

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

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ - ΑΡΔΕΥΣΗΣ

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 στην εφαρμογή της υποβολής έκθεσης τεκμηρίωσης της κλιματικής ανθεκτικότητας, σύμφωνα με το πλαίσιο που αναφέρθηκε, για Έργα υποδομών ύδρευσης - άρδευσης. 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 υποδομών. Πρέπει να τονιστεί ότι τα παραδείγματα που χρησιμοποιούνται είναι **ενδεικτικά** και συνεπώς, οι παράμετροι και τα χαρακτηριστικά των παραδειγμάτων δε δύναται να θεωρηθούν ως δεδομένα υπολογισμών από τους Δικαιούχους και να αναπαραχθούν στο προτεινόμενο Έργο τους, καθώς κάθε έργο υποδομής πρέπει να μελετάται ξεχωριστά ως προς το σύνολο των μεταβλητών που το επηρεάζουν.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Οργάνωση του παρόντος οδηγού.....	4
1. Εισαγωγή	5
1.1. Περιγραφή του Έργου	5
1.2. Χωροθέτηση	7
1.3. Περιληπτική απόδοση του τρόπου αντιμετώπισης των ζητημάτων κλιματικής αλλαγής	8
2. Μετριασμός της κλιματικής αλλαγής	13
2.1. Προέλεγχος.....	13
2.2. Λεπτομερής ανάλυση.....	15
2.2.1. Ανθρακικό αποτύπωμα του Έργου	15
2.2.2. Σχετικές Εκπομπές του Έργου	15
2.2.3. Οικονομική αποτίμηση των εκπομπών.....	15
2.2.4. Συμβατότητα με το στόχο της κλιματικής ουδετερότητας	15
3. Προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή.....	15
3.1. Προέλεγχος.....	16
3.2. Λεπτομερής ανάλυση.....	32
3.2.1. Ανάλυση διακινδύνευσης	32
3.2.2. Μέτρα για την ενίσχυση της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή.....	36
3.2.3. Πρόγραμμα παρακολούθησης.....	42
3.2.4. Συνέπεια με στρατηγικές και σχέδια προσαρμογής.....	44
4. Βιβλιογραφία.....	46

Οργάνωση του παρόντος οδηγού

Στο παρόν έγγραφο αναπτύσσονται παραδείγματα Έργων διαχείρισης υδάτων. Σε αυτή τη γενική κατηγορία συγκαταλέγονται Έργα όπως υποδομές ύδρευσης, αρδευτικά δίκτυα, συστήματα αποθήκευσης και διανομής νερού, υποδομές εξοικονόμησης και ανακύκλωσης καθώς και μονάδες αφαλάτωσης.

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.

Το παρόν έγγραφο περιλαμβάνει διάφορες περιπτώσεις έργων διαχείρισης υδάτων, οι οποίες είναι:

Παράδειγμα	Περιγραφή	Μετριασμός Κλιματικής Αλλαγής	Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή
A	Μονάδα αφαλάτωσης	✓	✓
B	Δίκτυο ύδρευσης	✓	✓

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 εγκατάστασης, 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 σχετικού έργου. 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

Στο παρόν έγγραφο εξετάζονται από κοινού δύο αντιπροσωπευτικά παραδείγματα της κατηγορίας ύδρευση, άρδευση και διαχείριση πόσιμου νερού. Στο πλαίσιο αυτής της κατηγορίας περιλαμβάνονται υποδομές άντλησης, επεξεργασίας, αποθήκευσης και διανομής, εξοικονόμησης, ανακύκλωσης και αφαλάτωσης νερού, καθώς και υποδομές εμπλουτισμού του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα. Τα Έργα αυτά εξετάζονται συνολικά, καθώς οι λειτουργίες τους, αν και διαφορετικές, βασίζονται σε κοινά επιμέρους στοιχεία, όπως δεξαμενές, δίκτυα αγωγών, αντλιοστάσια, γεωτρήσεις και υδρομαστεύσεις πηγών.

Πέραν της γενικής καθοδήγησης, για την επεξήγηση του τρόπου αντιμετώπισης των Έργων στα πλαίσια της έκθεσης τεκμηρίωσης για την ενίσχυση της ανθεκτικότητας στην κλιματική αλλαγή, δίνονται εξειδικευμένα υποθετικά παραδείγματα.

Στο κεφάλαιο της εισαγωγής γίνεται η περιγραφή του Έργου, παρουσιάζεται η χωροθέτηση του και αποδίδονται περιληπτικά τα συμπεράσματα για την μετρίασμό και την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή.

1.1. Περιγραφή του Έργου

Επεξηγηματικό Κείμενο 1: Απαραίτητα σημεία περιγραφής και Περιβαλλοντική κατάταξη Έργων

Στην περιγραφή του Έργου δίνονται συνοπτικά στοιχεία από τεχνικά έγγραφα του φακέλου του Έργου. Περιλαμβάνονται:

- Τίτλος Έργου
- Προϋπολογισμός
- Περιβαλλοντική κατάταξη
- Στοιχεία Σχεδιασμού
- Διάρκεια Ζωής

Σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία¹, Έργα ύδρευσης και άρδευσης κατατάσσονται ως επί το πλείστο στην 2^η ομάδα έργων: Υδραυλικά έργα και φέρουν α/α που εξαρτάται από τον τύπο του Έργου. Η κατάταξη σε κατηγορίες και υποκατηγορίες γίνεται χωριστά για κάθε υπό-Έργο και η κατάταξη του συνολικού Έργου προκύπτει επιλέγοντας την υψηλότερη κατάταξη όλων των υπο-Έργων. Εξαιρούνται τα Έργα αφαλάτωσης θαλασσινού νερού, τα οποία κατατάσσονται στην 9^η ομάδα έργων: Βιομηχανικές δραστηριότητες και συναφείς εγκαταστάσεις.

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)»

Αντίστοιχα, τα μεγέθη σχεδιασμού ενός Έργου που είναι σημαντικό να αναφέρονται σε μια έκθεσης τεκμηρίωσης ενίσχυσης της ανθεκτικότητας στην κλιματική αλλαγή, σχετίζονται με τον τύπο των συμπεριλαμβανόμενων υπο-Έργων. Έτσι, υδρομαστεύσεις πηγών και γεωτρήσεις χαρακτηρίζονται από την ετήσια απόληψη υδάτων ($\text{m}^3/\text{έτος}$), δίκτυα αγωγών από το συνολικό μήκος των αγωγών και όπου περιλαμβάνονται αντλίες από την συνολική ισχύ τους και την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

Παράδειγμα Α: Μονάδα αφαλάτωσης

Τίτλος Έργου: Κατασκευή μονάδας αφαλάτωσης για την υδροδότηση τουριστικού νησιώτικου οικισμού στις Κυκλάδες

Προϋπολογισμός: 14.500.000,0 €

Περιβαλλοντική κατάταξη: Το υπό μελέτη Έργο ανήκει στην ομάδα 2 «Υδραυλικά έργα» και στην ομάδα 9 (υπηρεσίες αφαλάτωσης νερού)

Διάρκεια Ζωής: 40 έτη

Στοιχεία Σχεδιασμού: Το έργο θα κατασκευαστεί σε έκταση 9,5 στρεμμάτων, σε απόσταση 200 μέτρα από την ακτή και σε υψόμετρο +30 μέτρων περίπου. Θα έχει δυναμικότητα παροχής νερού $7.500 \text{ m}^3/\text{d}$ και ισοδύναμο μήκος αγωγών περίπου 10.500 μέτρων. Το μήκος (L) αγωγών υδροληψίας είναι 2.500 μέτρα, το μήκος (L) αγωγού διάθεσης αλμολοιπού είναι 750 μέτρα και το μήκος (L) διανομής πόσιμου νερού είναι 7.250 μέτρα. Θα περιλαμβάνει τρεις ισοδύναμες γραμμές αντίστροφης ώσμωσης, οι οποίες θα λειτουργούν 23 h/d και για τη λειτουργία τους θα απαιτείται ηλεκτρική ενέργεια 10.000 kWh ανά μονάδα και ανά ημέρα.

Παράδειγμα Β: Εξωτερικό δίκτυο ύδρευσης

Τίτλος Έργου: Κατασκευή και λειτουργία εξωτερικού δικτύου ύδρευσης μεγάλης πόλης της Βόρειας Ελλάδας

Προϋπολογισμός: 8.600.000,00 €

Περιβαλλοντική κατάταξη: Το έργο ταξινομείται συνολικά στην 2^η Ομάδα (υδραυλικά έργα) της ΥΑ ΔΙΠΑ οικ.37674/2016 όπως έχει τροποποιηθεί και ισχύει. Συγκεκριμένα, τα επιμέρους έργα υδρομάστευσης των πηγών (α/α 5) ταξινομούνται ως Α1 δεδομένου ότι η ποσότητα νερού προς απόληψη θα είναι $14.000.000 \text{ m}^3/\text{yr}$. Επίσης, τα επιμέρους έργα υδρογεωτρήσεων (α/α 6) ταξινομούνται ως Α1 δεδομένου ότι η ποσότητα νερού προς απόληψη θα είναι $9.000.000 \text{ m}^3/\text{yr}$. Τέλος, τα επιμέρους έργα αγωγών μεταφοράς (α/α 7) ταξινομούνται ως Α2 γιατί το συνολικό ισοδύναμο μήκος τους προτεινόμενου έργου είναι 80.000 μέτρα.

Διάρκεια Ζωής: 40 έτη

Στοιχεία Σχεδιασμού: Το έργο περιλαμβάνει ένα αριθμό επιμέρους υποέργων. Συγκεκριμένα, περιλαμβάνονται υδρομαστεύσεις τριών πηγών, οκτώ υδρευτικές γεωτρήσεις και κλειστούς αγωγούς μεταφοράς νερού. Περιλαμβάνονται επίσης δεξαμενές ύδρευσης συνολικού μεικτού όγκου στη στάθμη υπερχειλίσσης 20.000 m³ και πέντε αντλιοστάσια με εκτιμώμενη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας 10 GWh/yr. Το έργο θα εξυπηρετεί έναν ισοδύναμο πληθυσμό 115.000 ανθρώπων που ζουν στην πόλη και σε οικισμούς πρωτεύουσας νομού της Βόρειας Ελλάδας.

1.2. Χωροθέτηση

Ορίζεται με σαφήνεια η χωροθέτηση του Έργου. Η θέση του Έργου και των βοηθητικών υπο-Έργων αποτυπώνονται σε αναλυτικό χάρτη ή/και τοπογραφικό διάγραμμα αναγράφοντας τις συντεταγμένες σε μορφή ΕΓΣΑ 87 ή/και WSG 1984. Τα Έργα ύδρευσης, άρδευσης και διαχείρισης πόσιμου νερού περιλαμβάνουν πηγές υδροληψίας, γεωτρήσεις, δεξαμενές, αντλιοστάσια και δίκτυα αγωγών. Τα στοιχεία αυτά πλην των δικτύων αγωγών, είναι σημειακά υπο-Έργα. Για τη χωροθέτηση των δικτύων αγωγών χρησιμοποιούνται συντεταγμένες αρχής, μέσης και τέλους των επιμέρους τμημάτων του δικτύου. Αν το Έργο έχει εμβαδική χωροθέτηση, όπως αναμένεται για παράδειγμα από μια μονάδα αφαλάτωσης, τότε δίνονται η κεντροβαρικές συντεταγμένες του γηπέδου που καταλαμβάνει.

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

Παράδειγμα Α: Μονάδα αφαλάτωσης

Το έργο θα κατασκευαστεί σε νησί των Κυκλάδων για να βελτιώσει την υδροδότηση των οικισμών του. Συγκεκριμένα, το έργο θα κατασκευαστεί σε έκταση 9,5 στρεμμάτων, σε απόσταση 200 μέτρα από την ακτή και σε υψόμετρο +30 μέτρων περίπου. Η περιοχή δεν κατοικείται, είναι σχετικά επίπεδη με αγροτικές καλλιέργειες και βρίσκεται κοντά στην εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων του νησιού.

Οι γεωγραφικές συντεταγμένες του οικοπέδου και των αγωγών υδροληψίας από τη θάλασσα και διάθεσης της άλμης δίνονται στη ΜΠΕ του Έργου.

Παράδειγμα Β: Εξωτερικό δίκτυο ύδρευσης

Το έργο περιλαμβάνει πολλά επιμέρους έργα όπως υδρομαστεύσεις πηγών, υδρευτικές γεωτρήσεις, αντλιοστάσια, δεξαμενές και εκτεταμένο δίκτυο αγωγών μεταφοράς ύδατος. Τα υποέργα βρίσκονται εντός της έκτασης του Δήμου, στο σύνολό τους σε εκτάσεις που είναι αγροτικές, περιοχές χαμηλής βλάστησης και δασικές εκτάσεις. Δεν υπάρχουν σημαντικοί ποταμοί, χείμαρροι ή άλλα επιφανειακά υδάτινα σώματα στην περιοχή. Το έργο βρίσκεται σε απόσταση από τη θάλασσα.

Στη μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων και στους χάρτες που τη συνοδεύουν δίνονται αναλυτικά οι θέσεις και οι συντεταγμένες όλων των υποέργων.

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 Α: Περίληψη έκθεσης ενίσχυσης ανθεκτικότητας μονάδας αφαλάτωσης

Στοιχεία του Έργου

Το έργο αφορά στην εγκατάσταση μονάδας αφαλάτωσης σε νησί των Κυκλάδων. Θα περιλαμβάνει τρεις όμοιες μονάδες αντίστροφης ώσμωσης και το συνοδευτικό τους εξοπλισμό και θα έχει συνολική παροχή νερού ύδρευσης 7.500 m³/d και για τη λειτουργία του θα απαιτείται η ανάλωση 30.000 kWh/d.

Μετριασμός της κλιματικής αλλαγής

Το έργο έχει μόνο έμμεσες εκπομπές από την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Η ηλεκτρική ενέργεια θα λαμβάνεται από το δίκτυο της περιοχής και εκτιμάται ότι οι έμμεσες εκπομπές είναι μικρότερες από 5.000 tnCO₂/yr.

Προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή

Ο έλεγχος της προσαρμογής έγινε με εξέταση της ευαισθησίας και της έκθεσης της μονάδας αφαλάτωσης σε πηγές κλιματικού κινδύνου με στόχο να εκτιμηθεί η τρωτότητα. Η μονάδα έχει υψηλή ή μέτρια τρωτότητα στις εξής πηγές κλιματικών κινδύνων:

- Καύσωνας (μέτρια τρωτότητα)
- Ανεμοστρόβιλος, θυελλώδεις άνεμοι (μέτρια τρωτότητα)
- Ξηρασία (υψηλή τρωτότητα)
- Κατολίσθηση, διάβρωση του εδάφους (μέτρια τρωτότητα)
- Καθίζηση (μέτρια τρωτότητα)
- Οξίνιση/αλατότητα του θαλάσσιου ύδατος (μέτρια τρωτότητα)
- Άνοδος της στάθμης της θάλασσας (υψηλή τρωτότητα)
- Διαθεσιμότητα και καταπόνηση υδάτινων πόρων (υψηλή τρωτότητα)

- Διάβρωση των ακτών (μέτρια τρωτότητα)

Η ανάλυση διακινδύνευσης έδειξε ότι ως σημαντικός εγγενής κίνδυνος αναδεικνύεται η διάβρωση των ακτών και ως μέτριος κίνδυνος οι θυελλώδεις άνεμοι. Αντίθετα, κατολισθήσεις και καθιζήσεις μπορεί μεν να έχουν καταστροφικές συνέπειες για τον εξοπλισμό έτσι και συμβούν αλλά στην περιοχή δεν αναμένονται τέτοια φαινόμενα. Αντίστοιχα, η ξηρασία και η καταπόνηση των υδάτινων πόρων του νησιού είναι πολύ πιθανό να συμβούν, ωστόσο δεν θα επηρεάσουν τη λειτουργία της μονάδας αφαλάτωσης. Τέτοιες καταστάσεις ωστόσο θα αυξήσουν τη ζήτηση νερού στο νησί.

Προκειμένου να αντιμετωπιστεί ο κίνδυνος της διάβρωσης των ακτών αλλά και ο κίνδυνος της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, παρά το γεγονός ότι εκτιμάται πως είναι χαμηλός, στο σχεδιασμό του έργου λαμβάνονται μέτρα για την ελαχιστοποίηση του τμήματος της υποδομής (σωληνώσεις) που βρίσκονται κοντά στην ακτογραμμή, την κατάλληλη στήριξή τους σε σχέση με τη βραχώδη ακτή της περιοχής και την τακτική παρακολούθηση του εξοπλισμού και συντήρηση των βάσεων στήριξης όπου απαιτείται. Για την αντιμετώπιση των θυελλωδών ανέμων που ενδέχεται να εμφανιστούν στην περιοχή γίνεται κατάλληλος σχεδιασμός και στήριξη όλου του μηχανολογικού εξοπλισμού της εγκατάστασης αφαλάτωσης και καταρτίζεται ετήσιο πρόγραμμα ελέγχου και συντήρησης του εξοπλισμού. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η καταπόνηση των υδάτινων πόρων του νησιού και η ξηρασία ενδέχεται να ενταθούν στο μέλλον, καθώς και το γεγονός ότι πρόκειται για ένα νησί – τουριστικό προορισμό όπου η ζήτηση νερού ενδέχεται να αυξηθεί στο μέλλον, αποφασίστηκε να υπάρξει η δυνατότητα δημιουργίας μιας δεύτερης μονάδας αφαλάτωσης στην περιοχή στο μέλλον. Για τη μείωση των έμμεσων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου λόγω της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, αποφασίστηκε στο μέλλον να εγκατασταθεί στην περιοχή μονάδα ΑΠΕ (φωτοβολταϊκά ή μικρές ανεμογεννήτριες) που θα εξασφαλίσουν την ηλεκτρική ενέργεια που απαιτείται από την εγκατάσταση, θα μειώσουν τις έμμεσες εκπομπές και παράλληλα θα βελτιώσουν την ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού της μονάδας.

Για τον κλιματικό έλεγχο του Έργου αναπτύσσεται σύστημα παρακολούθησης στο οποίο ενσωματώνονται διαδικασίες όπως:

- Μεθοδολογία παρακολούθησης της εξέλιξης της κλιματικής αλλαγής
- Μεθοδολογία παρακολούθησης και αξιολόγησης των εφαρμοζόμενων μέτρων προσαρμογής. Η αξιολόγηση θα γίνεται με την εφαρμογή κατάλληλων δεικτών.

Σε αυτό το πλαίσιο θα παρακολουθούνται οι μετεωρολογικές παράμετροι της περιοχής, τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του θαλασσινού νερού που ενδέχεται να σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή, την άνοδο της στάθμης της θάλασσας και την διάβρωση των ακτών στην περιοχή του Έργου.

Παράδειγμα Β: Περίληψη έκθεσης ενίσχυσης ανθεκτικότητας δικτύου ύδρευσης**Στοιχεία του Έργου**

Το έργο αφορά στην κατασκευή και λειτουργία εξωτερικού δικτύου ύδρευσης μεγάλης πόλης της Βόρειας Ελλάδας για την εξυπηρέτηση των αναγκών 115.000 ανθρώπων. Συνολικά το δίκτυο θα περιλαμβάνει υδρομαστεύσεις δυναμικότητα 14.000.000 m³/yr, γεωτρήσεις δυναμικότητας 9.000.000 m³/yr, αντλιοστάσια, δίκτυο δεξαμενών ύδρευσης και δίκτυο αγωγών μεταφοράς νερού ύδρευσης. Εκτιμάται ότι η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τις ανάγκες λειτουργίας του δικτύου ύδρευσης θα είναι 10 GWh ανά έτος. Το έργο απλώνεται σε μια μεγάλη περιοχή του Δήμου που περιλαμβάνει αγροτικές και δασικές εκτάσεις καθώς και περιοχές κοντά στην ακτογραμμή.

Μετρίασμός της κλιματικής αλλαγής

Το έργο έχει μόνο έμμεσες εκπομπές από την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Η ηλεκτρική ενέργεια θα λαμβάνεται από το δίκτυο της περιοχής και εκτιμάται ότι οι έμμεσες εκπομπές είναι μικρότερες από 4.500 t_{CO₂}/yr.

Προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή

Ο έλεγχος της προσαρμογής έγινε με εξέταση της ευαισθησίας και της έκθεσης του δικτύου ύδρευσης σε πηγές κλιματικού κινδύνου με στόχο να εκτιμηθεί η τρωτότητα. Το έργο έχει υψηλή ή μέτρια τρωτότητα στις εξής πηγές κλιματικών κινδύνων:

- Καύσωνας (μέτρια τρωτότητα)
- Κύμα ψύχους, παγετός (μέτρια τρωτότητα)
- Δασική πυρκαγιά (υψηλή τρωτότητα)
- Κυκλώνας, θύελλα, ανεμοστρόβιλος (μέτρια τρωτότητα)
- Ξηρασία (μέτρια τρωτότητα)
- Ισχυρός υετός (μέτρια τρωτότητα)
- Πλημμύρα (υψηλή τρωτότητα)
- Κατολίσθηση/διάβρωση του εδάφους (μέτρια τρωτότητα)
- Καθίζηση (μέτρια τρωτότητα)
- Υδρολογική μεταβλητότητα (μέτρια τρωτότητα)
- Μεταβολή μέσης θερμοκρασίας του νερού (μέτρια τρωτότητα)
- Υφαλμύριση υδάτων (υψηλή τρωτότητα)
- Διαθεσιμότητα και καταπόνηση υδάτινων πόρων (υψηλή τρωτότητα)

Από την ανάλυση διακινδύνευσης προκύπτει ότι η δασικές φωτιές είναι πολύ σημαντικός εγγενής κίνδυνος και, επομένως, πρέπει να ληφθούν μέτρα μείωσης του κατά το

σχεδιασμό του έργου του δικτύου ύδρευσης. Σημαντικοί κίνδυνοι είναι η ξηρασία και η καταπόνηση των υδάτινων πόρων, οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους. Και οι δύο κίνδυνοι είναι πιθανοί και εφόσον συμβούν θα έχουν σημαντικές επιπτώσεις ως προς τη δυνατότητα του δικτύου ύδρευσης να παραδώσει ικανή ποσότητα νερού στους οικισμούς που εξυπηρετεί. Ακραία φαινόμενα όπως τα κύματα ψύχους, οι παγετοί και ο ισχυρός υετός αποτελούν μέτριους κινδύνους καθώς αφενός είναι πιθανό να συμβούν και εφόσον συμβούν είναι δυνατό να επιφέρουν βλάβες σε επιμέρους τμήματα του δικτύου. Η υδρολογική μεταβλητότητα είναι ένας επίσης εγγενής κίνδυνος που χαρακτηρίζεται ως μέτριος καθώς μπορεί να καθορίζει τη δυνατότητα προσφοράς νερού από το δίκτυο προς τους οικισμούς που εξυπηρετεί. Η υφαλμύριση των υδάτινων σωμάτων είναι ένας μέτριος εγγενής κίνδυνος που μπορεί ωστόσο να είναι σημαντικός για εκείνα τα τμήματα του δικτύου (υδρομαστεύσεις και γεωτρήσεις) που βρίσκονται σχετικά κοντά σε ακτές. Κατολισθήσεις, διαβρώσεις και καθιζήσεις μπορούν εφόσον συμβούν να καταστρέψουν τμήματα του δικτύου ύδρευσης, ωστόσο τέτοια φαινόμενα δεν αναμένονται σύμφωνα με τη γεωλογική μελέτη της περιοχής όπου θα αναπτυχθεί το έργο.

Τα προτεινόμενα μέτρα μείωσης του εγγενούς κλιματικού κινδύνου περιλαμβάνουν τα εξής:

Δασικές πυρκαγιές. Μέτρα πυροπροστασίας που περιλαμβάνουν τη δημιουργία μιας ικανής αντιτυρικής ζώνης γύρω από τον εξοπλισμό που πρέπει να προστατευθεί και την ετήσια συντήρησή της. Δημιουργία ενός δρόμου εύκολης και γρήγορης πρόσβασης στον εξοπλισμό, εγκατάσταση συστήματος πυρανίχνευσης και συστήματος πυρόσβεσης που θα μπορεί να λειτουργεί αυτόματα ή/και με τηλεχειρισμό. Επιπλέον, στα μέτρα περιλαμβάνεται η εγκατάσταση εφεδρικών Η/Ζ που λειτουργούν με πετρέλαιο έτσι ώστε η λειτουργία του συστήματος πυρόσβεσης να εξασφαλίζεται ακόμη και σε περιπτώσεις που το ηλεκτρικό δίκτυο της περιοχής υποστεί καταστροφές.

Ξηρασία – Υδρολογική Μεταβλητότητα – Διαθεσιμότητα και καταπόνηση υδάτινων πόρων. Σχεδιασμός του έργου με βάση τις σχετικές μελέτες υδάτων της περιοχής. Έλεγχος της προσφοράς και της ζήτησης νερού ύδρευσης. Περιορισμός απωλειών. Δεξαμενές διανομής μεγαλύτερης αποθηκευτικής ικανότητας. Μέτρα εξοικονόμησης και επαναχρησιμοποίησης νερού.

Μεταβολή μέσης θερμοκρασίας σε υδάτινα σώματα – Υφαλμύριση υδάτων. Επανασχεδιασμός επεξεργασίας υδάτων. Αποφυγή αντλήσεων παράκτιων υδροφορέων.

Φαινόμενα ισχυρού ανέμου – Κύματα ψύχους – Παγετός. Προστασία αντλιοστασίων από ακραία καιρικά φαινόμενα. Εξασφάλιση ηλεκτροδότησης.

Για τον κλιματικό έλεγχο του Έργου αναπτύσσεται σύστημα παρακολούθησης στο οποίο ενσωματώνονται διαδικασίες όπως:

- Μεθοδολογία παρακολούθησης της εξέλιξης της κλιματικής αλλαγής
- Μεθοδολογία παρακολούθησης και αξιολόγησης των εφαρμοζόμενων μέτρων προσαρμογής. Η αξιολόγηση θα γίνεται με την εφαρμογή κατάλληλων δεικτών.

Σε αυτό το πλαίσιο θα παρακολουθούνται οι μετεωρολογικές παράμετροι της περιοχής, τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του νερού που ενδέχεται να σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή, οι υδρολογικές παράμετροι της περιοχής και θα ελέγχεται το ισοζύγιο νερού του

δικτύου με βάση τις ενδείξεις των υδρομετρητών στα σημεία απόληψης του νερού και στα σημεία κατανάλωσης του νερού. Επίσης, θα γίνεται εκπαίδευση και ασκήσεις για την αντιμετώπιση έκτακτων περιστατικών όπως είναι οι δασικές πυρκαγιές και οι πλημμύρες.

2. Μετριασμός της κλιματικής αλλαγής

2.1. Προέλεγχος

Σύμφωνα με τον πίνακα προελέγχου μετριασμού της Τεχνικής Οδηγίας², για Έργα ύδρευσης - άρδευσης κατά κανόνα δεν απαιτείται η εκτίμηση αποτυπώματος άνθρακα.

Επεξηγηματικό Κείμενο 2: Εκπομπές ΑΘ από Έργα διαχείρισης νερού

Οι εκπομπές των Έργων διαχείρισης νερού κάθε τύπου (ύδρευσης, άρδευσης, αφαλάτωσης, εμπλουτισμού υπόγειων υδροφορέων κ.λπ.) προέρχονται σχεδόν στο σύνολο τους από την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτούν για την λειτουργία τους. Έργα τέτοιου τύπου έχουν ως κοινό χαρακτηριστικό την χρήση μηχανολογικού εξοπλισμού που λειτουργεί με ηλεκτρική ενέργεια για την άντληση την προώθηση υδάτων. Οι εκπομπές των Έργων είναι έμμεσες και εξαρτώνται από τον τρόπο παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας σε εθνικό επίπεδο (θεωρώντας πως οι ανάγκες για ηλεκτροδότηση καλύπτονται από το εθνικό δίκτυο ενέργειας). Μικρές καταναλώσεις ορυκτών καυσίμων από εφεδρικά ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη όταν η παροχή ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο διακόπτεται, θεωρούνται αμελητέες και δεν συνυπολογίζονται στις εκπομπές ενός τυπικού έτους λειτουργίας.

Με βάση τα παραπάνω, σε Έργα όπου απαιτείται απλώς η άντληση των υδάτων οι ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια στη διάρκεια ενός έτους δεν είναι πιθανό να ξεπεράσουν το όριο των 20.000 tn CO₂ eq. Ειδική περίπτωση αποτελεί η αφαλάτωση θαλασσινού νερού, επειδή πρόκειται για μια ενεργοβόρο διεργασία. Δεδομένου ωστόσο πως εφαρμόζεται σε τοπικό επίπεδο για την εξυπηρέτηση των αναγκών οικισμών νησιών και η χρήση της μεθόδου σε ευρύτερη κλίμακα είναι ασύμφορη, οι εκπομπές ενός Έργου αφαλάτωσης δεν επιβάλλουν την λεπτομερή ανάλυση για το μετριασμό στην κλιματική αλλαγή. Μια τυπική τιμή κατανάλωσης ενέργειας για μια μονάδα αφαλάτωσης ανέρχεται σε 4 kWh/ m³ νερού παροχής.

Γενικά, μπορεί να θεωρηθεί ως εμπειρικός κανόνας ότι καταναλώσεις μικρότερες από 35 GWh/yr δεν αναμένεται να οδηγήσουν σε εκπομπές μεγαλύτερες από 20.000 tnCO₂/yr.

Προκαταρκτική εκτίμηση για τον υπολογισμό των εκπομπών γίνεται αν είναι γνωστή η ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του Έργου. Αρκεί ο υπολογισμός μόνο των εκπομπών CO₂, διότι αυτές αποτελούν σχεδόν αποκλειστικά το σύνολο των έμμεσων εκπομπών από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. (Συνεισφορά άνω του 99% στο σύνολο των εκπομπών)

Η βασική εξίσωση υπολογισμού των εκπομπών είναι:

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

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

Ο συντελεστής εκπομπών για το CO₂ (gCO₂/kWh) λαμβάνεται από την ετήσια έκθεση³ του Διαχειριστή ΑΠΕ και Εγγυήσεων Προέλευσης (ΔΑΠΕΕΠ) για το ενεργειακό μείγμα του προηγούμενου έτους.

Παράδειγμα Α: Προέλεγχος για το μετριασμό σε μονάδα αφαλάτωσης

Μελετάται η εγκατάσταση μονάδας αφαλάτωσης μέσω αντίστροφης ώσμωσης για την υδροδότηση νησιωτικού οικισμού. Η δυναμικότητα της μονάδας ανέρχεται σε 7.500 m³ ημερησίως ενώ απαιτούνται για το σύνολο του Έργου 30.000 kWh ημερησίως.

Υπολογίζονται:

Ετήσια κατανάλωση ενέργειας: $30.000 \text{ kWh/d} \times 365 \text{ d/y} = 10.950.000 \text{ kWh/y}$

Ετήσιες εκπομπές CO₂: $10.950.000 \text{ kWh/y} \times 0,437^4 \text{ kg CO}_2 / \text{kWh} \times 1 \text{ tn} / 1.000 \text{ kg} = \mathbf{4.785,15 \text{ tn CO}_2}$.

Φαίνεται πως λόγω δυναμικότητας το Έργο δεν ξεπερνά τις 20.000 tn εκπομπών CO₂ ετησίως. Δεδομένου πως η μέθοδος της αντίστροφης ώσμωσης είναι μια από τις περισσότερο ενεργοβόρες διεργασίες αφαλάτωσης, για να απαιτείται για Έργο αφαλάτωσης λεπτομερής ανάλυση για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής, η δυναμικότητά του θα πρέπει να ξεπερνά σημαντικά τη δυναμικότητα του Έργου του παραδείγματος.

Παράδειγμα Β: Προέλεγχος για το μετριασμό σε δίκτυο ύδρευσης

Στο παρόν παράδειγμα γίνεται προκαταρκτική εκτίμηση των εκπομπών ΑΘ ενός δικτύου ύδρευσης. Το Έργο θα εξυπηρετεί τις ανάγκες 115.000 ισοδύναμων κατοίκων διαμοιράζοντας το νερό τριών πηγών και οκτώ γεωτρήσεων στις πόλεις και τους οικισμούς ενός Δήμου της χώρας. Η μέγιστη απολήψιμη ποσότητα ανέρχεται σε 13.645.000 m³. Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας εκτιμάται ίση με 10 GWh.

Με βάση τα στοιχεία αυτά, εκτιμώνται:

Ετήσιες εκπομπές CO₂: $10.000.000 \text{ kWh/y} \times 0,437 \text{ kg CO}_2 / \text{kWh} \times 1 \text{ tn} / 1000 \text{ kg} = \mathbf{4.370 \text{ tn CO}_2}$.

Για το Έργο δεν απαιτείται λεπτομερής ανάλυση για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής.

Σημειώνεται πως τα Έργα ύδρευσης δεν αναμένεται να ακολουθούν γραμμική κλίμακα σε σχέση με τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό ή την ποσότητα παροχής νερού, οπότε δεν εξάγεται συμπέρασμα για τις αναμενόμενες εκπομπές άλλων Έργων. Σε κάθε περίπτωση δεδομένα για την ετήσια κατανάλωση ενέργειας από το Έργο οδηγούν εύκολα σε μια πρόχειρη εκτίμηση των εκπομπών CO₂.

³ Γράφημα 2, παράρτημα 1, υπολειπόμενο ενεργειακό μείγμα, ΔΑΠΕΕΠ

⁴ Όπως προκύπτει από τα στοιχεία του ΔΑΠΕΕΠ για το έτος 2021

(<https://www.dapeep.gr/dimosieuseis/eguisseis-proeleusis-energeiako/#1662359017270-738590ce-cef8>)

2.2. Λεπτομερής ανάλυση

Για τον προσδιορισμό της συνεισφοράς ενός Έργου διαχείρισης νερού στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής δεν διενεργείται λεπτομερής ανάλυση. Επιπλέον, καθώς οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου είναι περιορισμένες, δεν πραγματοποιείται οικονομική ανάλυση αυτών μέσω του σκιάδους κόστους άνθρακα ή αναζήτηση εναλλακτικών επιλογών με μικρότερο κόστος άνθρακα.

Ακόμη, επειδή στο σύνολο τους οι εκπομπές ΑΘ είναι έμμεσες από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, το Έργο είναι συμβατό με τους μελλοντικούς εθνικούς στόχους μείωσης των εκπομπών, εφόσον η εγχώρια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια παράγεται σύμφωνα με τον εθνικό σχεδιασμό (ΕΣΕΚ⁵) από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και καύσιμα χαμηλής έντασης άνθρακα.

2.2.1. Ανθρακικό αποτύπωμα του Έργου

Δεν απαιτείται εκτίμηση ανθρακικού αποτυπώματος για τα Έργα της συγκεκριμένης κατηγορίας.

2.2.2. Σχετικές Εκπομπές του Έργου

Το κεφάλαιο δεν απαιτείται επειδή για τον συγκεκριμένο τύπο Έργου δεν απαιτείται λεπτομερής ανάλυση για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής.

2.2.3. Οικονομική αποτίμηση των εκπομπών

Το κεφάλαιο δεν απαιτείται επειδή για τον συγκεκριμένο τύπο Έργου δεν απαιτείται λεπτομερής ανάλυση για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής.

2.2.4. Συμβατότητα με το στόχο της κλιματικής ουδετερότητας

Το κεφάλαιο δεν απαιτείται επειδή για τον συγκεκριμένο τύπο Έργου δεν απαιτείται λεπτομερής ανάλυση για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής.

Ωστόσο, στο σημείο αυτό είναι αποδεκτή η παρουσίαση μέτρων που λαμβάνονται προαιρετικά από τον Δικαιούχο του Έργου για την εξοικονόμηση ενέργειας και τον περιορισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Για παράδειγμα η εκμετάλλευση υψομετρικών διαφορών και η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για τη λειτουργία αντλιοστασίων, όπου αυτό είναι δυνατό, μπορούν να μειώσουν τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο και, επομένως, τις έμμεσες εκπομπές των έργων ύδρευσης και άρδευσης. **3. Προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή**

Η αξιολόγηση της προσαρμογής των έργων υποδομής στην κλιματική αλλαγή αποτελείται από δύο φάσεις, τον προέλεγχο και τη λεπτομερή ανάλυση. Κατά τον προέλεγχο γίνεται η

⁵ Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΦΕΚ 4893/Β/31-12-2019)

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.

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 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/>)⁶ που αναπτύχθηκε από το έργο 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 βάσει των κατασκευαστικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών του ανεξάρτητα από την τοποθεσία χωροθέτησης του.

Παράδειγμα Α: Ανάλυση ευαισθησίας μονάδας αφαλάτωσης

⁶ Εργαλείο απεικόνισης κλιματικών προβλέψεων: <https://geo.adaptivegreecehub.gr>

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

Στο παρόν παράδειγμα εξετάζεται μονάδα αφαλάτωσης παροχής 7.500 m³/d, η οποία θα συνεισφέρει στην υδροδότηση τουριστικού οικισμού σε νησί των Κυκλάδων.

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.

Η ανάλυση έχει γίνει με χρήση του υπολογιστικού εργαλείου excel που αναπτύχθηκε από την Γ.Γ. Δημοσίων Επενδύσεων & ΕΣΠΑ.

Πίνακας: Ευαισθησία μονάδας αφαλάτωσης

Πηγή Κινδύνου	Ευαισθησία				
	Κατασκευή	Λειτουργία	Προϊόντα Υπηρεσίες	Ένταξη στην περιοχή	Σύνολο
Καύσωνας	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέτρια	Χαμηλή	Μέτρια
Κύμα ψύχους	Μέτρια	Μέτρια	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέτρια
Παγετός (Αριθμός Ημερών με TN<0)	Μέτρια	Μέτρια	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέτρια
Δασική πυρκαγιά	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
Κυκλώνας, Ισχυρές Καταιγίδες, τυφώνας	Μέτρια	Μέτρια	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέτρια
Θύελλα	Μέτρια	Μέτρια	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέτρια
Ανεμοστρόβιλος/Θυελλώδεις Ανεμοί	Μέτρια	Μέτρια	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέτρια
Ξηρασία	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
Ισχυρός υετός	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
Πλημμύρα	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
Κατολίσθηση/Διάβρωση του εδάφους	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή	Μέτρια	Υψηλή
Καθίζηση	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή	Μέτρια	Υψηλή
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	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Μεταβλητότητα υετού ή υδρολογική μεταβλητότητα	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια

Μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας του νερού σε υδάτινα σώματα	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Οξίνιση/αλατότητα του θαλάσσιου ύδατος	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Χαμηλή	Μέτρια
Διείσδυση αλμυρού νερού, υφαλμύριση επιφανειακών & υπόγειων υδάτων	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Άνοδος της στάθμης της θάλασσας	Υψηλή	Υψηλή	Μέτρια	Χαμηλή	Υψηλή
Διαθεσιμότητα και καταπόνηση υδάτινων πόρων	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
Διάβρωση των ακτών	Υψηλή	Υψηλή	Μέτρια	Μέτρια	Υψηλή
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 εμπειρία και την τεχνογνωσία των μελετητών του Έργου, λαμβάνοντας υπόψη τη σημαντικότητα των επιπτώσεων των πηγών κινδύνου σε Έργο αφαλάτωσης. Όσα αναφέρονται παραπάνω είναι ενδεικτικά και το αποτέλεσμα της ανάλυσης ευαισθησίας μπορεί να είναι διαφορετικό ανά περίπτωση ανάλογα με το συγκεκριμένο έργο αφαλάτωσης και τα επιμέρους χαρακτηριστικά του.

Στο θέμα της **κατασκευής** εμφανίζουν ευαισθησία τα περιουσιακά και κατασκευαστικά στοιχεία του έργου που απειλούνται με φθορά και καταστροφή από πηγές κλιματικού κινδύνου. Συγκεκριμένα, στο θέμα της κατασκευής διαπιστώνεται ευαισθησία σε ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα όπως κυκλώνες, θύελλες, ανεμοστρόβιλοι, ισχυρός υετός, κλπ. Περαιτέρω, υψηλή ευαισθησία στην κατασκευή εμφανίζεται σε φαινόμενα όπως η κατολίσθηση, η καθίζηση, η διάβρωση του εδάφους και των ακτών, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, κλπ. Όλες αυτές οι πηγές κινδύνου έχουν την ικανότητα να προκαλέσουν φθορά ή ακόμη και να καταστρέψουν υποδομές που περιλαμβάνουν κατασκευές και ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό.

Στο θέμα της **λειτουργίας**, ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα όπως κύματα ψύχους και ισχυρός υετός μπορούν να προκαλέσουν παροδική διακοπή της λειτουργίας. Επίσης, φαινόμενα όπως κατολισθήσεις, καθιζήσεις, διαβρώσεις των ακτών και άνοδος της στάθμης της θάλασσας επηρεάζουν όχι μόνο την κατασκευή αλλά και τη λειτουργία της υποδομής. Δεδομένου ότι οι μονάδες αφαλάτωσης χρησιμοποιούν θαλασσινό νερό, αλλαγές στην οξίνιση και την αλατότητα του νερού ενδέχεται να προκαλέσουν πρόβλημα στη λειτουργία τους, π.χ. μείωση της ποιότητας του παραγόμενου ύδατος.

Το **προϊόν** μιας μονάδας αφαλάτωσης είναι το νερό ύδρευσης. Οι καύσωνες και οι ξηρασίες αυξάνουν τη ζήτηση νερού. Επίσης, μεταβολές του υετού είτε βραχυπρόθεσμες όπως είναι ένας ισχυρός υετός είτε μακροπρόθεσμες όπως είναι η υδρολογική μεταβλητότητα επίσης αλλάζουν τη ζήτηση του νερού. Επιπλέον, η εμφάνιση φαινομένων όπως οι κατολισθήσεις, οι καθιζήσεις, οι πλημμύρες και οι δασικές φωτιές (εφόσον επηρεάζουν την εγκατάσταση αφαλάτωσης) μπορούν να οδηγήσουν σε μειωμένη

λειτουργία και επομένως μειωμένη προσφορά νερού ύδρευσης από την μονάδα αφαλάτωσης προς το δίκτυο ύδρευσης.

Τέλος στο θέμα **ένταξης στην περιοχή** παρουσιάζεται ευαισθησία όταν η υποδομή επηρεάζεται ή επηρεάζεται από τη γύρω περιοχή. Για παράδειγμα, η ξηρασία και η υδρολογική μεταβλητότητα αλλάζουν συνολικά τα ισοζύγια χρήσης νερού σε ένα νησί. Επίσης, φαινόμενα όπως πλημμύρες και δασικές πυρκαγιές στην περιοχή μπορούν να επηρεάσουν τη ζήτηση αλλά επίσης να επηρεάσουν την πρόσβαση στην εγκατάσταση καθώς και τη διαθεσιμότητα ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτείται για τη λειτουργία της.

Παράδειγμα Β: Ανάλυση ευαισθησίας δικτύου ύδρευσης

Στο παρόν παράδειγμα εξετάζεται δίκτυο ύδρευσης που καλύπτει τις ανάγκες υδροδότησης 115.000 κατοίκων που κατανέμονται σε οικισμούς Δήμου της Βόρειας Ελλάδας. Η απαιτούμενη παροχή νερού προέρχεται από υδρομαστεύσεις τριών πηγών και οκτώ γεωτρήσεις απόληψης ύδατος. Το Έργο αποτελείται από δίκτυο αγωγών και αντλιοστασίων μεταφοράς ύδατος καθώς και από δεξαμενές διανομής.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω χαρακτηριστικά, καταstrώνεται 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.

Η ανάλυση έχει γίνει με χρήση του υπολογιστικού εργαλείου excel που αναπτύχθηκε από την Γ.Γ. Δημοσίων Επενδύσεων & ΕΣΠΑ.

Πίνακας: Ευαισθησία δικτύου ύδρευσης

Πηγή Κινδύνου	Ευαισθησία				
	Κατασκευή	Λειτουργία	Προϊόντα Υπηρεσίες	Ένταξη στην περιοχή	Σύνολο
Καύσωνας	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
Κύμα ψύχους	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
Παγετός (Αριθμός Ημερών με $TN < 0$)	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
Δασική πυρκαγιά	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
Κυκλώνας, Ισχυρές Καταιγίδες, τυφώνας	Μέτρια	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέτρια
Θύελλα	Μέτρια	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέτρια
Ανεμοστρόβιλος/ Θυελλώδεις Άνεμοι	Μέτρια	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέτρια
Ξηρασία	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
Ισχυρός υετός	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
Πλημμύρα	Υψηλή	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Υψηλή

Κατολίσθηση/Διάβρωση του εδάφους	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή	Χαμηλή	Υψηλή
Καθίζηση	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή	Χαμηλή	Υψηλή
Μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας του αέρα	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Αστική θερμομονήσιδα	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	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
Μεταβλητότητα υετού ή υδρολογική μεταβλητότητα	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
Μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας του νερού σε υδάτινα σώματα	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέτρια	Χαμηλή	Μέτρια
Οξίνιση/αλκαλότητα του θαλάσσιου ύδατος	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Διείσδυση αλμυρού νερού, υπαλμύριση επιφανειακών & υπόγειων υδάτων	Χαμηλή	Υψηλή	Υψηλή	Χαμηλή	Υψηλή
Άνοδος της στάθμης της θάλασσας	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
Διαθεσιμότητα και καταπόνηση υδατίνων πόρων	Χαμηλή	Υψηλή	Υψηλή	Μέτρια	Υψηλή
Διάβρωση των ακτών	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
Υποβάθμιση του εδάφους, μεταβολή της περιεκτικότητας αλάτων, ερημοποίηση	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια
Αλλαγές στη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια

Το Έργο ύδρευσης εμφανίζει ευαισθησία στην κλιματική αλλαγή που αφενός σχετίζεται με την αντοχή και τη λειτουργία των υποδομών και αφετέρου με τη διαθεσιμότητα του πόσιμου νερού.

Όσον αφορά στο θέμα της **κατασκευής** το Έργο παρουσιάζει ευαισθησία σε οξείς κλιματικούς κινδύνους όπως είναι οι κυκλώνες, οι θύελλες και οι ανεμοστρόβιλοι που ενδέχεται να προκαλέσουν ζημιά στον μηχανολογικό εξοπλισμό των αντλιοστασίων και στο δίκτυο αγωγών μεταφοράς νερού. Φαινόμενα όπως πλημμύρες, κατολισθήσεις, καθιζήσεις και δασικές φωτιές μπορούν επίσης να προκαλέσουν φθορά σε κάθε είδους μηχανολογικό εξοπλισμό ύδρευσης, σε δίκτυα αγωγών και σε δεξαμενές νερού. Καταστροφή ή φθορές στον εξοπλισμό μπορούν να προκαλέσουν και χρόνιοι κίνδυνοι όπως η άνοδος της στάθμης της θάλασσας και η διάβρωση των ακτών.

Στο θέμα της **λειτουργίας**, αντίστοιχα ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα μπορούν να διακόψουν παροδικά τη λειτουργία τμημάτων του δικτύου ύδρευσης, ακόμη και αν δεν προκαλέσουν μόνιμες καταστροφές στον εξοπλισμό. Επίσης, όπως ακριβώς και με την

κατασκευή, φαινόμενα όπως πυρκαγιές, πλημμύρες, κατολισθήσεις και καθιζήσεις μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα στη λειτουργία τμημάτων του δικτύου ύδρευσης.

Το **προϊόν** του δικτύου ύδρευσης είναι το πόσιμο νερό για τους οικισμούς που εξυπηρετεί το δίκτυο. Φαινόμενα όπως ο καύσωνας, οι ξηρασίες, οι δασικές πυρκαγιές, κλπ επηρεάζουν τη ζήτηση του νερού. Επίσης, φαινόμενα όπως οι παγετοί και τα κύματα ψύχους μπορεί να επηρεάζουν την προσφορά του προϊόντος, για παράδειγμα ενδέχεται να μειώνουν το διαθέσιμο νερό στο δίκτυο λόγω προβλημάτων στην κατασκευή ή τη λειτουργία επιμέρους τμημάτων, πχ μιας γεώτρησης ή ενός αντλιοστασίου. Η διείσδυση αλμυρού νερού στον υδροφόρο ορίζοντα και η καταπόνηση των υδάτινων πόρων επίσης επηρεάζουν σημαντικά τη διαθεσιμότητα και την ποιότητα του νερού στα σημεία απόληψής του.

Η **ένταξη στην περιοχή** μπορεί να αφορά στη δυνατότητα πρόσβασης σε σημεία του δικτύου λόγω ακραίων μετεωρολογικών φαινομένων όπως είναι τα κύματα ψύχους, ο παγετός και ο ισχυρός υετός. Πρόσβαση σε σημεία του δικτύου αλλά και η σύνδεσή τους με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί επίσης να επηρεαστεί από φαινόμενα όπως οι δασικές φωτιές και οι πλημμύρες. Τέλος, η ένταξη στην περιοχή είναι ενδεχόμενο να επηρεάζεται από ανταγωνιστικές χρήσεις όπως η άρδευση και η βιομηχανική χρήση σε περιόδους καύσωνα και ξηρασίας ή σε περιπτώσεις μακροπρόθεσμων κινδύνων όπως η υδρολογική μεταβλητότητα, η υποβάθμιση του εδάφους και οι αλλαγές στη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων.

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 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 σε περιοχές που εκτίθενται ή δύναται να εκτεθούν σε πηγές κινδύνου:

- **Παράκτιες περιοχές** είναι ιδιαίτερα εκτεθειμένες σε αυξανόμενα ύψη κυμάτων θυέλλης, πλημμύρες, ανεμοστρόβιλους, διάβρωση ακτών, άνοδο της στάθμης της θάλασσας και στην οξίνιση/αλατότητα του θαλάσσιου ύδατος. Έργα που χωροθετούνται σε παραθαλάσσιες περιοχές είναι εκτεθειμένα σε αυτές τις πηγές κινδύνου. Στις υφιστάμενες κλιματικές συνθήκες η άνοδος της στάθμης της θάλασσας μπορεί να μην είναι σημαντική πηγή κινδύνου, ωστόσο, σύμφωνα με τα κλιματικά μοντέλα θα αποτελέσει σημαντική πηγή κινδύνου στις μελλοντικές συνθήκες. 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 επίδρασης 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 έχει αναπτύξει το έργο LIFE-IP AdaptInGR (www.adaptivegreece.gr): α) στη Διαδικτυακή Πύλη Γεωχωρικών Πληροφοριών του ΥΠΕΝ (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 αναπτύξει το έργο 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.

Για τον έλεγχο της ακραίας ξηρασίας και υποβάθμισης του εδάφους, που ονομάζεται και **ερημοποίηση**, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο χάρτης ερημοποίησης της έκθεσης της Ελλάδας που προετοιμάστηκε για την 6η Συνάντηση των Μερών της Σύμβασης των Ηνωμένων Εθνών για την Καταπολέμηση της Ερημοποίησης (UNCCP COP 6).

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

Παράδειγμα Α: Μονάδα αφαλάτωσης

Ο προέλεγχος για την προσαρμογή μονάδας αφαλάτωσης, που εξετάστηκε στο προηγούμενο παράδειγμα, συνεχίζεται με την ανάλυση έκθεσης του Έργου. Το Έργο χωροθετείται σε νησί των Κυκλάδων, σε απόσταση 200 μέτρων από τη θάλασσα και σε υψόμετρο περίπου 30 μέτρων. Η γύρω περιοχή είναι σχετικά επίπεδη και χαρακτηρίζεται από χαμηλή βλάστηση και ετήσιες αγροτικές καλλιέργειες.

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. 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 έχει γίνει με το εργαλείο excel που προτείνεται από την Γ.Γ. Δημοσίων Έργων & ΕΣΠΑ.

Πίνακας: Έκθεση μονάδας αφαλάτωσης

Πηγή Κινδύνου	Έκθεση		
	Υφιστάμενες συνθήκες	Μελλοντικές συνθήκες	Σύνολο Έκθεσης
Καύσωνας	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια
Κύμα ψύχους	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Παγετός (Αριθμός Ημερών με $TN < 0$)	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Δασική πυρκαγιά	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Κυκλώνες, Ισχυρές Καταιγίδες, τυφώνες	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Θύελλα	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Ανεμοστρόβιλος/Θυελλώδεις Άνεμοι	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
Ξηρασία	Μέτρια	Υψηλή	Υψηλή
Ισχυρός υετός	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Πλημμύρα	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	Χαμηλή	Χαμηλή
Μεταβολή της ηλιακής ακτινοβολίας	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Μεταβολή χαρακτηριστικών των ανέμων	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Μεταβολή χαρακτηριστικών και τύπων υετού	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	Μέτρια	Μέτρια
Διείσδυση αλμυρού νερού, υφαλμύριση επιφανειακών & υπόγειων υδάτων	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Άνοδος της στάθμης της θάλασσας	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια
Διαθεσιμότητα και καταπόνηση υδάτινων πόρων	Μέτρια	Υψηλή	Υψηλή
Διάβρωση των ακτών	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Υποβάθμιση του εδάφους, μεταβολή της περιεκτικότητας αλάτων, ερημοποίηση	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια
Αλλαγές στη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή

Στις **υφιστάμενες κλιματικές συνθήκες**, στα νησιά των Κυκλάδων υπάρχει θέμα ξηρασίας και διαθεσιμότητας/καταπόνησης των υδατικών πόρων. Επίσης, τα νησιά αντιμετωπίζουν συχνότερα από την ηπειρωτικά χώρα θυελλώδεις ανέμους.

Στο **μέλλον**, σύμφωνα με τα διαθέσιμα κλιματικά μοντέλα εκτιμάται ότι το θέμα της ξηρασίας και της καταπόνησης των υδάτινων πόρων θα ενταθεί. Επιπλέον, εκτιμάται ότι υπάρχει μέτρια ευαισθησία της μονάδας σε αλλαγές όπως η οξίνιση/αλατότητα του θαλάσσιου ύδατος που αποτελεί την «πρώτη ύλη» της εγκατάστασης αφαλάτωσης. Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας θα είναι επίσης ένα θέμα που θα πρέπει να αντιμετωπιστεί στο μέλλον αν και η μονάδα αφαλάτωσης σχεδιάζεται σε ασφαλές υψόμετρο από τη θάλασσα. Τέλος, η υποβάθμιση του εδάφους και η ερημοποίηση είναι κίνδυνοι που επιδρούν στην χωροθέτηση της μονάδας.

Παράδειγμα Β: Ανάλυση έκθεσης δικτύου ύδρευσης

Ο προέλεγχος για την προσαρμογή του δικτύου ύδρευσης, που εξετάστηκε στο προηγούμενο παράδειγμα, συνεχίζεται με την ανάλυση έκθεσης του Έργου. Το Έργο χωροθετείται σε Δήμο της Βόρειας Ελλάδας. Το μέσο υψόμετρο της περιοχής είναι χαμηλό με μικρές κλίσεις. Η περιοχή που εκτείνονται τα υποέργα περιλαμβάνει αγροτικές εκτάσεις αλλά και δασικές περιοχές αλλά δεν περιλαμβάνει ποτάμια και χειμάρρους. Σημαντικό στοιχείο για την ανάλυση έκθεσης αποτελεί το γεγονός πως ορισμένες γεωτρήσεις βρίσκονται σε μικρή απόσταση από την ακτή καθώς εξυπηρετούν παραθαλάσσιους οικισμούς.

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. 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 έχει γίνει με το εργαλείο excel που προτείνεται από την Γ.Γ. Δημοσίων Έργων & ΕΣΠΑ.

Πίνακας: Έκθεση δικτύου ύδρευσης

Πηγή Κινδύνου	Έκθεση		
	Υφιστάμενες συνθήκες	Μελλοντικές συνθήκες	Σύνολο Έκθεσης
Καύσωνας	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια
Κύμα ψύχους	Μέτρια	Χαμηλή	Μέτρια
Παγετός (Αριθμός Ημερών με $TN < 0$)	Μέτρια	Χαμηλή	Μέτρια
Δασική πυρκαγιά	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή
Κυκλώνας, Ισχυρές Καταιγίδες, τυφώνας	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια
Θύελλα (περιλαμβάνονται χιονοθύελλες, θύελλες σκόνης)	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια
Ανεμοστρόβιλος/Θυελλώδεις Άνεμοι	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια
Ξηρασία	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια

Ισχυρός υετός (βροχή, χαλάζι, χιόνι/πάγος)	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
Πλημμύρα (σε παράκτιες περιοχές, ποτάμια, λόγω βροχής, υπόγεια ύδατα)	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
Κατολίσθηση/Διάβρωση του εδάφους	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Καθίζηση	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας του αέρα	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια
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	Μέτρια	Μέτρια
Μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας του νερού σε υδάτινα σώματα	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια
Οξίνιση/αλατότητα του θαλάσσιου ύδατος	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Διείσδυση αλμυρού νερού, υφαλμύριση επιφανειακών & υπόγειων υδάτων	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
Άνοδος της στάθμης της θάλασσας	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Διαθεσιμότητα και καταπόνηση υδάτινων πόρων	Μέτρια	Υψηλή	Υψηλή
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

Στις **υφιστάμενες κλιματικές συνθήκες** εκτιμάται ότι υπάρχει υψηλή έκθεση σε δασική πυρκαγιά για τα τμήματα του εξοπλισμού που βρίσκονται σε δασική έκταση αλλά και για τμήματα του εξοπλισμού που βρίσκονται σε αγροτικές περιοχές. Εκτιμάται επίσης ότι υπάρχει μέτρια έκθεση σε ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα όπως ο παγετός, το κύμα ψύχους και ο υετός που ενδέχεται να επηρεάσουν το μηχανολογικό εξοπλισμό. Η διείσδυση αλμυρού νερού και η υφαλμύριση του υδροφόρου είναι σημαντική μόνο για

εκείνες τις γεωτρήσεις και τις υδρομαστεύσεις που βρίσκονται κοντά στην ακτή. Τέλος, μέτρια είναι η έκθεση στην καταπόνηση των υδάτινων πόρων, δεδομένου ότι γίνεται απόληψη μιας σημαντικής ποσότητας νερού αλλά το ισοζύγιο της περιοχής δεν είναι ελλειμματικό.

Με βάση τις προβλέψεις των κλιματικών μοντέλων για την περιοχή, αναμένεται 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. Η έκθεση σε δασική φωτιά θα συνεχίσει να είναι υψηλή για τμήματα του εξοπλισμού ενώ οι αλλαγές στον υδρολογικό κύκλο θα αυξήσουν την έκθεση λόγω καταπόνησης των υδάτινων πόρων από μέτρια σε υψηλή. Στις μελλοντικές συνθήκες εκτιμάται ότι ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα όπως κυκλώνες, θύελλες και ανεμοστρόβιλοι θα ενταθούν. Εκτιμάται τέλος ότι στις μελλοντικές συνθήκες θα υπάρξει μέτρια έκθεση στην υδρολογική μεταβλητότητα αλλά και σε μεταβολές της θερμοκρασίας του αέρα και του νερού που ενδέχεται να επηρεάζουν τον μηχανολογικό εξοπλισμό και το δίκτυο των αγωγών μεταφοράς στα τμήματα που δεν είναι υπόγειο.

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 συγκεκριμένης υποδομής σε κάθε πηγή κινδύνου.

Παράδειγμα Α: Ανάλυση τρωτότητας μονάδας αφαλάτωσης

Σε συνέχεια των ανωτέρω, όπου αναλύεται η ευαισθησία και η έκθεση της μονάδας αφαλάτωσης, στο παρόν, γίνεται συνδυασμός των προηγούμενων αποτελεσμάτων για να προκύψει η ανάλυση τρωτότητας του Έργου. Στην ανάλυση αυτή, δηλαδή, συσχετίζεται τόσο ο τύπος του Έργου όσο και η τοποθεσία του με τις πηγές κινδύνου. Από το 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 του υπολογιστικού εργαλείου excel που αναπτύχθηκε από τη Γ.Γ. Δημοσίων Επενδύσεων & ΕΣΠΑ.

Πίνακας: Τρωτότητα μονάδας αφαλάτωσης

Πηγή Κινδύνου	Σύνολο Ευαισθησίας	Σύνολο Έκθεσης	Τρωτότητα
Καύσωνας	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
Κύμα ψύχους	Μέτρια	Χαμηλή	Χαμηλή
Παγετός (Αριθμός Ημερών με $TN < 0$)	Μέτρια	Χαμηλή	Χαμηλή

Δασική πυρκαγιά	Μέτρια	Χαμηλή	Χαμηλή
Κυκλώνας, Ισχυρές Καταιγίδες, τυφώνας	Μέτρια	Χαμηλή	Χαμηλή
Θύελλα	Μέτρια	Χαμηλή	Χαμηλή
Ανεμοστρόβιλος/Θυελλώδεις Άνεμοι	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
Ξηρασία	Μέτρια	Υψηλή	Υψηλή
Ισχυρός υετός	Μέτρια	Χαμηλή	Χαμηλή
Πλημμύρα	Μέτρια	Χαμηλή	Χαμηλή
Κατολίσθηση/Διάβρωση του εδάφους	Υψηλή	Χαμηλή	Μέτρια
Καθίζηση	Υψηλή	Χαμηλή	Μέτρια
Μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας του αέρα	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
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	Χαμηλή	Χαμηλή
Μεταβολή χαρακτηριστικών και τύπων υετού (βροχή, χαλάζι, χιόνι/πάγος)	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Μεταβλητότητα υετού ή υδρολογική μεταβλητότητα	Χαμηλή	Μέτρια	Χαμηλή
Μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας του νερού σε υδάτινα σώματα	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Οξίνιση/αλατότητα του θαλάσσιου ύδατος	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
Διείσδυση αλμυρού νερού, υφαλμύριση επιφανειακών & υπόγειων υδάτων	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Άνοδος της στάθμης της θάλασσας	Υψηλή	Μέτρια	Υψηλή
Διαθεσιμότητα και καταπόνηση υδάτινων πόρων	Μέτρια	Υψηλή	Υψηλή
Διάβρωση των ακτών	Υψηλή	Χαμηλή	Μέτρια
Υποβάθμιση του εδάφους, μεταβολή της περιεκτικότητας αλάτων, 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:

- Καύσωνας (μέτρια τρωτότητα)
- Ανεμοστρόβιλος, θυελλώδεις άνεμοι (μέτρια τρωτότητα)
- Ξηρασία (υψηλή τρωτότητα)
- Κατολίσθηση, διάβρωση του εδάφους (μέτρια τρωτότητα)
- Καθίζηση (μέτρια τρωτότητα)
- Οξίνιση/αλατότητα του θαλάσσιου ύδατος (μέτρια τρωτότητα)
- Άνοδος της στάθμης της θάλασσας (υψηλή τρωτότητα)
- Διαθεσιμότητα και καταπόνηση υδάτινων πόρων (υψηλή τρωτότητα)
- Διάβρωση των ακτών (μέτρια τρωτότητα)

Η μονάδα αφαλάτωσης έχει υψηλή τρωτότητα στην ξηρασία και την καταπόνηση των υδάτινων πόρων, δύο πηγές κινδύνου που αλληλοσυνδέονται. Η υψηλή τρωτότητα προέρχεται κυρίως από την αναμενόμενη αύξηση της ζήτησης νερού στην περιοχή καθώς το διαθέσιμο νερό του νησιού θα μειωθεί ακόμη περισσότερο. Επίσης, η μονάδα έχει υψηλή τρωτότητα στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας, τουλάχιστο για τα τμήματα αυτής που βρίσκονται κοντά στην ακτή.

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.

Παράδειγμα Β: Ανάλυση τρωτότητας δικτύου ύδρευσης

Σε συνέχεια των ανωτέρω, όπου αναλύεται η ευαισθησία και η έκθεση του δικτύου ύδρευσης, στο παρόν, γίνεται συνδυασμός των προηγούμενων αποτελεσμάτων για να προκύψει η ανάλυση τρωτότητας του Έργου. 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 του υπολογιστικού εργαλείου excel που αναπτύχθηκε από τη Γ.Γ. Δημοσίων Επενδύσεων & ΕΣΠΑ.

Πίνακας: Τρωτότητα δικτύου ύδρευσης

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	Μέτρια	Υψηλή	Υψηλή
Κυκλώνες, Ισχυρές Καταιγίδες, τυφώνας	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
Θύελλα	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
Ανεμοστρόβιλος/ Θυελλώδεις Άνεμοι	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
Ξηρασία	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
Ισχυρός υετός	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
Πλημμύρα	Υψηλή	Μέτρια	Υψηλή
Κατολίσθηση/Διάβρωση του εδάφους	Υψηλή	Χαμηλή	Μέτρια
Καθίζηση	Υψηλή	Χαμηλή	Μέτρια
Μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας του αέρα	Χαμηλή	Μέτρια	Χαμηλή
Αστική θερμνησίδα	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	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Μεταβλητότητα υετού ή υδρολογική μεταβλητότητα	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
Μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας του νερού σε υδάτινα σώματα	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
Οξίνιση/αλατότητα του θαλάσσιου ύδατος	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Διείσδυση αλμυρού νερού, υφαλμύριση επιφανειακών & υπόγειων υδάτων	Υψηλή	Μέτρια	Υψηλή
Άνοδος της στάθμης της θάλασσας	Μέτρια	Χαμηλή	Χαμηλή
Διαθεσιμότητα και καταπόνηση υδάτινων πόρων	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή
Διάβρωση των ακτών	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Υποβάθμιση του εδάφους, μεταβολή της περιεκτικότητας αλάτων, ερημοποίηση	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Αλλαγές στη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων	Μέτρια	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:

- Καύσωνας (μέτρια τρωτότητα)
- Κύμα ψύχους, παγετός (μέτρια τρωτότητα)
- Δασική πυρκαγιά (υψηλή τρωτότητα)
- Κυκλώνας, θύελλα, ανεμοστρόβιλος (μέτρια τρωτότητα)
- Ξηρασία (μέτρια τρωτότητα)
- Ισχυρός υετός (μέτρια τρωτότητα)
- Πλημμύρα (υψηλή τρωτότητα)
- Κατολίσθηση/διάβρωση του εδάφους (μέτρια τρωτότητα)
- Καθίζηση (μέτρια τρωτότητα)
- Υδρολογική μεταβλητότητα (μέτρια τρωτότητα)
- Μεταβολή μέσης θερμοκρασίας του νερού (μέτρια τρωτότητα)
- Υφαλμύριση υδάτων (υψηλή τρωτότητα)
- Διαθεσιμότητα και καταπόνηση υδάτινων πόρων (υψηλή τρωτότητα)

Το δίκτυο ύδρευσης εκτιμάται ότι έχει υψηλή τρωτότητα στις δασικές πυρκαγιές και στις πλημμύρες που μπορούν εν δυνάμει να καταστρέψουν τμήματά του. Επίσης, γεωτρήσεις και υδρομαστεύσεις που βρίσκονται κοντά στη θάλασσα έχουν υψηλή τρωτότητα λόγω πιθανής υφαλμύρισης του νερού στο μέλλον. Τέλος, το δίκτυο ύδρευσης απαιτείται να κάνει απόληψη μεγάλων ποσοτήτων πόσιμου νερού, επομένως έχει υψηλή τρωτότητα στην διαθεσιμότητα και καταπόνηση των υδάτινων πόρων.

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.

Επεξηγηματικό κείμενο 4: 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

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

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 σημαντικότητας εγγενούς κινδύνου (διακινδύνευσης)

Βαθμολογία	Κλίμακα	Περιγραφή
1-3	Αμελητέος	Δεν απαιτούνται μέτρα μείωσης του κινδύνου
4-6	Χαμηλός	Η λήψη μέτρων μείωσης του κινδύνου εξαρτάται από τις περιστάσεις του Έργου
7-10	Μέτριος	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

Παράδειγμα Α: Ανάλυση διακινδύνευσης μονάδας αφαλάτωσης

Παρουσιάζεται η ανάλυση διακινδύνευσης για τη μονάδα αφαλάτωσης η οποία αναλύθηκε ως προς την τρωτότητά της στις προηγούμενες παραγράφους. Η ανάλυση διακινδύνευσης γίνεται για τις πηγές κινδύνου στις οποίες η μονάδα αφαλάτωσης εμφανίζει μέτρια ή υψηλή τρωτότητα.

Πίνακας: Ανάλυση διακινδύνευσης μονάδας αφαλάτωσης

Πηγή Κινδύνου	Πιθανότητα εμφάνισης	Κλίμακα συνεπειών	Εγγενής κίνδυνος	
			Βαθμολογία	Περιγραφή
Καύσωνας	Σχεδόν βέβαιο	Αμελητέες	5	Χαμηλός
Ανεμοστρόβιλος, θυελλώδεις άνεμοι	Μέτριο	Μέτριες	9	Μέτριος
Ξηρασία	Πιθανό	Αμελητέες	4	Χαμηλός
Κατολίσθηση/Διάβρωση του εδάφους	Σπάνιο	Καταστροφικές	5	Χαμηλός
Καθίζηση	Σπάνιο	Καταστροφικές	5	Χαμηλός
Οξίνιση/αλατότητα του θαλάσσιου ύδατος	Απίθανο	Μέτριες	6	Χαμηλός
Άνοδος της στάθμης της θάλασσας	Μέτριο	Ήσσονος σημασίας	6	Χαμηλός
Διαθεσιμότητα και καταπόνηση υδάτινων πόρων	Σχεδόν βέβαιο	Αμελητέες	5	Χαμηλός
Διάβρωση των ακτών	Πιθανό	Μέτριες	12	Σημαντικός

Από την ανάλυση διακινδύνευσης ως σημαντικός εγγενής κίνδυνος αναδεικνύεται η διάβρωση των ακτών και ως μέτριος κίνδυνος οι θυελλώδεις άνεμοι.

Αντίθετα, κατολισθήσεις και καθιζήσεις μπορεί μεν να έχουν καταστροφικές συνέπειες για τον εξοπλισμό έτσι και συμβούν αλλά στην περιοχή δεν αναμένονται τέτοια φαινόμενα. Αντίστοιχα, η ξηρασία και η καταπόνηση των υδάτινων πόρων του νησιού είναι πολύ πιθανό να συμβούν, ωστόσο δεν θα επηρεάσουν τη λειτουργία της μονάδας αφαλάτωσης. Τέτοιες καταστάσεις ωστόσο θα αυξήσουν τη ζήτηση νερού στο νησί.

Μεταβολές στη θάλασσα όπως η αλλαγή της οξίνισης/αλατότητας του νερού και η άνοδος της στάθμης της θάλασσας είναι ενδεχόμενο να συμβούν σε ένα βαθμό στο μέλλον, ωστόσο η επίδρασή τους στη μονάδα αφαλάτωσης θα είναι περιορισμένες δεδομένου ότι ο εξοπλισμός μπορεί να διαχειριστεί μικρές αλλαγές στην ποιότητα του θαλασσινού νερού και είναι εγκατεστημένος σε ασφαλές υψόμετρο σε σχέση με τις χειρότερες προβλέψεις για την άνοδο της στάθμης της θάλασσας.

Παράδειγμα Β: Ανάλυση διακινδύνευσης δικτύου ύδρευσης

Παρουσιάζεται η ανάλυση διακινδύνευσης για το δίκτυο ύδρευσης το οποίο αναλύθηκε ως προς την τρωτότητά του στις προηγούμενες παραγράφους. Η ανάλυση διακινδύνευσης γίνεται για τις πηγές κινδύνου στις οποίες το δίκτυο ύδρευσης εμφανίζει μέτρια ή υψηλή τρωτότητα.

Πίνακας: Ανάλυση διακινδύνευσης δικτύου ύδρευσης

Πηγή Κινδύνου	Πιθανότητα εμφάνισης	Κλίμακα συνεπειών	Εγγενής κίνδυνος	
			Βαθμολογία	Περιγραφή
Καύσωνας	Σχεδόν βέβαιο	Αμελητέες	5	Χαμηλός
Κύμα ψύχους	Πιθανό	Ήσσονος σημασίας	8	Μέτριος
Παγετός	Πιθανό	Ήσσονος σημασίας	8	Μέτριος
Δασική πυρκαγιά	Σχεδόν βέβαιο	Σημαντικές	20	Πολύ σημαντικός
Κυκλώνας, ισχυρές καταιγίδες, τυφώνας	Μέτριο	Ήσσονος σημασίας	6	Χαμηλός
Θύελλα	Μέτριο	Ήσσονος σημασίας	6	Χαμηλός
Ανεμοστρόβιλος, θυελλώδεις άνεμοι	Μέτριο	Ήσσονος σημασίας	6	Χαμηλός
Ξηρασία	Πιθανό	Μέτριες	12	Σημαντικός

Ισχυρός υετός	Μέτριο	Μέτριες	9	Μέτριος
Πλημμύρα	Μέτριο	Μέτριες	9	Μέτριος
Κατολίσθηση, διάβρωση του εδάφους	Σπάνιο	Καταστροφικές	5	Χαμηλός
Καθίζηση	Σπάνιο	Καταστροφικές	5	Χαμηλός
Μεταβλητότητα υετού ή υδρολογική μεταβλητότητα	Μέτριο	Μέτριες	9	Μέτριος
Μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας του νερού σε υδάτινα σώματα	Απίθανο	Αμελητέες	2	Αμελητέος
Διείσδυση αλμυρού νερού, υφαλμύριση επιφανειακών & υπόγειων υδάτων	Μέτριο	Μέτριες	9	Μέτριος
Διαθεσιμότητα και καταπόνηση υδάτινων πόρων	Πιθανό	Σημαντικές	16	Σημαντικός

Από την ανάλυση διακινδύνευσης προκύπτει ότι η δασικές φωτιές είναι πολύ σημαντικός εγγενής κίνδυνος και, επομένως, πρέπει να ληφθούν μέτρα μείωσης του κατά το σχεδιασμό του έργου του δικτύου ύδρευσης. Σημαντικοί κίνδυνοι είναι η ξηρασία και η καταπόνηση των υδάτινων πόρων, οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους. Και οι δύο κίνδυνοι είναι πιθανοί και εφόσον συμβούν θα έχουν σημαντικές επιπτώσεις ως προς τη δυνατότητα του δικτύου ύδρευσης να παραδώσει ικανή ποσότητα νερού στους οικισμούς που εξυπηρετεί. Ακραία φαινόμενα όπως τα κύματα ψύχους, οι παγετοί και ο ισχυρός υετός αποτελούν μέτριους κινδύνους καθώς αφενός είναι πιθανό να συμβούν και εφόσον συμβούν είναι δυνατό να επιφέρουν βλάβες σε επιμέρους τμήματα του δικτύου. Η υδρολογική μεταβλητότητα είναι ένας επίσης εγγενής κίνδυνος που χαρακτηρίζεται ως μέτριος καθώς μπορεί να καθορίζει τη δυνατότητα προσφοράς νερού από το δίκτυο προς τους οικισμούς που εξυπηρετεί. Η υφαλμύριση των υδάτινων σωμάτων είναι ένας μέτριος εγγενής κίνδυνος που μπορεί ωστόσο να είναι σημαντικός για εκείνα τα τμήματα του δικτύου (υδρομαστεύσεις και γεωτρήσεις) που βρίσκονται σχετικά κοντά σε ακτές. Κατολίσθησεις, διαβρώσεις και καθιζήσεις μπορούν εφόσον συμβούν να καταστρέψουν τμήματα του δικτύου ύδρευσης, ωστόσο τέτοια φαινόμενα δεν αναμένονται σύμφωνα με τη γεωλογική μελέτη της περιοχής όπου θα αναπτυχθεί το έργο.

3.2.2. Μέτρα για την ενίσχυση της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή

Εάν, βάσει των αποτελεσμάτων της ανάλυσης διακινδύνευσης, αξιολογείται ότι υποδομή δεν είναι ανθεκτική στην κλιματική αλλαγή και χρειάζεται να αναληφθούν (πρόσθετα) μέτρα προσαρμογής, τότε για κάθε αξιολογόμενο 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 Α: Μέτρα προσαρμογής σε μονάδα αφαλάτωσης

Για τη μονάδα της αφαλάτωσης που αναλύεται στο κεφάλαιο της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή, από την ανάλυση διακινδύνευσης έχει προκύψει ότι η διάβρωση των ακτών είναι ένας σημαντικός εγγενής κίνδυνος ενώ και οι θυελλώδεις άνεμοι είναι ένας μέτριος εγγενής κίνδυνος. Η ξηρασία και η καταπόνηση των υδάτινων πόρων του νησιού είναι χαμηλοί εγγενείς κίνδυνοι για το έργο της αφαλάτωσης, το οποίο αποτελεί το ίδιο ένα έργο προσαρμογής ακριβώς για την αντιμετώπιση των συγκεκριμένων πηγών κινδύνου για την ύδρευση του νησιού.

Προκειμένου να αντιμετωπιστεί ο κίνδυνος της διάβρωσης των ακτών αλλά και ο κίνδυνος της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, παρά το γεγονός ότι εκτιμάται πως είναι χαμηλός, στο σχεδιασμό του έργου λαμβάνονται μέτρα για την ελαχιστοποίηση του τμήματος της υποδομής (σωληνώσεις) που βρίσκονται κοντά στην ακτογραμμή, την κατάλληλη στήριξή τους σε σχέση με τη βραχώδη ακτή της περιοχής και την τακτική παρακολούθηση του εξοπλισμού και συντήρηση των βάσεων στήριξης όπου απαιτείται. Για την αντιμετώπιση των θυελλωδών ανέμων που ενδέχεται να εμφανιστούν στην περιοχή γίνεται κατάλληλος σχεδιασμός και στήριξη όλου του μηχανολογικού εξοπλισμού της εγκατάστασης αφαλάτωσης και καταρτίζεται ετήσιο πρόγραμμα ελέγχου και συντήρησης του εξοπλισμού. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η καταπόνηση των υδάτινων πόρων του νησιού και η ξηρασία ενδέχεται να ενταθούν στο μέλλον, καθώς και το γεγονός ότι πρόκειται για ένα νησί – τουριστικό προορισμό όπου η ζήτηση νερού ενδέχεται να αυξηθεί στο μέλλον, αποφασίστηκε να υπάρξει η δυνατότητα δημιουργίας μιας δεύτερης μονάδας αφαλάτωσης στην περιοχή στο μέλλον. Για τη μείωση των έμμεσων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου λόγω της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, αποφασίστηκε στο μέλλον να εγκατασταθεί στην περιοχή μονάδα ΑΠΕ (φωτοβολταϊκά ή μικρές ανεμογεννήτριες) που θα εξασφαλίσουν την ηλεκτρική ενέργεια που απαιτείται από την εγκατάσταση, θα μειώσουν τις έμμεσες εκπομπές και παράλληλα θα βελτιώσουν την ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού της μονάδας.

Υπολειπόμενος κίνδυνος

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

Πηγή Κινδύνου	Εγγενής κίνδυνος		Μέτρα προσαρμογής	Μείωση κινδύνου	Υπολειπόμενος κίνδυνος	
	Β(*)	Π(**)			Β(*)	Π(**)
Καύσωνας	5	Χαμηλός	Όπως αναφέρονται στο κείμενο		5	Χαμηλός
Ανεμοστρόβιλος, θυελλώδεις άνεμοι	9	Μέτριος		3	6	Χαμηλός
Ξηρασία	4	Χαμηλός		1	3	Αμελητέος
Κατολίσθηση, διάβρωση του εδάφους	5	Χαμηλός			5	Χαμηλός
Καθίζηση	5	Χαμηλός			5	Χαμηλός
Οξίνιση/αλατότητα	6	Χαμηλός			6	Χαμηλός
Άνοδος της στάθμης της θάλασσας	6	Χαμηλός		1	5	Χαμηλός
Διαθεσιμότητα και καταπόνηση υδάτινων πόρων	5	Χαμηλός		1	4	Χαμηλός
Διάβρωση των ακτών	12	Σημαντικός		6	6	Χαμηλός
(*) Β: Βαθμολογία, (**) Π: Περιγραφή						

Μέσω των μέτρων προσαρμογής επιτυγχάνεται η μείωση του εγγενούς κινδύνου σε ικανοποιητικά επίπεδα.

Παράδειγμα Β: Μέτρα προσαρμογής σε δίκτυο ύδρευσης

Για το Έργο ύδρευσης που αναλύεται στο κεφάλαιο της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή, από την ανάλυση διακινδύνευσης έχουν προκύψει εγγενείς κίνδυνοι. Οι δασικές φωτιές στην περιοχή του έργου είναι ένας πολύ σημαντικός εγγενής κίνδυνος γιατί μπορεί να θέσει σε διακινδύνευση το μηχανολογικό εξοπλισμό του έργου. Οι κίνδυνοι που επιδρούν στην προσφορά του ύδατος, όπως είναι η ξηρασία και η καταπόνηση των υδάτινων πόρων είναι σημαντικοί εγγενείς κίνδυνοι για το συγκεκριμένο έργο ύδρευσης αλλά και για τα περισσότερα έργα που συνδέονται με διαχείριση νερού στην Ελλάδα. Μέτριοι κίνδυνοι μπορεί να είναι ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα όπως τα κύματα ψύχους, οι παγετοί και ο ισχυρός υετός γιατί θέτουν σε διακινδύνευση τον εξοπλισμό της υποδομής.

Ακόμη, προαιρετικά μπορεί να εξετάζονται και χαμηλοί εγγενείς κίνδυνοι όταν η προσαρμογή σε αυτούς ήδη καλύπτεται από αναγκαία μέτρα για την μείωση άλλων κινδύνων ή μέτρα που είναι εύκολα εφαρμόσιμα.

Προσδιορισμός επιλογών προσαρμογής

Δασικές πυρκαγιές

- **Μέτρα πυροπροστασίας.** Στα τμήματα του δικτύου ύδρευσης που κινδυνεύουν λόγω της κατασκευής τους και της θέσης τους από δασικές πυρκαγιές λαμβάνονται επιπλέον μέτρα προστασίας. Τέτοια τμήματα μπορεί να περιλαμβάνουν εγκαταστάσεις γεωτρήσεων και υδρομαστεύσεων και αντλιοστάσια. Οι θέσεις όπου οι δασικές πυρκαγιές είναι πιο πιθανές περιλαμβάνουν όχι μόνο τις δασικές εκτάσεις αλλά και αγροτικές εκτάσεις. Τα μέτρα πυροπροστασίας περιλαμβάνουν τη δημιουργία μιας ικανής αντιπυρικής ζώνης γύρω από τον εξοπλισμό που πρέπει να προστατευθεί και την ετήσια συντήρησή της. Την δημιουργία ενός δρόμου εύκολης και γρήγορης πρόσβασης στον εξοπλισμό, την εγκατάσταση συστήματος πυρανίχνευσης και συστήματος πυρόσβεσης που θα μπορεί να λειτουργεί αυτόματα ή/και με τηλεχειρισμό. Επιπλέον, στα μέτρα περιλαμβάνεται η εγκατάσταση εφεδρικών Η/Ζ που λειτουργούν με πετρέλαιο έτσι ώστε η λειτουργία του συστήματος πυρόσβεσης να εξασφαλίζεται ακόμη και σε περιπτώσεις που το ηλεκτρικό δίκτυο της περιοχής υποστεί καταστροφές.

Ξηρασία – Υδρολογική Μεταβλητότητα – Διαθεσιμότητα και καταπόνηση υδάτινων πόρων

Οι εγγενείς αυτοί κίνδυνοι ομαδοποιούνται κατά την εξέταση μέτρων προσαρμογής, επειδή είτε μέσω αυξημένης ζήτησης, είτε περιορισμένης διαθεσιμότητας των υδάτινων πόρων δημιουργούν πιέσεις στο Έργο ύδρευσης, απειλώντας την επαρκή λειτουργία του.

- **Σχεδιασμός του έργου με βάση τις σχετικές μελέτες υδάτων της περιοχής.** Συγκεκριμένα, η μελέτη του έργου του δικτύου ύδρευσης θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη το Σχέδιο Διαχείρισης της ΛΑΠ και το Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας όπου βρίσκεται το δίκτυο ύδρευσης. Επιπλέον το έργο θα πρέπει να σχεδιαστεί σε σχέση με τη σύνταξη/επικαιροποίηση του γενικού σχεδίου ύδρευσης του Δήμου και το Στρατηγικό Σχέδιο Αντιμετώπισης Φαινομένων Λειψυδρίας και Ξηρασίας της Διεύθυνσης Υδάτων της οικείας Αποκεντρωμένης Διοίκησης.
- **Έλεγχος της προσφοράς και της ζήτησης νερού ύδρευσης.** Ο έλεγχος μπορεί να γίνει από την πλευρά της προσφοράς με την τοποθέτηση μη μηδενιζόμενων υδρομετρητών στις γεωτρήσεις και στις υδρομαστεύσεις. Στην πλευρά της ζήτησης μπορεί να γίνεται τακτική ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των καταναλωτών σε ζητήματα χρήσης και εξοικονόμησης νερού.
- **Περιορισμός απωλειών.** Προβλέπεται η συστηματική παρακολούθηση και συντήρηση του δικτύου ώστε οι διαρροές και οι παράνομες συνδέσεις να κυμαίνονται σε χαμηλό ποσοστό. Επίσης, στο σχεδιασμό του Έργου περιλαμβάνεται η εφαρμογή κατάλληλων τεχνολογιών τηλεχειρισμού του δικτύου και ανίχνευσης των διαρροών.
- **Δεξαμενές διανομής μεγαλύτερης αποθηκευτικής ικανότητας.** Το Έργο σχεδιάζεται ώστε οι δεξαμενές διανομής να έχουν μεγαλύτερη αποθηκευτική

ικανότητα. Όταν το νερό είναι διαθέσιμο, η αποταμίευση μεγαλύτερης ποσότητας και η διασύνδεση των δεξαμενών, θα εξομαλύνει τις πιέσεις στη λειτουργία της υποδομής σε περιόδους αυξημένης ζήτησης.

- **Μέτρα εξοικονόμησης και επαναχρησιμοποίησης νερού.** Απαραίτητη κρίνεται η λήψη μέτρων που στοχεύουν στον εξορθολογισμό της χρήσης του νερού του δικτύου ύδρευσης για άρδευση αλλά και από τους ιδιώτες και τη βιομηχανία καθώς αυτές αποτελούν ανταγωνιστικές προς την ύδρευση χρήσεις. Ακόμη, σημαντική είναι η συνεισφορά μέτρων που επιτρέπουν την αξιοποίηση των ομβρίων υδάτων ή την επαναχρησιμοποίηση της εκροής των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων. Τα μέτρα αυτά προέρχονται από την Εθνική Στρατηγική και τα Περιφερειακά Σχέδια για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή και για το λόγο αυτό παρουσιάζουν μια περισσότερο ολιστική προσέγγιση του κινδύνου μη επαρκούς διαθεσιμότητας των υδάτινων πόρων και ενδεχομένως η εφαρμογή τους να βρίσκεται εκτός των ορίων δικαιοδοσίας του Δικαιούχου του Έργου.

Μεταβολή μέσης θερμοκρασίας σε υδάτινα σώματα – Υφαλμύριση υδάτων

Οι εγγενείς αυτοί κίνδυνοι επηρεάζουν την ποιότητα του νερού που παρέχει η υποδομή ύδρευσης και για το λόγο αυτό εξετάζονται από κοινού.

- **Επανασχεδιασμός επεξεργασίας υδάτων.** Στην επεξεργασία των υδάτων που πραγματοποιείται στα πλαίσια του Έργου θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι μεταβολές των ποιοτικών χαρακτηριστικών του νερού λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας του. Στην επεξεργασία του νερού θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη περισσότερο υποβαθμισμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά (αυξημένο φορτίο παθογόνων μικροοργανισμών, υφαλμύριση κ.λπ.) στις μελλοντικές κλιματικές συνθήκες. Οι διεργασίες επεξεργασίας θα πρέπει να προβλέπουν τη μεταβολή αυτή και να σχεδιάζονται καταλλήλως εξ αρχής.
- **Αποφυγή αντλήσεων παράκτιων υδροφορέων.** Ο κίνδυνος της διείσδυσης θαλασσινού νερού στους παράκτιους υδροφορείς είναι υψηλός. Σε Έργα ύδρευσης θα πρέπει να αποφεύγεται ή να διακόπτεται η άντληση των παράκτιων υδροφορέων. Για την κάλυψη των αναγκών θα πρέπει να αναζητώντας πηγές που δεν απειλούνται ή η ύδρευση να προέρχεται από διαφορετικές μεθόδους όπως αφαλάτωση.

Φαινόμενα ισχυρού ανέμου – Κύματα ψύχους - Παγετός

Οι εγγενείς αυτοί κίνδυνοι ενδέχεται να επηρεάζουν τη λειτουργία τμημάτων του δικτύου ύδρευσης και να θέτουν σε κίνδυνο μηχανολογικό εξοπλισμό και δίκτυα αγωγών και εξετάζονται από κοινού

- **Προστασία αντλιοστασίων** από ακραία καιρικά φαινόμενα. Η ενίσχυση του κρίσιμου μηχανολογικού εξοπλισμού του Έργου και των οικίσκων όπου στεγάζεται περιλαμβάνεται στον σχεδιασμό της υποδομής ώστε να μην διακόπτεται η λειτουργία του λόγω βλάβης υπό αυτές τις συνθήκες.
- **Εξασφάλιση ηλεκτροδότησης.** Συχνά όταν επικρατούν έντονα καιρικά φαινόμενα η παροχή ηλεκτρικής ενέργειας διακόπτεται λόγω βλαβών στο δίκτυο παροχής. Για την εξασφάλιση της απρόσκοπτης λειτουργίας του Έργου, τα αντλιοστάσια και οι γεωτρήσεις θα πρέπει να υποστηρίζονται από ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη που

τίθενται σε λειτουργία αυτόματα όσο η ηλεκτρική ενέργεια του δικτύου δεν είναι διαθέσιμη ή ακόμα και από το συνδυασμό μικρών έργων ΑΠΕ και μπαταριών αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας.

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.

Πηγή Κινδύνου	Εγγενής κίνδυνος		Μέτρα προσαρμογής	Μείωση κινδύνου	Υπολειπόμενος κίνδυνος	
	Β(*)	Π(**)			Β(*)	Π(**)
Καύσωνας	5	Χαμηλός	Όπως αναφέρονται στο κείμενο		5	Χαμηλός
Κύμα ψύχους	8	Μέτριος		2	6	Χαμηλός
Παγετός	8	Μέτριος		2	6	Χαμηλός
Δασική πυρκαγιά	20	Πολύ σημαντικός		10	10	Μέτριος
Κυκλώνας, ισχυρές καταιγίδες, τυφώνας	6	Χαμηλός		2	4	Χαμηλός
Θύελλα	6	Χαμηλός		2	4	Χαμηλός
Ανεμοστρόβιλος, θυελλώδεις άνεμοι	6	Χαμηλός		2	4	Χαμηλός
Ξηρασία	12	Σημαντικός		6	6	Χαμηλός
Ισχυρός υετός	9	Μέτριος		2	7	Μέτριος
Πλημμύρα	9	Μέτριος		4	5	Χαμηλός
Κατολίσθηση, διάβρωση του εδάφους	5	Χαμηλός			5	Χαμηλός
Καθίζηση	5	Χαμηλός			5	Χαμηλός
Μεταβλητότητα υετού, υδρολογική μεταβλητότητα	9	Μέτριος		5	4	Χαμηλός
Μεταβολή της θερμοκρασίας του νερού σε υδάτινα σώματα	2	Αμελητέος			2	Αμελητέος
Διείσδυση αλμυρού νερού, υφαλμύριση	9	Μέτριος		3	6	Χαμηλός
Διαθεσιμότητα και καταπόνηση υδάτινων πόρων	16	Σημαντικός		6	10	Μέτριος
(*) Β: Βαθμολογία, (**) Π: Περιγραφή						

Μέσω των μέτρων προσαρμογής επιτυγχάνεται η μείωση του εγγενούς κινδύνου. Οι κίνδυνοι της πυρκαγιάς και της καταπόνησης των υδάτινων πόρων παραμένουν μέτριοι αλλά έχουν μειωθεί σημαντικά μετά τη λήψη των πρόσθετων μέτρων που αναφέρθηκαν παραπάνω.

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 της μονάδας αφαλάτωσης

Στις προηγούμενες παραγράφους εξετάστηκε ο εγγενής κλιματικός κίνδυνος μονάδας αφαλάτωσης. Προσδιορίστηκαν οι πηγές κινδύνου που πρέπει να αντιμετωπιστούν καθώς και τα μέτρα προσαρμογής που θα εφαρμοστούν για τον περιορισμό του εγγενούς κινδύνου σε αποδεκτά επίπεδα.

Για τον κλιματικό έλεγχο του Έργου αναπτύσσεται σύστημα παρακολούθησης στο οποίο ενσωματώνονται 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 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 δεδομένα μετεωρολογικών και κλιματικών παραμέτρων, που συλλέγονται για την περιοχή του Έργου (ενδεχομένως σε μια ευρύτερη περιοχή σε επίπεδο Δήμου ή Περιφέρειας), αξιοποιούνται έτσι ώστε να ελέγχεται ότι οι προδιαγραφές του έργου εξακολουθούν να είναι επαρκείς και να υπάρχει η δυνατότητα έγκαιρης παρέμβασης σε περίπτωση χειροτέρευσης των συνθηκών πέρα από τις σχεδιαστικές παραμέτρους.

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:

- Παρακολούθηση της μετεωρολογικής πρόβλεψης έτσι ώστε να προβλέπονται ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα όπως οι ανεμοστρόβιλοι και οι θυελλώδεις άνεμοι. Λήψη των σχετικών προειδοποιητικών δελτίων από την Μετεωρολογική Υπηρεσία.
- Παρακολούθηση των φυσικοχημικών παραμέτρων του θαλασσινού νερού έτσι ώστε να αναγνωρίζονται μακροπρόθεσμες αλλαγές σε χαρακτηριστικά του που ενδέχεται να επηρεάζονται από την κλιματική αλλαγή όπως η οξίνιση, η αλατότητα και η θερμοκρασία.

- Παρακολούθηση της διάβρωσης των ακτών της περιοχής και της στάθμης της θάλασσας έτσι ώστε να υπάρχει έγκαιρη και στοχευμένη παρέμβαση σε περίπτωση που παρατηρηθούν σχετικά φαινόμενα που ενδεχομένως απειλούν τον εξοπλισμό της μονάδας αφαλάτωσης.

Όλα τα παραπάνω μπορούν να ενταχθούν στο πλαίσιο εφαρμογής ενός προτύπου περιβαλλοντικής διαχείρισης, το οποίο θα επιθεωρείται και θα πιστοποιείται από εξωτερικό φορέα.

Παράδειγμα Β: Παρακολούθηση και επανεξέταση της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή δικτύου ύδρευσης

Στις προηγούμενες παραγράφους εξετάστηκε ο εγγενής κλιματικός κίνδυνος του δικτύου ύδρευσης ενός Δήμου της Βόρειας Ελλάδας. Προσδιορίστηκαν οι πηγές κινδύνου που πρέπει να αντιμετωπιστούν καθώς και τα μέτρα προσαρμογής που θα εφαρμοστούν για τον περιορισμό του εγγενούς κινδύνου σε αποδεκτά επίπεδα.

Για τον κλιματικό έλεγχο του Έργου αναπτύσσεται σύστημα παρακολούθησης στο οποίο ενσωματώνονται 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 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 δεδομένα μετεωρολογικών και κλιματικών παραμέτρων, που συλλέγονται για την περιοχή του Έργου (ενδεχομένως σε μια ευρύτερη περιοχή σε επίπεδο Δήμου ή Περιφέρειας), αξιοποιούνται έτσι ώστε να ελέγχεται ότι οι προδιαγραφές του έργου εξακολουθούν να είναι επαρκείς και να υπάρχει η δυνατότητα έγκαιρης παρέμβασης σε περίπτωση χειροτέρευσης των συνθηκών πέρα από τις σχεδιαστικές παραμέτρους.

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:

- Παρακολούθηση της μετεωρολογικής πρόβλεψης έτσι ώστε να προβλέπονται ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα όπως κύματα ψύχους, ακραίος υετός, κλπ. τα οποία θα μπορούσαν να επηρεάσουν την λειτουργία τμημάτων του εξοπλισμού όπως είναι οι γεωτρήσεις, οι υδρομαστεύσεις και τα αντλιοστάσια. Λήψη των σχετικών προειδοποιητικών δελτίων από την Μετεωρολογική Υπηρεσία.

- Παρακολούθηση των υδρολογικών παραμέτρων της περιοχής έτσι ώστε να προβλέπονται οι μακροχρόνιες τάσεις και οι μεταβολές του υδρολογικού κύκλου της περιοχής.
- Παρακολούθηση των φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού που λαμβάνεται από επιφανειακά και υπόγεια υδατικά σώματα έτσι ώστε να αναγνωρίζονται μακροπρόθεσμες αλλαγές σε χαρακτηριστικά του που ενδέχεται να επηρεάζονται από την κλιματική αλλαγή.
- Δημιουργία συστηματικού ισοζυγίου νερού ύδρευσης με βάση τα στοιχεία που λαμβάνονται από τους υδρομετρητές των πηγών απόληψης και τους υδρομετρητές των καταναλωτών με στόχο την ελαχιστοποίηση των απωλειών.
- Ασκήσεις αντιμετώπισης έκτακτων περιστατικών όπως είναι οι δασικές πυρκαγιές και οι πλημμύρες.

Όλα τα παραπάνω μπορούν να ενταχθούν στο πλαίσιο εφαρμογής ενός προτύπου περιβαλλοντικής διαχείρισης, το οποίο θα επιθεωρείται και θα πιστοποιείται από εξωτερικό φορέα.

3.2.4. Συνέπεια με στρατηγικές και σχέδια προσαρμογής

Το τελευταίο βήμα στη διαδικασία ενίσχυσης της κλιματικής ανθεκτικότητας είναι να διασφαλιστεί ότι το Έργο είναι ευθυγραμμισμένο 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.

Γενικά, έργα που σχετίζονται με διαχείριση του νερού έχουν μεγάλη συνάφεια με την κλιματική αλλαγή. Οι μονάδες αφαλάτωσης αποτελούν ουσιαστικά έργα προσαρμογής στην αύξηση της ζήτησης και στην κλιματική αλλαγή σε περιοχές με ελλειμματικά ισοζύγια νερού, όπως κατά κύριο λόγο είναι τα ελληνικά νησιά. Τα έργα ύδρευσης επίσης επηρεάζονται σημαντικά από την κλιματική αλλαγή καθώς ένας αριθμός πηγών κλιματικών κινδύνων όπως είναι η ξηρασία, η διαθεσιμότητα και καταπόνηση των υδάτινων πόρων, η υφαλμύριση, η υδρολογική μεταβλητότητα και ο υετός σχετίζονται άμεσα και επηρεάζουν την προσφορά νερού ύδρευσης.

Ο Ευρωπαϊκός Νόμος για το κλίμα (2021/1119/ΕΕ), στο άρθρο 5, παρ. 1, αναφέρει «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, σύμφωνα με το άρθρο 7 της συμφωνίας του Παρισιού.»

Κατά την εκπόνηση της έκθεσης κλιματικής ανθεκτικότητας και ιδιαίτερα κατά την αξιολόγηση των πηγών κινδύνου και των επιπτώσεων αυτών στο Έργο 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 του ΠεΣΠΚΑ.

Στο κείμενο της Εθνικής στρατηγικής για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή (2016) προωθούνται προληπτικά μέτρα που αφορούν στην αποφυγή χωροθέτησης σε θέσεις με

μεγάλη τρωτότητα στην κλιματική μεταβολή, όπως σε παράκτιες περιοχές, σε περιοχές με κίνδυνο πλημμυρών και τυχόν ευάλωτες σε επιπτώσεις από ακραία καιρικά φαινόμενα.

Υπενθυμίζεται πως στα Έργα της κατηγορίας συμπεριλαμβάνονται Έργα εμπλουτισμού των υπόγειων υδροφορέων, επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης νερού. Τα Έργα αυτά έχουν θετικό πρόσημο στην ενίσχυση της κλιματικής ανθεκτικότητας, καθώς αντιμετωπίζουν τον κίνδυνο της περιορισμένης διαθεσιμότητας των υδάτινων πόρων. Σε τέτοιου τύπου Έργα γίνεται μνεία στα ΠΕΣΠΚΑ και η προώθηση τους είναι σημαντική για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή όσον αφορά στους υδάτινους πόρους.

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)