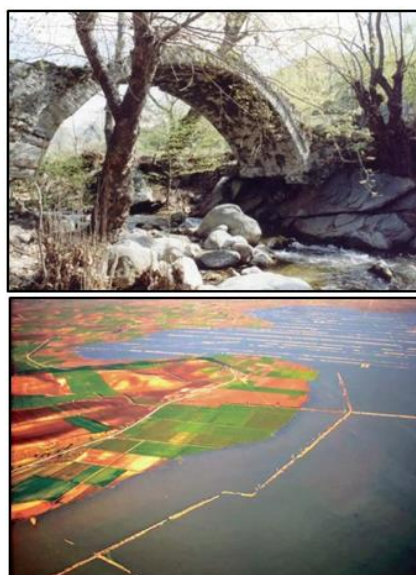
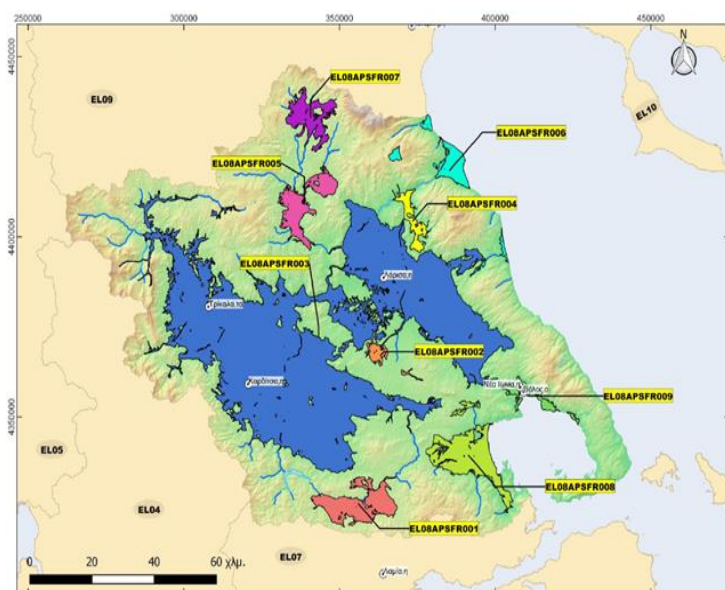




ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ



**ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΥΔΑΤΩΝ
ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΥΔΑΤΩΝ**



**1^η ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ
ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ
των Λεκανών Απορροής Ποταμών του
Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας (EL08)**

Στάδιο 2 – Παραδοτέο 13

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ**

Τεχνική έκθεση



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ταμείο Συνοχής



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΥΔΑΤΩΝ

ΕΡΓΟ: 1^η ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ ΣΧΕΔΙΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΤΑΜΩΝ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ ΗΠΕΙΡΟΥ, ΔΥΤΙΚΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΚΑΙ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΚΟΙΝΟΠΡΑΞΙΑ 1^{ης} ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΣΧΕΔΙΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΗΠΕΙΡΟΥ, ΔΥΤΙΚΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΚΑΙ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ:

ΚΟΙΝΟΠΡΑΞΙΑ: Γ. ΚΑΡΑΒΟΚΥΡΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Α.Ε. • ENVECO Α.Ε.

ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ 1^{ης} ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΤΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΤΑΜΩΝ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΤΑΔΙΟ 2 – ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 13: ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ

Αναθεωρήσεις:

Έκδοση	Ημερομηνία	Παρατηρήσεις
Εκδ. 1	29/02/2024	Αρχική Έκδοση
Εκδ. 2	30/04/2024	2 ^η Έκδοση
Εκδ. 3	12/07/2024	3 ^η Έκδοση

ΣΤΑΔΙΟ II

Επίδραση Κλιματικής Αλλαγής στην Αξιολόγηση και
Διαχείριση του Κινδύνου Πλημμύρας

Τεύχη και Χάρτες που συνοδεύουν το παρόν Παραδοτέο

A/A	Τίτλος	Κλίμακα	Αριθμός Τεύχους / Χάρτη
	ΤΕΥΧΗ		
1	Τεχνική Έκθεση		ΕΛ08_Π13_Τ1

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	<u>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</u>	6
1.1	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΈΚΘΕΣΗΣ	6
1.2	ΟΜΑΔΑ ΜΕΛΕΤΗΣ	8
1.3	ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ	10
1.4	ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΈΚΘΕΣΗΣ	10
2	<u>ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗΝ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ</u>	11
2.1	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΠΡΟΒΟΛΩΝ	11
2.2	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗΝ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ	13
2.2.1	ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ	13
2.2.2	ΒΗΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ	14
2.3	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΟ ΥΔ08.	18
2.3.1	ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΣΤΟ ΥΔ	18
2.3.2	ΛΑΠ ΠΗΝΕΙΟΥ	25
2.3.3	ΛΑΠ ΑΛΜΥΡΟΥ-ΠΗΛΙΟΥ	26
2.4	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	27
3	<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</u>	31
4	<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΠΊΝΑΚΕΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΙΣ ΘΈΞΕΙΣ ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΤΗΣ 1^{ΗΣ} ΑΝΑΘΈΩΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΠΑΚΠ</u>	32

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΕΙΚΟΝΑ 2-1. ΘΕΣΕΙΣ ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΟΠΟΙΟΥΣ ΔΙΑΤΙΘΕΝΤΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟ ΤΗΣ ΣΗΜΕΙΑΚΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ (ΑΠΟ 1ΗΣ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΑΚΠ, 2019).	11
ΕΙΚΟΝΑ 2-2 ΘΕΣΕΙΣ ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΥΔ08 ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΟΠΟΙΟΥΣ ΔΙΑΤΙΘΕΝΤΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	15
ΕΙΚΟΝΑ 2-3 ΓΡΑΦΗΜΑ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΟ ΥΔ08	18
ΕΙΚΟΝΑ 2-4 ΧΑΡΤΗΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗΝ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΤΟΥ ΥΔ08, ΜΕ ΤΡΕΧΟΥΣΑ ΠΕΡΙΟΔΟ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ T=50 ΕΤΗ, ΚΑΤΑ ΤΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 2041-2070	19
ΕΙΚΟΝΑ 2-5 ΧΑΡΤΗΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗΝ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΤΟΥ ΥΔ08, ΜΕ ΤΡΕΧΟΥΣΑ ΠΕΡΙΟΔΟ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ T=50 ΕΤΗ, ΚΑΤΑ ΤΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 2071-2100	20
ΕΙΚΟΝΑ 2-6 ΧΑΡΤΗΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗΝ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΤΟΥ ΥΔ08, ΜΕ ΤΡΕΧΟΥΣΑ ΠΕΡΙΟΔΟ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ T=100 ΕΤΗ, ΚΑΤΑ ΤΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 2041-2070	21
ΕΙΚΟΝΑ 2-7 ΧΑΡΤΗΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗΝ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΤΟΥ ΥΔ08, ΜΕ ΤΡΕΧΟΥΣΑ ΠΕΡΙΟΔΟ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ T=100 ΕΤΗ, ΚΑΤΑ ΤΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 2071-2100	22
ΕΙΚΟΝΑ 2-8 ΧΑΡΤΗΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗΝ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΤΟΥ ΥΔ08, ΜΕ ΤΡΕΧΟΥΣΑ ΠΕΡΙΟΔΟ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ T=1000 ΕΤΗ, ΚΑΤΑ ΤΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 2041-2070	23
ΕΙΚΟΝΑ 2-9 ΧΑΡΤΗΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗΝ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΤΟΥ ΥΔ08, ΜΕ ΤΡΕΧΟΥΣΑ ΠΕΡΙΟΔΟ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ T=1000 ΕΤΗ, ΚΑΤΑ ΤΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 2071-2100	24
ΕΙΚΟΝΑ 2-10 ΓΡΑΦΗΜΑ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗ ΛΑΠ ΠΗΝΕΙΟΥ	25
ΕΙΚΟΝΑ 2-11 ΓΡΑΦΗΜΑ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗ ΛΑΠ ΑΛΜΥΡΟΥ-ΠΗΛΙΟΥ	26
ΕΙΚΟΝΑ 2-13 ΚΑΜΠΥΛΗ ΚΑΝΟΝΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ THISTORICAL=50 ΕΤΗ	28
ΕΙΚΟΝΑ 2-14 ΚΑΜΠΥΛΗ ΚΑΝΟΝΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ THISTORICAL=100 ΕΤΗ	29
ΕΙΚΟΝΑ 2-15 ΚΑΜΠΥΛΗ ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΗΣ ΚΑΝΟΝΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ THISTORICAL=1000 ΕΤΗ	30
ΕΙΚΟΝΑ 4-1 ΧΑΡΤΗΣ ΘΕΣΕΩΝ ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΕΝΤΟΣ ΥΔ08	38

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 2-1 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΤΩΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ (GCMs) ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΧΙΚΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ (RCMs) ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΠΡΟΒΟΛΩΝ ΟΜΒΡΙΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ (ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ SWICCA).....	12
ΠΙΝΑΚΑΣ 2-2 ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ, ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΤΑΣΗ ΤΗΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ 24HR: ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ ΚΑΤΑ ΤΙΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥΣ ΠΟΥ ΕΞΕΤΑΖΟΝΤΑΙ.....	16
ΠΙΝΑΚΑΣ 2-3 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΟΔΩΝ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ ΚΑΤΑ ΤΙΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥΣ ΠΟΥ ΕΞΕΤΑΖΟΝΤΑΙ ΣΤΟ ΥΔ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	18
ΠΙΝΑΚΑΣ 2-4 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΟΔΩΝ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ ΚΑΤΑ ΤΙΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥΣ ΠΟΥ ΕΞΕΤΑΖΟΝΤΑΙ ΣΤΗ ΛΑΠ ΠΗΝΕΙΟΥ.....	25
ΠΙΝΑΚΑΣ 2-5 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΟΔΩΝ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ ΚΑΤΑ ΤΙΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥΣ ΠΟΥ ΕΞΕΤΑΖΟΝΤΑΙ ΣΤΗ ΛΑΠ ΑΛΜΥΡΟΥ-ΠΗΛΙΟΥ.....	26
ΠΙΝΑΚΑΣ 4-1 ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΩΝ ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΗΣ (A_LOG, B_LOG) ΚΑΙ ΕΚΘΕΤΙΚΗΣ (A_EXP, B_EXP) ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ ΑΝΑ ΣΤΑΘΜΟ.	32
ΠΙΝΑΚΑΣ 4-2 ΝΕΕΣ ΠΕΡΙΟΔΟΙ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ ΓΙΑ ΤΑ ΓΕΓΟΝΟΤΑ ΠΟΥ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟΥΝ ΣΕ T=50,100 ΚΑΙ 1000 ΕΤΗ, ΓΙΑ ΤΙΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥΣ 2041-2070(2050s) ΚΑΙ 2071-2100(2080s), ΑΝΑ ΣΤΑΘΜΟ ΤΟΥ ΥΔ08.....	34

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Αντικείμενο Έκθεσης

Το παρόν κείμενο αποτελεί το Παραδοτέο 13 της 1^{ης} Φάσης του 2^{ου} Σταδίου σύμβασης «1^η Αναθεώρηση Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας Λεκανών Απορροής Ποταμών των 14 Υδατικών Διαμερισμάτων της χώρας», ΤΜΗΜΑ 4: «1^η Αναθεώρηση Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας Λεκανών Απορροής Ποταμών των Υδατικών Διαμερισμάτων Ηπείρου, Δυτικής Στερεάς Ελλάδας και Θεσσαλίας», η οποία υπογράφηκε στις 31/08/2022 μεταξύ του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας και της ΚΕ Γ. ΚΑΡΑΒΟΚΥΡΗΣ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Α.Ε. με δ.τ. GK CONSULTANTS – ENVECO ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ με δ.τ. ENVECO Α.Ε.

Σε εφαρμογή της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ και της Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/21.7.2010, όπως τροποποιήθηκε με την ΚΥΑ 177772/924/2017 (ΦΕΚ 2140/Β'/22.06.2017) και ισχύει, έχει ολοκληρωθεί ο 1ος κύκλος εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ, ο οποίος περιλαμβάνει την Προκαταρκτική Αξιολόγηση Κινδύνων Πλημμύρας, τους Χάρτες Επικινδυνότητας και Κινδύνων Πλημμύρας και τα Σχέδια Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας όλων των Υδατικών Διαμερισμάτων της χώρας. Στο πλαίσιο του 2^{ου} κύκλου εφαρμογής της Οδηγίας, έχει ολοκληρωθεί η 1^η Αναθεώρηση της Προκαταρκτικής Αξιολόγησης Κινδύνων Πλημμύρας σε επίπεδο χώρας (άρθ. 4, 5 και 14 της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ & άρθ. 4 της Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/21.7.2010, όπως ισχύει), έχουν αξιολογηθεί οι σημαντικές ιστορικές πλημμύρες, από πλευράς επιπτώσεων, και έχουν προσδιορισθεί οι αναθεωρημένες Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας.

Αντικείμενο της σύμβασης κατ' εφαρμογή της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ, όπως ενσωματώθηκε στο εθνικό δίκαιο με την Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/21.7.2010 και ισχύει, είναι:

1. Η βελτίωση των τοπογραφικών δεδομένων του εδάφους και παραγωγή ψηφιακού μοντέλου εδάφους υψηλής ανάλυσης και ακρίβειας τουλάχιστον στις περιοχές με ήπιο ανάγλυφο καθώς και σε ζώνες υψηλού και πολύ υψηλού κινδύνου, όπως αυτές προέκυψαν από τους χάρτες αποτίμησης επιπτώσεων πλημμύρας του 1ου κύκλου εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ και περιγράφονται στο αντίστοιχο Μέτρο των ΣΔΚΠ.
2. Η κατάρτιση Χαρτών Επικινδυνότητας Πλημμύρας στις Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας, όπως αυτές έχουν προσδιοριστεί στην 1^η Αναθεώρηση της Προκαταρκτικής Αξιολόγησης Κινδύνων Πλημμύρας, σύμφωνα με το άρθρο 6 της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ και το άρθρο 5 παρ. 3 της Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/21.7.2010.
3. Η κατάρτιση Χαρτών Κινδύνων Πλημμύρας στις Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνων Πλημμύρας, όπως αυτές έχουν προσδιοριστεί στην 1^η Αναθεώρηση της Προκαταρκτικής Αξιολόγησης Κινδύνων Πλημμύρας, σύμφωνα με το άρθρο 6 της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ και το άρθρο 5 παρ. 3 της Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/21.7.2010.
4. Η κατάρτιση της 1^{ης} Αναθεώρησης των Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας όλων των Υδατικών Διαμερισμάτων της χώρας, σύμφωνα με το άρθρο 7 της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ και τα άρθρα 6 και 7 της Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/21.7.2010 με βασικό στόχο την μείωση των δυνητικών αρνητικών συνεπειών των πλημμυρών στην ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον, την πολιτιστική κληρονομιά και την οικονομική δραστηριότητα.

ΣΤΑΔΙΟ ΙΙ

Επίδραση Κλιματικής Αλλαγής στην Αξιολόγηση και
Διαχείριση του Κινδύνου Πλημμύρας

5. Η σύνταξη της σχετικής Στρατηγικής Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων σύμφωνα με την υπ. αριθ. ΕΥΠΕ/οικ.107017/2006 Κοινή Υπουργική Απόφαση «Εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων και προγραμμάτων, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2001/42/ΕΚ σχετικά με την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων και προγραμμάτων» του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27^{ης} Ιουνίου 2001» (Β'1225), όπως τροποποιήθηκε με την Κοινή Υπουργική Απόφαση οικ. 40238/2017 (Β'3759).
6. Η μέριμνα ώστε η 1^η Αναθεώρηση της Προκαταρκτικής Αξιολόγησης Κινδύνων Πλημμύρας (ΠΑΚΠ), των Χαρτών Επικινδυνότητας Πλημμύρας (ΧΕΠ), των Χαρτών Κινδύνων Πλημμύρας (ΧΚΠ), των Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας (ΣΔΚΠ) και οι Στρατηγικές Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΣΜΠΕ) να καθίστανται διαθέσιμα στο κοινό.
7. Η προώθηση της ενεργού συμμετοχής όλων των ενδιαφερομένων, στο πλαίσιο εφαρμογής του άρθρου 10 της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ, καθώς και ο συντονισμός, κατά περίπτωση, της ενεργούς συμμετοχής των ενδιαφερομένων στο πλαίσιο του άρθρου 14 της οδηγίας 2000/60/ΕΚ.
8. Η ανάρτηση των αποτελεσμάτων της 1ης Αναθεώρησης των ΧΕΠ, ΧΚΠ και ΣΔΚΠ στο ηλεκτρονικό σύστημα WISE (Water Information System for Europe), σύμφωνα με τις προδιαγραφές του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος.
9. Η ανάρτηση όλων των παραγόμενων δεδομένων της 1ης Αναθεώρησης (2ος κύκλος εφαρμογής Οδηγίας 2007/60/ΕΚ) στον ιστότοπο <https://floods.ypeka.EL/> και στις βάσεις δεδομένων της Γενικής Γραμματείας Φυσικού Περιβάλλοντος & Υδάτων, στις σχετικές ιστοσελίδες του ΥΠΕΝ και όπου αλλού απαιτηθεί από την Γενική Διεύθυνση Υδάτων καθώς και η λειτουργία και συντήρηση αυτών.

Για την υλοποίηση των ανωτέρω λαμβάνονται υπόψη:

- Η Ευρωπαϊκή Οδηγία 2007/60/ΕΚ για την Αξιολόγηση και τη Διαχείριση των Κινδύνων Πλημμύρας.
- Η Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/2010 (ΦΕΚ Β' 1108/21.07.2010), περί Αξιολόγησης και διαχείρισης των κινδύνων πλημμύρας, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ «για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας», του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2007», με την οποία έχει ενσωματωθεί η Οδηγία 2007/60/ΕΚ στο Εθνικό Δίκαιο.
- Η ΚΥΑ 177772/924 (ΦΕΚ Β'2140/22.06.2017), περί Τροποποίησης της υπ' αριθμό 31822/1542/2010 κοινής υπουργικής απόφασης (Β'1108).
- Η Οδηγία Πλαίσιο περί Υδάτων 2000/60/ΕΚ, η οποία θέτει το νομοθετικό πλαίσιο για την ορθή διαχείριση και προστασία των υδατικών πόρων.
- Ο Ν. 3199/2003 (ΦΕΚ 280/Α/9.12.2003) «Προστασία και διαχείριση των υδάτων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23^{ης} Οκτωβρίου 2000», με τον οποίο και με τις κανονιστικές του πράξεις, κατ' εξουσιοδότηση αυτού, εναρμονίζεται το εθνικό δίκαιο προς τις διατάξεις της Οδηγίας.
- Τα εγκεκριμένα Σχέδια Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας Λεκανών Απορροής Ποταμών των 14 Υδατικών Διαμερισμάτων της χώρας και της Λεκάνης Απορροής π. Έβρου καθώς επίσης και το σύνολο των παραδοτέων των μελετών με τις οποίες καταρτίσθηκαν τα ΣΔΚΠ.

ΣΤΑΔΙΟ II

Επίδραση Κλιματικής Αλλαγής στην Αξιολόγηση και
Διαχείριση του Κινδύνου Πλημμύρας

- Τα εγκεκριμένα Σχέδια Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών (1^η Αναθεώρηση) των 14 Υδατικών Διαμερισμάτων της χώρας (<http://wfdver.ypeka.gr/el/home-EL/>).
- Η 1^η Αναθεώρηση της Προκαταρκτικής Αξιολόγησης Κινδύνων Πλημμύρας βάσει του άρθρου 14 της Οδηγίας, (ΥΠΕΚΑ-ΓΔΥ, 2019), και ο προσδιορισμός των Ζωνών Δυσχερής Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας.
- Όλα τα Κείμενα Κατευθυντήριων Γραμμών (Guidance Documents) για κύρια και κρίσιμα θέματα εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ για τις πλημμύρες, που έχουν εκδοθεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, τα οποία βρίσκονται στην ακόλουθη ηλεκτρονική διεύθυνση: <https://circabc.europa.eu/faces/jsp/extension/wai/navigation/container.jsp>.
- Πληροφορίες από άλλες σχετικές μελέτες ή έργα, οι οποίες εκπονούνται ή έχουν εκπονηθεί, σε εθνικό ή περιφερειακό επίπεδο, από εμπλεκόμενες Υπηρεσίες, Φορείς και Εκπαιδευτικά Ιδρύματα της χώρας καθώς και τα διαθέσιμα δεδομένα από εθνικές πλατφόρμες και βάσεις δεδομένων.
- Τα αποτελέσματα αξιολόγησης από την ΕΕ των εγκεκριμένων Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας, συμπεριλαμβανομένων των αντίστοιχων αξιολογήσεων της Προκαταρκτικής Αξιολόγησης Κινδύνων Πλημμύρας και των Χαρτών Επικινδυνότητας και Κινδύνων Πλημμύρας, καθώς και οποιεσδήποτε συστάσεις της ΕΕ για την κατάρτιση της 1^{ης} Αναθεώρησης των Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας.
- Πρακτικές εφαρμογής, από άλλα Κράτη Μέλη της ΕΕ, με μεγαλύτερη εμπειρία και τεχνογνωσία σε θέματα εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ.

Κύριο ζητούμενο του παρόντος Παραδοτέου είναι ο προσδιορισμός της επιρροής της κλιματικής αλλαγής στην συχνότητα εμφάνισης των πλημμυρικών φαινομένων. Συγκεκριμένα, θα προσδιοριστεί η μεταβολή της συχνότητας εμφάνισης των πλημμυρικών μεγεθών που εξετάστηκαν στα πλαίσια της 1^{ης} Αναθεώρησής. Έτσι, θα προσδιοριστεί για κάθε θέση σημειακού προσδιορισμού καμπυλών βροχής απορροής, η νέα συχνότητα επανεμφάνισης των πλημμυρών σχεδιασμού του 1ου κύκλου (με $T=50$ έτη, $T=100$ έτη και $T=1000$ έτη), όπως αυτή διαμορφώνεται σύμφωνα με τις κλιματικές προβολές για δύο μελλοντικές περιόδους: (α) Τα μέσα του αιώνα (2041-2070 ή 2050s) και (β) το τέλος του αιώνα (2071-2100 ή 2080s).

Από τη χωρική ολοκλήρωση των αποτελεσμάτων αυτών θα προκύψουν δύο (χάρτες) για κάθε ΥΔ της χώρας και για κάθε πλημμύρα σχεδιασμού, συνεπώς έξι (6) χάρτες για το ΥΔ Θεσσαλίας, που θα δείχνουν, για κάθε μελλοντική περίοδο, ποια είναι η νέα περίοδος επαναφοράς των πλημμυρών που χρησιμοποιήθηκαν στον 1ο κύκλο εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60.

1.2 Ομάδα Μελέτης

Η ομάδα εκπόνησης της μελέτης που συγκροτήθηκε από την Κοινοπραξία, έχει ως εξής:

- Από το γραφείο **Γ. ΚΑΡΑΒΟΚΥΡΗΣ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Α.Ε.**
 - ο Ιωάννης Καραβοκύρης, Δρ. Πολιτικός Μηχανικός, Υδρολόγος B.Sc. M.Sc DIC Ph.D
 - ο Δημήτρης Καλοδούκας, Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ
 - ο Νικόλαος Μαλατέστας, Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ
 - ο Γεώργιος Καραβοκύρης, Πολιτικός Μηχανικός, MSc
 - ο Branislav Todorovic, Μηχανολόγος Μηχανικός, BEng MSc, GIS expert

ΣΤΑΔΙΟ II

Επίδραση Κλιματικής Αλλαγής στην Αξιολόγηση και
Διαχείριση του Κινδύνου Πλημμύρας

- ο Ιωάννης Μπάφας, Πολιτικός Μηχανικός, MSc
- ο Γεώργιος Παρισόπουλος, Πολιτικός Μηχανικός, Υδρολόγος, MSc PhD
- ο Θεόδωρος Ζαρκαδούλας, Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ, MSc Water Resources ETHZ
- ο Γεωργία Παπαδονικολάκη, Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ, MSc Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων ΕΜΠ
- ο Ευάγγελος Βασιλείου, Πολιτικός Μηχανικός Παν. Πατρών, MSc Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων ΕΜΠ
- ο Άννα-Δέσποινα Βενεδίκη, Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ, MSc Management, Warwick Business School
- ο Μαρίνα Πάσιου Κεφαλίδου, Πολιτικός Μηχανικός ΑΠΘ, MSc Γεωτεχνικός
- ο Γεώργιος Μαρκόπουλος-Σαρίκας, Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ, MSc Fluid Mechanics, Imperial College London
- Από το γραφείο **ENVECO ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ Α.Ε.**
 - ο Γεώργιος Κοτζαγεώργης, Βιολόγος, Περιβαλλοντολόγος, PhD
 - ο Σπυρίδων Παπαρηγορίου, Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ, Μηχανικός Περιβάλλοντος MSc, Μηχανικός Υδατικών Πόρων Dipl., Οικονομία Περιβάλλοντος MLitt
 - ο Μιχάλης Μαρουλάκης, Βιολόγος Παν. Αθηνών, Τεχνολόγος – Ιχθυολόγος
 - ο Θεοδότη Βέργου, Πολιτικός Μηχανικός, Επιστήμη & Τεχνολογία Υδατικών πόρων MSc
 - ο Κωνσταντίνος Πυργάκης, Γεωλόγος MSc Χημεία, Τεχνολογία και Διαχείριση Περιβάλλοντος
 - ο Αντώνης Αρβανίτης, Γεωλόγος/ Περιβαλλοντολόγος MSc Εφαρμοσμένη Γεωλογία
 - ο Κωνσταντίνος Καβούρης, Γεωλόγος MSc
- **Χρήστος Σαλόγιαννος**, Αγρ. Τοπογράφος Μηχανικός ΕΜΠ
- **Μαρία-Βασιλική Καρακώστα**, Αγρ. Τοπογράφος Μηχανικός ΑΠΘ
- **Βασίλειος Περγλέρος**, Γεωλόγος
- **Κωνσταντίνος Κοτσόβουλος**, Γεωπόνος
- Από το γραφείο **ΟΜΙΚΡΟΝ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ Α.Ε.**
 - Αποστολία Παπαδούδη, Δασολόγος – Περιβαλλοντολόγος ΑΠΘ
 - Στέργιος Διαμαντόπουλος, Δασολόγος – Περιβαλλοντολόγος ΑΠΘ
 - Κωνσταντίνος Καρυστινάκης, Γεωγράφος MSc
 - Αναστάσιος Μαλάμης, Δασολόγος – Περιβαλλοντολόγος ΑΠΘ
 - Στέφανος Στεφανίδης, Δασολόγος PhD
 - Χρυσούλα Χατζηχριστάκη, Δασολόγος MSc
 - Βασίλειος Αλεξανδρίδης, Αγρονόμος & Τοπογράφος Μηχανικός ΑΠΘ, MSc
- Από το γραφείο **ΟΜΙΚΡΟΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ Α.Ε.**
 - Αντώνιος Τορτοπίδης, Οικονομολόγος, M.A.

Επικοινωνία:

Γ. Καραβοκύρης & Συνεργάτες Σύμβουλοι Μηχανικοί Α.Ε.

Αλεξανδρουπόλεως 23 & Καισαρείας, 115 27 Αθήνα

Τηλ.: 210 7756130

email: central@gk-consultants.gr

1.3 Επιτροπή Παρακολούθησης και Παραλαβής

Την επιτροπή Παρακολούθησης – Παραλαβής απαρτίζουν τα ακόλουθα στελέχη της Δ/νσης Προστασίας και Διαχείρισης Υδάτινου Περιβάλλοντος του ΥΠΕΝ:

- Παρδάλη Αθανασία, Υπάλληλος στη Δ/νση Προστασίας και Διαχείρισης Υδάτινου Περιβάλλοντος, ΠΕ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ με Α' βαθμό.
- Φωκαεύς Άννα, Υπάλληλος στη Δ/νση Προστασίας και Διαχείρισης Υδάτινου Περιβάλλοντος, ΠΕ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ με Α' βαθμό, μέλος.
- Κουτράκης Στυλιανός, Υπάλληλος στη Δ/νση Προστασίας και Διαχείρισης Υδάτινου Περιβάλλοντος, ΠΕ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ με Α' βαθμό, μέλος.

Με αναπληρωματικούς τους:

- Αθανασίου Ελένη, Προϊσταμένη Τμήματος στη Δ/νση Προστασίας και Διαχείρισης Υδάτινου Περιβάλλοντος, ΠΕ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ με Α' βαθμό, Πρόεδρος Επιτροπής.
- Μαρίνος Διονύσιος, Υπάλληλος στη Δ/νση Προστασίας και Διαχείρισης Υδάτινου Περιβάλλοντος, ΠΕ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ με Α' βαθμό.
- Παναγιωτοπούλου Γεωργία, Υπάλληλος στη Δ/νση Σχεδιασμού και Διαχείρισης Υπηρεσιών Ύδατος, ΠΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ με Α' βαθμό.

Σημειώνεται ότι η παρακολούθηση και παραλαβή των παραδοτέων πραγματοποιήθηκε με την τεχνική υποστήριξη του Συμβούλου της Γενικής Γραμματείας Φυσικού Περιβάλλοντος και Υδάτων (ΓΓΦΠΥ) σε θέματα εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ, βάσει του από 01-07-2022 συμφωνητικού παροχής υπηρεσιών «Υπηρεσίες Συμβούλου Υποστήριξης της Γενικής Γραμματείας Φυσικού Περιβάλλοντος και Υδάτων στην κατάρτιση της 1ης Αναθεώρησης των Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας», μεταξύ της ΓΓΦΠΥ/ΓΔΥ του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας και του νομικού προσώπου με την επωνυμία ΕΜΒΗΣ Σύμβουλοι Μηχανικοί Α.Ε.

Επικοινωνία:

Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας / Ειδική Γραμματεία Υδάτων

Μεσογείων 119, 115 26, Αθήνα

Τηλ.: +30 213 1513 759

1.4 Δομή της Παρούσας Έκθεσης

Η παρούσα έκθεση αποτελείται από τρία κεφάλαια και δύο παραρτήματα. Πέραν του παρόντος κεφαλαίου και του 3ου κεφαλαίου που αποτελεί τις βιβλιογραφικές αναφορές, το βασικό αντικείμενο της έκθεσης, παρουσιάζεται στο κεφάλαιο 2. Αναλύεται η επίδραση της κλιματικής αλλαγής στη συχνότητα εμφάνισης πλημμυρικών φαινομένων και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της επίδρασης αυτής.

Στο Παράρτημα παρουσιάζονται οι πίνακες επιρροής της κλιματικής αλλαγής στις θέσεις βροχομετρικών σταθμών της 1ης αναθεώρησης ΠΑΚΠ στο ΥΔ Θεσσαλίας.

2 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗΝ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ

2.1 Δεδομένα Κλιματικών Προβολών

Για την εκτίμηση της επιρροής της κλιματικής αλλαγής στην συχνότητα εμφάνισης των φαινομένων και συγκεκριμένα των εντάσεων των βροχοπτώσεων, θα χρησιμοποιηθούν τα δεδομένα κλιματικών προβολών που αξιοποιήθηκαν στα πλαίσια της 1ης Αναθεώρησης της Προκαταρκτικής Αξιολόγησης Κινδύνων Πλημμύρας (ΠΑΚΠ, 2019) για 675 περιοχές της χώρας με βάση τις συντεταγμένες των βροχομετρικών σταθμών για τους οποίους διατίθενται δεδομένα για τον καθορισμό της σημειακής έντασης βροχόπτωσης (**Error! Reference source not found.**).



Εικόνα 2-1. Θέσεις βροχομετρικών σταθμών για τους οποίους διατίθενται δεδομένα για τον καθορισμό της σημειακής έντασης βροχόπτωσης (από 1ης Αναθεώρηση της ΠΑΚΠ, 2019).

ΣΤΑΔΙΟ II

Επίδραση Κλιματικής Αλλαγής στην Αξιολόγηση και
Διαχείριση του Κινδύνου Πλημμύρας

Τα δεδομένα αυτά αναπτύχθηκαν στα πλαίσια του προγράμματος SWICCA (Service for Water Indicators in Climate Change Adaptation, 2015-2018) το οποίο χρηματοδοτήθηκε από το European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) για λογαριασμό της Ευρωπαϊκής Υπηρεσίας του Copernicus με στόχο την ανάπτυξη τομεακών κλιματικών υπηρεσιών στα πλαίσια της κλιματικής υπηρεσίας του Copernicus (Copernicus Climate Change Service – C3S).

Η χρήση των δεδομένων αυτών:

- (1) είναι συμβατή με τους στόχους του προγράμματος κατά το οποίο παρήχθησαν
- (2) δίνει τη δυνατότητα κάλυψης εύρους της αβεβαιότητας που συνοδεύει τις κλιματικές προβολές μέσω της χρήσης του συνόλου των διαθέσιμων συνδυασμών (βλ. ακολούθως) και
- (3) εξασφαλίζει συμβατότητα με τις αναλύσεις και τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στην 1η Αναθεώρηση της ΠΑΚΠ (2019).

Τα δεδομένα προέρχονται από 9 συνδυασμούς Παγκόσμιων Μοντέλων Κυκλοφορίας (GCMs), Περιοχικών Κλιματικών Μοντέλων (RCMs) και σεναρίων αντιπροσωπευτικών μονοπατιών συγκέντρωσης (Representative Concentration Pathways, RCPs), οι οποίοι παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα. Οι προσομοιώσεις των RCMs πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια του προγράμματος CORDEX (Jacob, D. et al. 2013) και τα δεδομένα παράχθηκαν σε κλίμακα διάστασης 0.11 deg και μετατράπηκαν, για τις ανάγκες του SWICCA, σε κλίμακα 0.1deg (περίπου 11 km). Η χρονική τους ανάλυση είναι 1 hr και χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό των καμπυλών έντασης βροχόπτωσης – περιόδου επαναφοράς (όμβριες καμπύλες) σε χρονική διακριτική ικανότητα 1, 2, 3, 6, 12 και 24 ωρών. Λόγω του ωριαίου χρονικού βήματος τα δεδομένα δεν είναι διορθωμένα με επίγειες μετρήσεις. Ωστόσο, το κλιματικό σήμα μεταβολής σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (1971-2000) μπορεί να αξιοποιηθεί με εφαρμογή του στα διαθέσιμα, τοπικά, ιστορικά δεδομένα.

Πίνακας 2-1 Συνδυασμοί των Παγκόσμιων Μοντέλων Κυκλοφορίας (GCMs) και Περιοχικών Κλιματικών Μοντέλων (RCMs) που χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή των δεδομένων κλιματικών προβολών όμβριων καμπυλών (πρόγραμμα SWICCA).

ID	Model input / forcing			Period	Member Name
	RCP	GCM	RCM		
1	4.5	EC-EARTH	RCA4	1970-2100	ICHEC-EC-EARTH_rcp45
2		CNRM-C5	RCA4	1970-2100	CNRM-CERFACS-CNRM-CM5_rcp45
3		HadGEM2-ES	RCA4	1970-2100	MOHC-HadGEM2-ES_rcp45
4		MPI-ESM-LR	RCA4	1970-2100	MPI-M-MPI-ESM-LR_rcp45
5		IPSL-CM5A-MR	RCA4	1970-2100	IPSL-IPSL-CM5A-MR_rcp45
6	8.5	CNRM-C5	RCA4	1970-2100	CNRM-CERFACS-CNRM-CM5_rcp85
7		HadGEM2-ES	RCA4	1970-2100	MOHC-HadGEM2-ES_rcp85
8		MPI-ESM-LR	RCA4	1970-2100	MPI-M-MPI-ESM-LR_rcp85
9		IPSL-CM5A-MR	RCA4	1970-2100	IPSL-IPSL-CM5A-MR_rcp85

ΣΤΑΔΙΟ II

Επίδραση Κλιματικής Αλλαγής στην Αξιολόγηση και
Διαχείριση του Κινδύνου Πλημμύρας

Τα δεδομένα καλύπτουν την χρονική περίοδο 1970-2100 ως εξής:

Ιστορική περίοδος αναφοράς: 1971-01-01 έως 2000-12-31

Μελλοντικές περιόδους: 2011-01-01 έως 2040-12-31 (ή 2020s)

2041-01-01 έως 2070-12-31 (ή 2050s)

2071-01-01 έως 2100-12-31 (ή 2070s)

Για την ιστορική περίοδο αναφοράς τα δεδομένα δίνονται σε millimetres per day (mm/d), ενώ για τις μελλοντικές περιόδους τα δεδομένα δίνονται ως σχετική μεταβολή (%) σε σχέση με την περίοδο αναφοράς.

2.2 Μεθοδολογία Εκτίμησης της Επιρροής της Κλιματικής Αλλαγής στην Συχνότητα Εμφάνισης Πλημμυρικών Φαινομένων

2.2.1 Παραδοχές

- Η διερεύνηση θα πραγματοποιηθεί για βροχοπτώσεις διάρκειας 24 ωρών που είναι η πιο κοινή διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού που χρησιμοποιήθηκε στα ΣΔΚΠ.
- Η περίοδος επαναφοράς της έντασης της βροχόπτωσης, συγκεκριμένης διάρκειας, συμπίπτει με την περίοδο επαναφοράς του μεγέθους της πλημμύρας (υπόθεση η οποία διέπει και τον υπολογισμό βροχοπτώσεων σχεδιασμού κατά την πλημμυρική ανάλυση στα ΣΔΚΠ).
- Για την διερεύνηση που αφορά την περίοδο για τα μέσα του αιώνα (2050s) θα χρησιμοποιηθούν τα σενάρια κλιματικών προβολών που βασίζονται στο σενάριο ανθρωπογενών εκπομπών RCP4.5. Η παραδοχή συμβαδίζει με την κοινή πρακτική, ενώ η διαφοροποίηση μεταξύ των σεναρίων RCPs για αυτή την περίοδο δεν είναι σημαντική.
- Για την διερεύνηση που αφορά την περίοδο για τα τέλη του αιώνα (2080s) θα χρησιμοποιηθούν τα σενάρια κλιματικών προβολών που βασίζονται στο σενάριο ανθρωπογενών εκπομπών RCP4.5. Το σενάριο αυτό είναι πιο ευμενές από το RCP8.5, το οποίο επιλέγεται ως συνήθης πρακτική για πιο συντηρητικές προσεγγίσεις. Ωστόσο για τον υπολογισμό της μεταβολής της έντασης βροχόπτωσης περιόδου επαναφοράς 1000 ετών λόγω επιρροής της κλιματικής αλλαγής, εκτιμάται ότι το RCP8.5 θα είναι υπερβολικά συντηρητικό, δεδομένου του γεγονότος ότι και τα δεδομένα κλιματικών προβολών καλύπτουν έως και την περίοδο των 100ετών και η προβολή της μεταβολής στα 1000 έτη ενδέχεται να οδηγήσει σε μεγάλες υπερεκτιμήσεις της μεταβολής της έντασης της βροχόπτωσης. Επιπλέον, λαμβάνοντας υπόψη τις συντηρητικές παραδοχές για τον προσδιορισμό της βροχής σχεδιασμού και των πλημμυρογραφημάτων σχεδιασμού που ακολουθήθηκαν στον 1ο κύκλο εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60, θεωρείται ότι το αποτέλεσμα είναι επαρκώς δυσμενές και μπορεί να συνδυαστεί με ένα πιο μέτριο σενάριο εκπομπών όπως το RCP4.5.
- Λόγω της αβεβαιότητας που χαρακτηρίζει την προβολή για τα 1000 έτη, ο προσδιορισμός της περιόδου επαναφοράς που αντιστοιχεί στα ιστορικά 1000 έτη, υπό συνθήκες κλιματικής αλλαγής, θα γίνεται ως ο μέσος όρος του αποτελέσματος για δύο προσαρμογές (fit), μίας λογαριθμικής (της μορφής $y=a+b\ln[x]$) και μίας εκθετικής (της μορφής $y=a\cdot x^b$).
- Στην περίπτωση που η νέα περίοδος επαναφοράς για τα 1000 έτη είναι μεγαλύτερη των 1000 ετών, εφόσον αυτό δεν υποστηρίζεται από τα δεδομένα κλιματικών προβολών (δηλαδή να

ΣΤΑΔΙΟ ΙΙ

Επίδραση Κλιματικής Αλλαγής στην Αξιολόγηση και
Διαχείριση του Κινδύνου Πλημμύρας

ισχύει το ίδιο τουλάχιστον και για την T100), θα λαμβάνεται ως περίοδος επαναφοράς υπό κλιματική αλλαγή τα 1000 έτη.

- Στην περίπτωση που τα δεδομένα κλιματικών προβολών υποδεικνύουν ευμενέστερο κλιματικό μέλλον (αύξηση των αντίστοιχων περιόδων επαναφοράς) τότε θα χρησιμοποιούνται αυτά τα αποτελέσματα. Τα στοιχεία κλιματικών προβολών θα αναθεωρούνται μαζί με την αναθεώρηση των Σχεδίων.

2.2.2 Βήματα Υπολογισμών

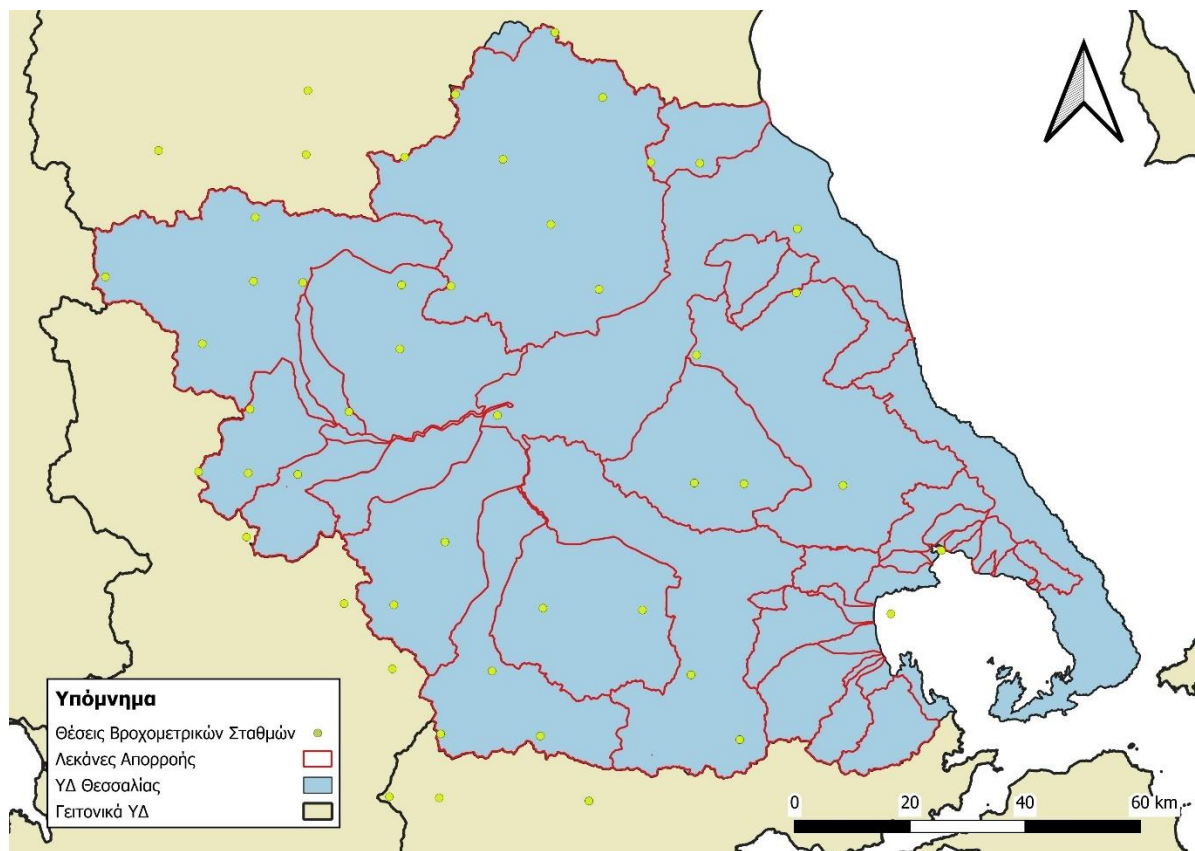
Τα βήματα υπολογισμών δίνονται ακολούθως:

1. Για κάθε σταθμό υπολογίζεται η ένταση βροχής διάρκειας 24hr για περιόδους επαναφοράς T=10, 50, 100 και 1000 έτη. Χρησιμοποιούνται οι παράμετροι όμβριων καμπυλών και η εξίσωση:

$$x = \lambda_* \frac{(T/\beta_*)^\xi - 1}{(1 + \frac{k}{a})^{\eta_*}} \quad (2-1)$$

με δύο ενιαίες παραμέτρους στο σύνολο της χώρας: την παράμετρο χρονικής κλίμακας κλιμακογράμματος $\alpha = 0.18$ h και την παράμετρο σχήματος (δείκτη ουράς) $\xi = 0.18$, και τρεις χωρικά μεταβαλλόμενες παραμέτρους: την παράμετρο κλίμακας έντασης βροχής λ_* (mm/h), την παράμετρο χρονικής κλίμακας κατανομής β_* (έτη) και την παράμετρο εμμόνης η_* .

Στην Εικόνα 2-2 παρουσιάζονται οι θέσεις των βροχομετρικών σταθμών του ΥΔ Θεσσαλίας για τους οποίους διατίθενται δεδομένα κλιματικών προβολών.



Εικόνα 2-2 Θέσεις βροχομετρικών σταθμών ΥΔ08 για τους οποίους διατίθενται δεδομένα

2. Από τα δεδομένα κλιματικών προβολών που αντιστοιχούν σε κάθε θέση σταθμού προσδιορίζεται:
 - a. Για την περίοδο 2041-2070 (2050s): Ο μέσος όρος των σεναρίων με RCP4.5 (5 σεναρία, βλ. Πίνακας 2-1) για το ποσοστό μεταβολής (%) της έντασης της βροχόπτωσης, για ένταση βροχής διάρκειας 24hr, για κάθε περίοδο επαναφοράς (T=10, 50 και 100 έτη).
 - b. Για την περίοδο 2071-2100 (2080s): Ο μέσος όρος των σεναρίων με RCP4.5 (5 σεναρία, βλ. Πίνακας 2-1) για το ποσοστό μεταβολής (%) της έντασης της βροχόπτωσης, για ένταση βροχής διάρκειας 24hr, για κάθε περίοδο επαναφοράς (T=10, 50 και 100 έτη).
3. Τα ποσοστά μεταβολής που υπολογίστηκαν στο βήμα (2) εφαρμόζονται στις εντάσεις βροχής που προσδιορίστηκαν στο βήμα (1) για τις περιόδους επαναφοράς T=10, 50 και 100 έτη για κάθε θέση βροχομετρικού σταθμού.
4. Στα δεδομένα έντασης βροχόπτωσης που υπολογίστηκαν για τις δύο μελλοντικές περιόδους (2050s και 2080s) και για τρεις περιόδους επαναφοράς (10, 50 και 100 έτη) προσαρμόζεται λογαριθμική συνάρτηση της μορφής :

$$i(mm/hr)=a+b \cdot \ln (T) \quad (2-2)$$

και εκθετική συνάρτηση της μορφής:

$$i(mm/hr)= a \cdot T^b \quad (2-3)$$

όπου T η περίοδος επαναφοράς

Απ' τις δύο παραπάνω συναρτήσεις παλινδρόμησης υπολογίζονται για κάθε σταθμό οι παράμετροι a_{log} , b_{log} (παράμετροι λογαριθμικής συνάρτησης παλινδρόμησης) και a_{exp} , b_{exp} (παράμετροι εκθετικής συνάρτησης παλινδρόμησης).

ΣΤΑΔΙΟ II

Επίδραση Κλιματικής Αλλαγής στην Αξιολόγηση και
Διαχείριση του Κινδύνου Πλημμύρας

5. Για τις δύο μελλοντικές περιόδους (2050s και 2080s) και για τρεις περιόδους επαναφοράς (10, 50 και 100 έτη), προσδιορίζεται η νέα περίοδος επαναφοράς που αντιστοιχεί στις περιόδους επαναφοράς των ιστορικών δεδομένων $T = 10, 50, 100$ έτη με βάση τα στοιχεία που προέκυψαν από το βήμα 4 ως:

$$T_{2050s}^{historicalTx} = e^{(i_{historical}^x - a/b)} \quad (2-4)$$

και

$$T_{2080s}^{historicalTx} = e^{(i_{historical}^x - a/b)} \quad (2-5)$$

Όπου $a = a_{log}$ και $b = b_{log}$

Αντίστοιχα για την περίοδο επαναφοράς των ιστορικών δεδομένων $T=1000$ έτη, προσδιορίζεται η νέα περίοδος επαναφοράς για τις δύο μελλοντικές περιόδους. Για τον προσδιορισμό της λαμβάνεται ο μέσος όρος των αποτελεσμάτων των δύο προσαρμογών, δηλαδή της λογαριθμικής και της εκθετικής ως εξής:

$$T_{2050s}^{historicalTx} = (e^{(i_{historical}^x - a_{log}/b_{log})} + e^{(\frac{\ln(\frac{i_{historical}^x}{a_{exp}})}{b_{exp}})})/2 \quad (2-6)$$

Και

$$T_{2080s}^{historicalTx} = (e^{(i_{historical}^x - a_{log}/b_{log})} + e^{(\frac{\ln(\frac{i_{historical}^x}{a_{exp}})}{b_{exp}})})/2 \quad (2-7)$$

όπου $T_{2050s}^{historicalTx}$ η νέα περίοδος επαναφοράς που αντιστοιχεί στην βροχόπτωση σχεδιασμού με βάση τα ιστορικά δεδομένα $i_{historical}^x$, περιόδου επαναφοράς $T=x$, για την μελλοντική περίοδο 2050s.

όπου $T_{2080s}^{historicalTx}$ η νέα περίοδος επαναφοράς που αντιστοιχεί στην βροχόπτωση σχεδιασμού με βάση τα ιστορικά δεδομένα $i_{historical}^x$, περιόδου επαναφοράς $T=x$, για την μελλοντική περίοδο 2080s.

6. Με αυτόν τον τρόπο θα υπολογιστεί για κάθε θέση σταθμού ένας πίνακας επιρροής της κλιματικής αλλαγής στη συχνότητα του φαινομένου, όπως αυτό που δίνεται σαν παράδειγμα στον Πίνακα 2-2.

Πίνακας 2-2 Επιρροή της κλιματικής αλλαγής στη συχνότητα του φαινομένου, για την ένταση της βροχόπτωσης διάρκειας 24hr: μεταβολή της περιόδου επαναφοράς κατά τις μελλοντικές περιόδους που εξετάζονται.

Ιστορική περίοδος T (έτη)	2050s (2041-2070) $T_{2050s}^{historicalTx}$ (έτη)	2080s (2071-2100) $T_{2080s}^{historicalTx}$ (έτη)
10	7	5
50	16	14
100	57	35
1000	150	73

ΣΤΑΔΙΟ II

Επίδραση Κλιματικής Αλλαγής στην Αξιολόγηση και
Διαχείριση του Κινδύνου Πλημμύρας

Τα αποτελέσματα του παραδείγματος του Πίνακα 2-2 ερμηνεύονται ως εξής: π.χ. Η ένταση βροχής σχεδιασμού διάρκειας 24hr με περίοδο επαναφοράς 50 ετών, όπως έχει προκύψει από τα ιστορικά δεδομένα, θα αντιστοιχεί σε ένταση βροχής 24hr με περίοδο επαναφοράς $T_{2050s}^{historicalT50} = 16$ έτη για την μελλοντική περίοδο 2041-2070 και το σενάριο RCP 4.5. Ομοίως, η ένταση βροχής σχεδιασμού διάρκειας 24hr με περίοδο επαναφοράς 100 ετών, όπως έχει προκύψει από τα ιστορικά δεδομένα, θα αντιστοιχεί σε ένταση βροχής 24hr με περίοδο επαναφοράς $T_{2080s}^{historicalT100} = 35$ έτη για την μελλοντική περίοδο 2071-2100 και το σενάριο RCP 4.5.

7. Για κάθε μία από τις περιόδους επαναφοράς $T=50, 100$ και 1000 θα δημιουργηθεί ένας χάρτης χωρικής κατανομής της επιρροής της κλιματικής αλλαγής στη συχνότητα του φαινομένου, για κάθε μελλοντική περίοδο (2050s και 2080s).
8. Η χωρική κατανομή των $T_{2050s}^{historicalTx}$ και $T_{2080s}^{historicalT}$ προσδιορίστηκε στην επιφάνεια του υδατικού διαμερίσματος εφαρμόζοντας την μέθοδο της σταθμισμένης αντίστροφης απόστασης (Inverse Distance Weighting ή IDW) σε περιβάλλον Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών(ΓΣΠ). Για την επίτευξη της χωρικής κατανομής λήφθηκαν υπόψιν και τα δεδομένα των βροχομετρικών σταθμών των γειτονικών ΥΔ, που βρίσκονταν κοντά στα όρια του ΥΔ Θεσσαλίας.

ΣΤΑΔΙΟ II

Επίδραση Κλιματικής Αλλαγής στην Αξιολόγηση και
Διαχείριση του Κινδύνου Πλημμύρας

2.3 Αποτελέσματα για την επιρροή της κλιματικής Αλλαγής στο ΥΔ08.

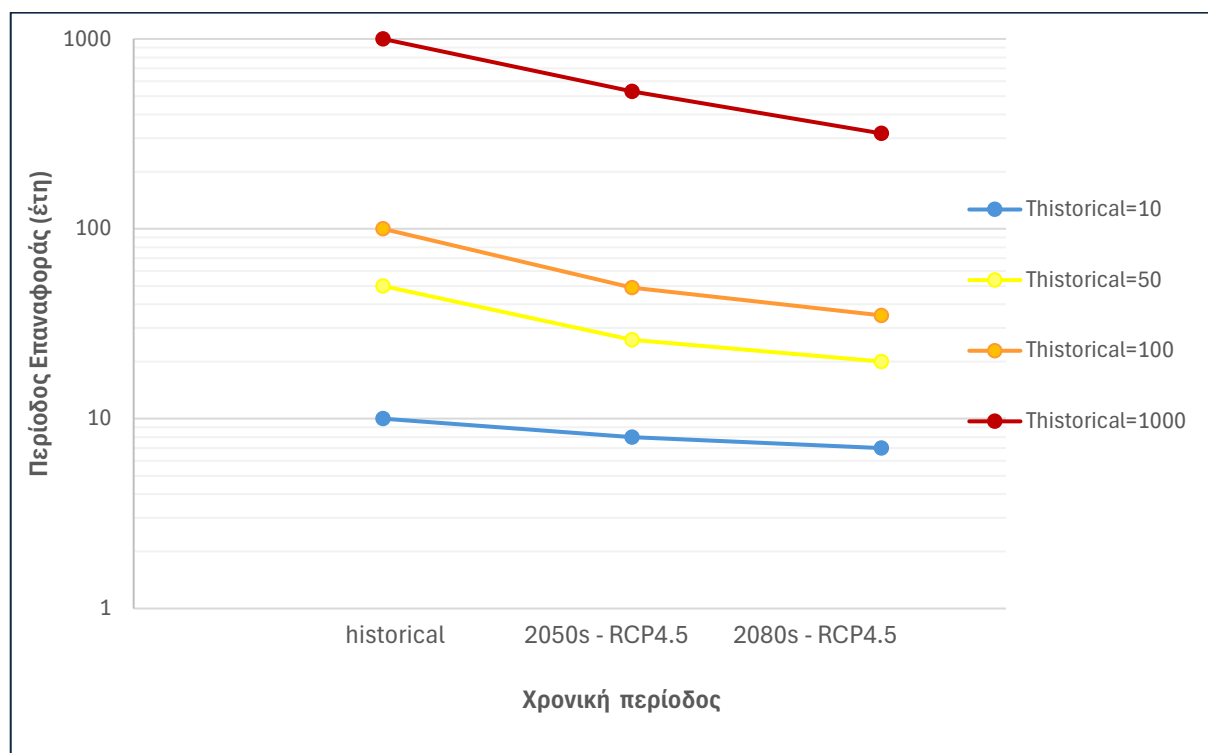
2.3.1 Συνολικά στο ΥΔ

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των υπολογισμών που αναλύθηκαν στην Παράγραφο 2.2.2, και περιγράφουν την επιρροή της Κλιματικής Αλλαγής στο ΥΔ Θεσσαλίας, βάσει του σεναρίου κλιματικής προβολής RCP4.5.

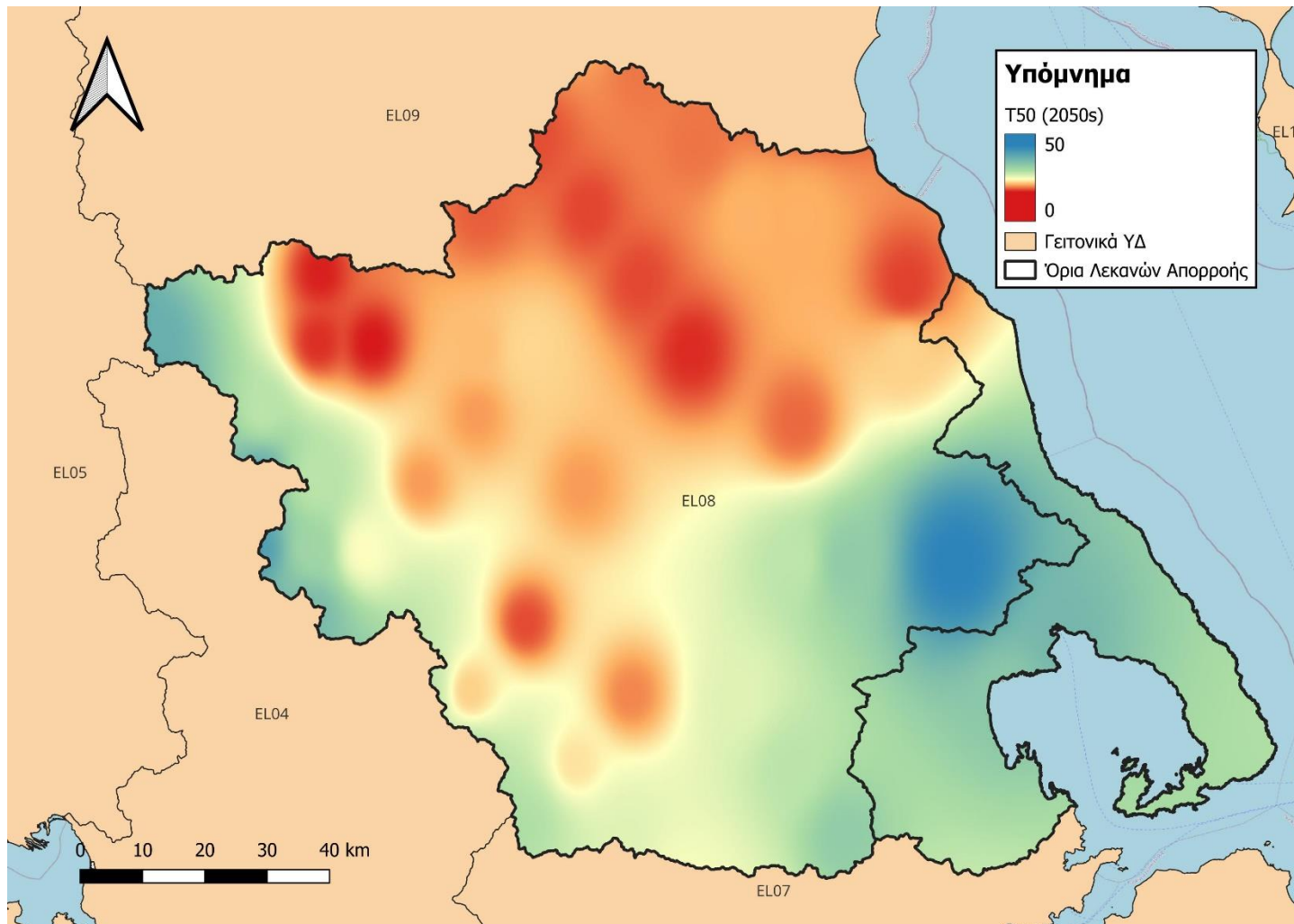
Πιο συγκεκριμένα ο Πίνακας 2-3 και η Εικόνα 2-3 παρουσιάζουν την μεταβολή στη συχνότητα εμφάνισης του φαινομένου, για την ένταση της βροχόπτωσης διάρκειας 24hr, κατά τις μελλοντικές περιόδους 2041-2070 και 2071-2100, ενώ οι Χάρτες που ΥΔ08 που ακολουθούν την χωρική κατανομή των μεταβολών αυτών.

Πίνακας 2-3 Μεταβολή των περιόδων επαναφοράς κατά τις μελλοντικές περιόδους που εξετάζονται στο ΥΔ Θεσσαλίας

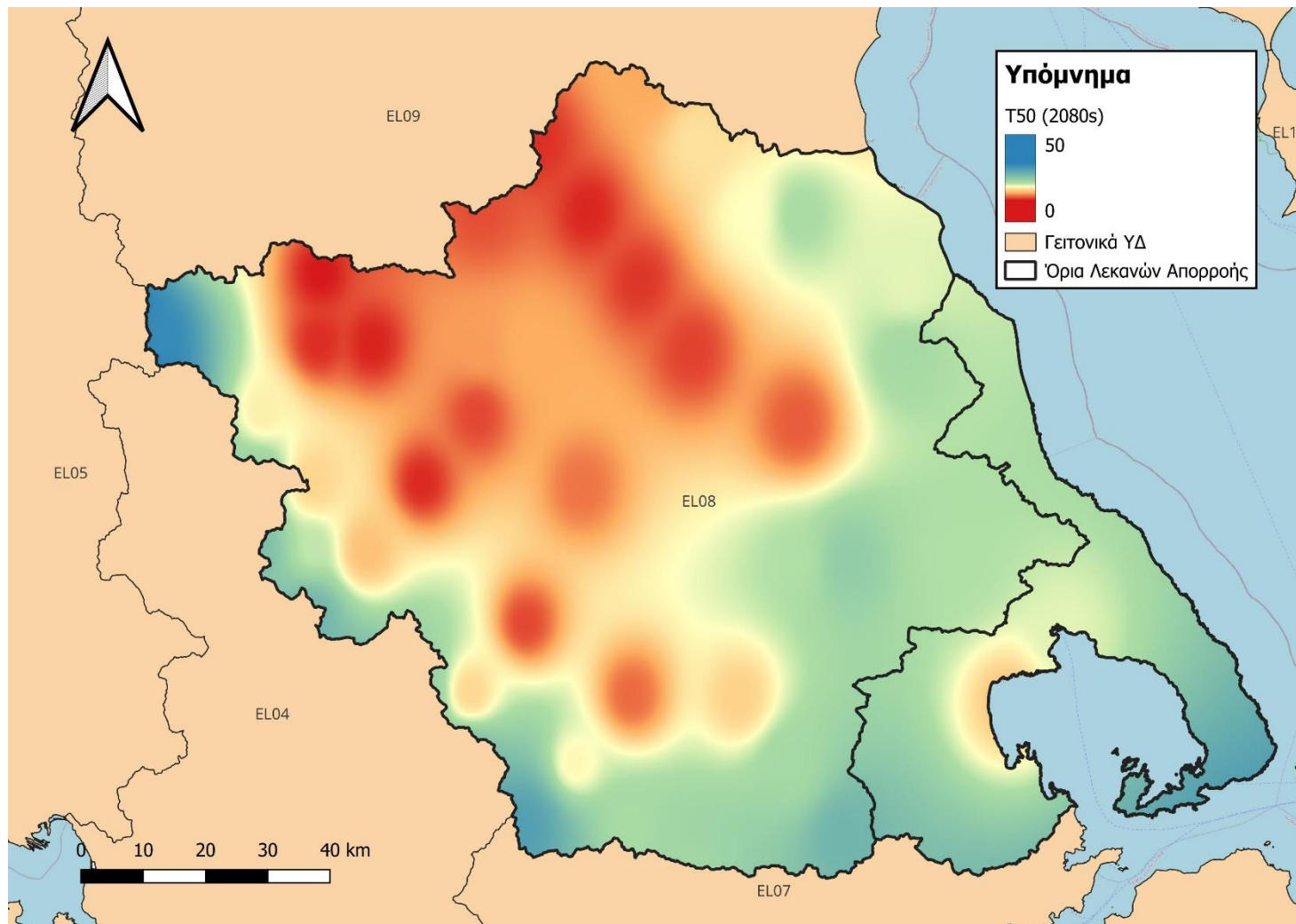
Ιστορική Περίοδος T (έτη)	2050s (2041-2070) $T_{2050s}^{historicalTx}$ (έτη)	2080s (2071-2100) $T_{2080s}^{historicalTx}$ (έτη)
T10	8	7
T50	26	20
T100	49	35
T1000	530	318



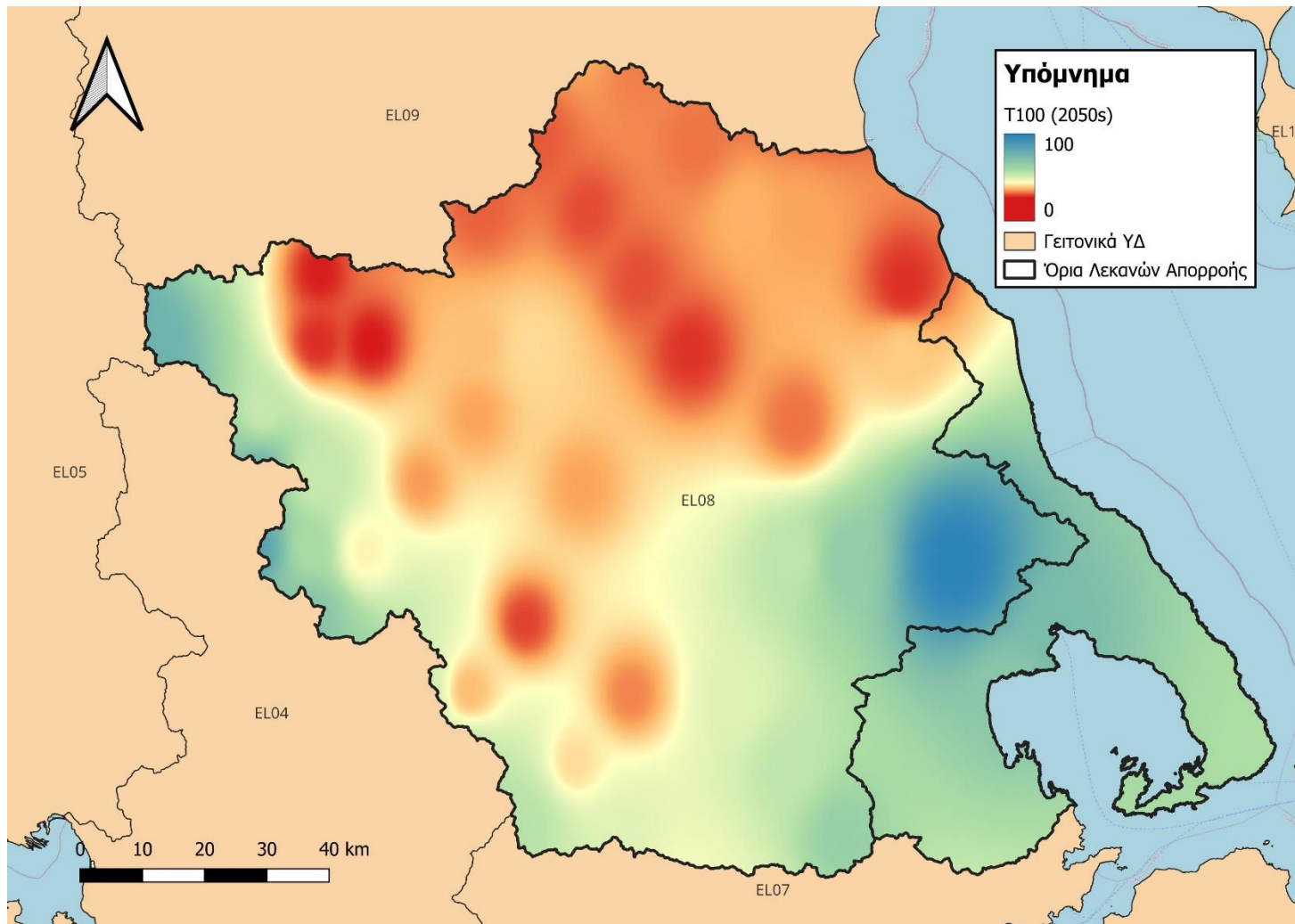
Εικόνα 2-3 Γράφημα επιρροής της κλιματική αλλαγής στο ΥΔ08



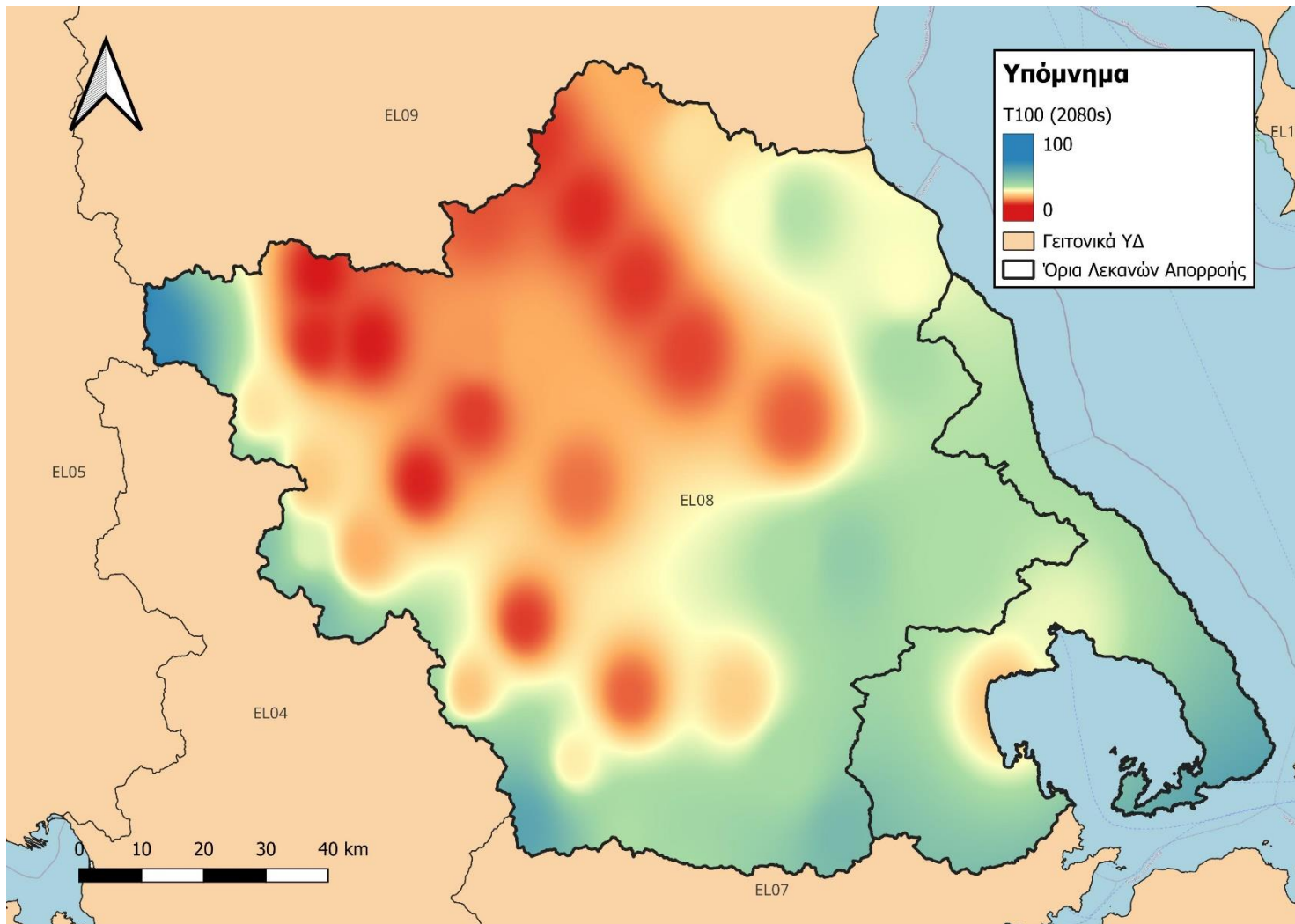
Εικόνα 2-4 Χάρτης Επιρροής της Κλιματικής Αλλαγής στην συχνότητα πλημμυρικών φαινομένων του ΥΔ08, με τρέχουσα περίοδο επαναφοράς T=50 έτη, κατά τη μελλοντική περίοδο 2041-2070



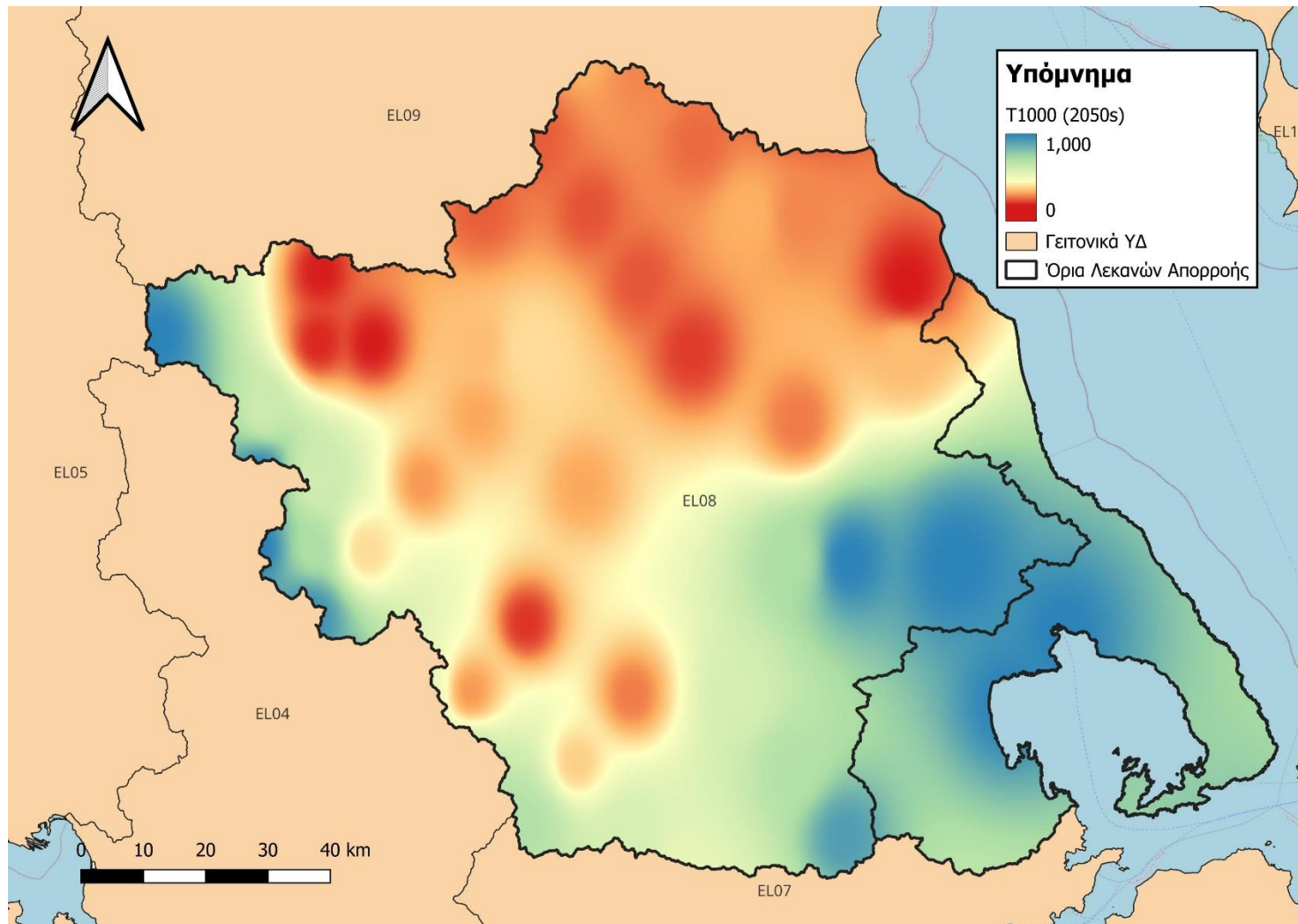
Εικόνα 2-5 Χάρτης Επιρροής της Κλιματικής Αλλαγής στην συχνότητα πλημμυρικών φαινομένων του ΥΔ08, με τρέχουσα περίοδο επαναφοράς T=50 έτη, κατά τη μελλοντική περίοδο 2071-2100



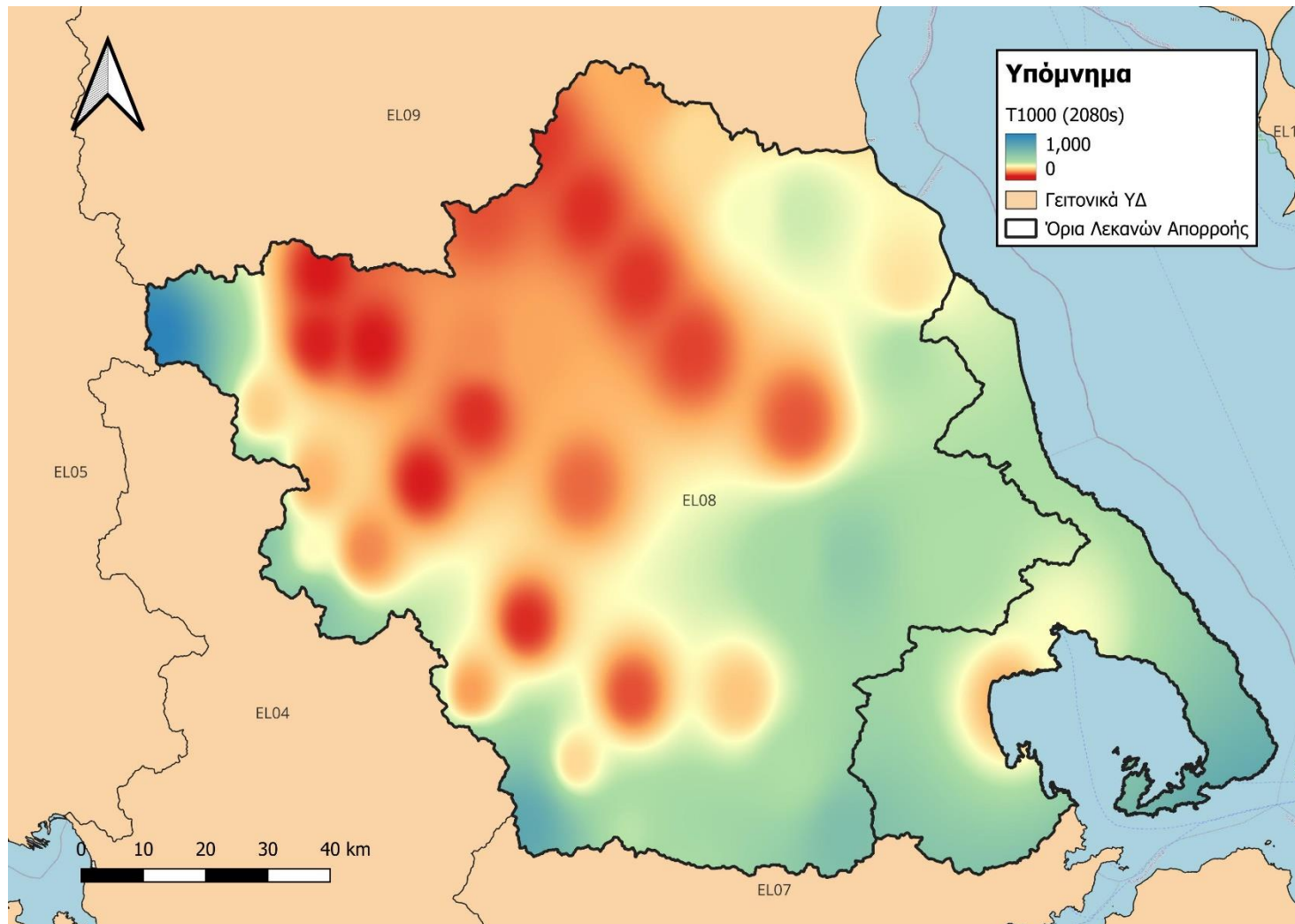
Εικόνα 2-6 Χάρτης Επιρροής της Κλιματικής Αλλαγής στην συχνότητα πλημμυρικών φαινομένων του ΥΔ08, με τρέχουσα περίοδο επαναφοράς T=100 έτη, κατά τη μελλοντική περίοδο 2041-2070



Εικόνα 2-7 Χάρτης Επιρροής της Κλιματικής Αλλαγής στην συχνότητα πλημμυρικών φαινομένων του ΥΔ08, με τρέχουσα περίοδο επαναφοράς T=100 έτη, κατά τη μελλοντική περίοδο 2071-2100



Εικόνα 2-8 Χάρτης Επιρροής της Κλιματικής Αλλαγής στην συχνότητα πλημμυρικών φαινομένων του ΥΔ08, με τρέχουσα περίοδο επαναφοράς T=1000 έτη, κατά τη μελλοντική περίοδο 2041-2070



Εικόνα 2-9 Χάρτης Επιρροής της Κλιματικής Αλλαγής στην συχνότητα πλημμυρικών φαινομένων του ΥΔ08, με τρέχουσα περίοδο επαναφοράς T=1000 έτη, κατά τη μελλοντική περίοδο 2071-2100

ΣΤΑΔΙΟ II

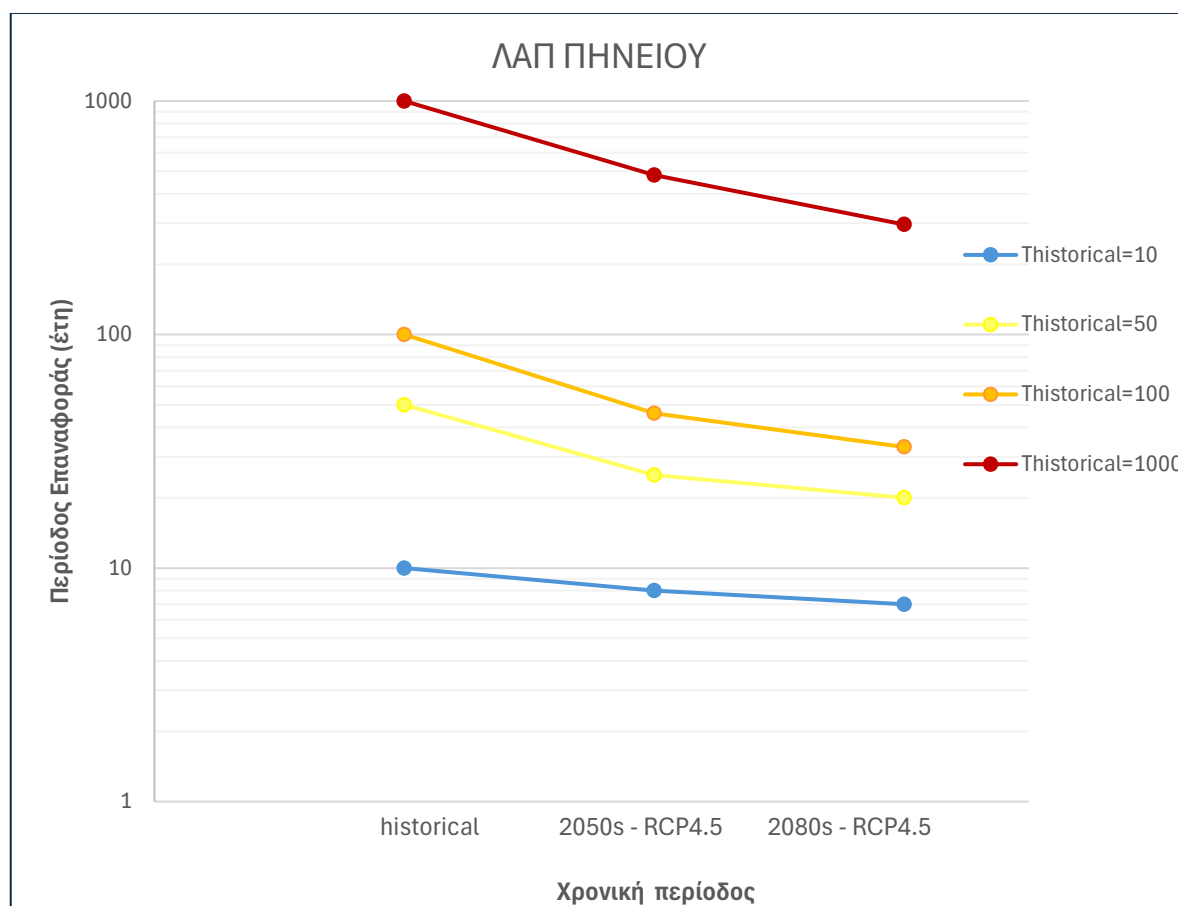
Επίδραση Κλιματικής Αλλαγής στην Αξιολόγηση και
Διαχείριση του Κινδύνου Πλημμύρας

2.3.2 ΛΑΠ Πηνειού

Η εξεταζόμενη περιοχή αφορά τη λεκάνη απορροής του ποταμού Πηνειού. Πιο συγκεκριμένα ο Πίνακας 2-4 και η Εικόνα 2-10 παρουσιάζουν την μεταβολή στη συχνότητα εμφάνισης του φαινομένου, για την ένταση της βροχόπτωσης διάρκειας 24hr, κατά τις μελλοντικές περιόδους 2041-2070 και 2071-2100, στη ΛΑΠ του ποταμού.

Πίνακας 2-4 Μεταβολή των περιόδων επαναφοράς κατά τις μελλοντικές περιόδους που εξετάζονται στη ΛΑΠ Πηνειού

Ιστορική Περίοδος T (έτη)	2050s (2041- 2070) $T_{2050s}^{historicalTx}$ (έτη)	2080s (2071-2100) $T_{2080s}^{historicalTx}$ (έτη)
T10	8	7
T50	25	20
T100	46	33
T1000	482	296



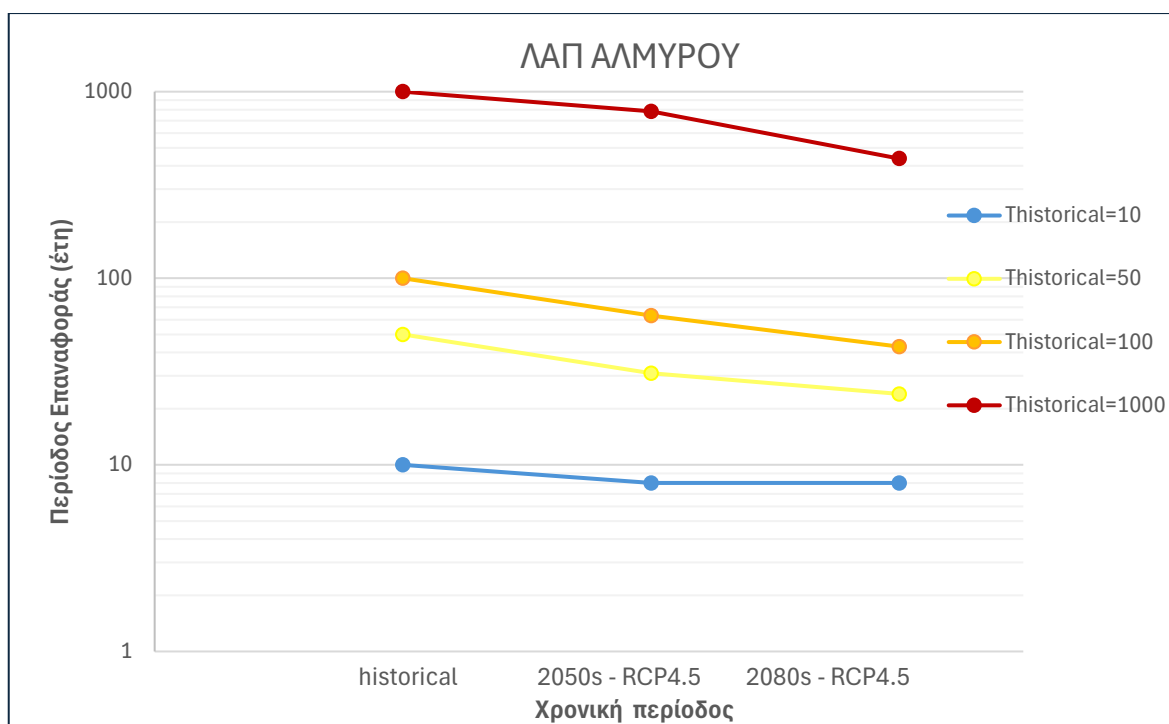
Εικόνα 2-10 Γράφημα επιρροής της κλιματικής αλλαγής στη ΛΑΠ Πηνειού

2.3.3 ΛΑΠ Αλμυρού-Πηλίου

Η εξεταζόμενη περιοχή αφορά τη λεκάνη απορροής Αλμυρού-Πηλίου. Πιο συγκεκριμένα ο Πίνακας 2-5 και η Εικόνα 2-11 παρουσιάζουν την μεταβολή στη συχνότητα εμφάνισης του φαινομένου, για την ένταση της βροχόπτωσης διάρκειας 24hr, κατά τις μελλοντικές περιόδους 2041-2070 και 2071-2100, στη ΛΑΠ των ποταμών.

Πίνακας 2-5 Μεταβολή των περιόδων επαναφοράς κατά τις μελλοντικές περιόδους που εξετάζονται στη ΛΑΠ Αλμυρού-Πηλίου

Ιστορική Περίοδος T (έτη)	2050s (2041- 2070) $T_{2050s}^{historicalTx}$ (έτη)	2080s (2071-2100) $T_{2080s}^{historicalTx}$ (έτη)
T10	8	8
T50	31	24
T100	63	43
T1000	785	438



Εικόνα 2-11 Γράφημα επιρροής της κλιματική αλλαγής στη ΛΑΠ Αλμυρού-Πηλίου

2.4 Ανακεφαλαίωση – Συμπεράσματα

Όπως γίνεται σαφές από τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 2.3.1 η επιρροή της κλιματικής αλλαγής στην μεταβολή της συχνότητας εμφάνισης των πλημμυρικών γεγονότων είναι ιδιαίτερα έντονη. Οι κλιματικές προβολές για το ΥΔ Θεσσαλίας παρέχουν ιδιαίτερα δυσμενή αποτελέσματα και παρουσιάζουν αύξηση της συχνότητας εμφάνισης έντονων πλημμυρικών γεγονότων στις μελλοντικές περιόδους.

Τα πλημμυρικά γεγονότα, που προκύπτουν από ένταση βοροχόπτωσης 24 ωρών, με περίοδο επαναφοράς $T=50$ έτη, φαίνεται ότι στην ιστορική περίοδο 2041-2070 θα αντιστοιχούν σε περίοδο επαναφοράς $T=26$ έτη (-48%), ενώ για την ιστορική περίοδο 2071-2100 θα αντιστοιχούν σε περίοδο επαναφοράς 20 ετών (-60%).

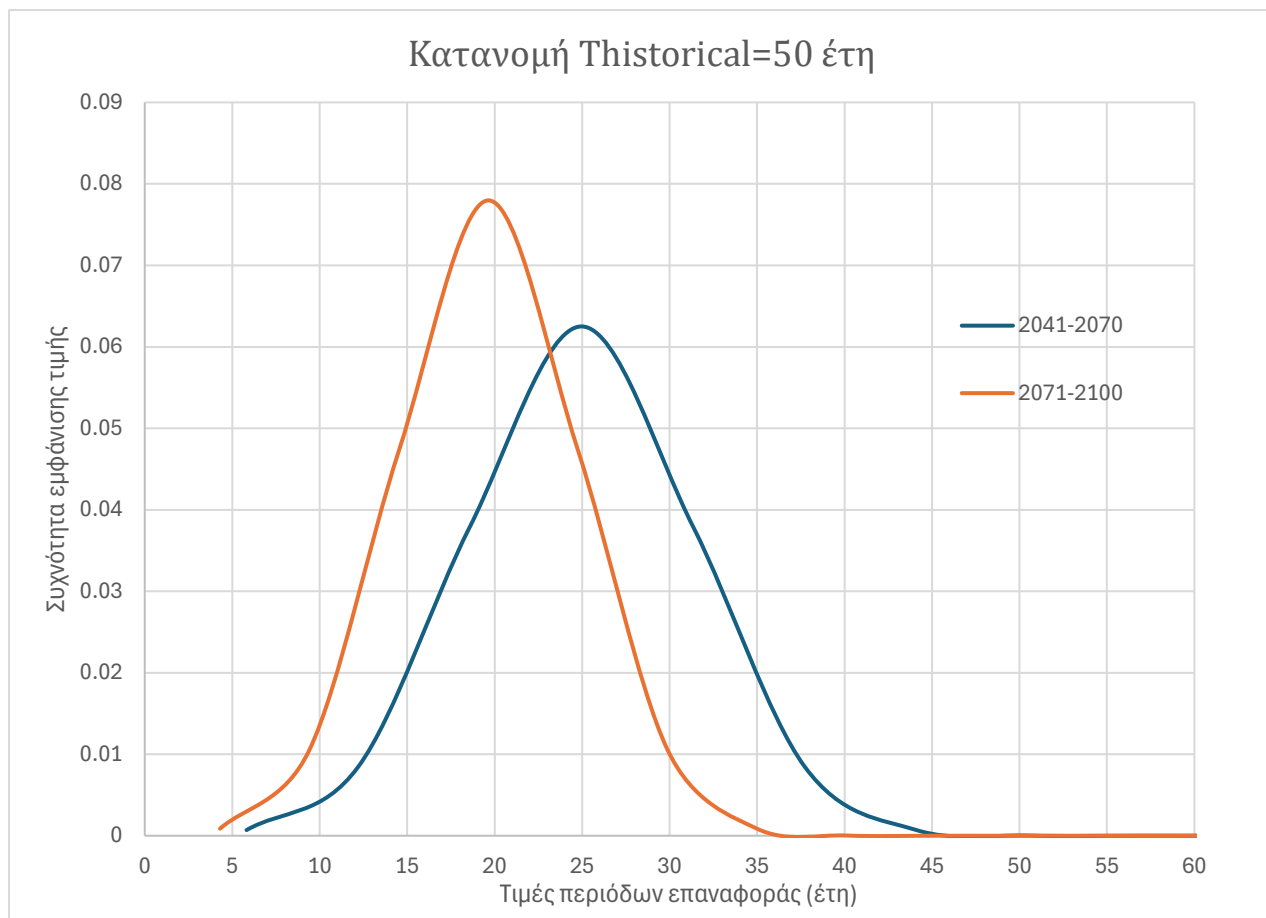
Για τα φαινόμενα περιόδου επαναφοράς $T=100$ έτη, οι νέες περιόδοι επαναφοράς υπολογίστηκαν ίσες με 49 (-51%) και 35 (-65%) έτη για τις μελλοντικές περιόδους 2041-2070 και 2071-2100 αντίστοιχα.

Τέλος για την περίοδο επαναφοράς, των φαινομένων χαμηλής συχνότητας εμφάνισης, $T=1000$ έτη, προκύπτουν μελλοντικές μεταβολές της τάξης του -47% ($T=530$ έτη) για την περίοδο 2041-2070 και -68% ($T=318$ έτη) για την περίοδο 2071-2100.

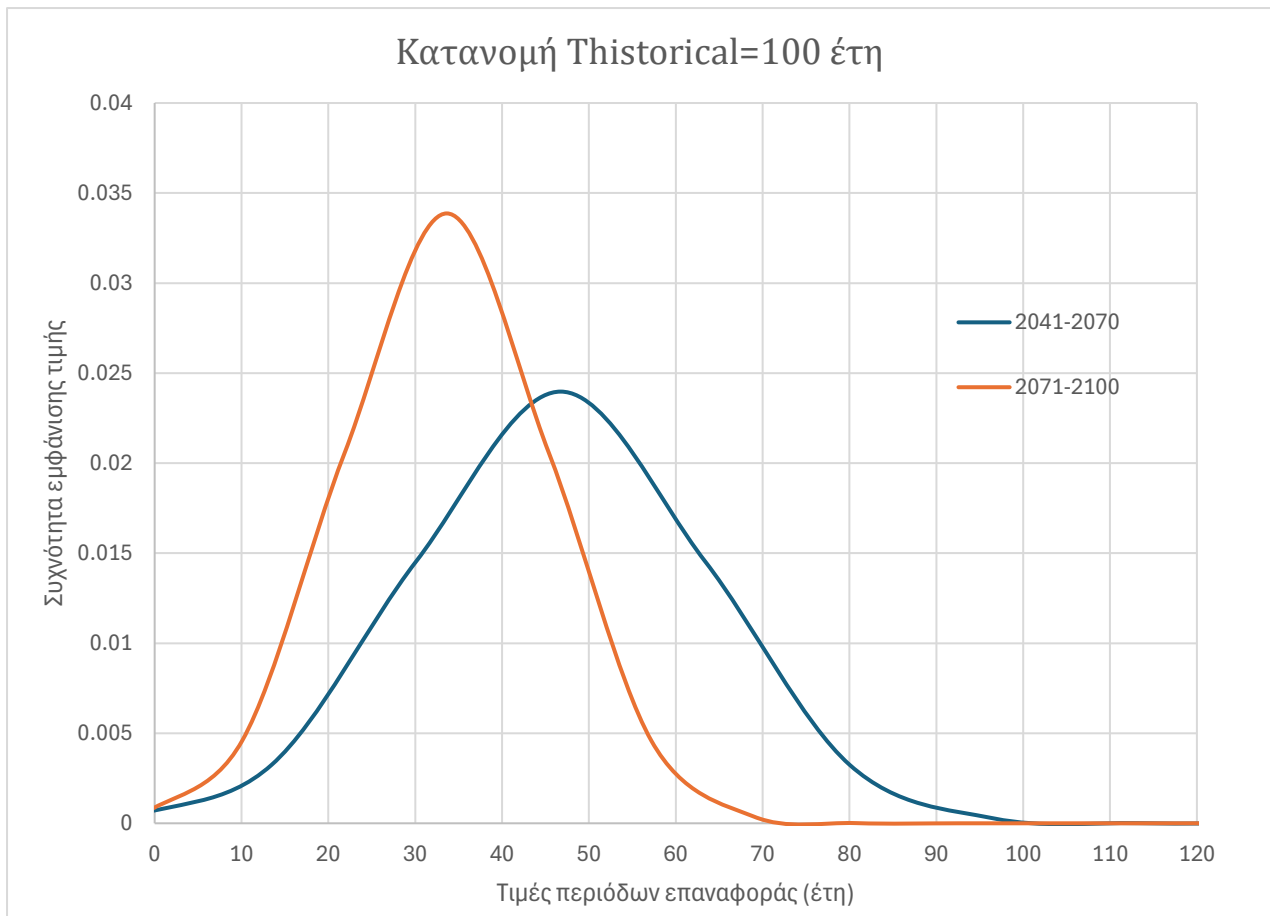
Στο ΥΔ Θεσσαλίας, για τις μελλοντικές περιόδους, η εντονότερη επιρροή της κλιματικής αλλαγής παρουσιάζεται στη ΛΑΠ Πηνειού, με τις περιόδους επαναφοράς $T=50$ και $T=100$ έτη να μειώνονται σχεδόν στο μισό για τα μέσα του αιώνα και να φτάνουν στο ένα τρίτο στα τέλη του.

Από τα αποτελέσματα προκύπτουν έντονες μεταβολές για όλες τις περιόδους. Ταυτόχρονα προκύπτει ότι οι κλιματικές προβολές δεν έχουν γραμμική συμπεριφορά μεταξύ των μελλοντικών περιόδων 2041-2070 και 2070-2100. Η μείωση των περιόδων επαναφοράς μέχρι την μελλοντική περίοδο των μέσων του αιώνα (2050s) και άρα η αύξηση της συχνότητας εμφάνισης των φαινομένων, είναι εντονότερη σε σχέση με τα τέλη του αιώνα (2080s).

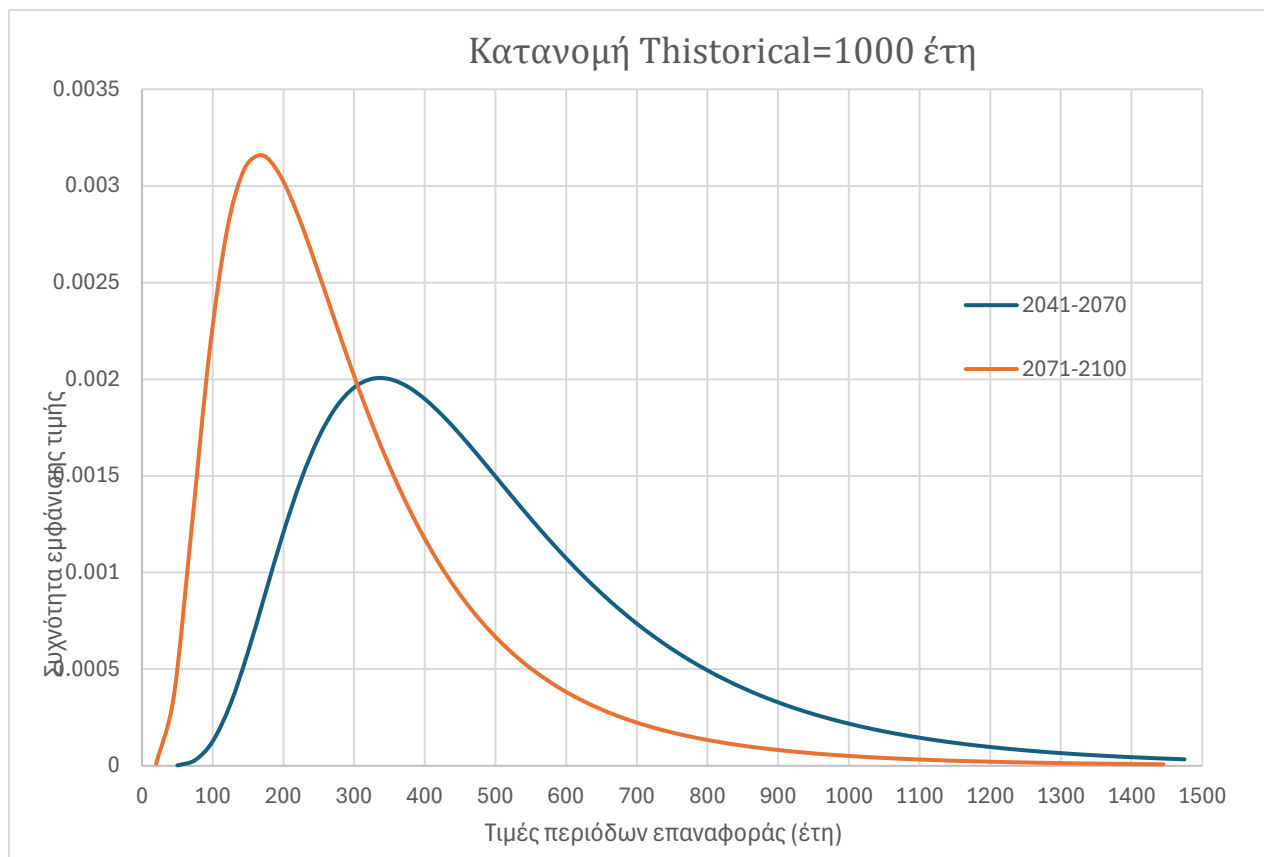
Στα παρακάτω γραφήματα παρουσιάζονται οι κανονικές κατανομές των τιμών των περιόδων επαναφοράς για το ΥΔ Θεσσαλίας, υπό την επιρροή της κλιματικής αλλαγής, όπως αυτές υπολογίστηκαν στους βροχομετρικούς σταθμούς του Υδατικού Διαμερίσματος. Όπως ήταν αναμενόμενο η καμπύλη κατανομής για την μελλοντική περίοδο 2071-2100 είναι μετατοπισμένη προς μικρότερες τιμές περιόδων αναφοράς, ενώ ταυτόχρονα έχει μικρότερη διασπορά, για τις περιόδους επαναφοράς $T=50$ και $T=100$ έτη. Για την κατανομή της περιόδου επαναφοράς $T=1000$ έτη έγινε χρήση της λογαριθμικής κανονικής κατανομής, καθώς η κανονική κατανομή έδινε αρνητικές τιμές περιόδων.



Εικόνα 2-12 Καμπύλη κανονικής κατανομής Thistorical=50 έτη



Εικόνα 2-13 Καμπύλη κανονικής κατανομής Thistorical=100 έτη



Εικόνα 2-14 Καμπύλη λογαριθμικής κανονικής κατανομής Thistorical=1000 έτη

Τα αποτελέσματα της παρόντος Παραδοτέου, αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα της 1^{ης} Αναθεώρησης των ΣΔΚΠ, και λαμβάνονται υπόψιν κατά την κατάρτιση των Μέτρων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας. Η επιρροή της κλιματικής αλλαγής στο μέγεθος και την συχνότητα εμφάνισης των φαινομένων, έχει σημαντικές επιπτώσεις στην προστασία, την πρόληψη και την ετοιμότητα έναντι των κινδύνων πλημμύρας.

3 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Barnett, D.N. et al., 2006. Quantifying uncertainty in changes in extreme event frequency in response to doubled CO₂ using a large ensemble of GCM simulations. *Clim. Dyn.*, 26, 489-511.
- Cannon, S.H. and J.E. Gartner, 2005. Wildfire-related debris flow from a hazards perspective. In: Jakob, M. and O. Hungr (eds) "Debris flow Hazards and Related Phenomena", Springer, Berlin-Heidelberg, 363-85.
- Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) – CIS WFD, 2009. Guidance document No. 24: River Basin Management in Changing Climate. Technical Report-2009-040.
- Common Implementation Strategy Working Group F on Floods (CIS WG F), 2011. Report on Proceedings and Key Recommendations. Thematic workshop on Climate Change and Flooding, 8-10 September 2009, Karlstad, Sweden
- Diakakis, M., 2012. Rainfall thresholds for flood triggering. The case of Marathonas in Greece. *Natural Hazards*, February 2012, Volume 60, Issue 3, pp 789–800.
- Frei, C. et al., 2006. Future change of precipitation extremes in Europe: Intercomparison of scenarios from regional climate models", *J. Geophys. Res.*, 111, D06105, doi:10.1029/2005JD005965.
- Georgakakos, K.P., 2006. Analytical results for operational flash flood guidance. *J Hydrol*, 317, 81-103.
- Huntingford, C. et al., 2003. Regional climate-model predictions of extreme rainfall for a changing climate. *Q. J. R., Meteorol. Soc.*, 129, 1607-21.
- Lehner, B., P. Döll, J. Alcamo, H. Henrichs and F. Kaspar, 2006. Estimating the impact of global change on flood and drought risks in Europe: a continental, integrated analysis. *Climatic Change*, 75, 273-99.
- Loukas, A., L. Vasiliades and N.R. Dalezios, 2002. Potential climate change impacts on flood-producing mechanisms in southern British Columbia, Canada, using the CGCMA1 simulation results. *J. Hydrol.*, 259, 163-88.
- Norbiato, D., M. Borga, S.D. Esposti, E. Gaume and S. Anquetin, 2008. Flash flood warning based on rainfall thresholds and soil moisture conditions: an assessment for gauged and ungauged basins. *J Hydrology*, 362, 274-90.
- WWF Ελλάς, 2009. Το αύριο της Ελλάδας: επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα κατά το άμεσο μέλλον. Αθήνα, Σεπτέμβριος 2009.
- Τράπεζας της Ελλάδος, Επιτροπή Μελέτης των Επιπτώσεων της Κλιματικής Αλλαγής (ΕΜΕΚΑ), 2011. Περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα. Ιούνιος 2011. ISBN 978-960-7032-49-2.
- Jacob, D., Petersen, J., Eggert, B., Alias, A., Christensen, O. B., Bouwer, L. M., ... Yiou, P. (2013). EURO-CORDEX: new high-resolution climate change projections for European impact research. *Regional Environmental Change*, 14(2), 563–578. doi:10.1007/s10113-013-0499-2

4 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΠΙΝΑΚΕΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΙΣ ΘΕΣΕΙΣ ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΤΗΣ 1^{ΗΣ} ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΠΑΚΠ

Πίνακας 4-1 Συντεταγμένες βροχομετρικών σταθμών και παράμετροι συναρτήσεων λογαριθμικής (a_log, b_log) και εκθετικής (a_exp, b_exp) παλινδρόμησης ανά σταθμό.

				2041-2070				2070-2100			
α/α	Γεωγραφικό Μήκος	Γεωγραφικό Πλάτος	Κωδικός Λεκάνης	a_log	b_log	a_exp	b_exp	a_log	b_log	a_exp	b_exp
1	21.95	40.05	EL0816FR00013	0.114	1.702	2.063	0.297	-0.504	2.168	2.155	0.326
2	22.85	39.25		0.899	1.589	2.540	0.258	-0.360	2.348	2.465	0.318
3	21.55	39.35	EL0415FR00006	1.160	2.383	3.667	0.263	0.785	2.659	3.692	0.277
4	21.65	39.45	EL0816FR00008	0.287	2.691	3.344	0.293	-0.936	3.414	3.294	0.330
5	22.15	39.85	EL0816FR00013	-0.093	1.923	2.166	0.307	-0.984	2.498	2.195	0.345
6	21.95	39.35	EL0816FR00006	-0.405	2.131	2.182	0.322	-1.439	2.750	2.177	0.361
7	21.65	39.95		0.085	1.581	1.903	0.298	-0.458	2.004	1.997	0.326
8	22.45	39.65	EL0816FL00001	-0.026	1.582	1.819	0.304	-0.636	1.974	1.834	0.336
9	22.05	39.15	EL0816FR00005	0.286	2.012	2.556	0.290	-0.128	2.244	2.516	0.308
10	21.55	39.75	EL0816FR00010	-0.127	2.069	2.312	0.308	-1.160	2.708	2.320	0.349
11	21.45	39.65	EL0816FR00010	0.750	1.954	2.846	0.270	-0.081	2.465	2.810	0.306
12	21.65	40.05		0.270	1.331	1.752	0.285	-0.148	1.649	1.810	0.311
13	22.45	39.15	EL0816FR00003	0.676	1.805	2.613	0.271	0.205	2.065	2.554	0.294
14	21.75	39.55	EL0816FR00011	0.239	1.517	1.942	0.289	-1.034	2.286	1.921	0.352
15	21.55	39.45	EL0816FR00009	0.901	2.499	3.595	0.272	-0.072	3.075	3.531	0.304
16	21.55	39.85	EL0816FR00010	-0.135	1.815	2.011	0.310	-0.967	2.369	2.062	0.346
17	21.95	39.75	EL0816FR00013	0.363	1.589	2.122	0.283	-0.111	1.920	2.151	0.308
18	21.85	39.25	EL0816FR00006	-0.098	2.266	2.566	0.306	-0.711	2.612	2.525	0.330

ΣΤΑΔΙΟ II

Επίδραση Κλιματικής Αλλαγής στην Αξιολόγηση και
Διαχείριση του Κινδύνου Πλημμύρας

				2041-2070				2070-2100			
α/α	Γεωγραφικό Μήκος	Γεωγραφικό Πλάτος	Κωδικός Λεκάνης	a_log	b_log	a_exp	b_exp	a_log	b_log	a_exp	b_exp
19	22.55	39.05	EL0816FR00003	0.700	1.483	2.260	0.264	0.447	1.626	2.229	0.279
20	21.55	39.55	EL0816FR00009	0.835	2.335	3.354	0.272	-0.258	3.041	3.351	0.310
21	21.85	39.95	EL0816FR00013	0.106	1.949	2.345	0.298	-0.395	2.352	2.445	0.319
22	21.55	39.55	EL0816FR00009	0.835	2.335	3.354	0.272	-0.258	3.041	3.351	0.310
23	22.05	39.55	EL0816FR00016	0.216	1.545	1.959	0.290	-0.372	1.934	1.976	0.322
24	22.35	39.25	EL0816FR00004	0.616	1.679	2.420	0.272	-0.091	2.120	2.397	0.307
25	21.75	39.25	EL0415FR00006	0.362	2.054	2.665	0.287	0.016	2.262	2.648	0.301
26	22.05	39.95	EL0816FR00013	0.025	1.880	2.204	0.302	-0.790	2.451	2.279	0.336
27	22.45	39.95	EL0816FR00017	-0.634	3.177	3.232	0.323	-0.329	3.010	3.256	0.313
28	21.35	39.95		0.535	1.275	1.892	0.268	0.018	1.644	1.926	0.302
29	21.85	39.75	EL0816FR00012	0.296	1.632	2.120	0.287	-0.198	1.971	2.147	0.312
30	22.35	39.95	EL0816FR00017	0.139	1.816	2.216	0.296	0.122	1.844	2.234	0.297
31	21.85	39.65	EL0816FR00012	0.303	1.605	2.094	0.286	-0.952	2.323	2.023	0.346
32	22.15	40.15	EL0816FR00013	0.259	1.876	2.374	0.290	-0.009	2.073	2.403	0.303
33	22.15	40.15	EL0816FR00013	0.259	1.876	2.374	0.290	-0.009	2.073	2.403	0.303
34	22.15	39.25	EL0816FR00004	0.112	2.087	2.513	0.297	-0.830	2.662	2.495	0.335
35	22.95	39.35		1.107	2.077	3.265	0.260	-0.048	2.801	3.221	0.304
36	22.15	39.05	EL0816FR00005	0.634	1.480	2.205	0.267	0.294	1.652	2.142	0.287
37	21.25	39.75	EL0816FR00010	1.042	1.342	2.375	0.244	0.935	1.411	2.367	0.251
38	21.65	39.75	EL0816FR00010	-0.159	2.010	2.221	0.310	-1.175	2.634	2.223	0.351
39	21.85	39.15	EL0415FR00006	0.688	2.168	3.046	0.275	0.342	2.323	2.962	0.289
40	21.65	39.45	EL0816FR00008	0.287	2.691	3.344	0.293	-0.936	3.414	3.294	0.330
41	22.55	39.45	EL0816FR00002	0.693	1.198	1.927	0.257	0.459	1.369	1.940	0.274

ΣΤΑΔΙΟ ΙΙ

Επίδραση Κλιματικής Αλλαγής στην Αξιολόγηση και
Διαχείριση του Κινδύνου Πλημμύρας

				2041-2070				2070-2100			
α/α	Γεωγραφικό Μήκος	Γεωγραφικό Πλάτος	Κωδικός Λεκάνης	a_log	b_log	a_exp	b_exp	a_log	b_log	a_exp	b_exp
42	21.85	38.95		1.007	1.831	2.906	0.259	0.997	1.849	2.917	0.260
43	21.95	39.05	EL0816FR00005	0.708	1.670	2.485	0.267	0.693	1.652	2.451	0.268
44	22.65	39.85	EL0816FR00016	-1.081	3.299	3.061	0.336	-0.547	2.955	3.041	0.321
45	22.25	40.05	EL0816FR00013	-0.137	1.934	2.147	0.310	-0.105	1.933	2.169	0.308
46	21.85	39.25	EL0816FR00006	-0.098	2.266	2.566	0.306	-0.711	2.612	2.525	0.330
47	21.95	39.05	EL0816FR00005	0.708	1.670	2.485	0.267	0.693	1.652	2.451	0.268
48	22.75	39.45	EL0816FL00001	0.976	1.291	2.261	0.246	0.200	1.815	2.258	0.293
49	22.75	39.45	EL0816FL00001	0.976	1.291	2.261	0.246	0.200	1.815	2.258	0.293
50	22.65	39.75	EL0816FL00001	0.037	2.560	3.008	0.301	0.201	2.491	3.045	0.295
51	21.45	39.45	EL0415FR00006	1.597	2.070	3.656	0.244	0.934	2.522	3.647	0.271
52	22.25	38.95		0.492	1.244	1.821	0.270	0.277	1.340	1.766	0.285
53	21.95	38.95		0.644	1.811	2.597	0.273	0.689	1.765	2.580	0.270
54	22.25	39.75	EL0816FR00013	-0.192	1.893	2.056	0.313	-0.784	2.296	2.102	0.339
55	21.95	39.75	EL0816FR00013	0.363	1.589	2.122	0.283	-0.111	1.920	2.151	0.308
56	22.45	39.45	EL0816FR00002	0.558	1.318	1.959	0.268	0.362	1.476	1.988	0.282
57	22.25	38.95		0.492	1.244	1.821	0.270	0.277	1.340	1.766	0.285

Πίνακας 4-2 Νέες περίοδοι επαναφοράς για τα γεγονότα που αντιστοιχούν σε T=50,100 και 1000 έτη, για τις μελλοντικές περιόδους 2041-2070(2050s) και 2071-2100(2080s), ανά σταθμό του ΥΔ08

				2041-2070			2070-2100		
α/α	Γεωγραφικό Μήκος	Γεωγραφικό Πλάτος	Κωδικός Λεκάνης	T50	T100	T1000	T50	T100	T1000
1	21.95	40.05	EL0816FR00013	19	31	255	13	20	114
2	22.85	39.25		33	68	1000	18	30	215

ΣΤΑΔΙΟ II

Επίδραση Κλιματικής Αλλαγής στην Αξιολόγηση και
Διαχείριση του Κινδύνου Πλημμύρας

				2041-2070			2070-2100		
α/α	Γεωγραφικό Μήκος	Γεωγραφικό Πλάτος	Κωδικός Λεκάνης	T50	T100	T1000	T50	T100	T1000
3	21.55	39.35	EL0415FR00006	34	69	956	27	51	556
4	21.65	39.45	EL0816FR00008	25	44	407	18	28	177
5	22.15	39.85	EL0816FR00013	18	31	247	13	20	110
6	21.95	39.35	EL0816FR00006	18	30	214	14	20	103
7	21.65	39.95		19	32	249	13	20	113
8	22.45	39.65	EL0816FL00001	19	33	284	15	22	137
9	22.05	39.15	EL0816FR00005	23	41	387	20	34	261
10	21.55	39.75	EL0816FR00010	18	29	201	13	19	93
11	21.45	39.65	EL0816FR00010	28	54	623	20	33	248
12	21.65	40.05		21	37	338	15	24	155
13	22.45	39.15	EL0816FR00003	28	55	694	23	41	396
14	21.75	39.55	EL0816FR00011	21	36	313	13	19	91
15	21.55	39.45	EL0816FR00009	30	59	712	22	38	304
16	21.55	39.85	EL0816FR00010	17	28	191	13	18	88
17	21.95	39.75	EL0816FR00013	23	41	409	17	28	200
18	21.85	39.25	EL0816FR00006	22	38	314	19	30	195
19	22.55	39.05	EL0816FR00003	32	64	919	28	52	601
20	21.55	39.55	EL0816FR00009	28	54	613	19	30	217
21	21.85	39.95	EL0816FR00013	19	32	256	14	22	133
22	21.55	39.55	EL0816FR00009	28	54	613	19	30	217
23	22.05	39.55	EL0816FR00016	21	36	328	15	24	152
24	22.35	39.25	EL0816FR00004	26	50	594	18	31	237
25	21.75	39.25	EL0415FR00006	28	51	522	24	42	354
26	22.05	39.95	EL0816FR00013	18	31	244	13	19	105

ΣΤΑΔΙΟ II

Επίδραση Κλιματικής Αλλαγής στην Αξιολόγηση και
Διαχείριση του Κινδύνου Πλημμύρας

				2041-2070			2070-2100		
α/α	Γεωγραφικό Μήκος	Γεωγραφικό Πλάτος	Κωδικός Λεκάνης	T50	T100	T1000	T50	T100	T1000
27	22.45	39.95	EL0816FR00017	21	36	296	23	40	360
28	21.35	39.95		26	50	567	17	28	205
29	21.85	39.75	EL0816FR00012	22	38	358	16	26	180
30	22.35	39.95	EL0816FR00017	21	37	339	21	36	316
31	21.85	39.65	EL0816FR00012	21	36	328	14	20	106
32	22.15	40.15	EL0816FR00013	20	34	296	17	28	205
33	22.15	40.15	EL0816FR00013	20	34	296	17	28	205
34	22.15	39.25	EL0816FR00004	20	34	284	15	23	131
35	22.95	39.35		35	73	1000	21	37	311
36	22.15	39.05	EL0816FR00005	26	50	591	23	41	383
37	21.25	39.75	EL0816FR00010	36	77	1000	33	67	992
38	21.65	39.75	EL0816FR00010	17	27	189	13	18	89
39	21.85	39.15	EL0415FR00006	29	54	622	27	48	476
40	21.65	39.45	EL0816FR00008	25	44	407	18	28	177
41	22.55	39.45	EL0816FR00002	32	66	1000	25	46	524
42	21.85	38.95		27	53	683	27	51	647
43	21.95	39.05	EL0816FR00005	29	56	698	30	59	750
44	22.65	39.85	EL0816FR00016	18	29	187	21	35	272
45	22.25	40.05	EL0816FR00013	20	33	267	19	33	264
46	21.85	39.25	EL0816FR00006	22	38	314	19	30	195
47	21.95	39.05	EL0816FR00005	29	56	698	30	59	750
48	22.75	39.45	EL0816FL00001	43	99	1000	22	40	395
49	22.75	39.45	EL0816FL00001	43	99	1000	22	40	395

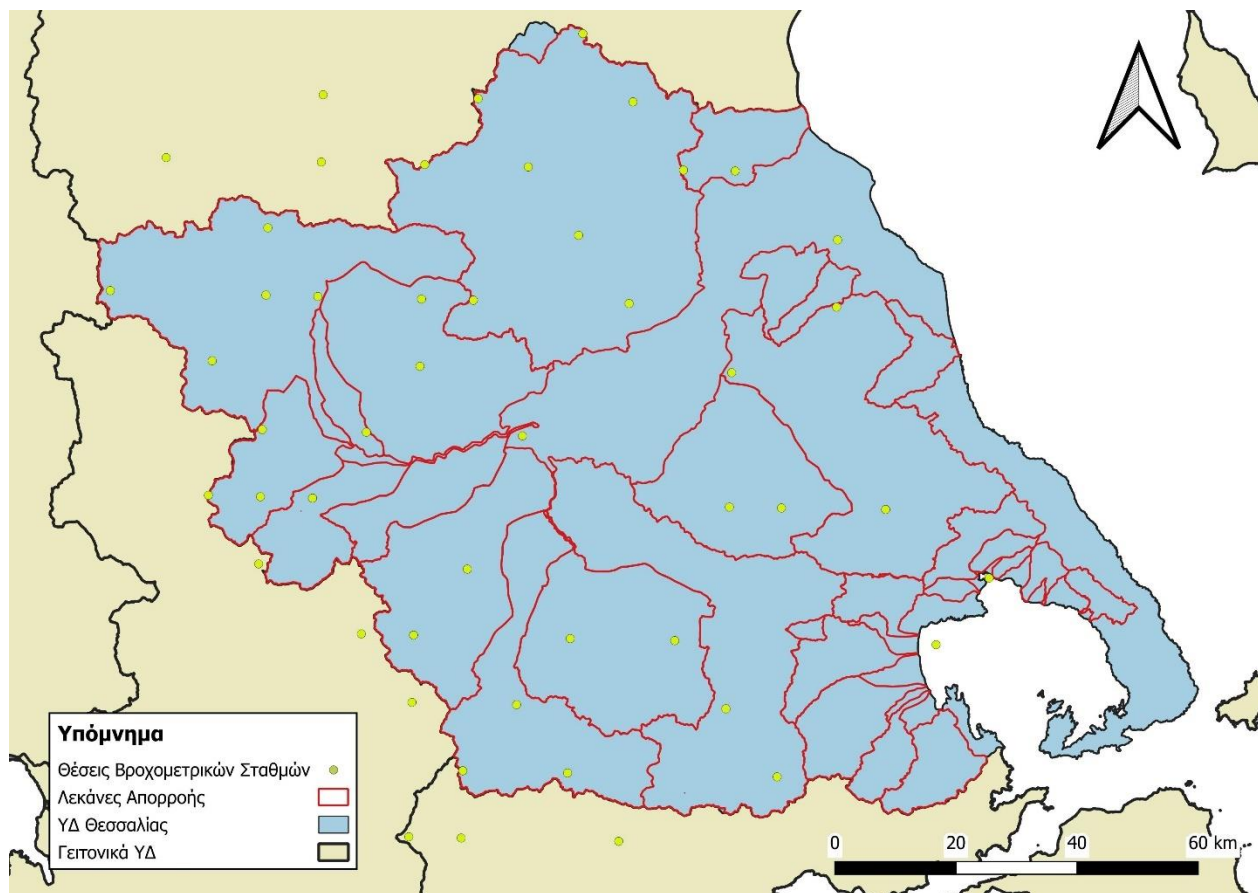
ΣΤΑΔΙΟ ΙΙ

Επίδραση Κλιματικής Αλλαγής στην Αξιολόγηση και
Διαχείριση του Κινδύνου Πλημμύρας

				2041-2070			2070-2100		
α/α	Γεωγραφικό Μήκος	Γεωγραφικό Πλάτος	Κωδικός Λεκάνης	T50	T100	T1000	T50	T100	T1000
50	22.65	39.75	EL0816FL00001	23	40	359	23	41	393
51	21.45	39.45	EL0415FR00006	39	83	1000	26	49	543
52	22.25	38.95		25	46	527	23	41	402
53	21.95	38.95		25	46	504	26	49	570
54	22.25	39.75	EL0816FR00013	17	29	222	14	21	121
55	21.95	39.75	EL0816FR00013	23	41	409	17	28	200
56	22.45	39.45	EL0816FR00002	28	55	718	22	41	422
57	22.25	38.95		25	46	527	23	41	402

ΣΤΑΔΙΟ ΙΙ

Επίδραση Κλιματικής Αλλαγής στην Αξιολόγηση και
Διαχείριση του Κινδύνου Πλημμύρας



Εικόνα 4-1 Χάρτης θέσεων βροχομετρικών σταθμών εντός ΥΔ08