



LIFE 15 CCA CY 000086

ΔΗΜΟΣ ΠΕΡΙΣΤΕΡΙΟΥ

Στρατηγικές & Πλάνο Προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή



Δήμος Περιστερίου



LIFE URBANPROOF
CLIMATE PROOFING
URBAN MUNICIPALITIES

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή	4
Μεθοδολογία αξιολόγησης επιπτώσεων και προσαρμογής.....	11
Τάσεις ιστορικών κλιματικών δεδομένων & μελλοντικές προβλέψεις κλιματικής αλλαγής.....	17
Αξιολόγηση επιπτώσεων	29
Αξιολόγηση προσαρμογής.....	56

Εισαγωγή

Η κλιματική αλλαγή και ειδικότερα οι αυξανόμενες θερμοκρασίες, οι αλλαγές στα πρότυπα βροχόπτωσης, τα ακραία καιρικά φαινόμενα (καύσωνες, πλημμύρες, ξηρασίες) και η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, λαμβάνουν ήδη χώρα σε όλο τον πλανήτη με συνέπεια οι πόλεις να είναι άμεσα εκτεθειμένες κι επομένως ιδιαίτερα ευάλωτες στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Οι τοπικές αρχές είναι οι βασικοί μοχλοί για την εφαρμογή μέτρων προσαρμογής σε διάφορους τομείς πολιτικής και τη βελτίωση της συνολικής ανθεκτικότητας των δήμων στην κλιματική αλλαγή.

Το πρόγραμμα LIFE 15 CCA/CY/000086 “Climate Proofing Urban Municipalities”, το οποίο χρηματοδοτείται από το γενικότερο Ευρωπαϊκό πρόγραμμα LIFE15-CCA με θέμα την προσαρμογή των δήμων στην κλιματική αλλαγή, έχει ως στόχο την αύξηση της ανθεκτικότητας τριών δήμων από την Ελλάδα, την Κύπρο και την Ιταλία στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.

Για το πρόγραμμα έχει υπογραφεί σύμβαση (Grant Agreement) με Ευρωπαϊκή Επιτροπή από τον συντονιστή του προγράμματος το Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος της Κύπρου. Στο πρόγραμμα συμμετέχουν επίσης :

Το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών (Ελλάδα)

Το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (Ελλάδα)

Ο Δήμος Περιστερίου (Ελλάδα)

Ο Δήμος Λακατάμιας (Κύπρος)

Ο Δήμος Στροβόλου (Κύπρος)

Το Πανεπιστήμιο της Βενετίας (Ιταλία)

Ο Δήμος Regio Emilia (Ιταλία)

Οι κύριες δράσεις της πρότασης του έργου για την προσαρμογή των δήμων στην κλιματική αλλαγή είναι :

➔ Καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης στους υπό μελέτη δήμους. Αυτή η δράση περιλαμβάνει δραστηριότητες για τον προσδιορισμό των κύριων προκλήσεων που αντιμετωπίζει ο κάθε δήμος σε σχέση με την κλιματική αλλαγή, την υφιστάμενη ικανότητα προσαρμογής (υποδομές, οικονομική και διοικητική ικανότητα, δημογραφικά στοιχεία) καθώς και το επίπεδο ευαισθητοποίησης.

➔ Αξιολόγηση της ευπάθειας στην κλιματική αλλαγή. Σε αυτή τη δράση γίνεται πρόβλεψη των αλλαγών του κλίματος στους εν λόγω δήμους καθώς και των επιπτώσεων αυτών με τη χρήση ειδικών μοντέλων. Πιο συγκεκριμένα, μελετήθηκαν: αλλαγές σε κλιματικές παραμέτρους (π.χ. θερμοκρασία, βροχόπτωση, άνεμος κτλ.), φαινόμενο αστικής θερμικής νησίδας, επιπτώσεις στην ποιότητα αέρα, κίνδυνος πλημμύρας και ξηρασίας, αλλαγές στην κατανάλωση ενέργειας και, επιπτώσεις για τη δημόσια υγεία.

➔ Ανάπτυξη τοπικών στρατηγικών προσαρμογής για τους εταίρους δήμους. Η δράση αυτή περιλαμβάνει τον προσδιορισμό, την αξιολόγηση και την ιεράρχηση των μέτρων προσαρμογής για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στους υπό εξέταση δήμους και την ανάπτυξη στρατηγικών προσαρμογής για τους δήμους αυτούς.

➔ Υλοποίηση επιλεγμένων μέτρων προσαρμογής. Τα μέτρα αυτά αποτελούνται κυρίως από «ήπια» μέτρα προσαρμογής και από ένα «πράσινο/μπλε» μέτρο σε κάθε δήμο. Τα «ήπια» μέτρα προσαρμογής περιλαμβάνουν on-line συστήματα παρακολούθησης και έγκαιρης προειδοποίησης τα οποία παρουσιάζουν σε χάρτες σε επίπεδο δήμου τους καύσωνες, το φαινόμενο θερμικής νησίδας, την ποιότητα αέρα, τον κίνδυνο ξηρασίας και πλημμύρας και, την κατανάλωση ενέργειας. Άλλα «ήπια» μέτρα που προβλέπονται είναι η διοργάνωση εκδηλώσεων ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης για τους πολίτες και η διοργάνωση σεμιναρίων εκπαίδευσης και ανάπτυξης ικανοτήτων για τις τοπικές αρχές. Τέλος, ένα «πράσινο/μπλε» μέτρο επιλέχθηκε να εφαρμοστεί σε κάθε δήμο (π.χ. πράσινες οροφές, λίμνες κατακράτησης, διαπερατά πεζοδρόμια κτλ.)

Η μεθοδολογία του έργου στηρίζεται στην :

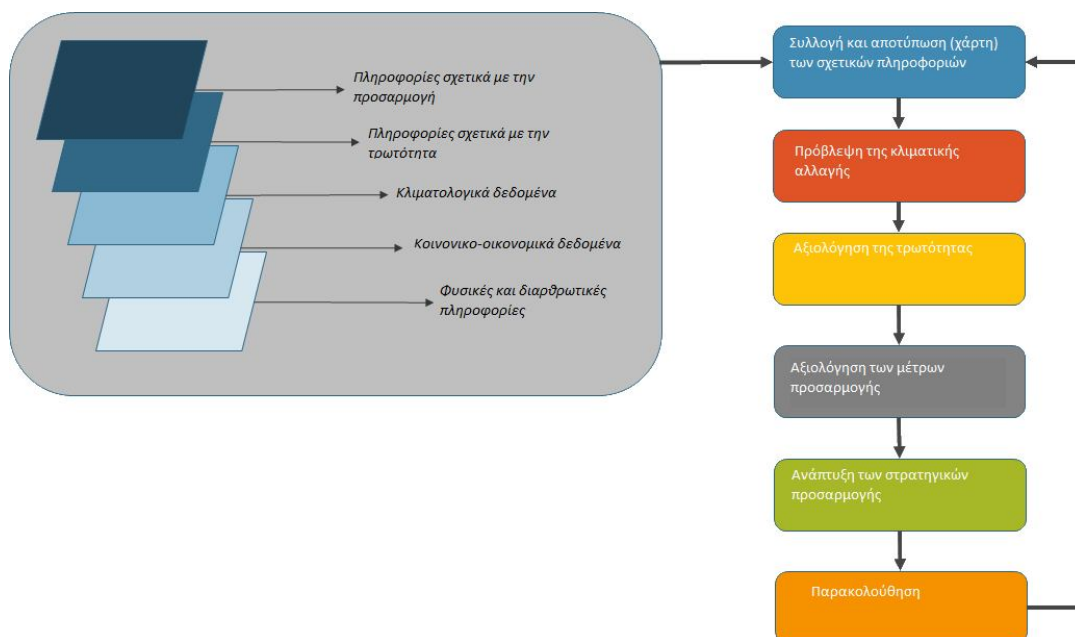
- Αποτύπωση της υφιστάμενης κατάστασης της κλιματικής αλλαγής των περιοχών δράσης του έργου
- Αποτύπωση των μελλοντικών επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στις περιοχές εφαρμογής του έργου με τη χρήση στατιστικών, υδρολογικών και κλιματικών μοντέλων.
- Αξιολόγηση της τρωτότητας της κλιματικής αλλαγής και των διαθέσιμων επιλογών προσαρμογής μέσω της ιεράρχησης των επιπτώσεων με τη χρήση κατάλληλων δεικτών
- Ενίσχυση της κατανόησης της κλιματικής αλλαγής, για την υποστήριξη της καλύτερης λήψης αποφάσεων και την προώθηση της συμμετοχής του κοινού.

Το έργο **LIFE UrbanProof** στοχεύει στην ενίσχυση της ανθεκτικότητας των δήμων στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής εξοπλίζοντάς τους με ένα ισχυρό εργαλείο για την υποστήριξη της ενημερωμένης λήψης αποφάσεων στο σχεδιασμό της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή. Στα πλαίσια του έργου αυτού, χρησιμοποιήθηκαν επιλεγμένα περιοχικά κλιματικά μοντέλα και τεχνικές στατιστικού υποβιβασμού κλίμακας για την εκτίμηση της κλιματικής αλλαγής στο μέλλον, σε περιφερειακό και τοπικό επίπεδο. Επιπλέον, προσδιορίστηκαν και αξιολογήθηκαν οι υφιστάμενες και μελλοντικές ευπάθειες στην κλιματική αλλαγή καθώς και τα διαθέσιμα μέτρα προσαρμογής.

Η ανάπτυξη του διαδικτυακού αυτού εργαλείου υποστήριξης αποφάσεων ενσωματώνει τα προαναφερθέντα στοιχεία και έχει εφαρμοστεί στους τέσσερις συμμετέχοντες δήμους, ενώ τα επιλεγμένα μέτρα προσαρμογής μικρής κλίμακας θα υλοποιηθούν με βάση τα αποτελέσματα της εφαρμογής του εργαλείου. Στο τέλος, θα αναπτυχθούν τοπικές στρατηγικές προσαρμογής για καθέναν από τους δήμους.

Αναλυτικότερα το Εργαλείο :

- ✓ Παρέχει πληροφορίες σχετικά με τις αναμενόμενες κλιματικές αλλαγές στις περιοχές δράσης του έργου,
- ✓ Ενισχύει την κατανόηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής και των μηχανισμών που καθορίζουν την ευπάθεια ενός συστήματος
- ✓ Επιτρέπει την επισκόπηση και αξιολόγηση των διαθέσιμων επιλογών προσαρμογής
- ✓ Παρέχει καθοδήγηση για την παρακολούθηση της διαδικασίας προσαρμογής



Η συμμετοχή του Δήμου Περιστερίου στο πρόγραμμα, αιτιολογείται καθώς η περιοχή του Περιστερίου, είναι μία πυκνοκατοικημένη αστική περιοχή, με πυκνά δομημένο περιβάλλον (13.000 κάτοικοι/τ.χλμ), εμφανίζει σε διάφορα σημεία έντονα το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας, τους θερινούς μήνες, έχει υψηλό πλημμυρικό κίνδυνο σε ορισμένες συνοικίες, και πολλές φορές έχει αντιμετωπίσει σοβαρά πλημμυρικά φαινόμενα με πολλά επακόλουθα προβλήματα. Τα πλημμυρικά φαινόμενα εντείνονται λόγω των κλίσεων που παρουσιάζει η επιφάνεια του Δήμου, της αποψίλωσης του περιεστικού πρασίνου στον λοφώδη σχηματισμό του Ποικίλου όρους που βρίσκεται στην δυτική πλευρά των ορίων του Δήμου, και τέλος, εξαιτίας των αστικών υποδομών που αυτή την στιγμή δεν επαρκούν για να αντιμετωπισθούν οι προκλήσεις που θα αναδειχθούν στο άμεσο μέλλον. Επιπλέον, συνολικά ο Δήμος Περιστερίου έχει μικρό ποσοστό πρασίνου μέσα στον αστικό ιστό (<5,1%) και ανάγκες στο δίκτυο απορροής όμβριων υδάτων, καθώς ακόμη δεν έχει υπολογισθεί η δυναμικότητα απορροής του υπάρχοντος δικτύου.

Για τον Δήμο Περιστερίου η διερεύνηση των μεθοδολογιών που είναι απαραίτητες για την προσαρμογή των πόλεων στις κατ' εκτίμηση επερχόμενες αρνητικές επιπτώσεις που θα επιφέρει η κλιματική αλλαγή γίνεται εφικτή μέσω της ανάπτυξης του κατάλληλου εργαλείου (UrbanProof Toolkit). Το εργαλείο είναι εφοδιασμένο με real time δεδομένα από δίκτυο 12 καταγραφικών σταθμών και πρόσθετο υλικό υποβάθρου, υποστηρίζοντας τη διερεύνηση προτάσεων για τον σχεδιασμό της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή και την λήψη των απαραίτητων προληπτικών μέτρων, σε μόνιμη βάση ή όποτε κρίνεται αναγκαίο, για την αποφυγή επιπτώσεων σε έκτακτες συνθήκες.

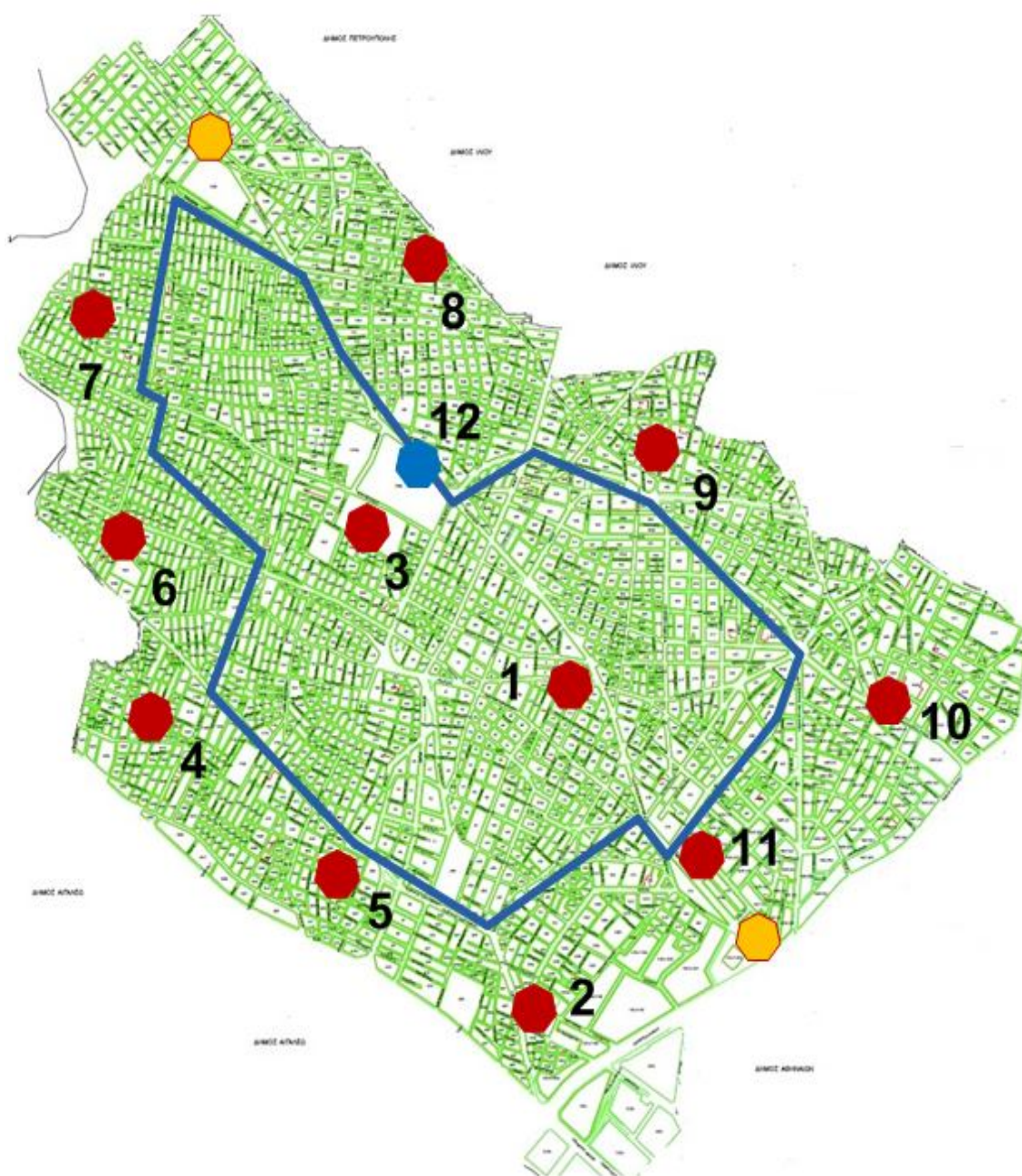
Οι καταγραφικοί σταθμοί χωρίζονται σε τρεις ομάδες α)Κεντρικός Σταθμός Δημαρχείου, β) Κινητός Σταθμός σε λεωφορείο της δημοτικής συγκοινωνίας γ)Σταθεροί Σταθμοί κοντά στο έδαφος - near to the ground.

Ο Κινητός όσο και οι Σταθεροί Σταθμοί θα μετράνε την θερμοκρασία και την σχετική υγρασία αέρα (σ.θ. περιβάλλοντος χώρου), ώστε να υπάρχουν ενδείξεις της συνεχούς μεταβολής στον χώρο.

Η κατανομή των σταθερών σταθμών λαμβάνει υπ' όψιν και το μικρό υφιστάμενο δίκτυο μετεωρολογικών σταθμών στην περιοχή της Χωράφας, που έχει προκύψει από προγενέστερο έργο που ολοκληρώθηκε το 2016.

Η λογική σχεδιασμού και κατανομής των σταθμών, βασίζεται στην όσο το δυνατόν περισσότερο αντιπροσωπευτική καταγραφή των ενδεδειγμένων παραμέτρων (θερμοκρασίας αέρα, υγρασίας αέρα, βροχόπτωσης, βαρομετρικής πίεσης και έντασης ηλιακής ακτινοβολίας) για την επιφάνεια του χώρου του Περιστερίου, σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα και χάρτη :

α/α	Τοποθεσία	Δ/νση	Χώρος	Υψόμετρο
1	Δημαρχείο	Πλατεία Δημοκρατίας	Κτίριο	58 m
2	Ηλεκτρολογικό Τμήμα	Καρυταίνης & Κρυστάλλη	Κτίριο	40 m
3	Άσος Περιστερίου	Αγ. Βασιλείου 52	Πάρκο	66 m
4	Πλατεία Τζων Κέννεντυ & Αραχώβης	Τζων Κέννεντυ & Αραχώβης	Πλατεία	60 m
5	Πλατεία Ζουμή	Τζων Κέννεντυ & Θηβών	Πλατεία	43 m
6	Πλατεία Πλουτάρχου	Πελοπίδα & Πλουτάρχου	Πλατεία	43 m
7	Πλατεία Εσπερίδων	Εσπερίδων & Λυσιμάχου	Πλατεία	152 m
8	Πλατεία Πυλάδη	Προμάχου & Πυλάδη	Πλατεία	103 m
9	Παιδική Χαρά Χανίων	Χίου & Χανίων	Πλατεία	68 m
10	Πλατεία Ποιητών	Κων/πόλεως & Καλλιδρομίου	Πλατεία	55 m
11	Πλατεία Αγ. Αντωνίου	Π. Τσαλδάρη & Κύπρου	Πλατεία	58 m
12	Δημοτική Συγκοινωνία	Δημ.Λεωφορείο	Δημ.Λεωφορείο	40-152m



Κόκκινα σημεία : UrbanProof αισθητήρες

Κίτρινα σημεία : Υπάρχοντες αισθητήρες (ΥΠΕΧΩΔΕ-ΧΩΡΑΦΑ)

Μπλε γραμμή : Δημοτικό λεωφορείο



Φωτογραφίες εγκατάστασης των on-line αισθητήρων

Όλο το παραπάνω δίκτυο υποστηρίζεται από λογισμικό μετάδοσης και αποθήκευσης πληροφοριών (real time measurement data), δίκτυο μεταφοράς των δεδομένων με κινητή τηλεφωνία και ασύρματη σύνδεση και κεντρικό ηλεκτρονικό υπολογιστή για αποθήκευση των δεδομένων. Στον κεντρικό ηλεκτρονικό υπολογιστή που φιλοξενεί την βάση δεδομένων του δικτύου συνδέεται πίνακας πληροφόρησης του κοινού και παρουσίασης (billboard) των συνοπτικών δεδομένων από τους επιλεγμένους σταθμούς, σε online μετάδοση.



Εκτός από τα παραπάνω, οι επιστημονικές ομάδες τους Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου και του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών έχουν αναλύσει τα ιστορικά κλιματολογικά δεδομένα και τις συνθήκες του Δήμου Περιστερίου, έχουν μελετήσει τις μελλοντικές τάσεις των κλιματικών δεικτών, έχουν αναπτύξει μεθοδολογία για την αξιολόγηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στο αστικό περιβάλλον του δήμου, με τελικό σκοπό την ανάπτυξη των μέτρων που θα πρέπει να υιοθετηθούν και να υλοποιηθούν από τον Δήμο Περιστερίου για την προσαρμογή του στην κλιματική αλλαγή.

Τα μέτρα αυτά θα αποτελέσουν κατά βάση το Σχέδιο Δράσης για την ένταξη του Δήμου στο Σύμφωνο των Δημάρχων.

1. Μεθοδολογία αξιολόγησης επιπτώσεων και προσαρμογής

Στο πλαίσιο του έργου LIFE Urbanproof, αναπτύχθηκε μια μεθοδολογία για την αξιολόγηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στο αστικό περιβάλλον. Οι επιπτώσεις αξιολογήθηκαν με βάση τις παρούσες αλλά και τις αναμενόμενες αλλαγές στο κλίμα για τα σενάρια εκπομπής RCP4.5 και RCP8.5. Σε αυτό το σημείο, θεωρείται κρίσιμο να παρουσιαστούν οι ορισμοί της IPCC (2014) για κάποιες έννοιες οι οποίες χρησιμοποιούνται ευρέως σε αυτή την αναφορά.

Επιπτώσεις Ο όρος επιπτώσεις χρησιμοποιείται κυρίως για τα αποτελέσματα, σε φυσικά ή ανθρωπογενή συστήματα, των ακραίων καιρικών ή κλιματικών γεγονότων και της κλιματικής αλλαγής. Οι επιπτώσεις γενικώς αναφέρονται στις ζωές, την καθημερινότητα, την υγεία, τα οικοσυστήματα, την οικονομία, την κοινωνία, την κουλτούρα, τις υπηρεσίες και τις υποδομές εξαιτίας της αλληλεπίδρασης των κλιματικών αλλαγών ή των επικίνδυνων κλιματικών γεγονότων, που συμβαίνουν σε ένα ορισμένο χρονικό πλαίσιο, και της τρωτότητας μίας κοινωνίας ή ενός συστήματος.

Επικινδυνότητα Η πιθανή εμφάνιση ενός φυσικού ή ανθρωπογενούς φυσικού γεγονότος ή τάσης που μπορεί να προκαλέσει απώλεια ζωής, τραυματισμούς ή άλλες επιπτώσεις στην υγεία, καθώς και ζημιές και απώλειες περιουσιακών στοιχείων, υποδομών, πόρων, παροχής υπηρεσιών, οικοσυστημάτων και περιβαλλοντικών πόρων.

Έκθεση Η παρουσία ανθρώπων, μέσων διαβίωσης, ειδών ή οικοσυστημάτων, περιβαλλοντικών λειτουργιών, υπηρεσιών και πόρων, υποδομών ή οικονομικών, κοινωνικών ή πολιτιστικών περιουσιακών στοιχείων σε χώρους και περιβάλλοντα που θα μπορούσαν να επηρεαστούν αρνητικά.

Τρωτότητα Η τάση ή η προδιάθεση αρνητικής επίδρασης. Η τρωτότητα περιλαμβάνει ποικίλες έννοιες και στοιχεία, όπως η ευαισθησία ή ευπάθεια σε βλάβες και έλλειψη ικανότητας αντιμετώπισης και προσαρμογής.

Προσαρμογή Η διαδικασία προσαρμογής στο πραγματικό ή το αναμενόμενο κλίμα και τις επιπτώσεις του. Στα ανθρωπογενή συστήματα, η προσαρμογή επιδιώκει να μετριάσει ή να αποφύγει τη βλάβη ή να εκμεταλλευτεί ευνοϊκές ευκαιρίες. Σε ορισμένα φυσικά συστήματα, η ανθρώπινη παρέμβαση μπορεί να διευκολύνει την προσαρμογή στο αναμενόμενο κλίμα και τις επιπτώσεις του.

Συνοπτικά, σύμφωνα με τη μεθοδολογία που αναπτύχθηκε για την αξιολόγηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στους αστικούς δήμους, οι επιπτώσεις υπολογίζονται ως συνάρτηση της επικινδυνότητας της κλιματικής αλλαγής και της τρωτότητας του εκτεθειμένου πληθυσμού. Η έννοια εκφράζεται με τις εξισώσεις 1 και 2 που παρουσιάζονται παρακάτω:

$$I = (H * V)^{1/2} \quad (\text{Εξ. 1})$$

όπου $V = V_s * E \quad (\text{Εξ. 2})$

Όπου I είναι η υπό εξέταση επίπτωση (Impact), H είναι η επικινδυνότητα (hazard), V είναι η συνολική τρωτότητα (vulnerability) του εκτεθειμένου πληθυσμού, E είναι η έκθεση (exposure) και V_s είναι η κοινωνική τρωτότητα (social vulnerability). Κάθε μεταβλητή των Εξισώσεων 1 και 2 είναι ένας ανεξάρτητος δείκτης που

αποτελείται από έναν ή περισσότερους υποδείκτες. Οι δείκτες επικινδυνότητας χρησιμοποιούνται για να αντικατοπτρίζουν τις κλιματικά εξαρτώμενες πληροφορίες για κάθε περίπτωση· οι δείκτες έκθεσης χρησιμοποιούνται για να αντικατοπτρίζουν την έκθεση στις επιπτώσεις του πληθυσμού ή/και των υποδομών, ενώ οι δείκτες κοινωνικής τρωτότητας χρησιμοποιούνται για να παρουσιάσουν τις πληθυσμιακές ομάδες που είναι ευαίσθητες στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής καθώς και την προσαρμοστική ικανότητα της κοινωνίας και των υποδομών της. Οι δείκτες επικινδυνότητας υπολογίστηκαν με τη χρήση κλιματικών πληροφοριών για την περίοδο αναφοράς καθώς και για τις προβλεπόμενες κλιματικές αλλαγές με βάση τα σενάρια εκπομπών RCP4.5 και RCP8.5. Τα στοιχεία παρέχονται από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών στο πλαίσιο της Δράσης C.2 με τίτλο "Simulation of current climate and projection of future changes in climate". Η έκθεση εκτιμάται με τη χρήση χωρικών δεδομένων για τον πληθυσμό (π.χ. πυκνότητα πληθυσμού) και τις κρίσιμες υποδομές (όπου αρμόζει), ενώ η κοινωνική τρωτότητα εκτιμάται με τη χρήση σχετικών στατιστικών δεδομένων σχετικά με τους δείκτες ευαισθησίας και προσαρμοστικής ικανότητας. Οι δείκτες κοινωνικής τρωτότητας συνδυάζονται για να σχηματίσουν το σύνθετο δείκτη κοινωνικής τρωτότητας (για περισσότερες πληροφορίες, βλ. Ενότητα 1.2). Η προσαρμογή θεωρείται ότι μειώνει την ένταση των επιπτώσεων και ως εκ τούτου εφαρμόζεται η ακόλουθη εξίσωση:

$$I_{\text{μεπροσαρμογή}} = I_{\text{χωρίςπροσαρμογή}} - A \quad (\text{Εξ. 3})$$

Γενικά, η μεθοδολογία περιλαμβάνει τα στάδια της κανονικοποίησης (normalization), της στάθμισης (weighting) και της συσσωμάτωσης (aggregation), σύμφωνα και με τη μεθοδολογία του OECD (2008) για την κατασκευή σύνθετων δεικτών. Στο στάδιο της κανονικοποίησης, οι τιμές των δεικτών που εκφράζονται σε διαφορετικές μονάδες μέτρησης προσαρμόζονται σε μια κοινή κλίμακα, προκειμένου να είναι συγκρίσιμες. Η κανονικοποιημένη κλίμακα των δεικτών των επιπτώσεων τίθεται εντός ενός εύρους τιμών 0-5 με τις διάφορες τιμές να εκφράζουν πέντε διαφορετικά επίπεδα, από το χαμηλότερο στο υψηλότερο όπως φαίνεται στον Πίνακα 1. Οι τιμές των δεικτών κοινωνικής τρωτότητας κανονικοποιήθηκαν βάσει της θέσης τους σε σχέση με την αντίστοιχη ευρωπαϊκή μέση τιμή (πάνω / κάτω από τη μέση τιμή), μια προσέγγιση που εφαρμόστηκε και από την Defra (2006). Το στάδιο στάθμισης περιλαμβάνει την κατανομή βαρών για κάθε μεταβλητή προκειμένου να αποτυπώνεται η συνεισφορά και η σχετική σημασία κάθε υποδείκτη σε ένα σύνθετο δείκτη.

Πίνακας 1: Κλίμακα αξιολόγησης των δεικτών επίπτωσης

Ποιοτική Κλίμακα	Αριθμητική Κλίμακα
Χαμηλή	$0 < I \leq 1$
Χαμηλή προς Μέτρια	$1 < I \leq 2$
Μέτρια	$2 < I \leq 3$
Μέτρια προς Υψηλή	$3 < I \leq 4$
Υψηλή	$4 < I \leq 5$

1.1. Δείκτης κοινωνικής τρωτότητας

Στο πλαίσιο της τρέχουσας εκτίμησης επιπτώσεων, δημιουργήθηκε ένας σύνθετος δείκτης κοινωνικής τρωτότητας συνδυάζοντας τους κοινωνικούς δείκτες που θεωρήθηκαν πιο σημαντικοί για την εκτίμηση των επιπτώσεων της αλλαγής του κλίματος. Αυτοί οι δείκτες αναφέρονται στην ηλικία του πληθυσμού, τις χρόνιες ασθένειες, το ποσοστό φτώχειας, το επίπεδο εκπαίδευσης και τα νοσοκομειακά κρεβάτια ανά κάτοικο. Οι συγκεκριμένοι δείκτες επιλέγονται επειδή θεωρείται ότι αντικατοπτρίζουν τις ευαίσθητες ομάδες εντός του πληθυσμού, όπως οι ηλικιωμένοι και οι πολύ νέοι, τα άτομα με χαμηλό εισόδημα, οι αναλφάβητοι και τα άτομα με ασθένειες, ή για να αποτυπώσουν την ικανότητα ανταπόκρισης μέσω της επάρκειας της ιατρικής υποδομής στην περιοχή (νοσοκομειακά κρεβάτια). Οι δείκτες ευαισθησίας σχετίζονται αναλογικά με την τρωτότητα, καθώς όσο μεγαλύτερη είναι η ευαισθησία τόσο μεγαλύτερη είναι η τρωτότητα, ενώ οι δείκτες προσαρμοστικής ικανότητας συνδέονται αντιστρόφως ανάλογα με την τρωτότητα, καθώς όσο μεγαλύτερη είναι η προσαρμοστική ικανότητα, τόσο μικρότερη είναι η τρωτότητα. Η εξίσωση που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του δείκτη κοινωνικής τρωτότητας (V_{social}) έχει ως εξής:

$$V_{social} = \frac{\sum_1^n S}{n} \quad (Εξ. 4)$$

Όπου S είναι ο κοινωνικός δείκτης και n ο αριθμός των μεμονωμένων κοινωνικών δεικτών. Αυτοί οι δείκτες παρουσιάζονται σε μεγαλύτερη λεπτομέρεια στη συνέχεια.

1.1.1. Ηλικία

Οι πολύ νέοι και οι ηλικιωμένοι θεωρούνται λιγότερο ικανοί να αντιμετωπίσουν τις ορμητικές πλημμύρες. (Defra, 2006) (Hajat et al., 2005). Το όριο ηλικίας για τους ηλικιωμένους θεωρήθηκαν τα 70, το οποίο μπορεί να θεωρηθεί ως μέσος όρος ηλικίας 65 και 75 ετών (Swart et al./2012 και Defra/2006) αντίστοιχα. Στην περίπτωση των πολύ νέων ανθρώπων, χρησιμοποιήθηκε το όριο των 9 ετών.

Ο δείκτης που αναπτύχθηκε αναφέρεται στο ποσοστό των ατόμων ηλικίας άνω των 70 ετών συν το ποσοστό των ατόμων ηλικίας κάτω των 9 ετών και χρησιμοποιείται για την μέτρηση της ευαισθησίας των ομάδων αυτών στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής υπό μελέτη. Τα στοιχεία είναι διαθέσιμα σε δημοτικό επίπεδο και προέρχονται από την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία (ELSTAT, 2011a) καθώς και από την Eurostat (2011). Οι ποσοστιαίες τιμές για κάθε δήμο κανονικοποιήθηκαν στην κλίμακα 0-5 με βάση τη θέση τους σε σχέση με την αντίστοιχη ευρωπαϊκή μέση τιμή (πάνω / κάτω από τις μέση τιμή).

1.1.2. Αναλφαβητισμός

Το ποσοστό αλφαριθμητισμού συμπεριλαμβάνεται ως μέτρο της προσαρμοστικής ικανότητας των ατόμων (World Bank, 1998). Η εκπαίδευση αυξάνει τις δεξιότητες και τις γνώσεις για την κατανόηση των κινδύνων και κατ'επέκταση αυξάνει τη δυνατότητα προστασίας (Katic, 2017). Τα άτομα με ανώτερη εκπαίδευση έχουν καλύτερη θέση να διαπραγματευτούν δίκαιες λύσεις (Granados, 2012). Από την άλλη πλευρά, μπορεί να είναι πιο

δύσκολο για τους ανθρώπους που δεν μπορούν να διαβάσουν ή να γράψουν να μάθουν και να διεκδικήσουν, για παράδειγμα, κυβερνητικές αποζημιώσεις για ζημιές στην ιδιοκτησία τους.

Ο δείκτης που δημιουργήθηκε για να αποτυπώσει αυτή την ομάδα πληθυσμού είναι το ποσοστό των ατόμων που ανήκουν στην ηλικιακή ομάδα 15-75 ετών, με επίπεδο εκπαίδευσης μέχρι και τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, συμπεριλαμβανομένων των αναλφάβητων και των ατόμων χωρίς επίσημη πιστοποίηση του εκπαιδευτικού επιπέδου τους ή όσων εγκατέλειψαν το σχολείο. Πρόκειται για το χαμηλότερο επίπεδο εκπαίδευσης για το οποίο κατέστη δυνατό να βρεθούν δεδομένα για τις ίδιες ηλικιακές ομάδες τόσο σε επίπεδο Δήμων για την Ιταλία όσο και σε εθνικό επίπεδο στην ΕΕ, προκειμένου να καταστούν δυνατές, αφενός η σύγκριση σε επίπεδο ΕΕ και, αφετέρου, η κανονικοποίηση του δείκτη. Ωστόσο, ο δείκτης θεωρείται ενδεικτικός του επιπέδου αναλφαριθμητισμού. Τα στοιχεία είναι διαθέσιμα σε δημοτικό επίπεδο και προέρχονται από την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία (ELSTAT, 2011a), καθώς και από την Eurostat (2011). Οι ποσοστιαίες τιμές για το δήμο κανονικοποιήθηκαν στην κλίμακα 0-5 με βάση τη θέση τους σε σχέση με την αντίστοιχη ευρωπαϊκή μέση τιμή (πάνω / κάτω από τη μέση τιμή).

1.1.3. Χαμηλό Εισόδημα

Τα άτομα με χαμηλό εισόδημα είναι επίσης ιδιαίτερα ευάλωτα στις άμεσες και έμμεσες συνέπειες της κλιματικής αλλαγής στην υγεία. Τα άτομα με χαμηλό εισόδημα ενδέχεται να είναι πιο ευαίσθητα στις επιπτώσεις της αλλαγής του κλίματος λόγω της χαμηλότερης ποιότητας στέγασης ενώ άτομα με υψηλότερα εισοδήματα ενδέχεται να έχουν τη δυνατότητα να εφαρμόσουν μέτρα προστασίας ή / και να ανακάμψουν ταχύτερα από τις επιπτώσεις.

Ο δείκτης που δημιουργήθηκε για να αποτυπώσει αυτήν την πληθυσμιακή ομάδα είναι στην πραγματικότητα το ποσοστό του πληθυσμού που εκτίθεται σε κίνδυνο φτώχειας. Οι πληροφορίες αυτές είναι διαθέσιμες από την Eurostat (2016) μόνο σε εθνικό επίπεδο και ως εκ τούτου οι τιμές που αποδόθηκαν στο δήμο είναι οι αντίστοιχες εθνικές. Οι ποσοστιαίες τιμές για κάθε δήμο κανονικοποιήθηκαν στην κλίμακα 0-5 με βάση τη θέση τους σε σχέση με την αντίστοιχη ευρωπαϊκή μέση τιμή (πάνω / κάτω από τη μέση τιμή).

1.1.4. Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν

Πρόκειται για έναν οικονομικό δείκτη που χρησιμοποιείται για να αντικατοπτρίζει την ικανότητα της περιφερειακής κυβέρνησης να παρέχει χρηματοοικονομικούς πόρους για την εφαρμογή μέτρων προσαρμογής για την πρόληψη ή την αντιστάθμιση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Όσο υψηλότερο είναι το ΑΕγχΠ, τόσο υψηλότερη είναι η ικανότητα απόκρισης στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.

Ο δείκτης αναφέρεται σε «ευρώ ανά κάτοικο» και εκφράζεται ως ποσοστό της μέσης τιμής της ΕΕ. Αυτές οι πληροφορίες διατίθενται από την Eurostat (2016) σε περιφερειακό επίπεδο (NUTS2) και επομένως οι τιμές που αποδίδονται στον δήμο είναι οι αντίστοιχες περιφερειακές. Είναι ένας δείκτης προσαρμοστικής ικανότητας και επομένως η ομαλοποίησή του βασίζεται σε μια αντίστροφη κλίμακα, καθώς όσο μεγαλύτερο είναι το ΑΕΠ, τόσο

χαμηλότερη είναι η ευπάθεια. Συγκεκριμένα, οι τιμές του δείκτη κανονικοποιήθηκαν στην κλίμακα 5-0 με βάση τη θέση τους σε σχέση με την αντίστοιχη ευρωπαϊκή μέση τιμή (πάνω / κάτω από τις μέσες τιμές).

1.1.5. Πληθυσμός με χρόνιες ασθένειες

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής μπορεί να είναι ιδιαίτερα δυσμενείς για ευαίσθητες πληθυσμιακές ομάδες όπως οι ασθενείς με αναπηρία και τα άτομα με σωματικές αναπηρίες (Swart et al., 2012). Τα προϋπάρχοντα προβλήματα υγείας μπορεί επίσης να επηρεάσουν αρνητικά την ικανότητα των ατόμων να αντιδρούν σε περίπτωση ακραίων καιρικών φαινομένων (Rygel et al., 2006).

Ο δείκτης αναφέρεται στο ποσοστό των ατόμων με χρόνιες παθήσεις (άσθμα, χρόνια νοσήματα του κατώτερου αναπνευστικού – εξαιρώντας το άσθμα, υψηλή αρτηριακή πίεση, εγκεφαλικό επεισόδιο ή χρόνια εγκεφαλική νόσηση, διαβήτη, χρόνια κατάθλιψη). Οι πληροφορίες αυτές διατίθενται από την Eurostat (2014) μόνο σε εθνικό επίπεδο και συνεπώς οι τιμές που αποδόθηκαν στο δήμο είναι οι αντίστοιχες εθνικές. Οι ποσοστιαίες τιμές κανονικοποιήθηκαν στην κλίμακα 0-5 με βάση τη θέση τους σε σχέση με την αντίστοιχη ευρωπαϊκή μέση τιμή (πάνω / κάτω από τη μέση τιμή).

1.1.6. Νοσοκομειακές Κλίνες

Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει την υγεία, επιβαρύνει την ικανότητα νοσοκομειακής περίθαλψης καθώς τα νοσοκομεία ξαφνικά κατακλύζονται από ασθενείς (Fernandez et al., 2002). Ο αριθμός των νοσοκομειακών κλινών εκφράζει την ικανότητα μιας πόλης να αντιμετωπίσει αυξημένο αριθμό ασθενών λόγω ακραίων καιρικών φαινομένων (Swart et al., 2012, Katic, 2017). Όσο μεγαλύτερη είναι η χωρητικότητα του νοσοκομείου, τόσο μεγαλύτερη είναι η ικανότητα ανταπόκρισης σε επείγουσες καταστάσεις.

Ο δείκτης αναφέρεται στις διαθέσιμες νοσοκομειακές κλίνες ανά 100.000 κατοίκους και τα στοιχεία διατίθενται από την Eurostat (2015) σε περιφερειακό επίπεδο. Συνεπώς, οι τιμές που απονέμονται στον δήμο είναι οι αντίστοιχες περιφερειακές. Αυτός είναι ένας δείκτης προσαρμοστικής ικανότητας και κατά συνέπεια η κανονικοποίησή του βασίζεται σε μια αντίστροφη κλίμακα, καθώς όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των κλινών ανά κάτοικο, τόσο μικρότερη είναι η τρωτότητα. Συγκεκριμένα, οι τιμές των δεικτών κανονικοποιήθηκαν στην κλίμακα 5-0 με βάση τη θέση τους σε σχέση με την αντίστοιχη ευρωπαϊκή μέση τιμή (πάνω / κάτω από τη μέση τιμή).

Η αξία του δείκτη κοινωνικής ευπάθειας, V_{social} , για την περίπτωση του Δήμου Περιστερίου είναι **2.9** βάσει της Εξίσωσης 4, η οποία στην κλίμακα 0-5 (Πίνακας 1) θεωρείται ως "**Μέτρια**" τρωτότητα. Οι αντίστοιχες τιμές για καθέναν από τους προαναφερθέντες δείκτες παρουσιάζονται παρακάτω.

Πίνακας1: Κοινωνικό-οικονομικοί Δείκτες

Κοινωνικός Δείκτης	Απόλυτος Αριθμός	Ποσοστό	Μέση Τιμή ΕΕ %	Κανονικοποιημένη Τιμή
Πληθυσμός ηλικίας<9 &>70– Δήμος Περιστερίου	30663	21.9	23.3	1.9
Πληθυσμός με χαμηλό μορφωτικό επίπεδο – Δήμος Περιστερίου	44829	41.2	32.2	3.2
Ποσοστό Φτώχειας– Ελλάδα	-	35.6	24	3.7
Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν (% του ΜΟ της ΕΕ) - Περιφέρεια Αττικής	-	76	100	3.4
Πληθυσμός με χρόνιες Παθήσεις (%) - Ελλάδα	-	44.5	45.5	2.4
Διαθέσιμες νοσοκομειακές κλίνες ανά 100,000 κατοίκους – Περιφέρεια Αττικής	513	-	515	2.5

2 Τάσεις ιστορικών κλιματικών δεδομένων και μελλοντικές προβλέψεις κλιματικής αλλαγής

2.1 Ανάλυση των ιστορικών κλιματικών συνθηκών

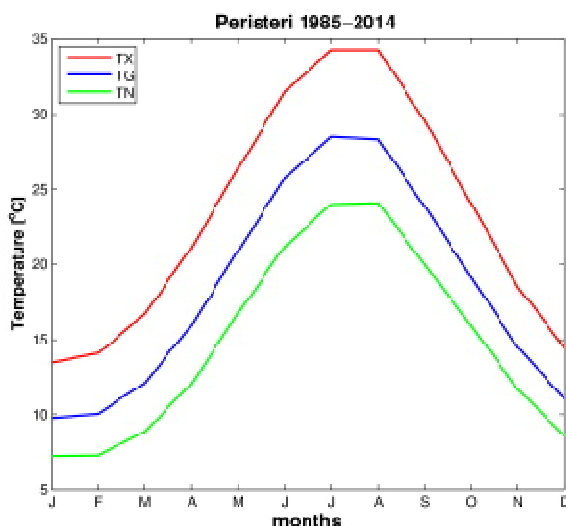
Οι ιστορικές κλιματολογικές συνθήκες του Περιστερίου, από άποψη θερμοκρασίας και βροχόπτωσης, είναι σημαντικές προκειμένου να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με την ευπάθειά του δήμου στην αλλαγή του κλίματος.

Οι επιλεγμένοι μετεωρολογικοί σταθμοί που βρίσκονται κοντά στο δήμο θεωρούνται αντιπροσωπευτικοί της περιοχής μελέτης, παρέχοντας συνεχείς και αξιόπιστες χρονοσειρές θερμοκρασίας και υετού. Τα ημερήσια κλιματολογικά αρχεία αναλύονται για την περίοδο 1985 έως 2014.

2.1.1 Θερμοκρασία

2.1.1.1 Μέσος ετήσιος κύκλος

Το παρακάτω σχήμα παρουσιάζει τον μέσο ετήσιο κύκλο της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας αέρα (ελάχιστη-TN, μέση-TG και μέγιστη-TX), για την περίοδο των 30 ετών. Παρατηρείται ένας σαφής εποχιακός κύκλος, χαρακτηριστικός του μεσογειακού κλίματος, με χειμερινά ελάχιστα από τον Δεκέμβριο έως τον Φεβρουάριο και τα μέγιστα του καλοκαιριού κατά τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο.



Εικόνα 1: Παρατηρούμενες μηνιαίες μέσες θερμοκρασίες αέρα στο σταθμό Περιστερίου για την περίοδο 1985-2014. Η κόκκινη, μπλε και πράσινη καμπύλη απεικονίζουν τη μέγιστη, τη μέση και την ελάχιστη θερμοκρασία αντίστοιχα.

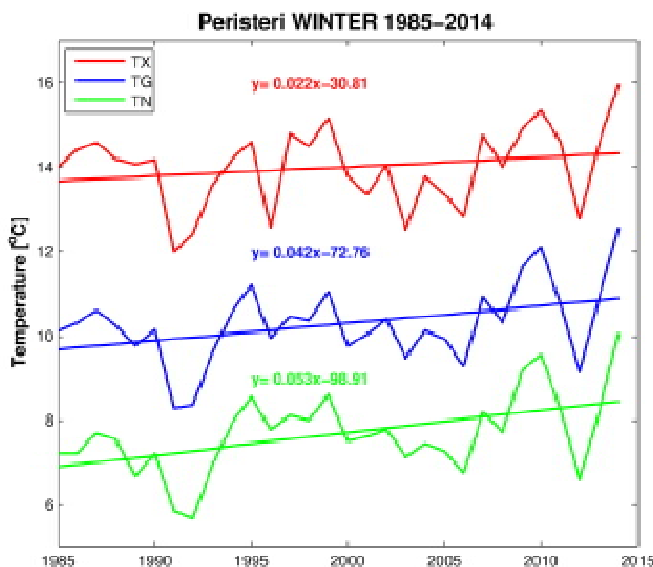
Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, η μέση μέγιστη θερμοκρασία στο Περιστερί είναι 34°C, ενώ η μέση ελάχιστη είναι 24°C. Κατά τους χειμερινούς μήνες η μέση θερμοκρασία του αέρα είναι περίπου 10°C, η ελάχιστη είναι περίπου 7°C και η μέγιστη περίπου 14°C.

2.1.1.2 Εποχιακές διακυμάνσεις

Χρησιμοποιώντας δεδομένα παρατήρησης των τελευταίων 30 χρόνων, παρατηρείται μια αυξανόμενη τάση στη θερμοκρασία, με την ελάχιστη να παρουσιάζει τους μεγαλύτερους ρυθμούς αύξησης σε όλες τις εποχές. Η ελάχιστη θερμοκρασία έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς αντικατοπτρίζει τον αντίκτυπο της αστικής θερμικής νησίδας στην πόλη.

Χειμώνας

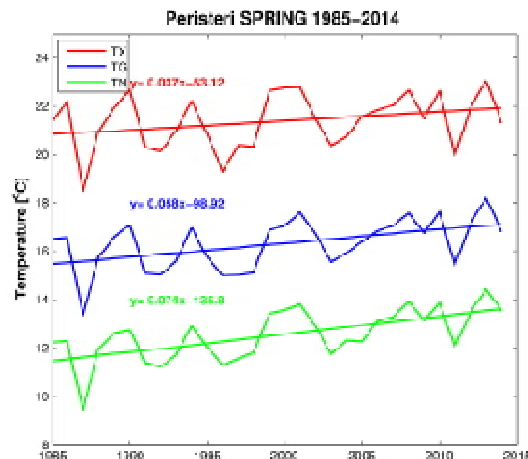
Μια αυξανόμενη τάση στη θερμοκρασία του χειμώνα (Εικόνα 2) παρατηρείται στο σταθμό του Περιστερίου με την ελάχιστη και μέση να επηρεάζονται περισσότερο (παρατηρείται αύξηση κατά 0,53°C και 0,42°C ανά δεκαετία, αντίστοιχα) σε σχέση με τη μέγιστη (παρατηρείται αύξηση κατά 0,22°C ανά δεκαετία). Κατά τη διάρκεια της περιόδου των 30 ετών, η μέση μέγιστη θερμοκρασία αυξήθηκε κατά 0,7°C, ενώ η μέση και η ελάχιστη κατά περίπου 1,5°C.



Εικόνα 2: Μέσες ετήσιες χειμερινές θερμοκρασίες στο σταθμό του Περιστερίου κατά την περίοδο 1985-2014. Οι κόκκινες, μπλε και πράσινες καμπύλες απεικονίζουν τη μέγιστη, μέση και ελάχιστη θερμοκρασία.

Άνοιξη

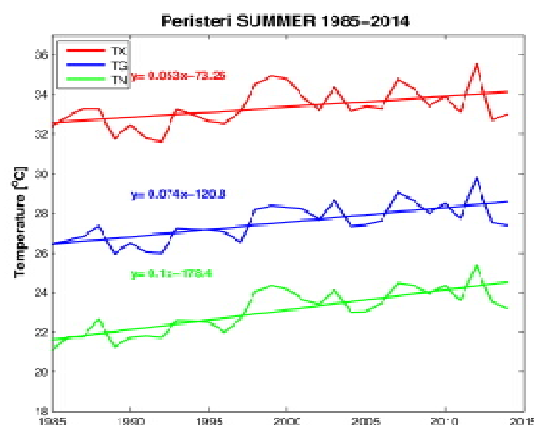
Οι ρυθμοί θέρμανσης την άνοιξη στο Περιστερί (Εικόνα 3) είναι σημαντικοί, πιο συγκεκριμένα παρατηρείται αύξηση κατά $1,1^{\circ}\text{C}$, $1,7^{\circ}\text{C}$ και $2,2^{\circ}\text{C}$ για την περίοδο των 30 ετών για τη μέγιστη, μέση και ελάχιστη θερμοκρασία αντίστοιχα.



Εικόνα 3: Μέσες ετήσιες θερμοκρασίες την άνοιξη στο σταθμό του Περιστερίου κατά την περίοδο 1985-2014. Οι κόκκινες, μπλε και πράσινες καμπύλες απεικονίζουν τη μέγιστη, μέση και ελάχιστη θερμοκρασία.

Καλοκαίρι

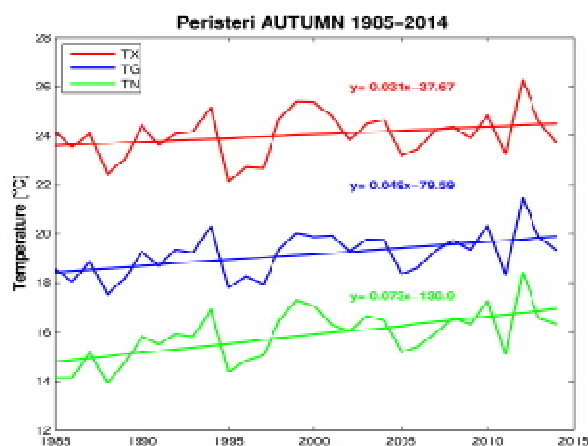
Σημαντική αύξηση των ετήσιων θερμοκρασιών του καλοκαιριού παρατηρείται στο Περιστερί (Εικόνα 4), με τον ρυθμό θέρμανσης να φτάνει τον $1^{\circ}\text{C}/\text{δεκαετία}$ όσον αφορά την ελάχιστη θερμοκρασία. Οι αντίστοιχες τιμές για τη μέση και μέγιστη είναι $0,74^{\circ}\text{C}$ και $0,53^{\circ}\text{C}$, αντίστοιχα



Εικόνα 4: Μέσες ετήσιες θερμοκρασίες του καλοκαιριού στο σταθμό του Περιστερίου κατά την περίοδο 1985-2014. Οι κόκκινες, μπλε και πράσινες καμπύλες απεικονίζουν τη μέγιστη, μέση και ελάχιστη θερμοκρασία.

Φθινόπωρο

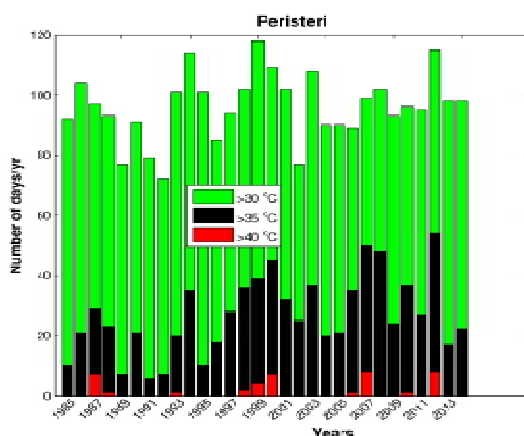
Η τάση θέρμανσης κατά το φθινόπωρο για την περίοδο μελέτης στο σταθμό του Περιστερίου (Εικόνα 5) κυμαίνεται μεταξύ 0,31°C(μέγιστη), 0,49°C (μέση)ως και 0,73°C (ελάχιστη) ανά δεκαετία. Τη μεγαλύτερη αύξηση κατά 2,2°Cκαθ'όλη τη διάρκεια της μελέτης παρουσιάζει ελάχιστη θερμοκρασία.



Εικόνα 5: Μέσες ετήσιες φθινοπωρινές θερμοκρασίες στο σταθμό του Περιστερίου κατά την περίοδο 1985-2014. Οι κόκκινες, μπλε και πράσινες καμπύλες απεικονίζουν τη μέγιστη, μέση και ελάχιστη θερμοκρασία.

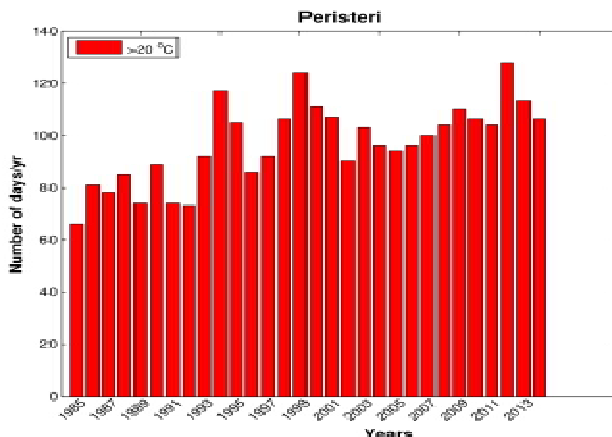
2.1.1.3 Ακραίες θερμοκρασίες

Όσον αφορά τις ακραίες θερμοκρασίες στον Δήμο Περιστερίου, το παρακάτω σχήμα παρουσιάζει τον ετήσιο αριθμό ημερών όπου η μέγιστη θερμοκρασία υπερβαίνει τους 30°C, 35°C και 40°C στο Περιστερί (Εικόνα 6) και κυμαίνεται μεταξύ 72 και 118, 6-54 και 0-8, αντίστοιχα. Φαίνεται ότι υπάρχει μια αυξανόμενη τάση στον αριθμό ημερών με θερμοκρασίες άνω των 35°C



Εικόνα 6: Ετήσιος αριθμός ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών άνω των 30°C (πράσινες ράβδοι), 35°C (μαύρες ράβδοι) και 40°C (κόκκινες ράβδοι), στο σταθμό του Περιστερίου κατά την περίοδο 1985-2014.

Στην Εικόνα 7, εμφανίζεται ο ετήσιος αριθμός ημερών με ελάχιστη θερμοκρασία άνω των 20°C. Για το Περιστερί το εύρος κυμαίνεται από 66 έως 128 ημέρες για την περίοδο 1985-2014. Η αυξανόμενη τάση είναι περίπου 1,3 ημέρες / έτος που δείχνει αύξηση περίπου 40 ημερών στο τέλος της περιόδου των 30 ετών.

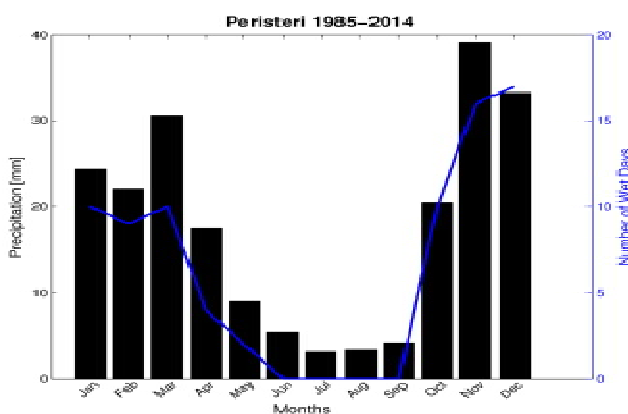


Εικόνα 7: Ετήσιος αριθμός ημερών με ελάχιστη θερμοκρασία άνω των 20°C, στο σταθμό του Περιστερίου κατά την περίοδο 1985-2014.

2.1.2 Βροχόπτωση

2.1.2.1 Μέσος ετήσιος κύκλος

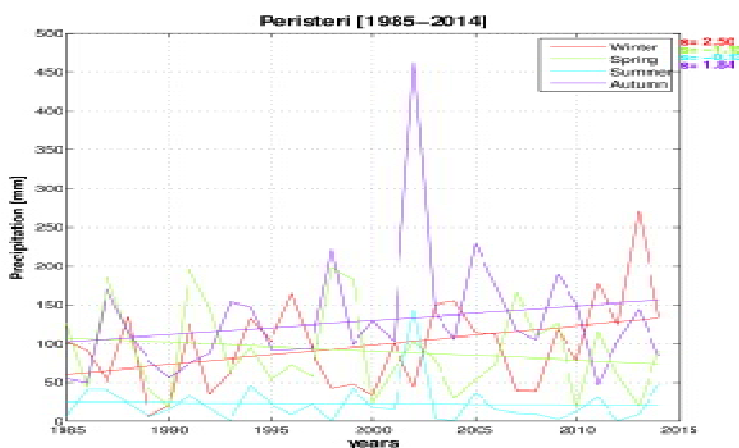
Τα μηνιαία επίπεδα βροχόπτωσης είναι χαμηλά στο σταθμό του Περιστερίου και φτάνουν λιγότερο από 10 mm, από το Μάιο έως το Σεπτέμβριο (Εικόνα 8). Ακόμα, οι υγρές ημέρες (ημέρες με βροχόπτωση μεγαλύτερη του 1mm) φτάνουν σχεδόν μηδέν καθ' όλη τη διάρκεια του καλοκαιριού. Η περίοδος των βροχών ξεκινά τον Οκτώβριο και τελειώνει τον Απρίλιο, φτάνοντας σε υψηλά επίπεδα τον Νοέμβριο (περίπου 40 mm).



Εικόνα 8: Μηνιαία κατανομή της βροχόπτωσης για την περίοδο 1985-2014 (μαύρες ράβδοι) και αριθμός υγρών ημερών ανά μήνα (μπλε καμπύλη) για το σταθμό του Περιστερίου

2.1.2.2 Εποχιακές διακυμάνσεις

Στην Εικόνα 9 παρουσιάζονται οι εποχιακές τάσεις της συνολικής ετήσιας βροχόπτωσης κατά την περίοδο 1985-2014. Από το σχήμα είναι προφανές ότι η χειμερινή συνολική βροχόπτωση έχει αυξηθεί κατά την περίοδο των 30 ετών κατά 75 mm. Η άνοιξη παρουσιάζει μια μείωση περίπου 35 mm μέχρι το τέλος της περιόδου μελέτης. Το καλοκαίρι δεν παρουσιάζει στατιστική σημαντική τάση ενώ το φθινόπωρο δείχνει μια αύξηση περίπου 55,2 mm.



Εικόνα 9: Εποχιακή τάση της συνολικής βροχόπτωσης κατά την περίοδο 1985-2014 για το Περιστέρι. Οι χρωματιστοί αριθμοί στη δεξιά πλευρά δείχνουν τις υπολογιζόμενες κλίσεις για κάθε μία από τις εποχές.

2.1.2.3 Έντονη βροχόπτωση

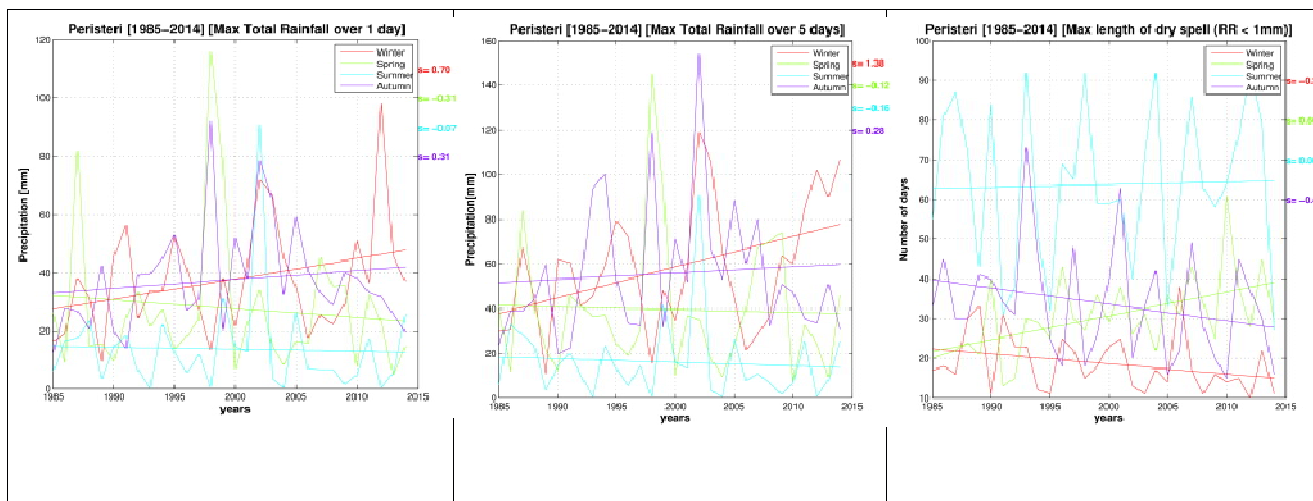
Η Εικόνα 10 παρουσιάζει τα αποτελέσματα σχετικά με τους δείκτες ακραίων βροχοπτώσεων ανά εποχή κατά την περίοδο 1985-2014. Η ετήσια μέγιστη εποχιακή βροχόπτωση για 1 ημέρα εμφανίζεται στο αριστερό πλαίσιο. Αναλόγως την εποχή, ο δείκτης παρουσιάζει τόσο αυξανόμενες όσο και φθίνουσες τάσεις κατά την περίοδο των 30 ετών. Η υψηλότερη τάση (0,7) εμφανίζεται τον χειμώνα, υποδηλώνοντας αύξηση περίπου 21 mm στο τέλος της περιόδου μελέτης. Επιπλέον, την άνοιξη και το φθινόπωρο υπολογίζονται αντίθετες τάσεις του ίδιου δείκτη. Συγκεκριμένα, η τάση μειώνεται την άνοιξη (-0,31) και αυξάνεται το φθινόπωρο (0,31). Η αλλαγή και στις δύο εποχές είναι περίπου 9,3 mm στο τέλος της περιόδου μελέτης.

Στο μεσαίο πλαίσιο εμφανίζονται τα αποτελέσματα σχετικά με την ετήσια μέγιστη εποχιακή βροχόπτωση σε διάστημα 5 ημερών. Η υψηλότερη κλίση (1,38) εμφανίζεται και πάλι το χειμώνα, δείχνοντας αύξηση περίπου 41 mm στο τέλος της περιόδου των 30 ετών. Επιπλέον, μια χαμηλότερη κλίση (0,28) εμφανίζεται το φθινόπωρο (περίπου 8 mm) ενώ μικρές αλλαγές ή καθόλου αλλαγές εμφανίζονται για τις υπόλοιπες σεζόν.

Στο δεξί πλαίσιο εμφανίζονται τα αποτελέσματα σχετικά με το μέγιστο ετήσιο διάστημα με βροχόπτωση μικρότερη από 1 mm (ξηρή περίοδος). Μια θετική κλίση περίπου 0,60 (αύξηση περίπου 18 ημερών έως το τέλος της περιόδου των 30 ετών) υπολογίζεται την άνοιξη, ενώ οι αρνητικές κλίσεις περίπου -0,25 (-7,5 ημέρες

έως το τέλος της περιόδου 30 ετών) και -0,4 (-12 ημέρες έως το τέλος της περιόδου των 30 ετών) υπολογίζονται το χειμώνα και το φθινόπωρο αντίστοιχα.

Τέλος, όσον αφορά τους δείκτες έντονης βροχόπτωσης και πολύ έντονης βροχόπτωσης, δηλαδή ο αριθμός ημερών (ανά σεζόν) με βροχόπτωση μεγαλύτερη των 10 και 20 mm αντίστοιχα, δεν υπολογίζονται στατιστικές σημαντικές τάσεις (δεν παρουσιάζεται).



Εικόνα 10: Εποχιακές τάσεις για την ετήσια μέγιστη συνολική βροχόπτωση πάνω από 1 ημέρα (αριστερό πλαίσιο), για την ετήσια μέγιστη συνολική βροχόπτωση άνω των 5 ημερών (μεσαίο πλαίσιο) και για την ετήσια μέγιστη διάρκεια ημερών με βροχόπτωση <1mm (δεξί πλαίσιο) κατά την περίοδο 1985- 2014. Οι χρωματιστοί αριθμοί στη δεξιά πλευρά δείχνουν τις υπολογιζόμενες κλίσεις για κάθε μία από τις εποχές.

2.2 Μελλοντικές προβλέψεις

Για τη μελέτη μελλοντικών τάσεων των κλιματικών δεικτών, πραγματοποιήθηκε μια εκτεταμένη αξιολόγηση των αποτελεσμάτων τεσσάρων σύγχρονων περιοχικών κλιματικών μοντέλων (RCM) που αναπτύχθηκαν στο πλαίσιο της πρωτοβουλίας EURO-CORDEX. Τα αποτελέσματα των RCMs αξιολογήθηκαν έναντι των παραμετροποιημένων δεδομένων της E-OBS (v17) για την περίοδο 1971-2000 καθώς και με δεδομένα παρατήρησης.

Με βάση την ανάλυση, τα αποτελέσματα του μοντέλου με τη λιγότερη μεροληψία χρησιμοποιήθηκε για τις μελλοντικές προβλέψεις. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε το MPI-ESM-LR / RCA4 RCA4, που αναπτύχθηκε από το Σουηδικό Μετεωρολογικό και Υδρολογικό Ινστιτούτο (SMHI) (Stranberg et al., 2014a,b) και βασίζεται στο μοντέλο του Ινστιτούτου Μετεωρολογίας Max Planck (MPI-ESM-LR) (Pope et al., 2013).

Οι τάσεις των δεικτών υπολογίστηκαν για την περίοδο 1971-2100 (περίοδος αναφοράς 1971-2000) με βάση δύο τα δυο ευρέως χρησιμοποιούμενα μελλοντικά σενάρια εκπομπών ΑΦΘ (Representative Concentration Pathways - RCP), δηλαδή τα RCP4.5 και RCP8.5, τα οποία παρουσιάζονται στις προσομοιώσεις μετά το 2005.

ΣΕΝΑΡΙΑ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΦΘ

Παρακάτω γίνεται μια αναφορά στα δυο μελλοντικά σενάρια εκπομπών ΑΦΘ που χρησιμοποιήθηκαν στις μελλοντικές προβλέψεις:

- **RCP4.5: Σταθεροποίηση των επιπέδων ΑΦΘ, με πολιτικές μετριασμού**

Το RCP4.5 είναι ένα σενάριο σταθεροποίησης που υποθέτει ότι οι παγκόσμιες ετήσιες εκπομπές ΑΦΘ κορυφώνονται γύρω στο 2040 και στη συνέχεια μειώνονται, οδηγώντας σε ακτινοβολία 4,5 W/m² το έτος 2100. Το σενάριο αυτό προϋποθέτει την επιβολή πολιτικών μετριασμού των εκπομπών.

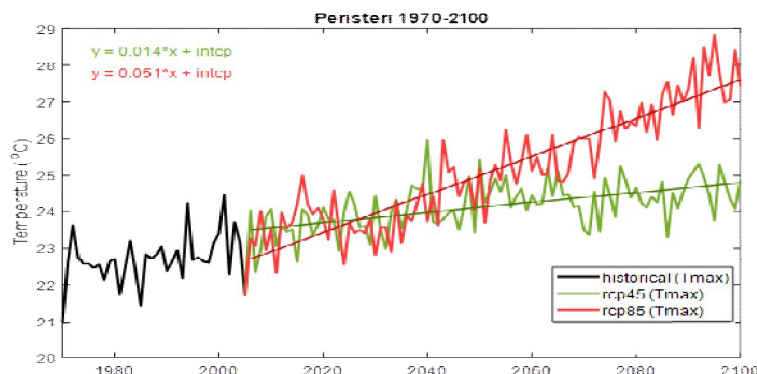
- **RCP8.5 Αύξηση των επιπέδων ΑΦΘ, χωρίς πολιτικές μετριασμού**

Το RCP8.5 είναι ένα λεγόμενο σενάριο «βασικής γραμμής» που δεν περιλαμβάνει κανένα ειδικό στόχο μετριασμού του κλίματος. Οι εκπομπές ΑΦΘ και οι συγκεντρώσεις σε αυτό το σενάριο αυξάνονται σημαντικά με την πάροδο του χρόνου, οδηγώντας σε ακτινοβολία 8,5 W/m² στα τέλη του αιώνα.

2.2.1 Θερμοκρασία

2.2.1.1 Μέγιστη θερμοκρασία

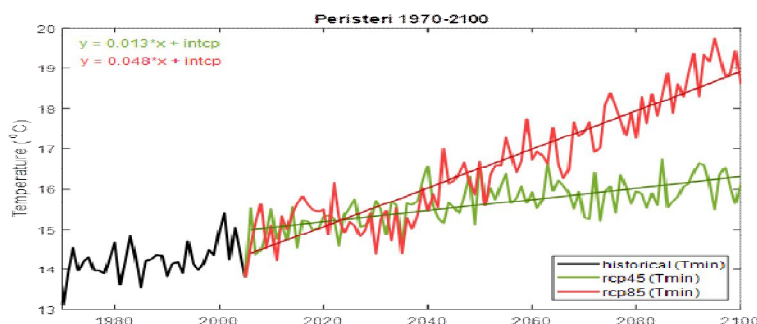
Στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 11) φαίνονται τα αποτελέσματα σχετικά με τις ημερήσιες μέγιστες θερμοκρασίες. Η μέγιστη θερμοκρασία στο Περιστέρι παρουσιάζει αυξανόμενη τάση 0,14°C/δεκαετία, με αποτέλεσμα αύξηση 1,1°C έως 2100, σύμφωνα με το σενάριο RCP4.5. Όσον αφορά το σενάριο RCP8.5, η μέγιστη θερμοκρασία αυξάνεται κατά 0,51°C/δεκαετία.



Εικόνα 11: Οι μελλοντικές τάσεις της μέγιστης θερμοκρασίας για το Περιστερί με βάση τα σενάρια RCP4.5 (πράσινη γραμμή) και RCP8.5 (κόκκινη γραμμή). Η μαύρη γραμμή αντιπροσωπεύει την περίοδο αναφοράς.

2.2.1.2 Ελάχιστη θερμοκρασία

Η Εικόνα 12 παρουσιάζει τις μελλοντικές τάσεις της ελάχιστης θερμοκρασίας στο Περιστερί. Στο σενάριο RCP4.5 η ελάχιστη θερμοκρασία παρουσιάζει μια αυξανόμενη τάση 0,13°C/δεκαετία, με αποτέλεσμα την αύξηση 1,0°C έως το 2100. Το σενάριο RCP8.5 φαίνεται να οδηγεί σε αύξηση 0,48°C/δεκαετία.



Εικόνα 12: Οι μελλοντικές τάσεις της ελάχιστης θερμοκρασίας για το Περιστερί με βάση τα σενάρια RCP4.5 (πράσινη γραμμή) και RCP8.5 (κόκκινη γραμμή). Η μαύρη γραμμή αντιπροσωπεύει την ιστορική περίοδο.

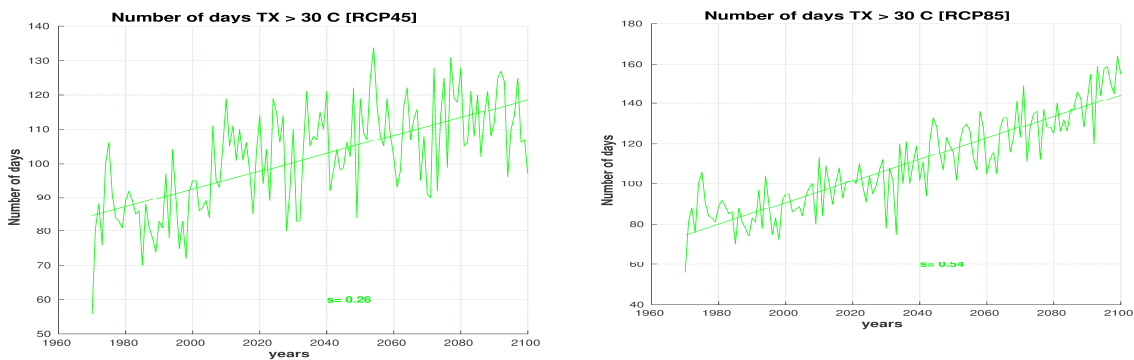
2.2.1.3 Ακραίοι δείκτες θερμοκρασίας

Στις παρακάτω εικόνες (Εικόνα 13 έως Εικόνα 16) παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για τον μέσο ετήσιο αριθμό ημερών με μέγιστη θερμοκρασία μεγαλύτερη από 30°C, 35°C και 40°C, καθώς και ο μέσος ετήσιος αριθμός ημερών με ελάχιστη θερμοκρασία υψηλότερη από 20°C και στα δύο μελλοντικά σενάρια εκπομπών.

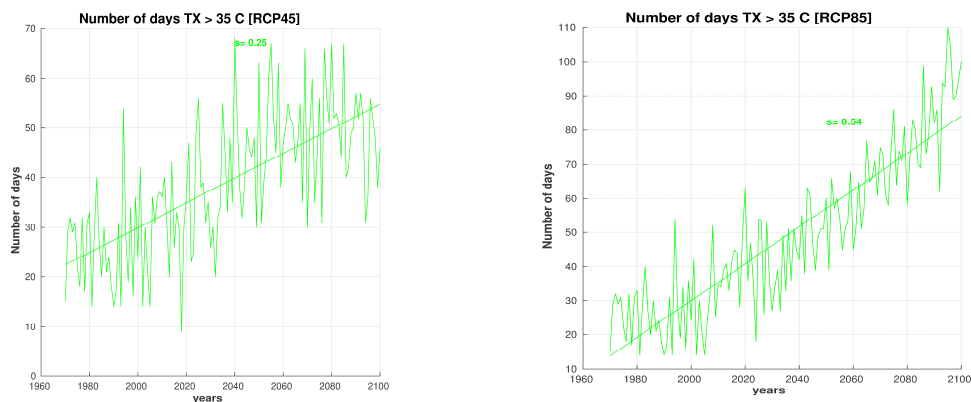
Όσον αφορά τον πρώτο δείκτη, τα αποτελέσματα δείχνουν τάση 0,26 ημέρες/έτος σύμφωνα με το RCP4.5 (Εικόνα 13, αριστερό πλαίσιο). Αυτό οδηγεί σε περίπου 34 επιπλέον ημέρες στο τέλος του αιώνα. Σύμφωνα με το RCP8.5 (Εικόνα 13, δεξί πλαίσιο) η τάση γίνεται πιο απότομη (0,56), υποδεικνύοντας περίπου 70 επιπλέον ημέρες μέχρι το τέλος του αιώνα.

Για τον μέσο ετήσιο αριθμό ημερών με μέγιστη θερμοκρασία υψηλότερη από 35°C, στο RCP 4.5 (Εικόνα 14, αριστερό πλαίσιο) ο δείκτης παρουσιάζει τάση περίπου 0,25 που δείχνει περίπου 32 επιπλέον ημέρες μέχρι τα τέλη του αιώνα. Σύμφωνα με το RCP8.5 (Εικόνα 14, δεξί πλαίσιο) η τάση γίνεται πιο απότομη (0,54), οδηγώντας σε περίπου 70 επιπλέον ημέρες μέχρι το τέλος του αιώνα. Για τον μέσο ετήσιο αριθμό ημερών με μέγιστη θερμοκρασία υψηλότερη από 40°C, στο RCP 4.5 (Εικόνα 15, αριστερό πλαίσιο) υπολογίζεται μια τάση κάτω από 0,1, υποδεικνύοντας περίπου 6 επιπλέον ημέρες μέχρι το τέλος του αιώνα, ενώ στο RCP8.5 (Εικόνα 15, δεξί πλαίσιο) η κλίση υπολογίζεται στα 0,22, οδηγώντας σε περίπου 28 επιπλέον ημέρες μέχρι το τέλος του αιώνα.

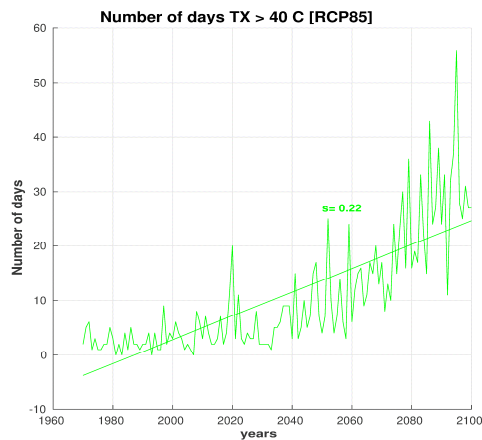
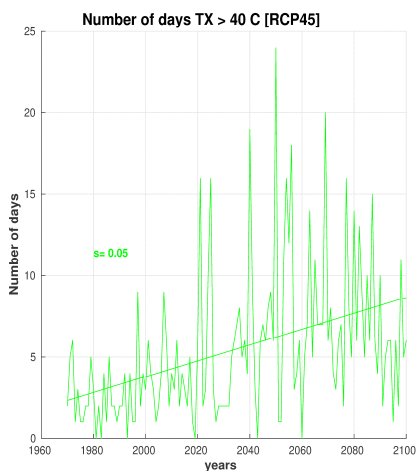
Τέλος, σχετικά με τον μέσο ετήσιο αριθμό ημερών με ελάχιστη θερμοκρασία υψηλότερη από 20°C, στο RCP 4.5 (Εικόνα 16, αριστερό πλαίσιο) υπολογίζεται μια τάση 0,3 που δείχνει περίπου 40 επιπλέον ημέρες μέχρι το τέλος του αιώνα, ενώ στο RCP8.5 (Εικόνα 16, δεξί πλαίσιο) η τάση γίνεται πιο απότομη (0,6), υποδεικνύοντας περίπου 79 επιπλέον ημέρες μέχρι το τέλος του αιώνα.



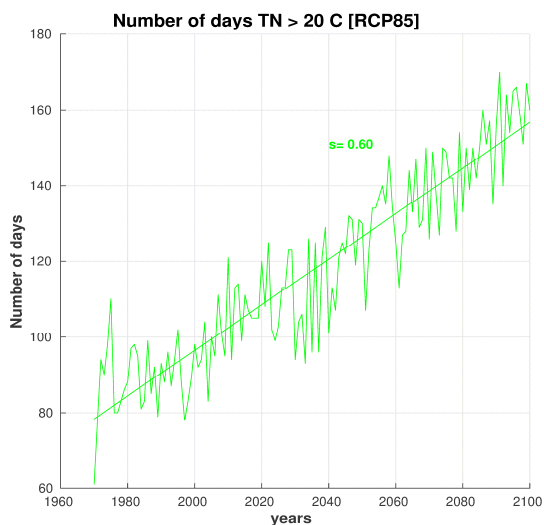
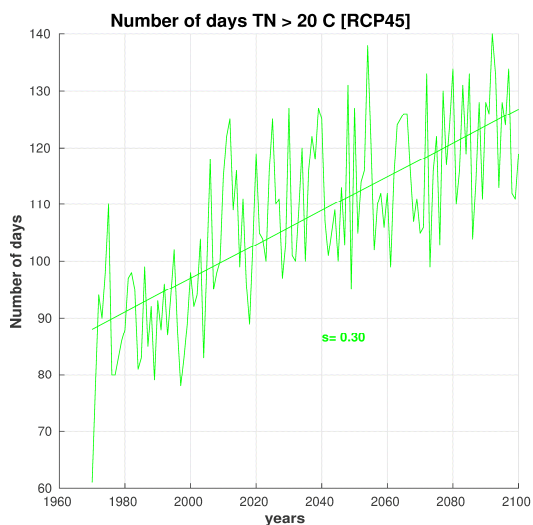
Εικόνα 13: Μέσος ετήσιος αριθμός ημερών με μέγιστη θερμοκρασία μεγαλύτερη από 30°C για το Περιστέρι με βάση τα σενάρια RCP4.5 (αριστερό πλαίσιο) και RCP8.5 (δεξί πλαίσιο). Οι αριθμοί δείχνουν τις υπολογιζόμενες κλίσεις.



Εικόνα 14: Μέσος ετήσιος αριθμός ημερών με μέγιστη θερμοκρασία μεγαλύτερη από 35°C για το Περιστέρι με βάση τα σενάρια RCP4.5 (αριστερό πλαίσιο) και RCP8.5 (δεξί πλαίσιο). Οι αριθμοί δείχνουν τις υπολογιζόμενες κλίσεις.



Εικόνα 15: Μέσος ετήσιος αριθμός ημερών με μέγιστη θερμοκρασία μεγαλύτερη από 40°C για το Περιστερί με βάση τα σενάρια RCP4.5 (αριστερό πλαίσιο) και RCP8.5 (δεξί πλαίσιο). Οι αριθμοί δείχνουν τις υπολογιζόμενες κλίσεις.

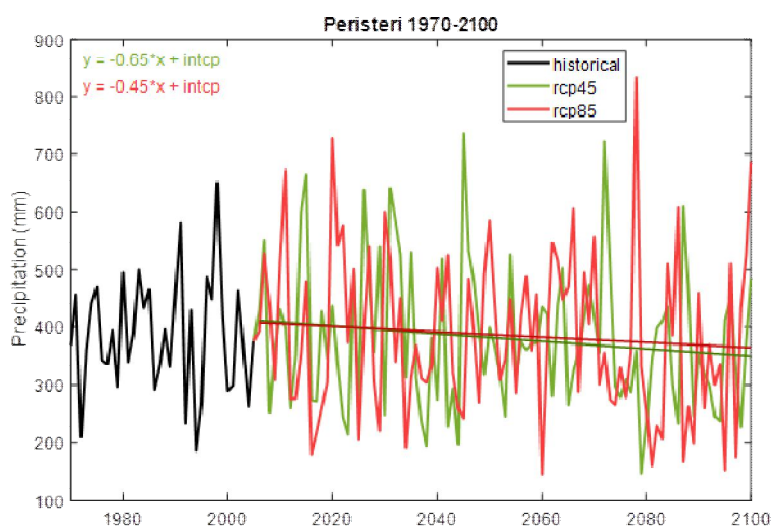


Εικόνα 16: Μέσος ετήσιος αριθμός ημερών με ελάχιστη θερμοκρασία μεγαλύτερη από 20°C για το Περιστερί με βάση τα σενάρια RCP4.5 (αριστερό πλαίσιο) και RCP8.5 (δεξί πλαίσιο). Οι αριθμοί δείχνουν τις υπολογιζόμενες κλίσεις.

2.2.2 Βροχόπτωση

2.2.2.1 Ετήσια βροχόπτωση

Στην Εικόνα 17 παρουσιάζονται οι μελλοντικές προβλέψεις για τη συνολική ετήσια βροχόπτωση. Και τα δύο σενάρια δείχνουν μια φθίνουσα τάση για το Περιστερί. Στο σενάριο RCP4.5 η βροχόπτωση παρουσιάζει μείωση 6,5 mm/δεκαετία, ενώ για το RCP8.5 η μείωση είναι 4,5 mm/δεκαετία. Αυτά τα ποσοστά οδηγούν σε ετήσια μείωση περίπου 55 mm και 40 mm αντίστοιχα έως το 2100.



Εικόνα 17: Μελλοντική διακύμανση της συνολικής ετήσιας βροχόπτωσης στον Δήμο Περιστερίου

3. Αξιολόγηση επιπτώσεων

3.1. Διαθεσιμότητα νερού και ξηρασία

Για την εκτίμηση των επιπτώσεων της διαθεσιμότητας ύδατος υπό την αλλαγή του κλίματος χρησιμοποιήθηκαν διάφοροι κοινώς αποδεκτοί δείκτες, όπως ο Δείκτης Εκμετάλλευσης Νερού (WEI) και ο Τυποποιημένος Δείκτης Κατακρήμνισης-Εξατμοδιαπνοής (SPEI). Αυτοί οι δείκτες χρησιμοποιούνται γενικά για την παρουσίαση της τρέχουσας κατάστασης όσον αφορά τη διαθεσιμότητα νερού, αλλά για τους σκοπούς της μελέτης αυτής, χρησιμοποιήθηκαν κλιματολογικές προβολές των βροχοπτώσεων για την απεικόνιση της μελλοντικής διαθεσιμότητας νερού. Συγκεκριμένα, προβολές για τις βροχοπτώσεις χρησιμοποιήθηκαν για δύο διαφορετικές χρονικές περιόδους (2031-2060 & 2071-2100) και σενάρια κλιματικής αλλαγής (RCP4.5 & RCP8.5), που παρήχθησαν στο πλαίσιο της Δράσης C2 "Simulation of current climate and projection of future changes in climate" του έργου LIFE UrbanProof.

Οι αστικοί δήμοι δεν τροφοδοτούνται συνήθως με νερό που προέρχεται από πηγές στα όρια των δήμων, κυρίως επειδή το νερό δεν επαρκεί για να καλύψει τη ζήτηση. Συνεπώς, η διαθεσιμότητα ύδατος στο πλαίσιο της τρέχουσας αξιολόγησης πραγματοποιείται στο ευρύτερο επίπεδο διαχείρισης λεκάνης απορροής ποταμού όπου βρίσκονται οι κύριες πηγές εφοδιασμού του δήμου Περιστερίου. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης αναφέρονται στο σύνολό του δήμου, δεδομένου ότι η υδροδότηση παρέχεται σε κεντρικό επίπεδο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τις αρμόδιες αρχές για να διερευνηθεί εάν θα χρειαστεί δράση προσαρμογής, π.χ. για την προώθηση μέτρων εξοικονόμησης νερού ή / και για την αύξηση της παροχής νερού. Οι δείκτες επικινδυνότητας και κινδύνου που χρησιμοποιούνται για την περιγραφή της επίδρασης της αλλαγής του κλίματος στους υδάτινους πόρους παρουσιάζονται ως εξής:

- **Διαθεσιμότητα Νερού:** Αυτός ο δείκτης προσδιορίζει την πίεση που προκαλείται από την περιορισμένη διαθεσιμότητα γλυκών υδάτων. Υπολογίζεται ως το άθροισμα των επιφανειακών και υπογείων υδάτινων πόρων που χρησιμοποιούνται για την παροχή πόσιμου νερού (βλέπε Κεφάλαιο 3.1.1).
- **Εκμετάλλευση Νερού:** Ο Δείκτης Εκμετάλλευσης Νερού (Water Exploitation Index, WEI) σχετίζεται με τη διαθεσιμότητα και τη χρήση νερού και συγκρίνει την ετήσια απόληψη/ζήτηση από υπόγειες και επιφανειακές πηγές προς τους συνολικούς ανανεώσιμους υδάτινους πόρους (βλέπε Κεφάλαιο 3.1.2). Δεδομένου πως ο υπολογισμός αυτού του δείκτη βασίζεται στη διαθεσιμότητα του νερού, έχει αποφασιστεί πως μόνο ο δείκτης WEI θα χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση των επιπτώσεων, για να αποφεύγονται οι υπερεκτιμήσεις.
- **Ξηρασία:** Η ξηρασία στο πλαίσιο αυτής της μελέτης μετριέται με τη χρήση του Τυποποιημένου Δείκτη Κατακρήμνισης-Εξατμισοδιαπνοής (Standardized Precipitation Evapotranspiration Index, SPEI), ο οποίος αποτελεί ελαφρά τροποποίηση του Τυποποιημένου Δείκτη Κατακρήμνισης (Standardized Precipitation Index, SPI). Ο SPI ποσοτικοποιεί το έλλειμμα της βροχόπτωσης για να αποτυπώσει την επίπτωση της ξηρασίας στη διαθεσιμότητα των υδάτινων πόρων, ενώ ο SPEI λαμβάνει υπόψη τη δυνητική εξατμισοδιαπνοή εκτός από τις βροχοπτώσεις και ως εκ τούτου θεωρείται πιο κατάλληλος για την αξιολόγηση των επιπτώσεων της αλλαγής του κλίματος στους υδατικούς πόρους (βλέπε Κεφάλαιο 3.1.3).

Η αξιολόγηση των συνολικών επιπτώσεων στη διαθεσιμότητα νερού βασίστηκε στη σύνθεση των προαναφερθέντων δεικτών κινδύνου και επικινδυνότητας με τον δείκτη τρωτότητας. Ο μαθηματικός τύπος που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση των συνολικών επιπτώσεων στη διαθεσιμότητα νερού παρουσιάζεται ως εξής:

$$I_{water} = \left[\left(\frac{\sum I W}{n} \right) * V \right]^{1/2} \quad (Εξ.5)$$

Όπου I_{water} : Επίπτωση στη διαθεσιμότητα νερού

W: Υδατικός δείκτης

n: αριθμός των υδατικών δεικτών

Η επίπτωση (impact, I) υπολογίζεται σύμφωνα με την Εξίσωση 2, με την εξαίρεση ότι η έκθεση δεν λαμβάνεται υπόψη, καθώς δεν υπάρχει χωρική διαφοροποίηση ως προς την έκθεση πληθυσμού/υποδομών στον Δήμο, δηλαδή ο συνολικός πληθυσμός του Δήμου θεωρείται εξίσου εκτεθειμένος καθώς η διαχείριση της ύδρευσης γίνεται κεντρικά. Οι δείκτες κοινωνικής τρωτότητας που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του σύνθετου δείκτη κοινωνικής τρωτότητας στον τύπο της Επίπτωσης στη διαθεσιμότητα νερού είναι η ηλικία, η φτώχεια και η υγεία (βλ. Ενότητα 1.2). Στα τμήματα που ακολουθούν παρουσιάζονται λεπτομερείς πληροφορίες για τον υπολογισμό των επιμέρους δεικτών επικινδυνότητας και ρίσκου.

3.1.1. Διαθεσιμότητα Νερού

Αυτή η ενότητα αναφέρεται στην εκτίμηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στη διαθεσιμότητα νερού από υδάτινα σώματα που τροφοδοτούν με πόσιμο νερό τον Δήμο Περιστερίου. Το Περιστέρι τροφοδοτείται με πόσιμο νερό κυρίως από επιφανειακά ύδατα. Συγκεκριμένα, η κύρια τροφοδοσία του Δήμου Περιστερίου είναι ο Μόρνος και ο Εύηνος που βρίσκονται στην υδρολογική λεκάνη της Κεντρικής Ελλάδας (SSW, 2014). Για την εκτίμηση των εισροών στα υδάτινα αυτά σώματα, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα για τη μέση ετήσια βροχόπτωση για την περίοδο αναφοράς και για τις δύο μελλοντικές εξεταζόμενες περιόδους (2031-2060, 2071-2100) σε συνδυασμό με την περιοχή ανάντη της λεκάνης απορροής και τους συντελεστές απορροής κάθε υδάτινου σώματος (Πίνακας 4). Τα δεδομένα της βροχόπτωσης για την περίοδο αναφοράς προέρχονται από παρατηρήσεις μετεωρολογικών σταθμών ενώ για τις μελλοντικές περιόδους προέρχονται από τις προσομοιώσεις κλιματικών μοντέλων που παρείχε το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών. Οι συντελεστές απορροής χρησιμοποιήθηκαν στους μαθηματικούς τύπους για την προβολή της εισροής νερού στις μελλοντικές περιόδους με βάση τις προβολές για τις βροχοπτώσεις.

Εισροές =

Συντελεστής Απορροής $\times$ Έκταση Λεκάνης Απορροής Ποταμού (m²) $\times$ Μέση Ετήσια Κατακρήμνιση (mm)
(Εξ.6)

Πίνακας4: Προβολές βροχοπτώσης, συντελεστές απορροής και Περιοχές Λεκάνης Απορροής των κύριων Υδάτινων Σωμάτων

	Υδάτινα Σώματα	Συντελεστής Απορροής (1970-2000)	Έκταση ΛΑΠ (km ²) *	Μέση Ετήσια Κατακρήμνιση (mm)				
				1970-2000	2031-2060		2071-2100	
					RCP4.5	RCP 8.5	RCP4.5	RCP8.5
GR	Εύηνος	0.63	352	1197	1202	1035	1125	860
	Μόρνος	0.38	587	967	976	851	937	711

*(SSW, 2014)

Τα αποτελέσματα για την περιοχή της Ελλάδας παρουσιάζονται στον Πίνακα 5. Ειδικότερα για την περίπτωση των υδάτινων σωμάτων του Εύηνου και του Μόρνου, η εισροές νερού σύμφωνα με το σενάριο RCP8.5 παρουσιάζουν μείωση κατά 20-24% την περίοδο 2031-2060 και μείωση από 46-49% για την περίοδο 2071-2100, ενώ σύμφωνα με το RCP4.5 η μέγιστη αναμενόμενη μείωση είναι 11% για την περίοδο 2071-2100.

Πίνακας5: Ετήσια εισροή νερού στα υδάτινα σώματα εξαιτίας της βροχοπτώσης – Λεκάνη Κεντρικής Ελλάδας

Περίοδος	Υδάτινα Σώματα	Εισροές Νερού (hm ³)			Μεταβολή	
			RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5
1970-2000	Εύηνος	269				
	Μόρνος	252				
	Σύνολο	521				
2031-2060	Εύηνος		273	205	1.5%	-24.0%
	Μόρνος		263	202	4.5%	-19.7%
	Σύνολο		536	407	2.9%	-21.9%
2071-2100	Εύηνος		241	138	-10.6%	-48.8%
	Μόρνος		243	137	-3.4%	-45.7%
	Σύνολο		484	275	-7.1%	-47.3%

Αν ληφθεί υπόψη η πραγματική συμβολή κάθε υδάτινου σώματος στην παροχή πόσιμου νερού για την ευρύτερη περιοχή μελέτης περιπτώσεων (περιφέρεια Αττικής) σύμφωνα με το τρέχον σύστημα διαχείρισης του νερού (**Σφάλμα! Άγνωστη παράμετρος αλλαγής.**), υπολογίζεται η ετήσια διαθεσιμότητα για πόσιμο νερό στις περιοχές μελέτης είναι όπως φαίνεται στον Πίνακας7.

Πίνακας6: Συμβολή των υδάτινων σωμάτων στο πόσιμο νερό για τις περιοχές μελέτης

	Υδάτινα Σώματα	Συνεισφορά (%)
Λεκάνη Κεντρικής Ελλάδας, Ελλάδα (παροχή στην ευρύτερη Μητροπολιτική περιοχή της Αθήνας)	Εύηνος	81
	Μόρνος	83

Συγκεκριμένα, για την περίπτωση της Λεκάνης Κεντρικής Ελλάδας που τροφοδοτεί την ευρύτερη Μητροπολιτική περιοχή της Αθήνας με πόσιμο νερό, εκτιμάται η μείωση της διαθεσιμότητας πόσιμου νερού κατά 22% και 47% σύμφωνα με το σενάριοRCP8.5 για τις περιόδους 2031-2060 και 2071- 2100 αντίστοιχα, ενώ σύμφωνα με το σενάριοRCP4.5 δεν παρατηρούνται σημαντικές αλλαγές.

Πίνακας7: Μέση Ετήσια διαθεσιμότητα επιφανειακού νερού για ύδρευση – Λεκάνη Κεντρικής Ελλάδας

Περίοδος	Μέση Ετήσια διαθεσιμότητα επιφανειακού νερού για ύδρευση (hm ³)		Μεταβολή στη διαθεσιμότητα του πόσιμου νερού (%)	
	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5
1970-2000	429			
2031-2060	442	335	2.9%	-21.9%
2071-2100	399	226	-7.1%	-47.3%

3.1.2. Water Exploitation / Αξιοποίηση του νερού

Ο Δείκτης Αξιοποίησης Νερού (WEI) συσχετίζει την διαθεσιμότητα με την χρήση του νερού, και συγκρίνει την ετήσια απόληψη/ζήτηση νερού από το υπόγειους και επιφανειακούς υδάτινους πόρους με το σύνολο των ανανεούμενων υδάτινων πόρων. Πιο συγκεκριμένα, ο δείκτης WEI ορίζεται ως η αναλογία της ετήσιας απόληψης νερού, προς το σύνολο των διαθέσιμων πόρων γλυκού νερού. Οι τελευταίοι, υπολογίζονται, στο πλαίσιο της μελέτης αυτής, ως το άθροισμα της μέσης αποθήκευσης νερού στα εξεταζόμενα υδάτινα σώματα, με την συνολική ετήσια εισροή υδάτων στα υδάτινα σώματα, σύμφωνα με την εξίσωση:

$$WEI = \frac{\text{Συνολική ετήσια απόληψη ύδατος}}{\text{Μέση ετήσια αποθήκευση ύδατος} + \text{Συνολική ετήσια εισροή υδάτων}} \quad (\text{Εξ. 7})$$

Το επίπεδο αναφοράς του δείκτη WEI υπολογίζεται βάσει των διαθέσιμων δεδομένων ετήσιας εισροής υδάτων, υδροληψίας και αποθήκευσης νερού. Οι μελλοντικές υδροληψίες υπολογίζονται ετησίως, βάσει των μέσων τιμών υδροληψίας ανά κάτοικο για την περίοδο αναφοράς, πολλαπλασιαζόμενες με τον εκτιμώμενο μελλοντικό πληθυσμό σε δεδομένο έτος. Υπ' αυτή την έννοια, τα πρότυπα ζήτησης νερού μπορούν να θεωρηθούν σταθερά στις μελλοντικές περιόδους, ενώ η συνολική απόληψη νερού μεταβάλλεται αναλογικά προς τις πληθυσμιακές μεταβολές.

Μελλοντικές ετήσιες απολήψεις ύδατος =

Μέση απόληψη ύδατος κατ' άτομο × Εκτιμώμενος μελλοντικός πληθυσμός (Εξ. 8)

Ο πληθυσμός που λαμβάνεται υπόψη για τους υπολογισμούς, είναι αυτός ο οποίος εξυπηρετείται από το υπό μελέτη σύστημα παροχής πόσιμου νερού. Για παράδειγμα, στην περίπτωση του συστήματος της Κεντρικής Λεκάνης, ο πληθυσμός της περιοχής του Περιστερίου. Οι μελλοντικές εκτιμήσεις του πληθυσμού λαμβάνονται από τα στοιχεία της Eurostat (2018), και αναπτύσσονται βάσει συγκεκριμένων παραδοχών ως προς την γονιμότητα, την θνησιμότητα και το ισοζύγιο των μεταναστευτικών κινήσεων, με χρήση της κοορτικής μεθόδου. Λαμβάνοντας υπόψη ότι οι πληθυσμιακές εκτιμήσεις της Eurostat αφορούν αποκλειστικά σε εθνικό επίπεδο, η εκτίμηση της μεταβολής του πληθυσμού στην εξεταζόμενη περιοχή, προκύπτει μέσω της εφαρμογής των αντίστοιχων εθνικών τάσεων μεταβολής του πληθυσμού. Στον ακόλουθο πίνακα, παρουσιάζονται συνοπτικά τα πληθυσμιακά δεδομένα που χρησιμοποιούνται στην παρούσα μελέτη.

Πίνακας 8: Πληθυσμιακά δεδομένα των υπό μελέτη περιοχών και περιόδων (κατά μέσο όρο)

Περιοχή		1985-2015	2031-2060*	2071-2100*
Περιφέρεια Αττικής	Απόλυτος αριθμός	3,855,471	2,914,653	2,484,663
	% μεταβολή	-	-24%	-36%

* Βάσει πληθυσμιακών εκτιμήσεων διαθέσιμων σε εθνικό επίπεδο

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, ο πληθυσμός της Περιφέρειας Αττικής αναμένεται να μειωθεί σε ποσοστό 24% βραχυπρόθεσμα και 36% μακροπρόθεσμα.

Η εκτίμηση της ετήσιας μελλοντικής εισροής υδάτων στα υπό μελέτη υδάτινα σώματα, είναι διαθέσιμη στην ενότητα 3.1.1: Διαθεσιμότητα Νερού. Η μελλοντική αποθήκευση ύδατος υπολογίζεται σε ετήσια βάση, στηριζόμενη στα διαθέσιμα δεδομένα του πιο πρόσφατου παλαιότερου έτους, στα οποία προστίθεται το ετήσιο ισοζύγιο ύδατος. Το τελευταίο υπολογίζεται ως η διαφορά της ετήσιας εισροής ύδατος από την ετήσιες υδροληψίες. Οι αντίστοιχες εξισώσεις είναι οι ακόλουθες:

Αποθήκευση ύδατος_n = Αποθήκευση ύδατος_{n-1} + Ετήσιο ισοζύγιο ύδατος_n (Εξ. 9)

Ετήσιο ισοζύγιο υδατος = Ετήσια εισροή ύδατος – Ετήσια απόληψη ύδατος (Εξ.10)

Όπου η είναι το έτος για το οποίο υπολογίζεται η αποθήκευση νερού. Στην περίπτωση που ο υπολογισμός της αποθήκευσης νερού γίνεται αρνητικός, είτε λόγω μείωσης της εισροής ή / και λόγω αύξησης των αποσύρσεων,

η αποθήκευση θεωρείται μηδενική και η ζήτηση νερού θεωρείται ότι ικανοποιείται μόνο με την ετήσια εισροή. Στους πίνακες που ακολουθούν, τα αποτελέσματα της ανάλυσης για κάθε υδατικό σύστημα και συνολικά παρουσιάζονται ξεχωριστά για κάθε περιοχή. Για την περιφέρεια Αττικής (Πίνακας 9) ο δείκτης WEI που αναφέρεται στην περίοδο αναφοράς είναι υψηλός (94-96%) και για τους δύο ταμιευτήρες, ενώ σύμφωνα με το Αντιπροσωπευτικό Μονοπάτι Συγκέντρωσης 4.5, εκτιμάται μείωση του δείκτη WEI κατά 36-72% κατά τις δύο εξεταζόμενες μελλοντικές περιόδους. Σύμφωνα με το Αντιπροσωπευτικό Μονοπάτι Συγκέντρωσης 8.5, ο δείκτης WEI του ταμιευτήρα του Εύηνου θα αυξηθεί κατά 118%, ενώ εκτιμάται ελαφριά μείωση για τον ταμιευτήρα του Μόρνου. Σημειώνεται ότι, σύμφωνα με το Αντιπροσωπευτικό Μονοπάτι Συγκέντρωσης 8.5, τα υδατικά αποθέματα του ταμιευτήρα του Εύηνου αναμένεται να μειώνονται για αρκετά χρόνια και στις δύο εξεταζόμενες μελλοντικές περιόδους.

Πίνακας 9: Δείκτης WEI στην περιφέρεια Αττικής (σε hm^3)

Υδάτινο σώμα	Δείκτης	Περίοδος αναφοράς	2031-2060		2071-2100	
			RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5
Ταμιευτήρας Μόρνου (1985-2016)	Συνολική εισροή ύδατος	7,462	7,588	5,756	7,015	3,888
	Σύνολο υδροληψιών	7,475	5,528		4,283	
	Μέση αποθήκευση ύδατος	449	1,566	397	4,903	860
	WEI	94%	60%	90%	36%	90%
Ταμιευτήρας Εύηνου (2002-2016)	Συνολική εισροή ύδατος	3,795	7,721	5,825	6,803	3,923
	Σύνολο υδροληψιών	3,720	6,093		4,722	
	Μέση αποθήκευση ύδατος	62	750	41	3,357	82
	WEI	96%	72%	104%	46%	118%
Σύνολο	Συνολική εισροή ύδατος	11,256	15,309	11,582	13,818	7,811
	Σύνολο υδροληψιών	11,194	11,621		9,005	
	Μέση αποθήκευση	598	2,316	438	8,260	942

Υδάτινο σώμα	Δείκτης	Περίοδος αναφοράς	2031-2060		2071-2100	
			RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5
	ύδατος					
	WEI	94%	66%	97%	41%	103%

Οι τιμές του δείκτη WEI έχουν κανονικοποιηθεί σύμφωνα με την κλίμακα ταξινόμησης που παρουσιάζεται στον Πίνακα 10, προκειμένου να χρησιμοποιηθούν στην εκτίμηση των υδατικών επιπτώσεων.

Πίνακας 10: Ταξινόμηση των αποτελεσμάτων του δείκτη WEI

Εύρος	Κλάση
[0% - 30%)	1
[30% - 50%)	2
[50% - 70%)	3
[70% - 90%)	4
≥90%	5

Πίνακας 11: Κανονικοποιημένες τιμές δείκτη WEI

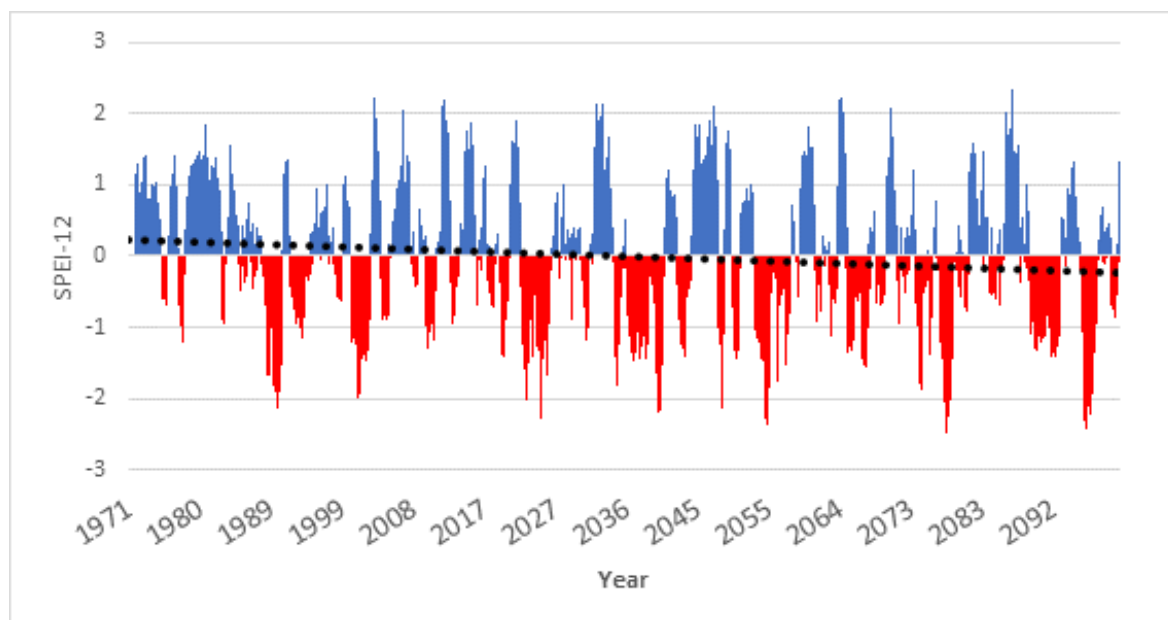
Περιοχή	Περίοδος αναφοράς	2031-2060		2071-2100	
		RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5
Περιφέρεια Αττικής	4.3	3.0	4.3	1.9	4.3

3.1.3. Droughts / Ξηρασία

Στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης, υπολογίστηκε ο Τυποποιημένος Δείκτης Κατακρίμνησης και Εξατμισοδιαπνοής (SPEI), χρησιμοποιώντας δεδομένα χρονοσειρών μηνιαίων κατακρίμνησεων και εξατμισοδιαπνοής, από αντιπροσωπευτικές τοποθεσίες των υπό μελέτη περιοχών για την περίοδο 1970-2100. Οι χρονοσειρές προέκυψαν από συνδυασμό χρονοσειράς παρατηρήσεων κατά την περίοδο αναφοράς (1970-2015), και δεδομένων προβολής της κλιματικής αλλαγής έως το έτος 2100. Δεδομένου ότι ο δείκτης SPEI (όπως και ο δείκτης SPI) χρησιμοποιείται στην εκτίμηση των συνθηκών ξηρασίας για μια συγκεκριμένη περίοδο και περιοχή, σε σχέση με τις μακροχρόνιες κατακρίμνησεις στην περιοχή αυτή, δεν ενδείκνυται η χρήση του για την σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ διαφορετικών κλιματικών σεναρίων, αλλά για τη σύγκριση μεταξύ διαφορετικών χρονικών περιόδων. Επομένως, στην μελέτη αυτή επιλέχθηκε μόνο το κλιματικό σενάριο RCP4.5. Τα απαιτούμενα δεδομένα για τον υπολογισμό του δείκτη SPEI διατέθηκαν από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών.

Ο υπολογισμός του δείκτη SPEI πραγματοποιήθηκε με χρήση του πακέτου SPEI του λογισμικού R, το οποίο είναι ελεύθερα διαθέσιμο στο ηλεκτρονικό αποθετήριο του Εθνικού Συμβουλίου Ερευνών της Ισπανίας (ηλεκτρονική διεύθυνση <http://digital.csic.es/handle/10261/10002>).

Ο δείκτης SPEI υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας κλιματικά δεδομένα αντιπροσωπευτικών τοποθεσιών στους ταμιευτήρες που εφοδιάζουν με νερό οικιακής χρήσης την ευρύτερη μητροπολιτική περιοχή της Αθήνας στην Ελλάδα (Μόρνος, Εύηνος). Για τον υπολογισμό του δείκτη SPEI χρησιμοποιήθηκε η 12βαθμη χρονοσειρά ως η πλέον κατάλληλη για τους ταμιευτήρες νερού της Ελλάδας. Στην εικόνα που ακολουθεί, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του δείκτη SPEI για τα εξεταζόμενα υδάτινα σώματα.



Εικόνα18: 12βάθμια κλίμακα του δείκτη SPEI για τους ταμιευτήρες Μόρνου και Εύηνου στην Κεντρική Ελλάδα (1970-2100)

Για την ακριβέστερη αποτύπωση του κινδύνου ξηρασίας, χρησιμοποιήθηκαν δύο όροι: η ένταση ξηρασίας και η συχνότητα ξηρασίας. Η ένταση ξηρασίας κατηγοριοποιήθηκε κατά τους McKee et al. (1997). Η πρώτη κλάση (ήπια ξηρασία) χωρίστηκε σε δύο επιμέρους, ώστε να εξασφαλιστεί ότι όλες οι κλάσεις έχουν το ίδιο μέγεθος, καθώς και να δημιουργηθεί ένα σύστημα πέντε κλάσεων, προκειμένου να μην υπάρχει ανάγκη κανονικοποίησης (δείτε Πίνακα 10). Ο υπολογισμός της συνολικής έντασης ξηρασίας (DI_t) για μια δεδομένη περίοδο σε μια τοποθεσία, έγινε βάσει της ακόλουθης εξίσωσης:

$$\text{Συνολική ένταση ξηρασίας, } DI_t = \frac{\sum DF_i \times W_i}{\sum W_i} \quad (Εξ.11)$$

Η τιμή DF αναφέρεται στη συχνότητα ξηρασίας ενός συγκεκριμένου επιπέδου ξηρασίας i , και εκφράζεται ως ο αριθμός μηνών που χαρακτηρίζονται από το συγκεκριμένο επίπεδο ξηρασίας προς τον συνολικό αριθμό μηνών με ξηρασία (αρνητική τιμή του δείκτη SPEI) κατά την συγκεκριμένη περίοδο. Η τιμή W αντιστοιχεί στις κλάσεις ξηρασίας Α-Ε, που παρουσιάζονται στον Πίνακα 12, και W είναι το βάρος που αποδίδεται σε κάθε κλάση ξηρασίας. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 12, επιβάλλονται αυξημένες τιμές βαρών σε κάθε κλάση ξηρασίας ανάλογα με το επίπεδο της ξηρασίας, προκειμένου να δοθεί έμφαση στα υψηλότερα επίπεδα ξηρασίας. Οι τιμές της συχνότητας ξηρασίας για κάθε κλάση, DF_i , εκφράζονται ποσοστιαία και κανονικοποιούνται σε κλίμακα 5 τάξεων, όπως φαίνεται στον Πίνακα 11. Τέλος, υπολογίζεται ο κίνδυνος ξηρασίας, σύμφωνα με την σχέση:

$$\text{Κίνδυνος ξηρασίας, } DR = \sqrt{DI_t \times DF_t} \quad (Εξ.12)$$

Η τιμή DF_t αναφέρεται στη συνολική συχνότητα ξηρασίας και υπολογίζεται ως ο συνολικός αριθμός μηνών ξηρασίας (αρνητικές τιμές δείκτη SPEI) προς τον συνολικό αριθμό μηνών για μια συγκεκριμένη περίοδο. Εκφράζεται ποσοστιαία και στη συνέχεια κανονικοποιείται χρησιμοποιώντας την γενική κλίμακα κανονικοποίησης ποσοστών, η οποία παρουσιάζεται στον Πίνακα 12.

Ένταση ξηρασίας	Κλάση	Από	Έως	Βάρος
Ήπια ξηρασία	A	0	-0.49	1
	B	-0.5	-0.99	2
Μέτρια ξηρασία	C	-1	-1.49	3
Έντονη ξηρασία	D	-1.5	-1.99	4
Ακραία ξηρασία	E	-2	<-2	5

Πίνακας 12: Κατηγοριοποίηση και απόδοση βαρύτητας στην ένταση ξηρασίας

Τα αποτελέσματα των επιπτώσεων της ξηρασίας παρουσιάζονται στον Πίνακα 13. Γενικά παρατηρείται ότι η συνολική ένταση και η συχνότητα ξηρασίας ακολουθούν αυξητική τάση, με την εξαίρεση της περιόδου 2071-2100, οπότε η ένταση της ξηρασίας μειώνεται ελαφρά, σε σχέση την περίοδο 2031-2060. Τα αποτελέσματα που αφορούν στην Ελλάδα παρουσιάζουν «μέτριο» κίνδυνο ξηρασίας για την περίοδο αναφοράς και για τις δύο μελλοντικές περιόδους (2.0-2.5). Τέλος, τα αποτελέσματα που αφορούν στην Ιταλία, παρουσιάζουν «χαμηλό προς μέτριο» κίνδυνο ξηρασίας (1.9) για την περίοδο αναφοράς και «μέτριο» κίνδυνο ξηρασίας (2.3-2.9) για τις δύο μελλοντικές περιόδους. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα αποτελέσματα είναι χρήσιμα για τη σύγκριση των επιπέδων κινδύνου ξηρασίας μεταξύ διαφορετικών περιόδων στην ίδια περιοχή, και όχι μεταξύ διαφορετικών περιοχών. Η μεταβολή του κινδύνου ξηρασίας κατά τις μελλοντικές περιόδους σε σχέση με την περίοδο αναφοράς φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 14).

Πίνακας13: Αποτελέσματα αξιολόγησης ξηρασίας, λεκάνη Κεντρικής Ελλάδας (Ελλάδα)

Κλάση ξηρασίας, i	Συχνότητα ξηρασίας, Df _i	1970-2000	2031-2060	2071-2100
[A] 0 to -0.49	Μήνες	81	49	72
	Ποσοστό	53.3%	25.7%	35.5%
	Κανονικοποίηση	4.4	4.1	4.2
[B] -0.5 to -0.99	Μήνες	37	57	58
	Ποσοστό	24%	30%	29%
	Κανονικοποίηση	4.1	4.1	4.1
[C] -1 to -1.49	Μήνες	18	61	44
	Ποσοστό	11.8%	31.9%	21.7%
	Κανονικοποίηση	2.4	4.1	4.0
[D] -1.5 to -1.99	Μήνες	14	14	11
	Ποσοστό	9.2%	7.3%	5.4%
	Κανονικοποίηση	1.8	1.5	1.1
[E] ≤ 2	Μήνες	2	10	18
	Ποσοστό	1.3%	5.2%	8.9%
	Κανονικοποίηση	0.3	1.0	1.8
Συνολική ένταση ξηρασίας, DIt (κανον.)		1.8	2.4	2.2
Συνολική συχνότητα ξηρασίας, DFt (%)		42%	53%	57%
Συνολική συχνότητα ξηρασίας, DFt (κανον.)		2.1	2.7	2.8
Κίνδυνος ξηρασίας, DR		2.0	2.5	2.5

Πίνακας14: Μεταβολή του κινδύνου ξηρασίας σε σύγκριση με την περίοδο αναφοράς, % (κανονικοποιημένη τιμή)

Περιοχή	2031-2060	2071-2100
Λεκάνη Κεντρικής Ελλάδας	28% (1.9)	28% (1.9)

3.1.4. Αποτελέσματα εκτίμησης των επιπτώσεων στη διαθεσιμότητα νερού και την ξηρασία

Στην ενότητα αυτή συνδυάζονται τα αποτελέσματα των προηγούμενων ενοτήτων, με σκοπό τον υπολογισμό της συνολικής επίπτωσης στο νερό, βάσει της Εξίσωσης 3. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 15, η επίπτωση στον Δήμο Περιστερίου αναμένεται να είναι «μέτρια προς υψηλή» (3.9) σε όλες τις περιπτώσεις, εκτός από την περίοδο 2031-2060 για το σενάριο RCP8.5, οπότε η επίπτωση αναμένεται να είναι «μέτρια».

Πίνακας15: Σύνοψη των αποτελεσμάτων της επίπτωσης στη διαθεσιμότητα νερού και την ξηρασία

Δήμος	RCP	Περίοδος							
		2031-2060				2071-2100			
		Δείκτης WEI	DR	V	I _w	Δείκτης WEI	DR	V	I _w
Περιστέρι	4.5	4.3	1.9	1.25	3.9	4.3	1.9	1.25	3.9
	8.5	1.9	1.9	1.25	2.4	4.3	1.9	1.25	3.9

3.2. Εκτίμηση επιπτώσεων πλημμύρας

Η εκτίμηση των επιπτώσεων της πλημμύρας στο Δήμο Περιστερίου υπολογίστηκε βάσει των Εξισώσεων 1 και 2, χρησιμοποιώντας μια σειρά δεικτών επικινδυνότητας, έκθεσης και κοινωνικής τρωτότητας.

Λαμβάνοντας υπόψη τους δείκτες επικινδυνότητας που συνδέονται με την κλιματική πληροφορία, διερευνήθηκαν οι τάσεις των αντίστοιχων κλιματικών δεικτών, π.χ. η εκτιμώμενη μέγιστη κατακρήμνιση εντός μιας έως και πέντε ημερών, ή ο εκτιμώμενος αριθμός ημερών με έντονες και πολύ έντονες κατακρημνίσεις. Παρ' όλα αυτά, δεν εντοπίστηκαν αξιόλογες στατιστικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των εξεταζόμενων μελλοντικών περιόδων και για τα δύο μελλοντικά σενάρια εκπομπών RCP4.5 και RCP8.5. Για το λόγο αυτό, αποφασίστηκε να προσεγγιστεί ο κίνδυνος πλημμύρας με εναλλακτικό τρόπο.

Συγκεκριμένα, οι αρμόδιες ιταλικές αρχές, δημιούργησαν χάρτες κινδύνου πλημμύρας εναρμονισμένους με την Οδηγία «Πλημμύρες» 2007/60/EC, για τον εντοπισμό της θέσης και πιθανής έκτασης εξάπλωσης της πλημμύρας (ζώνη επικινδυνότητας πλημμύρας). Τα επίπεδα των κατακριμνήσεων που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία των χαρτών κινδύνου πλημμύρας για διαφορετικές περιόδους επαναφοράς, συσχετίστηκαν με τα εκτιμώμενα επίπεδα κατακριμνήσεων που ανέπτυξε το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών για τους σκοπούς του έργου, προκειμένου να επιλεγούν εκείνοι οι χάρτες επικινδυνότητας πλημμύρας οι οποίοι αναφέρονται στην εγγύτερη, προς τα εκτιμώμενα επίπεδα κατακριμνήσεων, περίοδο επαναφοράς πλημμύρας. Η συσχέτιση αυτή, έδειξε ότι τα επίπεδα κατακριμνήσεων για περιόδους επαναφοράς της πλημμύρας στα 100 έτη, προσεγγίζουν περισσότερο τα εκτιμώμενα επίπεδα κατακριμνήσεων και, για τον λόγο αυτό, χρησιμοποιήθηκαν οι αντίστοιχοι χάρτες. Σε όλες τις περιοχές εντός της ζώνης κινδύνου πλημμύρας αποδόθηκε η τιμή «3», η οποία αντιστοιχεί σε μέσο επίπεδο επικινδυνότητας, σύμφωνα με την κλίμακα αξιολόγησης που χρησιμοποιείται στην παρούσα μελέτη (δείτε Πίνακα 1).

Για τις περιοχές χαμηλού υψομέτρου (με κλίση $<1^\circ$) γειτονικές σε ποταμούς, ο δείκτης επικινδυνότητας έχει επαυξηθεί με πρόσθετο συντελεστή βαρύτητας. Συγκεκριμένα, η επικινδυνότητα έχει πολλαπλασιαστεί με την κανονικοποιημένη τιμή του ποσοστού κάλυψης των περιοχών χαμηλού υψομέτρου για κάθε πολύγωνο χρήσης γης. Οι πληροφορίες σχετικά με τις περιοχές χαμηλού υψομέτρου διατέθηκαν από τον Δήμο Περιστερίου στο πλαίσιο της Δράσης C1.2 του έργου LIFE Urban Proof (για περισσότερες λεπτομέρειες, δείτε το Παραδοτέο C1.2).

Η έκθεση στις πλημμύρες λαμβάνει υπόψη τα πληθυσμιακά δεδομένα, καθώς και την ύπαρξη υποδομών ζωτικής σημασίας, εντός των ζωνών κινδύνου πλημμύρας. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιούνται η ποσότητα, καθώς και η χωρική κατανομή του πληθυσμού, εκφρασμένη ως πυκνότητα πληθυσμού. Έτσι, ο δείκτης αυτός λειτουργεί ως υποκατάστατο του εκτιμώμενου αριθμού των κατοίκων που βρίσκονται εκτεθειμένοι σε κίνδυνο πλημμύρας. Οι πληθυσμιακές πληροφορίες είναι διαθέσιμες σε επίπεδο οικοδομικού τετραγώνου και, γενικότερα, σε πολύγωνα χρήσης γης, μέσω της βάσης δεδομένων Urban Atlas της υπηρεσίας Copernicus Land Monitoring. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε επεξεργασία των πληθυσμιακών δεδομένων με χρήση λογισμικού GIS, προκειμένου να υπολογιστεί η πυκνότητα πληθυσμού που αντιστοιχεί σε κάθε πολύγωνο (σε κατοίκους ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο). Δεδομένης της υψηλής διακύμανσης στην πυκνότητα του πληθυσμού, καθώς και για λόγους απλούστευσης, χρησιμοποιήθηκε ο δεκαδικός λογάριθμος της πληθυσμιακής πυκνότητας κάθε

πολυγώνου χρήσης γης του δήμου. Για την ταξινόμηση, το εύρος διαιρέθηκε σε 5 κλάσεις με βαθμό από 0 έως 5, ξεκινώντας από την ελάχιστη πληθυσμιακή πυκνότητα προς την μέγιστη.

Η έκθεση μπορεί να εκτιμηθεί επίσης με βάση τον τύπο των υποδομών ζωτικής σημασίας που είναι εκτεθειμένες σε πλημμύρες, όπως νοσοκομεία, σχολεία, πολιτιστικά μνημεία ή δίκτυα μεταφοράς. Οι περιοχές ζωνών πλημμύρας στις οποίες βρίσκονται υποδομές ζωτικής σημασίας, δείχνουν παράλληλα τόσο την έκθεση του πληθυσμού, όσο και των υποδομών ζωτικής σημασίας στις πλημμύρες. Καταστροφή των υποδομών ζωτικής σημασίας, επιφέρει σημαντικές διαταραχές στη δημόσια ζωή και υπονομεύει την ασφάλεια στην παροχή υπηρεσιών. Η βαθμολογία που αποδίδεται στα πολύγωνα των χρήσεων γης όπου βρίσκονται υποδομές ζωτικής σημασίας, στηρίζεται στην προτεινόμενη βαθμολόγηση σύμφωνα με την μεθοδολογία εκτίμησης τρωτότητας και κινδύνου πλημμύρας της Ειδικής Γραμματείας Υδάτων (2017). Πιο συγκεκριμένα, η προτεινόμενη ταξινόμηση ακολούθησε μια ελαφρώς διαφοροποιημένη κλίμακα αξιολόγησης, προσαρμοσμένη ώστε να ταυριάζει με την κλίμακα που χρησιμοποιεί η παρούσα μελέτη (Πίνακας 1).

Οι δείκτες κοινωνικής τρωτότητας που λήφθηκαν υπόψη κατά την εκτίμηση των πλημμυρικών επιπτώσεων είναι η ηλικία, το επίπεδο αναλφαβητισμού, το χαμηλό εισόδημα, οι χρόνιες παθήσεις και ο αριθμός νοσοκομειακών κλινών (για περισσότερες πληροφορίες, δείτε την ενότητα 1.2). Ο τύπος υπολογισμού της εκτίμησης των πλημμυρικών επιπτώσεων διαμορφώνεται ως εξής:

$$I_{\text{πλημμυρών}} = bH * (P + CI) * aVs \quad (Εξ.13)$$

Όπου, $I_{\text{πλημμυρών}}$ η επίπτωση της πλημμύρας, H η ζώνη επικινδυνότητας πλημμύρας (με τιμή ίση με 3), b ο συντελεστής βαρύτητας του δείκτη επικινδυνότητας στις περιοχές χαμηλού υψομέτρου, P η έκθεση του πληθυσμού, CI η έκθεση των υποδομών ζωτικής σημασίας, Vs σύνθετος δείκτης κοινωνικής τρωτότητας για τις πλημμύρες και a ο συντελεστής βαρύτητας που επιβάλλεται στην κοινωνική τρωτότητα, υποδηλώνοντας τη συμβολή της στην εκτίμηση της συνολικής επίπτωσης (με τιμή ίση με 0.45).

Η παραπάνω εξίσωση δεν λαμβάνει υπόψη τη συγκράτηση της απορροής και την αύξηση της ικανότητας διείσδυσης του νερού σε περιοχές όπου υπάρχουν χώροι πρασίνου (π.χ. βλάστηση, δέντρα κλπ). Η επίδραση των διαπερατών επιφανειών στον περιορισμό των επιπτώσεων της πλημμύρας μπορεί να εκτιμηθεί μέσω της εξίσωσης 3, όπου πραγματοποιείται ποσοτικοποίηση της προσαρμογής μέσω των συντελεστών απορροής. Για παράδειγμα, ενώ μια δομημένη ζώνη κατοικίας ή μια εμπορική/βιομηχανική περιοχή χαρακτηρίζονται από συντελεστή απορροής ίσο με 0.7, κατά μέσο όρο, ένας δημοτικός χώρος πρασίνου (π.χ. περιοχή αραιής βλάστησης ή δασική περιοχή με κάλυψη <50%), διαθέτει συντελεστή απορροής μεταξύ 0.33-0.44 (Zimmermann et al., 2016). Η γεω-χωρική πληροφορία για τους χώρους πρασίνου, αξιοποιείται από την παρούσα μελέτη για τον προσδιορισμό της διαπερατότητας κάθε πολυγώνου χρήσης γης και της επίδρασής της στην προσαρμογή.

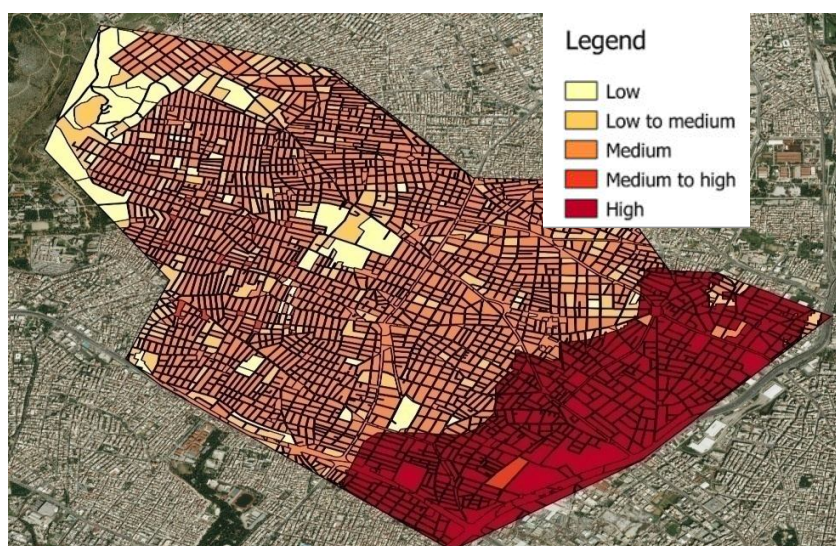
Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των πλημμυρικών επιπτώσεων παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί, καθώς και στους ακόλουθους χάρτες. Όπως φαίνεται, η συνολική βαθμολογία του Δήμου

Περιστερίου χαρακτηρίζεται ως «Μέτρια» (2.7), ενώ η βαθμολογία της επίπτωσης πλημμύρας για το 25% των περιοχών του Δήμου του αξιολογείται ως «Υψηλή».

Πίνακας16: Αξιολόγηση πλημμυρικών επιπτώσεων στον Δήμο Περιστερίου

Κλάση επίπτωσης	Δήμος Περιστερίου
Χαμηλή (0-1)	7%
Χαμηλή προς μέτρια (1-2)	10%
Μέτρια (2-3)	57%
Μέτρια προς υψηλή (3-4)	2%
Υψηλή (4-5)	25%
Συνολική βαθμολογία επίπτωσης του Δήμου	2.7

Στην εικόνα που ακολουθεί, εμφανίζονται τα αποτελέσματα σε μορφή χάρτη.

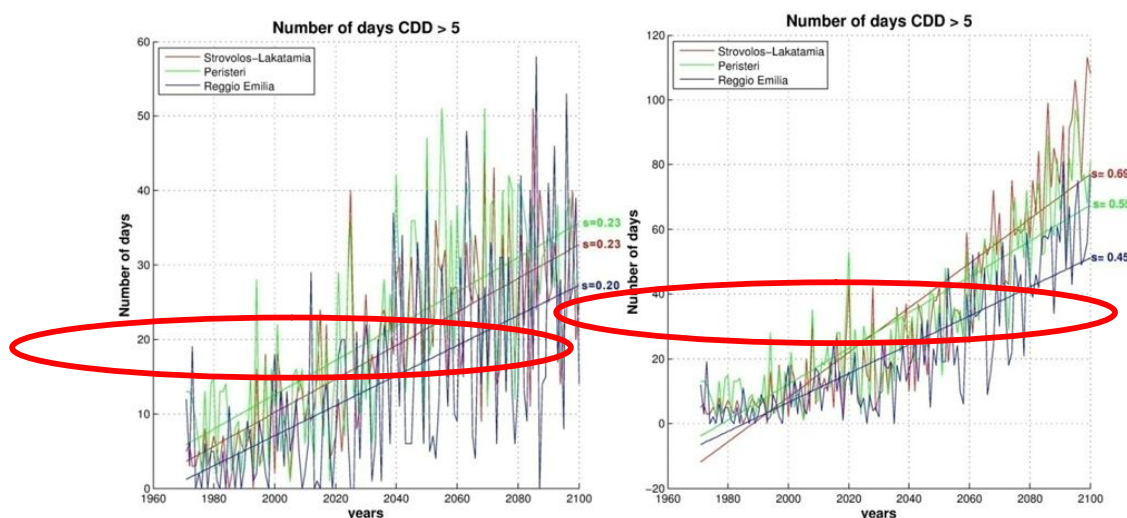


Εικόνα19: Χάρτης πλημμυρικών επιπτώσεων – Δήμος Περιστερίου

3.3. Εκτίμηση της επίπτωσης από την αύξηση της θερμοκρασίας στη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη

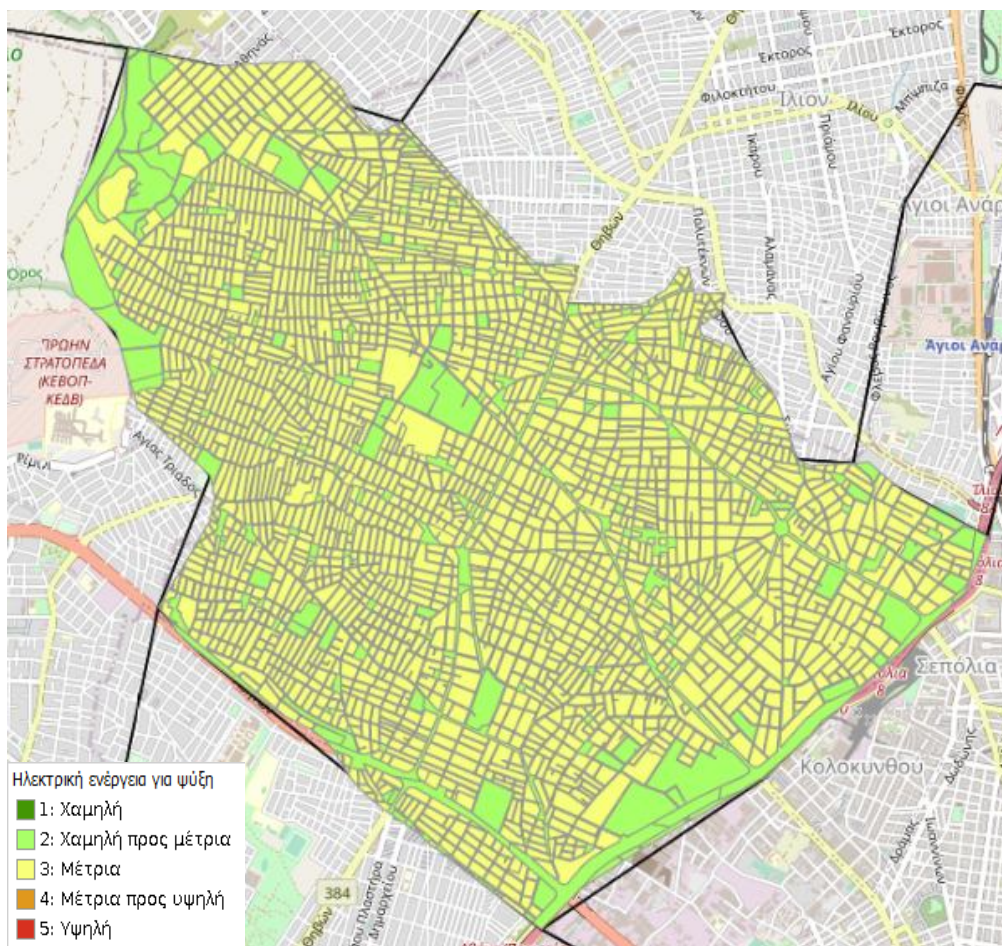
Για την αξιολόγηση της επίπτωσης από την προβλεπόμενη αύξηση της θερμοκρασίας στη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη στο Δήμο Περιστερίου, χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης επικινδυνότητας Cooling Degree Day (CDD). Ο δείκτης ορίζεται ως η διαφορά της μέσης ημερήσιας εξωτερικής θερμοκρασίας από τη θερμοκρασία βάσης, που είναι η θερμοκρασία πάνω ή κάτω από την οποία ένα κτίριο δεν παρουσιάζει απαιτήσεις για θέρμανση ή ψύξη, αντίστοιχα.

Μεταξύ όλων των δεικτών που χρησιμοποιούνται ευρέως και βασίζονται στο δείκτη CDD, ο Αριθμός ημερών με CDD πάνω από 5 (Nb. Days CDD>5) εκφράζει την υπερβάλλουσα ζήτηση ενέργειας για ψύξη κτιρίων και επομένως επιλέχθηκε ως ο πιο ενδεικτικός δείκτης επικινδυνότητας. Η ετήσια κατανομή του δείκτη από το 1970 έως το 2100 για τα δύο σενάρια RCP στο Δήμο Περιστερίου παρουσιάζεται στο Σχήμα 1. Στην τρέχουσα περίοδο, το Περιστερί εμφανίζει υψηλό Αριθμό ημερών CDD>5 (≈ 10 ημέρες), ο οποίος αυξάνεται στις μελλοντικές προβλέψεις κατά 2 και 5 ημέρες/δεκαετία βάσει των σεναρίων RCP4.5 και RCP8.5 αντίστοιχα.

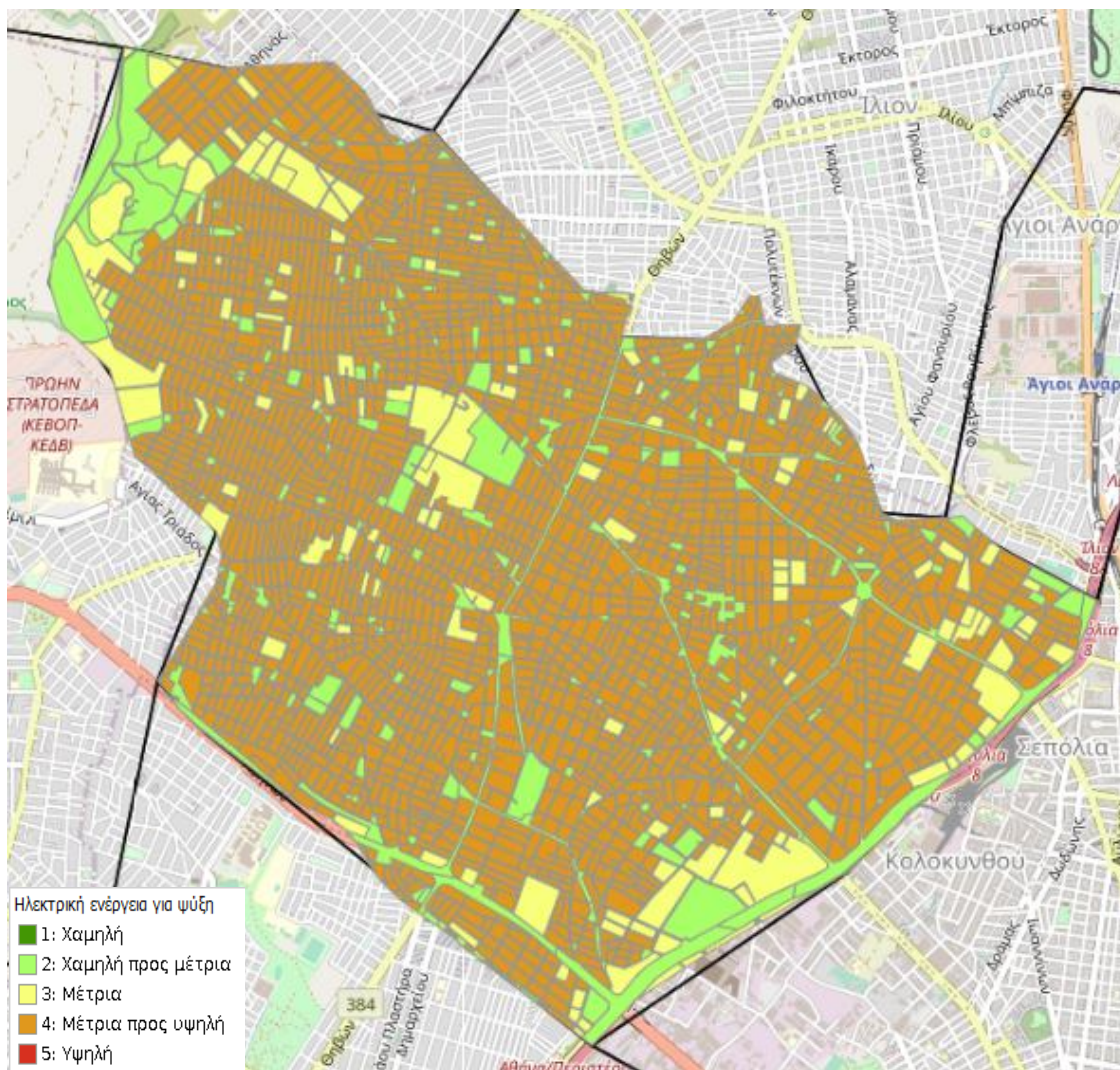


Σχήμα 1: Ετήσια διακύμανση (από το 1970 έως το 2100) του Αριθμού ημερών με CDD > 5 σε όλους τους δήμους εταίρους στο πλαίσιο των σεναρίων εκπομπών RCP4.5 (αριστερά) και RCP8.5 (δεξιά). Το Περιστερί εμφανίζεται στον κόκκινο κύκλο (πράσινη γραμμή).

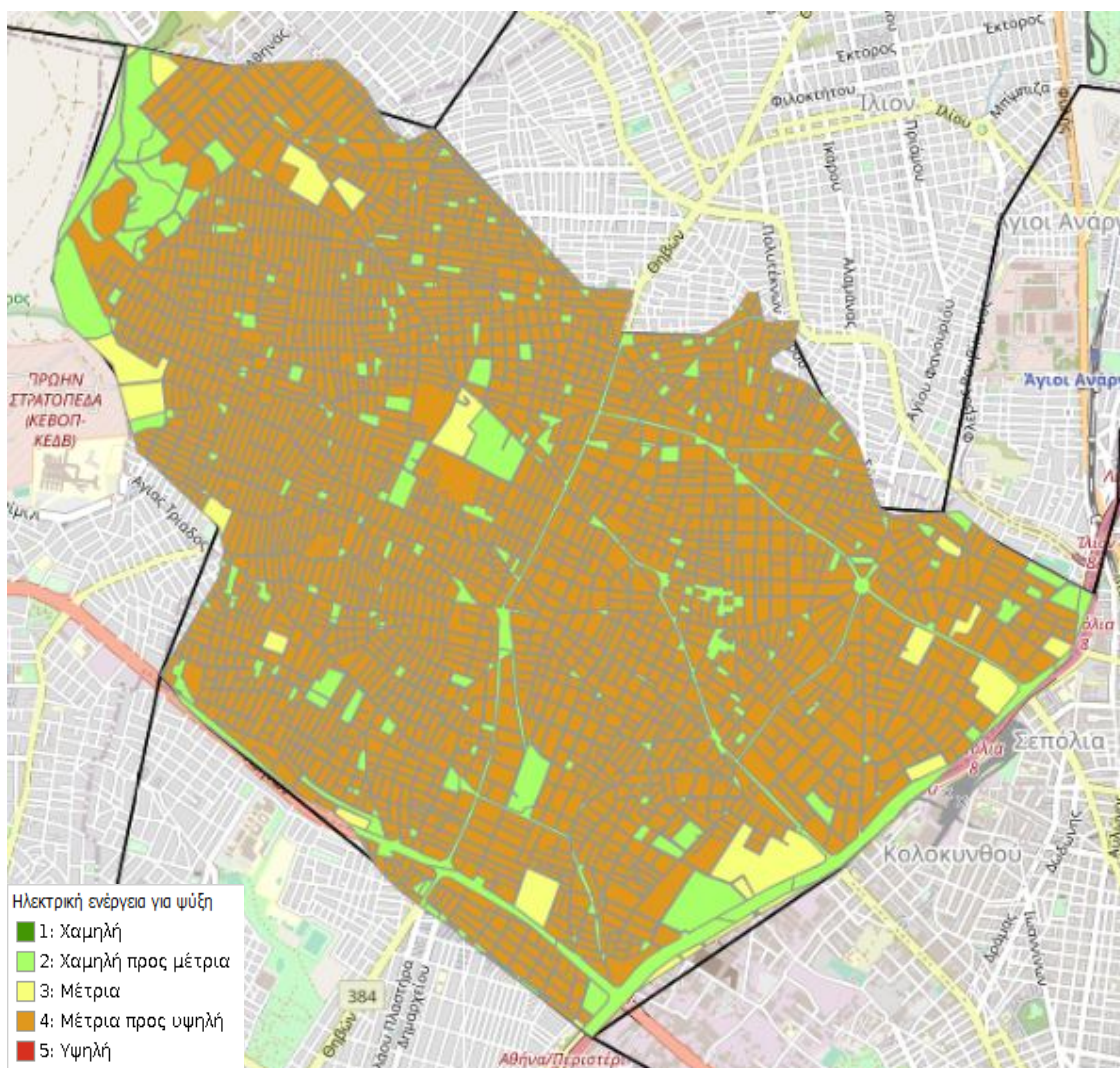
Όπως φαίνεται στους παρακάτω χάρτες, οι επιπτώσεις στη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, λόγω της προβλεπόμενης αύξησης της θερμοκρασίας, θα είναι σημαντικές, με τις περισσότερες περιοχές του Δήμου να εμφανίζουν αύξηση της επίπτωσης σύμφωνα με το σενάρια RCP4.5 και RCP8.5. Πιο συγκεκριμένα, ενώ για την περίοδο αναφοράς 1971-2000 οι περισσότερες περιοχές του Δήμου ταξινομούνται από 1-3 (χαμηλή έως μέτρια επίδραση) ως προς την ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη, για τα σενάρια RCP4.5 οι ίδιες περιοχές ταξινομούνται σε υψηλότερες κατηγορίες 2-4 (χαμηλή προς μέτρια έως μέτρια προς υψηλή επίδραση), τάση η οποία εμφανίζεται εντονότερη για το σενάρια RCP8.5 (ταξινόμηση από 2-5, δηλ. χαμηλή προς μέτρια έως υψηλή επίδραση).



Εικόνα 20:Χάρτης ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη για την περίοδο αναφοράς



Εικόνα 21: Χάρτης ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη για τη μελλοντική περίοδο με βάση το σενάριο εκπομπών RCP4.5



Εικόνα 22: Χάρτης ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη για τη μελλοντική περίοδο με βάση το σενάριο εκπομπών RCP8.5

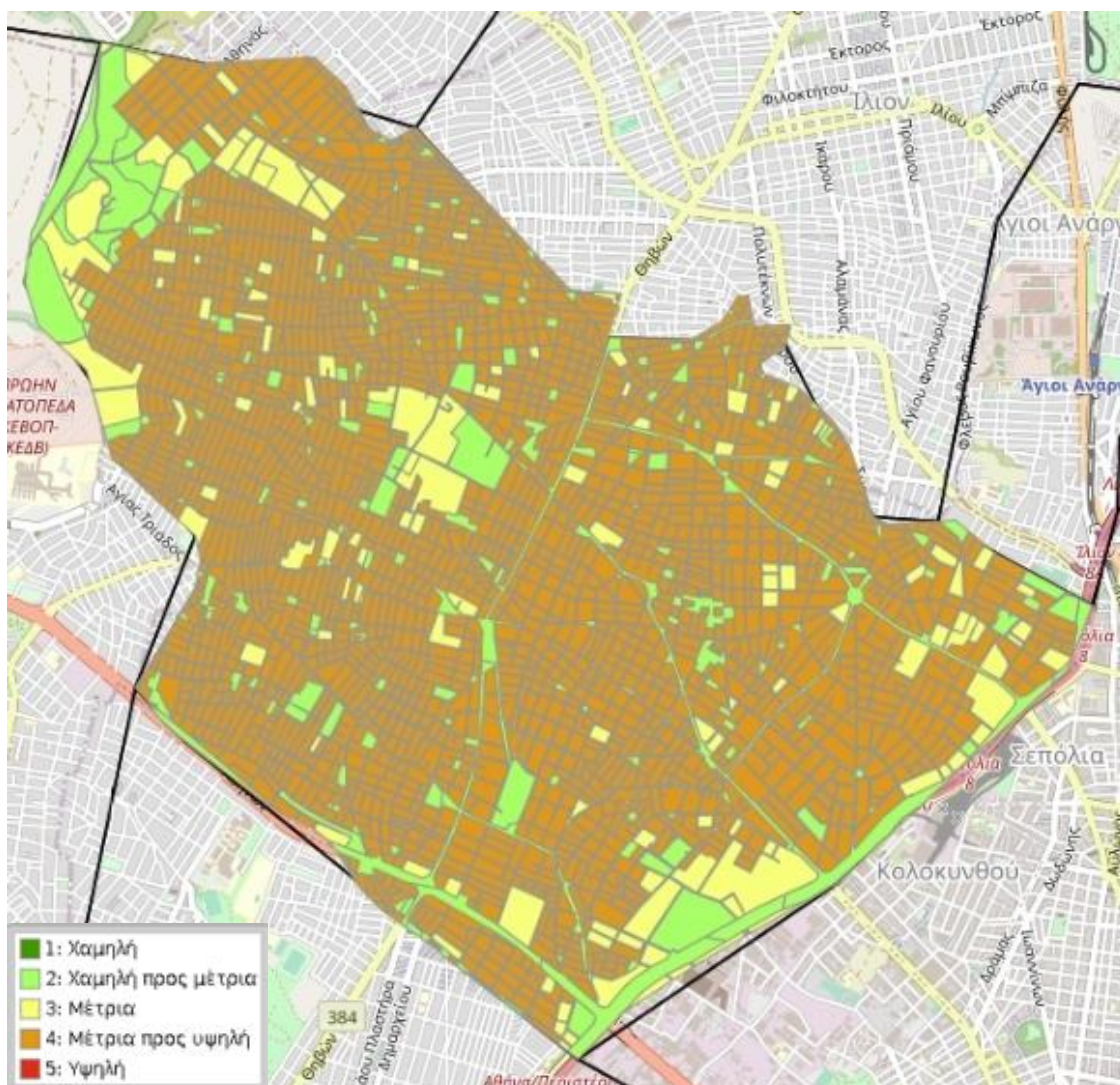
3.4. Εκτίμηση της επίπτωσης στην ανθρώπινη υγεία από την αύξηση της θερμοκρασίας

Στον Δήμο Περιστερίου, η επίπτωση από την αύξηση της θερμοκρασίας στην ανθρώπινη υγεία έχει αξιολογηθεί με τον δείκτη HUMIDEX, ο οποίος χρησιμοποιείται για να εκφράσει τη θερμοκρασία που αισθάνεται ο μέσος άνθρωπος. Εφαρμόζεται το καλοκαίρι και γενικά σε θερμές περιόδους και χρησιμοποιείται σε μελέτες επίδρασης του καύσωνα στην υγεία των πολιτών. Μία τιμή HUMIDEX άνω του 40°C θεωρείται πολύ υψηλή, και σε τέτοιες συνθήκες, η μη απαραίτητη έκθεση και δραστηριότητα θα πρέπει να είναι περιορισμένη.

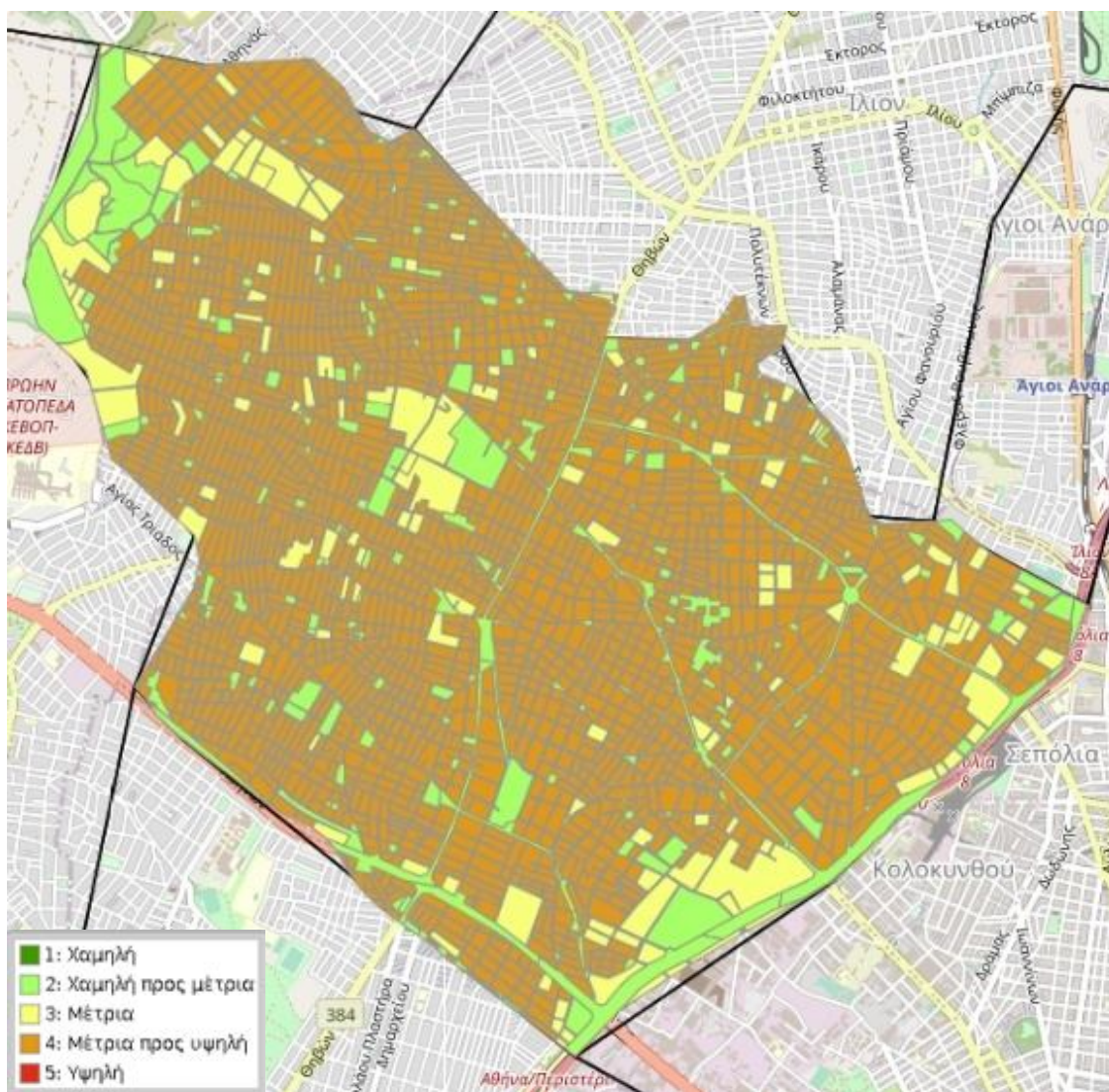
Έχουν καθιερωθεί 6 κατηγορίες του δείκτη HUMIDEX για την ενημέρωση του κοινού σε σχέση με τις συνθήκες θερμικής αίσθησης, όπως αποτυπώνονται στον παρακάτω πίνακα:

Θερμική αίσθηση	Τιμή HUMIDEX (°C)
Άνεση	<29
Μερική δυσφορία	30-34
Δυσφορία	35-39
Έντονη δυσφορία	40-45
Κίνδυνος	46-53
Υψηλός κίνδυνος	>54

Για σκοπούς καλύτερης αποτύπωσης του κινδύνου στην υγεία των πολιτών του Δήμου Περιστερίου από την έκθεση σε υψηλές θερμοκρασίες, έχει χρησιμοποιηθεί ο δείκτης Αριθμός Ημερών με HUMIDEX άνω των 38°C. Για το Δήμο Περιστερίου, τα αποτελέσματα των αναλύσεων υποδεικνύουν ότι για την περίοδο αναφοράς 1970-2000, ο αριθμός των ημερών με HUMIDEX άνω των 38°C κυμαίνεται μεταξύ 40-50 ανά έτος. Στο ενδιάμεσο σενάριο (RCP4.5) αριθμός των ημερών με HUMIDEX άνω των 38°C παρουσιάζει αύξηση της τάξης των 3 ημερών ανά δεκαετία, ενώ στο δυσμενές σενάριο (RCP8.5) αύξηση της τάξης των 7 ημερών ανά δεκαετία αντιστοίχως. Όπως φαίνεται στους χάρτες παρακάτω, οι επιπτώσεις στην άνεση των πολιτών του Δήμου θα είναι σημαντικές, με τις περισσότερες περιοχές του Δήμου να είναι εκτεθειμένες σε συνθήκες που προκαλούν έντονη δυσφορία στους πολίτες.



Εικόνα 24: Χάρτης επίπτωσης της ανθρώπινης υγείας για τη μελλοντική περίοδο με βάση το σενάριο εκπομπών RCP4.5



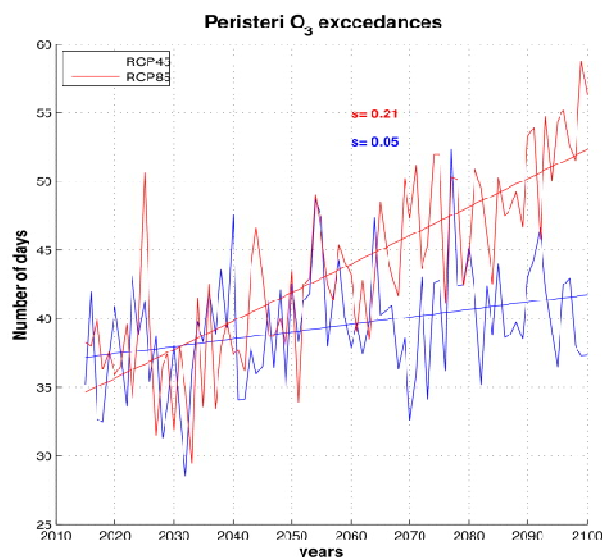
Εικόνα 25: Χάρτης επίπτωσης της ανθρώπινης υγείας για τη μελλοντική περίοδο με βάση το σενάριο εκπομπών RCP8.5

3.5. Εκτίμηση της επίπτωσης από την αύξηση της θερμοκρασίας στην υπέρβαση των ορίων συγκέντρωσης όζοντος

Οι υψηλές συγκεντρώσεις όζοντος στο επίπεδο της γήινης επιφάνειας είναι επιβαρυντικός παράγοντας για την ανθρώπινη υγεία. Υψηλότερο κίνδυνο διατρέχουν οι ευπαθείς ομάδες του πληθυσμού (άτομα με άσθμα, παιδιά, ηλικιωμένοι) και άνθρωποι που εργάζονται σε εξωτερικό χώρο για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Για την αξιολόγηση της επίπτωσης από την αύξηση της θερμοκρασίας στην υπέρβαση των ορίων συγκέντρωσης όζοντος, χρησιμοποιείται ο αριθμός των ημερών υπέρβασης όζοντος ανά έτος, ο οποίος ορίζεται ως ημέρες με μέγιστη μέση συγκέντρωση 8ώρου ≥ 60 ppb.

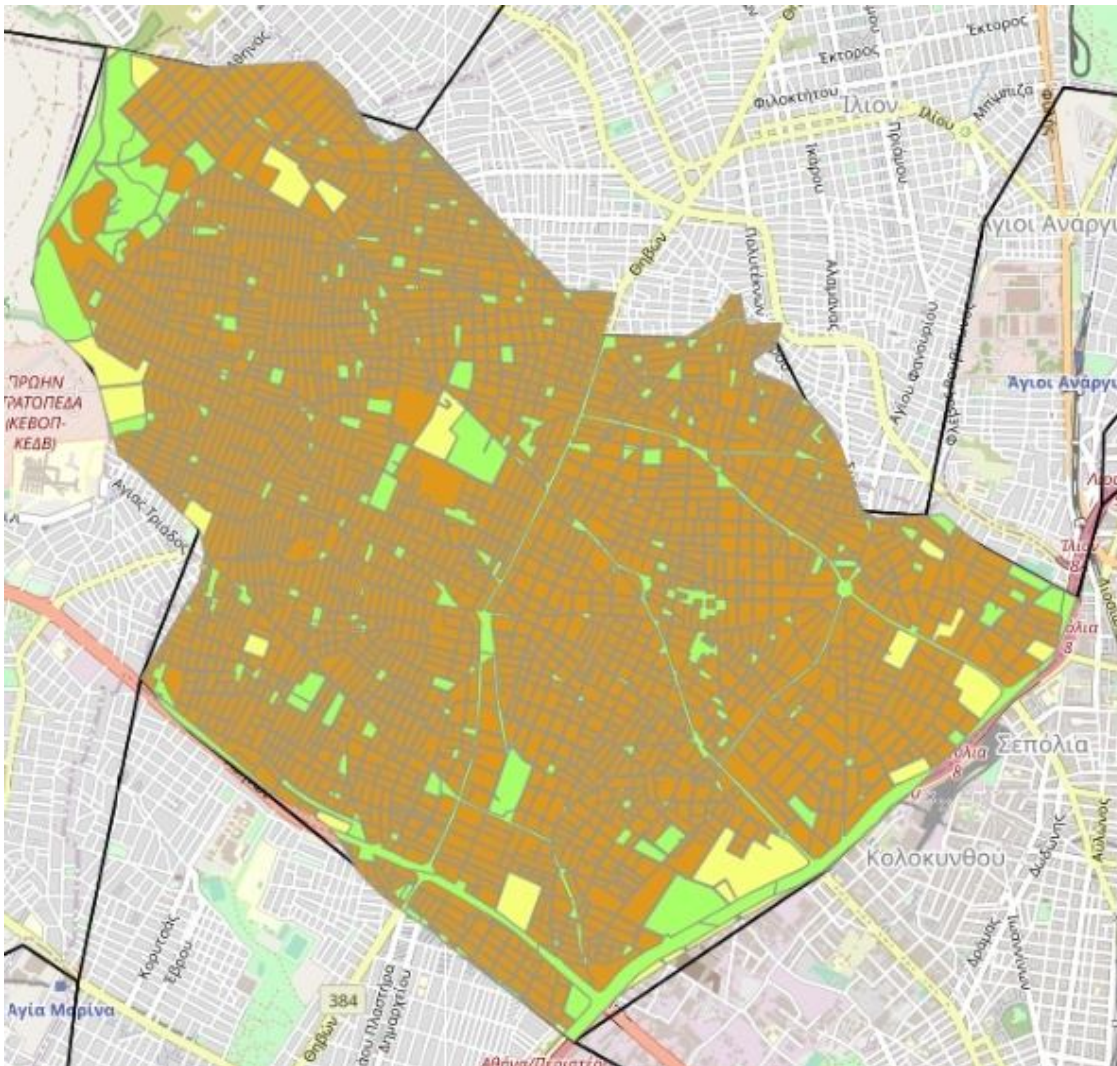
Αν και η συγκέντρωση όζοντος στην κατώτερη ατμόσφαιρα επηρεάζεται από ένα πλήθος μετεωρολογικών παραμέτρων (θερμοκρασία, ηλιακή ακτινοβολία, υγρασία κτλ.), η πλειονότητα των μελετών προσδιορίζει την θερμοκρασία ως τον βασικό παράγοντα διαμόρφωσης τόσο της μέσης όσο και της μέγιστης παραγωγής O_3 . Για τον Δήμο Περιστερίου, έγινε ανάλυση των ιστορικών τιμών της σχέσης όζοντος–θερμοκρασίας κατά την περίοδο 2000-2014 και αναγωγή των αποτελεσμάτων στο μέλλον με την χρήση θερμοκρασιών από κλιματικά μοντέλα.

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται η τάση του μέσου ετήσιου αριθμού ημερών υπέρβασης του όζοντος για το Δήμο Περιστερίου στο πλαίσιο των μελλοντικών σεναρίων εκπομπών RCP4.5 και RCP8.5. Από το Σχήμα διακρίνουμε ότι σύμφωνα με το RCP4.5 η αυξητική τάση που υπολογίζεται είναι 0,5 ημέρες/δεκαετία, ενώ για το RCP8.5 η κλίση είναι υψηλότερη φθάνοντας τις 2,1 ημέρες/δεκαετία.



Σχήμα 2: Διακύμανση των μέσων τιμών ημερήσιων υπερβάσεων όζοντος ανά έτος, για τα σεσνάρια εκπομπών RCP4.5 (μπλε) και RCP8.5 (κόκκινο).

Στους παρακάτω χάρτες φαίνεται η επίπτωση από την αύξηση της θερμοκρασίας στην υπέρβαση των ορίων συγκέντρωσης όζοντος τόσο στο παρόν όσο και στην μελλοντική περίοδο με βάση τα μελλοντικά σενάρια RCP4.5 και RCP8.5. Από την παρατήρηση του χάρτη φαίνεται ότι η πλειοψηφία του Δήμου παρουσιάζει επίπτωση 4-Μεσαία προς υψηλή.



Εικόνα 26: Χάρτης επίπτωσης στην ανθρώπινη υγεία από την υπέρβαση της συγκέντρωσης των ορίων όζοντος

3.6. Περιαστικές φωτιές

Για την αξιολόγηση της επίπτωσης της κλιματικής αλλαγής στις περιαστικές φωτιές στον Δήμο Περιστερίου, κατασκευάστηκε ένα πλέγμα που εκτείνεται περίπου 4 χιλιόμετρα πέρα από τα σύνορα του Δήμου με ανάλυση 250x250 μέτρα. Ο πιθανός αντίκτυπος της κλιματικής αλλαγής στον κίνδυνο περιαστικής πυρκαγιάς υπολογίστηκε ως συνάρτηση των δεικτών κινδύνου και έκθεσης. Ο κίνδυνος εξαρτάται από κλιματολογικούς παράγοντες, ως εκ τούτου, χρησιμοποιήθηκε ο μετεωρολογικός δείκτης πυρκαγιάς (FWI) και πιο συγκεκριμένα ο αριθμός ημερών όπου ο FWI είναι μεγαλύτερος από 30 που εκφράζει υψηλό κίνδυνο πυρκαγιάς. Επιπλέον, καθώς η έκθεση εξαρτάται από βιοφυσικούς και μορφολογικούς παράγοντες, τα δεδομένα βλάστησης και κάλυψης γης και πιο συγκεκριμένα, η ευφλεκτότητα (δηλαδή η ευκολία ανάφλεξης) κάθε κατηγορίας κάλυψης γης σε όλο το πλέγμα καθώς και η κλίση και ο προσανατολισμός χρησιμοποιήθηκαν ως δείκτες έκθεσης.

Για τη μελλοντική εκτίμηση της επίπτωσης της κλιματικής αλλαγής στις περιαστικές φωτιές χρησιμοποιήθηκαν τα σενάρια εκπομπών RCP4.5 και RCP8.5 με τα οποία υπολογίστηκε η μελλοντική διακύμανση του δείκτη κινδύνου για την περίοδο 2031-2060.

Όσον αφορά τους δείκτες έκθεσης χρησιμοποιήθηκαν η κλίση, ο προσανατολισμός και οι χρήσεις Γης – Ευφλεκτότητα. Πιο συγκεκριμένα για την κλίση, οι έντονες κλίσεις αυξάνουν την ταχύτητα εξάπλωσης της φωτιάς και επηρεάζουν επίσης έντονα την ικανότητα καταστολής της. Ο ρυθμός εξάπλωσης πυρκαγιάς αυξάνεται σε περιοχές με έντονη μορφολογική κλίση. Επομένως, οι κλίσεις ομαδοποιήθηκαν ως εξής: (α) κλίσεις 0% - 13% (χαμηλή έκθεση), (β) 13,1% - 40% (μέση έκθεση) και (γ) > 40,1% (υψηλή έκθεση).

Σχετικά με τον προσανατολισμό, οι πλαγιές με νότιο/νοτιοδυτικό προσανατολισμό συνήθως παρουσιάζουν ξηρότερα και με λιγότερη σχετική υγρασία περιβάλλοντα καθώς η θερμοκρασία του εδάφους αυξάνεται λόγω της υψηλότερης απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας. Αυτό οδηγεί σε πιο επικίνδυνες συνθήκες πυρκαγιάς. Ο προσανατολισμός, όπου η έκθεση στον ήλιο είναι μεγαλύτερη, είναι ο Νοτιοανατολικός και ο Νοτιοδυτικός. Επομένως, ο προσανατολισμός σε σχέση με την έκθεση ομαδοποιείται ως εξής: (α) 0° - 45°, 316° - 360° χαμηλή έκθεση (β) 46° - 134°, 271° - 315° μέση έκθεση και (γ) 135° - 270° υψηλή έκθεση.

Για τον υπολογισμό των δεικτών της έκθεσης και του προσανατολισμού χρησιμοποιήθηκε το Global Multi-resolution Terrain Elevation Data 2010 (GMTED2010) χωρικής ανάλυσης 15 arc-seconds δηλαδή περίπου 450 μέτρων και η έκθεση και ο προσανατολισμός υπολογίστηκε με τη χρήση εργαλείων GIS.

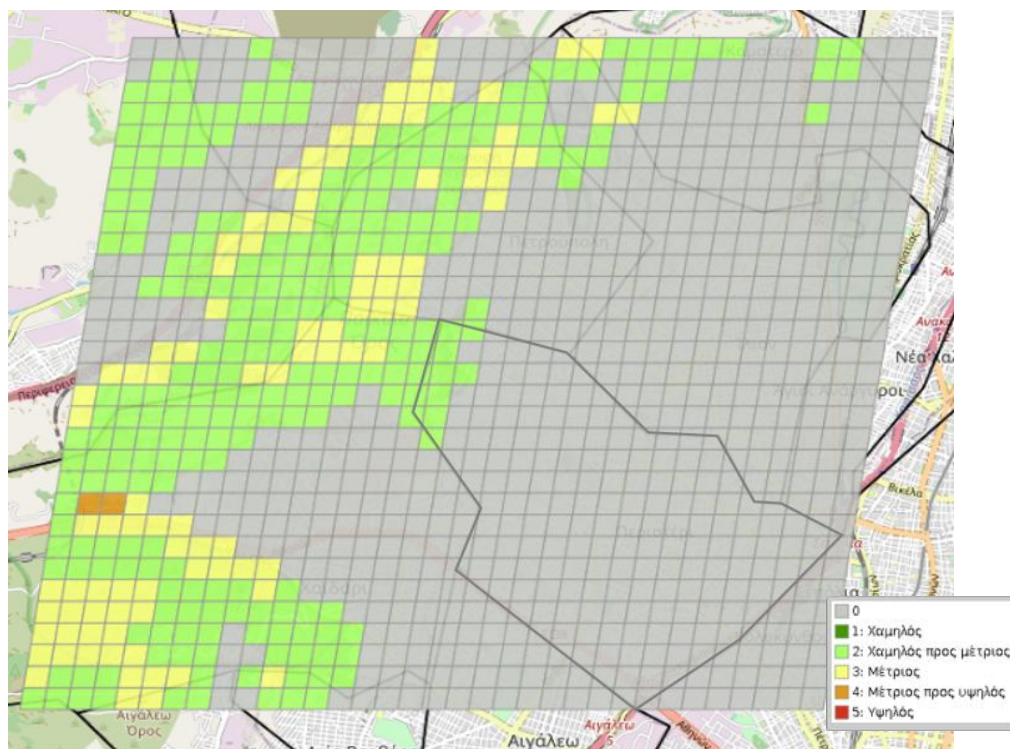
Τέλος, όσον αφορά τις χρήσεις Γης – Ευφλεκτότητα χρησιμοποιήθηκε η κάλυψη Γης Corine (CLC2012) του Copernicus Land Monitoring Service (CLMS) ανάλυσης 100 μέτρα. Για κάθε κελί του πλέγματος χρησιμοποιήθηκε η κυρίαρχη κατηγορία κάλυψης Γης απ' όπου εκτιμήθηκε ο βαθμός ευφλεκτότητας της. Γενικά χρησιμοποιήθηκε η ακόλουθη ταξινόμηση: (α) Μόνιμες καλλιέργειες και ανοιχτές περιοχές με μικρή ή καθόλου βλάστηση (χαμηλή ευφλεκτότητα). β) ετερογενείς γεωργικές εκτάσεις (μέτρια ευφλεκτότητα) και (γ) περιοχές με θάμνους και δάση (υψηλή ευφλεκτότητα). Οι αστικές περιοχές, η αρόσιμη γη, καθώς και οι περιοχές που αντιστοιχούν σε εσωτερικούς και παράκτιους υγρότοπους, δεν παρουσιάζουν ευφλεκτότητα.

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την εκτίμηση της έκθεσης της κλίσης του προσανατολισμού και της κάλυψης Γης ως προς την ευφλεκτότητα, βασίστηκε στη μεθοδολογία που αναπτύχθηκε στο Ευρωπαϊκό πρόγραμμα Forest Cities (Life08 ENV/GR/000553).

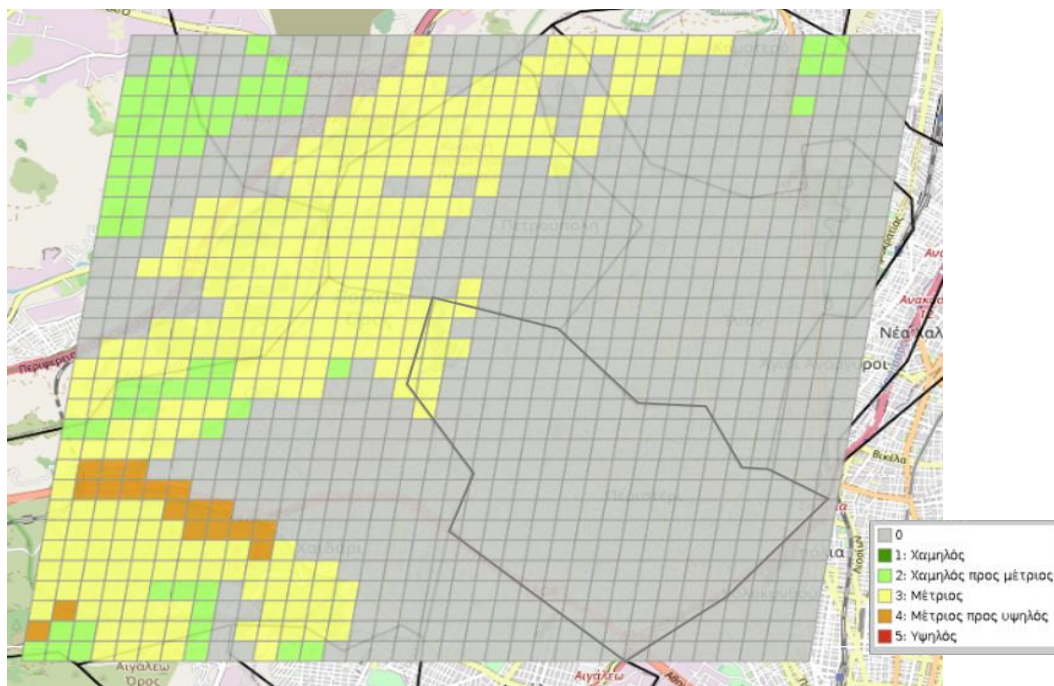
Χάρτες εκτίμησης της συνολικής επίπτωσης:

Η εκτίμηση της συνολικής επίπτωσης εμφανίζεται για το παρόν κλίμα (1971-2000), καθώς και για το μελλοντικό κλίμα (2031-2060) με βάση τα δύο σενάρια εκπομπών, δηλαδή το RCP4.5 και το RCP8.5.

Η Εικόνα παρουσιάζει τον χάρτη της συνολικής επίπτωσης για το παρόν κλίμα για τον Δήμο Περιστερίου. Σημειώνεται ότι το εκτεταμένο πλέγμα για τον Δήμο Περιστερίου δημιουργήθηκε προκειμένου να συμπεριλάβει κυρίως το Ποικίλο Όρος στο βόρειο τμήμα του Δήμου και το Όρος Αιγάλεω στα νοτιοδυτικά τα οποία θεωρούνται ευάλωτα στις δασικές πυρκαγιές. Στο παρόν κλίμα, το 66% των κελιών του πλέγματος έχει μηδενική επίπτωση καθώς περιλαμβάνουν αστικές περιοχές. Σχεδόν το 25% των κελιών παρουσιάζει χαμηλή προς μεσαία επίπτωση και το 9% μεσαία επίπτωση. Αναφορικά με τις μελλοντικές εκτιμήσεις (Εικόνα 18), τα δυο σενάρια δεν παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις μεταξύ τους. Συγκριτικά με το παρόν, η πλειοψηφία των κελιών (74%) της κλάσης χαμηλή προς μέτρια στο παρόν παρουσιάζουν μεγαλύτερη επίπτωση δηλαδή ταξινομούνται στην κλάση μέτρια στη μελλοντική περίοδο. Από τα κελιά που παρουσίαζαν μέτρια επίπτωση στο παρόν το 84% παραμένει στην ίδια κλάση και το υπόλοιπο 16% παρουσιάζει αυξημένη επίπτωση και ταξινομείται στην κλάση μέτρια προς υψηλή. Τα σημεία του πλέγματος στις παρυφές του Ποικίλου Όρους εντός των συνόρων του Περιστερίου, που καλύπτονται κυρίως από σκληροφυλλική βλάστηση (θάμνοι), παρουσιάζουν μεσαία επίπτωση στο μέλλον.



Εικόνα 27 Συνολική εκτίμηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στις περιαστικές φωτιές του Δήμου Περιστερίου για το παρόν κλίμα



Εικόνα 18: Συνολική εκτίμηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στις περιβατικές φωτιές του Δήμου Περιστερίου στο μέλλον με βάση τα σενάρια RCP4.5 & RCP8.5

4. Αξιολόγηση προσαρμογής

Στο Κεφάλαιο αυτό θα αναπτυχθούν τα μέτρα που θα πρέπει να υιοθετηθούν και να υλοποιηθούν από τον Δήμο Περιστερίου για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή. Πέρα από την αξιολόγηση των μέτρων, τις δράσεις και τα πλεονεκτήματα αυτών, άλλος ένας στόχος είναι η δικτύωση και η συνεργασία των αρμόδιων μερών του Δήμου καθώς και η ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των δημοτών. Τα προτεινόμενα μέτρα προσαρμογής χωρίζονται στις εξής κατηγορίες :

- στην μειωμένη διαθεσιμότητα νερού
- στην αντιμετώπιση των πλημμυρών
- στην αντιμετώπιση της αυξημένης ζήτησης ηλεκτρισμού για ψύξη
- στους καύσωνες και τη θερμική δυσφορία
- στις υπερβάσεις όζοντος
- στις περιστατικές πυρκαγιές

Για καθεμία από τις προτεινόμενες ενέργειες (μέτρο προσαρμογής) προσδιορίζονται τα εξής:

- Η υπεύθυνη υπηρεσία για την υλοποίησή της
- Το χρονοδιάγραμμα υλοποίησης
- Η πηγή χρηματοδότησης
- Οι σχετικοί στόχοι και δείκτες προόδου
- Ενδεχομένως η πρόβλεψη ενσωμάτωσης των δράσεων προσαρμογής στα σχέδια τοπικής ανάπτυξης, τις πολιτικές και τα κανονιστικά εργαλεία

Για την αξιολόγηση της προσαρμογής, έγινε ανασκόπηση των διαθέσιμων μέτρων προσαρμογής για την αντιμετώπιση των εξεταζόμενων επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Στη συνέχεια αναπτύχθηκε ένα ερωτηματολόγιο για την πολύ-κριτηριακή αξιολόγηση (Multi-Criteria Analysis, MCA) των μέτρων προσαρμογής. Η αξιολόγηση έγινε με βάση τέσσερα κριτήρια που αναφέρονται στην αποδοτικότητα, τη φιλικότητα προς το περιβάλλον, την οικονομική βιωσιμότητα και την ανάπτυξη θέσεων εργασίας. Τα μέτρα αξιολογήθηκαν από ένα μεγάλο αριθμό εμπειρογνομόνων και ενδιαφερόμενων μερών (εθνικές/περιφερειακές/δημοτικές αρχές, ακαδημαϊκά και ερευνητικά ινστιτούτα, Μη Κυβερνητικές Οργανώσεις και Ενώσεις πολιτών, συμβουλευτικές εταιρίες και εταιρείες με τεχνολογίες προσαρμογής) από την Ελλάδα, την Κύπρο και την Ιταλία.

Η συνολική βαθμολογία του κάθε μέτρου υπολογίζεται από το σταθμισμένο μέσο όρο της βαθμολογίας του μέτρου (s_i) για καθένα από τα τέσσερα κριτήρια (n) και τη βαρύτητα του κριτηρίου αυτού (w_i), σύμφωνα με τον

ακόλουθο τύπο. Σε όλα τα κριτήρια αξιολόγησης δόθηκε ίση βαρύτητα, τονίζοντας έτσι την ισοβαρή σημασία που έχουν για την εφαρμογή πολιτικής στο δήμο.

$$\bar{s} = \frac{\sum_i^n w_i s_i}{\sum_i^n w_i}$$

Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των μέτρων προσαρμογής, με τα μέτρα να παρουσιάζονται ιεραρχημένα με βάση το συνολικό σκορ, από την υψηλότερη προς τη χαμηλότερη βαθμολογία. Η βαθμολογία παρουσιάζεται με την ίδια κλίμακα που χρησιμοποιήθηκε στη μεθοδολογία αξιολόγησης των επιπτώσεων (κεφάλαιο 1), η οποία ορίζεται από το εύρος [0 – 5], με το 5 να είναι η υψηλότερη βαθμολογία και το 0 η χαμηλότερη. Τα μέτρα που έλαβαν βαθμολογία χαμηλότερη από **2.9** αποφασίστηκε να μην συμπεριληφθούν υπόψη στην παρούσα στρατηγική.

Τα μέτρα αυτά μπορούν να υλοποιηθούν κατά προτεραιότητα με βάση τη βαθμολογία τους καθώς και με βάση τη χωρική διαφοροποίηση της σοβαρότητας των εξεταζόμενων επιπτώσεων στον δήμο (στην περίπτωση που τα μέτρα αναφέρονται σε τοπικές εφαρμογές), σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 3.

Για τον Δήμο Περιστερίου σαν μέτρο προσαρμογής του προγράμματος επιλέχθηκε η χαρτογράφηση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας (Urban Heat Island – UHI) στο Περιστέρι που είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος για να μεταφερθούν πληροφορίες για ζεστά και δροσερά σημεία στους κατοίκους και στους επισκέπτες μέσω ηλεκτρονικής πινακίδας που εμφανίζει το επίπεδο συναγερμού και τα πιο δροσερά σημεία.

Για την υλοποίηση της χαρτογράφησης έχουν τοποθετηθεί αισθητήρες θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας σε διάφορα επιλεγμένα σημεία του δήμου Περιστερίου. Τα σημεία έχουν προεπιλεγεί για τα διαφορετικά χαρακτηριστικά του κλίματος και της οικονομικής δραστηριότητας και περιλαμβάνουν τοποθεσίες σε πυκνοκατοικημένες περιοχές, δημοτικά πάρκα και αστικές περιοχές με καλή / ανεπαρκή αερισμό. Τα δεδομένα θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας από τους αισθητήρες καθώς και η φαινομενική θερμοκρασία, δηλαδή η θερμοκρασία που αισθάνεται το ανθρώπινο σώμα, μεταδίδονται ζωντανά και θα εμφανίζονται δημόσια σε έναν ηλεκτρονικό πίνακα.

Ο ηλεκτρονικός πίνακας εμφανίζει το χάρτη του δήμου με δεδομένα από τις διάφορες θέσεις των αισθητήρων. Εκτός από τους σταθερούς αισθητήρες, έχουν τοποθετηθεί κινητοί αισθητήρες μαζί με αισθητήρες GPS σε λεωφορείο της δημοτικής συγκοινωνίας που διασχίζει τον Δήμο Περιστερίου. Αυτό επιτρέπει μια πιο αποτελεσματική κάλυψη του δήμου, καθώς επιτρέπει τη συλλογή δεδομένων από πολλά σημεία εντός της

αστικής περιοχής. Οι σταθεροί και κινητοί αισθητήρες θα βοηθήσουν τους πολίτες και τους επισκέπτες του Περιστερίου να εντοπίσουν άμεσα «καυτά» και «δροσερά» σημεία εντός του δήμου τους. Επιπλέον, η συλλογή δεδομένων καθ' όλη τη διάρκεια της λειτουργίας των αισθητήρων θα επιτρέψει την ακριβή εκτίμηση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας (Urban Heat Island – UHI) εντός του δήμου και την ακριβή αναγνώριση των ορίων πίεσης για τον πληθυσμό που θα χρησιμοποιηθεί ως σύστημα προειδοποίησης.

Ο πίνακας συνδέεται με πρόσθετα υποστηρικτικά μέτρα προσαρμογής κοινωνικής / υποδομής, καθώς θα υποδεικνύει επίσης τα διαθέσιμα κοινοτικά κέντρα (δηλ. Κλιματιζόμενες αίθουσες) που προσφέρει ο Δήμος όπου οι άνθρωποι μπορούν να απαλλαγούν από τη ζέστη και θα παρέχουν συμβουλές για την αυτοπροστασία. Το σύστημα ανίχνευσης θερμότητας (HDS) είναι επίσης ένα πρώιμο μέτρο ετοιμότητας / προληπτικής προσαρμογής, καθώς ο Δήμος καθιερώνει σήμερα κάτι που θα χρειαστεί επειγόντως στο εγγύς μέλλον, όταν η αλλαγή του κλίματος και τα κύματα θερμότητας γίνονται πιο συχνά και σοβαρά. Το σύστημα ανίχνευσης θερμότητας HDS είναι ένα μέτρο που έχει σχεδιαστεί για να βοηθήσει ολόκληρο τον πληθυσμό του Δήμου και θα είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για όσους δεν έχουν πρόσβαση σε ηλεκτρονικά μέσα συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης (όπως κινητά / φορητούς υπολογιστές), δηλαδή ηλικιωμένους και άτομα με χαμηλό εισόδημα. Σημαντικά κοινωνικά οφέλη θα δημιουργηθούν επίσης ειδικά για τους ηλικιωμένους, τα χαμηλά εισοδήματα και τα άτομα με προϋπάρχοντα προβλήματα υγείας που είναι πιο ευάλωτα στη θερμότητα.

Η χαρτογράφηση του UHI στο Περιστερί συνδέεται άμεσα με την ανάπτυξη της εργαλειοθήκης UrbanProof, καθώς τα δεδομένα που συλλέγονται από αυτήν τη δραστηριότητα ενσωματώνονται στις βάσεις δεδομένων της εργαλειοθήκης. Συγκεκριμένα, τα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για τα καυτά και δροσερά σημεία στο Περιστερί τροφοδοτούν επίσης στις βάσεις δεδομένων της ενότητας 1 του εργαλείου (πληροφορίες για το κλίμα) και απεικονίζονται στους σχετικούς χάρτες. Επιπλέον, αυτά τα δεδομένα χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της ευπάθειας που σχετίζεται με τη θερμότητα και θα απεικονιστούν στους σχετικούς χάρτες ευπάθειας της ενότητας 2 του εργαλείου. Τέλος, ο χρήστης θα έχει πρόσβαση σε πληροφορίες στα σχετικά μέτρα προσαρμογής μέσω της ενότητας 3ης φάσης του εργαλείου. Οι πληροφορίες που σχετίζονται με το UHI θα παρέχονται μέσω του πακέτου εργαλείων μόνο για το Περιστερί στο πλαίσιο αυτού του έργου, ωστόσο η αναπτυγμένη δομή και διαδικασία λογισμικού θα επιτρέψει σε άλλους δήμους να διερευνήσουν επίσης το πιθανό αποτέλεσμα UHI, υπό την προϋπόθεση ότι φορτώνουν τα απαραίτητα μετεωρολογικά δεδομένα σε πραγματικό χρόνο στη βάση δεδομένων.

4.1 Μέτρα προσαρμογής στη μειωμένη διαθεσιμότητα νερού

Μέτρα προσαρμογής	Κριτήρια αξιολόγησης				Συνολική βαθμολογία
	Αποτελεσματικότητα αντιμετώπισης της επίπτωσης	Φιλικότητα προς το περιβάλλον	Οικονομική βιωσιμότητα	Ανάπτυξη θέσεων εργασίας	
Χρήση οικιακών συσκευών εξοικονόμησης νερού (σε δημοτικά κτίρια)	3.7	4.1	2.7	2.4	3.2
Επαναχρησιμοποίηση του γκρι νερού (greywater) στις οικίες	3.3	3.6	3.1	2.0	3.0
Επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένου νερού από εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων για άρδευση πάρκων κτλ.	3.5	3.6	2.2	2.7	3.0
Συλλογή βρόχινου νερού στα κτίρια (υδατοδεξαμενές)	3.0	4.0	2.9	1.8	3.0
Λεκάνες διείσδυσης / κατακράτησης υδάτων	3.1	3.8	2.8	2.0	2.9
Αποκατάσταση λιμνών	2.8	4.0	2.2	2.5	2.9
Εγκατάσταση συστημάτων μέτρησης νερού στις οικίες και στο δίκτυο διανομής	3.1	3.9	2.7	1.8	2.9
Αποκατάσταση δικτύου διανομής νερού (μείωση διαρροών)	3.1	3.4	2.8	2.3	2.9
Κήποι βροχής για την προσωρινή συγκράτηση και απορρόφηση του βρόχινου νερού που απορρέει από στέγες, δρόμους, αυλές κ.α.	2.8	4.0	2.7	2.0	2.9

Πίνακας 17: Αποτελέσματα αξιολόγησης μέτρων προσαρμογής στη μειωμένη διαθεσιμότητα νερού

Από τα προτεινόμενα μέτρα του πίνακα 17, η αποκατάσταση δικτύου διανομής νερού (μείωση διαρροών) με ταυτόχρονη εγκατάσταση συστημάτων μέτρησης νερού στο δίκτυο διανομής, η συλλογή βρόχινου νερού στα σχολικά κτίρια (υδατοδεξαμενές) που έχουν χώρους πρασίνου καθώς και η χρήση οικιακών συσκευών εξοικονόμησης νερού (σε δημοτικά και σχολικά κτίρια), φαίνεται να είναι τα πιο εφαρμόσιμα. Η επαναχρησιμοποίηση του γκρι κι επεξεργασμένου νερού (greywater) στις οικίες και οι κήποι βροχής για την προσωρινή συγκράτηση και απορρόφηση του βρόχινου νερού που απορρέει από στέγες, δρόμους, αυλές κ.α θα μπορούσαν να προωθηθούν σε μία δράση διάδοσης.

	Μέτρο Προσαρμογής:	Χρήση συσκευών εξοικονόμησης νερού (σε δημοτικά κτίρια)	
(α)	Συνοπτικό Περιεχόμενο	Τοποθέτηση συσκευών εξοικονόμησης νερού στους χώρους υγιεινής των δημοτικών κτιρίων (Δημαρχείο, Ξυλοτεχνία, Δημ. Γκαράζ, ΚΥΒΕ)	
(β)	Υπεύθυνη Υπηρεσία υλοποίησης	Δ\νη Τεχνικών Υπηρεσιών - Δ\νη Περιβάλλοντος & Ποιότητας Ζωής	
(γ)	Χρονοδιάγραμμα Υλοποίησης:	Εκτιμώμενη έναρξη (μήνας/έτος)	Εκτιμώμενη περάτωση (μήνας/έτος)
		1/2022	12/2023
(δ)	Πιθανή Πηγή Χρηματοδότησης	Ίδιοι πόροι, πρόγραμμα «Αντώνης Τρίτσης», Πράσινο Ταμείο	
(ε)	Δείκτες προόδου & Τιμή Στόχος	Δείκτης	Τιμή Στόχος
		Συσκευή εξοικονόμησης νερού Δημοτικά Καταστήματα	40
		Αριθμός δημοτικών κτιρίων / παροχών νερού	4
(στ)	Πρόβλεψη ενσωμάτωσης του μέτρου σε σχέδιο τοπικής ανάπτυξης	Ένταξη στο Ετήσιο και στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα του Δήμου	

	Μέτρο Προσαρμογής:	Χρήση συσκευών εξοικονόμησης νερού (σε σχολικά κτίρια)	
(α)	Συνοπτικό Περιεχόμενο	Τοποθέτηση συσκευών εξοικονόμησης νερού στους χώρους υγιεινής των σχολικών κτιρίων	
(β)	Υπεύθυνη Υπηρεσία υλοποίησης	Δ\νη Τεχνικών Υπηρεσιών - Δ\νη Περιβάλλοντος & Ποιότητας Ζωής	
(γ)	Χρονοδιάγραμμα Υλοποίησης:	Εκτιμώμενη έναρξη (μήνας/έτος)	Εκτιμώμενη περάτωση (μήνας/έτος)
		1/2022	12/2023
(δ)	Πιθανή Πηγή Χρηματοδότησης	Ίδιοι πόροι, πρόγραμμα «Αντώνης Τρίτσης», Πράσινο Ταμείο	
(ε)	Δείκτες προόδου & Τιμή Στόχος	Δείκτης	Τιμή Στόχος
		Συσκευή εξοικονόμησης νερού Σχολεία	250
		Αριθμός σχολικών κτιρίων / παροχών νερού	25
(στ)	Πρόβλεψη ενσωμάτωσης του μέτρου σε σχέδιο τοπικής ανάπτυξης	Ένταξη στο Ετήσιο και στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα του Δήμου	

	Μέτρο Προσαρμογής:	Συλλογή βρόχινου νερού στα σχολικά κτίρια (υδατοδεξαμενές)	
(α)	Συνοπτικό Περιεχόμενο	Δημιουργία υδατοδεξαμενών στα σχολεία, τα οποία διαθέτουν χώρους πρασίνου	
(β)	Υπεύθυνη Υπηρεσία υλοποίησης	Δ\υση Τεχνικών Υπηρεσιών - Δ\υση Περιβάλλοντος & Ποιότητας Ζωής	
(γ)	Χρονοδιάγραμμα Υλοποίησης:	Εκτιμώμενη έναρξη (μήνας/έτος)	Εκτιμώμενη περάτωση (μήνας/έτος)
		1/2022	12/2023
(δ)	Πιθανή Πηγή Χρηματοδότησης	Ίδιοι πόροι, ΚΑΠ ΣΧΟΛΕΙΩΝ, Ευρωπαϊκό πρόγραμμα Life	
(ε)	Δείκτες προόδου & Τιμή Στόχος	Δείκτης	Τιμή Στόχος
		Αριθμός σχολικών κτιρίων	20
		Όγκος υδατοδεξαμενών (m ³)	
(στ)	Πρόβλεψη ενσωμάτωσης του μέτρου σε σχέδιο τοπικής ανάπτυξης	Ένταξη στο Ετήσιο και στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα του Δήμου	

	Μέτρο Προσαρμογής:	Εγκατάσταση συστημάτων μέτρησης νερού στις πλατείες	
(α)	Συνοπτικό Περιεχόμενο	Εγκατάσταση έξυπνων συστημάτων μέτρησης κι εξοικονόμησης νερού στις πλατείες, για την μείωση των διαρροών και τον έλεγχο άρδευσης χώρων πρασίνου	
(β)	Υπεύθυνη Υπηρεσία υλοποίησης	Δ\υση Περιβάλλοντος & Ποιότητας Ζωής	
(γ)	Χρονοδιάγραμμα Υλοποίησης:	Εκτιμώμενη έναρξη (μήνας/έτος)	Εκτιμώμενη περάτωση (μήνας/έτος)
		1/2022	12/2023
(δ)	Πιθανή Πηγή Χρηματοδότησης	Ίδιοι πόροι, πρόγραμμα «Αντώνης Τρίτσης»	
(ε)	Δείκτες προόδου & Τιμή Στόχος	Δείκτης	Τιμή Στόχος
		Τοποθέτηση συστήματος μέτρησης νερού	50
		Αριθμός πλατειών	50
(στ)	Πρόβλεψη ενσωμάτωσης του μέτρου σε σχέδιο τοπικής ανάπτυξης	Ένταξη στο Ετήσιο και στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα του Δήμου	

4.2 Μέτρα προσαρμογής στις πλημμύρες

Μέτρα προσαρμογής	Κριτήρια αξιολόγησης				Συνολική βαθμολογία
	Αποτελεσματικό-τητα αντιμετώ-πισης της επίπτωσης	Φιλικότητα προς το περιβάλλον	Οικονομική βιωσιμότητα	Ανάπτυξη θέσεων εργασίας	
Δενδροφύτευση σε αστικές περιοχές	3.2	4.6	3.0	2.1	3.2
Τεχνητές λίμνες προσωρινής κατακράτησης υδάτων	3.9	3.6	2.2	2.5	3.0
Αποκατάσταση και αναγέννηση υλικών κοίτης ποταμών	3.4	3.9	2.2	2.6	3.0
Αποκατάσταση λιμνών	3.4	4.1	2.0	2.4	3.0
Παρόχθιες δασώδεις ζώνες	3.3	4.1	2.4	1.9	2.9
Ρηχοί τάφροι με πέτρες/χαλίκια και κανάλια με βλάστηση για τη διήθηση του νερού	3.7	3.3	2.5	2.2	2.9
Τεχνητά κανάλια και μικρά υδατορεύματα	3.3	3.5	2.2	2.7	2.9
Κήποι βροχής για την προσωρινή συγκράτηση και απορρόφηση του βρόχινου νερού που απορρέει από στέγες, δρόμους, αυλές κ.α.	3.2	3.7	2.7	2.2	2.9
Πράσινες στέγες	2.6	4.0	2.0	3.0	2.9
Φυτεμένες λωρίδες γης για ενίσχυση της αποστράγγισης	3.2	3.7	2.5	2.2	2.9
Υδατοπερατά πεζοδρόμια	3.4	3.3	2.4	2.5	2.9

Πίνακας 18: Αποτελέσματα αξιολόγησης μέτρων προσαρμογής στις πλημμύρες

Από τα προτεινόμενα μέτρα του πίνακα 18, η δενδροφύτευση σε αστικές περιοχές και οι φυτεμένες λωρίδες γης για ενίσχυση της αποστράγγισης είναι δύο μέτρα που μπορούν να εφαρμοστούν σε κοινόχρηστους χώρους εκτάσεις (Ποικίλο Όρος, Άλσος Περιστερίου, πλατείες), μιας και ο ελεύθερος χώρος στον δήμο είναι περιορισμένος. Τα υδατοπερατά πεζοδρόμια και οι πράσινες στέγες είναι τα πλέον εφαρμόσιμα, μιας και στον Δήμο δεν υπάρχουν λίμνες, ποτάμια ή παράχθιες περιοχές. Ίσως τα υδατοπερατά πεζοδρόμια θα μπορούσαν να επεκταθούν και στους αύλειους χώρους των σχολικών συγκροτημάτων.

	Μέτρο Προσαρμογής	Δεντροφύτευση σε αστικές περιοχές	
(α)	Συνοπτικό Περιεχόμενο	Δεντροφύτευση στο Ποικίλο Όρος, στο Άλσος Περιστερίου και σε χώρους πρασίνου (πλατείες)	
(β)	Υπεύθυνη Υπηρεσία υλοποίησης	Δ\νηση Περιβάλλοντος & Ποιότητας Ζωής	
(γ)	Χρονοδιάγραμμα Υλοποίησης:	Εκτιμώμενη έναρξη (μήνας/έτος)	Εκτιμώμενη περάτωση (μήνας/έτος)
		1/2022	12/2023
(δ)	Πιθανή Πηγή Χρηματοδότησης	Ίδιοι πόροι – Χορηγίες - Εθελοντισμός	
(ε)	Δείκτες προόδου & Τιμή Στόχος	Δείκτης	Τιμή Στόχος
		Αριθμός νέων δέντρων	250
(στ)	Πρόβλεψη ενσωμάτωσης του μέτρου σε σχέδιο τοπικής ανάπτυξης	Ένταξη στο Ετήσιο και στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα του Δήμου	

	Μέτρο Προσαρμογής	Έργα αντιπλημμυρικής προστασίας	
(α)	Συνοπτικό Περιεχόμενο	Μελέτη & κατασκευή δικτύου αποστράγγισης ομβρίων υδάτων στην περιοχή Τσαλαβούτα.	
(β)	Υπεύθυνη Υπηρεσία υλοποίησης	Δ\νηση Τεχνικών Υπηρεσιών	
(γ)	Χρονοδιάγραμμα Υλοποίησης:	Εκτιμώμενη έναρξη (μήνας/έτος)	Εκτιμώμενη περάτωση (μήνας/έτος)
		6/2021	12/2023
(δ)	Πιθανή Πηγή Χρηματοδότησης	ΕΣΠΑ 2014-2020, Περιφέρεια Αττικής, Πρόγραμμα «Ολοκληρωμένη Χωρική Επέμβαση – Βιώσιμη Αστική Ανάπτυξη ΟΧΕ-ΒΑΑ Δυτ. Αττικής»	
(ε)	Δείκτες προόδου & Τιμή Στόχος	Δείκτης	Τιμή Στόχος
		Πληθυσμός που ωφελείται από αντιπλημμυρικά έργα	Παρακηφίσιο Περιστέρι
(στ)	Πρόβλεψη ενσωμάτωσης του μέτρου σε σχέδιο τοπικής ανάπτυξης	Ένταξη στο Ετήσιο και στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα του Δήμου Εκπονείται ήδη η μελέτη αντιπλημμυρικής προστασίας της περιοχής Τσαλαβούτα, με χρηματοδότηση από ΕΣΠΑ 2014-2020, και πρόκειται να υλοποιηθεί το έργο σύμφωνα με τη μελέτη, επίσης με χρηματοδότηση από ΕΣΠΑ 2014-2020.	

	Μέτρο Προσαρμογής	Έργα αντιπλημμυρικής προστασίας	
(α)	Συνοπτικό Περιεχόμενο	Κατασκευή έργων αντιπλημμυρικής προστασίας στο βόρειο Περιστέρι.	
(β)	Υπεύθυνη Υπηρεσία υλοποίησης	Δ\υση Τεχνικών Υπηρεσιών	
(γ)	Χρονοδιάγραμμα Υλοποίησης:	Εκτιμώμενη έναρξη (μήνας/έτος)	Εκτιμώμενη περάτωση (μήνας/έτος)
		2/2022	12/2023
(δ)	Πιθανή Πηγή Χρηματοδότησης	ΕΣΠΑ 2014-2020, Περιφέρεια Αττικής	
(ε)	Δείκτες προόδου & Τιμή Στόχος	Δείκτης	Τιμή Στόχος
		Πληθυσμός που ωφελείται από αντιπλημμυρικά έργα	Βόρειο Περιστέρι
(στ)	Πρόβλεψη ενσωμάτωσης του μέτρου σε σχέδιο τοπικής ανάπτυξης	Ένταξη στο Ετήσιο και στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα του Δήμου Η Περιφέρεια Αττικής εκπονεί μελέτη αντιπλημμυρικής προστασίας για τη Δυτική Αθήνα. Στη συνέχεια ο κάθε δήμος θα μπορεί να υλοποιήσει τα έργα που τον αφορούν, με πιθανή χρηματοδότηση από τη Περιφέρεια.	

(2)	Μέτρο Προσαρμογής	Υδατοπερατά πεζοδρόμια	
(α)	Συνοπτικό Περιεχόμενο	Βελτίωση προσβασιμότητας πεζοδρομίων, ανάπλαση πεζοδρομίων με χρήση υδατοπερατών υλικών επίστρωσης..	
(β)	Υπεύθυνη Υπηρεσία υλοποίησης	Δ\υση Τεχνικών Υπηρεσιών	
(γ)	Χρονοδιάγραμμα Υλοποίησης:	Εκτιμώμενη έναρξη (μήνας/έτος)	Εκτιμώμενη περάτωση (μήνας/έτος)
		1/2022	12/2023
(δ)	Πιθανή Πηγή Χρηματοδότησης	Ίδιοι πόροι, Περιφέρεια Αττικής, πρόγραμμα «Αντώνης Τρίτσης»	
(ε)	Δείκτες προόδου & Τιμή Στόχος	Δείκτης	Τιμή Στόχος
		Μήκος οδικού άξονα	10 Km
		Επιφάνεια πεζοδρομίων (m ²)	
(στ)	Πρόβλεψη ενσωμάτωσης του μέτρου σε σχέδιο τοπικής ανάπτυξης	Ένταξη στο Ετήσιο και στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα του Δήμου Προβλέπονται σχετικά έργα στο Τεχνικό Πρόγραμμα έτους 2021.	

(2)	Μέτρο Προσαρμογής	Υδατοπερατά πεζοδρόμια	
(α)	Συνοπτικό Περιεχόμενο	Ανάπλαση αύλειων χώρων σχολικών κτιρίων με χρήση υδατοπερατών υλικών επίστρωσης.	
(β)	Υπεύθυνη Υπηρεσία υλοποίησης	Δ\υση Τεχνικών Υπηρεσιών	
(γ)	Χρονοδιάγραμμα Υλοποίησης:	Εκτιμώμενη έναρξη (μήνας/έτος)	Εκτιμώμενη περάτωση (μήνας/έτος)
		6/2022	12/2023
(δ)	Πιθανή Πηγή Χρηματοδότησης	Ίδιοι πόροι, Περιφέρεια Αττικής, πρόγραμμα «Αντώνης Τρίτσης», πρόγραμμα «Φιλόδημος»	
(ε)	Δείκτες προόδου & Τιμή Στόχος	Δείκτης	Τιμή Στόχος
		Αριθμός σχολικών κτιρίων	20
		Επιφάνεια αύλειων χώρων (m ²)	
(στ)	Πρόβλεψη ενσωμάτωσης του μέτρου σε σχέδιο τοπικής ανάπτυξης	Ένταξη στο Ετήσιο και στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα του Δήμου Προβλέπονται σχετικά έργα στο Τεχνικό Πρόγραμμα έτους 2021.	

4.3 Προσαρμογή για την αντιμετώπιση της αυξημένης ζήτησης ηλεκτρισμού για ψύξη

Μέτρα προσαρμογής	Κριτήρια αξιολόγησης				Συνολική βαθμολογία
	Αποτελεσματικό-τητα αντιμετώ-πισης της επίπτωσης	Φιλικότητα προς το περιβάλλον	Οικονομική βιωσιμότητα	Ανάπτυξη θέσεων εργασίας	
Ολιστική εξοικονόμηση ενέργειας σε κατοικίες και δημοτικά κτίρια	4.0	4.1	2.5	3.3	3.5
Εγκατάσταση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και υψηλής ενεργειακής απόδοσης σε δημοτικά κτίρια	4.1	4.2	2.2	3.3	3.4
Ανακαίνιση κτιρίων δήμου σε κτήρια σχεδόν μηδενικής ενέργειας	3.9	4.1	2.3	3.3	3.4
Έργα επίδειξης και εκπαιδευτικά προγράμματα	3.5	4.0	3.3	2.2	3.3
Αστικά πάρκα	3.6	4.3	2.8	2.0	3.2
Ψυχρές οροφές	3.4	3.7	2.7	2.8	3.2
Πράσινες στέγες	3.3	3.9	2.3	2.7	3.1
Ψυχρά πεζοδρόμια	3.3	3.7	2.4	2.8	3.0
Μείωση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας	3.5	3.7	2.2	2.8	3.0

Πίνακας 19: Αποτελέσματα αξιολόγησης μέτρων προσαρμογής για την αντιμετώπιση της αυξημένης ζήτησης ηλεκτρισμού για ψύξη

Από τα προτεινόμενα μέτρα του πίνακα 19, η ανακαίνιση κτιρίων δήμου σε κτήρια σχεδόν μηδενικής ενέργειας, η εγκατάσταση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και υψηλής ενεργειακής απόδοσης σε δημοτικά κτίρια, οι ψυχρές οροφές, οι πράσινες στέγες και τα ψυχρά πεζοδρόμια, φαίνεται να είναι τα πλέον εφαρμόσιμα. Σαν δημοτικά κτίρια θα πρέπει να υπολογιστούν και τα σχολικά συγκροτήματα, καθώς το Περιστέρι διαθέτει πάνω από εκατό.

	Μέτρο Προσαρμογής	Εγκατάσταση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και υψηλής ενεργειακής απόδοσης σε δημοτικά κτίρια	
(α)	Συνοπτικό Περιεχόμενο	Εγκατάσταση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και υψηλής ενεργειακής απόδοσης στα δημοτικά κτίρια : Κεντρικό Δημαρχείο, Ξυλοτεχνία, ΚΥΒΕ, Εκθεσιακό Κέντρο.	
(β)	Υπεύθυνη Υπηρεσία υλοποίησης	Δ\υση Τεχνικών Υπηρεσιών	
(γ)	Χρονοδιάγραμμα Υλοποίησης:	Εκτιμώμενη έναρξη (μήνας/έτος)	Εκτιμώμενη περάτωση (μήνας/έτος)
		1/2022	12/2023
(δ)	Πιθανή Πηγή Χρηματοδότησης	Πρόγραμμα «Ολοκληρωμένη Χωρική Επέμβαση – Βιώσιμη Αστική Ανάπτυξη ΟΧΕ-ΒΑΑ Δυτ. Αττικής», ΕΣΠΑ2021-2027, Πράσινο Ταμείο	
(ε)	Δείκτες προόδου & Τιμή Στόχος	Δείκτης	Τιμή Στόχος
		Δημοτικά κτίρια	4
		Φωτοβολταϊκά m ²	200
(στ)	Πρόβλεψη ενσωμάτωσης του μέτρου σε σχέδιο τοπικής ανάπτυξης	Ένταξη στο Ετήσιο και στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα του Δήμου	

	Μέτρο Προσαρμογής	Ολιστική εξοικονόμηση ενέργειας σε δημοτικά κτίρια	
(α)	Συνοπτικό Περιεχόμενο	Ενεργειακή ανακαίνιση δημοτικού κτιρίου Ξυλοτεχνίας	
(β)	Υπεύθυνη Υπηρεσία υλοποίησης	Δ\υση Τεχνικών Υπηρεσιών	
(γ)	Χρονοδιάγραμμα Υλοποίησης:	Εκτιμώμενη έναρξη (μήνας/έτος)	Εκτιμώμενη περάτωση (μήνας/έτος)
		6/2021	12/2023
(δ)	Πιθανή Πηγή Χρηματοδότησης	Πρόγραμμα «Ολοκληρωμένη Χωρική Επέμβαση – Βιώσιμη Αστική Ανάπτυξη ΟΧΕ-ΒΑΑ Δυτ. Αττικής», ΕΣΠΑ2021-2027, Πράσινο Ταμείο	
(ε)	Δείκτες προόδου & Τιμή Στόχος	Δείκτης	Τιμή Στόχος
		Δημοτικά κτίρια	1
(στ)	Πρόβλεψη ενσωμάτωσης του μέτρου σε σχέδιο τοπικής ανάπτυξης	Ένταξη στο Ετήσιο και στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα του Δήμου Προβλέπονται σχετικά έργα στο Τεχνικό Πρόγραμμα έτους 2021.	

	Μέτρο Προσαρμογής	Ανακαίνιση σχολικών κτιρίων σε κτίρια σχεδόν μηδενικής ενέργειας	
(α)	Συνοπτικό Περιεχόμενο	Ανακαίνιση σχολικών κτιρίων σε κτίρια σχεδόν μηδενικής ενέργειας:	
(β)	Υπεύθυνη Υπηρεσία υλοποίησης	Δ\υση Τεχνικών Υπηρεσιών	
(γ)	Χρονοδιάγραμμα Υλοποίησης:	Εκτιμώμενη έναρξη (μήνας/έτος)	Εκτιμώμενη περάτωση (μήνας/έτος)
		1/2022	12/2023
(δ)	Πιθανή Πηγή Χρηματοδότησης	Ευρωπαϊκά προγράμματα - Πρόγραμμα «Ολοκληρωμένη Χωρική Επέμβαση – Βιώσιμη Αστική Ανάπτυξη ΟΧΕ-ΒΑΑ Δυτ. Αττικής», ΕΣΠΑ2021-2027, Πράσινο Ταμείο	
(ε)	Δείκτες προόδου & Τιμή Στόχος	Δείκτης	Τιμή Στόχος
		Σχολικά κτίρια	4
(στ)	Πρόβλεψη ενσωμάτωσης του μέτρου σε σχέδιο τοπικής ανάπτυξης	Ένταξη στο Ετήσιο και στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα του Δήμου	

	Μέτρο Προσαρμογής	Πράσινες στέγες	
(α)	Συνοπτικό Περιεχόμενο	Μετατροπή στεγών δημοτικών κτιρίων σε πράσινες στέγες, Κεντρικό Δημαρχείο, Ξυλοτεχνία, ΚΥΒΕ, Δημοτικά Καταστήματα.	
(β)	Υπεύθυνη Υπηρεσία υλοποίησης	Δ\υση Τεχνικών Υπηρεσιών	
(γ)	Χρονοδιάγραμμα Υλοποίησης:	Εκτιμώμενη έναρξη (μήνας/έτος)	Εκτιμώμενη περάτωση (μήνας/έτος)
		1/2022	12/2023
(δ)	Πιθανή Πηγή Χρηματοδότησης	ΕΣΠΑ2021-2027, Πράσινο Ταμείο , Ευρωπαϊκά προγράμματα	
(ε)	Δείκτες προόδου & Τιμή Στόχος	Δείκτης	Τιμή Στόχος
		Δημοτικά κτίρια	4
		Επιφάνεια πράσινων στεγών (m ²)	
(στ)	Πρόβλεψη ενσωμάτωσης του μέτρου σε σχέδιο τοπικής ανάπτυξης	Ένταξη στο Ετήσιο και στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα του Δήμου	

	Μέτρο Προσαρμογής	Πράσινες στέγες	
(α)	Συνοπτικό Περιεχόμενο	Μετατροπή στεγών σχολικών κτιρίων σε πράσινες στέγες	
(β)	Υπεύθυνη Υπηρεσία υλοποίησης	Δ\υση Τεχνικών Υπηρεσιών	
(γ)	Χρονοδιάγραμμα Υλοποίησης:	Εκτιμώμενη έναρξη (μήνας/έτος)	Εκτιμώμενη περάτωση (μήνας/έτος)
		1/2023	12/2027
(δ)	Πιθανή Πηγή Χρηματοδότησης	ΕΣΠΑ2021-2027, Πράσινο Ταμείο , Ευρωπαϊκά προγράμματα	
(ε)	Δείκτες προόδου & Τιμή Στόχος	Δείκτης	Τιμή Στόχος
		Σχολικά κτίρια	20
		Επιφάνεια πράσινων στεγών (m ²)	
(στ)	Πρόβλεψη ενσωμάτωσης του μέτρου σε σχέδιο τοπικής ανάπτυξης	Ένταξη στο Ετήσιο και στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα του Δήμου	

	Μέτρο Προσαρμογής	Εγκατάσταση συστημάτων υψηλής ενεργειακής απόδοσης στις υποδομές	
(α)	Συνοπτικό Περιεχόμενο	Παρεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης και διαχείρισης φωτισμού σε κοινόχρηστους χώρους. Εργατικές πολυκατοικίες Ευαγγελίστριας, πεζόδρομοι Μεγ. Αλεξάνδρου, Εθν. Αντιστάσεως.	
(β)	Υπεύθυνη Υπηρεσία υλοποίησης	Δ\υση Τεχνικών Υπηρεσιών	
(γ)	Χρονοδιάγραμμα Υλοποίησης:	Εκτιμώμενη έναρξη (μήνας/έτος)	Εκτιμώμενη περάτωση (μήνας/έτος)
		1/2023	12/2027
(δ)	Πιθανή Πηγή Χρηματοδότησης	Πρόγραμμα «Ολοκληρωμένη Χωρική Επέμβαση – Βιώσιμη Αστική Ανάπτυξη ΟΧΕ-ΒΑΑ Δυτ. Αττικής», ΕΣΠΑ2021-2027	
(ε)	Δείκτες προόδου & Τιμή Στόχος	Δείκτης	Τιμή Στόχος
		Αριθμός παρεμβάσεων	3
(στ)	Πρόβλεψη ενσωμάτωσης του μέτρου σε σχέδιο τοπικής ανάπτυξης	Ένταξη στο Ετήσιο και στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα του Δήμου	

4.4 Προσαρμογή στους καύσωνες και τη θερμική δυσφορία

Μέτρα προσαρμογής	Κριτήρια αξιολόγησης				Συνολική βαθμολογία
	Αποτελεσματικότητα αντιμετώπισης της επίπτωσης	Φιλικότητα προς το περιβάλλον	Οικονομική βιωσιμότητα	Ανάπτυξη θέσεων εργασίας	
Αστικά πάρκα	4.1	4.6	2.9	2.0	3.4
Συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης	4.1	4.0	3.4	1.6	3.3
Καλύτερη ενημέρωση του κοινού για τους τρόπους προστασίας	4.2	4.0	3.1	1.5	3.2
Διάθεση κλιματιζόμενων δημόσιων κτιρίων σε ευάλωτες πληθυσμιακές ομάδες	3.8	4.2	2.7	2.0	3.2
Χρήση ψυχρών υλικών στα πεζοδρόμια	3.5	3.7	2.1	2.9	3.1
Ανακαίνιση δημόσιων κτιρίων για τη χρήση ψυχρών υλικών, αύξηση σκίασης και αντικατάσταση μεταλλικών επιφανειών	3.6	3.2	2.9	2.0	2.9

Πίνακας 20: Αποτελέσματα αξιολόγησης μέτρων προσαρμογής στους καύσωνες και τη θερμική δυσφορία

Από τα προτεινόμενα μέτρα του πίνακα 20 , τα συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης, η καλύτερη ενημέρωση του κοινού για τους τρόπους προστασίας και η διάθεση κλιματιζόμενων δημόσιων κτιρίων σε ευάλωτες πληθυσμιακές ομάδες φαίνεται να είναι τα πλέον εφαρμόσιμα στον δήμο.

Εμπλεκόμενες υπηρεσίες το γραφείο Δημάρχου - Τύπου, η Δ/νση Περιβάλλοντος και Ποιότητας Ζωής και η Δ/νση Τεχνικών Υπηρεσιών. Πιθανή πηγή χρηματοδότησης ίδιοι πόροι

	Μέτρο Προσαρμογής	Αστικά πάρκα	
(α)	Συνοπτικό Περιεχόμενο	Ανάπλαση – αναβάθμιση χώρων πρασίνου. Παρεμβάσεις στις προσφυγικές πολυκατοικίες	
(β)	Υπεύθυνη Υπηρεσία υλοποίησης	Δ\ση Τεχνικών Υπηρεσιών, Δ\ση Περιβάλλοντος & Ποιότητας Ζωής	
(γ)	Χρονοδιάγραμμα Υλοποίησης:	Εκτιμώμενη έναρξη (μήνας/έτος)	Εκτιμώμενη περάτωση (μήνας/έτος)
		1/2022	12/2023
(δ)	Πιθανή Πηγή Χρηματοδότησης	ΕΣΠΑ2021-2027, Πράσινο Ταμείο	
(ε)	Δείκτες προόδου & Τιμή Στόχος	Δείκτης	Τιμή Στόχος
		Αριθμός παρεμβάσεων	1
		Επιφάνεια παρεμβάσεων (m ²)	
(στ)	Πρόβλεψη ενσωμάτωσης του μέτρου σε σχέδιο τοπικής ανάπτυξης	Ένταξη στο Ετήσιο και στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα του Δήμου Προβλέπονται σχετικά έργα στο Τεχνικό Πρόγραμμα έτους 2021.	

	Μέτρο Προσαρμογής	Συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης - ενημέρωση του κοινού για τους τρόπους προστασίας	
(α)	Συνοπτικό Περιεχόμενο	Επέκταση συστήματος έγκαιρης προειδοποίησης - ενημέρωση του κοινού για τους τρόπους προστασίας	
(β)	Υπεύθυνη Υπηρεσία υλοποίησης	Δ\ση Τεχνικών Υπηρεσιών, Δ\ση Περιβάλλοντος & Ποιότητας Ζωής	
(γ)	Χρονοδιάγραμμα Υλοποίησης:	Εκτιμώμενη έναρξη (μήνας/έτος)	Εκτιμώμενη περάτωση (μήνας/έτος)
		6/2022	12/2023
(δ)	Πιθανή Πηγή Χρηματοδότησης	Ίδιοι πόροι, ΕΣΠΑ2021-2027, Πράσινο Ταμείο	
(ε)	Δείκτες προόδου & Τιμή Στόχος	Δείκτης	Τιμή Στόχος
		Αριθμός επιπρόσθετων πινακίδων πληροφόρησης	5
(στ)	Πρόβλεψη ενσωμάτωσης του μέτρου σε σχέδιο τοπικής ανάπτυξης	Ένταξη στο Ετήσιο και στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα του Δήμου	

	Μέτρο Προσαρμογής	Διάθεση κλιματιζόμενων δημόσιων κτιρίων σε ευάλωτες πληθυσμιακές ομάδες	
(α)	Συνοπτικό Περιεχόμενο	Διάθεση κλιματιζόμενων αιθουσών Κεντρικό Δημαρχείο - Εκθεσιακό Κέντρο - ΚΕΦΙ	
(β)	Υπεύθυνη Υπηρεσία υλοποίησης	Δ\υση Τεχνικών Υπηρεσιών, Δ\υση Κοινωνικής Πολιτικής, Παιδείας, Πολιτισμού και Νέας Γενιάς, Δ\υση Περιβάλλοντος & Ποιότητας Ζωής	
(γ)	Χρονοδιάγραμμα Υλοποίησης:	Εκτιμώμενη έναρξη (μήνας/έτος)	Εκτιμώμενη περάτωση (μήνας/έτος)
		1/2021	12/2023
(δ)	Πιθανή Πηγή Χρηματοδότησης	Κόστος συντήρησης, ίδιοι πόροι, ίδια μέσα	
(ε)	Δείκτες προόδου & Τιμή Στόχος	Δείκτης	Τιμή Στόχος
		Αριθμός διαθέσιμων αιθουσών	10
		Αριθμός διαθέσιμων m ²	700
(στ)	Πρόβλεψη ενσωμάτωσης του μέτρου σε σχέδιο τοπικής ανάπτυξης	Ένταξη στο Ετήσιο και στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα του Δήμου	

	Μέτρο Προσαρμογής	Ψυχρά πεζοδρόμια	
(α)	Συνοπτικό Περιεχόμενο	Ανάπλαση πεζοδρομίων με χρήση ψυχρών υλικών επίστρωσης. Οδός Σοφοκλή Βενιζέλου. Πεζόδρομοι Εθν. Αντιστάσεως, Μεγ. Αλεξάνδρου.	
(β)	Υπεύθυνη Υπηρεσία υλοποίησης	Δ\υση Τεχνικών Υπηρεσιών	
(γ)	Χρονοδιάγραμμα Υλοποίησης:	Εκτιμώμενη έναρξη (μήνας/έτος)	Εκτιμώμενη περάτωση (μήνας/έτος)
		6/2022	12/2023
(δ)	Πιθανή Πηγή Χρηματοδότησης	Ίδιοι πόροι, Περιφέρεια Αττικής, ΕΣΠΑ2021-2027, πρόγραμμα «Αντώνης Τρίτσης», Πρόγραμμα «Ολοκληρωμένη Χωρική Επέμβαση – Βιώσιμη Αστική Ανάπτυξη ΟΧΕ-BAA Δυτ. Αττικής»	
(ε)	Δείκτες προόδου & Τιμή Στόχος	Δείκτης	Τιμή Στόχος
		Αριθμός πεζοδρόμων – δρόμων ήπιας κυκλοφορίας	3
		Επιφάνεια πεζοδρομίων (m ²)	
(στ)	Πρόβλεψη ενσωμάτωσης του μέτρου σε σχέδιο τοπικής ανάπτυξης	Ένταξη στο Ετήσιο και στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα του Δήμου Προβλέπονται σχετικά έργα στο Τεχνικό Πρόγραμμα έτους 2021.	

4.5 Προσαρμογή σε υπερβάσεις όζοντος

Μέτρα προσαρμογής	Κριτήρια αξιολόγησης				Συνολική βαθμολογία
	Αποτελεσματικότητα αντιμετώπισης της επίπτωσης	Φιλικότητα προς το περιβάλλον	Οικονομική βιωσιμότητα	Ανάπτυξη θέσεων εργασίας	
Ενίσχυση της εφαρμογής μέτρων για τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα στις αστικές περιοχές	3.5	3.8	3.0	1.3	2.9
Χρήση καθαρότερων μέσων δημόσιας συγκοινωνίας	3.4	4.3	2.0	1.9	2.9
Παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα	3.7	3.7	3.0	1.2	2.9
Ενίσχυση της ευαισθητοποίησης και της εκπαίδευσης του κοινού	3.3	4.0	2.1	2.1	2.9
Αλλαγές στον προγραμματισμό των εργασιών των οχημάτων του δήμου (πχ. μετά το σούρουπο)	3.5	3.5	2.6	1.7	2.9

Πίνακας 21: Αποτελέσματα αξιολόγησης μέτρων προσαρμογής σε υπερβάσεις όζοντος

Από τα προτεινόμενα μέτρα του πίνακα 21 , η χρήση καθαρότερων μέσων δημόσιας συγκοινωνίας, η παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα και η ενίσχυση της ευαισθητοποίησης και της εκπαίδευσης του κοινού φαντάζουν τα πλέον υλοποιήσιμα για τον δήμο.

Ίσως η προσθήκη αισθητήρων ρύπων στους αισθητήρες που βάλαμε με το Urbanproof μπορεί να υλοποιήσει το μέτρο παρακολούθησης του αέρα.

Επίσης μέσω του Πράσινου Ταμείου ο δήμος χρηματοδοτήθηκε με 250.000€ για την εκπόνηση ΣΒΑΚ -Σχέδιου Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας

	Μέτρο Προσαρμογής	Χρήση καθαρότερων μέσων δημόσιας συγκοινωνίας	
(α)	Συνοπτικό Περιεχόμενο	Προμήθεια ηλεκτροκίνητων λεωφορείων δημοτικής συγκοινωνίας και ηλεκτροκίνητων οχημάτων για τις ανάγκες του δήμου.	
(β)	Υπεύθυνη Υπηρεσία υλοποίησης	Δ\νη Περιβάλλοντος & Ποιότητας Ζωής	
(γ)	Χρονοδιάγραμμα Υλοποίησης:	Εκτιμώμενη έναρξη (μήνας/έτος)	Εκτιμώμενη περάτωση (μήνας/έτος)
		1/2022	12/2024
(δ)	Πιθανή Πηγή Χρηματοδότησης	Πρόγραμμα «Αντώνης Τρίτσης»	
(ε)	Δείκτες προόδου & Τιμή Στόχος	Δείκτης	Τιμή Στόχος
		Αριθμός ηλεκτροκίνητων λεωφορείων	5
		Αριθμός ηλεκτροκίνητων van	2
		Αριθμός ηλεκτροκίνητων suv	2
		Αριθμός ηλεκτροκίνητων mini van	1
(στ)	Πρόβλεψη ενσωμάτωσης του μέτρου σε σχέδιο τοπικής ανάπτυξης	Ένταξη στο Ετήσιο και στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα του Δήμου	

	Μέτρο Προσαρμογής	Χρήση καθαρότερων μέσων δημόσιας συγκοινωνίας	
(α)	Συνοπτικό Περιεχόμενο	Εγκατάσταση Σταθμών Φόρτισης Ηλεκτρικών Οχημάτων (ΣΦΗΟ)	
(β)	Υπεύθυνη Υπηρεσία υλοποίησης	Δ\νη Περιβάλλοντος & Ποιότητας Ζωής	
(γ)	Χρονοδιάγραμμα Υλοποίησης:	Εκτιμώμενη έναρξη (μήνας/έτος)	Εκτιμώμενη περάτωση (μήνας/έτος)
		1/2022	12/2023
(δ)	Πιθανή Πηγή Χρηματοδότησης	Πρόγραμμα «Αντώνης Τρίτσης»	
(ε)	Δείκτες προόδου & Τιμή Στόχος	Δείκτης	Τιμή Στόχος
		Αριθμός θέσεων ΣΦΗΟ	5
			1
(στ)	Πρόβλεψη ενσωμάτωσης του μέτρου σε σχέδιο τοπικής ανάπτυξης	Ένταξη στο Ετήσιο και στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα του Δήμου Προβλέπονται σχετικά έργα στο Τεχνικό Πρόγραμμα έτους 2021.	

	Μέτρο Προσαρμογής	Ενίσχυση της εφαρμογής μέτρων για τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα στις αστικές περιοχές	
(α)	Συνοπτικό Περιεχόμενο	Ανάπτυξη & Εφαρμογή Σχεδίου Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας	
(β)	Υπεύθυνη Υπηρεσία υλοποίησης	Δ\νη Υπηρεσίας Δόμησης – Τμήμα Κυκλοφοριακής Αγωγής	
(γ)	Χρονοδιάγραμμα Υλοποίησης:	Εκτιμώμενη έναρξη (μήνας/έτος)	Εκτιμώμενη περάτωση (μήνας/έτος)
		1/2022	12/2023
(δ)	Πιθανή Πηγή Χρηματοδότησης	Πράσινο Ταμείο – Ίδιοι πόροι	
(ε)	Δείκτες προόδου & Τιμή Στόχος	Δείκτης	Τιμή Στόχος
		Ανάπτυξη ΣΒΑΚ	1
		Εφαρμογή ΣΒΑΚ	1
(στ)	Πρόβλεψη ενσωμάτωσης του μέτρου σε σχέδιο τοπικής ανάπτυξης	Ένταξη στο Ετήσιο και στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα του Δήμου Προβλέπονται σχετικά έργα στο Τεχνικό Πρόγραμμα έτους 2021.	

	Μέτρο Προσαρμογής	Παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα	
(α)	Συνοπτικό Περιεχόμενο	Συντήρηση του εγκατεστημένου δικτύου μετεωρολογικών σταθμών. Προσθήκη αισθητηρίων μέτρησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης	
(β)	Υπεύθυνη Υπηρεσία υλοποίησης	Δ\νη Τεχνικών Υπηρεσιών, Δ\νη Περιβάλλοντος & Ποιότητας Ζωής	
(γ)	Χρονοδιάγραμμα Υλοποίησης:	Εκτιμώμενη έναρξη (μήνας/έτος)	Εκτιμώμενη περάτωση (μήνας/έτος)
		1/2022	12/2023
(δ)	Πιθανή Πηγή Χρηματοδότησης	Κόστος συντήρησης, ίδιοι πόροι, ίδια μέσα	
(ε)	Δείκτες προόδου & Τιμή Στόχος	Δείκτης	Τιμή Στόχος
		Αριθμός μετεωρολογικών σταθμών	15
(στ)	Πρόβλεψη ενσωμάτωσης του μέτρου σε σχέδιο τοπικής ανάπτυξης	Ένταξη στο Ετήσιο και στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα του Δήμου	

4.6 Προσαρμογή στις περιαστικές πυρκαγιές

Μέτρα προσαρμογής	Κριτήρια αξιολόγησης				Συνολική βαθμολογία
	Αποτελεσματικό-τητα αντιμετώ-πισης της επίπτωσης	Φιλικότητα προς το περιβάλλον	Οικονομική βιωσιμότητα	Ανάπτυξη θέσεων εργασίας	
Δράσεις αναδάσωσης / αποκατάστασης των περιοχών που έχουν πληγεί από τη φωτιά	4.0	4.5	2.5	2.3	3.3
Δημιουργία συστήματος έγκαιρης προειδοποίησης για τη δασική πυρκαγιά	3.9	4.4	2.8	1.8	3.2
Περιορισμό της εγκατάλειψης των καμένων περιοχών	3.4	4.1	3.0	2.1	3.2
Εκστρατείες ευαισθητοποίησης για αλλαγή συμπεριφοράς πολιτών	3.6	4.0	2.9	1.9	3.1
Ενίσχυση των μέτρων πυρόσβεσης	3.6	4.0	2.3	2.2	3.0
Ενίσχυση των υποδομών για τη βελτίωση της προστασίας και πρόληψης έναντι δασικών πυρκαγιών	3.6	3.7	2.5	2.2	3.0

Πίνακας 22: Αποτελέσματα αξιολόγησης μέτρων προσαρμογής στις περιαστικές πυρκαγιές

Από τα προτεινόμενα μέτρα του πίνακα 22 , η ενίσχυση των υποδομών για τη βελτίωση της προστασίας και πρόληψης έναντι δασικών πυρκαγιών καθώς και η δημιουργία συστήματος έγκαιρης προειδοποίησης για τη δασική πυρκαγιά, είναι τα πλέον εφαρμόσιμα.

	Μέτρο Προσαρμογής	Ενίσχυση μέτρων πυρόσβεσης	
(α)	Συνοπτικό Περιεχόμενο	Εκπόνηση γενικού σχεδίου αντιμετώπισης εκτάκτων αναγκών και διαχείρισης συνεπειών	
(β)	Υπεύθυνη Υπηρεσία υλοποίησης	Δ\υση Περιβάλλοντος & Ποιότητας Ζωής – Πολιτική Προστασία	
(γ)	Χρονοδιάγραμμα Υλοποίησης:	Εκτιμώμενη έναρξη (μήνας/έτος)	Εκτιμώμενη περάτωση (μήνας/έτος)
		1/2022	12/2023
(δ)	Πιθανή Πηγή Χρηματοδότησης	Ίδια μέσα	
(ε)	Δείκτες προόδου & Τιμή Στόχος	Δείκτης	Τιμή Στόχος
		Εκπόνηση σχεδίου	1
(στ)	Πρόβλεψη ενσωμάτωσης του μέτρου σε σχέδιο τοπικής ανάπτυξης	Ένταξη στο Ετήσιο και στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα του Δήμου	

	Μέτρο Προσαρμογής	Ενίσχυση των υποδομών για τη βελτίωση της προστασίας και πρόληψης έναντι δασικών πυρκαγιών	
(α)	Συνοπτικό Περιεχόμενο	Ενίσχυση/Συντήρηση των υποδομών για τη βελτίωση της προστασίας και πρόληψης έναντι δασικών πυρκαγιών	
(β)	Υπεύθυνη Υπηρεσία υλοποίησης	Δ\υση Περιβάλλοντος & Ποιότητας Ζωής – Πολιτική Προστασία	
(γ)	Χρονοδιάγραμμα Υλοποίησης:	Εκτιμώμενη έναρξη (μήνας/έτος)	Εκτιμώμενη περάτωση (μήνας/έτος)
		1/2022	12/2023
(δ)	Πιθανή Πηγή Χρηματοδότησης	Ίδια μέσα	
(ε)	Δείκτες προόδου & Τιμή Στόχος	Δείκτης	Τιμή Στόχος
(στ)	Πρόβλεψη ενσωμάτωσης του μέτρου σε σχέδιο τοπικής ανάπτυξης	Ένταξη στο Ετήσιο και στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα του Δήμου	

5. References

1. Barbieri, S., & Martinelli, G. (2007). Hydrogeological features of the Enza river alluvial fan (province of Reggio Emilia). *Developments in Aquifer Sedimentology And Ground Water Flow Studies in Italy, Memorie Descrittive Carta Geologica d'Italia*, 76, 17-38.
2. Camalier, L., W. Cox, and P. Dolwick.: The effects of meteorology on ozone in urban areas and their use in assessing ozone trends, *Atmospheric Environment*, 41(33), 7127–7137, doi:10.1016/j.atmosenv.2007.04.061., 2007
3. Cutter, S. L., Boruff, B. J., & Shirley, L. W. (2003). *Social Vulnerability and Environmental Hazards*. Social science quarterly.
4. Defra (2006). *Flood Risks to People: The flood risks to people methodology*, Flood Risks to People-Phase 2. Department for Environment, Food and Rural Affairs, London.
5. Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe (2008).
6. Eurostat (2014). "Persons reporting a chronic disease, by disease, sex, age and income quintile", Dataset: Health/Health status/Self-reported chronic morbidity
7. Eurostat (2015). "Hospital beds by NUTS 2 regions", Dataset: Dataset: Health/Health care/Health care resources/Health care facilities.
8. Eurostat (2016). "People at risk of poverty or social exclusion", Dataset: Income and living conditions/Europe 2020 strategy/Main indicator.
9. Eurostat (2017). "Population by educational attainment level, sex and age (%) - main indicators/ Less than primary, primary and lower secondary education (levels 0-2)", Dataset: Education and training.
10. Fernandez, L.S. Byard, D., Lin, C.-C., Benson, S. and Barbera, J.A. (2002). Frail elderly as disaster victims: emergency management strategies. *Prehospital and Disaster Medicine* 17(2): 67-74
11. Giannakopoulos C, LeSager P, Bindi M, Moriondo M, Kostopoulou E, Goodess C.M.: Climatic changes and associated impacts in the Mediterranean resulting from a 2 °C global warming. *Global Planet Change*, 68, 209–224, <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2009.06.001>, 2009
12. Giannakopoulos C., Psiloglou B., Lemesios G., Xevgenos D., Papadaskalopoulou C., Karali A., Varotsos V K., Zachariou-Dodou M., Moustakas K., Ioannou K., Petrakis M., Loizidou M.: Climate change impacts, vulnerability and adaptive capacity of the electrical energy sector in Cyprus. *Reg Environ Change*, 16, 1891-1904, doi: 10.1007/s10113-015-0885-z, 2016
13. Granados, A. (2012) Estimate Social Vulnerability Index to climate change in Mexico. Population Association of America 2012 annual meeting. San Francisco, CA, 3–5 May, 2012

14. Hajat, S., Ebi, K. L., Kovats, R. S., Menne, B., Edwards, S., & Haines, A. (2005). The human health consequences of flooding in Europe: a review. In *Extreme weather events and public health responses* (pp. 185-196). Springer, Berlin, Heidelberg.
15. Hedegaard, G. B., J. Brandt, J. H. Christensen, L. M. Frohn, C. Geels, K. M. Hansen, and M. Stendel.: Impacts of climate change on air pollution levels in the Northern Hemisphere with special focus on Europe and the Arctic, *Atmos. Chem. Phys.*, 8(12), 3337–3367, doi:10.5194/acp-8-3337-2008, 2008
16. IPCC (2007). Appendix I: Glossary. In: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Parry, M.L., O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden, and C.E. Hanson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, pp. 869-883.
17. IPCC (2014). Annex II: Glossary [Mach, K.J., S. Planton and C. von Stechow (eds.)]. In: *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 117-130.
18. ISTAT (2011). "Educational attainment of resident population aged 6 years and over", Dataset: Education and Training. Istituto Nazionale di Statistica
19. ISTAT (2017). "Resident municipal population by age, sex and marital status", Dataset: Population and Households, Istituto Nazionale di Statistica
20. Katic, K. (2017). Social vulnerability assessment tools for climate change and DRR programming. United Nations Development Programme
21. Katragkou, E., P. Zanis, I. Kioutsioukis, I. Tegoulas, D. Melas, B. C. Krüger, and E. Coppola.: Future climate change impacts on summer surface ozone from regional climate-air quality simulations over Europe, *J. Geophys. Res.*, 116, 14 pp., D22307, doi:201110.1029/2011JD015899, 2011
22. Kazmierczak, A. (2015). Analysis of social vulnerability to climate change in the Helsinki Metropolitan Area. Final report, 29.
23. Langner, J., M. Engardt, A. Baklanov, J. H. Christensen, M. Gauss, C. Geels, G. B. Hedegaard.: A multi-model study of impacts of climate change on surface ozone in Europe, *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 12(2), 4901–4939, doi:10.5194/acpd-12-4901-2012, 2012
24. Langner, J., R. Bergström, and V. Foltescu.: Impact of climate change on surface ozone and deposition of sulphur and nitrogen in Europe, *Atmos. Environ.*, 39(6), 1129–1141, doi:10.1016/j.atmosenv.2004.09.082, 2005
25. Leibensperger, E. M., L. J. Mickley, and D. J. Jacob.: Sensitivity of US air quality to mid-latitude cyclone frequency and implications of 1980–2006 climate change, *Atmos. Chem. Phys.*, 8(23), 7075–7086, doi:10.5194/acp-8-7075-2008, 2008

26. Martinelli, G., Chahoud, A., Dadomo, A., & Fava, A. (2014). Isotopic features of Emilia - Romagna region (North Italy) groundwaters: Environmental and climatological implications. *Journal of Hydrology*, 1928-1938.
27. Masterton JM., Richardson F.A.: Humidex, a method of quantifying human discomfort due to excessive heat and humidity, CLI 1–79, Environment Canada. Atmospheric Environment Service, Downsview, Ontario, 1979
28. Meleux, F., F. Solmon, and F. Giorgi.: Increase in summer European ozone amounts due to climate change, *Atmos. Environ.*, 41(35), 7577–7587, doi:10.1016/j.atmosenv.2007.05.048, 2007
29. N Otero and J Sillmann and J L Schnell and H W Rust and T Butler.: Synoptic and meteorological drivers of extreme ozone concentrations over Europe, *Environmental Research Letters*, 11(2), 024005, 2016
30. Ordóñez, C., H. Mathis, M. Furger, S. Henne, C. Hüglin, J. Staehelin, and A. S. H. Prévôt.: Changes of daily surface ozone maxima in Switzerland in all seasons from 1992 to 2002 and discussion of summer 2003, *Atmos. Chem. Phys.*, 5(5), 1187–1203, doi:10.5194/acp-5-1187-2005, 2005
31. Pusede, S. E., A. L. Steiner, and R. C. Cohen.: Temperature and Recent Trends in the Chemistry of Continental Surface Ozone, *Chem. Rev.*, 115(10), 3898–3918, doi:10.1021/cr5006815, 2015
32. Rygel, L., O’Sullivan, D., Yarnal, B. (2006). A method for constructing a social vulnerability index: an application to hurricane storm surges in a developed
33. Seinfeld, J. H.: *Atmospheric Chemistry and the Physics of air pollution* (p. 768). New York: Wiley., 1986
34. Shen, L., L. J. Mickley, and E. Gilleland.: Impact of increasing heat waves on U.S. ozone episodes in the 2050s: Results from a multimodel analysis using extreme value theory, *Geophys. Res. Lett.*, 43(8), 4017–4025, doi:10.1002/2016GL068432, 2016
35. Svoboda, M., Hayes, M., & Wood, D. (2012). *Standardized precipitation index user guide*. World Meteorological Organization Geneva, Switzerland.
36. Swart, R., Fons, J., Geertsema, W., Bert van Hove, Gregor, M., Havranek, M., Jacobs, C., Kazmierczak, A., Krellenberg, K., Kuhlicke, C. and Peltonen, L. (2012). *Urban Vulnerability Indicators - A joint report of ETC-CCA and ETC-SIA*. ETC CCA.
37. Thom HSC.: Normal degree days above any base by the universal truncation coefficient. *Mon Weather Rev*, 94, 461–465, 1962
38. Thrush, D., Burningham, K., Fielding, J. (2005). *Flood warning for vulnerable groups: A qualitative study*. R&D Technical Report W5C-018/3, Environment Agency
39. Varotsos, K. V., M. Tombrou, and C. Giannakopoulos.: Statistical estimations of the number of future ozone exceedances due to climate change in Europe, *J. Geophys. Res. Atmos.*, 118, 6080–

40. Vicente-Serrano S.M., Santiago Beguería, Juan I. López-Moreno (2010). A Multi-scalar drought index sensitive to global warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index - SPEI. *Journal of Climate* 23: 1696-1718.
41. Wise, E., and A.: Comrie Meteorologically adjusted urban air quality trends in the Southwestern United States, *Atmos. Environ.*, 39(16), 2969–2980, doi:10.1016/j.atmosenv.2005.01.024, 2005
42. WMO (2012). *Standardized Precipitation Index - Users Guide*. Geneva: World Meteorological Organization.
43. World Bank (1998). *World Development Indicators 1998*. International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, Washington, DC.
44. Zimmermann, E., Bracalenti, L., Piacentini, R., & Inostroza, L. (2016). Urban flood risk reduction by increasing green areas for adaptation to climate change. *ProcediaEng*, 161, 2241-2246.
45. Popke D., Stevens B., Voice A.: Climate and climate change in a radiative-convective equilibrium version of ECHAM6, *J. Adv. Model. Earth Syst.*, 5(1), 1-14, doi: 10.1029/2012MS000191, 2013
46. Stranberg G., Kjellström E., Poska A., Wagner S., Gaillard M.J., Trondman A.K., Mauri A., Davis B.S., Kaplan J.O., Birks H.J.B., Bjune A.E., Fyfe R., Giesecke T., Kalnina L., Kangur M., Van Der Knaap W.O., Kokfelt U., Kunes P., Latalowa M., Marquer L., Mazier F., Nielsen A.B., Smith B., Seppä H., Sugita S.: Regional climate model simulations for Europe at 6 and 0.2 k BP: sensitivity to changes in anthropogenic deforestation, *Clim. Past*, 10, 661-680, doi:10.5194/cp-10-661-2014, 2014a
47. Strandberg G., Barring A., Hansson U., Jansson C., Jones C., Kjellström E.: CORDEX scenarios for Europe from the Rossby Centre regional climate model RCA4, *Reports Meteorology and Climatology*, 116, SMHI, SE-60176 Norrköping, Sverige, 2014b