτρια
Μεταβλητότητα υετού ή υδρολογική μεταβλητότητα	Χαμηλή	Υψηλή	Υψηλή	Χαμηλή	Υψηλή
Μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας του νερού	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,	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή

μεταβολή της αλατότητας, ερημοποίηση					
Αλλαγές στη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή

Ο παραπάνω πίνακας συμπληρώνεται με βάση την τεχνογνωσία και την εμπειρία των μελετητών του Έργου, λαμβάνοντας υπόψη τη σημαντικότητα των επιπτώσεων των πηγών κινδύνου κινδύνων σε ένα μικρό υδροηλεκτρικό σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Όσα αναφέρονται παραπάνω είναι ενδεικτικά και το αποτέλεσμα της ανάλυσης ευαισθησίας μπορεί να είναι διαφορετικό ανά περίπτωση.

Το συγκεκριμένο Έργο κρίνεται πως παρουσιάζει ευαισθησία σε πηγές κινδύνου που σχετίζονται με τον ποταμό και τα ύδατα γενικότερα.

Όσο αφορά στην **κατασκευή**, το Έργο εκτιμάται πως έχει «υψηλή» ευαισθησία σε περιστατικά που μπορούν να προκαλέσουν εκτεταμένες ζημιές σε τμήματά του, όπως είναι οι δασικές φωτιές, οι πλημμύρες, οι κατολισθήσεις και οι καθιζήσεις. Επιπλέον, εκτιμάται πως η κατασκευή έχει «μέτρια» ευαισθησία σε ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα όπως ο παγετός, ο κυκλώνας, η θύελλα και ο ισχυρός υετός.

Η **λειτουργία** του έργου και η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που αποτελεί το **προϊόν** του επηρεάζονται επίσης από έναν αριθμό πηγών κινδύνου. Πηγές κινδύνου που σχετίζονται με το νερό, όπως η ξηρασία, ο ισχυρός υετός και η υδρολογική μεταβλητότητα προκαλούν «υψηλή» ευαισθησία. Επίσης, «μέτρια» ευαισθησία εκτιμάται ότι μπορούν να προκαλέσουν περιστατικά όπως οι δασικές φωτιές, οι πλημμύρες, οι κατολισθήσεις και οι καθιζήσεις και ακραία φαινόμενα όπως παγετός, κυκλώνας και θύελλα. Η μεταβολή των χαρακτηριστικών και των τύπων υετού στην περιοχή επίσης αποτελεί μια πηγή κινδύνου που προκαλεί «μέτρια» ευαισθησία διότι επηρεάζει την απόδοση του ΜΥΗΣ και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε αυτόν.

Η **ένταξη στην περιοχή** περιλαμβάνει τα δίκτυα της περιοχής με τα οποία συνδέεται ο ΜΥΗΣ, όπως για παράδειγμα το οδικό δίκτυο μέσω του οποίου γίνεται η πρόσβαση στο Έργο και το δίκτυο μεταφοράς της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Περιστατικά όπως δασικές πυρκαγιές, πλημμύρες, κατολισθήσεις και καθιζήσεις εκτιμάται ότι μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα και θεωρούνται πηγές κινδύνου «μέτριας» ευαισθησίας.

Ανάλυση Έκθεσης

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

Επεξηγηματικό Κείμενο 3: Έκθεση σε πηγές κινδύνου λόγω χωροθέτησης Έργου ΑΠΕ 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 Έργου ΑΠΕ σε περιοχές που εκτίθενται ή δύναται να εκτεθούν σε πηγές κινδύνου:

- **Παράκτιες περιοχές** είναι ιδιαίτερα εκτεθειμένες σε αυξανόμενα ύψη κυμάτων θυέλλης, πλημμύρες, διάβρωση του εδάφους και άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Έργα που χωροθετούνται σε παραθαλάσσιες περιοχές είναι εκτεθειμένα σε αυτές τις πηγές κινδύνου. Στις υφιστάμενες κλιματικές συνθήκες η άνοδος της στάθμης της θάλασσας μπορεί να μην είναι σημαντική πηγή κινδύνου, ωστόσο, σύμφωνα με τα κλιματικά μοντέλα θα αποτελέσει σημαντική πηγή κινδύνου στις μελλοντικές συνθήκες. 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 ραγδιότητα 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.yopen.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.
- **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/>

Παράδειγμα Α: Ανάλυση Έκθεσης Αιολικού Σταθμού

Συνεχίζοντας το παράδειγμα που αναφέρεται σε ΑΣΠΗΕ, παρουσιάζεται η ανάλυση έκθεσης του Έργου σε πηγές κινδύνου λόγω της θέσης του. Ο σταθμός προορίζεται να τοποθετηθεί σε γήπεδο που εκτείνεται σε βραχώδη κορυφογραμμή με υψόμετρο 940-1201 m και κλίσεις από 5-50% και ως επί το πλείστο σε δασική έκταση.

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 (40 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.

Η ανάλυση έχει γίνει με το εργαλείο excel που προτείνεται από την Γ.Γ. Δημοσίων Επενδύσεων & ΕΣΠΑ.

Πίνακας: Ανάλυση Έκθεσης Αιολικού Σταθμού

Ομάδα	Πηγή Κινδύνου	Έκθεση		
		Υφιστάμενες συνθήκες	Μελλοντικές συνθήκες	Σύνολο
Οξείς κίνδυνοι	Καύσωνας	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια
	Κύμα ψύχους	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
	Παγετός	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Δασική πυρκαγιά	Μέτρια	Υψηλή	Υψηλή
	Κυκλώνες, ισχυρές καταιγίδες, τυφώνας	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια
	Θύελλα	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια
	Ανεμοστρόβιλος	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια
	Ξηρασία	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια
	Ισχυρός υετός	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
	Πλημμύρα	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Κατολίσθηση	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
	Καθίζηση	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή

Χρόνιοι κίνδυνοι	Μεταβολή της θερμοκρασίας του αέρα	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια
	Αστική θερμονησίδα	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Θερμική καταπόνηση	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Μεταβλητότητα της θερμοκρασίας	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Μεταβολή της ηλιακής ακτινοβολίας	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Μεταβολή χαρακτηριστικών των ανέμων	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια
	Μεταβολή χαρακτηριστικών και τύπων υετού	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια
	Μεταβλητότητα υετού ή υδρολογική μεταβλητότητα	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια
	Μεταβολή της θερμοκρασίας του νερού	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 αλατότητας, ερημοποίηση	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια
	Αλλαγές στη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή

Με βάση τις προβλέψεις των κλιματικών μοντέλων για την περιοχή, εκτιμάται ότι οι μελλοντικές κλιματικές συνθήκες που σχετίζονται με τη μεταβολή της θερμοκρασίας και των χαρακτηριστικών του ανέμου και του υετού να είναι, στην πλειοψηφία τους, δυσμενέστερες από τις τωρινές. Λόγω της θέσης του εντός δασικής έκτασης, το Έργο εκτιμάται ότι έχει «υψηλή» έκθεση σε περιστατικά δασικών πυρκαγιών. Επιπλέον, εκτιμάται ότι έχει «μέτρια» έκθεση σε κατολισθήσεις, λόγω του ορεινού χαρακτήρα της περιοχής και της κλίσης του εδάφους. Η μεταβολή των κλιματικών συνθηκών εκτιμάται ότι οδηγεί σε «μέτρια» έκθεση σε μια σειρά πηγές κινδύνου που σχετίζονται με ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα όπως κυκλώνες, θύελλα, ανεμοστρόβιλος, ισχυρός υετός και καταστάσεις όπως καύσωνες, κύμα ψύχους και ξηρασία (οξείς κίνδυνοι) και στη μεταβολή των κλιματικών χαρακτηριστικών όπως η θερμοκρασία, οι άνεμοι και τα χαρακτηριστικά του υετού με την πάροδο του χρόνου (χρόνιοι κίνδυνοι).

Ανάλυση τρωτότητας

Η ανάλυση τρωτότητας συνδυάζει το αποτέλεσμα της ανάλυσης ευαισθησίας και της ανάλυσης έκθεσης. Αποσκοπεί στην αξιολόγηση των κλιματικών 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 Α: Ανάλυση Τρωτότητας αιολικού σταθμού

Στο παρόν, γίνεται συνδυασμός των προηγούμενων αποτελεσμάτων για να προκύψει η ανάλυση τρωτότητας του ΑΣΠΗΕ. Στην ανάλυση αυτή, δηλαδή, συσχετίζεται τόσο ο τύπος του Έργου όσο και η τοποθεσία του με τις πηγές κινδύνου. Από στο συνδυασμό των μέγιστων αποτελεσμάτων για την ευαισθησία και την έκθεση του Έργου στις πηγές κινδύνου, προκύπτει ο πίνακας τρωτότητας που παρουσιάζεται στη συνέχεια.

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

Πίνακας: Ανάλυση Τρωτότητας Αιολικού Σταθμού

Ομάδα	Πηγή κινδύνου	Μέγιστη Ευαισθησία	Μέγιστη Έκθεση	Τρωτότητα
Οξείς κίνδυνοι	Καύσωνας	Χαμηλή	Μέτρια	Χαμηλή
	Κύμα ψύχους	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
	Παγετός	Μέτρια	Χαμηλή	Χαμηλή
	Δασική πυρκαγιά	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή
	Κυκλώνες, ισχυρές καταιγίδες, τυφώνες	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
	Θύελλα	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
	Ανεμοστρόβιλος	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
	Ξηρασία	Χαμηλή	Μέτρια	Χαμηλή
	Ισχυρός υετός	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
	Πλημμύρα	Μέτρια	Χαμηλή	Χαμηλή
	Κατολίσθηση	Υψηλή	Μέτρια	Υψηλή
	Καθίζηση	Υψηλή	Χαμηλή	Μέτρια
Χρόνιοι κίνδυνοι	Μεταβολή της θερμοκρασίας του αέρα	Χαμηλή	Μέτρια	Χαμηλή
	Αστική θερμοκηφίδα	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Θερμική καταπόνηση	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
	Μεταβλητότητα της θερμοκρασίας	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή

Μεταβολή της ηλιακής ακτινοβολίας	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Μεταβολή χαρακτηριστικών των ανέμων	Υψηλή	Μέτρια	Υψηλή
Μεταβολή χαρακτηριστικών και τύπων υετού	Χαμηλή	Μέτρια	Χαμηλή
Μεταβλητότητα υετού ή υδρολογική μεταβλητότητα	Χαμηλή	Μέτρια	Χαμηλή
Μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας του νερού	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 αλατότητας, ερημοποίηση	Χαμηλή	Μέτρια	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. Καταδεικνύονται οι ακόλουθες πηγές κινδύνου, στις οποίες το Έργο παρουσιάζει τουλάχιστον μέτριας βαθμολογίας τρωτότητα:

- Κύμα ψύχους (μέτρια τρωτότητα)
- Δασική πυρκαγιά (υψηλή τρωτότητα)
- Κυκλώνας, ισχυρές καταιγίδες, τυφώνας (μέτρια τρωτότητα)
- Θύελλα (μέτρια τρωτότητα)
- Ανεμοστρόβιλος (μέτρια τρωτότητα)
- Ισχυρός υετός (μέτρια τρωτότητα)
- Κατολίσθηση (υψηλή τρωτότητα)
- Καθίζηση (μέτρια τρωτότητα)
- Μεταβολή των χαρακτηριστικών των ανέμων (υψηλή τρωτότητα)

Καθώς προκύπτουν πηγές κινδύνου στις οποίες το Έργο παρουσιάζει τρωτότητα, ακολουθεί λεπτομερής ανάλυση για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή. Στην λεπτομερή ανάλυση, ο εγγενής κίνδυνος από κάθε πηγή μετριάζεται μέσω μέτρων προσαρμογής, ώστε ο υπολειπόμενος κίνδυνος να βρίσκεται σε αποδεκτά επίπεδα.

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 1: Ανάλυση διακινδύνευσης αιολικού σταθμού

Από την ανάλυση τρωτότητας του ΑΣΠΗΕ προέκυψαν μέτρια ή υψηλά επίπεδα τρωτότητα στις εξής πηγές κινδύνου, για τις οποίες απαιτείται ανάλυση διακινδύνευσης:

- **Κύμα ψύχους.** Λαμβάνοντας υπόψη ότι η κλιματική αλλαγή σχετίζεται κατά βάση με την αύξηση της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας, τα κύματα ψύχους δεν αναμένεται να αυξηθούν στο μέλλον. Ωστόσο, μπορεί να εμφανιστούν ως ακραία καιρικά φαινόμενα, ιδιαίτερα σε υψόμετρα όπως αυτό που αναφέρεται στη χωροθέτηση του παραδείγματος. Ένα κύμα ψύχους μπορεί να επηρεάσει τη λειτουργία του ΑΣΠΗΕ, την παραγωγή ενέργειας και την μεταφοράς της στο δίκτυο.
- **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 μπορεί να επηρεάσει άμεσα τις υποδομές και τα τεχνικά στοιχεία ενός ΑΣΠΗΕ. Επίσης μπορεί να καταστρέψει τα δίκτυα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας.
- **Κυκλώνες, ισχυρές καταιγίδες, τυφώνες.** Η κλιματική αλλαγή σχετίζεται με την εμφάνιση ακραίων μετεωρολογικών φαινομένων. Τέτοια φαινόμενα μπορούν να επηρεάσουν την κατασκευή και τη λειτουργία ενός ΑΣΠΗΕ καθώς και τη μεταφορά της ενέργειας μέσω του τοπικού δικτύου μεταφοράς αλλά και την πρόσβαση συνεργείων συντήρησης στις ανεμογεννήτριες. Αντίστοιχα ισχύουν για τις **θύελλες**, τους **ανεμοστρόβιλους** και τον **ισχυρό υετό**.
- **Κατολίσθηση.** Επικλινή εδάφη είναι επιρρεπή σε κατολίσθησεις, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις ακραίων καιρικών φαινομένων. Μια κατολίσθηση μπορεί να προκαλέσει σημαντικές ζημιές σε έναν ΑΣΠΗΕ, να καταστρέψει το τοπικό σύστημα μεταφοράς ενέργειας ή ακόμη να κάνει αδύνατη την πρόσβαση σε αυτόν.
- **Καθίζηση.** Μια ανεμογεννήτρια μπορεί να καταστραφεί αν συμβεί καθίζηση στο σημείο εγκατάστασής της, επομένως ο ΑΣΠΗΕ έχει υψηλή ευαισθησία σε τέτοια

φαινόμενα. Ωστόσο, η έκθεση του συγκεκριμένου ΑΣΠΗΕ σε αυτή την πηγή κινδύνου είναι χαμηλή με αποτέλεσμα η συνολική τρωτότητα να είναι μέτρια.

- **Μεταβολή των χαρακτηριστικών των ανέμων.** Ο άνεμος είναι το «καύσιμο» του ΑΣΠΗΕ. Οποιαδήποτε μεσοπρόθεσμη ή μακροπρόθεσμη μεταβολή των χαρακτηριστικών των ανέμων στην περιοχή που έχει εγκατασταθεί ο ΑΣΠΗΕ επηρεάζει τη λειτουργία του και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Για τη διενέργεια της ανάλυσης διακινδύνευσης έχει οριστεί ποσοτική κλίμακα πιθανότητας εμφάνισης κινδύνου και κλίμακα συνεπειών.

Πίνακας: Βαθμονόμηση κλίμακας εμφάνισης πιθανότητας

Κλίμακα	Βαθμολογία	Περιγραφή
Σπάνιο	1	5% πιθανότητα εμφάνισης στη διάρκεια ζωής του έργου
Απίθανο	2	20% πιθανότητα εμφάνισης στη διάρκεια ζωής του έργου
Μέτριο	3	50% πιθανότητα εμφάνισης στη διάρκεια ζωής του έργου
Πιθανό	4	80% πιθανότητα εμφάνισης στη διάρκεια ζωής του έργου
Σχεδόν βέβαιο	5	95% πιθανότητα εμφάνισης στη διάρκεια ζωής του έργου

Πίνακας: Βαθμονόμηση κλίμακας συνεπειών

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 συνεπειών αποτελεί τη βαθμολογία εγγενή κινδύνου για την οποία ορίζεται η ακόλουθη βαθμονόμηση:

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 τεχνογνωσία και την εμπειρία των μελετητών. Χρησιμοποιώντας αυτές, η ανάλυση διακινδύνευσης συνοψίζεται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας: Ανάλυση διακινδύνευσης Έργου

Πηγή Κινδύνου	Πιθανότητα εμφάνισης	Κλίμακα συνεπειών	Εγγενής κίνδυνος	
			Βαθμολογία	Περιγραφή
Κύμα ψύχους	Πιθανό	Αμελητέες	4	Χαμηλός
Δασική πυρκαγιά	Πιθανό	Καταστροφικές	20	Πολύ σημαντικός
Κυκλώνες, ισχυρές καταιγίδες, τυφώνες	Μέτριο	Μέτριες	9	Μέτριος
Θύελλα	Μέτριο	Μέτριες	9	Μέτριος
Ανεμοστρόβιλος	Απίθανο	Ήσσονος σημασίας	4	Χαμηλός
Ισχυρός υετός	Πιθανό	Ήσσονος σημασίας	8	Μέτριος
Κατολίσθηση	Σπάνιο	Καταστροφικές	5	Χαμηλός
Καθίζηση	Σπάνιο	Καταστροφικές	5	Χαμηλός
Μεταβολή χαρακτηριστικών των ανέμων	Σπάνιο	Μέτριες	3	Αμελητέος

Από την ανάλυση διακινδύνευσης αναδεικνύεται ότι η δασική πυρκαγιά αποτελεί ένα «πολύ σημαντικό» εγγενή κίνδυνο για το συγκεκριμένο έργο ΑΣΠΗΕ. Και επομένως για τον κίνδυνο αυτό απαιτείται η λήψη μέτρων.

Οι κυκλώνες, οι θύελλες και ο ισχυρός υετός εκτιμάται ότι αποτελούν μέτριους κινδύνους. Το κύμα ψύχους, ο ανεμοστρόβιλος, η κατολίσθηση και η καθίζηση αποτελούν χαμηλούς κινδύνους. Για παράδειγμα, μπορεί να εκτιμάται ότι συνέπειες εμφάνισης μιας κατολίσθησης ή μιας καθίζησης ενδέχεται να είναι καταστροφικές για

τον ΑΣΠΗΕ, ωστόσο η πιθανότητα εμφάνισης των φαινομένων θεωρείται πολύ μικρή (σπάνια).

Η μεταβολή των χαρακτηριστικών των ανέμων εκτιμάται ότι είναι ένας αμελητέος κίνδυνος διότι η πιθανότητα εμφάνισης εκτιμήθηκε ότι είναι πολύ μικρή (σπάνια) ενώ και η κλίμακα των επιπτώσεων θα είναι μέτρια.

Με βάση την κλίμακα εγγενούς κινδύνου που ορίστηκε, εξετάζονται μέτρα προσαρμογής, ώστε αυτοί οι κίνδυνοι να περιοριστούν σε αποδεκτά επίπεδα.

3.2.2. Μέτρα για την ενίσχυση της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή

Εάν, βάσει των αποτελεσμάτων της ανάλυσης διακινδύνευσης, αξιολογείται ότι το έργο ΑΠΕ δεν είναι ανθεκτικό 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 σε αυτό. Η αξιολόγηση των διαφόρων εναλλακτικών μέτρων προσαρμογής μπορεί να είναι ποσοτική ή ποιοτική. Για λόγους πληρότητας αναφέρεται ότι για τα μικρότερα έργα ΑΠΕ που ταξινομούνται ως έργα Β σύμφωνα με το Ν.4014 (ΦΕΚ 209Α/2011), στο προσδιορισμό των μέτρων προσαρμογής θα μπορούσαν να ληφθούν υπόψη οι περιβαλλοντικοί όροι που αναφέρονται στο σχετικό ΦΕΚ των πρότυπων περιβαλλοντικών δεσμεύσεων (ΦΕΚ 104Β/24-1-2013) διότι κάποιοι από αυτούς σχετίζονται με πηγές κλιματικών κινδύνων.

Το επόμενο βήμα είναι η ενσωμάτωση των μέτρων προσαρμογής στο έργο ΑΠΕ και στο ενδεδειγμένο στάδιο ανάπτυξής του. 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 Α: Μέτρα προσαρμογής σε αιολικό σταθμό

Ο Δικαιούχος του αιολικού σταθμού, που εξετάζεται στη σειρά παραδειγμάτων που προηγήθηκαν για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, θεωρεί το χαμηλό επίπεδο κινδύνου το μέγιστο αποδεκτό. Οι εγγενείς κίνδυνοι που προκύπτουν είναι δυνατό να περιοριστούν με εφικτό τρόπο, κατά την κρίση των μελετητών.

Προσδιορισμός επιλογών προσαρμογής

Κύμα ψύχους

1. **Πρόγραμμα συντήρησης.** Τα πτερύγια των Α/Γ ελέγχονται κατά τις ψυχρές περιόδους. Η δημιουργία επιστρώσεων πάγου στα πτερύγια αλλάζει τα

αεροδυναμικά χαρακτηριστικά τους. Ακόμη, το επιπλέον βάρος είναι ικανό να παραμορφώσει τη διάταξη της πτερωτής. Η λειτουργία του σταθμού σε αυτές τις συνθήκες οδηγεί σε μειωμένη απόδοση των γεννητριών ή ακόμη και σε βλάβη τους. (Μη διαρθρωτικό μέτρο)

Δασική πυρκαγιά

1. **Σύστημα πυρόσβεσης.** Καθώς ο ΑΣΠΗΕ που αναφέρεται στο παράδειγμα έχει χωροθετηθεί εντός δασικής έκτασης, η εγκατάσταση συστήματος πυρόσβεσης μειώνει σημαντικά τον κίνδυνο. (Διαρθρωτικό μέτρο)
2. **Περιμετρική προστασία.** Η περιμετρική οργάνωση του χώρου με έλεγχο της υψηλής βλάστησης και καθαρισμό του ανοικτού εδάφους από την ξηρή βλάστηση κατά τη διάρκεια της αντιπυρικής περιόδου μειώνει σημαντικά τον κίνδυνο επέκτασης της πυρκαγιάς. (Μη διαρθρωτικό μέτρο)

Ακραία καιρικά φαινόμενα (κυκλώνας, θύελλα, τυφώνας, ανεμοστρόβιλος, ισχυρός υετός κλπ.)

1. **Εγκατάσταση συστήματος προστασίας από κεραυνούς.** Τα ακραία καιρικά φαινόμενα συνοδεύονται από έντονα φαινόμενα ηλεκτρικών εκκενώσεων. Επειδή το συνολικό ύψος μιας ανεμογεννήτριας φτάνει τα 160 m και τοποθετείται σε υψόμετρο άνω των 900 m, η προστασία από κεραυνούς είναι μέγιστης σημασίας για το Έργο. (Διαρθρωτικό μέτρο)
2. **Αυτοψία και συντήρηση μετά από εκδήλωση ακραίου καιρικού φαινομένου.** Κατά την εκδήλωση ακραίου καιρικού φαινομένου είναι πιθανή η πρόκληση φθοράς στα πτερύγια μιας ανεμογεννήτριας επηρεάζοντας τα αεροδυναμικά χαρακτηριστικά τους ή μεταβάλλοντας τη γεωμετρία τους. Κατά συνέπεια παρατηρείται μείωση της απόδοσης και επιβάρυνση της γεννήτριας. Πτερύγια που φέρουν εμφανή σημάδια φθοράς θα πρέπει να αντικαθίστανται. (Μη διαρθρωτικό μέτρο)
3. **Ασφάλιση του Έργου.** Ασφαλίζοντας το Έργο για ακραία καιρικά φαινόμενα καλύπτεται μερικώς το κόστος των επισκευών που είναι απαραίτητες μετά την έλευση ενός τέτοιου φαινομένου. (Μη διαρθρωτικό μέτρο)

Κατολίσθηση/καθίζηση

1. **Σχεδιασμός βάσης στήριξης Α/Γ.** Ο σχεδιασμός των βάσεων όπου τοποθετούνται οι ανεμογεννήτριες θα πρέπει να είναι τέτοιος ώστε να προβλέπεται η πιθανότητα εκδήλωσης κατολισθήσεων και να εξασφαλίζεται η στατικότητα των διατάξεων. (Διαρθρωτικό μέτρο)

Μεταβολή χαρακτηριστικών των ανέμων

1. **Αποθήκευση ενέργειας.** Στις μελλοντικές κλιματικές συνθήκες η μεταβολή των χαρακτηριστικών των ανέμων θα είναι τέτοια που η βέλτιστη απόδοση του αιολικού σταθμού ενδέχεται να μην είναι δεδομένη και η πρόβλεψη της ηλεκτροπαραγωγής δεν θα είναι ακριβής. Η πλαισίωση του σταθμού από έργο αποθήκευσης ενέργειας εξασφαλίζει την ικανότητα του σταθμού να συμμετέχει στο ενεργειακό μείγμα της χώρας ακόμα και όταν οι ταχύτητες του ανέμου τον

αναγκάζουν να υπολειπόμενη ή να τίθεται εκτός λειτουργίας. (Διαρθρωτικό μέτρο)

Υπολειπόμενος κίνδυνος

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι εγγενείς κίνδυνοι, τα επιλεχθέντα μέτρα προσαρμογής και ο υπολειπόμενος κίνδυνος. Οι υπολογισμοί έγιναν με το αρχείο excel της Γ.Γ. Δημοσίων Επενδύσεων & ΕΣΠΑ.

Πίνακας: Αξιολόγηση υπολειπόμενου κινδύνου

Πηγή Κινδύνου	Εγγενής κίνδυνος		Μέτρα προσαρμογής	Μείωση κινδύνου	Υπολειπόμενος κίνδυνος	
	Β(*)	Π(**)			Β(*)	Π(**)
Κύμα ψύχους	4	Χαμηλός	Πρόγραμμα συντήρησης	1	3	Αμελητέος
Δασική πυρκαγιά	20	Πολύ σημαντικός	Σύστημα πυρόσβεσης, περιμετρική προστασία	8	12	Σημαντικός
Κυκλώνας, ισχυρές καταιγίδες, τυφώνας	9	Μέτριος	Προστασία από κεραυνούς, συντήρηση, ασφάλιση του Έργου	3	6	Χαμηλός
Θύελλα	9	Μέτριος	Προστασία από κεραυνούς, συντήρηση, ασφάλιση του Έργου	2	7	Μέτριος
Ανεμοστρόβιλος	4	Χαμηλός	Συντήρηση, ασφάλιση του Έργου	2	4	Αμελητέος
Ισχυρός υετός	8	Μέτριος	Προστασία από κεραυνούς, συντήρηση, ασφάλιση του Έργου	2	6	Χαμηλός
Κατολίσθηση	5	Χαμηλός	Σχεδιασμός βάσης στήριξης	2	3	Αμελητέος
Καθίζηση	5	Χαμηλός	Σχεδιασμός βάσης στήριξης	2	3	Αμελητέος
Μεταβολή χαρακτηριστικών των ανέμων	3	Αμελητέος	Αποθήκευση ενέργειας	2	1	Αμελητέος

(*) Β: Βαθμολογία, (**) Π: Περιγραφή

Μέσω των μέτρων προσαρμογής επιτυγχάνεται η μείωση του εγγενούς κινδύνου. Ο υπολειπόμενος κίνδυνος χαρακτηρίζεται στην πλειοψηφία των περιπτώσεων αμελητέος.

Ωστόσο, ο υπολειπόμενος κίνδυνος παραμένει σημαντικός για την περίπτωση δασικής πυρκαγιάς και μέτριος για την περίπτωση θύελλας.

Τα μέτρα προσαρμογής προέρχονται από κοινές πρακτικές διαχείρισης κινδύνων και σχεδιασμού ΑΣΠΗΕ. Επιπλέον, η συνολική επιβάρυνση του προϋπολογισμού εκτιμάται ότι στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι περιορισμένη και δεν καθιστά την οικονομική αξιολόγηση των μέτρων προσαρμογής απαραίτητη.

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 Α: Παρακολούθηση και επανεξέταση της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή αιολικού σταθμού

Παραπάνω εξετάστηκε ο εγγενής κίνδυνος σε ΑΣΠΗΕ. Προσδιορίστηκαν οι πηγές κινδύνου και προτάθηκαν ενδεικτικά μέτρα, κάποια από τα οποία αποτελούν διαρθρωτικά μέτρα (σχεδιασμός, σύστημα πυρόσβεσης, περιμετρική προστασία, αποθήκευση ενέργειας κλπ) ενώ κάποια αποτελούν μη διαρθρωτικά μέτρα (ανάπτυξη διαδικασιών, εκπαίδευση προσωπικού, ασφάλιση Έργου, έλεγχος περιμετρικής ζώνης, κλπ).

Στο πλαίσιο αυτό θα αναπτυχθεί ένα ευρύτερο σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης σύμφωνα με το πρότυπο ISO 14001 για την συνολική παρακολούθηση των περιβαλλοντικών επιδόσεων του ΑΣΠΗΕ και ειδικά για τη βελτίωση της προσαρμογής του στην κλιματική αλλαγή. Η διοίκηση Έργου 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 σε:

- Πύλη Γεωχωρικών Πληροφοριών του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας στην Ενότητα για την Κλιματική Αλλαγή. Περιλαμβάνει τις τελευταίες κλιματικές προβλέψεις για την Ελλάδα.
- Εθνικός Κόμβος Πληροφοριών για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή στην ενότητα Εργαλεία και Χάρτες Προοπτικής Διάγνωσης του Κλίματος.
- 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 το Έργο και τι πρόσθετα μέτρα θα απαιτηθούν. Επίσης, θα εξετάζονται οι αναγνωρισμένες πηγές κινδύνου ως προς την ένταση της επιρροής τους στο Έργο.

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:

Κύμα ψύχους

- Μέτρηση της θερμοκρασίας στο έδαφος και στο ύψος των γεννητριών.
- Καταγραφή συχνότητας φαινομένων επίστρωσης πάγου στα πτερύγια.
- Τακτική συντήρηση του εξοπλισμού και έλεγχος της αντοχής του σύμφωνα με προκαθορισμένα πρότυπα.

Δασική πυρκαγιά

- Παρακολούθηση της βλάστησης περιμετρικά της εγκατάστασης. Διαχείριση της βλάστησης με στόχο τη μείωση της καύσιμης ύλης. Συνεννόηση με τις τοπικές αρχές για τον εποχικό καθαρισμό της δασικής έκτασης πλησίον της εγκατάστασης
- Ετήσια δοκιμή του πυροσβεστικού συστήματος και κοινή άσκηση πυρόσβεσης με την τοπική πυροσβεστική. Παράλληλα μπορεί να γίνεται εκπαίδευση του προσωπικού πυρόσβεσης.
- Έλεγχος της αποθήκευσης εύφλεκτων υλικών

Ακραία καιρικά φαινόμενα

- Παρακολούθηση της μετεωρολογικής πρόβλεψης έτσι ώστε να προβλέπονται ακραίες καταστάσεις. Λήψη των σχετικών προειδοποιητικών δελτίων από την Μετεωρολογική Υπηρεσία. Καταγραφή των αρνητικών επιπτώσεων στην εγκατάσταση, αν και όταν υπάρχουν και λήψη μέτρων αποτροπής για το μέλλον.
- Τακτική συντήρηση του εξοπλισμού και έλεγχος της αντοχής του σύμφωνα με προκαθορισμένα πρότυπα

Μεταβολή χαρακτηριστικών των ανέμων

- Καταγραφή ταχύτητας του ανέμου και συσχέτιση με ημέρες που ο σταθμός υπολειτουργεί ή δεν λειτουργεί καθόλου.

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^{10,11}, καθώς και με τις στρατηγικές και τα σχέδια της ΕΕ και, κατά περίπτωση, με τις ελληνικές εθνικές, περιφερειακές και τοπικές στρατηγικές και σχέδια για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή.

Επεξηγηματικό κείμενο 4: Έλεγχος συμβατότητας ενός έργου ΑΠΕ 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 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

¹⁰ 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

¹¹ 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»)

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 προκληθούν στο έργο από το 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 είναι το πρώτο βήμα για μια συνεχή και ευέλικτη διαδικασία σχεδιασμού και υλοποίησης των απαραίτητων μέτρων προσαρμογής σε εθνικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο και φιλοδοξεί να αποτελέσει το μοχλό κινητοποίησης των δυνατοτήτων της ελληνικής πολιτείας, οικονομίας και ευρύτερα της κοινωνίας για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στα χρόνια που έρχονται. Η ΕΣΠΚΑ αναλύει ζητήματα τρωτότητας και ανθεκτικότητας σε 15 επιμέρους τομείς και προτείνει δράσεις για καθένα από τους τομείς αυτούς.

Ο τομέας 9 αφορά την παραγωγή ενέργειας. Οι προτεινόμενες δράσεις προσαρμογής για την ενέργεια περιλαμβάνουν τα εξής:

- Δράση 1: Προστασία Υποδομών Ενέργειας κυρίου συστήματος
- Δράση 2: Έργα προστασίας παράκτιων εγκαταστάσεων ενέργειας και νησιωτικών συστημάτων
- Δράση 3: Έργα επέκτασης και προστασίας υδάτινων πόρων
- Δράση 4: Έρευνα και ανάπτυξη (π.χ. τεχνολογίες ψύξης θερμικών μονάδων, έξυπνα δίκτυα, προστασία δικτύων από ακραία φαινόμενα)
- Δράση 5: Οριζόντιες και συντονιστικές δράσεις

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.

Στα περισσότερα ΠεΣΠΚΑ προβλέπονται μεταβολές στο υδροηλεκτρικό δυναμικό και στα χαρακτηριστικά των ανέμων, αυτές οι προβλέψεις επηρεάζουν άμεσα την προσαρμογή των σχετικών έργων ΑΠΕ. Τα περισσότερα ΠεΣΠΚΑ προτείνουν έργα που σχετίζονται με τη διαχείριση του νερού. Τέτοιου είδους έργα μπορεί να σχετίζονται με το σχεδιασμό και την κατασκευή μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών.

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»)
- Κανονισμός (ΕΕ) 2021/2139 για τη συμπλήρωση του κανονισμού (ΕΕ) 2020/852 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου με τη θέσπιση τεχνικών κριτηρίων ελέγχου για τον προσδιορισμό των προϋποθέσεων υπό τις οποίες μια οικονομική δραστηριότητα θεωρείται ότι συμβάλλει σημαντικά στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής ή στην προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή και για τον προσδιορισμό του κατά πόσον αυτή η οικονομική δραστηριότητα δεν επιβαρύνει σημαντικά οποιονδήποτε από τους άλλους περιβαλλοντικούς στόχους
- 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, 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*
- IPCC, 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
- 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/>)
- 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. ΥΠΕΝ/ΔΙΠΑ/17185/1069 (ΦΕΚ 841Β/22-02-2022) Τροποποίηση και κωδικοποίηση της υπό στοιχεία ΔΙΠΑ/οικ.37674/27-7-2016 υπουργικής απόφασης «Τροποποίηση και κωδικοποίηση της υπουργικής απόφασης 1958/2012 - Κατάταξη δημοσίων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες και υποκατηγορίες σύμφωνα με την παρ. 4 του άρθρου 1 του ν. 4014/21.9.2011 (Α' 209), όπως αυτή έχει τροποποιηθεί και ισχύει» (Β' 2471)
- ΦΕΚ 104Β/24-1-2013 Πρότυπες περιβαλλοντικές δεσμεύσεις για ΑΠΕ