



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

**ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ - ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΠΙΣΤΗΜΗ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ»**

**ΠΡΟΓΝΩΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΤΗΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ
ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ
ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ Ν. ΛΑΡΙΣΑΣ**

**Παπαλέξης Δημήτριος
Π.Ε. Γεωπόνος MSc Ph.D.**

Αθήνα, Οκτώβριος 2013

**«ΕΠΙΣΤΗΜΗ &
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
ΥΔΑΤΙΚΩΝ
ΠΟΡΩΝ»**

**Επιβλέπων: Ν. Μαμάσης
Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.**

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Υπήρχαν στιγμές στη ζωή μου που ένιωσα απογοητευμένος και κουρασμένος, που παρεξήγησα, που δεν κατάλαβα τα αισθήματα ή τις προθέσεις κάποιων ανθρώπων, αλλά σε καμία περίπτωση δεν θα μετανιώσω για το χρόνο που αφιέρωσα για την ολοκλήρωση αυτού του έργου, καθώς μου δόθηκε η δυνατότητα να γνωρίσω ανθρώπους και να ζήσω εμπειρίες, που με ώθησαν να πραγματοποιήσω τα όνειρα μου. Τους ανθρώπους αυτούς έχω την υποχρέωση να ευχαριστήσω δημόσια για την υπομονή, την ευγένεια και την καλοσύνη τους με την οποία με περιέβαλαν.

Αισθάνομαι την υποχρέωση να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον Καθηγητή μου κύριο Νικόλαο Μαμάση για την οργάνωση και παρακολούθηση της διατριβής μου σε ολόκληρη την πορεία της, καθώς επίσης και για την πολύτιμη και ουσιαστική συμβολή του στην επίλυση των θεωρητικών προβλημάτων που παρουσιάστηκαν κατά καιρούς. Τον ευχαριστώ για την ηθική του υποστήριξη και την κριτική που μου άσκησε πριν την ολοκλήρωση της τελικής μορφής του κειμένου της διατριβής μου, αλλά και την αμέριστη ηθική, και πολλές φορές φιλική, συμπαράστασή του καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου στο Ε.Μ.Π.

Τον συνάδελφο Αθανάσιο Οικονόμου τον ευχαριστώ για την εποικοδομητική συνεργασία που είχαμε και του εύχομαι από καρδιάς καλή σταδιοδρομία και μεγαλύτερες επιτυχίες στο μέλλον.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τους Μπέντο Δημήτριο και Κωνσταντίνα Τσιαπάλη για την αμέριστη συμπαράστασή τους και για τη βοήθειά τους στην ολοκλήρωση της Μεταπτυχιακής μου εργασίας.

Τους πρώην συναδέλφους μου στη Δ/νση Υδάτων της Περιφέρειας Θεσσαλίας τους ευχαριστώ για τις εμπειρίες που μου μεταλαμπαδεύσανε. Ευχαριστώ ιδιαίτερα τον Αντώνη Βασιλόπουλο για τη βοήθειά του και την φιλική του διάθεση όλα αυτά τα χρόνια.

Η παρούσα διατριβή ήλθε εις πέρας, χάρις στο πνεύμα συνεργασίας και στη φιλική διάθεση που έδειξαν οι συνάδελφοι στον ΕΛ.Γ.Α. Φλώρα Παπαδοπούλου, Σούλιου Καλομοίρα, Ουρανία Γκίνη, Φωτεινή Γκέκα, Ιωάννης Χασιώτης, Ιωάννης Χρυσανθάκης και Βασίλειος Γράβαλος. Τους ευχαριστώ για τη συμπαράστασή τους και την υπομονή τους.

Θεωρώ τον εαυτό μου πολύ τυχερό που γνώρισε έναν άνθρωπο ο οποίος στάθηκε σαν αληθινή μητέρα στην κόρη μου, σαν πραγματική φίλη στη σύζυγό μου και σαν αδελφή σε εμένα. Ευφροσύνη δεν υπάρχουν λόγια για να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου. Είμαι πεπεισμένος ότι θα ζήσεις για πάντα στις καρδιές μας.

Δεν υπάρχει μεγαλύτερη ευτυχία στη ζωή, όσα πτυχία ή διακρίσεις και να έχεις λάβει, από την αγάπη του παιδιού σου η οποία σε οπλίζει με δύναμη και θέληση να αντιμετωπίσεις τις προκλήσεις της καθημερινότητας. Μαγδαληνή μου, εύχομαι όταν μεγαλώσεις να κατανοήσεις και να συγχωρέσεις τον πατέρα σου για όλες εκείνες τις στιγμές που ήταν στεναχωρημένος και δεν μπόρεσε να παίξει μαζί σου.

Αφιερώνω το σύνολο του έργου μου στη πολυαγαπημένη μου γυναίκα και σύντροφο της ζωής μου Έφη για την υπομονή της, τη βοήθεια της στην ολοκλήρωση της διατριβής, τη συγχώρεση της και πάνω από όλα για την αγάπη της. Σε ευχαριστώ γιατί με βοήθησες να γίνω αυτό που είμαι και με απέτρεψες να γίνω αυτό που δεν είμαι.

*To dream the impossible dream
To fight the unbeatable foe
To bear with unbearable sorrow
To run where the brave dare not go
To right the unrightable wrong
To love pure and chaste from afar
To try when your arms are too weary
To reach the unreachable star
This is my quest
To follow that star
No matter how hopeless
No matter how far
To fight for the right
Without question or pause
To be willing to march into Hell
For a heavenly cause
And I know if I'll only be true
To this glorious quest
That my heart will lie peaceful and calm
When I'm laid to my rest
And the world will be better for this
That one man, scorned and covered with scars
Still strove with his last ounce of courage
To reach the unreachable star*

The Impossible Dream by Musical

"Man of La Mancha"

Lyrics by Joe Darion

**Αφιερωμένο σε εκείνους που συνεχίζουν να κάνουν πραγματικότητας
τα όνειρά τους**

Για την Ευθυμία και τη Μαγδαληνή

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ -----	III
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ -----	IX
ΠΡΟΛΟΓΟΣ -----	XIII
EXTENDED ABSTRACT -----	XVII
ABSTRACT-----	XVII
INTRODUCTION-----	XVII
CLASSIFICATION OF DROUGHTS-----	XVIII
STANDARDIZED RUNOFF INDEX (SRI)-----	XIX
PROBABILITY DISTRIBUTIONS-----	XX
STANDARDIZED DRILLING INDEX (SDI)-----	XXI
RESULTS AND DISCUSSION-----	XXI
<i>Identification of historical droughts</i> -----	<i>xxiv</i>
<i>The concept of predicting droughts</i> -----	<i>xxvi</i>
<i>Calculation of transition probabilities</i> -----	<i>xxvii</i>
<i>Periodicity of hydrological drought</i> -----	<i>xxvii</i>
<i>Correlation between river flows</i> -----	<i>xxvii</i>
SUMMARY AND CONCLUSIONS-----	XXVIII
ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ -----	XXXI
ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ -----	XXXI
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ -----	1
1.1 ΓΕΝΙΚΑ-----	1
1.2 ΟΡΙΣΜΟΙ-----	4
1.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΞΗΡΩΝ ΚΛΙΜΑΤΩΝ-----	7
1.3.1 <i>Κλιματική κατάταξη Koppen (Τύπος B)</i> -----	7
1.4 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ-----	8
1.4.1 <i>Μετεωρολογική Ξηρασία</i> -----	8
1.4.2 <i>Γεωργική Ξηρασία</i> -----	9
1.4.3 <i>Υδρολογική Ξηρασία</i> -----	10
1.4.4 <i>Κοινωνικοοικονομική Ξηρασία</i> -----	10
1.4.5 <i>Επιχειρησιακή Ξηρασία</i> -----	11
1.4.6 <i>Ξηρασία Λιμού</i> -----	11
1.5 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ-----	11
1.5.1 <i>Ένταση</i> -----	12
1.5.2 <i>Διάρκεια</i> -----	12
1.5.3 <i>Χωρική κατανομή</i> -----	13
1.5.4 <i>Καταστροφικότητα</i> -----	14
1.5.5 <i>Εμμονή</i> -----	15
1.6 ΑΙΤΙΕΣ ΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ-----	15
1.6.1 <i>Αλλαγές στη γενική κυκλοφορία της ατμόσφαιρας</i> -----	16
1.6.2 <i>Αλλαγές στη σύνθεση της ατμόσφαιρας</i> -----	19
1.6.3 <i>Αστρονομικοί παράγοντες</i> -----	22
1.7 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ-----	23
1.7.1 <i>Χαρακτηριστικά βροχόπτωσης</i> -----	24
1.7.2 <i>Χαρακτηριστικά της Δυνητικής Εξατμοδιαπνοής</i> -----	26
1.7.3 <i>Υδρολογικά χαρακτηριστικά περιοχής</i> -----	34
1.7.4 <i>Διαχείριση των υδατικών συστημάτων</i> -----	35
1.7.5 <i>Άλλες παράμετροι</i> -----	36
1.8 ΓΝΩΣΤΕΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ-----	37
1.8.1 <i>Γενικά</i> -----	37
1.8.2 <i>Επεισόδια ξηρασίας ανά τον Κόσμο</i> -----	41
1.8.3 <i>Η ξηρασία στην Αφρική</i> -----	41
1.8.4 <i>Υπόλοιπος κόσμος</i> -----	43
1.9 ΞΗΡΑΣΙΕΣ ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ-----	46

1.9.1	Είδη Ξηρασίας στον Ελλαδικό χώρο	46
1.9.2	Πιθανές Αιτίες Ξηρασίας στον Ελληνικό Χώρο	47
2	ΑΡΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΙ ΥΔΑΤΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ	49
2.1	ΙΣΤΟΡΙΚΑ	49
2.2	ΓΕΝΙΚΑ	50
2.3	ΚΥΡΙΟΤΕΡΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΤΟΥΣ	52
2.4	ΑΝΑΓΚΕΣ ΣΕ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟ ΝΕΡΟ	56
3	ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ	59
3.1	ΓΕΝΙΚΑ	59
3.2	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ	60
3.3	ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΔΕΙΚΤΩΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ	61
3.4	ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΩΝ ΔΗΜΟΦΙΛΕΣΤΕΡΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ	63
3.4.1	Στατιστικοί δείκτες	64
3.4.2	Δείκτες υδρολογικού ισοζυγίου	74
3.4.3	Δείκτες κατάστασης βλάστησης	81
4	ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	83
4.1	ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	83
4.2	ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	83
4.3	ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	84
4.4	ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	91
4.4.1	Μετεωρολογικά και κλιματολογικά στοιχεία	91
4.4.2	Κλιματολογικά στοιχεία	95
4.5	ΕΔΑΦΟΣ	101
4.5.1	Γεωμορφολογία	101
4.5.2	Τεκτονική	101
4.5.3	Βάθος του εδάφους	104
4.5.4	Διάβρωση του εδάφους	105
4.5.5	Κλίση της επιφάνειας του εδάφους	105
4.6	ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ	106
4.7	ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	107
4.7.1	Υδατικά Διαμερίσματα της Ελλάδας και ο Νομός Λάρισας	107
4.7.2	Υδρογραφία - Ποτάμια	108
4.7.3	Ποσοστό κατάλυψης ποτιστικών καλλιεργειών	111
4.7.4	Ετήσια ζήτηση νερού κατά καταναλωτική χρήση και υδατικό διαμέρισμα	112
4.7.5	Υπόγειο δυναμικό	113
4.7.6	Λίμνες	118
4.8	ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	119
4.8.1	Χερσαία Οικοσυστήματα	119
4.8.2	Χλωρίδα	119
4.8.3	Πανίδα	120
4.8.4	Παραποτάμια οικοσυστήματα	121
5	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΩΝ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	123
5.1	ΧΑΡΤΗΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	123
5.2	ΥΔΡΟΜΕΤΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	124
5.3	ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΕΣ	127
5.3.1	Γενικό μεθοδολογικό πλαίσιο	127
5.4	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΩΝ	136
5.5	ΤΑΣΕΙΣ ΥΔΡΟΦΟΡΙΑΣ - ΠΑΡΟΧΕΣ ΠΟΤΑΜΩΝ	141
5.6	ΤΑΣΕΙΣ ΥΔΡΟΦΟΡΙΑΣ - ΑΠΟΡΡΟΕΣ ΠΗΓΩΝ	146
5.7	ΤΑΣΕΙΣ ΥΔΡΟΦΟΡΙΑΣ - ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ	149
5.8	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	155
5.8.1	Σκοπός και μεθοδολογία	155
5.8.2	Δείκτης τυποποιημένης διακύμανσης στάθμης γεωτρήσεων (Standardized Drilling Index, SDI)	157
6	ΑΝΑΛΥΣΗ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΞΗΡΑΣΙΩΝ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	163

6.1	ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΞΗΡΑΣΙΩΝ -----	163 -
6.1.1	<i>Μεθοδολογία αναγνώρισης ξηρασιών</i> -----	163 -
6.2	ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΞΗΡΑΣΙΩΝ ΠΕΡΙΟΔΟΥ 1972 – 2013-----	163 -
6.3	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΞΗΡΑΣΙΩΝ -----	168 -
6.4	ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ-----	173 -
6.5	ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΞΗΡΑΣΙΩΝ -----	180 -
6.5.1	<i>Γενικά</i> -----	180 -
6.5.2	<i>Βορειοδυτική περιοχή του Ν. Λάρισας</i> -----	181 -
6.5.3	<i>Δυτική περιοχή του Ν. Λάρισας</i> -----	183 -
6.5.4	<i>Νότια και Νοτιοδυτική περιοχή του Ν. Λάρισας</i> -----	185 -
6.5.5	<i>Βορειοανατολική περιοχή του Ν. Λάρισας</i> -----	187 -
6.5.6	<i>Νοτιοανατολική περιοχή του Ν. Λάρισας</i> -----	189 -
6.5.7	<i>Κεντρική και Κεντροανατολική περιοχή του Ν. Λάρισας</i> -----	190 -
7	ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΠΡΟΓΝΩΣΗΣ ΞΗΡΑΣΙΩΝ -----	195 -
7.1	Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΠΡΟΓΝΩΣΗΣ ΞΗΡΑΣΙΩΝ -----	195 -
7.2	ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΜΕΣΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ -----	197 -
7.2.1	<i>Γενικά</i> -----	197 -
7.2.2	<i>Συμπεράσματα διερεύνησης συντελεστών συσχέτισης</i> -----	228 -
7.3	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΩΝ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ-----	237 -
7.3.1	<i>Γενικά</i> -----	237 -
7.3.2	<i>Συμπεράσματα υπολογισμού πιθανοτήτων μετάβασης</i> -----	267 -
7.4	ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ -----	271 -
7.5	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΠΑΡΟΧΩΝ ΠΟΤΑΜΩΝ -----	286 -
8	ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-----	289 -
9	ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ -----	301 -
9.1	ΓΕΝΙΚΑ-----	301 -
9.2	ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΚΑΤΑ ΤΗΣ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ Ε.Ε. -----	304 -
9.2.1	<i>Σωστή τιμολόγηση του νερού</i> -----	304 -
9.2.2	<i>Αποδοτικότερη κατανομή του νερού και των σχετικών με το νερό χρηματοδοτικών πόρων</i> -----	304 -
9.2.3	<i>Βελτίωση της διαχείρισης των κινδύνων ξηρασίας</i> -----	305 -
9.2.4	<i>Μελέτη πρόσθετων υποδομών υδροδότησης</i> -----	305 -
9.2.5	<i>Προώθηση των τεχνολογιών και πρακτικών που προάγουν την αποδοτική χρήση των υδατικών πόρων</i> -----	306 -
9.2.6	<i>Προαγωγή νοοτροπίας εξοικονόμησης νερού στην Ευρώπη</i> -----	307 -
9.2.7	<i>Βελτίωση των γνώσεων και συγκέντρωση δεδομένων</i> -----	307 -
9.3	ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΣΕ ΕΘΝΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ-----	308 -
9.4	ΓΕΝΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΔΡΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΣΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ-----	313 -
9.5	ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΛΗΨΗΣ ΤΗΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΣΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ-----	314 -
9.5.1	<i>Τιμολόγηση του νερού</i> -----	314 -
9.5.2	<i>Αναδιοργάνωση Υπηρεσιών και Οργανισμών Διαχείρισης Υδατικών Πόρων</i> -----	316 -
9.5.3	<i>Κατασκευή μεγάλων και μικρών εγγειοβελτιωτικών έργων</i> -----	318 -
9.5.4	<i>Χρήση συγχρόνων συστημάτων άρδευσης</i> -----	320 -
9.5.5	<i>Συστήματα έγκαιρης και έγκυρης προειδοποίησης</i> -----	326 -
9.5.6	<i>Καλλιεργητικές τεχνικές και αναδιάρθρωση καλλιεργειών</i> -----	326 -
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-----	331 -
	ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ -----	331 -
	ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-----	335 -
	ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ -----	347 -
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ-----	349 -

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ξηρασία αποτελεί, από ενάρξεως του χρόνου, ένα πολυπαραγοντικό και πολυπαραμετρικό ακραίο υδρολογικό και φυσικό φαινόμενο με πληθώρα αναπάντητων ερωτημάτων. Ερωτήματα που έχουν να κάνουν με τη συχνότητα εμφάνισής της, τη διάρκειά της, την έναρξη και τη λήξη της, τα χαρακτηριστικά της, τις αιτίες που τη προκαλούν, τη καταστροφικότητά της, τη προβλεψιμότητά της και τον ίδιο, ακόμη, τον ορισμό της.

Ένα σημαντικό λάθος, που συνήθως γίνεται, είναι να ταυτίζεται το πρόβλημα της ξηρασίας με τις ξηρές και σημαντικά άνυδρες περιοχές του πλανήτη, καθώς από τα ιστορικά δεδομένα γίνεται κατανοητό ότι, μεγαλύτερη καταστροφικότητα προκαλεί η εμφάνιση περιόδων ξηρασίας σε περιοχές με σχετικά υψηλές εποχιακές τιμές υετού, σε σχέση, με τις αντίστοιχες χαμηλές, καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, τιμές υετού, περιοχές. Δυστυχώς τα οικοσυστήματα δεν διαθέτουν χαμαιλέοντια προσαρμοστικότητα σε εποχιακές, μικρής διάρκειας καιρικές αλλαγές, χαμηλών τιμών υετού, με αποτέλεσμα τα ασυνήθιστα οικοσυστήματα να είναι και τα πλέον επιρρεπή.

Παράλληλα, η εμφάνιση της ξηρασίας δεν επηρεάζεται μόνο από τα χαρακτηριστικά των περιοχών που προσβάλλει και δεν περιορίζεται σε συγκεκριμένες περιοχές, αλλά είναι δυνατόν να εμφανιστεί σε οποιαδήποτε περιοχή ανά τον κόσμο.

Ταυτόχρονα η αλλαγή στρατηγικής της Ε.Ε. (Ευρωπαϊκή Επιτροπή 2007 & 2012) αλλά και της Παγκόσμιας Κοινότητας (Συνδιάσκεψη Κοπεγχάγης), σε θέματα Περιβάλλοντος και διαχείρισης των υδατικών πόρων, έκανε επιτακτική την ανάγκη διερεύνησης στο άμεσο μέλλον μεθόδων αλλά και συστημάτων, που σκοπό θα έχουν την έγκαιρη και έγκυρη προειδοποίηση εμφάνισης φαινομένων ξηρασίας αλλά και σενάρια ελαχιστοποίησης των καταστροφικών της επιπτώσεων.

Ποτέ άλλοτε, τουλάχιστον στους κόλπους της Ε.Ε., τα ζητήματα που αφορούν τη πρόγνωση και πρόληψη των αρνητικών επιπτώσεων της ξηρασίας δεν ήταν τόσο ψηλά στην πολιτική και κοινωνική ατζέντα. Χωρίς μακροχρόνιο επιστημονικό σχεδιασμό, σε υψηλό επίπεδο, μια χώρα είναι καταδικασμένη να υποστεί τις συνέπειες των κραδασμών που συνεπάγεται ο επώδυνος τοκετός εμφάνισης μιας παρατεταμένης περιόδου ξηρασίας.

Από την άλλη, η Γεωργία στη Ελλάδα, αποτελεί σημαντικό τομέα της εθνικής οικονομίας τόσο σε ποσοστό επί του Α.Ε.Π. όσο και σε ποσοστό επί της συνολικής απασχόλησης. Παρά τις ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες που

επικρατούν στις περισσότερες αγροτικές περιοχές, που λογικά θα έπρεπε να έχουν ως αποτέλεσμα την επίτευξη υψηλών αποδόσεων, η ελληνική γεωργία παρουσιάζει χαμηλό ποσοστό ανάπτυξης και εκσυγχρονισμού, που οφείλεται κυρίως σε ορισμένες ιδιαιτερότητές της, την έλλειψη στοχοθεσίας και αναδιάρθρωσης, με αποτέλεσμα την έλλειψη αυτάρκειάς της σε πολλά προϊόντα.

Η γερασμένη Ελληνική γεωργία σε συνδυασμό βέβαια με την μικρή προσπάθεια για εκσυγχρονισμό στους τομείς της διοίκησης και αποκέντρωσης, έρευνας και τεχνολογίας, ενημέρωσης και καθοδήγησης των αγροτών, οδήγησε στη βαθμιαία μείωση του ετήσιου οικογενειακού γεωργικού εισοδήματος και στην απροθυμία των Ελλήνων γεωργών να αποδεχθούν μία νέα αγροτική πολιτική.

Σήμερα, υπό την υπάρχουσα Κοινή Αγροτική Πολιτική (Κ.Α.Π.) οι Έλληνες αγρότες βασίζονται κυρίως στο παρεχόμενο ποσό επιδοτήσεων και αποζημιώσεων προκειμένου να διατηρήσουν μία σχετική ισορροπία στο ετήσιο γεωργικό τους εισόδημα. Τα κυριότερα προβλήματα που δημιουργεί αυτή η πολιτική είναι η ανικανότητα προσαρμογής των αγροτών σε νέες πιο επικερδείς και προσοδοφόρες καλλιέργειες, η έλλειψη ποιοτικών προτύπων και ανταγωνιστικότητας των παραγόμενων προϊόντων τους, η έλλειψη διαπραγματευτικής ικανότητας και η μείωση της αγοραστικής τους δύναμης, η αβεβαιότητα για το μέλλον (πιθανή αλλαγή πολιτικής στο καθεστώς των επιδοτήσεων), η ισχυρή εξάρτησή τους με τις αποζημιώσεις και κυρίως η ανικανότητα υιοθέτησης σύγχρονων μεθόδων καλλιέργειας και εξοικονόμησης αρδευτικού νερού.

Έχοντας επίσης στο παρελθόν βρεθεί μπροστά στον κίνδυνο μείωσης της γεωργικής παραγωγής εξαιτίας της λειψυδρίας κατά τους κρίσιμους θερινούς μήνες (1989-1992, 1996-2001, 2007-2008), στην Ελλάδα, αποφασίστηκε να παρθούν μέτρα με σκοπό την εξοικονόμηση των διαθέσιμων υδατικών αποθεμάτων. Δυστυχώς, η επικράτηση ικανοποιητικών τιμών υετού, τα ενδιάμεσα και επόμενα χρόνια, έκανε τη περίπτωση της ξηρασίας να φαντάζει ως ένας χθεσινοβραδινός εφιάλτης που ξεχάστηκε μετά το πρωινό, ευχάριστο, ξύπνημα.

Είναι γνωστό άλλωστε ότι σε περιοχές της γης όπου το νερό είναι είδος πολυτελείας (όπως η πόλη Κουιλάγκουα της Χιλής – η πιο ξηρή περιοχή του πλανήτη) η ύδρευση – για άρδευση ούτε λόγος – είναι ιδιωτική περιουσία (The New York Times – φύλλο 22/3/2009). Δυστυχώς το 5^ο Παγκόσμιο

Φόρουμ για το νερό που έλαβε χώρα στην Κωνσταντινούπολη τον Μάρτιο του 2009 κατέληξε στο γενικό συμπέρασμα ότι το νερό, αυτό το κοινωνικό αγαθό, δεν είναι δικαίωμα αλλά «ανάγκη», αφήνοντας έτσι ανοιχτό όλο το παιχνίδι για τους κερδοσκόπους της λειψυδρίας (Κυριακάτικη Ελευθεροτυπία – φύλλο 22/3/2009).

Υπάρχουν βέβαια και οι άνθρωποι που βλέπουν το ποτήρι μισογεμάτο όπως η Πρόεδρος του συλλόγου «France Libertés Fondation Danielle Mitterrand» και χήρα του πρώην Πρωθυπουργού της Γαλλίας Φ. Μιττερράν, κα. Ντανιέλ Μιττερράν η οποία δήλωσε σε συνέντευξη της στο περιοδικό Εικόνες (τεύχος 31/5/2009) ότι «το νερό όχι μόνο δεν θα αποτελέσει αιτία πολέμου τον 21^ο αιώνα, αλλά θα είναι εκείνο που θα επαναφέρει την ειρήνη στη Γη».

Άλλωστε, η κοινωνική ευημερία και η πλήρη ικανοποίηση των αναγκών σε νερό, αποτελούν αλληλοεξαρτώμενες, με θετική συσχέτιση έννοιες.

Η σημερινή όμως κατάσταση του Περιβάλλοντος σε τοπικό, εθνικό αλλά και πλανητικό επίπεδο, μας θυμίζει ότι το μέλλον της ανθρωπότητας είναι αλληλένδετο με το μέλλον των οικοσυστημάτων. Ο υπερπληθυσμός (με τη μορφή της αστικοποίησης), η ερημοποίηση, η αλόγιστη κατάχρηση των φυσικών πόρων και ειδικότερα των υδατικών πόρων (υπερκατανάλωση, απώλειες δικτύων άρδευσης, χρήση συστημάτων άρδευσης με αυξημένες απώλειες λειτουργίας, ανυπαρξία νομοθετικού πλαισίου ελέγχου και διαχείρισης των διαθέσιμων υδατικών πόρων, ανυπαρξία πρόγνωσης και μετρίασης των επιπτώσεων της ξηρασίας και αδυναμία ολιστικού σχεδιασμού της αναπτυξιακής διαδικασίας με επενδύσεις σε έργα κοινής ωφέλειας) είναι μερικά μόνο από τα μέχρι σήμερα άλυτα προβλήματα του σύγχρονου κόσμου και ειδικότερα της Ελλάδας.

Για να ξεπεραστεί η κοινωνικόπολιτικόοικονομική κρίση της εποχής μας, οφείλουμε να επανεκτιμήσουμε τις βασικές μας ανάγκες και τον τρόπο με τον οποίο τις ικανοποιούμε, κληρονομώντας στα παιδιά μας ένα καλύτερο Περιβάλλον για να ζήσουν.

EXTENDED ABSTRACT

Abstract

The droughts are recurrent natural phenomena of climate variability that have plagued civilizations throughout history. Due to the increased water demand and the looming climate change, it has been given emphasis the recent years on global drought scenarios. As natural hazard, drought is best characterized by multiple climatological and hydrological parameters. The understanding of the relation between the aforementioned two parameters is absolutely necessary to develop mitigation measures of the impacts of droughts. In this study, the drought definitions are firstly given. Then, it attempts to provide a statistical method on the prediction of hydrological droughts. Moreover a classification of droughts, drought indices and historical droughts are presented.

Introduction

Droughts that are recognized as an environmental disaster have attracted the attention of environmentalists, ecologists, hydrologists, meteorologists, geologists and agricultural scientists. In contrast to aridity, which is a permanent characteristic of climate restricted to low rainfall areas (Wilhite, 1992), drought is a temporary aberration. There is often confusion between heat wave and drought. Due to the growth of population and the expansion of the agricultural, energy and industrial sectors, the water demand has dramatically increased and incidents of water scarcity occur almost every year in many parts of the world. Other factors, such as climate change and contamination of water supplies, have further contributed to the water scarcity. Lately, floods and droughts present higher peaks and severity levels. Droughts impact both surface and groundwater resources. This may lead to reduced water supply, deterioration of water quality, crop failure, reduced range productivity, diminished power generation, disturbance of riparian habitats, and suspended recreation activities. In addition there are also impacts on a series of economic and social activities.

Observations have shown increase in the severity and the duration of droughts over larger areas since the 1970s (E.E., 2007). More intense and longer droughts have also been observed in some semi-arid and subhumid regions, including Southern Europe and West Africa (E.E., 2012), while droughts have become less frequent, less intense, or shorter in some regions

such as central North America and northwestern Australia. The regions, where there is the greatest possibility for future physical drought increase, include southern Europe and the Mediterranean, central Europe, central North America, Central America and Mexico, northeast Brazil, and southern Africa (E.E., 2012). However, drought is not only affected by climatic parameters. Non-climatic parameters such as population changes, land use and water management have a large influence on water availability and hence drought. These findings are mainly based on studies using the Palmer Drought Severity Index (PDSI) and, as a result, the reported increases in global drought may have been overestimated because of the simplified calculation of potential evaporation used in the PDSI. Temperature, precipitation and evapotranspiration are major parameters of drought.

Differences among the hydrometeorological variables, the socioeconomic factors as well as the stochastic nature of water demands in different regions around the world obstruct the precise definition of drought. Yevjevich (1967) stated that widely diverse views of drought definitions are one of the principal obstacles in the investigation of droughts.

Some of the most commonly used definitions are the following:

- (i) According to the World Meteorological Organization (WMO, 1986) "drought means a sustained, extended deficiency in precipitation".
- (ii) The Food and Agriculture Organization (FAO, 1983) of the United Nations defines a drought hazard as "the percentage of years when crops fail from the lack of moisture".
- (iii) Palmer (1965) described "drought as a significant deviation from the normal hydrologic conditions of an area".

However, drought definitions vary, depending on the used variable for the description of drought. Hence, drought definitions can be classified into different categories which are discussed below.

Classification of droughts

The droughts are generally classified into the following four categories:

- (i) Meteorological drought is defined as the lack of precipitation over a region for a period of time. Precipitation has been commonly used for meteorological drought analysis. Considering drought as precipitation deficit in comparison

with average values, droughts have been analyzed through the use of monthly precipitation data.

(ii) Hydrological drought is related to a period with inadequate surface and subsurface water resources for established water uses of a given water resources management system.

(iii) Agricultural drought, usually, refers to a period with declining soil moisture and consequent crop failure without any reference to surface water resources. A decline of soil moisture depends on several factors which are affected by meteorological and hydrological droughts along with differences between actual evapotranspiration and potential evapotranspiration. Plant water demand depends on prevailing weather conditions, biological characteristics of the specific plant as well as the stage of growth, and the physical and biological properties of soil.

(iv) Socio-economic drought is associated with failure of water resources systems to meet water demands. Thus socio-economic drought is associated with both supply of and demand for an economic good (water). Moreover, socio-economic drought occurs when the demand for an economic good exceeds supply and it is the result of a weather-related shortfall in water supply.

Standardized Runoff Index (SRI)

Hydrological drought is measured by the streamflow or the runoff deficits. Shukla and Wood (2008) applied the same concept of the SPI to analyze runoff data on different time periods. Standardized runoff index (SRI) for any location is calculated, based on the long-term runoff record for a chosen period. This long-term record is fitted to a probability distribution, which is then transformed to a normal distribution so that the average SRI (like SPI) for the location and chosen period is zero (McKee et al., 1993). The fundamental strength of SRI is that it can be calculated for a variety of time periods.

It is estimated by standardizing the probability of observed runoff for any duration. For example, weeks or months can be used as duration to apply this index for agricultural purposes. Years can be used, as longer durations, to apply this index for water supply and water management purposes. This insures that the average SRI value for any given location (and duration) is

zero and the variance is one. Positive values of the SRI indicate greater than median runoff, while negative values indicate less than median runoff. An SRI value of less than -1 indicates that a drought event is taking place and drought intensity can be calculated by summing SRI values for all months within a drought event. The standardization also provides the way for determining the rarity of the drought event (and the probability of receiving enough runoff to end the drought). The SRI also provides the user with a great deal of flexibility since it can be calculated for any period of interest (e.g., weeks, months, seasons, years). Drought forecasting is strongly dependent on good quality time series.

Probability distributions

The use of different probability distributions affects the SRI values as the SRI is based on the fitting of a distribution to runoff series. The commonly applied distribution is gamma distribution (McKee et al., 1993). Two types of problems arise:

(i) When SRIs are calculated for long time periods (longer than 24 months) the fitting of a distribution might be biased due to the limitation in data length. It is well known that when finer resolutions of spatial analysis need to be researched, long data sets are not available in many catchments around the world.

(ii) For dry climates where runoff is seasonal in nature and zero values are common, there will be too many zero runoff values in a particular season. In these climatic zones, the calculated SRI values at short time periods may not be normally distributed as a result of the limitation of the fitted gamma distribution. So, while simulating runoff in dry climates and there is lack of adequate data sample, the SRI may be strongly inaccurate.

In this study SRI is calculated on a range of different time periods (3, 6, 9, 12, 24, 36, 48 and 60 months).

In order to calculate SRI through runoff data, the following are necessary:

- Monthly local observation time series of runoff,
- Long time series (at least 30 years),
- Selection of the accumulation time period: e.g. 3, 6, 9, 12 months (dependent on the particular application),
- Accumulation of runoff,

- Normalization of the runoff distribution,
- Transformation of the runoff distribution in to a standard normal distribution (average 0 and standard deviation 1).

It should be noticed that the normalization must be applied separately for each calendar month, as well as in case that the distribution is normal, z-score gives SRI and this z value is the Standardized Runoff Index (SRI).

Standardized Drilling Index (SDI)

As previously mentioned, while presenting SPI and SRI, reservoir levels are strongly influenced by human decisions such as the magnitude, duration and frequency of discharges. The amount of water that is annually discharged or pumped from a reservoir may have increased over time due to increase either in population or water demand around the reservoir. Hence, using historical reservoir levels to compute non-exceedance probability may lead to errors in the calculation of the drought index. Furthermore, for some reservoirs there may not be adequate length of measurement record to compute non-exceedance probability.

These input files were used to simulate the reservoir levels of a 41-year period (1972–2013) using the observed reservoir level data to calculate the Standardized Drilling Index (SDI).

Results and discussion

The Measurements from six spots of Pinios river, two spots of Enippeas river, one spot of Titarisios river and one spot of Kalentzis river were used. Monthly fluctuation values of the drilling levels at forty-six spots, covering the entire study area were also used. For the monthly time period, basic statistical values as average, standard deviation, maximum and minimum values, and the parameters of the gamma distribution were also respectively calculated.

Figure 1 presents examples of the time series (river flow, runoff springs and variation of drilling lever) in the study area.

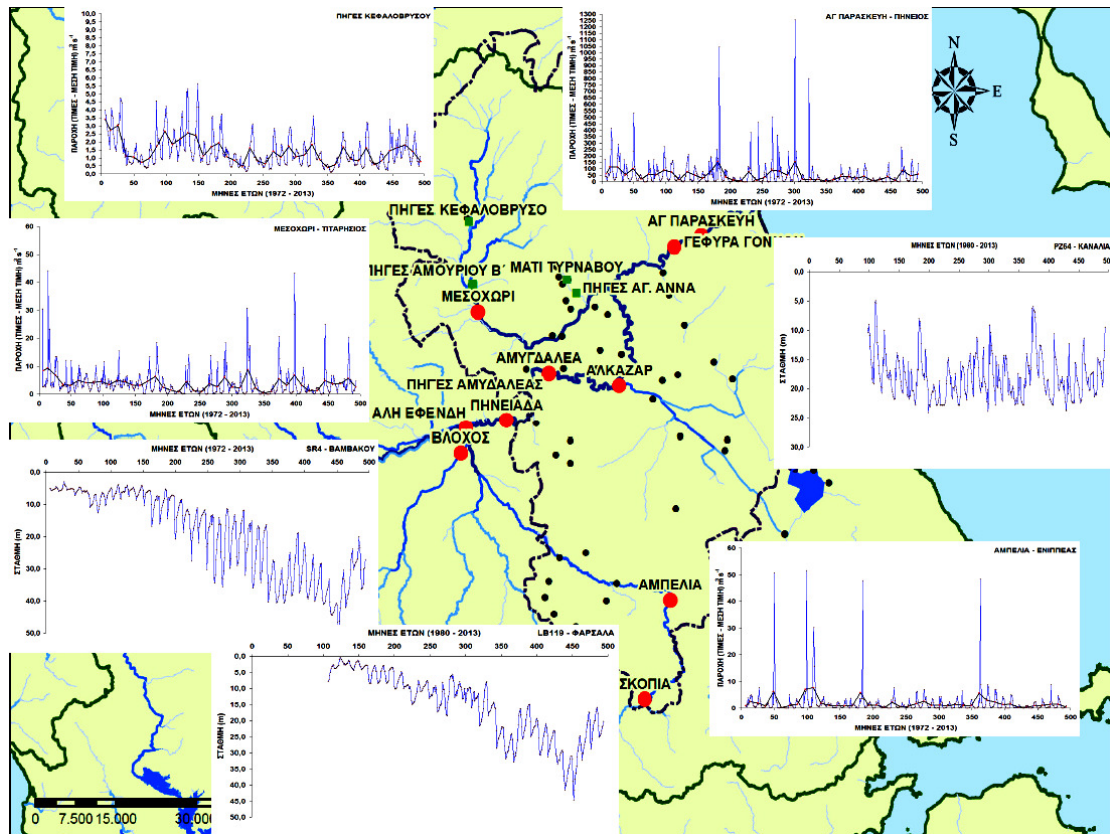


Figure 1. Time series sample of river flow, runoff springs and variation of drilling level in the study area

As it is presented from the above figure, the basin of Pinios river is characterised by very high levels of flow rates, which means very rich aquifers. However, the river does not unfortunately maintain significant flow all year long, as during the summer months, values as low as zero have been observed.

Although, fluctuations between wet and dry years are wide, as it is reflected by the high values of the standard deviation to the average, this is an advantage; based on the investigation of historical droughts and the ability to predict the probability of drought in the study area, the sample measurements can be considered fully representative of the general hydrological status.

The aquifer trends of river flow, springs runoff and variation of drilling lever were also calculated, based on annual averages of all the data.

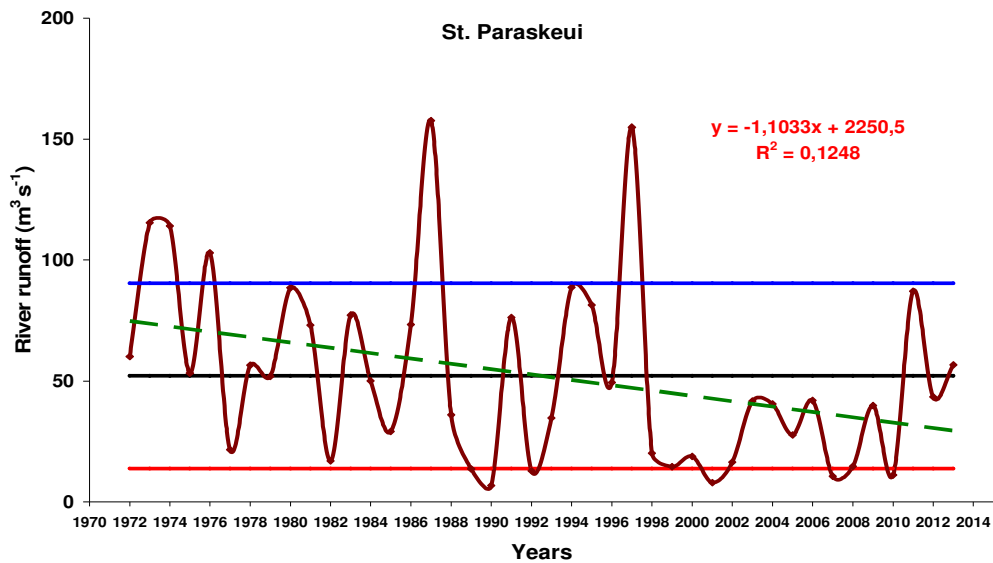


Figure 2. Aquifer's trend as time series of Pinios annual runoff (St. Paraskeui) and range of standard deviation around average annual value

According to the aforementioned time series, a declining trend in the aquifer of the study area was observed. In addition, through the statistical analysis of the collected data, it was also observed that the years with the worst flow for Pinios river are 1977, 1990, 2001, 2007 and 2010, while the years with the best flow for Pinios river again, are 1973, 1987, 1997 and 2011.

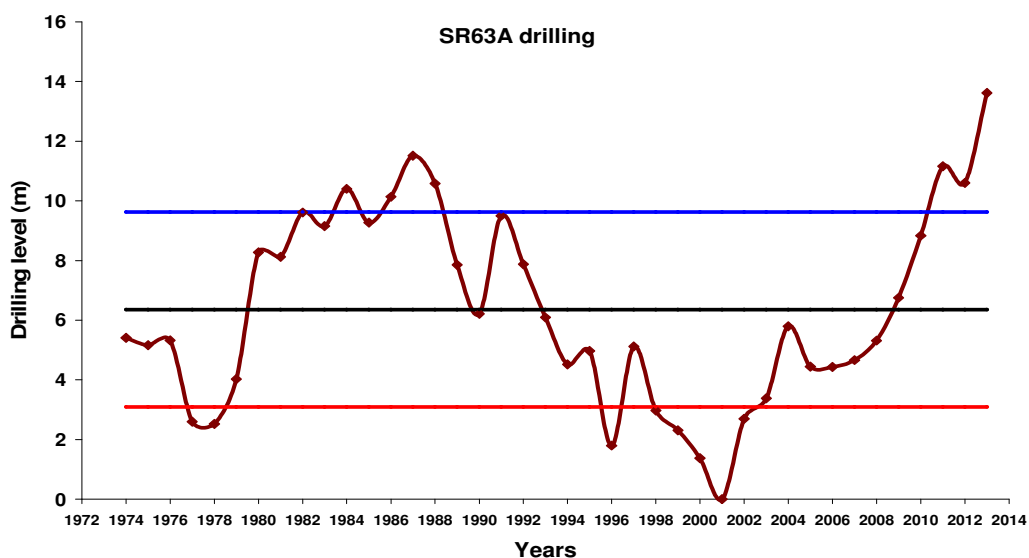


Figure 3. Average annual fluctuation level time series of drilling SR63A and scope of a standard deviation around the average annual value after the removal of trend

Therefore, 1977, 1990, 1999, 2001 and 2007 are distinguished as the worst aquifers years, while 1974, 1987, 1992, 2011 and 2013 are distinguished as years of increased aquifer.

Additionally, an extreme or severe drought period, as it was emerged by the results, may be assessed as moderate or even mild, in a neighbouring region. Moreover, the risk evaluation of a drought is not reliable, if long time series do not exist, in order to describe with statistical accuracy the changes of both runoff and drilling levels, which must also be well distributed in the area in order to reflect the high variability of drought.

Identification of historical droughts

McKee et al. (1993) classification was adopted for identification and assessment of droughts, while for moist periods relevant symbolisms were used.

Range of SRI index	Classification	Range of SRI index	Classification
$-2.0 \geq \text{SRI}$	extreme drought	$2.0 < \text{SRI}$	extremely wet
$-1.5 \geq \text{SRI} > -2.0$	severe drought	$1.5 < \text{SRI} \leq 2.0$	very wet
$-1.0 \geq \text{SRI} > -1.5$	moderate drought	$1.0 < \text{SRI} \leq 1.5$	moderate wet
$0.0 \geq \text{SRI} > -1.0$	mild drought	$0.0 < \text{SRI} \leq 1.0$	near normal

According to the following table, the episodes of drought in the study area during the period from 1972 to 2013 were:

- the period 1973 - 1975 (moderate to extreme drought)
- the period 1977 - 1979 (mild to moderate drought)
- 1982 (mild drought)
- 1985 (mild drought)
- the period 1988 - 1990 (mild to extreme drought)
- the period 1993 - 1994 (mild to moderate drought)
- the period 1996 - 2000 (moderate to extreme drought)
- the period 2001 - 2002 (extreme drought)
- the period 2007 - 2009 (extreme drought)
- the year 2011 (moderate drought)

ΕΤΟΣ	St. Paraskeui	Gonnoi	Piniada	Ali Efenti	Alkazar	Amigdalea	Ampelia	Skopia	Mesoxori
1972									
1973									
1974									
1975									
1976									
1977									
1978									
1979									
1980									
1981									
1982									
1983									
1984									
1985									
1986									
1987									
1988									
1989									
1990									
1991									
1992									
1993									
1994									
1995									
1996									
1997									
1998									
1999									
2000									
2001									
2002									
2003									
2004									
2005									
2006									
2007									
2008									
2009									
2010									
2011									
2012									
2013									

The data from the table as well as the analysis of drought episodes, show that the area of Larissa is one of the most prone area, rural and urban, to the adverse effects of drought. As a result of the lack of storage projects for surface water, unrestricted pumping of groundwater reserves was noticed, having as a consequence the continuous degradation of the aquifer as well as the abandonment of several drillings.

It should be noted that, the persistence of drought occurrence does not exceed two to three years, with the exception of the period 1996-2002.

In order to verify further the results of major droughts in the study area, aggregated graphs with river flow were constructed.

Unsurprisingly the above graphs verify firstly that the worse hydrological drought years were 1977, 1990, 1993, 2001 and 2007 and secondly that the duration of events was no more than 2-3 years.

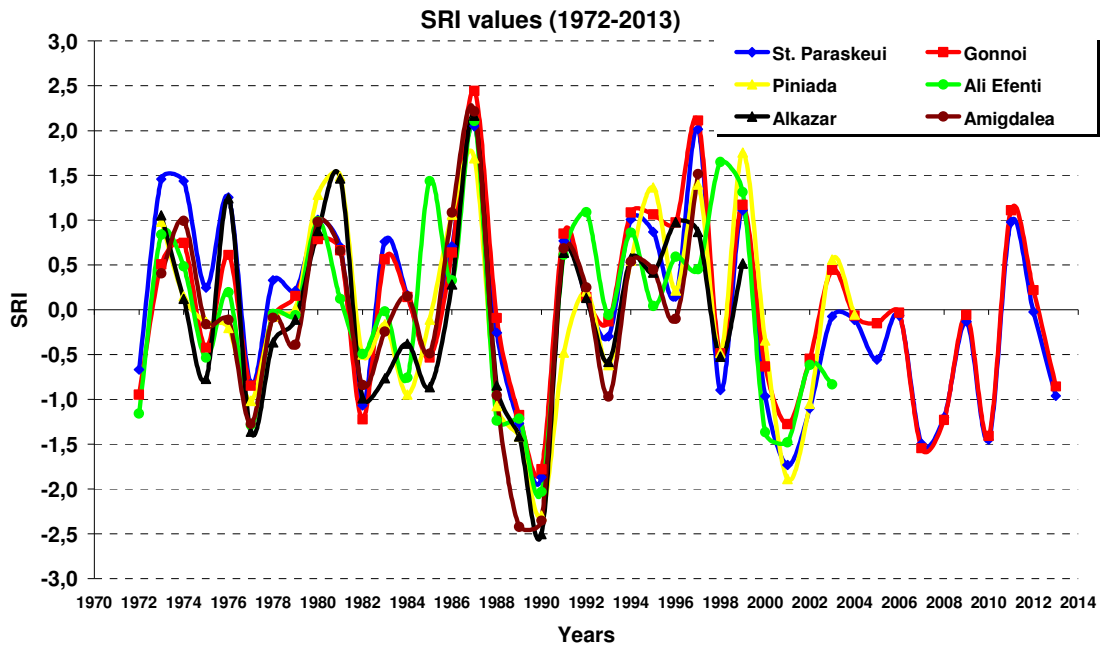


Figure 4. Evolution of annual hydrological drought index SRI in Pinios river during the period between 1972 – 2013.

The concept of predicting droughts

The ability of predicting an upcoming drought, in time and accurately, is important, in order to take immediate action to prevent and minimize the impacts of drought.

The first approach is based on the calculation of correlation coefficients between runoff of rivers and springs and variations in the level of drilling in different time periods. Specifically, semester runoff is particularly important, as it is possible to take appropriate management measures before the beginning of the irrigation season.

The second approach is based on the calculation of the transition probabilities from a certain aquifer status to another, at -specific time period, with a higher concourse level.

The target of the methodology is the prediction of persistent droughts, aiming to take measures, in time, in order to prevent and minimize impacts. For each category the cases' number of a certain sequence of events to the total number of the considered events, corresponds to a transition probability (Mamassis and Efstratiadis, 2012).

In conclusion, there is a moderate correlation between trimester and year runoff, however, on the other hand, there is extremely high correlation between first semester and the corresponding annual runoff. Therefore, for the specific study area, the semester of very low runoff is almost certain to lead respectively to a hydrological year of low aquifer.

Correlation coefficients between the annual and the two year as well as the three year period respectively, are also satisfactory. This allows the application of the proposed linear regression models to assess the risk of hydrological droughts in the interannual period.

Calculation of transition probabilities

The areas, regarding to the transition from any hydrological drought conditions status to severe and extreme drought, are classified as follows:

- 7.90 – 12.90% variance percentage for the northern sub-region area
- 4.40 – 12.90% variance percentage for the western sub-region area
- 5.80 – 11.30% variance percentage for the central sub-region area
- 3.80 – 10.50% variance percentage for the eastern sub-region area
- 0.00 to 6.30% variation rate for the southern sub-region area

Periodicity of hydrological drought

According to the analysed data it cannot be established periodicity in the appearance of dry and wet periods in the study area.

In contrast, by examining the results of the SDI index it was observed an alternation of periods of low aquifer (mild, moderate, severe and extreme drought) and periods of high aquifer, every 9 to 15 years.

Correlation between river flows

The results show that there is a negative linear relationship between runoff of Pinios river and Enipeas river, with 95% confidence interval.

On the other hand, there is a positive linear relationship between the runoff of Pinios river and Titarissios river, with 95% confidence interval, confirming

the initial conclusion that the runoff of Pinios in output is associated with the runoff of Titarissios for all time periods.

Summary and conclusions

Drought may have wide-ranging consequences on the social, economic and environmental systems, upon which society depends. As a complex natural hazard drought is best characterized by multiple climatological and hydrological parameters. The improvement our understanding of the relationships between these parameters is necessary to develop measures in order to reduce the impacts of droughts. It is observed that most continents around the globe have experienced frequent droughts in the last three decades and this condition is being aggravated due to growing water demands with limited source of water, as well as spatio-temporal changes in climatic patterns.

Hydrological drought episodes, usually appear after very high in superficial aquifer seasons with the exception of drought 2001 - 2002, which is followed by a year of high surface aquifer.

Regarding to the evolution of annual drought index SDI, the severity of the drought varies between the years 1990, 2001 and 2007, proving the diversity of risk of hydrological drought in the area.

As for the appearance hazard of hydrological drought in the study area, it should be emphasized that:

- ✓ North Western region of Larissa may be considered as a moderate risk area,
- ✓ Western region of Larissa may be considered as a medium to low risk area,
- ✓ South and South West region of Larissa may be considered as a moderate to low risk area,
- ✓ North East region of Larissa may be considered medium to high risk area,
- ✓ South East region of Larissa may be considered medium to high risk area,
- ✓ Central region of Larissa may be considered high risk area regarding to the occurrence of drought.

It is proved that there is a high predictive ability of evolution of hydrological droughts in the study area of Larissa.

Therefore, the Organizations can effectively utilize, the six month hydrological drought index SRI, so that at the beginning of irrigation season, they may be able to take the necessary management actions in order to minimize drought impacts and compensate those who were affected. Moreover, the six month cumulative runoff may be used for statistical prediction of annual runoff, while the annual runoff may be used for statistical prediction for the average runoff result of the two (or more) next years.

Finally, as for the transition from any status of hydrological drought to severe and extreme drought status the sub study areas are classified as follows:

- north sub-region
- western sub-region
- central sub-region
- eastern sub-region
- southern sub-region.

About the possibility of keeping the same status of hydrological drought, the transition rate from semester to year of rivers runoff, cannot be considered satisfactory for a timely assessment of low aquifer situation.

The proposed operational management framework for droughts in the study area includes two processes:

- Early recognition of upcoming drought and the quantification of risk involved,
- Taking actions in time to control the potential impacts.

Actions to prevent hydrological drought in the study area are the following:

- Pricing of irrigation water
- Reorganization of the Water Resources Management Institutions
- Construction of large and small Land Reclamation Works
- Use of modern irrigation systems
- In time and accurate warning systems
- Modern cultivation techniques and cultures restructuring

The whole attitude towards the phenomenon of drought may be summarized as follows:

Reconciliation with the uncertainty and the adaptability of the natural conditions

Planning and construction of proper projects for deficit areas and areas vulnerable to drought

Development and implement of rational management programs, so that the risk and the impacts of droughts will be minimized.

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Σκοπός της μελέτης είναι η έγκαιρη αναγνώριση μιας ξηρασίας στα αρχικά στάδια εξέλιξής της και η προτεινόμενη μεθοδολογία εστιάζει στην υδρολογική ξηρασία και στη χρήση των στατιστικών δεικτών ξηρασίας SRI και SDI ως προγνωστικά εργαλεία.

Η έγκαιρη και έγκυρη εκτίμηση μίας επερχόμενης ξηρασίας, με υψηλό ποσοστό πιθανότητας πρόγνωσης, παίζει σπουδαίο ρόλο για τη λήψη άμεσων μέτρων πρόληψης, πρωτίστως όσον αφορά τα υδρολογικά αποθέματα της λεκάνης απορροής, από τους αρμόδιους φορείς διαχείρισης των υδατικών πόρων, και δευτερευόντως όσον αφορά τη λήψη αποφάσεων μετριασμού των δυσμενών επιπτώσεων, όπως η χορήγηση αποζημιώσεων στους πληγέντες από τη ξηρασία παραγωγούς αγροτικών προϊόντων.

ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η μεταπτυχιακή μελέτη, εξαιρουμένων του προλόγου και της βιβλιογραφίας, αποτελείται, από εννέα κεφάλαια και ένα γενικό παράρτημα.

Στο Κεφάλαιο 1 επιχειρείται μια συνοπτική επισκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας σε θέματα ορισμών και βασικών εννοιών, των χαρακτηριστικών των ξηρών κλιμάτων, των κατηγοριών ξηρασίας, των αιτιών της ξηρασίας, των παραμέτρων εκτίμησης της ξηρασίας, καθώς και μία αναδρομή στις γνωστές, ανά τον κόσμο, ξηρασίες.

Στο Κεφάλαιο 2 παρουσιάζονται, συνοπτικά, διάφορα στοιχεία σχετικά με το αρδευτικό νερό και τους διαθέσιμους υδατικούς πόρους, καθώς επίσης και θέματα σχετικά με την κατανάλωση, τα προβλήματα διαχείρισης και τις δυνατότητες επίλυσης των αναγκών σε αρδευτικό νερό.

Στο Κεφάλαιο 3 περιγράφονται τα χαρακτηριστικά των δεικτών ξηρασίας, μία ιστορική αναδρομή των πλέον διαδεδομένων δεικτών ξηρασίας, οι κατηγορίες των δεικτών ξηρασίας και η μεθοδολογία υπολογισμού του δείκτη υδρολογικής ξηρασίας SRI που βασίζεται στη χρήση της στατιστικής κατανομής γάμα.

Στο Κεφάλαιο 4 πραγματοποιείται μία περιγραφή της περιοχής μελέτης (Ν. Λάρισας) σε γενικότερα θέματα που αφορούν δημογραφικά και ιστορικά δεδομένα, την κατάσταση του φυσικού περιβάλλοντος, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του εδάφους και των οικοσυστημάτων, καθώς και τα υδρολογικά στοιχεία της λεκάνης απορροής του Πηγείου ποταμού.

Στο Κεφάλαιο 5 απεικονίζονται τα πρωτογενή υδρολογικά δεδομένα που συλλέχθηκαν, περιγράφεται η μεθοδολογία επεξεργασίας των υδρολογικών δεδομένων για την παραγωγή των χρονοσειρών, που χρησιμοποιήθηκαν στις στατιστικές αναλύσεις, παρουσιάζονται, τα συμπεράσματα από την επεξεργασία των δεδομένων, οι τάσεις υδροφορίας της περιοχής μελέτης και αναλύεται η μεθοδολογία υπολογισμού των στατιστικών δεικτών ξηρασίας SRI και SDI.

Στο Κεφάλαιο 6 εντοπίζονται τα περιστατικά ξηρασίας του παρελθόντος στην περιοχή μελέτης, με εφαρμογή της μεθοδολογίας αξιολόγησης που βασίζεται στη χρήση των στατιστικών δεικτών ξηρασίας, καθώς και μία συνοπτική επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων. Παράλληλα, αξιολογείται η επικινδυνότητα των ξηρασιών, λαμβάνοντας υπόψη τα ποσοστά εμφάνισης υδρολογικής ξηρασίας στο σύνολο των υποπεριοχών της περιοχής μελέτης.

Στο Κεφάλαιο 7 εξετάζονται οι δυνατότητες πρόγνωσης των ξηρασιών, με χρήση γραμμικών μαθηματικών μοντέλων (αναλύσεις παλινδρόμησης) αλλά και από πιθανοτική σκοπιά, με βάση τις πιθανότητες μετάβασης από την τρέχουσα σε μια επόμενη κατάσταση υδροφορίας. Παράλληλα εξετάζεται η περίπτωση εμφάνισης περιοδικότητας της υδρολογικής ξηρασίας στη περιοχή μελέτης, καθώς και η ύπαρξη πιθανής συσχέτιση των τιμών παροχής των ποταμών.

Στο Κεφάλαιο 8 παρουσιάζονται τα τελικά συμπεράσματα, όπως προέκυψαν από το σύνολο της επεξεργασίας των δεδομένων και των στατιστικών αναλύσεων.

Στο Κεφάλαιο 9 παρουσιάζεται ένα επιχειρησιακό πλαίσιο διαχείρισης της ξηρασίας, αλλά και της λειψυδρίας, που βασίζεται σε δράσεις αντιμετώπισης του φαινομένου αλλά και σε μέτρα πρόληψης γενικότερα και ειδικότερα για τη περιοχή μελέτης, παράλληλα με την αξιοποίηση της υδρολογικής πληροφορίας.

Στο Παράρτημα απεικονίζονται τα στατιστικά χαρακτηριστικά των χρονοσειρών παροχής ποταμών, απορροής πηγών και διακύμανσης της στάθμης των γεωτρήσεων, που συλλέχθηκαν και υπολογίστηκαν στα πλαίσια της μελέτης, καθώς και το σύνολο των διαγραμμάτων που δεν απεικονίζονται στο βασικό κείμενο.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά

Η πρόσβαση σε επαρκείς ποσότητες νερού καλής ποιότητας, είναι θεμελιώδης συνιστώσα της καθημερινής ζωής κάθε ανθρώπου, όπως και των περισσότερων οικονομικών δραστηριοτήτων. Πλην όμως, η λειψυδρία και η ξηρασία έχουν πλέον αναχθεί σε μείζονα προβλήματα με απρόβλεπτες τις περισσότερες φορές συνέπειες, καθώς αποτελούν κινδύνους πλανητικής κλίμακας. Σοβαρή ανησυχία προκάλεσαν, κυρίως τη τελευταία δεκαετία, στα αρμόδια όργανα της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε.) τα φαινόμενα ξηρασίας και λειψυδρίας, ιδίως όσον αφορά τη μακροπρόθεσμη έλλειψη ισορροπίας ανάμεσα στη ζήτηση νερού και στους διαθέσιμους υδατικούς πόρους στην Ευρώπη (Ε.Ε., 2012).

Πίνακας 1.1. Τύπος καταστροφής και συχνότητα εμφάνισης

Τύπος καταστροφής	Συχνότητα εμφάνισης
Κεραυνός	Τυχαία
Χιονοστιβάδα	Εποχιακή/ημερήσια ή τυχαία
Σεισμός	Τυχαία
Κατολίσθιση	Εποχιακή/ακανόνιστη
Ανεμοστρόβιλος	Εποχιακή
Εντονη βροχόπτωση	Εποχιακή/ημερήσια
Χαλάζι	Εποχιακή/ημερήσια
Τσουνάμι	Τυχαία
Καθίζηση	Απότομη ή σταδιακή
Ανεμοθύελλα	Εποχιακή
Παγετός	Εποχιακή/ημερήσια
Τυφώνας	Εποχιακή/ακανόνιστη
Χιονοθύελλα	Εποχιακή
Πυρκαγιά	Εποχιακή/τυχαία
Ηφαιστειακή έκρηξη	Ακανόνιστη
Ομίχλη	Εποχιακή/ημερήσια
Πλημμύρα	Εποχιακή
Παράκτια διάβρωση	Εποχιακή/ακανόνιστη
Ερημοποίηση	Προοδευτική
Ξηρασία	Εποχιακή/ακανόνιστη

Πηγή: The New York Times – Έθνος της Κυριακής – φύλλο 22/3/2009

Ως ακραίο φυσικό – υδρολογικό και μετεωρολογικό φαινόμενο, η ξηρασία μπορεί να εμφανιστεί σε ανύποπτο χρόνο, σε οποιαδήποτε περιοχή και με απροσδιόριστη διάρκεια, παρουσιάζει δε σημαντική αύξηση στη

συχνότητα εμφάνισής της, σε πολλές χώρες του κόσμου, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα σημαντικές οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η ξηρασία θεωρείται από τις πλέον περίπλοκες και πολυπαραγοντικές φυσικές καταστροφές με μεγάλη τυχαιότητα και ακανόνιστη συχνότητα εμφάνισης (βλέπε πίνακα 1.1.).

Είναι λοιπόν σαφές ότι η λειψυδρία και η ξηρασία δεν αποτελούν αποκλειστική υπόθεση των υπεύθυνων διαχείρισης των υδάτινων πόρων. Έχουν άμεσες επιπτώσεις στους πολίτες και σε οικονομικούς τομείς που χρησιμοποιούν το νερό και εξαρτώνται από αυτό, όπως στη γεωργία, τον τουρισμό, τη βιομηχανία, την ενέργεια και τις μεταφορές. Η υδροηλεκτρική ενέργεια, ειδικότερα, η οποία αποτελεί πηγή ενέργειας από την οποία δεν εκπέμπεται διοξείδιο του άνθρακα, εξαρτάται απόλυτα από τους υδατικούς πόρους. Εξάλλου, η λειψυδρία και η ξηρασία έχουν ευρύτερες επιπτώσεις στους φυσικούς πόρους εν γένει, μέσω των αρνητικών «παρενεργειών» στην βιοποικιλότητα, την ποιότητα του νερού, την αύξηση των κινδύνων δασικών πυρκαγιών και την υποβάθμιση του εδάφους. Αναφορικά, και όπως έγινε γνωστό από την έκθεση της Επιτροπής (E.E., 2007), μεταξύ των ετών 1976 και 2006 ο αριθμός των περιοχών και των κατοίκων που επλήγησαν από ξηρασία αυξήθηκε σχεδόν κατά 20%, ενώ το συνολικό χρηματικό κόστος των φαινομένων ξηρασίας ανήλθε σε 100 δισ. €. Μάλιστα, το 2007, τουλάχιστον το 11% του πληθυσμού της E.E. και το 17% των εδαφών της, αντιμετώπισαν εκτεταμένα προβλήματα λειψυδρία, με συνεχή επιδείνωση. Ειδικότερα τα εκτεταμένα φαινόμενα ξηρασίας, όπως εκείνα που έκαναν την εμφάνισή τους τα έτη 2001 - 2003, και έπληξαν περισσότερους από 100 εκατομμύρια ανθρώπους, καθώς και το ένα τρίτο της επικράτειας της E.E., με χρηματικό κόστος τουλάχιστον 8,7 δισ. €, ανάγκασε το Συμβούλιο Υπουργών της E.E. να ζητήσει από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή να αντιμετωπίσει τα προβλήματα της λειψυδρίας και της ξηρασίας στα γεωγραφικά όρια της E.E. (E.E., 2007).

Παράλληλα, τα έτη 2011 και 2012, επλήγησαν από ξηρασία μεγάλα τμήματα όχι μόνο της νότιας και της δυτικής Ευρώπης, αλλά ακόμη και της βόρειας. Η ξηρασία του 2011 θεωρείται από τις δυσμενέστερες της τελευταίας εκατονταετίας, με το ύψος των βροχοπτώσεων να φθάνει μόλις στο 40 % των αναμενομένων, καθώς, τα δύο παραπάνω έτη, το διαθέσιμο νερό ήταν σημαντικά μειωμένο την άνοιξη και επιβλήθηκαν περιορισμοί στη χρήση νερού σε μεγάλα τμήματα της E.E.. Σύμφωνα με τη διακυβερνητική επιτροπή για την αλλαγή του κλίματος (IPPC WGII, 2007), οι κλιματικές μεταβολές θα έχουν ως

αποτέλεσμα να πληγούν από λειψυδρία κάτοικοι των οποίων ο αριθμός κυμαίνεται μεταξύ των 1,1 και 3,2 δισεκατομμυρίων ανθρώπων, εφόσον οι θερμοκρασίες αυξηθούν κατά 2 έως 3°C. Επιπροσθέτως, σύμφωνα και με το μοντέλο θέσεων των λεκανών απορροής με λιγιστούς υδατικούς πόρους, κατά τους θερινούς μήνες του έτους 2030, και καθ' όλη τη διάρκεια του έτους αυτού, προβλέπεται ότι ο αριθμός των λεκανών απορροής υπό λειψυδρία αναμένεται να αυξηθεί έως και κατά 50%. Η εξοικονόμηση υδάτινων πόρων συνεπάγεται και την εξοικονόμηση ενέργειας, δεδομένου ότι η άντληση, η μεταφορά και η επεξεργασία του νερού έχει υψηλό ενεργειακό κόστος. Στο πλαίσιο αυτό, είναι απαραίτητο να βελτιωθεί η διαχείριση της ζήτησης νερού. Όπως και η ενέργεια, το νερό είναι αναγκαίο για όλες τις ανθρώπινες, οικονομικές και κοινωνικές δραστηριότητες. Ως εκ τούτου, πρέπει να εξεταστεί ένα ευρύ φάσμα επιλογών πολιτικής και τα προβλήματα της λειψυδρίας και της ξηρασίας πρέπει να αντιμετωπιστούν ως ζωτικής σημασίας περιβαλλοντικά προβλήματα αλλά και ως προϋπόθεση για την αειφόρο ανάπτυξη. Η αναζωογόνηση της οικονομίας και η προστασία του περιβάλλοντος ξεκινά από τη κατάρτιση μιας αποτελεσματικής στρατηγικής σε ότι αφορά την ορθολογική χρήση των υδάτινων πόρων. Επομένως, είναι σημαντικό να συνεκτιμηθεί η σημασία των πλέον πρόσφατων ερευνητικών αποτελεσμάτων για τη χάραξη πολιτικής στη διαχείριση των υδατικών πόρων με στόχο τη διασφάλιση της βιώσιμης ανάπτυξης και την κοινωνικοοικονομική ευημερία.

Συμπερασματικά, την τελευταία τριακονταετία αυξήθηκαν ραγδαία τόσο ο αριθμός όσο και οι επιπτώσεις των φαινομένων ξηρασίας, ενώ μπορεί να θεωρηθεί ότι, σε σημαντικό ποσοστό των λεκανών απορροής, οι υδατικοί πόροι δέχονται πίεση καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, και παρότι κατά τους θερινούς μήνες η λειψυδρία είναι εντονότερη, όπως και στο παρελθόν, στη νότια Ευρώπη, εντείνεται ολοένα και περισσότερο στις λεκάνες απορροής των βόρειοευρωπαϊκών χωρών, συμπεριλαμβανομένων του Ηνωμένου Βασιλείου και της Γερμανίας. Επομένως η ξηρασία και η λειψυδρία μπορούν να προκαλέσουν οικονομικές ζημιές σε βασικούς τομείς και να έχουν περιβαλλοντικές επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα και στην ποιότητα των υδάτων, οδηγώντας σε υποβάθμιση και απώλεια υγροτόπων, διάβρωση του εδάφους, υποβάθμιση των γαιών και ερημοποίηση. Ορισμένες βέβαια από τις επιδράσεις αυτές είναι βραχυπρόθεσμες και η δυνατότητα εξυπηρέτησης των αναγκών σε νερό, σε μικρό χρονικό διάστημα και σε ορισμένες περιοχές, επανέρχεται σε προγενέστερη ικανοποιητική ή βέλτιστη κατάσταση, ενώ σε

άλλες περιοχές ενδέχεται να υπάρχει δυσμενής παγίωση των αρνητικών επιπτώσεων από την έλλειψη υδατικών πόρων.

1.2 Ορισμοί

Ο όρος ξηρασία χρησιμοποιείται για να περιγράψει μια μακρά χρονική περίοδο, όπου η παρουσία του γλυκού νερού σε μια γεωγραφική περιοχή είναι σημαντικά μικρότερη από την αναμενόμενη, όπως αυτή έχει προσδιοριστεί με βάση το κλιματικό καθεστώς αλλά και τις απαιτήσεις σε νερό για την κάλυψη των τοπικών αναγκών.

Η είσοδος του γλυκού νερού σε μια περιοχή γίνεται με τη διεργασία της κατακρήμνισης (βροχόπτωση, χιονόπτωση κλπ), ενώ στη συνέχεια το νερό μετασχηματίζεται σε παροχή των ποταμών και πηγών, ή αποθηκεύεται προσωρινά ως εδαφική υγρασία ή απόθεμα στις φυσικές και τεχνητές λίμνες και τους υπόγειους υδροφορείς, μέχρι να εξατμιστεί ή να καταλήξει στη θάλασσα. Από την άλλη πλευρά οι απαιτήσεις σε νερό περιλαμβάνουν την άρδευση καλλιεργειών, την ύδρευση ανθρώπων και ζώων, την υδροηλεκτρική ενέργεια, τη λειτουργία της βιομηχανίας, την παροχή για τη διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος, την αναψυχή και την ναυσιπλοΐα σε ποτάμια και λίμνες.

Συνεπώς, η εκδήλωση της ξηρασίας εξαρτάται από την αλληλεπίδραση ενός φυσικού φαινομένου (λιγότερη βροχή από την αναμενόμενη και κατά συνέπεια μικρότερη παρουσία νερού) με τη λειτουργία των υδατικών συστημάτων από τον άνθρωπο, ώστε να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις σε νερό (Μαμάσης και Κουτσογιάννης, 2007).

Ο όρος λειψυδρία (water scarcity), από την άλλη, περιγράφει την αδυναμία πλήρους κάλυψης των υδατικών αναγκών σε νερό που έχουν οι ανθρώπινες δραστηριότητες και το περιβάλλον (Μαμάσης και Ευστρατιάδης, 2012).

Ενώ λοιπόν ως «ξηρασία» νοείται μια προσωρινή μείωση των διαθέσιμων υδάτινων πόρων λόγω, επί παραδείγματι, μειωμένων βροχοπτώσεων, ως «λειψυδρία» νοείται η κατάσταση κατά την οποία η ζήτηση νερού υπερβαίνει τους εκμεταλλεύσιμους – σε συνθήκες αειφορίας – υδατικούς πόρους (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2007).

Μέχρι σήμερα, τουλάχιστον το 11% του ευρωπαϊκού πληθυσμού και το 17% του ευρωπαϊκού εδάφους έχουν γνωρίσει κρούσματα λειψυδρίας. Οι

πρόσφατες τάσεις υποδηλώνουν μια σημαντική επέκταση της λειψυδρίας σε ολόκληρη την Ευρώπη.

Σε πολλές των περιπτώσεων τα παραπάνω υδρολογικά φαινόμενα συγχέονται, παραδόξως, και με τα παρακάτω φυσικά και μη φαινόμενα:

Ξηρότητα, που περιγράφει μια φυσική μόνιμη κλιματική κατάσταση με πολύ χαμηλές ετήσιες ή εποχιακές βροχοπτώσεις.

Έλλειμμα νερού, που περιγράφει μία ανθρωπογενής προσωρινή ανισορροπία στη διαθεσιμότητα του ύδατος.

Ανομβρία, που περιγράφει μια φυσική εποχιακή κλιματική κατάσταση με πολύ χαμηλές ετήσιες ή εποχιακές βροχοπτώσεις.

Ερημοποίηση, που περιγράφει μία επιταχυνόμενη διαδικασία υποβάθμισης του περιβάλλοντος που το καθιστά αφιλόξενο για οποιαδήποτε παραγωγική διαδικασία (Wallen, 1967 ; WMO, 1975;1986).

Μάλιστα η διαφορετικότητα της ξηρασίας και της ερημοποίησης είναι τόσο μεγάλη, που μπορεί εύκολα να κατανοηθεί με μία απλή παρομοίωση - η ξηρασία μπορεί να ταυτιστεί με μία ασθένεια γρίπης που κάνει τον κύκλο της και στο τέλος ο οργανισμός επανέρχεται σε φυσιολογικά επίπεδα, προκαλώντας βέβαια και κάποιους, λιγοστούς συνήθως, ειδικότερα των ευπαθών ομάδων, θανάτους στο πέρασμά της, ενώ αντίθετα η ερημοποίηση μπορεί να ταυτιστεί με μία μορφή θανατηφόρου καρκίνου, με ραγδαία εξέλιξη, που ως ασθένεια σκοτώνει το μεγαλύτερο ποσοστό των ασθενών της και επιβιώνουν μόνο όσοι έχουν διαγνώσει εγκαίρως την πάθησή τους, ακολουθώντας την φαρμακευτική αγωγή που τους χορηγείται.

Αν και θεωρητικά η ξηρασία προηγείται της λειψυδρίας, η τελευταία μπορεί να μετριαστεί με τη διαχείριση της προσφοράς και της ζήτησης του νερού. Επισημαίνεται ότι η κακή διαχείριση του νερού μπορεί να οδηγήσει σε λειψυδρία χωρίς να έχει πραγματοποιηθεί ξηρασία.

Η αναμενόμενη παρουσία γλυκού νερού σε μια περιοχή εξαρτάται από:

- ✓ την είσοδο του από την ατμόσφαιρα με τη διεργασία της κατακρήμνισης (βροχόπτωση, χιονόπτωση) η οποία εξαρτάται από το κλιματικό καθεστώς της περιοχής,
- ✓ την κίνησή του στο έδαφος και το υπέδαφος (παροχή ποταμών και πηγών) και την δυνατότητα αποθήκευσής του (εδαφική υγρασία, φυσικές και τεχνητές λίμνες και υπόγειοι υδροφορείς),

- ✓ τις απαιτήσεις σε νερό για την κάλυψη των τοπικών αναγκών όπως άρδευση καλλιεργειών, ύδρευση ανθρώπων και ζώων, υδροηλεκτρική ενέργεια, λειτουργία της βιομηχανίας, παροχή για τη διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος, αναψυχή και ναυσιπλοΐα σε ποτάμια και λίμνες (Μαμάσης και Κουτσογιάννης, 2007).

Προφανώς δεν υφίσταται ξηρασία ή λειψυδρία στις παρακάτω περιπτώσεις:

- Σε περιοχές που δεν υπάρχουν ανθρώπινες δραστηριότητες ή τα οικοσυστήματα είναι ασήμαντα, η μείωση της διαθεσιμότητας του νερού δεν θα γίνει αντιληπτή ως ξηρασία.
- Εφόσον δεν υπάρχουν εγγειοβελτιωτικά έργα ή δεν γίνεται ορθολογική διαχείριση των αναγκών σε νερό, είναι δυνατή η εμφάνιση συνθηκών ξηρασίας ή λειψυδρίας ακόμη και αν η βροχόπτωση κυμαίνεται σε κανονικά επίπεδα (Μαμάσης και Κουτσογιάννης, 2007).

Η ξηρασία διαφέρει από τις άλλες φυσικές καταστροφές, καθώς:

- Πλήττει πολύ περισσότερους ανθρώπους από κάθε άλλη φυσική καταστροφή. Μόνο κατά τον 20^ο αιώνα υπήρξαν εκατομμύρια νεκροί ως συνέπεια δεκάδων μεγάλων ξηρασιών που συνέβησαν στην Ασία και την Αφρική.
- Είναι φαινόμενο που εξελίσσεται σιωπηλά και είναι δύσκολο να προσδιοριστεί η αρχή και το τέλος του.
- Οι επιδράσεις της συσσωρεύονται αργά μέσα σε μεγάλο χρονικό διάστημα και μπορεί να παραμείνουν για αρκετά χρόνια μετά τη λήξη της. Για το λόγο αυτό και δεδομένης της απουσίας διεθνώς αναγνωρισμένου ορισμού, συνήθως προκαλείται σύγχυση μέχρι να προσδιοριστεί η ξηρασία και η έντασή της.
- Οι κοινωνικές επιδράσεις είναι λιγότερο ορατές και εκτείνονται σε πολύ μεγαλύτερες γεωγραφικές περιοχές από ότι οι άλλες φυσικές καταστροφές (πλημμύρες, σεισμοί). Δεδομένου ότι η ξηρασία σπάνια καταλήγει σε καταστροφή των υποδομών, είναι πολύ πιο δύσκολη η ποσοτικοποίηση των επιδράσεών της και η πρόβλεψη αρωγής στους πληγέντες.

1.3 Χαρακτηριστικά των ξηρών κλιμάτων

1.3.1 Κλιματική κατάταξη Korpen (Τύπος B)

Τα κριτήρια κατάταξης του ξηρού κλίματος στηρίζονται εκτός από τη βροχή και στη θερμοκρασία. Έτσι 350 mm ετήσιας βροχής σε ένα ζεστό κλίμα θα υποστηρίξουν αραιή βλάστηση αλλά σε ψυχρό κλίμα (π.χ στον Καναδά) ένα δάσος κωνοφόρων. Ακόμη μια περιοχή με μικρή βροχή κατατάσσεται ως ξηρή αν η περισσότερη βροχή πραγματοποιείται την θερμή περίοδο όπου η εξάτμιση είναι μεγαλύτερη. Η βροχή στα ξηρά κλίματα είναι μικρή και ακανόνιστη. Για παράδειγμα σε σταθμό με μέση ετήσια βροχή 50 mm είναι δυνατόν να μην πραγματοποιηθεί βροχή για 2 χρόνια και σε μια ξαφνική νεροποντή να πέσουν 100 mm. Η βλάστηση αν και μικρή εξαρτάται από την ακανόνιστη βροχή (λίγες έρημοι δεν έχουν καθόλου βλάστηση). Επικρατούν τα ξηρόφυτα, ποικίλες μορφές κάκτων και φυτών που αναπτύσσονται και ζουν μόνο κατά την περίοδο των βροχών (Μαμάσης και Κουτσογιάννης, 2010).

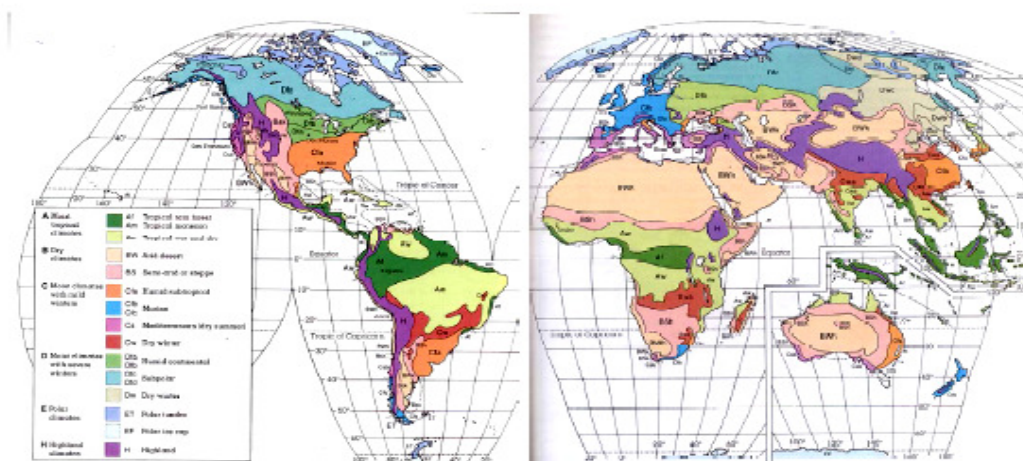
Ο τύπος BW επικρατεί στο 12% των ηπειρωτικών περιοχών της γης και συγκεκριμένα στην Δυτική ακτή της Νότιας Αμερικής και της Αφρικής, στο εσωτερικό της Αυστραλίας, από την βορειοδυτική Αφρική μέχρι την κεντρική Ασία και από το Β. Μεξικό μέχρι τις Ν. ΗΠΑ. Η βροχή είναι ακανόνιστη και πραγματοποιείται με τη μορφή απογευματινών θερινών καταιγίδων.

Ο τύπος BWh εμφανίζεται στις έρημους των χαμηλών πλατών όπου η έντονη ηλιακή ακτινοβολία αναπτύσσει μεγάλη θερμοκρασία στο κατάξερο έδαφος. Οι θερμοκρασίες αέρα είναι μεγαλύτερες από οπουδήποτε αλλού και το χειμώνα η μέγιστη θερμοκρασία μπορεί να φτάσει τους 50°C. Η σχετική υγρασία είναι 5-25% και αυτό επιτρέπει την γρήγορη ψύξη του εδάφους τις βραδυνές ώρες. Υπάρχει μεγάλο Ετήσιο Θερμοκρασιακό Εύρος (Ε.Θ.Ε.) και το χειμώνα οι ελάχιστες θερμοκρασίες μπορεί να είναι μικρότερες από 0°C.

Ο τύπος BWk επικρατεί σε περιοχές των μεσαίων πλατών όπου οι μέσες ετήσιες θερμοκρασίες είναι μικρότερες από την προηγούμενη κατηγορία. Τα καλοκαίρια είναι θερμά και οι απογευματινές θερμοκρασίες φτάνουν τους 40°C. Οι χειμώνες είναι πολύ ψυχροί και οι ελάχιστες θερμοκρασίες πέφτουν και από τους -35°C. Πολλές από αυτές τις έρημους είναι στην ομβροσκιά μεγάλων οροσειρών (Σιέρρα Νεβάδα, Ιμαλία, Άνδεις). Η ισχνή βροχή προέρχεται από θερινές καταιγίδες ή από χειμερινούς σποραδικούς κυκλώνες.

Ο τύπος BS επικρατεί γύρω από τα όρια των άνυδρων εκτάσεων όπου το κλίμα σταδιακά αλλάζει σε ημιάνυδρο. Οι περιοχές αυτές περιλαμβάνουν στέπες που συνήθως η βλάστησή τους αποτελείται από κοντό χορτάρι,

διασκορπισμένους θάμνους και μικρά δένδρα. Οι βόρειες περιοχές έχουν χαμηλότερες θερμοκρασίες και συχνότερες χιονοπτώσεις και η μέση ετήσια βροχή είναι μεταξύ 200 και 400 mm. Βορειότερα η βροχή αυξάνει και έτσι οι ημιάνυδρες περιοχές είναι αυτές που διαχωρίζουν τις ξηρές από τις υγρές περιοχές.



Πηγή: Ahrens, 1993

Σχήμα 1.1. Χάρτης κλιματικής κατάταξης κατά Köppen

1.4 Κατηγορίες Ξηρασίας

Η Ξηρασία μπορεί να διακριθεί στις παρακάτω κατηγορίες. Οι διάφορες μορφές Ξηρασίας δεν κάνουν πάντοτε ξεχωριστή την εμφάνισή τους, αντίθετα μπορεί να συνδυάζονται ή να διαδέχονται η μία την άλλη.

1.4.1 Μετεωρολογική Ξηρασία

Η μετεωρολογική Ξηρασία (meteorological drought) εκφράζεται ως σύγκριση των βροχοπτώσεων με τις κανονικές ή τις μέσες τιμές βροχόπτωσης. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό (WMO, 1986), σε κάθε χώρα ή περιοχή, η Ξηρασία καθορίζεται ως το 60% ή λιγότερο του κανονικού ετήσιου υετού για περισσότερο από δύο συνεχόμενα έτη σε έκταση μεγαλύτερη του 50% της περιοχής. Άλλοι ορισμοί της μετεωρολογικής Ξηρασίας βασίζονται στον αριθμό ημερών βροχόπτωσης κάτω από κάποιο συγκεκριμένο όριο. Τέτοιοι ορισμοί δεν είναι εφικτοί σε περιοχές, όπου η

κατανομή της βροχόπτωσης παρουσιάζει έντονη εποχιακή διακύμανση, ενώ η εμφάνιση ξηρασίας είναι συχνό φαινόμενο. Είναι γνωστό ότι το βροχομετρικό καθεστώς μιας περιοχής εξαρτάται από την ευρύτερη ατμοσφαιρική κυκλοφορία η οποία εξελίσσεται δημιουργώντας καταστάσεις που συνδέονται με την ξηρασία ή τη βροχόπτωση. Κατά συνέπεια μεγάλης κλίμακας διαταραχές στην ατμοσφαιρική κυκλοφορία (όπως η παρουσία ενός μεγάλου πεδίου υψηλών πιέσεων που συνδέεται με την απουσία βροχής) μπορούν να επηρεάσουν το βροχομετρικό καθεστώς για μεγάλη χρονική περίοδο και να προκαλέσουν ξηρασία σε μια περιοχή.

Επομένως, ο ορισμός της μετεωρολογικής ξηρασίας παρουσιάζει ιδιαίτερο τοπικό χαρακτήρα, εξαιτίας της ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας και του τοπικού χαρακτήρα των βροχοπτώσεων, ενώ η ένταση του φαινομένου, καθώς και η διάρκειά του, είναι τα κύρια χαρακτηριστικά αυτού του τύπου ξηρασίας (Wilhite and Glantz, 1985).

1.4.2 Γεωργική Ξηρασία

Η γεωργική ξηρασία (agricultural drought) συνδέει τη μετεωρολογική ξηρασία με τις επιπτώσεις στη γεωργία, εστιάζοντας κυρίως στην έλλειψη βροχόπτωσης, στη διαφορά μεταξύ πραγματικής και δυνητικής εξατμοδιαπνοής, στη επάρκεια σε εδαφικό νερό, κ.α. Η ανάγκη ενός φυτού σε νερό εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του είδους του, το στάδιο ανάπτυξης στο οποίο βρίσκεται, καθώς επίσης και από τις φυσικές και βιολογικές ιδιότητες του εδάφους. Επομένως, η γεωργική ξηρασία ορίζεται με βάση τις επιδράσεις που έχει η μετεωρολογική ξηρασία στις καλλιέργειες και συγκεκριμένα της ανεπάρκειας της εδαφικής υγρασίας να καλύψει τις ανάγκες διαπνοής των φυτών, ώστε να ξεκινήσει ή να συνεχιστεί η ανάπτυξή τους και συνήθως η κύρια παράμετρος που εξετάζεται είναι η διαφορά μεταξύ βροχόπτωσης και δυνητικής εξατμοδιαπνοής. Κυρίως επηρεάζει την ανάπτυξη των εαρινών καλλιεργειών (αραβόσιτος, βαμβάκι, τεύτλα κ.α.) και λιγότερα των χειμερινών (σιτάρι, κριθάρι, βρώμη κ.α.) λόγω της έλλειψης ικανοποιητικών τιμών βροχόπτωσης τους θερινούς μήνες. Υπάρχουν βέβαια εξαιρέσεις, όπως τα έτη 2000-2001 και 2007-2008 που υπήρχε σημαντική διαφοροποίηση των τιμών βροχόπτωσης και κατά τους χειμερινούς μήνες, με σημαντικά ελλείμματα σε εδαφική υγρασία.

1.4.3 Υδρολογική Ξηρασία

Η υδρολογική ξηρασία (hydrological drought) σχετίζεται με τα αποτελέσματα της μειωμένης βροχόπτωσης στην επιφανειακή και υπόγεια απορροή του νερού και εκδηλώνεται με τη μείωση της εδαφικής υγρασίας, της παροχής των ποταμών και πηγών, της στάθμης λιμνών και ταμιευτήρων και των αποθεμάτων των υπόγειων νερών. Σχετίζεται με τα αποτελέσματα που έχει μία περίοδος με βροχοπτώσεις μικρότερες από τη μέση τιμή σε συνδυασμό με τα χαμηλά υδατικά αποθέματα του εδάφους και του υπεδάφους (π.χ. ρέματα, στάθμη ποταμών-λιμνών, στάθμη υπογείων υδάτων). Η υδρολογική ξηρασία, συνήθως, παρουσιάζει υστέρηση στην εμφάνισή της σε σχέση με τη μετεωρολογική και τη γεωργική ξηρασία. Η μεν πρώτη εμφανίζεται αμέσως μόλις καταγραφεί η έλλειψη της βροχής, ενώ η δεύτερη εξαρτάται από την υγρασία του εδάφους. Το νερό του υδρολογικού κύκλου χρησιμοποιείται για διαφορετικούς σκοπούς (άρδευση, ύδρευση, υδροηλεκτρική ενέργεια) με αποτέλεσμα κατά τη διάρκεια μιας περιόδου ξηρασίας να υπάρχει μεγάλος ανταγωνισμός μεταξύ των διαφορετικών χρηστών. Υδρολογικά ξηρό έτος ορίζεται (Whipple, 1966) ένα έτος που η καταγεγραμμένη απορροή σε μια λεκάνη απορροής είναι κάτω από κάποιο γνωστό όριο. Το όριο αυτό είναι διαφορετικό για κάθε λεκάνη απορροής και για κάθε υδατικό μέσο.

1.4.4 Κοινωνικοοικονομική Ξηρασία

Η κοινωνικοοικονομική ξηρασία ουσιαστικά εκφράζει την τρωτότητα της κοινωνίας στην έλλειψη νερού. Συνδέει όλες τις προηγούμενες κατηγορίες ξηρασίας με την προσφορά και ζήτηση αγαθών που σχετίζονται με τη χρήση νερού, όπως το πόσιμο νερό, τα γεωργικά προϊόντα και η υδροηλεκτρική ενέργεια. Η κοινωνικοοικονομική ξηρασία συμβαίνει όταν η ζήτηση για αυτά τα αγαθά ξεπερνά την προσφορά ως αποτέλεσμα της έλλειψης νερού. Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι ανάγκες των αγαθών γίνονται τόσο πιο έντονες όσο τα αποθέματα μειώνονται, γεγονός που έχει σοβαρές επιπτώσεις στην κοινωνική και οικονομική κατάσταση μιας περιοχής. Η ξηρασία σπάνια προκαλεί υλικές ζημιές, όπως οι πλημμύρες, οι ανεμοστρόβιλοι και οι τυφώνες. Οι επιπτώσεις της είναι χωρίς ιδιαίτερη δομή και παρουσιάζονται διάσπαρτες σε μεγάλες γεωγραφικές περιοχές, σε αντίθεση με τις ζημιές που προκύπτουν από τις άλλες φυσικές καταστροφές. Για το λόγο αυτό, ο ποσοτικός προσδιορισμός των ζημιών που μπορεί να προκαλέσει η ξηρασία είναι δύσκολο

να εκτιμηθεί. Ακόμη, μπορεί να προκληθεί και μέσα από πολιτικές διαδικασίες, όπως οι διαμάχες μεταξύ κρατών και κοινωνικών ομάδων για τη χρήση του νερού ή η μετακίνηση μεγάλων πληθυσμών σε άνυδρες περιοχές (Μαμάσης και Κουτσογιάννης, 2007 ; Μαμάσης και Ευστρατιάδης, 2012). Η κοινωνικό-οικονομική ξηρασία εμπεριέχεται στην γεωργική και στην υδρολογική (Wilhite, 2005).

1.4.5 Επιχειρησιακή Ξηρασία

Η επιχειρησιακή ξηρασία σχετίζεται με τις επιπτώσεις της ξηρασίας λόγω της έλλειψης μέτρων περιορισμού της στα συστήματα υδροδότησης και στα κοινωνικοοικονομικά συστήματα (Wilhite, 2005). Τόσο η μείωση της διαθεσιμότητας ύδατος όσο και οι επιπτώσεις αυτής εξαρτώνται, εκτός από τη σημαντικότητα της ξηρασίας και από την αποτελεσματικότητα των μέτρων περιορισμού που έχουν προσαρμοστεί στα συστήματα υδροδότησης και στα κοινωνικό-οικονομικά συστήματα (MedroPlan, 2006).

1.4.6 Ξηρασία Λιμού

Η ξηρασία λιμού (Βλ. και κεφάλαιο ιστορικές ξηρασίες) σχετίζεται με τους θανάτους από την έλλειψη πόσιμου νερού (Δαλέζιος, 2004).

Στα πλαίσια της συγκεκριμένης μεταπτυχιακής διατριβής, και λόγω εξειδίκευσης σε θέματα διαχείρισης υδατικών πόρων, μεγαλύτερη έμφαση θα δοθεί στην υδρολογική ξηρασία.

1.5 Παράμετροι εκτίμησης της ξηρασίας

Οι βασικοί παράμετροι των διαφόρων επεισοδίων ξηρασίας είναι:

- η ένταση (ελάττωση της βροχόπτωσης και επιπτώσεις),
- η διάρκεια,
- η χωρική κατανομή,
- η καταστροφικότητα,
- και η εμμονή.

1.5.1 Ένταση

Η ένταση συναρτάται με την απόκλιση της βροχόπτωσης, καθώς κυρίως αναφέρεται στην ελάττωση της βροχόπτωσης και στη σημαντικότητα των επιπτώσεων της ελάττωσης αυτής, και άλλων παραμέτρων που συνδέονται με την εξάτμιση (θερμοκρασία, άνεμος, υγρασία) από τις αναμενόμενες κλιματικές τιμές. Η ποσοτικοποίηση της έντασης μπορεί να γίνει με τη χρήση στατιστικής, μέσω της οποίας μπορεί να εκτιμηθεί η πιθανότητα εμφάνισης των συγκεκριμένων τιμών των μετεωρολογικών μεταβλητών ή με τη χρήση δεικτών που ενσωματώνουν τις κλιματικές παραμέτρους (Μαμάσης και Κουτσογιάννης, 2007).

1.5.2 Διάρκεια

Η χρονική διάρκεια είναι δύσκολο να προσδιοριστεί αφού υπάρχει αβεβαιότητα για τη χρονική στιγμή αρχής και τέλους του φαινομένου. Η ξηρασία εξελίσσεται αργά και επιδρά αθροιστικά όσο η έλλειψη βροχόπτωσης εμμένει για μήνες ή χρόνια, ενώ οι επιδράσεις συνεχίζονται και μετά την έναρξη της βροχόπτωσης αφού η επαναφόρτιση όλων των υδάτινων σωμάτων (ιδίως των υπόγειων) απαιτεί χρόνο (Palmer, 1965).

Σύμφωνα με την διάρκεια εμφάνισής της η ξηρασία ταξινομήθηκε σε τρεις τύπους, τη μόνιμη ξηρασία η οποία οδηγεί στη δημιουργία ερήμων, τη περιοδική ή εποχική ξηρασία και τη τυχαία ξηρασία (Μαχαίρας, 1992).

Η εμφάνιση της μόνιμης ξηρασίας οφείλεται στην παρουσία τριών παραγόντων που μπορούν να δρουν ανεξάρτητα ή συνδυασμένα. Ο πρώτος μετεωρολογικός παράγοντας είναι ο υποτροπικός αντικυκλώνας που μπορεί να εμφανιστεί τόσο στην επιφάνεια όσο και στο κατώτερο στρώμα της ανώτερης ατμόσφαιρας. Οι έντονες καθοδικές κινήσεις που προκαλούνται από αυτόν είναι δυναμικής προέλευσης και έχουν ως αποτέλεσμα την ξήρανση της ατμόσφαιρας. Ο δεύτερος παράγοντας είναι η επίδραση της ηπειρωτικότητας που στερεί την υγρασία από τις αέριες μάζες, ενώ ο τρίτος παράγοντας είναι η επίδραση των πολύ χαμηλών θερμοκρασιών, διότι ο αέρας στις πολύ χαμηλές θερμοκρασίες περιέχει ελάχιστη ποσότητα υδρατμών.

Οι έρημοι της Καλιφόρνιας και της Χιλής, για παράδειγμα, έχουν ως κύριο αίτιο δημιουργίας τους την επίδραση των υποτροπικών αντικυκλώνων. Η έρημος της Σαχάρας οφείλει το σχηματισμό της στη συνδυασμένη δράση των υποτροπικών αντικυκλώνων και στην επίδραση της ηπειρωτικότητας, ενώ

η ερημική ζώνη της κεντρικής Ασίας οφείλει τη δημιουργία της στην επίδραση της ηπειρωτικότητας και στην επίδραση του ψυχρού Σιβηρικού αντικυκλώνα.

Η ετήσια κύμανση των υποτροπικών δυναμικών αντικυκλώνων αποτελεί το κυριότερο αίτιο δημιουργίας της εποχικής ξηρασίας. Ο υποτροπικός αντικυκλώνας κινείται προς τα νότια κατά τη διάρκεια του χειμώνα και προς τα βόρεια κατά την διάρκεια του καλοκαιριού. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι η κίνηση του αντικυκλώνα του Ατλαντικού προς τα βόρεια κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού έχει ως αποτέλεσμα τη μετακίνηση του Πολικού μετώπου προς τα βόρεια και τη διάλυση του Μεσογειακού μετώπου. Η ένταση και η διάρκεια της εποχικής ξηρασίας στη Μεσόγειο εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος και μήκος, οι νότιες και ανατολικές περιοχές της Μεσογείου είναι αυτές που παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες και εντονότερες ξηρασίες (5-7 μήνες).

Τέλος, τα πραγματικά αίτια που προκαλούν την επικράτηση μιας τυχαίας ξηρασίας σε μία περιοχή δεν είναι γνωστά. Η κυκλοφορία της ατμόσφαιρας μπορεί να παρουσιάζει ανώμαλη συμπεριφορά όχι μόνο στην περιοχή που εμφανίζεται η ξηρασία αλλά και σε πολλές άλλες που μπορεί να χαρακτηρίζονται από πλημμύρες ή κανονικές συνθήκες βροχοπτώσεων. Οι τύποι κυκλοφορίας που επικρατούν κατά τη διάρκεια μιας τυχαίας ξηρασίας μπορεί να είναι ίδιοι με εκείνους της εποχικής ή της μόνιμης ξηρασίας.

1.5.3 Χωρική κατανομή

Η γεωγραφική έκταση κάθε ξηρασίας συναρτάται άμεσα με τα μετεωρολογικά και κλιματικά χαρακτηριστικά κάθε περιοχής αλλά και τα υπάρχοντα έργα μεταφοράς νερού (Yevjevich, 1967).

Μεγάλες χώρες, όπως οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, η Κίνα, η Βραζιλία, η Ινδία σπάνια επηρεάζονται ολόκληρες από κάποιο επεισόδιο ξηρασίας. Αντίθετα, δεν είναι σπάνιο να παρατηρηθεί ξηρασία σε ολόκληρο το πλάτος και μήκος των μικρών χωρών, όπως είναι η Ελλάδα. Γενικά, είναι σπάνιο στη διάρκεια ενός έτους να μην παρατηρηθεί έστω και ένα μικρό επεισόδιο ξηρασίας αφού η ξηρασία είναι συχνά αποτέλεσμα μεγάλης κλίμακας ανωμαλιών της ατμόσφαιρας οι οποίες εγκαθίστανται και εμμένουν για μεγάλες χρονικές περιόδους πάνω από διάφορες περιοχές. Η γνώση της χωρικής κατανομής της ξηρασίας ανά περιοχή έχει πολύ μεγάλη σημασία. Θα πρέπει να είναι γνωστή η πιθανότητα που έχει ένα επεισόδιο ξηρασίας να επηρεάσει μια περιοχή, καθώς επίσης, να είναι δυνατός ο καθορισμός των πιθανών επιπτώσεων που θα υπάρξουν.

Ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα είναι η περίπτωση τεχνολογικά τροποποιημένων υδατικών συστημάτων που τροφοδοτούνται με νερό από διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές (π.χ. μέσω έργων εκτροπής ποταμών) οι οποίες απέχουν σημαντικά μεταξύ τους. Στα συστήματα αυτά, η γεωγραφική έκταση της ξηρασίας είναι παράμετρος ιδιαίτερα σημαντική, αφού μπορεί να επηρεάσει μόνο ένα τμήμα των υδατικών πόρων.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το υδροδοτικό σύστημα της Αθήνας που τροφοδοτείται από τις πλούσιες σε βροχοπτώσεις λεκάνες του Μόρνου και του Ευήνου (δυτική Ελλάδα) και από τις σχετικά ξηρότερες λεκάνες του Β. Κηφισού και του Χαράδρου (ανατολική Ελλάδα). Η ανάλυση που έγινε στα δεδομένα εμφάνισης των τύπων ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας και των υψών βροχής που καταγράφηκαν 5 σε σταθμούς των παραπάνω περιοχών σταθμών, έδειξε ότι η διαφοροποίηση των τύπων κυκλοφορίας μπορεί να οδηγήσει σε έτη που είναι υγρά για τη δυτική περιοχή και ξηρά για την ανατολική ή το αντίστροφο (Μαμάσης, 1997). Συγκεκριμένα από τα 20 έτη που μελετήθηκαν, σε δύο έτη η βροχόπτωση ήταν αυξημένη κατά 17% στη δυτική περιοχή και μειωμένη κατά 25% στην ανατολική, ενώ σε δύο άλλα έτη η κατάσταση ήταν ανεστραμμένη, αφού η βροχόπτωση ήταν μειωμένη κατά 15% στη δυτική περιοχή και αυξημένη κατά 15% στην ανατολική (Μαμάσης, 1997).

1.5.4 Καταστροφικότητα

Η καταστροφικότητα της ξηρασίας εκφράζει την επίδραση του φυσικού φαινομένου στις ανθρώπινες δραστηριότητες. Εξαρτάται από την ένταση, τη διάρκεια και την έκταση της ξηρασίας, τη χρονική κατανομή της βροχής, τη διαχείριση των υδατικών συστημάτων και τη εξέλιξη της ζήτησης. Έτσι η εκδήλωση των βροχών σε σχέση με τα στάδια ανάπτυξης των καλλιεργειών, ο αριθμός των επεισοδίων βροχής και η έντασή τους, η παρουσία τεχνητών ταμιευτήρων και η δυνατότητα μείωσης των υδατικών αναγκών, συνδέονται άμεσα με την αποτελεσματικότητα της βροχής να καλύψει τις ανθρώπινες ανάγκες και κατά συνέπεια με την καταστροφικότητα της ξηρασίας (Μαμάσης, 1997).

1.5.5 Εμμονή

Η ξηρασία είναι ένα φαινόμενο που παρουσιάζει μεγάλη τάση αυτοσυντήρησης. Έχει αποδειχτεί στατιστικά ότι οι ακολουθίες μηνιαίων βροχοπτώσεων μεγαλύτερης ή μικρότερης τιμής από τη διάμεση, μπορούν σε μερικές περιπτώσεις να εμφανίσουν ένα σημαντικό βαθμό εμμονής (Brooks and Carruthers, 1953). Το αποτέλεσμα είναι η αύξηση του αριθμού των μακρών ακολουθιών και η ελάττωση του αριθμού των βραχείων ακολουθιών, καθώς και η ελάττωση του συνολικού αριθμού των ακολουθιών.

Αυτοτροφοδοτείται καθώς μεγαλύτερο ποσό αισθητής παρά λανθάνουσας θερμότητας επιστρέφει στην ατμόσφαιρα. Στις περιπτώσεις αυτές υπάρχει μεγαλύτερη επιφανειακή θέρμανση και μικροαναταράξεις, και επομένως πολύ μεγαλύτερη παροχή εδαφογενών νεφικών πυρήνων συμπύκνωσης εισχωρεί σε μεγαλύτερο βάθος στην ατμόσφαιρα. Συνήθως έχουμε την επικράτηση ηπειρωτικού παρά θαλάσσιου τύπου σωρειτών, συμβάλλοντας στην εμμονή της ξηρασίας (Twomey, 1959).

1.6 Αιτίες της ξηρασίας

Δεν έχουν, απόλυτα, καθοριστεί τα αίτια των κλιματικών διακυμάνσεων και διαφοροποιήσεων που οδηγούν σε φαινόμενα ξηρασίας. Υπάρχουν όμως, αρκετές υποθέσεις, που τελούν υπό διερεύνηση, για τις αιτίες που προκαλούν ξηρασία σε μία περιοχή.

Οι απαραίτητες προϋποθέσεις, από την άλλη, για την εμφάνιση υετού είναι οι παρακάτω:

- Δημιουργία θερμοδυναμικής κατάστασης κορεσμού των υδρατμών. Σχεδόν πάντα είναι αποτέλεσμα της διόγκωσης και ψύξης του εμπλουτισμένου σε υγρασία αέρα κατά την ανοδική πορεία του. Η ανοδική κίνηση ευνοείται σε συνθήκες ασταθούς ατμόσφαιρας, δηλαδή σε συνθήκες απότομης μείωσης της θερμοκρασίας του αέρα με το υψόμετρο.
- Συμπύκνωση των υδρατμών σε λεπτά σταγονίδια ενδεικτικής μέσης διαμέτρου 10 - 30 μm ή μικρούς κρυστάλλους (ανάλογα με τη θερμοκρασία που επικρατεί). Για να πραγματοποιηθεί απαιτείται η διεργασία της πυρηνοποίησης.
- Εντυπωσιακή αύξηση της μάζας των σταγόνων (ή των κρυστάλλων πάγου) σε μεγέθη κατακρημνίσιμα. Η αύξηση μπορεί να φτάσει και τις

10⁶ φορές και ολοκληρώνεται όταν οι δυνάμεις βαρύτητας της μεμονωμένης σταγόνας υπερνικήσουν την αιώρηση που της δημιουργεί η τυρβώδης διάχυση (διεργασίες σύμφυσης των σταγονιδίων - ανάπτυξης των παγοκρυστάλλων),

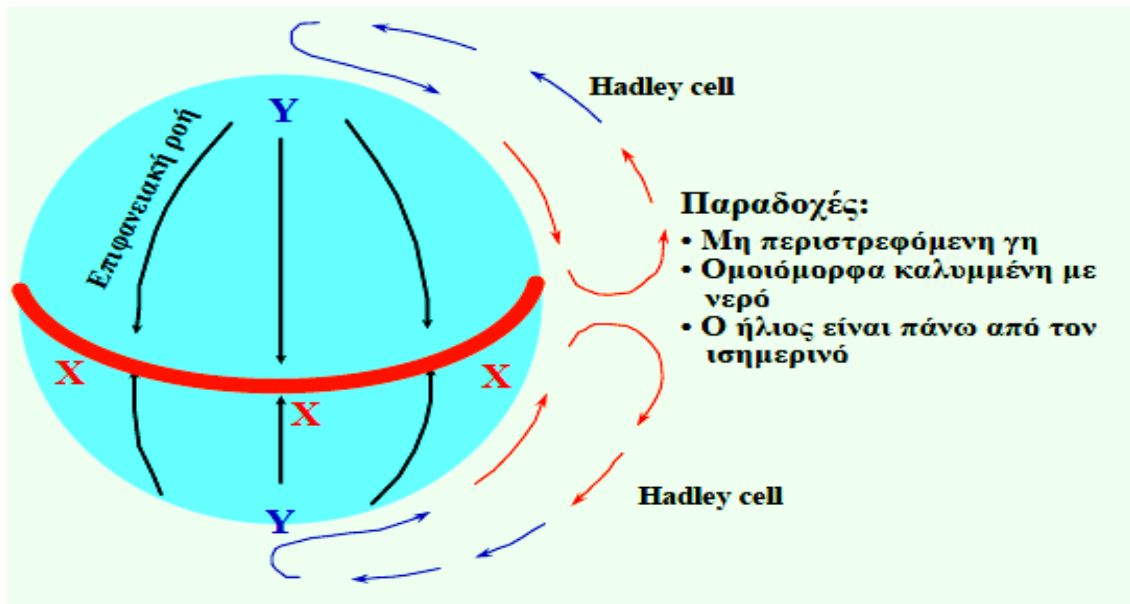
- Συνεχής τροφοδότηση με νέους υδρατμούς, ώστε να συντηρηθούν επί αρκετό χρόνο οι διεργασίες των τριών προηγούμενων βημάτων (Μαμάσης Ν. και Κουτσογιάννης Δ., 2002).

Σημειώνεται ότι, η ξηρασία δεν μπορεί να εκτιμηθεί σε τοπικό επίπεδο. Οι λόγοι και οι αιτίες που την προκαλούν έχουν μεγάλη πολυπλοκότητα και αλληλεξάρτηση των μετεωρολογικών μηχανισμών, αλλά σε γενικά πλαίσια στηρίζεται στη γενική κυκλοφορία της ατμόσφαιρας και κυρίως στο κλιματικό σύστημα, ατμόσφαιρα – ωκεανοί – ηπειρωτική χώρα – κρούσφαιρα.

Επομένως, τα αίτια της εμφάνισης ξηρασίας σε μια περιοχή και η διατήρηση της για ορισμένο χρονικό διάστημα δεν είναι δυνατόν να καθοριστούν με βεβαιότητα αλλά σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία διατυπώθηκαν διάφορες υποθέσεις (Bryant, 1991). Είναι πιθανό η εμφάνιση της ξηρασίας να είναι αποτέλεσμα της συνδυασμένης δράσης ορισμένων παραμέτρων ή να μην ευθύνεται καμία από αυτές και να πρόκειται για ένα τυχαίο γεγονός.

1.6.1 Αλλαγές στη γενική κυκλοφορία της ατμόσφαιρας Κύτταρα Hadley

Η θέρμανση του ισημερινού από τον ήλιο αναγκάζει τον αέρα της επιφάνειας να ανέλθει και να εξαπλωθεί προς τους πόλους στην ανώτερη ατμόσφαιρα. Η κίνηση αυτή ψύχει τον αέρα με αποτέλεσμα αυτός να κατέρχεται προς την επιφάνεια της γης σε γεωγραφικό πλάτος 20° – 30° βόρεια και νότια του ισημερινού. Στα σημεία που ο αέρας ανέρχεται δημιουργούνται χαμηλά βαρομετρικά συστήματα, έντονης αστάθειας και συμπύκνωσης υδρατμών, με υψηλή πιθανότητα βροχόπτωσης. Αντίθετα, στα σημεία καθόδου του ατμοσφαιρικού αέρα, δημιουργούνται ευσταθή βαρομετρικά συστήματα, έντονης εξάτμισης. Η συγκεκριμένη κυκλοφορία του αέρα δημιουργεί τα κύτταρα Hadley, που περιβάλλουν τη γήινη σφαίρα πάνω από τις μεγάλες υποτροπικές ερήμους.



Σχήμα 1.2. Σχηματική απεικόνιση των κυττάρων Hadley

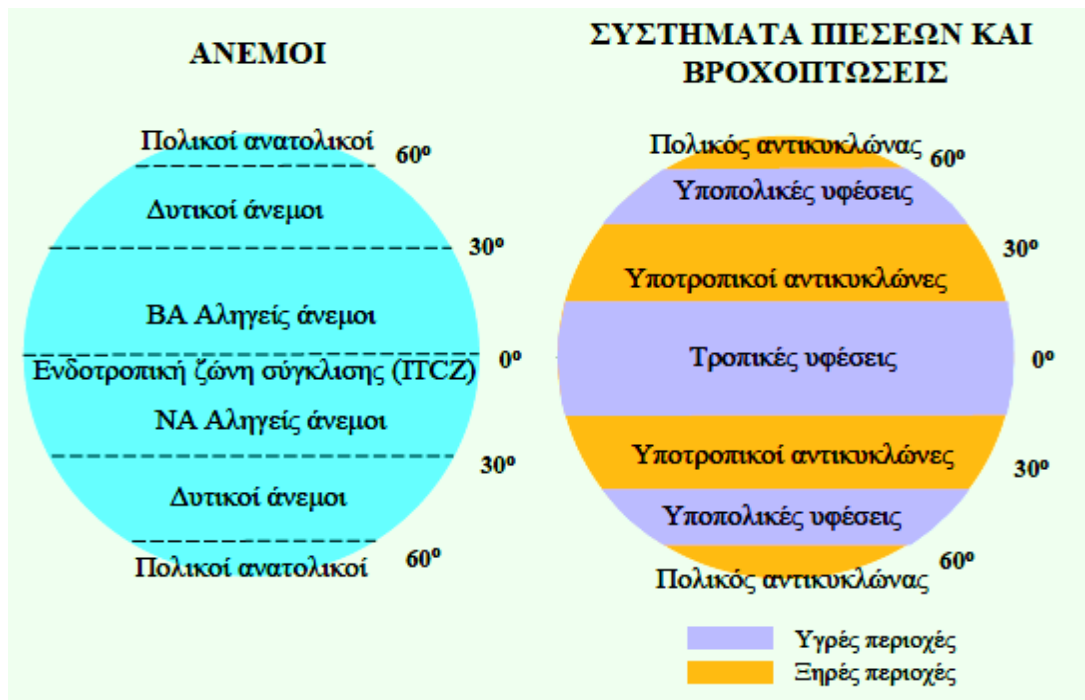
Κύματα Rossby

Αρκετές παλαιότερες εργασίες υποστηρίζουν ότι η εμφάνιση ξηρασίας είναι αποτέλεσμα μιας γενικής αλλαγής στην κυκλοφορία της ατμόσφαιρας (Gribbin, 1978 ; Brysson and Murray, 1979 ; Lamb, 1982).

Πολλοί ερευνητές πιστεύουν ότι οι μετακινήσεις των κυμάτων Rossby είναι υπεύθυνες, τόσο για μικρής διάρκειας ξηρασία όσο και για ημιμόνιμες καταστάσεις του κλίματος σε συγκεκριμένες περιοχές του βορείου Ημισφαιρίου, υποστηρίζοντας (Bryson and Murray, 1977) ότι, η ξηρασία στην ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου αλλά και της βόρειας Αφρικής οφείλεται κατά κύριο λόγο στη θέση των κυμάτων Rossby.

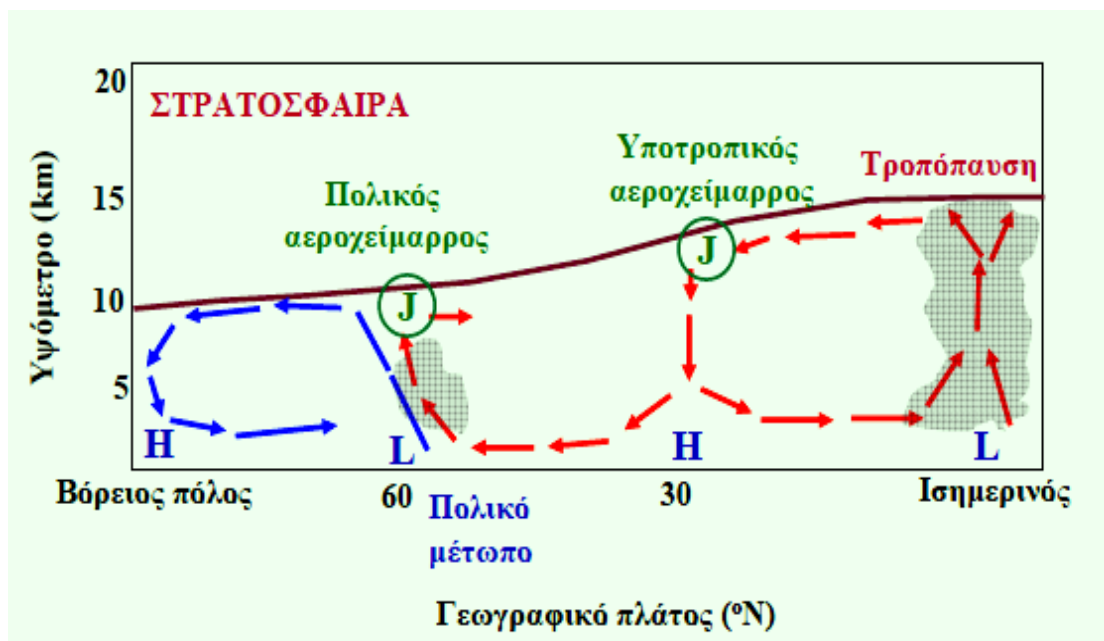
Αυτή η οφιοειδής τροχιά που ορίζεται ως Κύματα Rossby είναι σχεδόν στάσιμη και καθορίζεται ορογραφικά από την περιοχή του Θιβετιανού οροπεδίου και των Βραχωδών Ορέων στη Βόρεια Αμερική. Εξαιτίας αυτής της τροχιάς πέραν των περιοδικών εμφανίσεων φαινομένων ξηρασίας και έντονων βροχοπτώσεων, επηρεάζονται με ημιμόνιμες κλιματικές αλλαγές ολόκληρες περιοχές από την Κίνα έως και την Ευρώπη.

Οι επιστήμονες μάλιστα θεωρούν (Bryson and Murray, 1977) ότι, το συγκεκριμένο φαινόμενο είχε ως αποτέλεσμα την εμφάνιση έντονης ξηρασίας, που οδήγησε στη κατάρρευση του Μυκηναϊκού Πολιτισμού στην Ελλάδα μεταξύ των ετών 1215 – 1380 π.Χ..



Σχήμα 1.3. Σχηματική απεικόνιση των ανέμων και των συστημάτων πιέσεων

Η εξαιρετική ξηρασία, που καταγράφηκε το 1976 στη Μεγάλη Βρετανία, μπορεί να ήταν αποτέλεσμα της μετακίνησης του πολικού αεροχειμάρρου και του πολικού μετώπου προς τα βόρεια, επιτρέποντας έτσι την επέκταση του αντικυκλώνα του Ατλαντικού μέχρι τη Μεγάλη Βρετανία, με αποτέλεσμα την επικράτηση μεγάλης ευστάθειας στη περιοχή και στην απουσία βροχόπτωσης.



Σχήμα 1.4. Σχηματική αναπαράσταση αεροχειμάρρων

Οι αεροχειμαρροι είναι ελικοειδή, έντονα και στενά ρεύματα ανέμου στην ανώτερη τροπόσφαιρα κοντά στη τροπόπαυση (10-14 km). Έχουν μήκος χιλιάδες ναυτικά μίλια, πλάτος μερικές εκατοντάδες μίλια και πάχος μικρότερο από ένα μίλι. Η ταχύτητα του ανέμου στον πυρήνα συχνά υπερβαίνει τους 100 κόμβους, και περιστασιακά τους 250 κόμβους.

Οι αντικυκλώνες εμποδισμού (blocking highs) θεωρείται ότι είναι επίσης υπεύθυνοι για άλλες σημαντικές ξηρασίες, όπως εκείνες το 1977 στις Η.Π.Α. και το 1982-83 στην Αυστραλία.

1.6.2 Αλλαγές στη σύνθεση της ατμόσφαιρας

Αλλαγές στην ατμοσφαιρική κυκλοφορία μπορεί να προκληθούν και από άλλους παράγοντες, μικρότερης σημασίας. Η εισαγωγή μεγάλης ποσότητας ηφαιστειακής τέφρας ή λεπτόκοκκου κονιορτού από τις ερήμους μπορεί να μεταβάλλει το ισοζύγιο της ακτινοβολίας με άμεσο αποτέλεσμα την υπερθέρμανση των αερίων μαζών και την εμφάνιση ξηρασίας στις περιοχές αυτές (Krakatoa 1883 και Ισλανδία 2011).

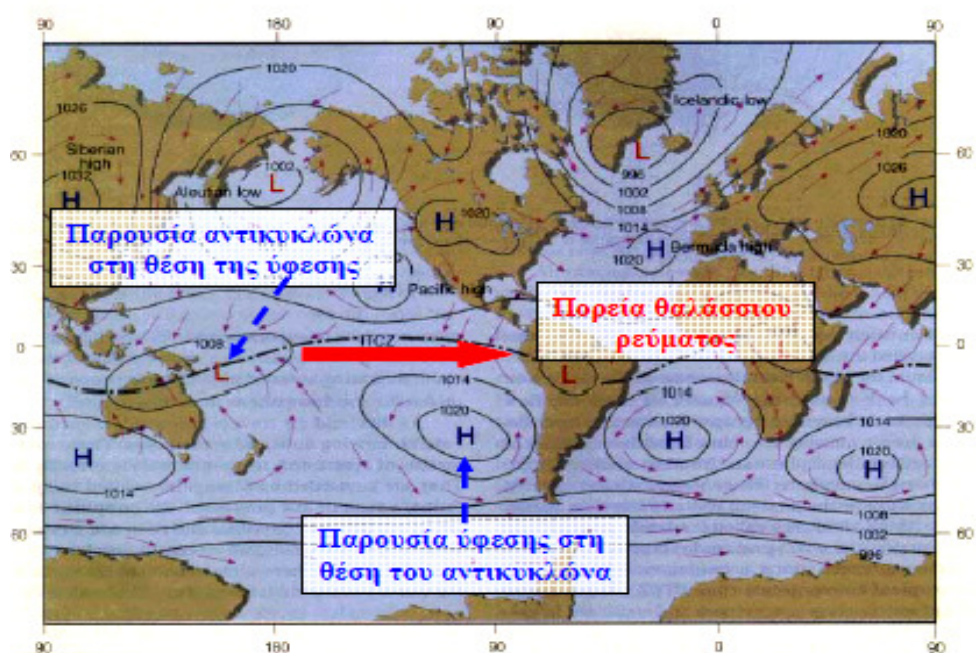
Επίσης, η διέλευση των αερίων μαζών πάνω από ψυχρές θαλάσσιες μάζες έχει ως αποτέλεσμα τον ημιτελή εμπλουτισμό αυτών με τα απαραίτητα ποσά υγρασίας οπότε έμμεσα παρατηρείται ελάττωση του υετού στις περιοχές όπου αυτές επηρεάζουν.

Τα σημαντικότερα αέρια, που παίζουν ουσιαστικό ρόλο στη σύνθεση της ατμόσφαιρας και κατ' επέκταση είναι δυνατό να προκαλέσουν εναλλαγές στα κύρια χαρακτηριστικά των πεδίων κυκλοφορίας μεγάλης κλίμακας, είναι οι υδρατμοί, το CO₂ και το O₃.

Φαινόμενο El – Niño

Η τεράστια ικανότητα των ωκεανών να αποθηκεύουν θερμότητα (θερμοχωρητικότητα) και οι φανερές ανταλλαγές ενέργειας που γίνονται μεταξύ της ατμόσφαιρας και των ωκεανών, αποτελεί τον κύριο παράγοντα διαμόρφωσης του παγκόσμιου κλίματος. Η πτώση της μέσης θερμοκρασίας στην επιφάνεια των ωκεανών, που προέρχεται από αλλαγές στα ρεύματα ή από ανύψωση της στάθμης των ψυχρών υδάτων, προκαλεί κλιματική μεταβολή και θεωρείται ένα από τα σημαντικά αίτια εμφάνισης φαινομένων ξηρασίας.

Τα ψυχρά νερά στον Ατλαντικό Ωκεανό δημιουργούν υψηλές πιέσεις προκαλώντας ανατολικό ρεύμα, με αποτέλεσμα την ανύψωση των ψυχρών υδάτων, κατά μήκος της ακτής, κάτι που ψύχει τον περιβάλλοντα αέρα. Αντίθετα, στη δυτική πλευρά του Ειρηνικού Ωκεανού οι ανατολικοί άνεμοι έρχονται σε επαφή με το θερμότερο νερό και με τον τρόπο αυτό αυξάνεται η αστάθεια, λόγω κατακόρυφης μεταφοράς, εξαναγκάζοντας τον αέρα να ανέλθει, διατηρώντας τις χαμηλές πιέσεις (κυκλοφορία Walker). Όταν η κυκλοφορία Walker σταματά ή τείνει να εξαφανιστεί, οι θερμοκρασίες στην επιφάνεια του Ωκεανού αυξάνουν, για μερικούς μήνες, περίπου 4 με 6°C πάνω από τις μέσες κανονικές για την εποχή. Η εμφάνιση των θερμών υδάτων στις ακτές της Νότιας Αμερική και κυρίως κατά μήκος της Περουβιανής ακτής, συμβαίνει συνήθως κοντά στα Χριστούγεννα, και γι' αυτό, το φαινόμενο ονομάστηκε El – Niño, που στα Ισπανικά σημαίνει Θείο Βρέφος.

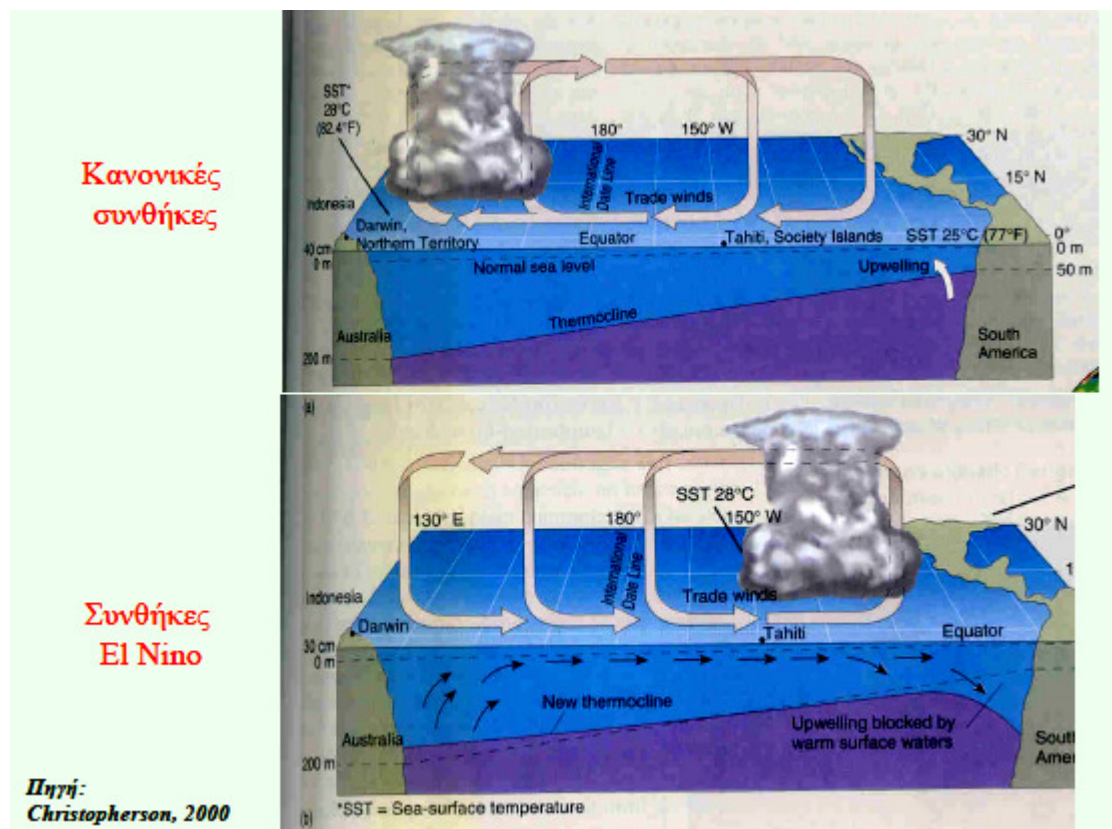


Σχήμα 1.5. Σχηματική αναπαράσταση μεταβολής ατμοσφαιρικών πιέσεων

Σήμερα, ο χαρακτηρισμός El Niño χρησιμοποιείται μόνο για την περιγραφή των ακραίων επεισοδίων. Η ισχυρή θέρμανση του Ειρηνικού ωκεανού συνδέεται με πλήθος καιρικών ανωμαλιών που παρατηρούνται κατά την διάρκεια αυτών των επεισοδίων.

Κατά τη διάρκεια, όμως, του φαινομένου El Niño, η βαρομετρική πίεση του ανατολικού Ειρηνικού εμφανίζει ελάττωση, ενώ ταυτόχρονα, η πίεση στο

δυτικό τμήμα του Ειρηνικού αυξάνει. Οι επιφανειακοί αληγείς άνεμοι εξασθενούν επιτρέποντας έτσι στα θερμά επιφανειακά νερά να επεκταθούν προς τον ανατολικό Ειρηνικό. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη συσσώρευση θερμού νερού στον ανατολικό Ειρηνικό, ενώ τα ψυχρά και πλούσια σε τροφή νερά από τα βαθύτερα στρώματα δε μπορούν να αναδυθούν στις παράκτιες περιοχές της Αμερικής και έτσι τα θαλάσσια είδη της περιοχής υποφέρουν από έλλειψη τροφής και οξυγόνου. Αυτό το μοντέλο παλινδρόμησης της ατμοσφαιρικής πίεσης ανάμεσα στο δυτικό και ανατολικό τμήμα του Ειρηνικού, είναι σήμερα γνωστό με τον όρο «Ταλάντωση Νότιας Κύμανσης» (El niño Southern Oscillation, ENSO).



Σχήμα 1.6. Σχηματική αναπαράσταση φαινομένου El – Niño

Οι περιοχές που επηρεάζονται από την ENSO κυκλοφορία, θεωρούνται (Nicholls, 1988) περιοχές εμφάνισης ακραίων υδρολογικών φαινομένων και συγκεκριμένα ξηρασιών και πλημμυρών. Τα φαινόμενα ENSO παίζουν σημαντικό ρόλο στη δημιουργία και την ένταση της ξηρασίας και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πρόγνωση της εμφάνισης του φαινομένου της ξηρασίας.

1.6.3 Αστρονομικοί παράγοντες

Υποστηρίζεται ότι οι ηλιακές κηλίδες και οι σεληνιακοί κύκλοι των 18,6 ετών αποτελούν παράγοντες ρύθμισης της εμφάνισης ξηρασίας ή βροχόπτωσης στον πλανήτη. Η περιοδική εμφάνιση τους αποτελεί μέσο πρόγνωσης της ξηρασίας.

Σε παλαιότερες έρευνες (Bryant, 1991) έχει διαπιστωθεί σχέση ανάμεσα στους κύκλους των ηλιακών κηλίδων με την κυκλοφορία στην ανώτερη ατμόσφαιρα. Από την διακύμανση της πολικότητας των ηλιακών κηλίδων στο χρόνο παρατηρείται κύκλος 22 ετών (περιοδικότητα), ο οποίος αποτελείται από δύο 11-ετής κύκλους αντίθετης πολικότητας. Τα ελάχιστα της πολικότητας, στη διακύμανση των ηλιακών κηλίδων, αντιστοιχούν σε επεισόδια ξηρασίας, μικρής ή μεγάλης έντασης. Συγκεκριμένα τα μέγιστα αυτά γίνονται ακόμη εντονότερα κάθε 80 – 90 έτη (Navarra, 1979). Έχει επίσης διαπιστωθεί σχέση ανάμεσα στους κύκλους των ηλιακών κηλίδων με την κυκλοφορία στην ανώτερη ατμόσφαιρα (Currie, 1981 ; Currie, 1984). Εφόσον τα παραπάνω είναι πραγματικότητα, καθώς δεν υπάρχει θετική απόδειξη ενός τέτοιου κύκλου στην ενέργεια που φεύγει από τον ήλιο, η ατμοσφαιρική κυκλοφορία μπορεί να αναπροσαρμόζεται σταθερά, ανάλογα με την μεγαλύτερη ή μικρότερη ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στη γη. Στο χρόνο πραγματοποίησης των αναπροσαρμογών, διάφορα φαινόμενα ξηρασιών κάνουν την εμφάνισή τους, με χρονική διαφορά, σε διάφορα σημεία επάνω στην υδρόγειο.

Οι σεληνιακοί κύκλοι των 18,6 ετών αντιπροσωπεύουν τη διακύμανση της τροχιάς της σελήνης, σε σχέση με τον ισημερινό του ηλίου. Η τροχιά της σελήνης δημιουργεί, σε κανονικές συνθήκες, γωνία 5° από τον ισημερινό του ηλίου. Στο τέλος μιας πλήρους περιστροφής, η σελήνη δεν επιστρέφει στην αρχική της θέση αλλά έχει μετατοπιστεί λίγο μακρύτερα στο εσωτερικό της τροχιάς της. Κάθε 9,3 έτη, η τροχιά της σελήνης φτάνει στο υψηλότερο σημείο και τότε η σελήνη βρίσκεται πιο κοντά στον Ισημερινό της Γης, δηλαδή βρίσκεται στη θέση του ελαχίστου. Με την έλευση των επόμενων 9,3 ετών, η σελήνη επιστρέφει στην αρχική της θέση, κ.ο.κ..

Ο Currie (1981; 1984) απόδειξε ότι τα μέγιστα των 18,6 ετών, σεληνιακού κύκλου, συνδέονται με την εμφάνιση πλημμύρων ή ξηρασιών σε διάφορες περιοχές. Επομένως, τα μέγιστα του σεληνιακού κύκλου συνδέθηκαν με ξηρασίες ή πλημμύρες, που μετά από μεγάλες χρονικές περιόδους, εναλλάσσονταν, και μία περιοχή με συχνή εμφάνιση ξηρασιών άρχισε να

επηρεάζεται, μετά την πάροδο πολλών ετών, από έντονες βροχοπτώσεις και πλημμύρες και αντίστροφα.

Τέλος, και χωρίς να αποτελεί ξεχωριστό κεφάλαιο, είναι γνωστό ότι οι ανθρωπογενείς επιδράσεις, σε πολλές των περιπτώσεων, επηρεάζουν σημαντικά στην εμφάνιση φαινομένων ξηρασίας αλλά και πλημμυρών. Οι κυριότεροι τρόποι που επιδρούν θετικά στην αύξηση των φαινομένων ξηρασίας είναι η αποψίλωση των δασών και η μείωση της φυτοκάλυψης, η αύξηση των καλλιεργήσιμων εκτάσεων, η αλλαγή στην υδροφορία ολόκληρων περιοχών, η υπεράντληση των υπόγειων αποθεμάτων, η αλλαγή των χρήσεων γης, η αύξηση των αερίων του θερμοκηπίου στο περιβάλλον, ο περιορισμός της υδατοχωρητικότητας των εδαφών, η αύξηση του πληθυσμού και η αστικοποίηση (κυρίως λειψυδρία), η αλκαλίωση και νατρίωση των εδαφών, η εγκατάλειψη περιοχών λόγω μετανάστευσης ή απομάκρυνσης κ.α..

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι οι αλλαγές στη γενική κυκλοφορία της ατμόσφαιρας και στη σύνθεση της ατμόσφαιρας, το φαινόμενο της Νότιας Κύμανσης (ENSO) και οι διάφοροι αστρονομικοί παράγοντες μπορούν να επηρεάσουν την εμφάνιση ξηρασίας σε ορισμένες περιοχές. Τα φαινόμενα αυτά όμως εκφράζουν μόλις το 15-30% της ολικής διακύμανσης της βροχόπτωσης, οπότε το 70-85% περίπου της πιθανότητας εμφάνισης ξηρασίας σε κάποια περιοχή οφείλεται σε άλλους κλιματικούς παράγοντες που τελούν ακόμα υπό έρευνα (Bryant, 1991).

1.7 Παράμετροι εκτίμησης της ξηρασίας

Η σημαντική μείωση των κατακρημνισμάτων σε μία κλιματική ζώνη δεν αποτελεί σαφή ένδειξη μετεωρολογικής ξηρασίας ή εμφάνιση ελλείμματος υδατικών πόρων σε μια περιοχή. Υπάρχουν παράμετροι εκτίμησης, που ανάλογα με τη διακύμανσή τους, δύναται να προσδιοριστεί η ένταση του φαινομένου της ξηρασίας και της έλλειψης των υδατικών πόρων.

Οι παράμετροι αυτοί είναι:

- τα χαρακτηριστικά της βροχόπτωσης (που τελικά πραγματοποιείται),
- τα χαρακτηριστικά της δυνητικής εξατμοδιαπνοής (ανάλογα με τη κλιματική ζώνη),
- τα χαρακτηριστικά της περιοχής (γεωμορφολογία, ταμιευτήρες),
- η διαχείριση των υδατικών συστημάτων,

- και τέλος μια σειρά από κοινωνικές, οικονομικές και πολιτικές παραμέτρους.

Η επίδραση των παραπάνω παραμέτρων στην εμφάνιση ξηρασίας (κάθε κατηγορίας) είναι ένα αρκετά πολύπλοκο θέμα (Μαμάσης και Κουτσογιάννης, 2007) και χρήζει διαφορετικής προσέγγισης, ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες, τα θετικά και τα αρνητικά της κάθε περιοχής.

1.7.1 Χαρακτηριστικά βροχόπτωσης

Ανάλογα με το ετήσιο ύψος κατακρημνισμάτων και τη χρονική και χωρική κατανομή αυτών, έχουν προσαρμοστεί 'γονιδιακά', με συγκεκριμένους φαινότυπους, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των διαφόρων περιοχών του πλανήτη, τόσο όσον αφορά τη τοπική χλωρίδα και πανίδα όσο και οι σχετικές με το νερό ανθρώπινες δραστηριότητες.

Τα μεγαλύτερα ετήσια ύψη βροχής (> 1500 mm) πραγματοποιούνται στις τροπικές περιοχές γύρω από τον ισημερινό, ενώ τα μικρότερα (< 300 mm) στις μεγάλες ερήμους (συνήθως βρίσκονται σε γεωγραφικά πλάτη γύρω στις 20° - 30° νότια και βόρεια του ισημερινού) και τους πόλους.

Ενώ στις τροπικές περιοχές η βροχόπτωση και η θερμοκρασία παρουσιάζουν ισοκατανομή σε όλους σχεδόν τους μήνες του έτους, στις ερήμους είναι δυνατόν είτε να υπάρχει πλήρη ανομβρία, για μεγάλο χρονικό διάστημα, είτε η καταγεγραμμένη ποσότητα βροχής, μέσα σε ένα μικρό χρονικό διάστημα, να είναι υπερδιπλάσια της μέσης ετήσιας τιμής. Στις υπόλοιπες περιοχές της γης, η βροχόπτωση διαφέρει ανάλογα με την εποχή του έτους και συνήθως υπάρχουν μία ή περισσότερες ξηρές περιόδους μερικών μηνών (Μαμάσης και Κουτσογιάννης, 2007).

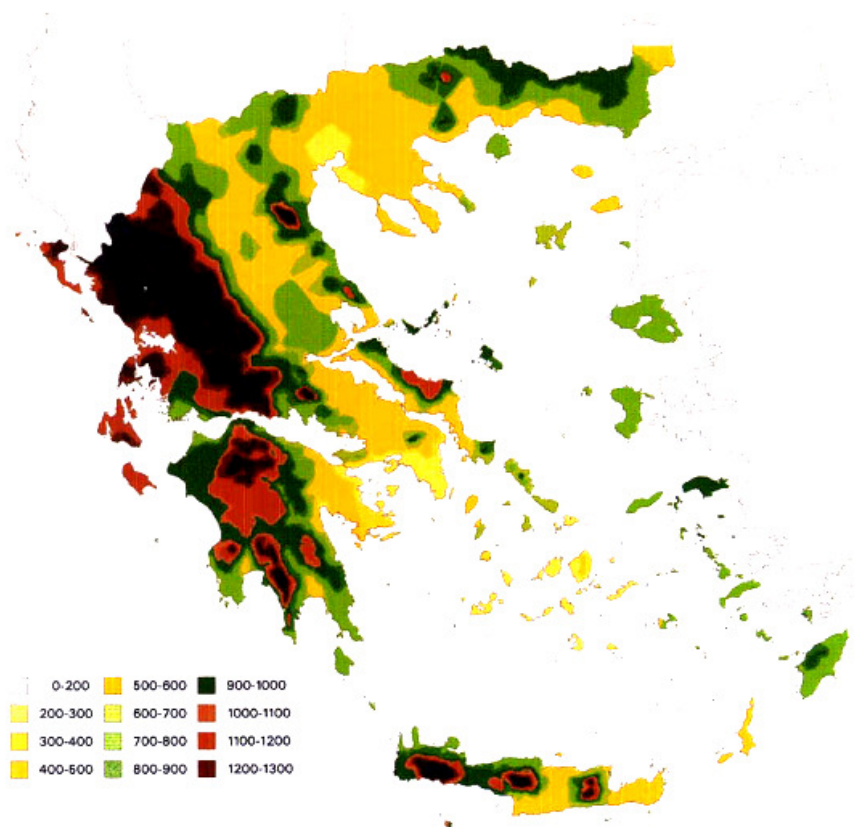
Πέραν της ποσότητας των κατακρημνισμάτων και η χωρική κατανομή της βροχής είναι εξίσου σημαντική με την ποσότητα για την ανάπτυξη της βλάστησης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η γεωγραφική ανισοκατανομή των βροχοπτώσεων μεταξύ της ηπειρωτικής Δυτικής Ελλάδας και της Ανατολικής. Στην Δυτική ηπειρωτική χώρα υπάρχει σημαντικός πλουραλισμός σε είδη πανίδας και χλωρίδας, ενώ αντίθετα στην ανατολική χώρα, και ειδικότερα στα νησιά του κεντρικού Αιγαίου, η ανάπτυξη της ποώδους βλάστησης – για δεντρώδη ούτε σκέψη – είναι εντοπισμένη ή και ανύπαρκτη σε καταστάσεις που πολλές φορές παραπέμπουν σε ημιορημικές

περιοχές του πλανήτη. Η διαφοροποίηση στο καθεστώς των κατακρημνισμάτων του ελληνικού χώρου οφείλεται στο ότι:

(α) η περιοχή βρίσκεται μεταξύ των γεωγραφικών πλατών 30° και 60° βόρειο όπου η ατμοσφαιρική κυκλοφορία έχει κατεύθυνση από τα δυτικά προς τα ανατολικά και

(β) στην παρουσία της οροσειράς της Πίνδου στο δυτικό μέρος της χώρας με κατεύθυνση βορρά-νότο.

Αποτέλεσμα του συνδυασμού των δύο παραπάνω παραγόντων είναι ότι οι αέριες μάζες που έρχονται από τα δυτικά συναντούν την οροσειρά της Πίνδου, ανυψώνονται και ενισχύουν τη βροχόπτωση στη δυτική Ελλάδα δημιουργώντας ομβροσκιά στην ανατολική.



Σχήμα 1.7. Γεωγραφική κατανομή της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης στην Ελλάδα (σε mm) - Πηγή: ΥΠΑΝ, ΕΜΠ, ΙΓΜΕ, και ΚΕΠΕ, 2003

Η μετεωρολογική ξηρασία συναρτάται άμεσα από τα παραπάνω χαρακτηριστικά και είναι προφανές ότι είναι αδύνατον να υπάρξει ποσοτικός

ορισμός αφού οι παράμετροι που εξετάζονται έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά στις διάφορες κλιματικές περιοχές της γης.

Έτσι για παράδειγμα πέντε μήνες χωρίς βροχή είναι καταστροφική ξηρασία για τον Αμαζόνιο, φυσιολογικό φαινόμενο για την Αθήνα και κλιματικό δεδομένο για τη Σαουδική Αραβία. Αντίστοιχα, θερινοί μήνες χωρίς βροχή είναι ιδιαίτερα ασυνήθιστο για την περιοχή της Πίνδου και φυσιολογικό φαινόμενο για τις Κυκλάδες. Πάντως σε γενικές γραμμές η ξηρασία είναι συχνή και καταστροφική σε ημιάνυδρα κλίματα, είναι λιγότερο συχνή σε υγρά κλίματα, ενώ δεν έχει πρακτικό νόημα σε ερήμους (Μαμάσης και Κουτσογιάννης, 2007).

1.7.2 Χαρακτηριστικά της Δυνητικής Εξατμοδιαπνοής Εξάτμιση

Η εξάτμιση είναι η διαδικασία κατά την οποία νερό υγρής φάσης μετατρέπεται σε νερό αέριας φάσης (ατμοποίηση) και απομακρύνεται από την εξατμίζουσα επιφάνεια (απομάκρυνση υδρατμού). Το νερό εξατμίζεται από διάφορες επιφάνειες, όπως θάλασσες, λίμνες, ποτάμια, δρόμους, εδάφη και υγρή βλάστηση.

Για να αλλάξει η κατάσταση των μορίων του νερού από υγρή σε αέρια φάση απαιτείται ενέργεια. Η απευθείας ηλιακή ακτινοβολία και, σε μικρότερο βαθμό, η μεταβαλλόμενη θερμοκρασία του περιβάλλοντος αέρα παρέχουν την ενέργεια αυτή. Ο καθοριστικός παράγοντας για την αφαίρεση υδρατμών από την εξατμίζουσα επιφάνεια είναι η διαφορά μεταξύ της πίεσης υδρατμών στην εξατμίζουσα επιφάνεια και αυτής στην ατμόσφαιρα.

Καθώς προχωρά η εξάτμιση, ο αέρας γίνεται σταδιακά κορεσμένος και αν ο υγρός αέρας δεν μεταφερθεί στην ατμόσφαιρα η διαδικασία επιβραδύνεται ή και σταματά. Η αντικατάσταση του κορεσμένου αέρα με ξηρότερο αέρα εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ταχύτητα του ανέμου. Επομένως, η ηλιακή ακτινοβολία, η θερμοκρασία του αέρα, η υγρασία του αέρα και η ταχύτητα του ανέμου είναι κλιματολογικές παράμετροι που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό της εξάτμισης.

Όπου η εξατμίζουσα επιφάνεια είναι η εδαφική επιφάνεια, ο βαθμός σκίασης του φυλλώματος της καλλιέργειας και το ποσό του διαθέσιμου νερού στην εξατμίζουσα επιφάνεια είναι επιπλέον παράγοντες που επηρεάζουν την διαδικασία της εξάτμισης. Οι συχνές βροχές, η άρδευση και το νερό που

μεταφέρεται ανοδικά σε ένα έδαφος από έναν ρηχό υδροφόρο ορίζοντα διαβρέχουν την εδαφική επιφάνεια. Όπου το έδαφος είναι ικανό να παρέχει νερό αρκετά γρήγορα ώστε να ικανοποιεί τις ανάγκες της εξάτμισης, η εξάτμιση από το έδαφος καθορίζεται μόνο από τις μετεωρολογικές συνθήκες. Αντιθέτως, όπου το διάστημα μεταξύ βροχών και άρδευσης μεγαλώνει και η ικανότητα του εδάφους να τροφοδοτεί με υγρασία την επιφάνεια μικραίνει, το περιεχόμενο σε νερό του ανώτερου στρώματος του εδάφους πέφτει και η εδαφική επιφάνεια ξηραίνεται. Κάτω από αυτές τις συνθήκες η περιορισμένη διαθεσιμότητα του νερού ασκεί καθοριστική επίδραση στην εδαφική εξάτμιση. Αν δεν τροφοδοτείται με νερό η εδαφική επιφάνεια, η εξάτμιση ελαττώνεται γρήγορα και μπορεί να σταματήσει σχεδόν τελείως μέσα σε λίγες μέρες (FAO, 1998).

Διαπνοή

Η διαπνοή συνίσταται στην ατμοποίηση του νερού υγρής φάσης που περιέχεται στους ιστούς του φυτού και στην απομάκρυνση του ατμού στην ατμόσφαιρα. Οι καλλιέργειες χάνουν κυρίως το νερό τους μέσω των στομάτων. Το νερό, μαζί με μερικές θρεπτικές ουσίες, απορροφάται από τις ρίζες και μεταφέρεται μέσω του φυτού. Η ατμοποίηση συμβαίνει εντός του φύλλου, δηλαδή στα μεσοκυττάρια διαστήματα, και η ανταλλαγή ατμού με την ατμόσφαιρα ελέγχεται από το στοματικό διάφραγμα. Σχεδόν όλο το νερό που απορροφάται χάνεται από την διαπνοή και μόνο ένα ελάχιστο κλάσμα χρησιμοποιείται μέσα στο φυτό. Η διαπνοή, όπως και η απευθείας εξάτμιση, εξαρτάται από την παροχή ενέργειας, την κλίση της πίεσης των υδρατμών και τον άνεμο. Επομένως, οι παράγοντες ακτινοβολία, θερμοκρασία του αέρα, υγρασία του αέρα και άνεμος πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τον υπολογισμό της διαπνοής. Η περιεκτικότητα σε νερό του εδάφους και η ικανότητα του εδάφους να μεταφέρει νερό μέσω των ριζών, καθορίζουν επίσης την διαπνοή, όπως και η αλατότητα και εδαφικού νερού. Η διαπνοή επηρεάζεται επίσης από τα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας, τις περιβαλλοντικές συνθήκες και τις πρακτικές καλλιέργειας. Διαφορετικά είδη φυτών εμφανίζουν, προφανώς, διαφορετική διαπνοή.

Τέλος, δεν θα πρέπει μόνο ο τύπος της καλλιέργειας, αλλά και η ανάπτυξη της καλλιέργειας, το περιβάλλον και η διαχείριση, να λαμβάνονται υπόψη κατά τον υπολογισμό της διαπνοής (FAO, 1998).

Εξατμοδιαπνοή

Γενικά

Με τον όρο υδατοκατανάλωση (water consumption) των καλλιεργειών εννοούμε την ολική ποσότητα που χρησιμοποιείται για τη διαπνοή των φυτών, την εξάτμιση από τις επιφάνειες φυτών και εδάφους καθώς και την ποσότητα που χρειάζεται για την κατασκευή των ιστών και του κορμού. Σε μια κανονική περίοδο αναπτύξεως η ποσότητα που παραμένει στο φυτό για τη δόμησή του είναι λιγότερο από το 1% της συνολικής ποσότητας που καταναλώθηκε στην εξάτμιση και τη διαπνοή.

Ο όρος εξατμοδιαπνοή (evapotranspiration) ορίζεται σαν την ποσότητα που καταναλίσκεται στη διαπνοή των φυτών και στην εξάτμιση των υγρών μερών του φυτού και του εδάφους κατά τη διάρκεια μιας ορισμένης περιόδου. Η διαπνοή, που είναι γενικά αποτέλεσμα βιολογικών διεργασιών και η εξάτμιση, που είναι ένα φυσικό φαινόμενο, αναφέρονται μαζί για ευκολία μια που είναι δύσκολο να διαχωριστούν ποσοτικά.

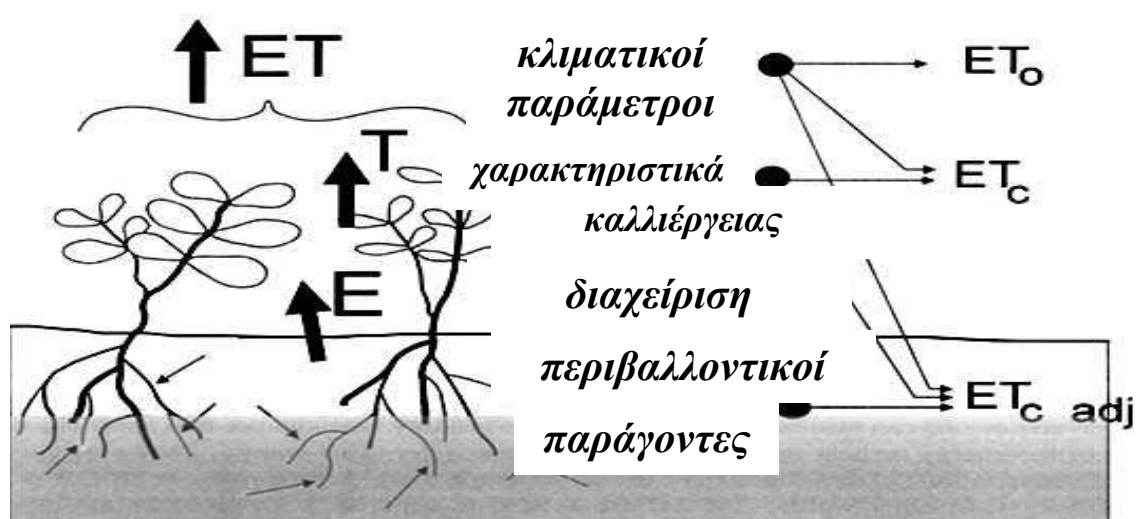
Ο ρυθμός εξατμοδιαπνοής εκφράζεται σε χιλιοστόμετρα (mm) στη μονάδα του χρόνου. Ο ρυθμός εκφράζει την ποσότητα του νερού που απομακρύνεται (χάνεται) από μια καλλιεργούμενη επιφάνεια σε μονάδες ύψους νερού. Η μονάδα του χρόνου μπορεί να είναι ώρα, ημέρα, δεκαήμερο, μήνας ή ακόμα και ολόκληρη η καλλιεργητική περίοδος ή έτος.

Παλαιότερες έρευνες οδήγησαν στο διαχωρισμό της εξάτμισης του εδάφους από τη διαπνοή (Ritchie, 1974). Η πραγματική διαπνοή συσχετίστηκε με επιτυχία με παραμέτρους όπως το μέγεθος των φύλλων του φυτού (Leaf Area Index – L.A.I.), την εδαφική υγρασία και την δυναμική διαπνοή. Εντούτοις τέτοια διάκριση δεν γίνεται για όλους τους υπολογισμούς, καθώς στις περισσότερες περιπτώσεις, η εξατμοδιαπνοή θεωρείται ενιαία μεταβλητή και ίση με την υδατοκατανάλωση.

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της εξατμοδιαπνοής υποθέτουν συνήθως ότι υπάρχει πάντα επαρκές διαθέσιμο νερό στο έδαφος το οποίο καταναλίσκεται με την εξατμοδιαπνοή. Συνήθως σαν καλλιέργεια αναφοράς παίρνεται το γρασίδι. Η δυναμική εξατμοδιαπνοή της καλλιέργειας αναφοράς (potential evapotranspiration of reference crop, PET) είναι η εξατμοδιαπνοή από μια επιφάνεια πλήρως καλυμμένη από γρασίδι ομοιόμορφου ύψους 8-15 cm, ελεύθερου από οποιαδήποτε ασθένεια με επαρκές διαθέσιμο εδαφικό νερό για την ανάπτυξη του (Doorenbos και Pruiitt 1977, Penman, 1948).

Προφανώς λόγω κυρίως των διαφορετικών αεροδυναμικών και ανακλαστικών χαρακτηριστικών των καλλιεργειών, ή δυναμική εξατμοδιαπνοή κάθε καλλιέργειας δεν είναι ίση με αυτή της καλλιέργειας αναφοράς. Η δυναμική εξατμοδιαπνοή της καλλιέργειας PETc μπορεί να προβλεφθεί αν είναι γνωστή η εξατμοδιαπνοή της καλλιέργειας αναφοράς PET με την εισαγωγή ενός φυτικού συντελεστή που χαρακτηρίζει τη διαφορά των χαρακτηριστικών της καλλιέργειας από την καλλιέργεια αναφοράς (Kc).

$$PET_c = K_c \cdot PET \quad (1.1.)$$



Σχήμα 1.8. Παράγοντες που επηρεάζουν την εξατμοδιαπνοή σε σχέση με τις ανάλογες έννοιες της εξατμοδιαπνοής (Πηγή: FAO, 1998).

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της δυναμικής εξατμοδιαπνοής κατατάσσονται σε άμεσες και έμμεσες. Γενικά οι άμεσες μέθοδοι δίνουν καλύτερα αποτελέσματα. Εντούτοις στο σχεδιασμό των αρδευτικών έργων, που είναι μια διαδικασία που διαρκεί μικρό σχετικά διάστημα, είναι σπάνιο να υπάρχουν αποτελέσματα από άμεσες μεθόδους, γι' αυτό συνήθως η εκτίμηση της δυναμικής εξατμοδιαπνοής γίνεται έμμεσα.

Παράγοντες που επηρεάζουν την εξατμοδιαπνοή

Οι καιρικές συνθήκες, τα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας, η διαχείριση των διαθέσιμων υδατικών πόρων και η κατάσταση του περιβάλλοντος είναι οι παράγοντες που έχουν επιπτώσεις στην εξάτμιση και την διαπνοή.

Καιρικές συνθήκες

Οι βασικοί παράμετροι που επηρεάζουν την εξατμοδιαπνοή είναι η ακτινοβολία, η θερμοκρασία του αέρα, η υγρασία και η ταχύτητα του ανέμου. Διάφοροι μέθοδοι έχουν αναπτυχθεί για τον υπολογισμό της εξάτμισης από αυτές τις παραμέτρους. Η ισχύς της εξάτμισης της ατμόσφαιρας εκφράζεται από την εξατμοδιαπνοή της καλλιέργειας αναφοράς. Η εξατμοδιαπνοή της καλλιέργειας αναφοράς (ET_o) αντιπροσωπεύει την εξατμοδιαπνοή από μια τυποποιημένη επιφάνεια με γρασίδι που ποτίζεται καλά (FAO, 1998).



Σχήμα 1.9. Εξατμοδιαπνοή της καλλιέργειας αναφοράς (ET_o) (Πηγή: FAO, 1998).

Χαρακτηριστικά της καλλιέργειας

Η ανακλαστικότητα (albedo) α, μιας καλλιέργειας καθορίζει το μέρος εκείνο της ηλιακής ακτινοβολίας (R_s) το οποίο μετατρέπεται σε καθαρή ηλιακή ακτινοβολία (R_{ns}) και απορροφάται από τις επιφάνειες που τη δέχονται. Οι επιφάνειες αυτές είναι φυτικές και εδαφικές. Η ανακλαστικότητα διαμορφώνεται από το χρώμα και την τραχύτητα της επιφάνειας που δέχεται την ακτινοβολία.

Στο χωράφι, αν το ποσοστό κάλυψης από το φύλλωμα είναι μικρό, οπότε μεγάλο μέρος της επιφάνειας του εδάφους είναι γυμνό και εκτεθειμένο στην ηλιακή ακτινοβολία, η μέση ανακλαστικότητα της επιφάνειας φύλλωμα-έδαφος είναι μικρότερη από όταν ολόκληρη η επιφάνεια του χωραφιού είναι καλυμμένη από το φύλλωμα, γιατί η ανακλαστικότητα του γυμνού εδάφους είναι μικρότερη (11-23%) από την αντίστοιχη του φυλλώματος (>20%). Έτσι, όσο μικρότερο είναι το ποσοστό φυτοκάλυψης τόσο μεγαλύτερη είναι η ενέργεια που απορροφάται και είναι διαθέσιμη για εξάτμιση και διαπνοή. Όσο

η κάλυψη του εδάφους αυξάνει, μεγαλώνει και το ποσοστό της εξατμοδιαπνοής που οφείλεται στη διαπνοή.

Ο τύπος της καλλιέργειας, η ποικιλία και το στάδιο ανάπτυξης πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τον υπολογισμό της εξατμοδιαπνοής καλλιεργειών που αναπτύσσονται σε μεγάλους, καλά διαχειριζόμενους αγρούς. Οι διαφορές στην αντίσταση στην διαπνοή, στο ύψος και την τραχύτητα της καλλιέργειας, στην αντανάκλαση, στην εδαφική κάλυψη και στα χαρακτηριστικά των ριζών της καλλιέργειας έχουν ως αποτέλεσμα διαφορετικά επίπεδα εξατμοδιαπνοής στους διαφορετικούς τύπους καλλιεργειών υπό τις ίδιες περιβαλλοντικές συνθήκες.

Η εξατμοδιαπνοή της καλλιέργειας υπό τυπικές συνθήκες (ET_c) αναφέρεται στην ανάγκη εξάτμισης από καλλιεργείες που αναπτύσσονται σε μεγάλους αγρούς υπό συνθήκες βέλτιστου εδαφικού νερού, άριστης διαχείρισης και περιβαλλοντικών συνθηκών, και που επιτυγχάνουν πλήρη παραγωγή στις δεδομένες κλιματικές συνθήκες (FAO, 1998).

Διαχείριση και περιβαλλοντικοί παράγοντες

Παράγοντες όπως η εδαφική αλατότητα, η φτωχή γονιμότητα του εδάφους, η περιορισμένη εφαρμογή λιπασμάτων, η παρουσία σκληρών ή αδιαπέρατων εδαφικών οριζόντων, η απουσία ελέγχου ασθενειών και παρασίτων και η φτωχή διαχείριση του εδάφους μπορεί να περιορίσουν την ανάπτυξη της καλλιέργειας και να μειώσουν την εξατμοδιαπνοή.



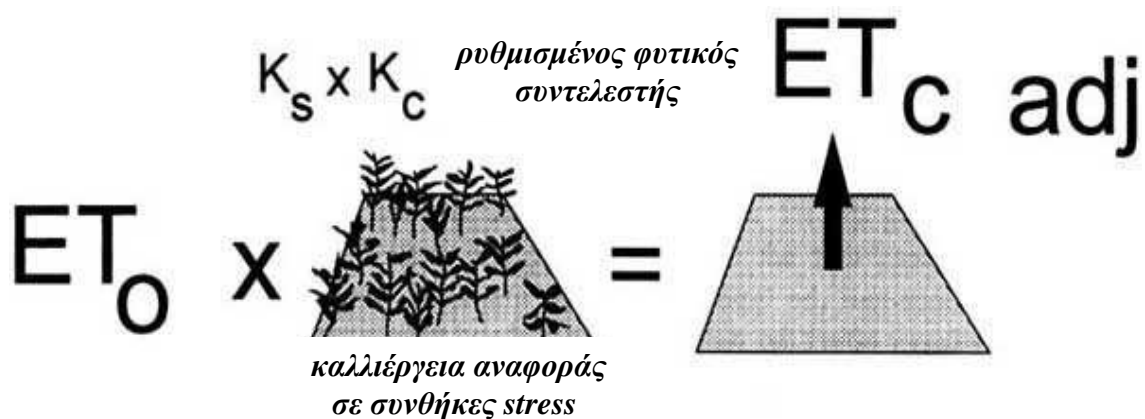
Σχήμα 1.10. Εξατμοδιαπνοή της καλλιέργειας υπό τυπικές συνθήκες (ET_c) (Πηγή: FAO, 1998)

Άλλοι παράγοντες, που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τον υπολογισμό της εξατμοδιαπνοής, είναι η εδαφική κάλυψη, η πυκνότητα των φυτών και η περιεκτικότητα σε νερό του εδάφους.

Η επίδραση που έχει η περιεκτικότητα του εδάφους σε νερό επάνω στην εξατμοδιαπνοή ρυθμίζεται πρώτιστα από το μέγεθος του ελλείμματος σε νερό και τον τύπο του εδάφους. Αφ' ετέρου το υπερβολικά πολύ νερό οδηγεί σε μεγάλη απορροή ή πλημμυρικά φαινόμενα που μπορούν να βλάψουν την ρίζα και να συμβάλλουν στην παρεμπόδιση της αναπνοής του υπόγειου τμήματος.

Κατά τον υπολογισμό της εξατμοδιαπνοής, πρέπει επιπροσθέτως να ληφθεί υπόψη το εύρος των διαχειριστικών πρακτικών, που ενεργούν πάνω στους κλιματικούς παράγοντες και στους παράγοντες της καλλιέργειας, επηρεάζοντας την διαδικασία της εξατμοδιαπνοής.

Οι πρακτικές καλλιέργειας και ο τύπος της μεθόδου άρδευσης μπορούν να αλλάξουν το μικροκλίμα, να επηρεάσουν τα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας ή να επηρεάσουν την υγρασία του εδάφους και της επιφάνειας της καλλιέργειας. Ένας ανεμοφράχτης ελαττώνει τις ταχύτητες του ανέμου και μειώνει την εξατμοδιαπνοή του αγρού λειτουργώντας ουσιαστικά ως εμπόδιο. Η επίδραση μπορεί να είναι σημαντική ειδικά σε ανεμώδεις, θερμές και ξηρές συνθήκες αν και η εξατμοδιαπνοή από τα ίδια τα δέντρα μπορεί να αντισταθμίσει οποιαδήποτε μείωση στον αγρό.

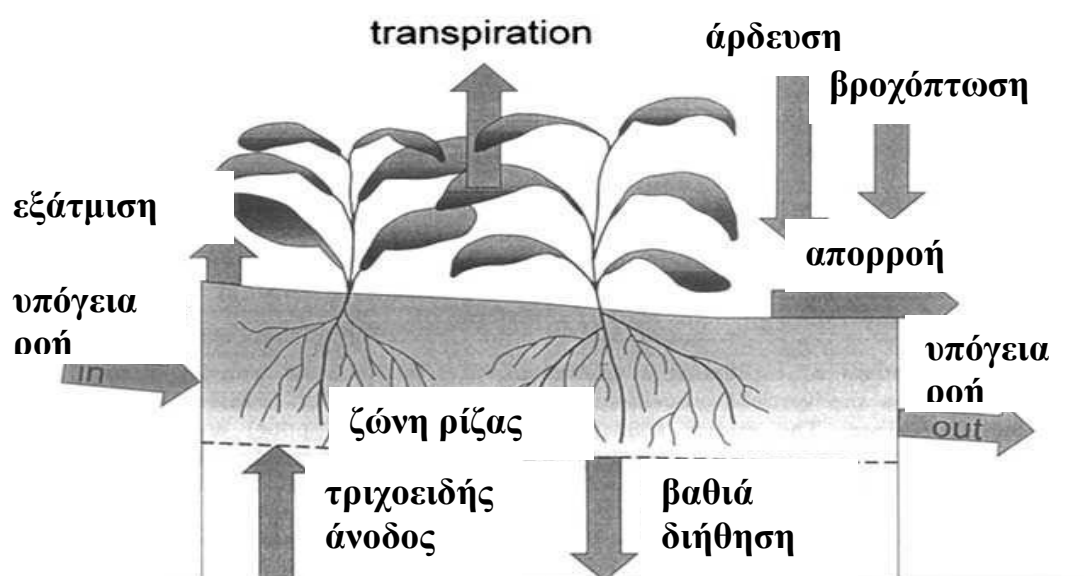


Σχήμα 1.11. Εξατμοδιαπνοή της καλλιέργειας υπό μη τυπικές συνθήκες (ET_c adj) (Πηγή: FAO, 1998).

Η εδαφική εξάτμιση σε έναν νέο οπωρώνα, όπου τα δέντρα είναι αραιωμένα, μπορεί να μειωθεί χρησιμοποιώντας ένα καλά σχεδιασμένο

σύστημα στάγδην άρδευσης. Οι σταλακτήρες εφαρμόζουν το νερό κατευθείαν στο έδαφος κοντά στα δέντρα, αφήνοντας με αυτόν τον τρόπο το σημαντικότερο μέρος της εδαφικής επιφάνειας ξηρό, και περιορίζοντας τις απώλειες εξάτμισης.

Η χρήση των καλυμμάτων προστασίας των ριζών, ειδικά όταν η καλλιέργεια είναι μικρή, είναι ένας άλλος τρόπος ουσιαστικά μείωσης της εδαφικής εξάτμισης. Όπου οι συνθήκες στον αγρό διαφέρουν από τις τυπικές συνθήκες, απαιτούνται διορθωτικοί παράγοντες για να προσαρμόσουν την εξατμοδιαπνοή από ET_o σε ET_{cadj}. Η προσαρμογή απεικονίζει την επίδραση που έχουν στην εξατμοδιαπνοή της καλλιέργειας οι διαχειριστικές και περιβαλλοντικές συνθήκες στον αγρό (FAO, 1998).



Σχήμα 1.12. Υδατικό ισοζύγιο για αρδευτικούς σκοπούς (Πηγή: FAO, 1998).

Σημασία γνώσης της εξατμοδιαπνοής

Η γνώση της εξατμοδιαπνοής είναι θεμελιώδους σημασίας για τους εξής λόγους:

- ✓ Η λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης είναι ένας από τους όρους της εξίσωσης ενεργειακού ισοζυγίου και η ανάλυσή της δίνει πολλές πληροφορίες για (μικρο) κλιματολογικές και αγρομετεωρολογικές μελέτες.
- ✓ Η εξατμοδιαπνοή είναι ένας από τους κύριους παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στην υδρολογία όταν καταρτίζονται υδατικά ισοζύγια.

- ✓ Η εξατμοδιαπνοή είναι αναπόσπαστο κομμάτι των υδρολογικών και κλιματικών διεργασιών της γης και της ατμόσφαιράς της (υπεισέρχεται στα μοντέλα ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας και στα κλιματικά μοντέλα τοπικής, ηπειρωτικής και παγκόσμιας κλίμακας) και αποτελεί σημαντικό τμήμα του υδρολογικού κύκλου.
- ✓ Σε μεγάλες κλίμακες (ακόμα και σε παγκόσμια κλίμακα) η εξατμοδιαπνοή έχει ιδιαίτερη σημασία για την εκτίμηση των κλιματικών και ανθρωπογενών επιδράσεων και περιβαλλοντικών πιέσεων στα φυσικά και γεωργικά οικοσυστήματα.
- ✓ Η εξατμοδιαπνοή έχει τεράστια σημασία για την αγρονομία επειδή επιτρέπει την πρόβλεψη της παραγωγής από την καλλιέργεια (σοδειάς) με τη μέγιστη δυνατή εξοικονόμηση υδατικών πόρων, δεδομένου ότι το νερό αποτελεί τον κύριο περιοριστικό παράγοντα για την γεωργική παραγωγή - διαχείριση υδατικών πόρων και υδατικά ισοζύγια στη γεωργία.
- ✓ Η γεωργική ξηρασία εξαρτάται άμεσα από τη χρονική εξέλιξη της βροχόπτωσης και της δυναμικής εξατμοδιαπνοής αφού με τα ίδια μεγέθη (βροχής και εξάτμισης) μπορεί μια περιοχή να είναι ξηρή αν η περισσότερη βροχή πραγματοποιείται την θερμή περίοδο όπου η εξάτμιση είναι μεγαλύτερη ή υγρή αν συμβαίνει το αντίθετο. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση της Αθήνας, όπου παρά την ιδιαίτερα μικρή ετήσια βροχόπτωση (κάτω των 400 mm) το κλίμα δεν κατατάσσεται ως ξηρό, δεδομένου ότι το μεγαλύτερο μέρος της βροχής πραγματοποιείται την ψυχρή περίοδο και επιτρέπει την ανάπτυξη πολλών ειδών βλάστησης.
- ✓ Ακόμη, η γεωργική ξηρασία εξαρτάται από τη χρονική εξέλιξη της διαφοράς μεταξύ βροχόπτωσης και δυναμικής εξατμοδιαπνοής σε σχέση με την ευπάθεια των φυτών στα διάφορα στάδια ανάπτυξης. Για παράδειγμα αν στο στάδιο της φύτευσης υπάρχει έλλειμμα εδαφικής υγρασίας τότε θα βλαστήσει μικρός αριθμός φυτών και όσο μεγάλη και αν είναι η βροχόπτωση στη συνέχεια η παραγωγή θα είναι μειωμένη σε σχέση με μια άλλη χρονιά όπου η βροχόπτωση θα είναι ευνοϊκότερα κατανεμημένη στο χρόνο.

1.7.3 Υδρολογικά χαρακτηριστικά περιοχής

Η βροχόπτωση και η εξάτμιση σε ένα υδατικό σύστημα καθορίζουν την ποσότητα αλλά όχι και τη χρονική εξέλιξη της επιφανειακής ή υπόγειας

απορροής, αφού η τελευταία εξαρτάται από τα γεωλογικά και εδαφολογικά χαρακτηριστικά, τις χρήσεις γης και την παρουσία υδραυλικών έργων που ταμιεύουν ή μεταφέρουν νερό. Οι παράμετροι αυτές επιδρούν σημαντικά στο συντελεστή απορροής δηλαδή στο ποσοστό βροχόπτωσης που μετατρέπεται σε άμεση επιφανειακή απορροή και εξέρχεται στο ίδιο χρονικό βήμα από το σύστημα, χωρίς να συγκρατηθεί στο έδαφος, στις φυσικές και τεχνητές λίμνες και στους υπόγειους υδροφορείς. Ο συντελεστής απορροής μιας περιοχής μπορεί να αυξηθεί με την αλλαγή των χρήσεων γης (αστικοποίηση, πυρκαγιές) ή να μειωθεί με τη κατασκευή ταμιευτήρων, έργων επαναφόρτισης υπόγειων υδροφορέων ή αναδάσωσης. Η αύξηση του συντελεστή απορροής μειώνει τα διαθέσιμα αποθέματα στο υδατικό σύστημα και κάνει πιο πιθανή την εμφάνιση υδρολογικής ξηρασίας. Ακόμη, μειώνει τη χρονική υστέρηση που έχει η υδρολογική ξηρασία σε σχέση με τη μετεωρολογική (Μαμάσης και Κουτσογιάννης, 2007).

Ιδιαίτερα σημαντική είναι η λειτουργία έργων ταμίευσης και μεταφοράς νερού που μπορούν να ρυθμίσουν την ξηρασία χωροχρονικά, σε κατάντη ή γειτονικές περιοχές για μήνες ή χρόνια. Με αυτό τον τρόπο είναι δυνατό να αποσοβηθεί η υδρολογική ξηρασία, απελευθερώνοντας νερό σε ξηρές περιόδους ή αντίθετα να προκληθεί (ακόμη και σε υγρές περιόδους) δεσμευόντάς το. Η δεύτερη περίπτωση είναι ιδιαίτερα επίκαιρη στις περιπτώσεις που υπάρχουν ανταγωνιστικές χρήσεις στην ίδια περιοχή ή υδρολογικά συστήματα που ανήκουν σε περισσότερες από μία χώρες. (Έβρος, Νείλος, Τίγρης).

1.7.4 Διαχείριση των υδατικών συστημάτων

Η διαχείριση των υδατικών συστημάτων (που περιλαμβάνει και την κατασκευή υδραυλικών έργων), έχει στόχο την εξισορρόπηση προσφοράς και ζήτησης νερού στο χώρο και το χρόνο (Μαμάσης και Κουτσογιάννης, 2007).

Σε ορισμένες γεωγραφικές ζώνες, όπως στην αρκτική, τις ορεινές περιοχές ή τις απέραντες ακατοίκητες εκτάσεις του πλανήτη, όπου η προσφορά νερού είναι πάντοτε πολύ μεγαλύτερη από τη ζήτηση, η διαχείριση συχνά σχετίζεται με τη μεταφορά νερού σε άλλες περιοχές. Σε άλλες ζώνες, όπως στη Μεσόγειο, η φυσική προσφορά νερού είναι, σε πολλές περιπτώσεις, μεγαλύτερη από τη ζήτηση οπότε και είναι απαραίτητη η ταμίευση του νερού για τη μετέπειτα χρήση του. Τέλος, υπάρχουν και περιοχές, όπως για παράδειγμα η πόλη της Αθήνας, όπου η φυσική προσφορά είναι πάντοτε πολύ

μικρότερη από τη ζήτηση οπότε και είναι απαραίτητη η μεταφορά νερού από γειτονικά υδατικά συστήματα. Η διαχείριση των υδατικών συστημάτων προϋποθέτει τη μελέτη του ισοζυγίου μεταξύ της ζήτησης νερού (και των τάσεών της) και της φυσικής προσφοράς υδατικών πόρων (και της αβεβαιότητάς της). Ακόμη, περιλαμβάνει τη μελέτη των οικονομικών παραμέτρων που αφορούν στη λειτουργία του συστήματος (κόστος μεταφοράς νερού) αλλά και τη σχέση των τιμολογίων και της ζήτησης νερού.

Οι τρόποι και μεθοδολογίες διαχείρισης των υδατικών συστημάτων αναφέρονται πρωτίστως στις δυνατότητες ελέγχου τους και εξειδικεύονται στη ρύθμιση της λειτουργίας των ταμιευτήρων, στον επιμερισμό της απόληψης νερού ανά κύρια, δευτερεύουσα ή εφεδρική πηγή, και στη μεταφορά νερού μέσω του δικτύου εξωτερικών υδραγωγείων. Μπορεί επίσης να αναφέρονται και σε πρόσθετα έργα για την ενίσχυση του συστήματος, εφόσον αυτά απαιτούνται (Μαμάσης και Κουτσογιάννης, 2007).

1.7.5 Άλλες παράμετροι

Η κατασκευή υδραυλικών έργων και η ορθολογική διαχείριση των υδατικών συστημάτων μπορούν να αποτρέψουν προσωρινά τη γεωργική και την υδρολογική ξηρασία εφόσον έχει εκδηλωθεί μετεωρολογική ξηρασία. Δεν μπορούν όμως να αποτρέψουν πάντα την κοινωνικοοικονομική ξηρασία, η οποία εξαρτάται από άλλες κοινωνικές, οικονομικές και πολιτικές διαδικασίες. Για παράδειγμα η κατασκευή ταμιευτήρων σε μια χώρα που είναι εξαρτημένη από την υδροηλεκτρική ενέργεια, θα αποσοβήσει την κοινωνικοοικονομική ξηρασία (αδυναμία κάλυψης της ζήτησης ηλεκτρικού ρεύματος) σε μια ξηρή περίοδο.

Ακόμη, η βέλτιστη διαχείριση ενός υδατικού συστήματος με πολλές και ανταγωνιστικές μεταξύ τους χρήσεις (ύδρευση, άρδευση, ενέργεια, οικολογική παροχή, αναψυχή, ναυσιπλοΐα, συγκράτηση πλημμυρών) μπορεί σε περίοδο ξηρασίας να συμβιβάσει τις διαμάχες που προκύπτουν μεταξύ κοινωνικών ομάδων ή γειτονικών περιοχών για τη χρήση του νερού. Όμως, ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού, η κατά κεφαλή κατανάλωση αγαθών, η επιλογή των καλλιεργειών, η μετακίνηση ή μεταφορά πληθυσμών για πολιτικούς λόγους, είναι διαδικασίες που επιδρούν στην εμφάνιση της κοινωνικοοικονομικής ξηρασίας.

Επιπλέον, η υπερίσχυση μιας κοινωνικής ομάδας, που συνδέεται μια χρήση νερού, έναντι άλλων ομάδων με ανταγωνιστική χρήση, ή ακόμη η

εισαγωγή νέων χρήσεων ή επαύξηση υφιστάμενων (π.χ. με κατασκευή νέων ταμιευτήρων) από μια χώρα που ελέγχει διακρατικό ποταμό, μπορούν να οδηγήσουν τις ομάδες ή χώρες ανταγωνιστικών χρήσεων σε κοινωνικοοικονομική ξηρασία. Η αδυναμία διαχείρισης των προηγούμενων παραγόντων, πολλές φορές έχει πολλαπλασιάσει το μέγεθος μιας μετεωρολογικής ξηρασίας οδηγώντας στην πείνα και το θάνατο εκατομμύρια ανθρώπους. Ακόμη, μπορεί μελλοντικά να οδηγήσει σε εκτεταμένες κοινωνικές συγκρούσεις ή και πολέμους με αιτία την ανταγωνιστική χρήση συγκεκριμένων υδατικών πόρων (Μαμάσης και Κουτσογιάννης, 2007 ; Μαμάσης και Ευστρατιάδης, 2012).

1.8 Γνωστές ξηρασίες

1.8.1 Γενικά

Ο λιμός θεωρείται από τις χειρότερες φυσικές καταστροφές, παρά το γεγονός ότι πολλές φορές είναι ανθρώπινο έργο. Οι επιπτώσεις του στον άνθρωπο είναι εκτεταμένες και διαρκούν για μήνες, αν όχι χρόνια, αφανίζοντας από προσώπου γης χωριά και πολιτείες, την ίδια στιγμή που προκαλεί γενικευμένες μετακινήσεις πληθυσμών. Ο θάνατος μάλιστα από την πείνα και τον υποσιτισμό είναι αργός και βασανιστικός, πλήττοντας κυρίως τις ευπαθείς ομάδες του πληθυσμού, όπως τα παιδιά και τους ηλικιωμένους. Είναι άλλωστε γνωστό ότι τα περισσότερα θύματα της ξηρασίας δεν οφείλονται στην έλλειψη πόσιμου νερού αλλά στη έλλειψη τροφίμων, καθώς οι καλλιέργειες που τα υποστηρίζουν δεν έχουν το απαραίτητο, για την ανάπτυξή τους, αρδευτικό νερό.

Κι ενώ η ξηρασία και άλλα φυσικά φαινόμενα ευθύνονται συνήθως για το αποτρόπαιο γεγονός, δεν είναι σπάνιο ο λιμός να προκαλείται από πολιτική ανικανότητα ή υπέρμετρη φιλοδοξία, με τη σκληρότητα απέναντι στον συνάνθρωπο να επιτείνει το πρόβλημα και να εγκαθιδρύει τον όλεθρο.

Ο Λιμός του Βιετνάμ (1945)

Απολογισμός: 2 εκατομμύρια νεκροί

Το γαλλικό προτεκτοράτο του Βιετνάμ βρισκόταν υπό γαλλικό ζυγό κατά το μεγαλύτερο μέρος του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, όταν ο ιαπωνικός επεκτατισμός θα έπληττε την Ινδοκίνα.

Ως αποτέλεσμα, το Βιετνάμ καταλήφθηκε από τους Ιάπωνες, με τη γαλλική αποικιακή κυβέρνηση να συνεργάζεται ωστόσο με τον ασιάτη κατακτητή. Η αγροτική οικονομία της χώρας ξεθεμελιώθηκε, αλλάζοντας το δόγμα της από επάρκεια σε αγαθά πρώτης ανάγκης σε παραγωγή υλικών πολέμου, κυρίως καουτσούκ.

Οι ιαπωνικές δυνάμεις εκμεταλλεύτηκαν τις λιγοστές καλλιέργειες που επιβίωσαν, επιτάσσοντας τις φάρμες για λογαριασμό τους. Αυτό, σε συνεργασία με μια περίοδο φριχτής ξηρασίας που ακολουθήθηκε από σχεδόν βιβλικές πλημμύρες, θα προκαλούσε γενικευμένη λιμοκτονία στον πληθυσμό του Βόρειου Βιετνάμ, με τον λιμό να στερεί τη ζωή σε όχι λιγότερους από 2 εκατομμύρια ανθρώπους (βλ. φωτογραφία 1.1.).



Φωτογραφία 1.1. Μεταφορά νεκρών στο Βιετνάμ από το λιμό του 1945 – Πηγή: Καθημερινή της Κυριακής

Ο Λιμός της Βεγγάλης του 1770

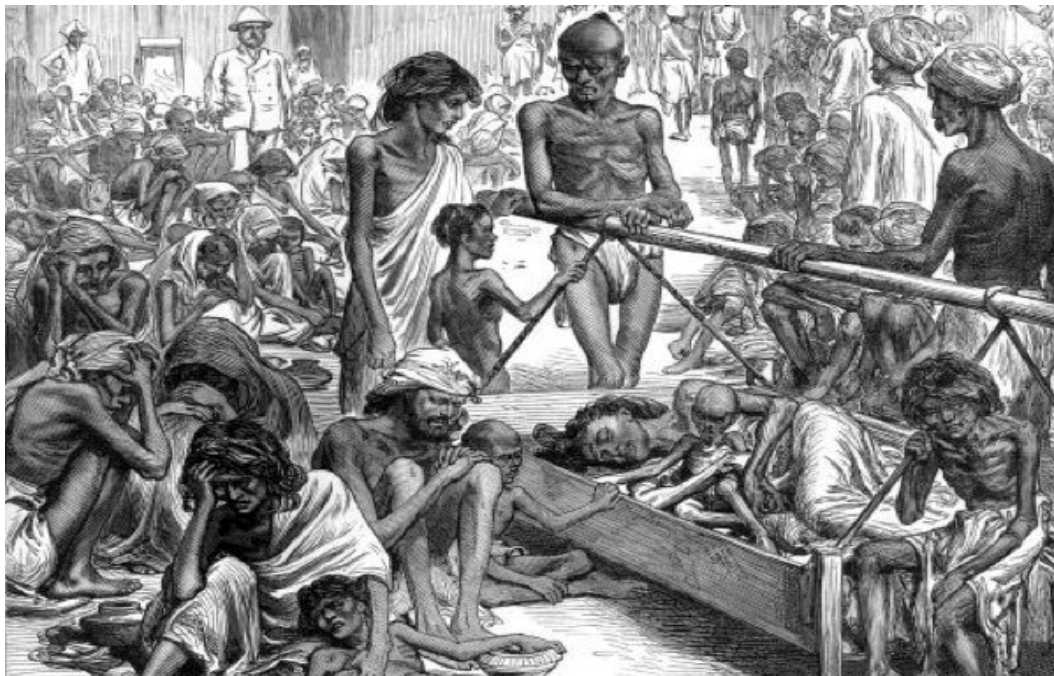
Απολογισμός: 10 εκατομμύρια νεκροί

Ο φονικότερος λιμός που χτύπησε τη Βεγγάλη δεν ήταν δυστυχώς αυτός του 1943, καθώς η δοκιμασία που πέρασε η Βεγγάλη το 1770 θα εξαφάνιζε το 1/3 του πληθυσμού της.

Κυβερνημένη από τη βρετανικών συμφερόντων εταιρία East India Company, η Βεγγάλη δοκιμαζόταν από εκτεταμένη περίοδο ξηρασίας, που είχε

επιφέρει καθοριστική μείωση στις σοδειές. Παρά ταύτα, η εταιρία συνέχισε ανενόχλητη να αυξάνει τους φόρους στην περιοχή, με τους αγρότες να μην μπορούν πλέον να καλλιεργήσουν τίποτα, ούτε όμως και να προμηθευτούν τα λιγоста και πανάκριβα τρόφιμα που κυκλοφορούσαν ακόμα.

Και σαν να μην έφτανε αυτό, η East India Company εξανάγκαζε τους χωρικούς να καλλιεργούν λουλάκι και όπιο, σοδειές που ήταν σαφώς πιο προσοδοφόρες από το φτηνό ρύζι. Με τα αποθέματα του ρυζιού λοιπόν να εξαντλούνται και τη γενικευμένη έλλειψη σε αγαθά πρώτης ανάγκης, 10 εκατομμύρια περίπου κάτοικοι θα πέθαιναν από την πείνα (βλ. φωτογραφία 1.2.).



Φωτογραφία 1.2. Αποτύπωση της εξαθλίωσης του πληθυσμού της Βεγγάλης το έτος 1770 από το λιμό της ίδιας χρονιάς – Πηγή: Καθημερινή της Κυριακής

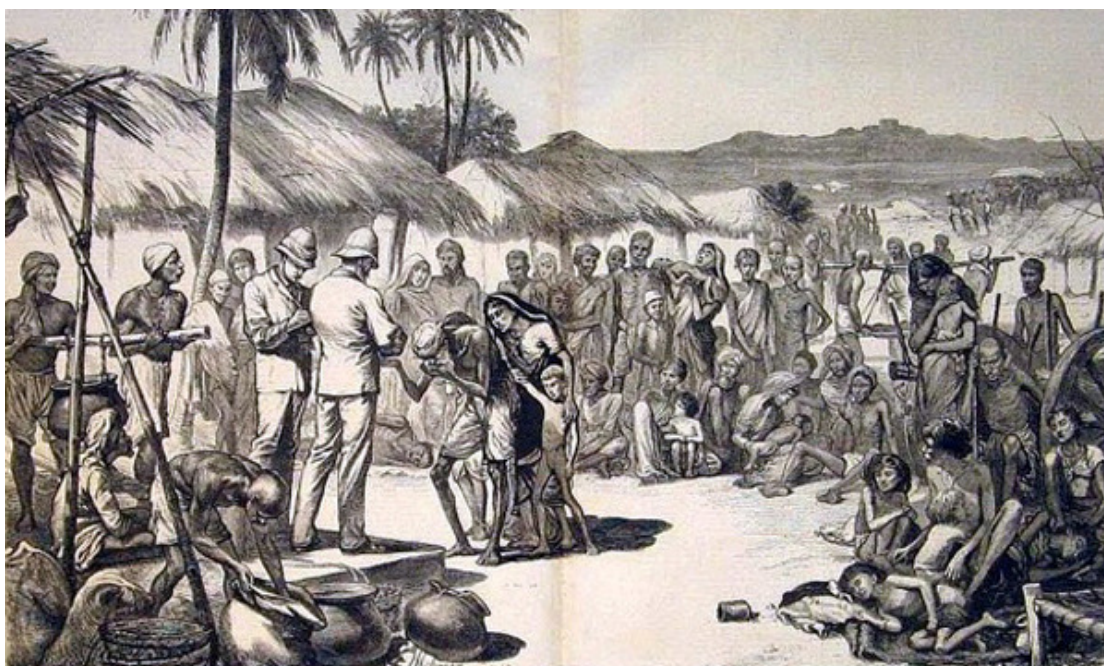
Ο Λιμός της Βόρειας Ινδίας (1783)

Απολογισμός: 11 εκατομμύρια νεκροί

Μία μόνο κακή χρονιά ήταν αρκετή να σπείρει τον όλεθρο στη δοκιμαζόμενη από τη φτώχεια και την ανέχεια Ινδία. Ήταν το 1783 λοιπόν όταν η περιοχή μαστίστηκε από μια ασυνήθιστη για τα χρονικά ξηρασία, με τις βροχοπτώσεις να είναι πρακτικά ανύπαρκτες (βλ. φωτογραφία 1.3.).

Τεράστιες εκτάσεις καλλιεργειών καταστράφηκαν από την ξηρασία, την ίδια στιγμή που η κτηνοτροφία εξαφανίστηκε, εξαιτίας της έλλειψης τροφής

και πόσιμο νερού. Η παραχώδης χρονιά θα μείωνε τον πληθυσμό της Βόρειας Ινδίας κατά 11 εκατομμύρια ψυχές.



Φωτογραφία 1.3. Αποτύπωση της εξαθλίωσης του πληθυσμού της Ινδίας εν' έτη 1783 και διανομή τροφής στους κατοίκους – Πηγή: Καθημερινή της Κυριακής

Ο Κινεζικός Λιμός του 1907

Απολογισμός: 25 εκατομμύρια νεκροί

Ο δεύτερος καταστροφικότερος σε φόρο ανθρώπινου αίματος λιμός της Ιστορίας είναι η συμφορά που έπληξε την Κίνα το 1907 και θα στερούσε τη ζωή σε 25 εκατομμύρια κατοίκους.

Οι κεντροανατολικές επαρχίες της αχανούς χώρας προσπαθούσαν να συνέλθουν από μια σειρά κακών σοδειών λόγω έντονης ξηρασίας όταν μια τεράστια πλημμύρα θα έπληττε την περιοχή, καταστρέφοντας δεκάδες χιλιάδες τετραγωνικά χιλιόμετρα καλλιεργήσιμης γης και εξαφανίζοντας το σύνολο σχεδόν της σοδειάς. Μάχες ξεσπούσαν καθημερινά για λιγοστά γραμμάρια τροφής, με τον εξαγριωμένο και πεινασμένο όχλο να καταστέλλεται με τη δύναμη της ωμής βίας. Εκτιμήθηκε μάλιστα ότι, στη καλύτερη των περιπτώσεων, πέθαιναν κατά μέσο όρο 5.000 άνθρωποι καθημερινά από τον υποσιτισμό. Και δυστυχώς αυτός έμελλε να μην είναι καν ο φονικότερος λιμός που θα γνώριζε η Κίνα (Πηγή: Καθημερινή της Κυριακής).

Ο Μεγάλος Κινεζικός Λιμός (1958-1962)

Απολογισμός: 43 εκατομμύρια νεκροί

Όπως και ο Σοβιετικός Λιμός του 1932-1933, ο Μεγάλος Κινεζικός Λιμός θα ήταν το θλιβερό αποτέλεσμα της βίαιης κομμουνιστικής αλλαγής στον τρόπο αγροτικής παραγωγής.

Ως μέρος λοιπόν του «Μεγάλος Βήματος προς τα Εμπρός» που ευαγγελίστηκε ο ηγέτης της Κομμουνιστικής Κίνας, Μάο ΤσεΤούνγκ, το 1958, εγκαινιάζεται η κοινοτική γεωργία, σε μια προσπάθεια να αυξηθούν τα αποθέματα σε αγαθά πρώτης ανάγκης. Το βήμα ωστόσο που θα έφερνε την καταστροφή ήταν η έμφαση που έδωσε το μαοϊκό καθεστώς στην παραγωγή χάλυβα, με εκατομμύρια κυριολεκτικά χωρικούς να απαλλάσσονται από τα αγροτικά τους καθήκοντα και να μεταφέρονται βιαίως σε φάμπρικες για την παραγωγή μετάλλου.

Η βεβιασμένη προσπάθεια εκβιομηχάνισης της κινεζικής οικονομίας συνοδεύτηκε με μια σειρά από καθοριστικά λάθη σε επίπεδο αγροτικής παραγωγής, με τις τεχνικές απόπειρες για αποδοτικότερες καλλιέργειες (όπως η υπερκαλλιέργεια) να πέφτουν στο κενό και να φέρνουν τα ακριβώς αντίθετα αποτελέσματα.

Οι λάθος πολιτικές λοιπόν, σε συνδυασμό με την πλημμύρα του 1959 και την ξηρασία του 1960, θα επηρέαζαν όλο το έθνος και μέχρι να λάβει και επισήμως τέλος το «Μεγάλο Βήμα προς τα Εμπρός» το 1962 και 43 εκατομμύρια Κινέζοι θα έχαναν τη ζωή τους από πείνα και υποσιτισμό (Πηγή: Καθημερινή της Κυριακής).

1.8.2 Επεισόδια ξηρασίας ανά τον Κόσμο

Σύμφωνα με τον WHO (1986) στο διάστημα των ετών 1974-1985 πολλές χώρες επηρεάστηκαν από ξηρασία. Μάλιστα τα πιο εκτεταμένα επεισόδια συνέβησαν την περίοδο 1982-1984 (Αφρική, Ν. και Ν.Α. Ασία, Αυστραλία, Ν. και Β.Α. Αμερική).

1.8.3 Η ξηρασία στην Αφρική

Η Αφρικανική ξηρασία εκδηλώνεται με φαινόμενα σε δύο χρονικές κλίμακες:

- Σχετικά βραχύβια επεισόδια σοβαρής εκτεταμένης ξηρασίας που διαρκούν συνήθως 1-2 έτη, ίσως και λίγο περισσότερο, σπάνια όμως ξεπερνούν τα

4-5 έτη. Το σχήμα αυτό των επαναλαμβανόμενων ξηρών και υγρών επεισοδίων είναι τυπικό των ημίξηρων περιοχών που είναι επιρρεπής στην ξηρασία.

- Μακρά επεισόδια που καλύπτουν μία δεκαετία ή και περισσότερο, που μπορούν να περιλαμβάνουν ορισμένα ιδιαίτερα ξηρά επεισόδια. Οι διακυμάνσεις μακροχρόνιας κλίμακας φαίνεται ότι αποτελούν χαρακτηριστικό των νότιων περιοχών της Σαχάρας και της Δ. Αφρικής.
- Στις ημίξηρες περιοχές, οι βραχείες ξηρές κλιματικές τάσεις θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε ταχεία χειροτέρευση της κατάστασης του εδάφους και της βλάστησης, και στη διατάραξη του υδρολογικού κύκλου, από τις οποίες η ανάκαμψη θα ήταν ιδιαίτερα βραδεία ή και μη αναστρέψιμη. Είναι γεγονός ότι η Σαχάρα επεκτείνεται νότια με ρυθμό 1-5 km ανά έτος.
- Ένας από τους σημαντικότερους λόγους που οι χώρες της Αφρικής υπέστησαν τόσο δραματικές τις συνέπειες της ξηρασίας ήταν η αδράνεια των Εθνικών Κυβερνήσεων σε αποτελεσματικές δράσεις και σε συστήματα πρόληψης και ανακούφισης των επιπτώσεων της ξηρασίας. Αποτελέσματα της άναρχης διακυβέρνησης ήταν η ολοκληρωτική κατάρρευση της γεωργίας, η μετανάστευση των νομάδων, οι συγκρούσεις με τους κτηματίες και μεταξύ των φυλών, η δημιουργία στρατοπέδων με πρόσφυγες, ο χρόνιος υποσιτισμός (στο Μαλί η βοήθεια έφτασε μόλις τον 6^ο χρόνο της ξηρασίας όταν το 70% των παιδιών πέθαιναν από την ασιτία), αδυναμία μεταφοράς και διανομής των τροφίμων, και η αιολική αποσύνθεση των εδαφών μετά και την υπερβόσκηση.

Τσάντ (έτη ξηρασιών 1968, 1973 και 1984)

Είχαν σας αποτέλεσμα:

- τη μείωση της παραγωγής τροφίμων,
- τη μεγιστοποίηση του αριθμού θανάτων ζώων,
- τη ξήρανση της φυτοκάλυψης και την αιολική διάβρωση,
- και τους εκατοντάδες ανθρώπινους θανάτους (Boinde, 1997).

Αιθιοπία (έτη ξηρασιών 1968 – 1986)

Ως αποτέλεσμα είχαν τις σοβαρές ελλείψεις τροφίμων, την αποψίλωση εκτάσεων και τους εκατοντάδες χιλιάδες ανθρώπινους θανάτους (Demessie, 1997).

Ζιμπάμπουε (έτη ξηρασιών 1981 – 1993)

Ως αποτέλεσμα είχαν κοινωνικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά προβλήματα και την εξαθλίωση του 80% του πληθυσμού (Marume, 1997).

Μποτσουάνα (έτος ξηρασίας 1980)

Μέτρα που πάρθηκαν για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων:

- ανάπτυξη δικτύου διανομής τροφίμων και προγράμματος έγκαιρης προειδοποίησης,
- προστασία καλλιεργειών με υπολογισμό του ρίσκου,
- ζύγισμα των 2/3 των παιδιών για την περίπτωση ύπαρξης υποσιτισμού,
- δωρεάν διανομή σπόρων,
- επιδοτήσεις για καλλιέργεια της γης,
- και πώληση των εξασθενημένων ζώων σε τιμές μεγαλύτερες της αγοράς.

Τα μοναδικά πρόβλημα που υπάρχουν σήμερα είναι μία πιθανή κρατική αδιαφορία καθώς και ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού που αγγίζει το 3,9% ετησίως.

1.8.4 Υπόλοιπος κόσμος

Μ. Βρετανία (έτη ξηρασιών 1976 & 1988)

Η συγκεκριμένη ξηρασία είχε ως αποτελέσματα:

- τη ξήρανση των πηγαδιών,
- τη μεταφορά νερού με τάνκερ,
- και τη σημαντική μείωση της αγροτικής παραγωγής (National Rivers Authority, 1992).

Γαλλία (έτη ξηρασιών 1992 – 1993)

Ως αποτέλεσμα είχαν τη σημαντική μείωση της αγροτικής παραγωγής (Comby, 1993).

Πολωνία (έτη ξηρασιών 1982 – 1992)

Παρουσιάστηκε σημαντική μείωση της αγροτικής παραγωγής σε ποσοστό 15 – 40% (Farat and Mager, 1997).

Βουλγαρία (έτη ξηρασιών 1970 & 1984-1993)

Παρατηρήθηκε σημαντική μείωση της αγροτικής παραγωγής (Alexandron, 1997).

Τουρκία (έτη ξηρασιών 1954 – 1962)

Μέτρα που πάρθηκαν για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων:

- ανάπτυξη νέων καλλιεργειών,
- αποτελεσματικότερα συστήματα (σύγχρονα) άρδευσης,
- και πρόγραμμα GAP - 15 φράγματα, 14 ΥΗΣ, 19 αρδευτικά προγράμματα (Komuscu, 1997).

Στον πίνακα 1.2., που ακολουθεί, παρουσιάζονται διάφορες γνωστές ξηρασίες στην Ευρώπη, καθώς και το αντίστοιχο χρηματικό κόστος, όπως προέκυψε από τις δυσμενείς επιπτώσεις αυτών (Μιμίκου και Φωτόπουλος, 2004).

Πίνακας 1.2. Περιοχές που επηρεάστηκαν από ξηρασίες στην Ευρώπη και οικονομικό κόστος

Περίοδος	Περιοχές που επηρεάστηκαν		Κόστος (Δισ. US \$)
	Περιοχή	Κράτος	
1976	Δυτική Ευρώπη	Μεγάλη Βρετανία (Μόνο στο Λονδίνο)	~ 1.0
1981- 82	Ιβηρική Χερσόνησος	Πορτογαλία, Ισπανία, Νότια Γαλλία, Κορσική, Ιταλία	> 6.2
1988- 91	Μεσόγειος	Πορτογαλία, Ισπανία, Νότια Γαλλία, Ιταλία, Αλβανία, Ελλάδα	> 2.6
1992- 94	Ανατολική Ευρώπη	Γερμανία, Δανία, Πολωνία, Λιθουανία, Ουγγαρία, Γιουγκοσλαβία, Ουκρανία, Μολδαβία	> 1.4
2000-2004	Κεντρική Ευρώπη	Ρουμανία, Ουγγαρία, Πολωνία, Βουλγαρία, Ελλάδα, Γιουγκοσλαβία, Τσεχία, Αυστρία, Ελβετία, Ιταλία, Γερμανία, Βέλγιο, Δανία, Ολλανδία, Νορβηγία, Αγγλία, Γαλλία, Ισπανία, Πορτογαλία	> 15.0

Ινδία (έτη ξηρασιών 1877, 1899, 1918, 1972 & 1987)

Είχαν ως αποτέλεσμα:

- τη μετανάστευση των κοπαδιών,
- τις δανειοδοτήσεις,
- την πώληση γης
- και τη μείωση των κοινωνικών παροχών (Shaha, 1997).

Αυστραλία (έτη ξηρασιών 1895 – 1903, 1982-83)

Ως αποτέλεσμα οι έμμενες ξηρασίες στην Αυστραλία έχουν την αναλογία 3 προς 10 σε αποδοτικά χρόνια αγροτικής παραγωγής (Χριστοδούλου και συνεργάτες, 1998).

Μέτρα που πάρθηκαν για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων:

- εγγύηση σε περίπτωση απώλειας παραγωγής από την κυβέρνηση,
- επιδοτήσεις διάνοιξης γεωτρήσεων,
- μετρήσεις στάθμης ποταμών ταμιευτήρων,
- μεταφορά κοπαδιών με ευθύνη του κράτους,
- εναέρια ζιζανιοκτονία,
- εναέριος έλεγχος υπερβόσκησης,
- μοντέλα διαχείρισης πρόγνωσης ξηρασίας,
- και έργα μείωσης απωλειών νερού.

U.S.A. (Δεκαετίες ξηρασιών 1890, 1910, 1930, 1950, 1970)

Είναι γεγονός ότι από τη δεκαετία του 1930 έως το 1980 υπήρξε εξαπλασιασμός της αρδευόμενης γης (Χριστοδούλου και συνεργάτες, 1998).

Μέτρα που πάρθηκαν για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων:

- κατασκευή λεκανών απορροής,
- χρήση σύγχρονων συστημάτων άρδευσης,
- πληθώρα εγχειοβελτιωτικών έργων,
- εγκατάσταση μοντέλων πρόβλεψης καιρού,
- προγράμματα τροποποίησης καιρού,
- και ελαχιστοποίηση διαρροών και απωλειών νερού.

Βραζιλία (έτη ξηρασιών 1982 – 1992)

Ως αποτέλεσμα είχαν τη σημαντική μείωση της αγροτικής παραγωγής έως και 40%, την αύξηση των πυρκαγιών και την επιτάχυνση της διαδικασίας αμμοποίησης (sandification) – ερημοποίησης των περιοχών (Brunini, 1997).

1.9 Ξηρασίες στον Ελληνικό χώρο

Στα αρχαία χρόνια περιγράφονται ξηρασίες την Αιάκειο περίοδο και τη Μυκηναϊκή Εποχή όπως επίσης και η Ξηρασία Φορονέως, η Ξηρασία Ερεχθέως, η Ξηρασία Δαναού, η Ξηρασία Αγοράς τον 8^ο αιώνα π.Χ. (Ιερά αφιερωμένα στον Όμβριο Δία.).

Στη σύγχρονη Ιστορία η περιοχή της Αττικής κατά την περίοδο 1860 – 2005 επλήγη τουλάχιστον από 31 ξηρασίες οι οποίες δεν φαίνεται να είχαν κάποια περιοδικότητα. Εξαιρέση αποτελούν οι ξηρασίες των ετών 1989-90 και 2001-2002 που συνέπεσαν με το μέγιστο αριθμό ηλιακών κηλίδων (Μαμάσης και Κουτσογιάννης, 2007).

Σημαντικότερη ξηρασία στον Ελλαδικό χώρο τα σύγχρονα χρόνια, παρότι προηγήθηκαν σημαντικές ξηρασίες κατά τη δεκαετία του 90, ήταν η ξηρασία του 2001-2002, η οποία προκάλεσε εκτεταμένες ζημιές στον αγροτικό τομέα, καταστρέφοντας σημαντικές εκτάσεις καλλιεργειών σε 29 νομούς. Ειδικότερα στη Θεσσαλία, περισσότερα από 40 km² βαμβακοκαλλιεργειών καταστράφηκαν και κινδύνευσαν με καταστροφή ή απειλήθηκαν με εξαφάνιση ολόκληρα οικοσυστήματα λιμνών και ποταμών, ενώ επιπροσθέτως υπήρξε σημαντικά μεγάλη πτώση της στάθμης των γεωτρήσεων (Μιμίκου και Φωτόπουλος, 2004).

1.9.1 Είδη ξηρασίας στον Ελλαδικό χώρο

Δύο είναι τα είδη ξηρασίας που κάνουν την εμφάνισή τους στον Ελλαδικό χώρο (Χριστοδούλου, 1991):

Εποχιακή ξηρασία και χαρακτηριστικά της:

- ✓ Εντονότερη στις παράκτιες και νησιωτικές περιοχές
- ✓ Αυξάνει από τα βόρεια προς τα νότια
- ✓ Είναι χαρακτηριστική του Μεσογειακού κλίματος (ξηρά καλοκαίρια)
- ✓ Επηρεάζει κυρίως την αγροτική παραγωγή και τις εαρινές καλλιέργειες

Τυχαία ξηρασία και χαρακτηριστικά της:

- ✓ Κάνει την εμφάνισή της οποιαδήποτε εποχή του έτους
- ✓ Δεν παρουσιάζει περιοδικότητα
- ✓ Απροσδιόριστες οι αιτίες εμφάνισή της

1.9.2 Πιθανές Αιτίες Ξηρασίας στον Ελληνικό Χώρο

Από την υπάρχουσα βιβλιογραφία (Μαμάσης, 1997 ; Leroux, 1993 ; Μαχαίρας, 1979 & 1993 ; Χριστοδούλου, 1991 ; Γκίκα και Ρίζου, 1992) οι πιθανές αιτίες ξηρασίας στον Ελλαδικό χώρο είναι:

- η συσχέτιση ξηρασιών με τις αργές καθοδικές κινήσεις αερίων μαζών που συνδέονται με την παρουσία συστημάτων υψηλών πιέσεων (αντικυκλώνες),
- οι τύποι που καθορίζουν την εποχιακή ξηρασία ανήκουν στη κατηγορία των αντικυκλωνικών και υφεσιακών χαρακτηριστικών τύπων,
- η απουσία των υφεσιακών τύπων NW1 και SW1 που δίνουν βροχοπτώσεις σε όλη την Ελλάδα,
- και η εμφάνιση του ισχυρού αντικυκλώνα εμποδισμού πάνω από τη Μεσόγειο.

2 ΑΡΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΙ ΥΔΑΤΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ

2.1 Ιστορικά

Η άρδευση στο πέρασμα του χρόνου αποτέλεσε πηγή οικονομικής ανάπτυξης και ευημερίας, σε λαούς που εγκαίρως την αποδέχθηκαν ή είχαν την δυνατότητα να την χρησιμοποιήσουν, αλλά παράλληλα και αιτία πολέμου εξαιτίας αυτού του σημαντικού στρατηγικού πλεονεκτήματος. Ιστορικά και αρχαιολογικά δεδομένα απέδειξαν ότι η άρδευση έπαιξε μεγάλο ρόλο στην ανάπτυξη των σημαντικότερων αρχαίων πολιτισμών.

Πίνακας 2.1. Αύξηση των αρδευομένων εκτάσεων (σε ha) σε επιλεγμένες χώρες ανά τον κόσμο με τη χρήση σύγχρονων συστημάτων άρδευσης.

Χώρα	1981	1986	1991	2000
Η.Π.Α.	185.300	392.000	606.000	1.050.000
Ινδία	20	0	55.000	260.000
Αυστραλία	20.050	58.800	147.000	258.000
Ισπανία	0	112.500	160.000	230.000
Νότια Αφρική	44.000	102.250	144.000	220.000
Ισραήλ	81.700	126.800	104.300	161.000
Γαλλία	22.000	0	51.000	140.000
Μεξικό	2.000	12.700	60.000	105.000
Αίγυπτος	0	68.500	68.500	104.000
Ιαπωνία	0	1.400	57.100	100.000
Ιταλία	10.300	21.700	78.600	80.000
Ταϊλάνδη	0	3.700	45.200	72.000
Κολομβία	0	0	29.500	52.000
Ιορδανία	1.000	12.000	12.000	38.300
Βραζιλία	2.000	20.200	20.200	35.000
Κίνα	8.000	10.000	19.000	34.000
Μαρόκο	3.600	5.800	9.800	17.000
Πορτογαλία	0	23.600	23.600	25.000
Κύπρος	6.000	10.000	25.000	25.000

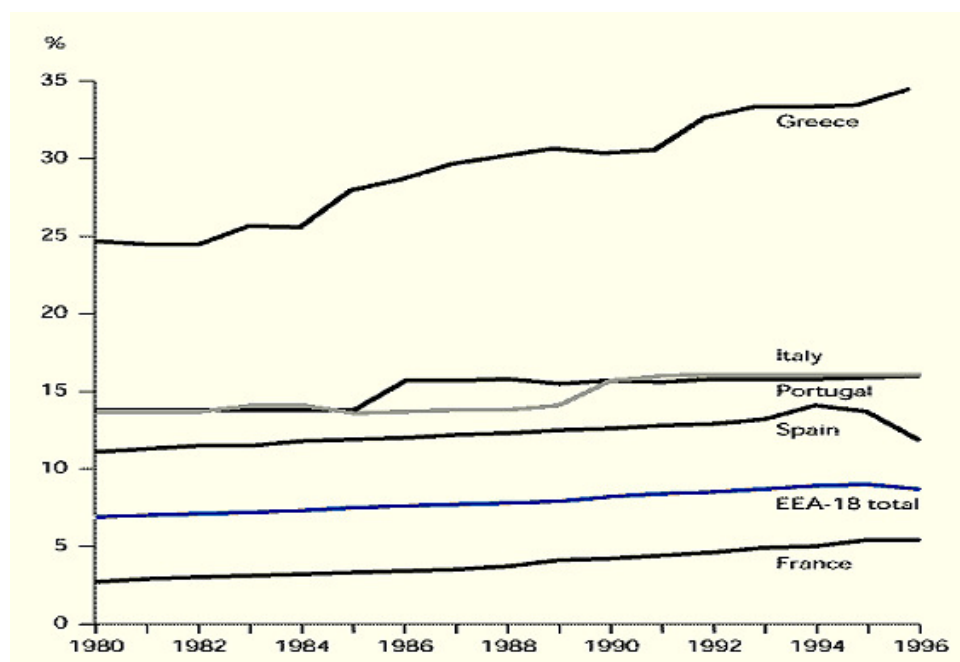
(Πηγή: Developments in Agricultural Engineering 13, ELSEVIER 2007).

Πολιτισμοί όπως αυτοί που αναπτύχθηκαν ' 'δίπλα' ' σε μεγάλους ποταμούς και υδρολογικές λεκάνες όπως ο Νείλος, ο Τίγρης, ο Ευφράτης, ο Ινδός και ο Κίτρινος ποταμός (Gelbrud, 1985; Postel, 1999). Για παράδειγμα η άρδευση με κατάκλιση ξεκίνησε 6.000 χρόνια π.Χ. στο Νείλο ποταμό και συνεχίζεται μέχρι και σήμερα χρησιμοποιώντας τα πλέον σύγχρονα συστήματα άρδευσης.

Η ανάπτυξη σύγχρονων συστημάτων άρδευσης με το πέρασμα των ετών έδωσε ένα επιπλέον κίνητρο ανάπτυξης ακόμη και σε χώρες που βιοποριστικά ήταν σαφώς υποβαθμισμένες (βλ. πίνακα 2.1).

2.2 Γενικά

Οι αγροτικές καλλιέργειες αποτελούν τον κυριότερο καταναλωτή νερού στη χώρα (σε ποσοστό περίπου 85% στις καταναλωτικές χρήσεις). Στο σημείο αυτό, όπως και σε πολλά άλλα, η χώρα μας διαφέρει σημαντικά από άλλες χώρες της ΕΕ. Η διαφορά αυτή δεν υποδηλώνει, όπως πολλοί ισχυρίζονται, χαμηλό επίπεδο οικονομικής ανάπτυξης σε σχέση π.χ. με χώρες του Ευρωπαϊκού Βορρά. Είναι αποτέλεσμα κλιματολογικών συνθηκών και αποτελεί μόνιμη και αναπόφευκτη χαρακτηριστική διάσταση της διαχείρισης των υδατικών πόρων της Ελλάδας, στο βαθμό που η γεωργία παραμένει ως μια από τις σημαντικές παραγωγικές δραστηριότητες της χώρας.



Διάγραμμα 2.1. Άρδευόμενη επιφάνεια ως ποσοστό της συνολικής για διάφορες χώρες της Ευρώπης (Πηγή: FAO, Eurostat/NewCronos).

Στις χώρες του Βορρά, λόγω χαμηλότερων θερμοκρασιών και υψηλότερου ύψους βροχής το καλοκαίρι οι αρδευτικές ανάγκες είναι πολύ περιορισμένες. Μόνο στις χώρες του Νότου οι αρδευτικές ανάγκες είναι σημαντικές. Όπως όμως χαρακτηριστικά φαίνεται στο διάγραμμα 2.1., στη χώρα μας το ποσοστό της αρδευόμενης έκτασης επί της συνολικής ξεπερνά κατά πολύ τον ευρωπαϊκό μέσο όρο αλλά και εκείνο των άλλων μεσογειακών χωρών της Ευρώπης.

Συγκεκριμένα, το ποσοστό των αρδευόμενων γεωργικών γαιών στην Ελλάδα ανέρχεται, σύμφωνα με παλαιότερη έρευνα, στο 32% του συνόλου, ενώ περίπου το 60% των πεδινών εδαφών αρδεύεται (Ελληνική Επιτροπή για την Καταπολέμηση της Ερημοποίησης, 2001). Αντίθετα η μέση κατανάλωση νερού για ύδρευση στην Ελλάδα είναι σαφώς κατώτερη από το μέσο όρο της Ε.Ε. (100 λίτρα νερού ύδρευσης ανά κάτοικο την ημέρα – Περιοδικό Εικόνες – φύλλο 22/3/2009).

Είναι γεγονός ότι τα ποτάμια μας γίνονται πλέον χωματερές αυτό προκύπτει από την μελέτη για την περιβαλλοντική κατάσταση των 15 σημαντικότερων ποταμών στα Βαλκάνια του ερευνητή του Ινστιτούτου Εσωτερικών Υδάτων του ΕΛΚΕΘΕ (Ελληνικού Κέντρου Θαλασσίων Ερευνών) κ. Ν. Σκουλικίδη. Ο πίνακας που ακολουθεί αναδεικνύει το παραπάνω σημαντικό πρόβλημα (εφημερίδα Το Βήμα – φύλλο 20/9/2009).

Πίνακας 2.2. Περιβαλλοντική κατάσταση Ελληνικών ποταμών

Ποταμός	Μείωση όγκου υδάτων (%)	Περίοδος μετρήσεων	Νιτρικά άλατα (mg l ⁻¹)	Νιτρώδη άλατα (μg l ⁻¹)	Αμμωνιακά άλατα (μg l ⁻¹)	Ολικός Φώσφορος (μg l ⁻¹)
Αώος	-24%	1964-1987	<0,22	10	<36	19,6
Έβρος	+7,54%	1936-1985	3,47	165	105	668
Νέστος	-8%	1996-2006	1,24	14	84	136
Στρυμόνας	-	-	1,46	16	63	144
Αξιός	-57%	1961-2000	1,86	60	87	634
Αλιάκμονας	-12%	1963-2006	0,68	8	140	20
Άραχθος	-30%	1982-2006	-	-	-	-
Αχελώος	-12%	1980-2006	0,82	27	87	66

Πηγειός	-	-	1,92	13	63	77
Σπερχειός	-48%	1950-1990	0,75	5,2	83,2	15,2
Αλφειός	-	-	0,69	<5,5	<54	<16
Ευρώτας	-84%	1974-2006	1,21	21	65	<21
Κατάσταση:		Πολύ καλή	Καλή	Μέτρια	Κακή	Πολύ κακή

Παρ' όλα αυτά, θα πρέπει να τονιστεί ότι για τη διαχείριση και προστασία των υδάτων της χώρας μας, στο πλαίσιο της εφαρμογής του Ευρωπαϊκού και του Εθνικού Νομικού Πλαισίου, με στόχο τη μεγιστοποίηση της οικονομικής και κοινωνικής ευημερίας, με τρόπο δίκαιο και χωρίς συμβιβασμούς ως προς την βιωσιμότητα των ζωτικών συστημάτων, έχουν ακόμα να γίνουν πάρα πολλά και ειδικότερα στον τομέα της καλύτερης οργάνωσης των αρμοδίων Υπηρεσιών, στη στελέχωση αυτών με εξειδικευμένο προσωπικό και την απεξάρτηση τους από μικροκομματικές επιλογές και πολιτικό – οικονομικά συμφέροντα.

Παράδειγμα προς αποφυγή αποτελεί η Ελληνική επαναστατική μέθοδος αφαλάτωσης θαλασσινού νερού για την παραγωγή πόσιμου στο νησί Ηράκλεια των Κυκλάδων με το κωδικό όνομα «Υδριάδα». Η Υδριάδα είναι ένα μοναδικό Ελληνικό επίτευγμα που όχι μόνο έχει δυνατότητα παραγωγής 70.000 λίτρων πόσιμου νερού την ημέρα, αλλά σέβεται απόλυτα το περιβάλλον, αφού επιδρά στη θάλασσα όπως ο ήλιος, εξατμίζοντας το νερό. Το συγκεκριμένο επαναστατικό και ταυτόχρονα απολύτως περιβαλλοντικό επίτευγμα των Ελλήνων επιστημόνων, που χώρες όπως η Σαουδική Αραβία η Ιαπωνία κ.α. επιθυμούσαν να αγοράσουν, σταμάτησε τη λειτουργία του λόγω έλλειψης κονδυλίων από το αδηφάγο και σπάταλο κατά τα άλλα Ελληνικό Κράτος (Βήμαmagazino – τεύχος 13/7/2008).

2.3 Κυριότερα προβλήματα και δυνατότητες επίλυσής τους

Όπως προαναφέρθηκε, το συντριπτικά μεγάλο ποσοστό των καταναλωτικών χρήσεων νερού στην Ελλάδα ανήκει στην άρδευση. Αυτό το ποσοστό, που είναι μεγαλύτερο σε σχέση με κάθε άλλη ευρωπαϊκή χώρα, έχει θεωρηθεί από πολλούς ως δείκτης της κυριαρχίας της αγροτικής παραγωγής στην Ελλάδα και εν τέλει ως δείκτης οικονομικής υπανάπτυξης. Ωστόσο, αυτό δεν ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα, δεδομένου ότι το ποσοστό αυτό, καθώς και οι διαφοροποιήσεις σε σχέση με άλλες ευρωπαϊκές χώρες,

επιβάλλονται από φυσικούς παράγοντες και κυρίως την κλιματολογία της χώρας. Στην Ελλάδα, σε αντίθεση με τις άλλες βορειότερες χώρες της Ευρώπης, η εξατμοδιαπνοή της θερινής περιόδου είναι ιδιαίτερα υψηλή ενώ οι βροχοπτώσεις τείνουν να είναι μηδενικές. Κατά συνέπεια, οι πλείστες των καλλιεργειών έχουν σημαντικά μεγάλες ανάγκες σε νερό.

Σε κάθε περίπτωση, ωστόσο, πρώτιστο ζητούμενο είναι η μεγαλύτερη δυνατή εξοικονόμηση νερού στην άρδευση, που λόγω και της κυριαρχίας της αρδευτικής χρήσης, θα έχει αποτέλεσμα την σημαντική εξοικονόμηση νερού στο σύνολο αναγκών της χώρας. Εξοικονόμηση νερού μπορεί να επιτευχθεί τόσο με αποδοτικότερες μεθόδους άρδευσης (π.χ. στάγδην αντί επιφανειακής άρδευσης) και τη χρήση εναλλακτικών υδατικών πόρων (π.χ. επαναχρησιμοποίηση), όσο και με επιλογή λιγότερο υδροβόρων καλλιεργειών. Θα πρέπει πάντως να τονιστεί ότι η εξοικονόμηση νερού δεν είναι ένα ζήτημα υποκειμενικής στάσης των αγροτών, όπως συχνά έχει παρουσιαστεί. Η επίτευξη εξοικονόμησης αρδευτικού νερού απαιτεί κατάλληλες υποδομές, για τις οποίες απαιτούνται αντίστοιχες οικονομικές επενδύσεις, στρατηγική αγροτικής πολιτικής και οικονομικά διαχειριστικά εργαλεία. Διότι εάν για παράδειγμα εξοικονομηθεί μεγάλο ποσοστό ύδατος από την μείωση της καλλιεργήσιμης με βαμβάκι έκτασης στην Θεσσαλική πεδιάδα πως αυτό θα μπορούσε να μεταφερθεί στα νησιά του Αιγαίου που έχουν υψηλές απαιτήσεις ειδικότερα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες; Εγγενώς, η παροχή αρδευτικού νερού εξαρτάται από τις φυσικές χρονικές διακυμάνσεις της διαθεσιμότητας των υδατικών πόρων.

Οι ξηρασίες είναι συχνές στη χώρα μας και δεν είναι δυνατό να είναι απρόσκοπτη η παροχή αρδευτικού νερού. Ακόμη και όπου έχουν κατασκευαστεί ταμειυτήρες υπερετήσιας ρύθμισης της ροής, αυτοί έχουν σχεδιαστεί με επίπεδο αξιοπιστίας 80 - 90% σε ετήσια βάση. Αυτό σημαίνει ότι ένα στα πέντε έως δέκα χρόνια δεν είναι δυνατή η πλήρης κάλυψη των αρδευτικών αναγκών. Σε περιοχές όπου δεν υπάρχουν τέτοια έργα, το πρόβλημα είναι ακόμη συχνότερο.

Σε πολλές περιοχές, οι γεωργικές δραστηριότητες που συναρτώνται με τη διαχείριση του νερού έχουν ήδη προξενήσει σημαντικές, δύσκολα επανορθώσιμες και συχνά ανεπανόρθωτες βλάβες στους υδροφορείς. Συγκεκριμένα προκάλεσαν προβλήματα τριών κύριων τύπων:

Ποσοτική υποβάθμιση από υπερεκμετάλλευση: Πρόκειται για μεγάλης κλίμακας ταπείνωση της στάθμης των υδροφορέων, που προκλήθηκε από

υπεράντληση και πέρα από την μείωση των διαθέσιμων αποθεμάτων και την επιβάρυνση του ενεργειακού και οικονομικού ισοζυγίου, είχε και άλλες παράπλευρες συνέπειες, όπως τις καθιζήσεις εδαφών (π.χ. ρήγμα Μ. Μοναστηρίου Ν. Λάρισας).

Σύμφωνα με τον Δ/ντη του Κέντρου Εκτίμησης Φυσικών Κινδύνων και Προληπτικού Σχεδιασμού του Ε.Μ.Π. και Πρόεδρο της Ευρωπαϊκής Ένωσης Υδατικών Πόρων καθηγητή κ. Γ. Τσακίρη ο υδροφορέας Ασήμι – Μοίρες – Πόμπια στην Κρήτη έχει ετησίως πτώση στάθμης της τάξεως των 5-8 m (Βήμα της Κυριακής – φύλλο 22/3/2009).

Ποιοτική υποβάθμιση από υπερεκμετάλλευση: Πρόκειται για ποιοτική καταστροφή μεγάλων τμημάτων παράκτιων υδροφορέων λόγω εισχώρησης θαλασσινού νερού στην ξηρά (υφαλμύριση).

Ποιοτική υποβάθμιση από ρύπανση. Πρόκειται για εκτεταμένη διάσπαρτη ρύπανση από τη χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων. Παραδοσιακά, τα υπόγεια νερά στη χώρα μας ήταν τα πλέον κατάλληλα για ύδρευση λόγω της πολύ καλής ποιοτικής κατάστασής τους. Σήμερα αυτό έχει αντιστραφεί, εκτός από τους ορεινούς υδροφορείς, σε περιοχές που δεν υπάρχουν γεωργικές χρήσεις γης.

Σε σχέση με το τελευταίο πρόβλημα, επισημαίνεται ότι η χρήση αζωτούχων και φωσφορικών λιπασμάτων στην Ελλάδα τοποθετείται πολύ πάνω από το μέσο όρο της Ευρώπης.

Συνολικά, η κατάσταση σε πολλές περιοχές είναι κρίσιμη και θα πρέπει να ληφθούν ριζικά μέτρα προστασίας των υπόγειων νερών από περαιτέρω υποβάθμιση και ανάκαμψη της κακής κατάστασης όπου αυτή είναι δυνατή.

Τρεις είναι οι μέθοδοι για την επίτευξη αειφορικής διαχείρισης των υπόγειων υδατικών πόρων:

- Διακοπή ή ουσιαστική μείωση των αντλήσεων υπόγειου νερού με αντίστοιχη εξοικονόμηση νερού για άρδευση και μετατροπή αρδευόμενων εκτάσεων σε ξηρικές.
- Υποκατάσταση των υπόγειων νερών για άρδευση με επιφανειακά, μέσω της κατασκευής έργων ταμίευσης επιφανειακών νερών.
- Ο τεχνητός εμπλουτισμός των υδροφορέων, λύση που από τη φύση της συνδυάζεται με την αμέσως προηγούμενη.

Σε ότι ειδικότερα αφορά τη ρύπανση, η λύση που φαίνεται ότι μπορεί να οδηγήσει σε αειφορία είναι οι βιολογικές καλλιέργειες, οι οποίες, πέραν του περιορισμού της ρύπανσης, παράγουν προϊόντα υψηλότερης ποιότητας και παρέχουν μεγαλύτερη διατροφική ασφάλεια. Χρειάζονται όμως, αναλογικά, μεγαλύτερες καλλιεργήσιμες εκτάσεις και περισσότερη ανθρώπινη εργασία με συνέπεια αυξημένο κόστος παραγωγής. Η Ελλάδα, σε σύγκριση με τις άλλες ευρωπαϊκές χώρες, βρίσκεται πίσω στο ποσοστό των εκτάσεων βιολογικών καλλιεργειών (περίπου 2% της καλλιεργήσιμης γης).

Όμως, η αντι-αειφορική σημερινή κατάσταση της γεωργίας δεν εξαντλείται στη σχέση της με την υπερεκμετάλλευση, υποβάθμιση και ρύπανση των υπόγειων νερών αλλά επεκτείνεται και στον ενεργειακό τομέα. Παραδοσιακά, η γεωργία ήταν μια δραστηριότητα αειφορική, αφού η ενεργειακή της τροφοδοσία γινόταν με δέσμευση ηλιακής ενέργειας, μέσα από τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης των φυτών.

Αυτό άρχισε να αλλάζει μετά το 1950 με αποτέλεσμα σήμερα η γεωργία και τα προϊόντα της (κυρίως τα τρόφιμα) να τροφοδοτούνται ενεργειακά και από πετρέλαιο (κυρίως για την παραγωγή λιπασμάτων, την κίνηση των αγροτικών μηχανημάτων και τις μεταφορές των προϊόντων). Έτσι, με βάση τα Αμερικανικά δεδομένα, έχει υπολογιστεί ότι για τη γεωργική παραγωγή τροφίμων απαιτείται η κατανάλωση 1.500 λίτρων πετρελαίου ανά κάτοικο και ανά έτος (Pfeiffer, 2004), τιμή που αντιστοιχεί στην ίδια τάξη μεγέθους με την κατανάλωση ενός αυτοκινήτου ιδιωτικής χρήσης. Τα αδιέξοδα αυτής της, ολοφάνερα αντι-αειφορικής, πολιτικής έχουν ήδη γίνει αντιληπτά και έχουν υπάρξει αντιδράσεις για την αντιστροφή του φαύλου αυτού κύκλου.

Οι βιολογικές καλλιέργειες που προαναφέρθηκαν, οι οποίες αποφεύγουν τη χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, και η υποκατάσταση των υπόγειων νερών με επιφανειακά, τα οποία κατά κανόνα ταμιεύονται σε μεγαλύτερα υψόμετρα (με αποτέλεσμα την παραγωγή, αντί την κατανάλωση ενέργειας) είναι δύο λύσεις που συμβάλλουν στην ενεργειακή αειφορία της γεωργίας. Όμως τη λύση της πλήρους αντιστροφής του φαύλου ενεργειακού κύκλου τη δίνει η βιοενεργειακή καλλιέργεια. Με την παραγωγή βιοκαυσίμων η γεωργία, αντί να είναι καταναλωτής ενέργειας, μπορεί να γίνει παραγωγός ενέργειας.

Το τοπίο για όλες τις παραπάνω νέες ιδέες και λύσεις είναι σήμερα ασαφές, τόσο ως προς τις οικονομικές, όσο και ως προς τις τεχνολογικές του διαστάσεις.

Η αποσαφήνιση του τοπίου συναρτάται με τη ενίσχυση της έρευνας και τεχνολογίας για διάφορα ζητήματα, όπως (Grabtree and Lewis, 2007):

- Ανάπτυξη βελτιωμένων ποικιλιών καλλιεργειών κατάλληλων για ξηρικές καλλιέργειες, ανεκτικών σε ξηρασίες και ανθεκτικών σε ασθένειες.
- Σχετικές με το νερό όψεις βελτίωσης της βιωσιμότητας των αρδευόμενων καλλιεργειών με εξέταση της πιο αποδοτικής διαχείρισης του ισοζυγίου των αλάτων και των στραγγίσεων.
- Ανάπτυξη καλλιεργειών με πιο αποδοτική χρήση νερού και βελτιστοποίηση της οικονομικής απόδοσης του νερού που χρησιμοποιείται στην άρδευση.
- Ενίσχυση της φωτοσυνθετικής ικανότητας των φυτών ώστε να καταστεί αποδοτικότερη η παραγωγή βιοκαυσίμων.
- Απαραίτητη για τη διαχειριστική διάσταση είναι η ανάπτυξη και τήρηση γεωγραφικών βάσεων δεδομένων με τα πλήρη στοιχεία των καλλιεργειών, των χρησιμοποιούμενων πόρων, με έμφαση στο νερό, και την παραγωγή.

2.4 Ανάγκες σε Αρδευτικό Νερό

Οι ανάγκες σε αρδευτικό νερό (Irrigation Water Requirement) αποτελούν τη βασική παράμετρο για τον προγραμματισμό και σχεδιασμό των αρδευτικών έργων. Αν ο υπολογισμός των αναγκών δεν είναι σωστός η απόδοση του έργου είναι μικρή. Αν δηλαδή υπερεκτιμηθούν οι ανάγκες σε αρδευτικό νερό τότε οι παροχές των δικτύων και οι απαιτούμενες κατασκευές είναι μεγαλύτερες από αυτές που χρειάζονται, με αρνητικές οικονομικές επιπτώσεις.

Με τον όρο "ανάγκες σε αρδευτικό νερό" εννοούμε το ύψος νερού που απαιτείται να χορηγηθεί στις καλλιέργειες με άρδευση επιπλέον του νερού που συνεισφέρεται με άλλους τρόπους (π.χ. βροχόπτωση) για την κανονική τους ανάπτυξη. Σύμφωνα με τον γενικό αυτό ορισμό στις ανάγκες περιλαμβάνονται η ποσότητα του νερού που καταναλίσκεται από τις καλλιέργειες (διαπνοή και σχηματισμός των ιστών), η ποσότητα που εξατμίζεται από το έδαφος ή τα υγρά μέρη του φυτού, οι απώλειες κατά την εφαρμογή, η ποσότητα που απαιτείται για την έκπλυση των αλάτων καθώς και για άλλες λειτουργίες όπως η αντιπαγετική προστασία.

Προφανώς για τον υπολογισμό των αναγκών βασικοί παράγοντες είναι το κλίμα, το είδος και το στάδιο αναπτύξεως των καλλιεργειών, οι γεωγραφικές συνθήκες, η κατάσταση του αγρού, η διαχείριση του νερού, η μέθοδος άρδευσης, το μέγεθος της αρδευόμενης έκτασης και το έδαφος (καμπύλη διαθεσιμότητας της εδαφικής υγρασίας).

Για το σχεδιασμό των αρδευτικών έργων, το ύψος των αναγκών πρέπει να εξετάζεται σε σχέση με τη μεταβολή του στο χρόνο και στο χώρο. Συνήθως από τα ιστορικά δεδομένα υπολογίζονται οι συνολικές ανάγκες της περιόδου, η εποχιακή τιμή και η τιμή των αναγκών κατά την περίοδο της μέγιστης ζήτησεως (seasonal & peak period water requirement).

Η εποχιακή τιμή των αναγκών σε αρδευτικό νερό χρησιμοποιείται για αδρομερείς υπολογισμούς στην προκαταρκτική φάση μελέτης των αρδευτικών έργων. Η τιμή των αναγκών κατά την περίοδο της μέγιστης ζήτησεως χρησιμοποιείται για τη διαστασιολόγηση των αρδευτικών δικτύων καθώς επίσης και για τον έλεγχο της επάρκειας των υδατικών πόρων. Και οι δύο παράμετροι είναι χρήσιμες για τον οικονομικό υπολογισμό και τη βελτιστοποίηση των αρδευτικών έργων. Μία σύντομη παρουσίαση των σύγχρονων συστημάτων άρδευσης και εξοικονόμησης αρδευτικού νερού θα πραγματοποιηθεί στο κεφάλαιο διαχείριση της ξηρασίας που ακολουθεί.

3 ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

3.1 Γενικά

Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της κάθε περιοχής σε σχέση με την τοπογραφία και το κλίμα και οι πολύπλοκες φυσικές διεργασίες, που συνδέονται με την εμφάνιση της ξηρασίας, επέβαλλαν τη δημιουργία δεικτών ξηρασίας, έτσι ώστε να είναι εφικτή η αναγνώριση, η καταγραφή της έντασης και της έκτασης των επεισοδίων ξηρασίας, καθώς επίσης και η δυνατότητα αξιολόγησης της ξηρασίας όχι μόνο σε τοπικό αλλά και σε ευρύτερο πεδίο.

Σκοπός εφαρμογής των δεικτών εκτίμησης ξηρασίας είναι, μεταξύ άλλων, ο προσδιορισμός του ελλείμματος βροχόπτωσης, εδαφικής υγρασίας, απορροής ή αποθεμάτων ταμιευτήρων, η επίδραση της ξηρασίας στις καλλιέργειες, η εκτίμηση του κινδύνου δασικών πυρκαγιών και η αξιολόγηση της κατάστασης της βλάστησης.

Οι μεταβλητές, που συνήθως χρησιμοποιούν οι συγκεκριμένοι δείκτες, είναι η βροχόπτωση, η θερμοκρασία, η εξατμοδιαπνοή, η επιφανειακή απορροή και η χιονόπτωση, αλλά και σε πιο εξειδικευμένο επίπεδο, τα αποθέματα των ταμιευτήρων, η παραγωγή αγροτικών προϊόντων και η δορυφορική καταγραφή της ορατής και υπέρυθρης ακτινοβολίας που εκπέμπει η βλάστηση.

Παράλληλα, η ανάλυση της ξηρασίας, σε μια περιοχή, που δε συνοδεύεται από τον υπολογισμό ενός ή περισσότερων δεικτών ξηρασίας μπορεί να παρουσιάζει αδυναμίες. Δόκιμος ονομάζεται ο δείκτης εκτίμησης ξηρασίας, που παρουσιάζει μία ξεκάθαρη, απλή και ποιοτική ανάλυση των κύριων χαρακτηριστικών της ξηρασίας, δηλαδή της έντασης, της διάρκειας και της χωρικής έκτασής της (Hayes, 2000).

Ο κάθε δείκτης ξεχωριστά ή στη καλύτερη των περιπτώσεων το υπάρχον σύστημα δεικτών εκτίμησης της ξηρασίας θα πρέπει να συγκεντρώνει ένα μεγάλο όγκο αριθμητικών μετρήσεων και τα αποτελέσματα σύνθετων αναλύσεων σε απλές κατηγοριοποιημένες τιμές, που θα χαρακτηρίζουν τις παραμέτρους μέτρησης της ξηρασίας, δίνοντας τη δυνατότητα για τη λήψη τόσο αποφάσεων όσον αφορά την εκτίμηση της επικινδυνότητας της ξηρασίας όσο και την εφαρμογή μέτρων αντιμετώπισης των επιπτώσεων, που πρόκειται να προκαλέσει με το πέρασμά της, ανάλογα με τη περιοχή ενδιαφέροντος.

Επομένως, η τιμή του εκάστοτε δείκτη ξηρασίας θα πρέπει να είναι ένας καθαρός αριθμός, με σκοπό την αυξημένη χρηστικότητα του σε σχέση με την περαιτέρω ανάλυση της κάθε παραμέτρου χωριστά.

Η ορθή χρήση και ερμηνεία των δεικτών μπορεί να δώσει τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κάθε ξεχωριστού επεισοδίου ξηρασίας, ενώ η μελέτη των τιμών του δείκτη στη διάρκεια του χρόνου μπορεί να δώσει την πιθανότητα επανεμφάνισης των επεισοδίων ξηρασίας. Ειδάλλως, και με λανθασμένη μεθοδολογία, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα αστοχίας των αποτελεσμάτων, σε σχέση με τη πραγματική μελλοντική κατάσταση, που επιβεβαιώνει τα αποτελέσματα της πρόγνωσης.

3.2 Χαρακτηριστικά του δείκτη εκτίμησης ξηρασίας

Σύμφωνα με τα συμπεράσματα προγενέστερης μελέτης (Friedman, 1957), τα βασικά κριτήρια τα οποία κάθε δείκτης εκτίμησης ξηρασίας θα πρέπει να διαθέτει είναι:

- κατάλληλο χρονικό διάστημα για τον υπολογισμό των παραμέτρων,
- δυνατότητα ποσοτικής μέτρησης των μεγάλης κλίμακας και παρατεταμένων συνθηκών ξηρασίας,
- εξειδίκευση ανάλογα με το πρόβλημα που μελετάται,
- δυνατότητα εκτίμησης και υπολογισμού του δείκτη για δεδομένα προηγούμενων ετών,
- και δυνατότητα υπολογισμού σε πραγματικό χρόνο.

Επομένως, τα βασικά χαρακτηριστικά ενός εύχρηστου δείκτη εκτίμησης ξηρασίας είναι:

- ✓ η έγκαιρη διάγνωση εμφάνισης του φαινομένου,
- ✓ η ικανότητα υπολογισμού του χρόνου έναρξης και λήξης,
- ✓ η ένταση και το γεωγραφικό εύρος επιρροής,
- ✓ η πρόγνωση της πίεσης που θα δεχθούν τα υδάτινα σώματα και το ευρύτερο φυσικό περιβάλλον,
- ✓ οι πιέσεις που θα δεχθούν τα διάφορα μη αρδευόμενα φυσικά και τεχνητά συστήματα,
- ✓ οι πιέσεις που θα δεχθούν τα διάφορα συστήματα διαχείρισης και εκμετάλλευσης των υδατικών πόρων,

- ✓ η απλότητα του δείκτη, η ευχρηστία και η κατανόησή του,
- ✓ ο ορθός ορισμός του - επιστημονικά αποδεκτός με φυσική έννοια,
- ✓ η ευαισθησία του με ανταπόκριση σε μεγάλο εύρος τιμών,
- ✓ η έγκαιρη ανταπόκριση του δείκτη στις κλιματικές διακυμάνσεις,
- ✓ η μεταβιβασιμότητά του και η δυνατότητα χρήσης του δείκτη σε διάφορες περιοχές,
- ✓ η διαθεσιμότητα στοιχείων και η πρόσβαση σε μεγάλου μήκους χρονοσειρές και καλής ποιότητας δεδομένα,
- ✓ το χαμηλό κόστος επεξεργασίας δεδομένων για την παραγωγή του δείκτη.

Από την μελέτη των παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι κάποιες από τις ιδιότητες του καλού δείκτη ξηρασίας έρχονται σε σύγκρουση μεταξύ τους.

Παραδείγματος χάριν, ένας δείκτης που απαιτεί για τον υπολογισμό του αρκετά είδη δεδομένων, ενδεχομένως να είναι πιο σωστά ορισμένος και επιστημονικά πιο αποδεκτός, ωστόσο μπορεί να μην είναι διαθέσιμα όλα τα απαιτούμενα στοιχεία (Tsakiris and Pangalou, 2009).

3.3 Ιστορική αναδρομή δεικτών εκτίμησης ξηρασίας

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται μία σύντομη αναδρομή της μελέτης, εφαρμογής και εξέλιξης των πιο γνωστών δεικτών εκτίμησης ξηρασίας (Μαμάσης, 2011).

Πίνακας 3.1. Ιστορική αναδρομή μελέτης των πιο γνωστών δεικτών ξηρασίας

Munger, 1916: Χρησιμοποιείται η διάρκεια περιόδου με κατακρήμνιση 24h ύψους μικρότερη από 1,27 mm. Εφαρμόστηκε για τον κίνδυνο εμφάνισης δασικών πυρκαγιών.
Kincer, 1919: 30 ή περισσότερες συνεχόμενες μέρες με κατακρήμνιση 24h μικρότερη από 6,35 mm.
Marcovitch, 1930: Χρησιμοποιούνται η θερμοκρασία και η βροχόπτωση. Εφαρμόστηκε για τις κλιματικές απαιτήσεις του σπόρου του φασολιού.
Blumenstock, 1942: Χρησιμοποιείται η διάρκεια σε ημέρες, με κατακρήμνιση 48h μικρότερη από 2,54 mm. Εφαρμόστηκε για τον εντοπισμό ξηρασίας μικρής κλίμακας.

Προηγhevίσας βροχόπτωσης, 1954: Χρησιμοποιείται η βροχόπτωση. Εφαρμόστηκε ως αντίστροφος δείκτης ξηρασίας για την πρόβλεψη πλημμύρας.

Επάρκειας υγρασίας, 1957: Χρησιμοποιούνται η βροχόπτωση και η εδαφική υγρασία. Εφαρμόστηκε για τον εντοπισμό ξηρασίας στις καλλιέργειες.

Palmer (PDSI και PHDI), 1965: Χρησιμοποιούνται η κατακρήμνιση και η θερμοκρασία σε μοντέλο υδατικού ισοζυγίου. Εφαρμόστηκε για τη σύγκριση μετεωρολογικής και υδρολογικής ξηρασίας.

Ανωμαλίας βροχόπτωσης (Rooy, 1965): Χρησιμοποιείται η βροχόπτωση. Εφαρμόστηκε σε μηνιαίο και ετήσιο χρονικό βήμα.

Δεκατημορίων (Gibbs and Maher, 1967): Χρησιμοποιείται η μηνιαία βροχόπτωση η οποία ομαδοποιείται σε δεκατημόρια.

Υγρασίας καλλιέργειας (CMI – Palmer, 1968): Χρησιμοποιούνται η κατακρήμνιση και η θερμοκρασία σε μοντέλο υδατικού ισοζυγίου. Εφαρμόστηκε για τον εντοπισμό ξηρασίας στις καλλιέργειες.

Ποσοστού επί της κανονικής βροχόπτωσης:

Χρησιμοποιείται η βροχόπτωση.

Keetch and Byram, 1968: Χρησιμοποιούνται η κατακρήμνιση και η θερμοκρασία σε μοντέλο υδατικού ισοζυγίου. Εφαρμόστηκε για τον κίνδυνο εμφάνισης δασικών πυρκαγιών.

Ξηρότητας UNESCO, 1979: Χρησιμοποιούνται τα μέσα ετήσια ύψη βροχής και δυνητικής εξατμοδιαπνοής.

Ξηρασίας BMDI (Bhalme and Mooly, 1980): Χρησιμοποιείται η βροχόπτωση. Εφαρμόστηκε σε μηνιαίο και ετήσιο χρονικό βήμα.

Προσφοράς Επιφανειακού Νερού (Shafter and Dezman, 1981): Χρησιμοποιούνται η ποσότητα χιονιού, η πληρότητα των ταμιευτήρων, η απορροή και η κατακρήμνιση.

Επανόρθωσης Ξηρασίας, 1988: Χρησιμοποιούνται η θερμοκρασία, η κατακρήμνιση, η χιονόπτωση, η απορροή και η πλήρωση των ταμιευτήρων.

Τυποποιημένης κατακρήμνισης – SPI (McKee. et al., 1993): Χρησιμοποιείται η κατακρήμνιση. Εφαρμόστηκε για τη μέτρηση της ξηρασίας των υγρών περιόδων.

Ξηρασίας Εδαφικής Υγρασίας (Hollinger et al., 1993): Χρησιμοποιείται η εδαφική Υγρασία. Εφαρμόστηκε σε ετήσιο χρονικό βήμα.

Ξηρασίας Συγκεκριμένης καλλιέργειας – CSDI (Meyer et al., 1993): Χρησιμοποιείται η εξατμοδιαπνοή. Εφαρμόστηκε σε εποχικό χρονικό βήμα.

Εθνικός Δείκτης Βροχόπτωσης – RI (Gommes and Petras, 1994): Χρησιμοποιούνται η μέση τιμή των βροχοπτώσεων μεγάλης χρονοσειράς και άλλα μεγέθη όπως η παραγωγή αγροτικών προϊόντων.

Κατάσταση καλλιέργειας, 1995: Χρησιμοποιούνται η ορατή και υπέρυθρη ακτινοβολία από δορυφορικά δεδομένα Εφαρμόστηκε για την μέτρηση της "υγείας" της βλάστησης.

Προσφοράς και Ζήτησης (Weghorst, 1996): Χρησιμοποιούνται η κατακρήμνιση, η θερμοκρασία, η ποσότητα χιονιού, η απορροή και η πλήρωση των ταμιευτήρων.

Παρακολούθηση Ξηρασίας, 1999: Ενσωματώνει αρκετούς δείκτες ξηρασίας και βοηθητικούς δείκτες σε έναν εβδομαδιαίο επιχειρησιακό χάρτη παρακολούθησης ξηρασίας.

Τυποποιημένης απορροής - SRI (Shukla and Wood, 2008). Χρησιμοποιήθηκαν οι απορροές ποταμών. Δείκτης υδρολογικής ξηρασίας.

3.4 Επισκόπηση των δημοφιλέστερων δεικτών εκτίμησης ξηρασία

Αποτελεί πρόκληση, σύμφωνα με το πόρισμα της Ε.Ε. το 2012, ο προσδιορισμός των λεκανών απορροής που διαθέτουν λιγοστούς υδατικούς πόρους, καθώς δεν υπάρχουν ακόμη μεγάλες χρονοσειρές δεδομένων για την ποσότητα του νερού, που να καλύπτουν το σύνολο της Ε.Ε..

Επιπροσθέτως, απαιτείται ακόμη μεγαλύτερος εξορθολογισμός των δεδομένων που αφορούν την κατάσταση και τις πιέσεις, τις επιπτώσεις και την αποτελεσματικότητα των αντιδράσεων στη λειψυδρία και την ξηρασία.

Οι υπάρχοντες δείκτες μπορούν να διακριθούν σε τρεις κύριες κατηγορίες ανάλογα με τη μεθοδολογία υπολογισμού τους: (α) στατιστικοί, (β) υδρολογικού ισοζυγίου, και (γ) κατάστασης βλάστησης.

Πρόσφατα, η Ε.Ε. ανέθεσε σε επιτροπή ειδικών σε θέματα ξηρασίας και λειψυδρίας την αξιοποίηση υπαρχόντων δεικτών και την ανάπτυξη νέων, με στόχο τη δημιουργία ενός Συστήματος Ανίχνευσης της Λειψυδρίας και της Ξηρασίας (Water Scarcity and Drought Indicator System), το οποίο θα χρησιμοποιηθεί από τις Ευρωπαϊκές χώρες. Μέχρι σήμερα, η επιτροπή έχει καταλήξει στη χρήση επτά δεικτών. Οι πέντε είναι στατιστικοί και σχετίζονται

με τη βροχόπτωση, την επιφανειακή και υπόγεια απορροή, τη χιονοκάλυψη και την εδαφική υγρασία. Ο έκτος δείκτης βασίζεται στην εκπόνηση υδρολογικού ισοζυγίου σε διαχειριστικές ενότητες ενώ ο έβδομος εξετάζει την φωτοσυνθετική ικανότητα της βλάστησης αξιοποιώντας δορυφορικά δεδομένα ακτινοβολίας εδάφους.

Στην τελική έκθεση (E.E., 2012), αναφέρεται ότι, σημειώθηκε πρόοδος στην εφαρμογή κοινών δεικτών λειψυδρίας και ξηρασίας, στο πλαίσιο της κοινής στρατηγικής για την εφαρμογή της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Ύδατα (ΟΠΥ), καθώς έχει επιτευχθεί συμφωνία για τρεις δείκτες:

- τον τυποποιημένο δείκτη υετού, για τη μετεωρολογική ξηρασία,
- το κλάσμα της απορροφώμενης φωτοσυνθετικά ενεργούς ηλιακής ακτινοβολίας (fraction of Absorbed Photosynthetically Active Solar Radiation/fAPAR), για τις επιπτώσεις της ξηρασίας στη βλάστηση,
- τον επαυξημένο δείκτη εκμετάλλευσης νερού (Water Exploitation Index Plus/WEI+), για την πίεση που ασκούν οι υδροληψίες στους υδατικούς πόρους.

Οι ανωτέρω δείκτες είναι δυνατόν να υπολογιστούν με βάση στοιχεία που είτε είναι ήδη διαθέσιμα είτε συγκεντρώνονται (π.χ. τα φυσικά ισοζύγια νερού που καταρτίζει ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος).

3.4.1 Στατιστικοί δείκτες

Οι δείκτες αυτοί εξετάζουν τα στατιστικά χαρακτηριστικά των υδρομετεωρολογικών παραμέτρων (βροχόπτωση, εξάτμιση, απορροή) για να ποσοτικοποιήσουν την απόκλιση κάποιας τιμής από την αναμενόμενη.

Δείκτης τυποποιημένης βροχόπτωσης (Standardized Precipitation Index - SPI)

Τα τελευταία χρόνια, ένας καινούργιος δείκτης, ο Standardized Precipitation Index (SPI), έχει προταθεί με σκοπό τον πιο εύκολο εντοπισμό και την συστηματικότερη καταγραφή των επεισοδίων ξηρασίας. Ο δείκτης SPI αποτελεί μια βελτίωση των προηγούμενων δεικτών ξηρασίας, εφόσον χαρακτηρίζεται από εύκολη χρήση, χρονική και χωρική ευελιξία.

Πρόκειται για τον πλέον διαδεδομένο δείκτη αυτής της κατηγορίας, και προτάθηκε από τους McKee et al. (1993). Ο δείκτης ποσοτικοποιεί τη μετεωρολογική ξηρασία σε μηνιαία, εποχιακή ή ετήσια βάση. Αρχικά

προσαρμόζεται στις ιστορικές χρονοσειρές βροχόπτωσης μια συνάρτηση κατανομής, και στη συνέχεια υπολογίζεται η θεωρητική πιθανότητα της τιμής βροχόπτωσης που εξετάζεται. Ο δείκτης SPI υπολογίζεται ως η τυποποιημένη μεταβλητή της κανονικής κατανομής που αντιστοιχεί στην θεωρητική πιθανότητα που υπολογίστηκε.

Επειδή όμως η βροχόπτωση δεν έχει κανονική κατανομή, γίνεται μία ρύθμιση η οποία επιτρέπει στον δείκτη SPI να έχει κανονική κατανομή. Επομένως, η μέση τιμή του SPI για μία χρονική περίοδο και για συγκεκριμένη περιοχή είναι 0 και η τυπική απόκλιση είναι 1. Αυτή η κανονικοποίηση του δείκτη SPI αποτελεί πλεονέκτημα, έτσι ώστε τα υγρότερα και ξηρότερα τμήματα να μπορούν να αναπαρασταθούν με τον ίδιο τρόπο.

Μετά την εμφάνιση του δείκτη SPI, όλο και περισσότεροι ερευνητές πείθονται για την χρησιμότητά του. Ο Guttman (1998), συγκρίνοντας το δείκτη SPI με το δείκτη PDSI απέδειξε την υπεροχή του πρώτου και στη συνέχεια ανέπτυξε έναν αλγόριθμο υπολογισμού του SPI (Guttman, 1999). Οι Szalai and Szinell (2000) μελέτησαν τη σχέση των δύο δεικτών (PDSI και SPI) για την Ουγγαρία, η Pita (2000) εφάρμοσε το δείκτη SPI στην Ανδαλουσία, οι Lana et al. (2001) στην περιοχή της Καταλονίας, ενώ ο Komuscu (1999) εφάρμοσε το δείκτη SPI στην ευρύτερη περιοχή της Τουρκίας. Οι Lloyd-Hughes and Saunders (2002) απέδειξαν ότι ο δείκτης SPI, συγκρινόμενος με το δείκτη PDSI, αποτελεί ένα απλό και εύχρηστο μέσο για την ανάλυση της ξηρασίας σε ολόκληρη την Ευρώπη. Οι Wu et al. (2001) μελέτησαν τη σχέση ανάμεσα στο δείκτη SPI και τον China Z-Index (CZI), δείκτης που εφαρμόζεται ευρέως στην Κίνα, ενώ οι Min et al. (2003) χρησιμοποίησαν το δείκτη SPI για να μελετήσουν χρονικά και χωρικά την ξηρασία ανάμεσα στην Κορέα και την ανατολική Ασία. Επιπρόσθετα, οι Yamoah et al. (2000) συνδύασαν το δείκτη SPI με την ανάπτυξη των θρεπτικών συστατικών σε σπόρους καλαμποκιού, ενώ οι Seiler et al. (2002) χρησιμοποίησαν το δείκτη SPI για τον εντοπισμό και τη μελέτη των πλημμύρων στην Αργεντινή.

Οι McKee et al. (1993) χρησιμοποίησαν ένα σύστημα ταξινόμησης με τιμές του SPI για τον καθορισμό της έντασης ξηρασίας που προκύπτει βάσει του SPI. Επιπροσθέτως οι McKee et al. (1993) όρισαν τα κριτήρια για ένα "συμβάν ξηρασίας" για οποιαδήποτε από τις χρονικές κλίμακες. Επεισόδιο ξηρασίας εκδηλώνεται κάθε φορά που ο SPI είναι συνεχώς αρνητικός και τιμές από -1,0 ή και μικρότερες. Η εκδήλωση της ξηρασίας τελειώνει όταν ο SPI γίνεται θετικός. Κάθε περίπτωση ξηρασίας, ως εκ τούτου, έχει χρονική

διάρκεια που καθορίζεται από την αρχή και το τέλος της, και μια ένταση για κάθε μήνα που το φαινόμενο συνεχίζεται. Το συσσωρευμένο μέγεθος της ξηρασίας μπορεί επίσης να είναι το μέγεθος της ξηρασίας, και είναι το θετικό άθροισμα των SPI για όλους τους μήνες σε περίπτωση ξηρασίας.

Πίνακας 3.2. Χαρακτηρισμός ξηρασιών με βάση τον δείκτη SPI (McKee et al. , 1993)

Τιμές του δείκτη SPI	Χαρακτηρισμός των επεισοδίων	
>2.0	Εξαιρετικά υγρή περίοδος	(Extremely wet)
1.5-1.99	Πολύ υγρή περίοδος	(Very wet)
1.0-1.49	Υγρή περίοδος	(Moderate wet)
-0.99-0.99	Κανονικές βροχοπτώσεις	(Near Normal)
-1.0 – (-1.49)	Ξηρασία	(Moderate dry)
-1.5 – (-1.99)	Σημαντική Ξηρασία	Severely dry
< - 2.0	Εξαιρετική Ξηρασία	Extremely dry

Με βάση ανάλυση βροχομετρικών σταθμών στο Κολοράντο, οι McKee et al. διαπίστωσαν ότι με βάση τον SPI καταγράφεται ήπια ξηρασία κατά το 24% του χρόνου, μέτρια ξηρασία 9,2% του χρόνου, σοβαρή ξηρασία το 4.4% του χρόνου και ακραία ξηρασία το 2,3 % του χρόνο (McKee et al. 1993). Επειδή ο SPI είναι τυποποιημένος, τα ποσοστά αυτά αναμένονται από μια κανονική κατανομή του SPI. Το 2,3% του SPI στο πλαίσιο της κατηγορίας "ακραίας ξηρασίας" είναι ένα ποσοστό που συνήθως αναμένεται για μια «ακραία» περίπτωση (Wilhite, 1995). Αντίθετα, ο δείκτης Palmer φτάνει την «ακραία» κατηγορία πάνω από το 10% του χρόνου σε παρόμοιες περιοχές μελέτης. Αυτή η τυποποίηση επιτρέπει στον SPI να προσδιορίζει την σπανιότητα της τρέχουσας ξηρασίας, καθώς και τη πιθανότητα βροχόπτωσης που είναι απαραίτητη για να τερματιστεί η υπάρχουσα κατάσταση ξηρασίας (McKee et al. 1993).

Ο δείκτης SPI έχει επιλεγεί από τους ειδικούς της Ε.Ε. για την πρόγνωση και εκτίμηση της μετεωρολογικής ξηρασίας (Ε.Ε., 2007).

Δείκτης τυποποιημένης απορροής (Standardized Runoff Index - SRI)

Στην περίπτωση αυτή, η συνάρτηση κατανομής προσαρμόζεται στις ιστορικές χρονοσειρές απορροής, με την ίδια μεθοδολογία που ακολουθείται στον SPI.

Η προσέγγιση βασίζεται στον υπολογισμό των λεγόμενων πιθανοτήτων μετάβασης από μια συγκεκριμένη κατάσταση υδροφορίας σε μια άλλη κατάσταση με υψηλότερη κλίμακα συνάθροισης. Για κάθε κατηγορία, μετράται πόσες φορές στο παρελθόν έχει συμβεί μια συγκεκριμένη αλληλουχία γεγονότων και ο αριθμός των περιστατικών. Οι πιθανότητες μετάβασης εκτιμώνται εμπειρικά σε κλάσεις, με βάση την τιμή του SRI, με τον ίδιο τρόπο όπως και στη περίπτωση του SPI.

Πίνακας 3.3. Χαρακτηρισμός επικινδυνότητας ξηρασίας βάση του Δείκτη τυποποιημένης απορροής (Standardized Runoff Index, SRI)

Συμβολισμός	Εύρος δείκτη SRI	Χαρακτηρισμός	Συμβολισμός	Εύρος δείκτη SRI
A-	$0.0 \leq SRI < -1.0$	Ήπια (mild)	A+	$0.0 < SRI \leq 1.0$
B-	$-1.0 \leq SRI < -1.5$	Μέτρια (moderate)	B+	$1.0 < SRI \leq 1.5$
Γ-	$-1.5 \leq SRI < -2.0$	Σφοδρή (severe)	Γ+	$1.5 < SRI \leq 2.0$
Δ-	$-2.0 \leq SRI$	Ακραία (extreme)	Δ+	$2.0 < SRI$

Σχετικά με την επιλογή της συνάρτησης κατανομής, οι McKee et al. (1993) προτείνουν την χρήση της κατανομής Γάμμα σε δείγματα μήκους μεγαλύτερου των 30 ετών. Σε μεταγενέστερες εργασίες άλλων ερευνητών (π.χ., Lana et al., 2001) έχουν χρησιμοποιηθεί και άλλες κατανομές, όπως η λογαριθμοκανονική και η Poisson, οι οποίες ταίριαζαν καλύτερα στα παρατηρημένα δεδομένα.

Η φύση του δείκτη SRI επιτρέπει τον εντοπισμό ενός σπάνιου επεισοδίου ξηρασίας ή ενός εξαιρετικά υγρού επεισοδίου που μπορεί να παρατηρηθεί σε οποιοδήποτε περιοχή και οποιαδήποτε χρονική στιγμή, αρκεί να υπάρχουν επαρκή δεδομένα απορροών.

Ο Thom (1958) απέδειξε ότι τα κλιματικά δεδομένα των βροχοπτώσεων και αντίστοιχα τα υδρολογικά δεδομένων των απορροών ακολουθούν τη Γάμμα κατανομή. Η συχνότητα ή το κλάσμα της πιθανότητας δίνεται από τη σχέση:

$$g(x) = \frac{1}{\beta^a \Gamma(a)} x^{a-1} e^{-x/\beta} \quad (3.1.)$$

Όπου

$a > 0$ (α είναι παράμετρος της μορφής της καμπύλης)

$\beta > 0$ (β είναι παράμετρος της κλίμακας του σχήματος)

$x > 0$ (x είναι η τιμή της απορροής)

$$\Gamma(a) = \int_0^{\infty} y^{a-1} e^{-y} dy \quad (3.2.)$$

Στον υπολογισμό του δείκτη SRI περιλαμβάνεται το κλάσμα της πιθανότητας της κατανομής Γάμμα για τη τιμή της απορροής του ποταμού στο σημείο μέτρησης. Οι παράμετροι α και β του κλάσματος της πιθανότητας της κατανομής Γάμμα υπολογίζονται για κάθε σημείο μέτρησης ξεχωριστά, για οποιοδήποτε χρονικό διάστημα χρειάζεται (3 μήνες, 9 μήνες, 12 μήνες, 24 μήνες κ.ο.κ).

Σύμφωνα με τον Thom (1958), οι παράμετροι αυτοί υπολογίζονται από τις σχέσεις:

$$\hat{a} = \frac{1}{4A} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}} \right) \quad (3.3.)$$

$$\hat{\beta} = \frac{\bar{x}}{\hat{a}} \quad (3.4.)$$

όπου:

$$A = \ln(\bar{x}) - \frac{\sum \ln(x)}{n} \quad (3.5.)$$

και n είναι το πλήθος των παρατηρήσεων της απορροής.

Στη συνέχεια, τα αποτελέσματα των παραμέτρων χρησιμοποιούνται για να βρεθεί μια αθροιστική πιθανότητα μίας γνωστής τιμής απορροής για ένα ορισμένο μήνα και για το χρονικό διάστημα που επιθυμείται (3 μήνες, 9 μήνες, 24 μήνες κ.ο.κ) στο καθορισμένο σημείο μέτρησης.

Η αθροιστική πιθανότητα δίνεται από την σχέση:

$$G(x) = \int_0^x g(x) dx = \frac{1}{\hat{\beta}^{\hat{\alpha}} \Gamma(\hat{\alpha})} \int_0^x x^{\hat{\alpha}-1} e^{-x/\hat{\beta}} dx \quad (3.6.)$$

Για $t = x/\beta$ η εξίσωση αυτή παίρνει τη μορφή της ελλιπούς συνάρτησης Γάμμα:

$$G(x) = \frac{1}{\Gamma(\hat{\alpha})} \int_0^x t^{\hat{\alpha}-1} e^{-t} dt \quad (3.7.)$$

Επειδή η συνάρτηση Γάμμα δεν ορίζεται για $x=0$, ενώ η κατανομή της απορροής μπορεί να πάρει την τιμή μηδέν, η αθροιστική πιθανότητα παίρνει τη μορφή:

$$H(x) = q + (1 - q)G(x) \quad (3.8.)$$

όπου q είναι η πιθανότητα εμφάνισης μηδενικής απορροής. Εάν m είναι το πλήθος των περιπτώσεων με μηδενική απορροή κατά τη διάρκεια της χρονοσειράς, τότε ο Thom (1958) έδειξε ότι το q μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση $q = m/n$.

Ο Thom (1958) χρησιμοποίησε πίνακες της ελλιπούς συνάρτησης Γάμμα για να ορίσει την αθροιστική πιθανότητα $G(x)$, ενώ αντίθετα οι McKee et al. (1993) ανέπτυξαν κάποιον αλγόριθμο για να καθορίσουν την αθροιστική πιθανότητα.

Η αθροιστική πιθανότητα, $H(x)$, στη συνέχεια, μετασχηματίζεται σε μία κανονικοποιημένη μεταβλητή z , της οποίας η μέση τιμή είναι μηδέν, ενώ η διακύμανση ισούται με τη μονάδα. Η τιμή αυτή είναι ο δείκτης SRI. Η μετατροπή αυτή αποτελεί μετατροπή ίσης πιθανότητας σύμφωνα με τους Ranoofsky and Brier (1958). Οι δύο ερευνητές είχαν τη βασική ιδέα της μετατροπής μιας τιμής από κάποια κατανομή (π.χ. Γάμμα κατανομή) σε κατανομή με καθορισμένη μορφή (π.χ. κανονική). Η μετατροπή αυτή γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε η πιθανότητα να υπάρχει μία τιμή μικρότερη από ένα καθορισμένο όριο της πρώτης κατανομής να είναι ίση με την αντίστοιχη πιθανότητα της μετατρεπόμενης κατανομής.

Επειδή, όμως, αυτός ο τρόπος μετατροπής είναι επίπονος εφόσον πρέπει να δημιουργηθούν τα αντίστοιχα διαγράμματα για όλα τα σημεία μέτρησης, για όλα τα χρονικά διαστήματα και για κάθε μήνα του έτους, η τιμή του z ή SPI ή SRI είναι πιο εύκολο να υπολογιστεί, χρησιμοποιώντας τις παρακάτω σχέσεις (McKee et al., 1993):

$$z = \text{SPI} = -\left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3}\right) \quad (3.9.)$$

για $0,0 < H(x) < 0,5$

$$z = \text{SPI} = +\left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3}\right) \quad (3.10.)$$

για $0,5 < H(x) < 1,0$

όπου:

$$t = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{(H(x))^2}\right)} \quad (3.11.)$$

για $0,0 < H(x) < 0,5$

$$t = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{(1,0 - H(x))^2}\right)} \quad (3.12.)$$

για $0,5 < H(x) < 1,0$

και

$$c_0 = 2,515517$$

$$c_1 = 0,802853$$

$$c_2 = 0,010328$$

$$d_1 = 1,432788$$

$$d_2 = 0,189269$$

$$d_3 = 0,001308$$

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι ο SPI ή SRI (ή z) αντιστοιχεί σε μια τιμή τυπικής απόκλισης που είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη από τη μέση τιμή. Αυτό δεν ισχύει απόλυτα σε μικρές χρονικές κλίμακες, εξαιτίας του γεγονότος ότι οι τιμές απορροής σε αυτή την περίπτωση παρουσιάζουν κάποια λοξότητα.

Είναι γνωστό ότι η χωρική και χρονική διάσταση ενός επεισοδίου ξηρασίας δημιουργεί προβλήματα στη δημιουργία ενός δείκτη ξηρασίας. Μία ανωμαλία στην εμφάνιση μίας τιμής απορροής πρέπει να κανονικοποιηθεί σύμφωνα τόσο με το χρόνο εμφάνισής της όσο και με τον τόπο εμφάνισής της, για να μπορεί ο δείκτης να είναι αντιπροσωπευτικός της απεικόνισης του επεισοδίου ξηρασίας. Ο δείκτης SRI συνδυάζει και τα δύο. Ο SRI κανονικοποιείται χωρικά ως προς το σημείο μέτρησης, γιατί στον υπολογισμό του προσμετράται, τόσο η κατανομή της συχνότητας εμφάνισης της απορροής στο συγκεκριμένο σημείο όσο και η διακύμανση της απορροής στην περιοχή. Επιπρόσθετα, ο SRI κανονικοποιείται χρονικά γιατί ο υπολογισμός του μπορεί να γίνει για οποιαδήποτε χρονική κλίμακα ανάλογα με το σκοπό της εκάστοτε ανάλυσης.

Στα πλαίσια της συγκεκριμένης μελέτης και έχοντας γνωστές συγκεκριμένες χρονοσειρές παροχής ποταμών και απορροής πηγών, σε διάφορα σημεία εντός του Ν. Λάρισας, ο SRI ήταν ο δείκτης που χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση και πρόγνωση της ξηρασίας.

Το σημαντικότερο πλεονέκτημα του SRI, όπως αντίστοιχα και του SPI, είναι η δυνατότητα παροχής έγκαιρης προειδοποίησης για την πιθανότητα εμφάνισης υδρολογικής ξηρασίας συμβάλλοντας ουσιαστικά στην εκτίμηση της σοβαρότητας της κατάστασης. Αντίστοιχα το μεγαλύτερο μειονέκτημά τους είναι ότι η πρόβλεψη και η εκτίμηση του ποσοστού πιθανότητας εμφάνισης και ο χαρακτηρισμός της ξηρασίας, γίνεται με βάση παρελθούσες

χρονοσειρές και η εισαγωγή νέων στοιχείων μπορεί να αλλάξει εξ' ολοκλήρου την πιθανότητα πρόβλεψης.

Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί ότι ο δείκτης επιλέχθηκε από την ομάδα των ειδικών για την εκτίμηση της υδρολογικής ξηρασίας και τη λειψυδρία.

Δείκτης δεκατημορίων

Σε πολλές περιπτώσεις για την στατιστική ανάλυση ενός δείγματος γίνεται η τακτοποίηση των τιμών μέτρησης σε ποσοστά περίξ της μέσης τιμής και της αντίστοιχης τιμής της τυπικής απόκλισης (συνήθως $x \pm 2\sigma$), έτσι και στη μέθοδο αυτή πραγματοποιήθηκε τακτοποίηση των μηνιαίων τιμών βροχοπτώσεων σε δεκατημόρια για την εκτίμηση της μετεωρολογικής ξηρασίας. Ο δείκτης προτάθηκε από τους Gibbs και Maher (1967) και εξετάζει την εμπειρική συνάρτηση κατανομής των υψών βροχής, τα οποία κατατάσσει σε δέκα κατηγορίες πιθανότητας.

Ο δείκτης είναι υπολογιστικά απλός και είναι σκόπιμο να χρησιμοποιείται όταν διατίθενται μεγάλες χρονοσειρές, που καθιστούν την εμπειρική κατανομή πιο αξιόπιστη σε σχέση με τις θεωρητικές κατανομές, ως προς την αξιολόγηση των ακραίων τιμών της βροχόπτωσης.

Ανάλογη στατιστική μεθοδολογία ερευνάται από την ομάδα των ειδικών για την ξηρασία και τη λειψυδρία με τη δημιουργία δεικτών για τα υπόγεια νερά, τη χιονοκάλυψη και την εδαφική υγρασία (Groundwater, Snowpack and Soil Moisture Indicators).

Η τεχνική που αναπτύχθηκε χωρίζει την κατανομή των περιστατικών κατά τη διάρκεια μιας μακροχρόνιας καταγραφής βροχοπτώσεων σε δέκατα της κατανομής. Κάθε μία από τις κατηγορίες αυτές καλείται «δεκατημόριο».

Το πρώτο δεκατημόριο είναι το ποσό των βροχοπτώσεων που δεν υπερβαίνεται από το χαμηλότερο 10% των περιστατικών βροχόπτωσης. Το δεύτερο δεκατημόριο είναι το ποσό βροχόπτωσης που δεν υπερβαίνει το χαμηλότερο 20% των περιστατικών. Αυτά τα δεκατημόρια συνεχίζονται μέχρι το ποσό βροχής που προσδιορίζεται από το δέκατο δεκατημόριο είναι το μεγαλύτερο ποσό βροχοπτώσεων κατά την μακροχρόνια καταγραφή. Εξ ορισμού, το πέμπτο δεκατημόριο είναι το μεσαίο, και αυτό είναι το ποσό βροχόπτωσης που δεν υπερβαίνεται από το 50% των περιστατικών κατά τη διάρκεια της καταγραφής. Τα δεκατημόρια ομαδοποιούνται σε πέντε κλάσεις σύμφωνα με τον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 3.4. Ομαδοποίηση κλάσεων του Δείκτη δεκατημορίων

Δεκατημόριο 1-2 μικρότερο από 20%	Πολύ κάτω από το κανονικό
Δεκατημόριο 3- 4 μικρότερο από 20%	Κάτω από το κανονικό
Δεκατημόριο 5-6 μικρότερο από 20%	Κοντά στο κανονικό
Δεκατημόριο 7-8 μικρότερο από 20%	Πάνω από το κανονικό
Δεκατημόριο 9-10 μικρότερο από 20%	Πολύ πάνω από το κανονικό

Η μέθοδος των δεκατημορίων επιλέχθηκε ως η μετεωρολογική μέτρηση της ξηρασίας στο σύστημα παρακολούθησης ξηρασίας της Αυστραλίας, γιατί είναι σχετικά εύκολο να υπολογιστεί, και απαιτεί λιγότερα δεδομένα και λιγότερες υποθέσεις από ότι ο Δείκτης Σοβαρότητας Ξηρασίας Palmer (Smith et al., 1993). Σε αυτό το σύστημα, οι γεωργοί και κτηνοτρόφοι μπορούν να ζητήσουν τη βοήθεια της κυβέρνησης, σύμφωνα και με τα όσα αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο ιστορικές ξηρασίες, μόνο εάν η ξηρασία αποδεικνύεται ότι είναι ένα γεγονός που συμβαίνει με περίοδο επαναφοράς 20-25 χρόνια (δεκατημόρια 1 και 2 πάνω από μία 100-ετή καταγραφή) και έχει διαρκέσει περισσότερο από 12 μήνες (White and O'Meagher, 1995). Σημαντικό μειονέκτημα του δείκτη δεκατημορίων είναι η ανάγκη για γνώση μεγάλων χρονοσειρών με δεδομένα βροχόπτωσης, που είναι απαραίτητες για τον υπολογισμό του κάθε δεκατημορίου με ακρίβεια.

Δείκτης της UNESCO

Τέλος και δίχως να βρίσκεται στους δείκτες εκτίμησης ξηρασίας που έχουν προκριθεί, αξίζει να αναφερθεί για την απλότητά του και ο δείκτης της UNESCO (1979), ο οποίος εξετάζει το πηλίκο της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης προς τη δυνητική εξατμοδιαπνοή.

Αναλυτικά, ο δείκτης υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$AI = P / PET \quad (3.13.)$$

όπου, P: το μέσο ετήσιο ύψος βροχής

και PET: το μέσο ετήσιο ύψος της δυνητικής εξατμοδιαπνοής.

Σε περίπτωση που το χρονικό βήμα εξέτασης είναι μικρότερο του έτους, π.χ. μηνιαίο, γίνεται χρήση της μηνιαίας βροχόπτωσης και της μέσης μηνιαίας δυνητικής εξατμοδιαπνοής. Πρέπει να αναφερθεί ότι ο ΑΙ χρησιμοποιείται διότι υπολογίζεται σχετικά εύκολα, εφόσον δεν απαιτεί πληθώρα δεδομένων και αποτελεί μία καλή λύση για την ένδειξη εμφάνισης της ξηρασίας αφού εμπεριέχει δύο βασικούς υδρολογικούς παράγοντες, τη βροχόπτωση και τη δυνητική εξατμοδιαπνοή.

3.4.2 Δείκτες υδρολογικού ισοζυγίου

Οι συγκεκριμένοι δείκτες εκτίμησης της ξηρασίας χρησιμοποιούν την εξίσωση του υδρολογικού ισοζυγίου της περιοχής μελέτης, λαμβάνοντας υπόψη χρονοσειρές βροχής, εξατμοδιαπνοής, απορροής και εδαφικής υγρασίας.

Το βασικό τους μειονέκτημα είναι ότι ο υπολογισμός τους απαιτεί ένα μεγάλο αριθμό δεδομένων, προκειμένου να υπολογιστεί το υδατικό ισοζύγιο, δεδομένου ότι πολλές από τις συνιστώσες του είναι αδύνατο να μετρηθούν, και μπορούν μόνο να εκτιμηθούν από μοντέλα (π.χ. εξατμοδιαπνοή, αποθήκευση υγρασίας).

Δείκτης Δριμύτητας Ξηρασίας Palmer (PDSI)

Το 1965, ο Palmer ανέπτυξε ένα δείκτη για τη μέτρηση της απόκλισης (departure) της προσφοράς υγρασίας (Palmer, 1965), βασιζόμενος στην έννοια της προσφοράς και της ζήτησης της εξίσωσης του υδατικού ισοζυγίου, λαμβάνοντας υπόψη όχι μόνο το έλλειμμα βροχοπτώσεων σε συγκεκριμένες θέσεις. Στόχος του Δείκτη Σοβαρότητας Ξηρασίας Palmer (PDSI), ήταν να προσφέρει τυποποιημένες μετρήσεις υγρασίας, έτσι ώστε οι συγκρίσεις που θα πραγματοποιούνται με βάση τον δείκτη να έχουν νόημα μεταξύ τοποθεσιών και μεταξύ των μηνών (Palmer, 1965).

Ο PDSI είναι ένας μετεωρολογικός δείκτης ξηρασίας και ανταποκρίνεται στις καιρικές συνθήκες που είναι αφύσικα ξηρές ή ασυνήθιστα υγρές (Καραμπουρνιώτης, 2012). Όταν οι συνθήκες αλλάζουν, από ξηρές σε κανονικές ή υγρές, για παράδειγμα, η ξηρασία που μετράται από τον PDSI ολοκληρώνεται χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η απορροή, οι λίμνες και τα επίπεδα των ταμιευτήρων, και άλλες μακροπρόθεσμες υδρολογικές επιπτώσεις (Karl and Knight 1985).

Ο PDSI υπολογίζεται με βάση τις βροχοπτώσεις και τα δεδομένα της θερμοκρασίας, καθώς και την τοπική διαθέσιμη περιεκτικότητα του εδάφους σε νερό (Καραμπουρνιώτης, 2012).

Σύμφωνα με το δείκτη Palmer, όλοι οι βασικοί όροι της εξίσωσης υδατικού ισοζυγίου μπορεί να προσδιοριστούν (εξατμοδιαπνοή, επαναφόρτιση του εδάφους, απορροή, απώλεια υγρασίας από το επιφανειακό στρώμα). Αντίθετα, οι ανθρώπινες επιπτώσεις στο υδατικό ισοζύγιο, όπως η άρδευση, δεν λαμβάνονται υπόψη.

Ο Palmer ανέπτυξε τον PDSI έτσι ώστε να περιλαμβάνει τη διάρκεια μιας ξηρασίας, καθώς η περίπτωση ενός ασυνήθιστα υγρού μήνα στα μέσα μια μακροχρόνιας ξηρασίας, δεν θα πρέπει να έχει σημαντική επίπτωση στο δείκτη, ή μια σειρά από μήνες με σχεδόν φυσιολογική βροχόπτωση μετά από σοβαρή ξηρασία δεν σημαίνει ότι το φαινόμενο έχει ολοκληρώσει το κύκλο του. Για το σκοπό αυτό ο Palmer ανέπτυξε τα κριτήρια για τον προσδιορισμό του πότε μια ξηρασία αρχίζει και τελειώνει, τα οποία προσαρμόζουν τον PDSI αναλόγως.

Σε σχεδόν πραγματικό χρόνο, ο δείκτης Palmer δεν είναι πλέον ένας μετεωρολογικός δείκτης, αλλά ένας υδρολογικός δείκτης ο οποίος αναφέρεται ως δείκτης υδρολογική ξηρασίας Palmer (PHDI), επειδή βασίζεται στην εισροή υγρασίας (βροχοπτώσεις), εκροή και αποθήκευση, και δεν λαμβάνει υπόψη τη μακροπρόθεσμη τάση (Karl and Knight, 1985).

Ο Δείκτης Palmer κυμαίνεται περίπου μεταξύ -6,0 και 6,0 λόγω των συνθηκών υγρασίας της αρχικής έρευνας στην κεντρική Αϊόβα και το δυτικό Κάνσας (Palmer, 1965). Στην ιδανική περίπτωση, ο δείκτης Palmer είναι σχεδιασμένος έτσι ώστε ένα -4,0 στη Νότια Καρολίνα να έχει την ίδια έννοια όσον αφορά την απόκλιση (departure) υγρασίας με βάση φυσιολογικές κλιματολογικές συνθήκες, όπως ένα -4,0 στο Idaho (Alley, 1984).

Συνήθως υπολογίζεται σε μηνιαία βάση, με αποτέλεσμα να υπάρχουν στις αντίστοιχες μετεωρολογικές υπηρεσίες αρχειοθετημένα στοιχεία των μηνιαίων τιμών PDSI για κάθε τμήμα του κλίματος στις Ηνωμένες Πολιτείες από το 1895 μέχρι σήμερα και είναι διαθέσιμες στο Εβδομαδιαίο Δελτίο Καιρού των καλλιεργειών. Οι εβδομαδιαίοι χάρτες του δείκτη Palmer είναι επίσης διαθέσιμοι στο διαδίκτυο από το Κέντρο πρόβλεψης του κλίματος.

Είναι η πιο αποτελεσματική μέτρηση για ευαίσθητους τομείς στις συνθήκες υγρασίας του εδάφους, όπως είναι η γεωργία (Willeke et al., 1994). Είναι επίσης χρήσιμο εργαλείο παρακολούθησης της ξηρασίας και έχει

χρησιμοποιηθεί για να προκαλέσει ενέργειες που σχετίζονται με σχέδια έκτακτης ανάγκης σε περιπτώσεις εμφάνισης ξηρασίας (Willeke et al., 1994).

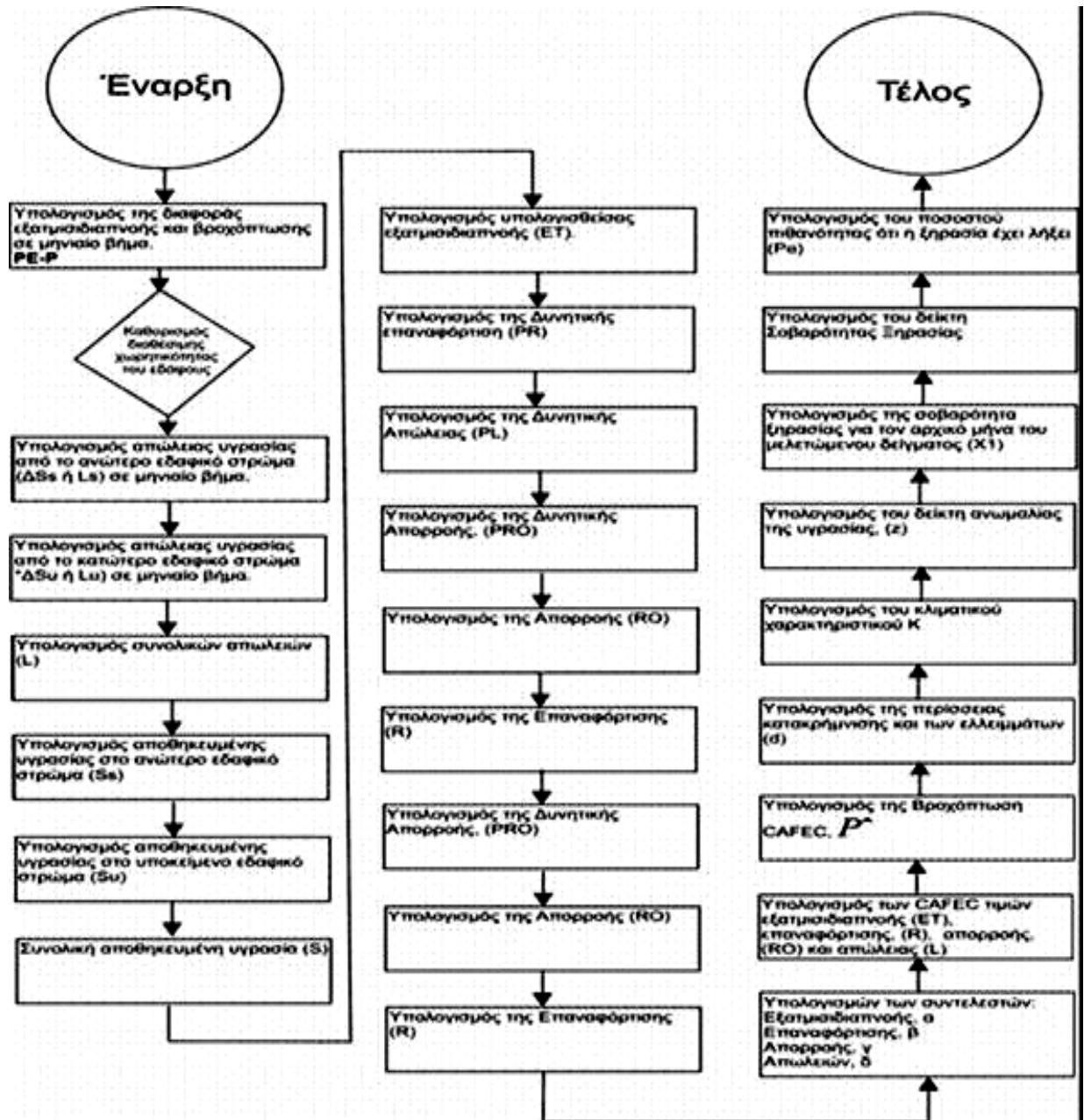
Ο Alley (1984) προσδιόρισε τρία θετικά χαρακτηριστικά του Δείκτη Palmer που συμβάλλουν στη δημοτικότητά του:

- παρέχει στους υπευθύνους λήψης αποφάσεων, μια μέτρηση της ανωμαλίας του κλίματος σε μια περιοχή,
- παρέχει την δυνατότητα να τοποθετηθούν οι τρέχουσες συνθήκες σε ιστορικά δείγματα,
- και παρέχει χωρικές και χρονικές παραστάσεις ιστορικών ξηρασιών.

Τα μειονεκτήματα του Δείκτη Palmer σύμφωνα με τους ερευνητές είναι (Καραμπουρνιώτης, 2012):

- ✓ Οι τιμές ποσοτικοποίησης της έντασης της ξηρασίας που σηματοδοτούν την έναρξη και το τέλος μιας ξηρασίας επιλέγονταν αυθαίρετα με βάση την έρευνα του Palmer στην κεντρική και δυτική Αϊόβα και δεν έχουν ιδιαίτερη επιστημονική έννοια.
- ✓ Ο Δείκτης Palmer είναι ευαίσθητος στην τοπική διαθέσιμη περιεκτικότητα του κάθε τύπου εδάφους σε νερό (AWC). Έτσι, η εφαρμογή του δείκτη για ένα τμήμα του κλίματος μπορεί να είναι πολύ γενική.
- ✓ Τα δύο στρώματα του εδάφους κατά τους υπολογισμούς του υδατικού ισοζυγίου απλοποιούνται ώστε μπορεί να μην είναι ακριβώς αντιπροσωπευτικά για μια περιοχή.
- ✓ Χιονόπτωση, χιονοκάλυψη, και παγωμένο έδαφος δεν περιλαμβάνονται στο δείκτη. Όλες οι κατακρημνίσεις αντιμετωπίζονται ως βροχή, έτσι οι τιμές των PDSI ή PHDI ενδέχεται να είναι ανακριβείς κατά τους χειμερινούς μήνες και την άνοιξη στις περιοχές όπου υπάρχει χιονόπτωση.
- ✓ Η φυσική υστέρηση από τη στιγμή της βροχόπτωσης και της προκύπτουσας απορροής δεν λαμβάνεται υπόψη. Επιπλέον, δεν επιτρέπεται να ληφθεί υπόψη η απορροή στο μοντέλο μέχρι τη στιγμή που η χωρητικότητα επιφανειακών και υπόγειων στρωμάτων του εδάφους είναι πλήρης σε νερό, με αποτέλεσμα να οδηγεί σε υποτίμηση των απορροών.
- ✓ Η δυνητική εξατμισοδιαπνοή υπολογίζεται με τη μέθοδο Thornthwaite. Η τεχνική αυτή έχει ευρεία αποδοχή, αλλά εξακολουθεί να είναι προσεγγιστική.

- ✓ Μια άλλη αδυναμία του Δείκτη Palmer είναι ότι οι ταξινομήσεις σε «ακραία» και «σοβαρή» ξηρασία εμφανίζονται με μεγαλύτερη συχνότητα σε ορισμένες περιοχές της χώρας από ότι σε άλλες (Willeke et al., 1994).



Διάγραμμα 3.1. Στάδια υπολογισμού του δείκτη Palmer

Σε πρόσφατη έρευνα που πραγματοποιήθηκε από το Ε.Μ.Π. (Καραμπουρνιώτης, 2012) με σκοπό την εφαρμογή του δείκτη Palmer στον Ελληνικό χώρο και ειδικότερα στη Λίμνη Υλίκη, ανακοινώθηκαν τα παρακάτω σημαντικά συμπεράσματα:

- Ο δείκτης φαίνεται να καταγράφει με επιτυχία τις διετείς ξηρασίες.
- Οι ξηρασίες που καταγράφηκαν δεν φαίνεται να παρουσιάζουν κάποια περιοδικότητα.

Οι χρονικές περίοδοι κατά τις οποίες επικράτησε ακραία ξηρασία ήταν:

- ✓ Μάρτιος – Αύγουστος του 1989
 - ✓ Ιούνιος – Οκτώβριος του 1993
 - ✓ Νοέμβριος του 2001 – Ιούνιος του 2002
- Ομοίως, 16 μήνες αντιστοιχούν σε κατάσταση ιδιαίτερα υγρού κλίματος.
 - Οι περιπτώσεις κατά τις οποίες καταγράφηκε ακραία ξηρασία διαρκούν τουλάχιστον 5 μήνες.
 - Από τη γραμμή τάσης παρουσιάζεται μία τάση προς πιο ξηρικές καταστάσεις (βλ. διάγραμμα 3.2.).
 - 50 στοιχεία (μήνες) του μελετώμενου δείγματος παρουσιάζουν τιμές οι οποίες αντιστοιχούνται ποιοτικά σε σχεδόν φυσιολογική κατάσταση υδροφορίας ($-0,5 < PDSI < 0,5$).
 - Οι τέσσερις μεγαλύτερες τιμές του δείκτη δριμύτητας ξηρασίας Palmer έκαναν την εμφάνισή τους κατά τους μήνες Ιανουάριος του 2002, Ιούνιος 2002, Μάιος 2002 και Ιούλιος 1990.



Διάγραμμα 3.2. Εξέλιξη του δείκτη δριμύτητας ξηρασίας Palmer, (Καραμπουρνιώτης, 2012).

Δείκτης Προσφοράς Επιφανειακού Νερού (Surface Water Supply Index, SWSI)

Προτάθηκε από τους Shafer και Dezman (1982), και αποτελεί τροποποίηση του PDSI, ώστε να ενσωματωθεί τη συνεισφορά του χιονιού. Ο δείκτης αυτός είναι κατάλληλος για ορεινές περιοχές.

Οι Shafer και Dezman σχεδίασαν τον SWSI έτσι ώστε να είναι ένας δείκτης των συνθηκών των επιφανειακών υδάτων και περιέγραψαν τον δείκτη ως «εξαρτώμενο από το ορεινό νερό (mountain water dependent)», σημαντικό συστατικό των ορεινών όγκων.

Ο στόχος του SWSI ήταν να ενσωματώσει και τα υδρολογικά και τα κλιματολογικά χαρακτηριστικά σε μια ενιαία τιμή του δείκτη που μοιάζει με τον Δείκτη Palmer για κάθε σημαντική λεκάνη απορροής ποταμού στην πολιτεία του Κολοράντο (Shafer και Dezman 1982). Οι τιμές αυτές είναι τυποποιημένες ώστε να επιτρέπουν τη σύγκριση μεταξύ των λεκανών απορροής.

Τέσσερις μεταβλητές εισόδου απαιτούνται στο πλαίσιο του SWSI:

Η ποσότητα χιονιού (snowpack), η απορροή, η βροχόπτωση, και η πλήρωση των ταμιευτήρων (reservoir storage). Επειδή εξαρτάται από την εποχή, ο SWSI υπολογίζεται μόνο με την ποσότητα χιονιού (snowpack), την κατακρήμνιση και την πλήρωση των ταμιευτήρων τον χειμώνα. Κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών, η απορροή αντικαθιστά την ποσότητα χιονιού ως συνιστώσα στο πλαίσιο της εξίσωσης του SWSI (Μαμάσης και Ευστρατιάδης, 2012).

Δείκτης Αξιοποίησης Νερού (Water Exploitation Index, WEI)

Ορίζεται ως η μέση ετήσια συνολική ζήτηση γλυκού νερού προς τις μέσες υπερετήσιες ποσότητες των διαθέσιμων υδατικών πόρων. Ο δείκτης αυτός εκφράζει τη πίεση που ασκεί η ζήτηση νερού στους υδατικούς πόρους και εφαρμόζεται σε μεγάλες χωρικές κλίμακες (π.χ. κλίμακα χώρας). Στη βιβλιογραφία αναφέρεται το κατώφλι 20% για περιοχές που δεν έχουν πρόβλημα διαθεσιμότητας, και το ανώφλι 40% για την κατάσταση ξηρασίας.

Ο δείκτης WEI (Water Exploitation Index Plus) υπολογίζεται ως ο λόγος της μέσης ετήσιας απόληψης νερού (Total Water Abstraction, TWA) προς την αντίστοιχη μέση ετήσια διαθεσιμότητα των ανανεώσιμων υδατικών πόρων (Renewable Water Availability, RWA), δηλαδή:

$$\mathbf{WEI = TWA / RWA} \quad (3.14.)$$

Η μέση ετήσια διαθεσιμότητα των ανανεώσιμων υδατικών πόρων, RWA, εκτιμάται ως εξής:

$$\mathbf{RWA = P - ET + AEI - WR + RW} \quad (3.15.)$$

όπου P είναι η βροχόπτωση, ET η πραγματική εξατμοδιαπνοή, AEI οι εξωτερικές εισροές από γειτονικές λεκάνες, WR οι υδατικές ανάγκες για περιβαλλοντική χρήση, και RW το νερό που επιστρέφει στο σύστημα από τις διάφορες καταναλωτικές χρήσεις (όλα τα μεγέθη δίνονται σε μέση ετήσια κλίμακα).

$$\mathbf{D = P - ET} \quad (3.16.)$$

Στην παραπάνω σχέση 3.16., και στην υπερετήσια κλίμακα, η διαφορά εκφράζει τη λεγόμενη εσωτερική απορροή (Internal Flow) του συστήματος. Η διαφορά αυτή είναι ισοδύναμη με το άθροισμα της μέσης ετήσιας επιφανειακής απορροής και της μέσης ετήσιας κατείδυσης. Η μέση ετήσια κατείδυση, με τη σειρά της, είναι ταυτόσημη έννοια με τα ρυθμιστικά αποθέματα των υδροφορέων (Μαμάσης και Ευστρατιάδης, 2012).

Η ομάδα ειδικών για την ξηρασία και τη λειψυδρία διερευνά την εφαρμογή ενός βελτιωμένου δείκτη αξιοποίησης νερού (Water Exploitation Index Plus, WEI+), ο οποίος εφαρμόζεται σε συγκεκριμένη υδρολογική ενότητα και χρονική περίοδο. Στον υπολογισμό του δείκτη WEI+ εισέρχονται οι παρακάτω όγκοι νερού:

- 1.** Η «εσωτερική ροή» (Internal Flow), η οποία εκτιμάται ως διαφορά της βροχόπτωσης (Precipitation) και της πραγματικής εξατμοδιαπνοής (Actual Evapotranspiration), και υποδηλώνει την επιφανειακή και υπόγεια απορροή (κατείδυση) της περιοχής.
- 2.** Η ελάχιστη ροή που απαιτείται για περιβαλλοντικούς λόγους (Water Requirements), όπως η ελάχιστη συμφωνημένη παροχή στα διασυνοριακά ποτάμια.
- 3.** Η ποσότητα νερού που επιστρέφει στην συγκεκριμένη ενότητα (Returned Water), η οποία προέρχεται από μη καταναλωτικές χρήσεις, όπως η παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας και το νερό ψύξης.

4. Η «εξωτερική εισροή» (Actual External Inflow), η οποία οφείλεται από την επιφανειακή και υπόγεια απορροή που προέρχεται από άλλες υδρολογικές ενότητες.
5. Η διαθεσιμότητα ανανεώσιμου νερού (Renewable Water Availability), που προκύπτει αν από το σύνολο των εισερχόμενων όγκων (1, 3, 4) αφαιρεθεί η ελάχιστη περιβαλλοντική ροή (2).
6. Οι ποσότητες νερού που αφαιρούνται από την συγκεκριμένη περιοχή για να ικανοποιηθεί το σύνολο των καταναλωτικών χρήσεων.
7. Τελικά, ο δείκτης WEI+ υπολογίζεται ως το ποσοστό του όγκου νερού που διατίθεται για χρήσεις (6) προς τη διαθέσιμη ποσότητα ανανεώσιμου νερού (5).

3.4.3 Δείκτες κατάστασης βλάστησης

Οι δείκτες αυτοί εξετάζουν την επίδραση της διαθεσιμότητας νερού στην κατάσταση της βλάστησης. Συνήθως, απαιτούν δορυφορικά δεδομένα της εκπεμπόμενης από τη βλάστηση ακτινοβολίας σε διάφορα μήκη κύματος. Με βάση τα παραπάνω δεδομένα, ποσοτικοποιείται η επίδραση παραμέτρων όπως η θερμοκρασία, η υγρασία και η διαπνοή στην «υγεία» της βλάστησης (Vegetation Health Indices, VHI).

Υπάρχουν αρκετές εφαρμογές με μετρήσεις ειδικών αισθητήρων (Advanced Very High Resolution Radiometer, AVHRR), οι οποίοι είναι ενσωματωμένοι σε δορυφόρους της NOAA (National Oceanic and Aerospace Administration) των ΗΠΑ. Με βάση τις μετρήσεις αυτές υπολογίζονται οι δείκτες κατάστασης και θερμοκρασίας της βλάστησης (Vegetation Condition Index, VCI, και Temperature Condition Index, TCI). Συχνά, χρησιμοποιούνται οι μετρήσεις των αισθητήρων ΜΕΤΡΙΑΙΣ. Μια σημαντική παράμετρος είναι το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που εκπέμπεται στο τμήμα εκείνο του φάσματος που μπορεί να απορροφηθεί από φωτοσυνθετικούς οργανισμούς (Fraction of Absorbed Photosynthetically Active Solar Radiation, FAPAR). Η παράμετρος αυτή εκτιμάται από δορυφορικά δεδομένα (AVHRR – ΜΕΤΡΙΑΙΣ) και επιδρά σημαντικά στην φωτοσύνθεση και την αφομοίωση του CO₂ από τα φυτά. Στην παράμετρο FAPAR βασίζεται ο υπολογισμός του λεγόμενου Δείκτη Απόκρισης Βλάστησης (Vegetation Response Indicator), που επιλέχθηκε από την ομάδα των ειδικών για την ξηρασία και τη λειψυδρία (Μαμάσης και Ευστρατιάδης, 2012).

4 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

4.1 Γενικά στοιχεία

Ο Νομός Λάρισας έχει πρωτεύουσα τη Λάρισα και ο πληθυσμός της, σύμφωνα με την τελευταία απογραφή, ανέρχεται σε 284.420 κατοίκους (ΕΛΣΤΑΤ, απογραφή 2011). Έχει έκταση 5.381 km² και η πυκνότητα του πληθυσμού της είναι 52,86 κάτοικοι km⁻², αποτελείται από 5 επαρχίες, έχει 7 συνολικά δήμους και ανήκει γεωγραφικά αλλά και διοικητικά στην Περιφέρεια της Θεσσαλίας.

4.2 Δημογραφικά δεδομένα

Η σύνθεση του πληθυσμού όπως προέκυψε από την απογραφή του 2001 ήταν 46% αστικός, 20% ημιαστικός και 34% αγροτικός, ενώ με βάση τον τόπο κατοικίας η σύνθεση του πληθυσμού ήταν 74,5% πεδινός, 15,6% ημιορεινός και 9,9% ορεινός. Η οικονομία του Νομού Λάρισας παρουσίαζε ικανοποιητική ανάπτυξη, τα χρόνια πριν τη κρίση και ειδικότερα πριν το 2010, σε σχέση με τον εθνικό μέσο όρο και στηρίζεται κυρίως στον πρωτογενή τομέα (γεωργία και κτηνοτροφία) και στο δευτερογενή τομέα (βιομηχανία). Ο τουρισμός παρουσιάζει σχετικά μικρή ανάπτυξη στο νομό.

Ο οικονομικά ενεργός πληθυσμός στο νομό φθάνει το 38% του συνολικού πληθυσμού περίπου, σύμφωνα με τα στοιχεία του 2001. Από αυτούς το 72,1% είναι άνδρες, ενώ το υπόλοιπο 27,9% είναι γυναίκες. Η σύνθεση της απασχόλησης του οικονομικά ενεργού πληθυσμού είναι 46,62% στον πρωτογενή τομέα, 35,57% στον δευτερογενή τομέα και 17,81% στον τριτογενή τομέα.

Η κατανομή του εδάφους ανά κατηγορία χρήσης έχει ως εξής:

1. καλλιεργήσιμη γη 2.423 km² (45,0%)
2. βοσκότοποι 2.170 km² (40,3%)
3. δάση 510 km² (9,5%)
4. οικισμοί 198 km² (3,7%)
5. τα υπόλοιπα 80 km² (1,5%) καλύπτονται από νερά (ΕΛΣΤΑΤ, 2001).

Γενικά η οικιστική χρήση γης είναι σήμερα αρκετά αναπτυγμένη στο Ν. Λάρισας. Χαρακτηριστική είναι η ύπαρξη μικτής χρήσης γης με αγροτικές δραστηριότητες και οικιστική ανάπτυξη ταυτόχρονα.

4.3 Ιστορικά δεδομένα

Το όνομα Λάρισα είναι προελληνικό πελασγικής προέλευσης και ήταν ιδιαίτερα διαδεδομένο στον ελλαδικό χώρο. Σημαίνει ισχυρά οχυρωμένος λόφος ή ακρόπολη, το όνομα αυτό είχε άλλωστε και η ακρόπολη του Άργους. Επίσης σύμφωνα με τη μυθολογία η πόλη της Λάρισας χτίστηκε στην πελασγική περίοδο από τον Λάρισσο, γιο του Πελασγού (πηγή: www.tedklarisas.gr/nomos/hi.php).

Ως ιδρυτής της πόλης μνημονεύεται ο Ακρίσιος ενώ ως πρώτος βασιλιάς ο Αλεύας. Κατά τον 5^ο αιώνα π.Χ η Λάρισα γνώρισε τη σημαντικότερη ακμή της κατά τους κλασσικούς χρόνους και εμφανίζεται ως επικεφαλής περιοχής, που αποτελούσαν οι περιοχές Πελασγιώτιδος, Εστιαιώτιδος και Περραιβίας. Την πολιτιστική παράδοση της εποχής εκείνης επιβεβαιώνει η παρουσία πολλών πνευματικών προσωπικοτήτων που γεννήθηκαν και δημιούργησαν στην Λάρισα όπως ο ρήτορας Αρίστιππος, ο φιλόσοφος Μένων και οι μεταγενέστεροι Φίλων, Αθήνιων και Ιππόδρομος. Κατά τη διάρκεια του Πελοποννησιακού πολέμου οι Λαρισιαίοι τάχθηκαν στο πλευρό των Αθηναίων στέλνοντας επικουρικά στρατεύματα εναντίον των Λακεδαιμονίων, ενώ από το 344 π.Χ ως το 197 π.Χ η Λάρισα παραμένει στην μακεδονική κυριαρχία και στη συνέχεια κυριεύεται από τους Ρωμαίους.

Από τα ιστορικά και τα αρχαιολογικά ευρήματα αναφέρεται ότι η παλαιότερη κατοίκηση της πόλης της Λάρισας τοποθετείται στην προϊστορική εποχή, ενώ η ίδια η ονομασία της πόλης φαίνεται ότι ανάγεται σε ελληνικό υπόστρωμα. Η Λάρισα όμως, δεν αναφέρεται στα ομηρικά έπη.

Οι πρώιμες αρχαιολογικές μαρτυρίες για την παρουσία του ανθρώπου στην περιοχή, που περιλαμβάνει ο νομός Λάρισας, ανάγονται στο απώτερο παρελθόν της προϊστορίας, στην παλαιολιθική εποχή. Από το 1958, όταν ο Γερμανός αρχαιολόγος Vladimir Milojsic επισήμανε για πρώτη φορά εργαλεία και απολιθωμένα οστά ζώων της Μέσης Παλαιολιθικής εποχής, έχουν εντοπιστεί μέχρι και σήμερα περισσότερες από πενήντα παλαιολιθικές θέσεις.

Οι οικισμοί της Νεολιθικής εποχής (6.500-3.500 π.Χ.) και της εποχής του Χαλκού (3.200-1.100 π.Χ.), που έχουν εντοπιστεί μέχρι σήμερα στο νομό Λάρισας, ξεπερνούν τους 250 και στην πλειονότητά τους έχουν τη χαρακτηριστική μορφή της μαγούλας (μικρά υψώματα).

Η εποχή του Χαλκού (3.200-1.000 π.Χ.) στο νομό Λάρισας, δεν είναι εξίσου γνωστή με τη Νεολιθική εποχή. Με εξαίρεση λίγους ανασκαμμένους οικισμούς κυρίως στην Άργισσα, Οτζάκι, Ραχμάνι κ.α., τα περισσότερα

ευρήματα της εποχής αυτής προέρχονται από τάφους. Μοναδικό εύρημα αποτελεί ένα πήλινο άρμα (παιχνίδι), που σύρεται από δύο άλογα, το οποίο αποτελούσε κτέρισμα παιδικής ταφής (13^{ος} αι. π.Χ., Αρχαιολογικό Μουσείο Βόλου).

Στη Λάρισα η κατοίκηση υπήρξε συνεχής μέχρι σήμερα από την Πρώιμη εποχή του Χαλκού, οπότε και κατοικείται για πρώτη φορά ο λόφος του Αγ. Αχιλλείου. Δύο από τους σπουδαιότερους Μυκηναϊκούς οικισμούς της ανατολικής Θεσσαλικής πεδιάδας, εντοπίζονται στη Μαρμαρίνη και στην Ελάτεια (Μπουνάρμπασι). Αξιόλογοι οικισμοί έχουν εντοπισθεί στους Γόννους, στο Αργυροπούλι (Καστρί), στη Φαλάννη (Τατάρ μαγούλα), στην κοιλάδα του Ενιππέα στα Φάρσαλα (λόφος της Αγ. Παρασκευής) και στο Ελληνικό (ύψωμα Χτούρι).

Στα σύνορα των νομών Λάρισας και Μαγνησίας, μεταξύ του Σωτηρίου και του Στεφανοβικείου, βρίσκεται το εκτεταμένο βραχώδες ύψωμα της Πέτρας. Η θέση φαίνεται ότι ήταν ένα είδος βραχώδους χερσονήσου στην αποξηραμένη σήμερα λίμνη Βοιβηίδα ή Κάρλα. Στην Μυκηναϊκή εποχή αναπτύχθηκε εδώ ένα αξιόλογο κέντρο, που είχε τον έλεγχο της λίμνης και στο οποίο ανήκει πιθανόν και εκτεταμένη κυκλώπεια οχύρωση με περίμετρο 4-5 χλμ.

Στους αρχαϊκούς χρόνους (7^{ος} – 6^{ος} αι. π.Χ.), πραγματοποιείται η διαίρεση της πεδινής Θεσσαλίας σε τέσσερα διαμερίσματα, τις λεγόμενες "τετραρχίες" ή "τετράδες" ή "μοίρες", που έφεραν τα ονόματα Πελασιγώτις, Εστιαιώτις, Θεσσαλιώτις και Φθιώτις σε αντιστοιχία με τις σημερινές περιοχές της Λάρισας, των Τρικάλων, της Καρδίτσας και των Φαρσάλων.

Η πόλη της Λάρισας ήταν οργανωμένη σύμφωνα με το ακανόνιστο πολεοδομικό σύστημα, το λεγόμενο "απτικό", που σύμφωνα με τον Αριστοτέλη εξυπηρετούσε αποτελεσματικότερα την άμυνά της. Για το δωρικό ναό της Αθηνάς Πολιάδος, που αποτελούσε την κύρια λατρευόμενη θεότητα των αρχαϊκών και κλασικών χρόνων, ορισμένες αρχαιολογικές ενδείξεις ενισχύουν την υπόθεση ότι βρισκόταν ανατολικά του σημερινού ναού του Αγ. Αχιλλείου στο λόφο "Φρούριο", όπου ήταν η ακρόπολη της αρχαίας Λάρισας.

Μια άλλη πόλη, η Φάρσαλος, διεκδικεί για τον εαυτό της την πρώτη θέση ανάμεσα στις πόλεις της Θεσσαλίας καθώς βρισκόταν σε μεγάλη οικονομική ακμή λόγω της φιλομακεδονικής πολιτικής της. Το ολιγαρχικό πολίτευμα της Λάρισας εκδημοκρατίζεται κατά κάποιο τρόπο από το τέλος του 5^{ου} αι. π.Χ. περίπου, όπως φαίνεται από το γεγονός των αθρών

πολιτογραφήσεων ξένων στην πόλη, την εγκατάσταση μετοίκων και την πώληση κληρών, στοιχεία που ωστόσο δηλώνουν έμμεσα και την έναρξη φθοράς.

Τα σημαντικότερα ωστόσο μνημεία της εποχής αυτής στο νομό είναι δύο αρχαία θέατρα, το Α' μνημειακότερο και επιβλητικότερο, στη νότια πλαγιά του λόφου "Φρούριο" και εν μέρει σήμερα ορατό, το οποίο κατασκευάστηκε στην ελληνιστική εποχή, πιθανότατα στο τέλος του 3^{ου} αι. π.Χ., στα χρόνια του βασιλιά της Μακεδονίας Φίλιππου του Ε' και χρησιμοποιήθηκε για παραστάσεις και άλλα δρώμενα μέχρι το τέλος του 2^{ου} αι. π.Χ. και αρχές του 1^{ου} αι. π.Χ., εποχή που κατασκευάστηκε το Β' μικρότερο αρχαίο θέατρο, το οποίο προοριζόταν για θεατρικές παραστάσεις και άλλες πνευματικές εκδηλώσεις.

Το σημαντικότερο νέο στοιχείο της περιόδου της Βυζαντινής Αυτοκρατορίας είναι η εξάπλωση του Χριστιανισμού, η οποία αρχίζει αρκετά νωρίς στη Θεσσαλία, πρωτεργάτες της δε, θεωρούνται ο Απόστολος Ανδρέας και κάποιοι από τους μαθητές του Αποστόλου Παύλου, όπως ο Ηρωδίων, που μαρτύρησε στην Υπάτη και ο Ονήσιμος, που αναφέρεται συχνά σε επιγραφές του μεγάλου Χριστιανικού κέντρου των Φθιώτιδων Θηβών, της σημερινής Νέας Αγχιάλου.

Όσον αφορά την εξάπλωση του Χριστιανισμού στη Λάρισα, μεγάλη θεωρήθηκε κατά ορισμένες πηγές και η συμβολή του Αγ. Αχιλλείου, ίσως του πρώτου επισκόπου της, για τον οποίο αναφέρεται ότι συμμετείχε στην Α' Οικουμενική Σύνοδο (325 μ.Χ.) και υπήρξε χορηγός αρκετών κοινωφελών ιδρυμάτων στην πόλη, ενώ επιμελήθηκε ο ίδιος τον τάφο του στο λόφο του φρουρίου.

Η διείσδυση των Οθωμανών Τούρκων στη Θεσσαλία άρχισε το 1392/93, όταν υπό τον Εβρενός Μπέη νίκησαν τις ελληνικές δυνάμεις στα Τέμπη και κατέλαβαν τη Λάρισα και τα Φάρσαλα. Οι μεγαλύτεροι Τουρκοί πληθυσμοί εγκαταστάθηκαν στη Λάρισα, τα Φάρσαλα και την Ελασσόνα, από όπου και διοικούσαν τις γύρω περιοχές, ενώ ύπαρξη μικρότερου διοικητικού κέντρου (ναχιγιές) μαρτυρείται και στο Καστρί της Αγιάς. Επίσης τα Φάρσαλα είχαν σχεδόν εξ ολοκλήρου τουρκικό πληθυσμό, ενώ την ίδια εποχή το Δαμάσι είχε αμιγή χριστιανικό πληθυσμό 314 οικογενειών, μοιρασμένο σε 2 συνοικίες Ελλήνων. Ως προς την Εκκλησία, όσον αφορά την περιοχή του σημερινού νομού Λάρισας, ενώ δεν είναι γνωστή η ύπαρξη κανενός μεγάλου μοναστηριού το 15^ο αι. στις τουρκικές απογραφές, μαρτυρούνται 8 μεγάλα

μοναστήρια μέσα στο 16^ο αι. στην περιοχή μεταξύ Στομίου και Σκήτης , από τα οποία μόνον τα τρία υπάρχουν σήμερα.

Ο 17^{ος} αι. άφησε έντονα τα ίχνη του στην πόλη της Λάρισας και τη γύρω περιοχή. Οι συνήθειες και οι γνωστές επιδημίες της χολέρας, τα θανατικά των χρονικών σημειωμάτων, οξύτατες και συχνές λόγω του νοσηρού κλίματος στα πεδινά μέρη, λιγότεψαν δραστικά τον πληθυσμό. Οι περιστάσεις αυτές ευνόησαν τη συγκέντρωση μεγάλων εκτάσεων γης σε Τούρκους ισχυρούς παράγοντες της περιοχής και πολλοί δέχονται ότι τότε δημιουργήθηκαν οι συνθήκες για τη δημιουργία των μεγάλων ιδιοκτησιών (τσιφλικιών) στον κάμπο της Λάρισας, στην περιοχή των Φαρσάλων και σε άλλες περιοχές.

Από τις αρχές του 18^{ου} αι. άλλωστε, αναφέρεται κάποια εμπορική δραστηριότητα των Εβραίων της πόλης στο τομέα των τσόχινων υφασμάτων από την Πελοπόννησο, και εμπόριο δημητριακών από ξένους.

Ενδεικτική των συνθηκών κάτω από τις οποίες ζούσε η κοινωνία των Χριστιανών της Λάρισας είναι η δεκαπενταετής αγωνιώδης προσπάθεια ανασύστασης του ναού του Αγ. Αχιλλείου, μετά την πυρπόλησή του και τη κατεδάφισή του στις 12 Ιουλίου του 1769 από τους φανατικούς μουσουλμάνους.

Την ίδια περίοδο που η Λάρισα βρίσκεται σ' αυτή την κατάσταση στις ορεινές και ημιορεινές περιοχές της Όσσας και του Ολύμπου συντελείτε το θαύμα του β' μισού του 18^{ου} αι. Η οικοτεχνία, μετεξελίχθηκε σε μια ανθηρή βιοτεχνία, την οποία προώθησε ένα δυναμικό εμπόριο, που ανέπτυξαν κατά βάση οι Αμπελακιώτες. Οι παραδοσιακές τεχνικές, οι παραδοσιακές μορφές συνεταιρισμού, οι «συντροφικές», η ευφορία του κάμπου της Αγιάς, του Συκουρίου, το μετάξι, η φθηνή εργατική δύναμη, προσαρμόστηκαν στις ανάγκες τόσο της εσωτερικής οργάνωσης σε τοπικό επίπεδο, όσο και στις επικρατούσες στο εξωτερικό (Κεντρική Ευρώπη κυρίως) συνθήκες αγοράς, τις ανάγκες της οποίας καλούνταν να καλύψουν οι Θεσσαλικές βιοτεχνίες του Τυρνάβου, της Ραψάνης, της Αγιάς, της Τσαριτσάνης και σε υψηλότερο βαθμό των Αμπελακίων.

Μια σειρά δυσμενών συγκυριών στο χώρο της περιοχής της Λάρισας, συνοδεύουν την οικονομική κατάρρευση των συντροφιών της ορεινής και ημιορεινής ζώνης. Μέσα σ' αυτό το βαρύ κλίμα, λίγο φως ρίχνει η μορφή του Ιωάννη Οικονόμου Λαρισαίου - Λογιωτάτου, γνωστού σήμερα από τον Κώδικά του με το πολύτιμο για τη Θεσσαλική ιστορία περιεχόμενο. Μέσα από τις

σελίδες του παρακολουθούμε τα σοβαρά προβλήματα που αντιμετώπισε η χριστιανική κοινωνία της Λάρισας από τα βαρύτερα χρέη.

Κατά τα τελευταία χρόνια πριν την εξέγερση του 1877 - 1878, παρατηρείται το φαινόμενο της συγκέντρωσης με μεγάλες αγορές ιδιοκτησιών (τσιφλικιών) των Τούρκων από Έλληνες της διασποράς εγκατεστημένους στην Κωνσταντινούπολη ή τις Παραδουνάβιες ηγεμονίες. Είναι το προοίμιο των γρήγορων και ληστρικών αγορών που έγιναν στην περίοδο των ετών 1880 - 1881 και αργότερα, και δημιουργήθηκε το σοβαρό Αγροτικό Ζήτημα στη Θεσσαλία, το οποίο ταλάνισε τον τόπο σχεδόν ως τις μέρες μας.

Η εξέγερση του 1877 - 1878 ήταν η ευρύτερη από τις προηγούμενες στο Θεσσαλικό χώρο. Ταυτόχρονα σε όλες τις επαρχιακές πόλεις της Λάρισας και στην ίδια τη Λάρισα, υπήρχαν μυημένοι από πριν τοπικοί παράγοντες, από τη Μυστική Αδελφική Ένωση και την Αδελφότητα αργότερα, οι οποίοι υποστήριζαν τον αγώνα με κάθε τρόπο. Η εξέγερση αυτή, στην οποία πλήρωσαν φόρο αίματος η Ραψάνη, η Αγιά, η Έλαφος, και κατά την οποία αρκετοί εθελοντές από την ελεύθερη Ελλάδα θυσιάστηκαν στον αγώνα για την απελευθέρωση, απέτυχε στο στρατιωτικό τομέα, αλλά συνέλαβε στην προβολή των διεκδικήσεων της Ελλάδας στην Ήπειρο και στη Θεσσαλία. Τελικά τον Ιούνιο του 1880, υπογράφηκε η παραχώρηση του μεγαλύτερου τμήματος της Θεσσαλίας και της περιοχής της Άρτας στην Ελλάδα. Στις 31 Αυγούστου 1881, η Λάρισα υποδέχτηκε θριαμβευτικά τον Ελληνικό στρατό.

Από την προσάρτηση της Θεσσαλίας στο νέο Ελληνικό κράτος (1881) μέχρι το Β' Παγκόσμιο Πόλεμο (1940), η Λάρισα, είναι η μεγαλύτερη σε πληθυσμό πόλη της Θεσσαλίας και κατά την περίοδο αυτή με 13.169 κατοίκους, σύμφωνα με την απογραφή του Φθινοπώρου του 1881, φυσικό επόμενο ήταν, λόγω της γεωγραφικής της θέσης, να γίνει στρατιωτικό κέντρο, έδρα δικαστικών και διοικητικών αρχών, και να αποτελέσει πολύ γρήγορα ένα σημαντικό πόλο έλξης πληθυσμών από μακρινές και κοντινές περιοχές.

Ο δρόμος για τη δημιουργία μιας ανθρώπινης πόλης δεν ήταν καθόλου εύκολος. Παρά τις δυσκολίες η πόλη αρχίζει να κινείται. Ένα από τα πλέον ενδιαφέροντα είναι ο «Ελληνικός Αγροτικός Σύλλογος» του έτους 1884, με στόχους την προαγωγή της Ελληνικής Γεωργίας, την εξάπλωση νέων καλλιεργειών, την εισαγωγή της μηχανικής καλλιέργειας. Οι προθέσεις ήταν καλές, αλλά οι αγρότες στη συντριπτική τους πλειοψηφία ήταν κολίγοι των μεγαλοϊδιοκτητών γης, χωρίς δική τους δηλαδή γη, αναγκαία προϋπόθεση για τέτοιου είδους ανάπτυξη.

Η περίοδος 1914 - 1917 υπήρξε κρίσιμη για τη Θεσσαλία και ιδιαίτερα για τον κατά συντριπτική πλειοψηφία αγροτικό πληθυσμό της Λάρισας. Η μακροχρόνια στράτευση πολλών ανδρών στερούσε από τη Γεωργία τα εργατικά της χέρια. Την κατάσταση θα επιδεινώσει το πικρό τέλος του Μικρασιατικού Πολέμου, η Καταστροφή, η προσφυγιά.

Ο Θεσσαλός Ν. Πλαστήρας θα επιταχύνει τα αργά βήματα προς την αποκατάσταση των αγροτών. Η διαδικασία που είχε αρχίσει, έδωσε μια κάποια λύση στο θέμα που καταταλαιπώρησε τη Θεσσαλία και, το νομό Λάρισας, ο οποίος διέθετε τα μεγαλύτερα και τα περισσότερα τσιφλίκια και επομένως κολίγους και ακτήμονες. Σ' αυτούς προστέθηκαν και Σαρακατσάνοι, που σταδιακά εγκατέλειπαν το νομαδικό βίο και, σχεδόν αναγκαστικά, την κτηνοτροφία, για να γίνουν μικροκτηνοτρόφοι και γεωργοί. Η Λάρισα, τα Φάρσαλα, η Ελασσόνα, η Αγιά και ο Τύρναβος με τις περιοχές του, ενισχύθηκαν πληθυσμιακά, παρά το ότι το μεγαλύτερο μερίδιο στην αύξηση του πληθυσμού το αποκόμισε η Λάρισα. Αυτή, από ένα μεγάλο και απλωμένο σε έκταση χωριό, μετατρεπόταν σταδιακά σε ένα αστικό κέντρο, έδρα των κάθε είδους Κρατικών Υπηρεσιών, καλών Σχολείων, Διδασκαλείου - Ακαδημίας αργότερα, Νοσοκομείου, Τραπεζών, κέντρο εμπορίου - αγορά και χώρο διασκέδασης. Σε μικρότερο βαθμό το ίδιο συμβαίνει και στα περιφερειακά κέντρα (Τύρναβος, Ελασσόνα, Αγιά, Φάρσαλα) που διατηρούν τους πληθυσμούς τους και παρουσιάζουν μια συνεχή αυξητική τάση αποσπώντας πληθυσμούς από τα μικρά χωριά.

Σήμερα, παρά την αδιαμφισβήτητη ομοιογένεια του τρόπου ζωής, είναι αξιοσημείωτη η ενάργεια, με την οποία, όσοι αποτελούν το μόνιμο πληθυσμό του νομού Λάρισας, επιμένουν να αυτοπροσδιορίζονται σαν ντόπιοι, που στα πεδινά εννοούνται σαν γκαραγκούνηδες - βλάχοι, σαρακατσάνοι, πρόσφυγες, παρά το γεγονός ότι η συνοχή που υπαινίσσονται ανήκει περισσότερο στη μνήμη που τους παραδόθηκε ως οικεία συνείδηση. Οι μόνιμοι που πράγματι εμφανίζονται διαφοροποιημένοι, παρά τις όποιες παραχωρήσεις στο κυρίαρχο πολιτισμικό πλαίσιο είναι οι τσιγγάνοι. Οι πρόσφυγες που συνέρευσαν στην περιοχή του νομού Λάρισας στις δύο πρώτες δεκαετίες του αιώνα μας από την Ανατολική Ρωμυλία, την Καππαδοκία και την Μ. Ασία, κατάφεραν να ενταχθούν στην καινούργια τους πατρίδα, παρά τις αρχικές δυσκολίες.

Παραπληρωματικές της γεωργίας και της κτηνοτροφίας ήταν οι άλλες παραγωγικές δραστηριότητες που αναπτύσσονταν στην περιφέρεια, όπως η

αλιεία και η εξόρυξη πετρωμάτων, αλλά και οι ανταλλαγές μέσα στα όρια και μεταξύ των οικισμών και το διαμετακομιστικό εμπόριο, που από το 17^ο αι., και μετά, μαζί με τη μετατροπή της οικοτεχνικής σε βιοτεχνική παραγωγή, απέκτησαν νέα σημασία.

Η γη που δόθηκε σε μπέηδες, Οθωμανούς και χριστιανούς αποτέλεσε τη μεγάλη ιδιοκτησία στον κάμπο. Οι μπέηδες μοίρασαν τη γη στους κολίγους τσιφτσήδες (ζευγίτες). Το τσιφλίκι, όρος που σήμαινε αρχικά την έκταση γης που μπορούσε να οργώσει ένα ζεύγος βοδιών σε μια μέρα, συνήθως αποτελούνται από ένα μόνο χωρίο και τη γύρω από αυτό καλλιεργήσιμη γη.

Επιπροσθέτως, οι κάτοικοι των παρόχθιων οικισμών της λίμνης Κάρλας είχαν αναπτύξει έναν ιδιότυπο τρόπο ζωής που εξαρτώνται από την κατεξοχήν ενασχόλησή τους με το ψάρεμα στα νερά της λίμνης.

Γνωρίζουμε πως οι κάτοικοι του χωριού Κανάλια έφευγαν κάθε χρόνο από τα σπίτια τους για να ψαρέψουν, μετά το Δεκαπενταύγουστο και επέστρεφαν λίγο μετά το Πάσχα. Πήγαιναν βόρεια, προς το Καλαμάκι, με τις βάρκες τους, σχηματίζοντας ομάδες από δύο έως έξι άτομα, τα «ντουκιάνα».

Παράλληλα, η εβραϊκή παρουσία στη Λάρισα μαρτυρείται από τη ρωμαϊκή και βυζαντινή εποχή. Η κοινότητα των ελληνοφώνων Εβραίων ενισχύθηκε με τις διαδοχικές εγκαταστάσεις προσφύγων.

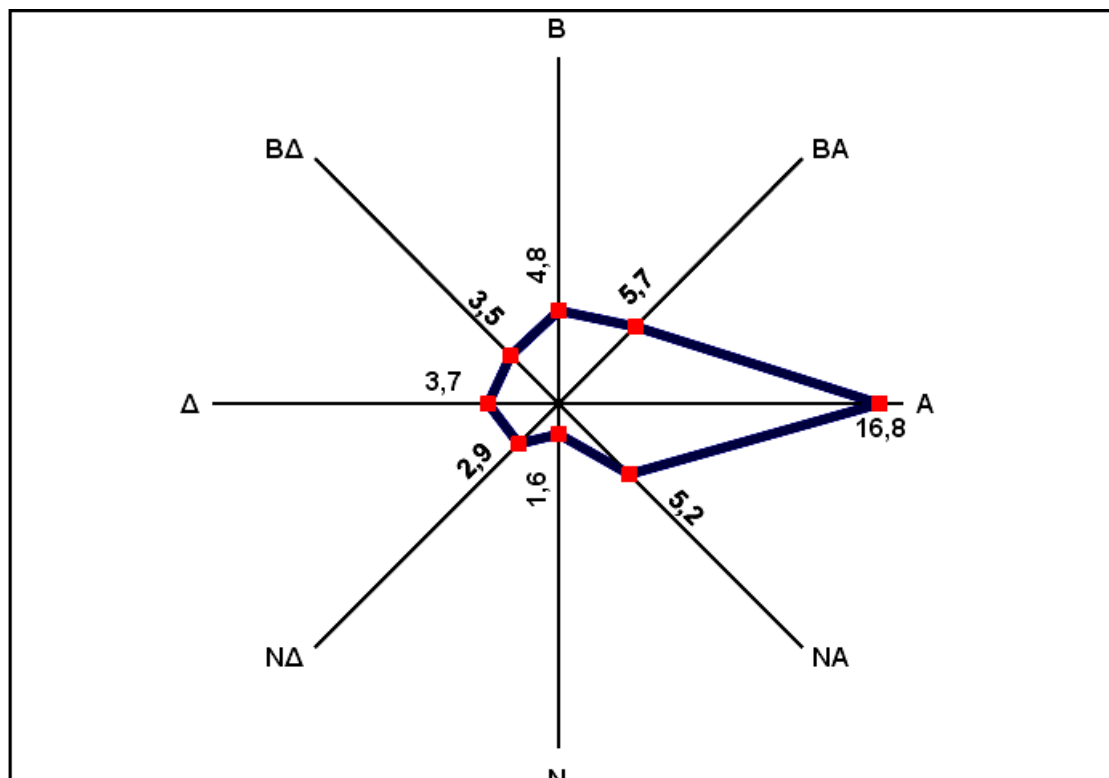
Έτσι η Λάρισα απέκτησε τους τίτλους "Madre di Israel" (Μητέρα του Ισραήλ) και "Ir Vaem beyisrael" (Μητρόπολη του Ισραήλ). Η διατήρηση της εβραϊκής συνοικίας στο βορειοδυτικό τμήμα της πόλης, καθ' όλη τη διάρκεια της Τουρκοκρατίας, μαρτυρά τη σταθερότητα του βίου της μεγάλης κοινότητας στην ίδια περίοδο. Κατά το 18^ο αι. μ.Χ. η κοινότητα γνώρισε μεγάλη οικονομική ευημερία και πολλά μέλη της κοινωνική καταξίωση τέτοια, που τους επέτρεπε να φέρουν τον τιμητικό τίτλο του "τσελεμπί".

Τέλος, οι Τσιγγάνοι αποτελούσαν μια τεχνική ομάδα, η οποία ασκούσε κυρίως τη σιδηρουργία και καλαθοπλεκτική, στις παρυφές των χωριών και των πόλεων, το εμπόριο μεταλλικών εργαλείων και σκευών, αλόγων και βοδιών το καλοκαίρι, αλλά και την τέχνη του πλανόδιου μουσικού και της επατείας. Η εγκατάσταση μουσουλμάνων Τουρκόγυφτων στη Λάρισα μαρτυρείται από πηγές του 19^{ου} αι. μ.Χ. Φαίνεται ότι η συνοικία τους κατείχε τη θέση της σημερινής συνοικίας Νέας Σμύρνης που από το 1922, ενισχύθηκε με παρουσία προσφύγων από τη Μ. Ασία και την Καππαδοκία, αλλά αποτελεί ακόμη εστία των τσιγγάνων της πόλης. Καταυλισμοί τσιγγάνων υπάρχουν σήμερα και στη Γιάννουλη.

4.4 Φυσικό περιβάλλον

4.4.1 Μετεωρολογικά και κλιματολογικά στοιχεία

Τα ψηλά βουνά που περιβάλλουν την πεδιάδα της Λάρισας, βόρεια, δυτικά και ανατολικά, και τα υψώματα του Φυλληίου-Χαλκοδονίου που την κλείνουν στο νότο την απομονώνουν από την ευεργετική επίδραση της θάλασσας. Έτσι, το κλίμα που επικρατεί στο νομό είναι ηπειρωτικό, με μεγάλες θερμοκρασιακές διαφορές μεταξύ χειμώνα και καλοκαιριού, εκτός από τα παράλια του Αιγαίου και την πεδιάδα της Αγιάς. Τα μετεωρολογικά στοιχεία που αναφέρονται παρακάτω προέρχονται από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (ΕΜΥ)-Μετεωρολογικός σταθμός Λάρισας-και καλύπτουν την περίοδο 1955-1994.

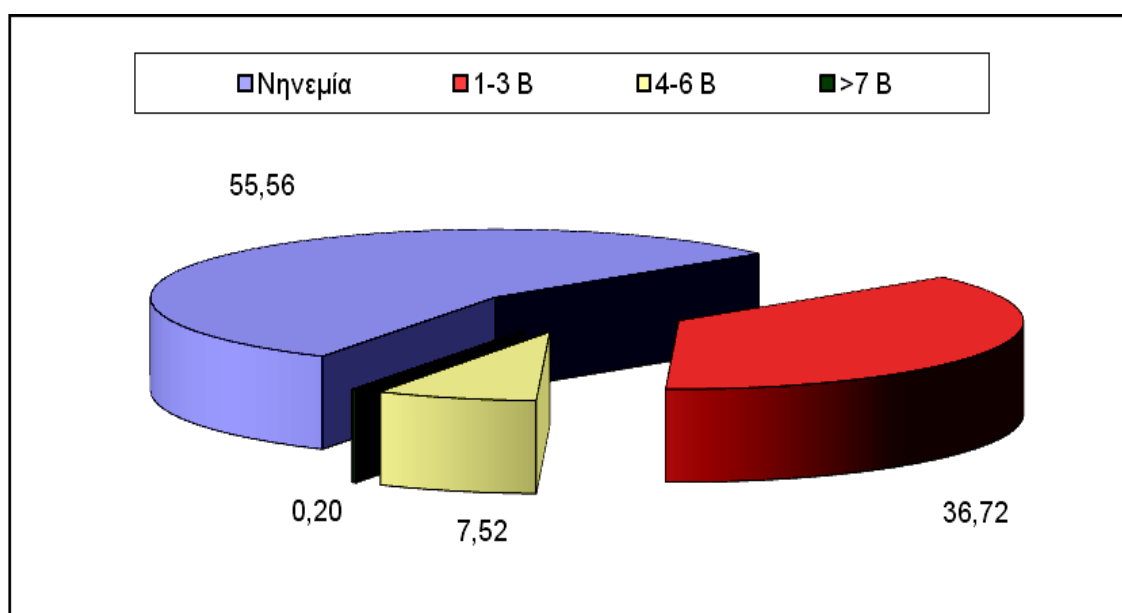


Διάγραμμα 4.1. Κατανομή συχνότητας διεύθυνσης ανέμων (Nηνεμία 55,5%)

Σύμφωνα με τα ανεμολογικά στοιχεία του Μετεωρολογικού Σταθμού Λάρισας προκύπτει ότι επικρατεί ο ανατολικός άνεμος. Σημειώνεται ότι το ποσοστό νηνεμίας ανέρχεται σε 55,5%, ενώ η ταχύτητα των ανέμων που πνέουν στην περιοχή σπάνια ξεπερνά τα 5 Beaufort.

Στο σχήμα 4.1. παρουσιάζεται η κατανομή συχνότητας διεύθυνσης των ανέμων, σύμφωνα με τα ανεμολογικά στοιχεία της ΕΜΥ την περίοδο από το

1955-1994, ενώ στο σχήμα 4.2., που ακολουθεί, η μέση ετήσια κατανομή ανέμου ανά ταχύτητα (σε Beaufort) για την ίδια περίοδο.



Διάγραμμα 4.2. Ετήσια κατανομή ανέμου ανά ταχύτητα

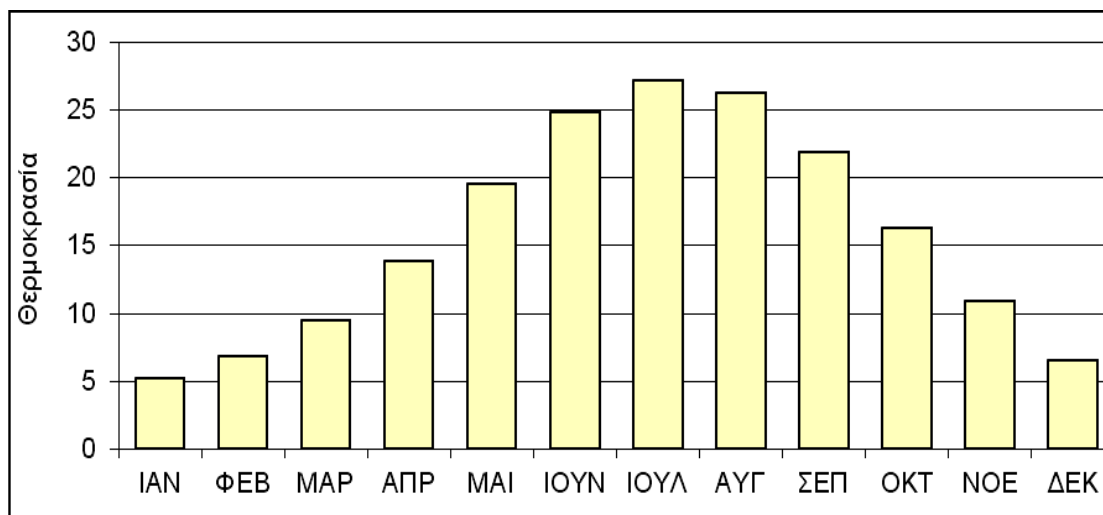
Γενικά η περιοχή χαρακτηρίζεται από μία ξηρή θερμή περίοδο κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, με αρκετά υψηλές θερμοκρασίες, και μία ψυχρή περίοδο κατά τη χειμερινή περίοδο. Στο σχήμα 4.3., που ακολουθεί, φαίνεται γραφικά η κατανομή των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών, στο νομό Λάρισας.

Πίνακας 4.1. Διακύμανση θερμοκρασιών στο Ν. Λάρισας

Μήνας	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μάι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
Μέγιστη Μηνιαία θερμοκρασία (°C)	9.8	12.0	14.7	19.6	25.7	31.0	33.1	32.6	28.4	22.2	15.8	11.1
Ελάχιστη Μηνιαία θερμοκρασία (°C)	0.7	1.3	3.3	6.2	10.9	15.0	17.7	17.3	14.0	10.0	5.8	2.0
Απόλυτα ρεκόρ θερμοκρασίας (°C)	-	-21.6	-	-	-	-	-	45.4	-	-	-	-
Μέση μηνιαία Βροχόπτωση (mm)	32.5	31.7	36.7	33.0	38.2	25.6	19.0	16.4	30.2	52.2	56.9	50.8
Μέση Μηνιαία Υγρασία (%)	79.6	75.1	73.4	68.7	61.6	49.2	46.6	50.0	58.9	70.0	79.5	82.2

Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (ΕΜΥ) για την περίοδο 1955-1994, η μέση θερμοκρασία όλου του χρόνου ήταν 15,8 °C, η μέση μέγιστη 21,4 °C και η μέση ελάχιστη 8,7 °C.

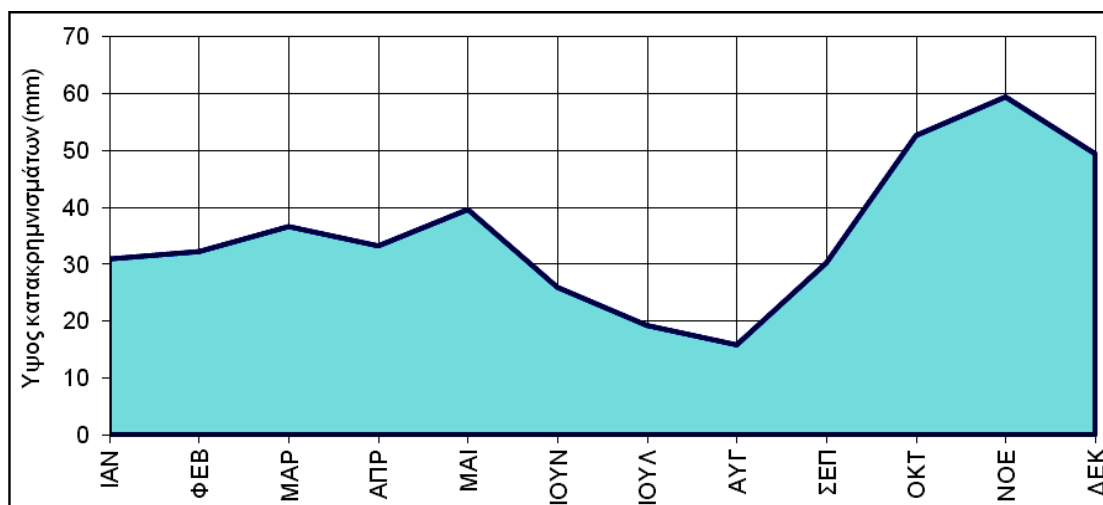
Επίσης, η απόλυτη μέγιστη ήταν 45,4 °C κατά το μήνα Αύγουστο, ενώ η απόλυτη ελάχιστη ήταν -21,6 °C κατά το μήνα Φεβρουάριο (βλ. πίνακα 4.1.)



Διάγραμμα 4.3. Κατανομή μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών νομού Λάρισας

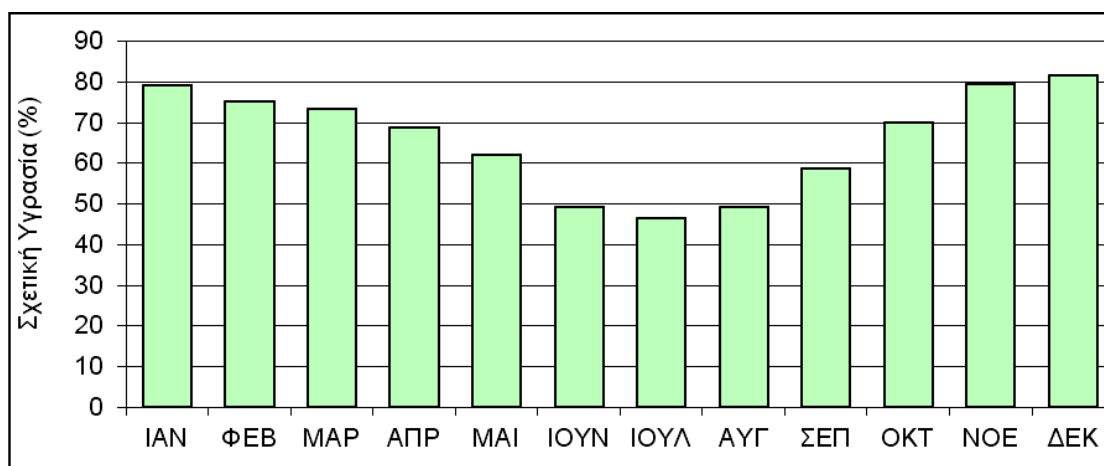
Εποχιακή διακύμανση βροχοπτώσεων και υγρασίας

Στα διαγράμματα 4.4. και 4.5., που ακολουθούν, δίνεται η κατανομή του μηνιαίου ύψους των κατακρημνισμάτων και της μηνιαίας σχετικής υγρασίας.



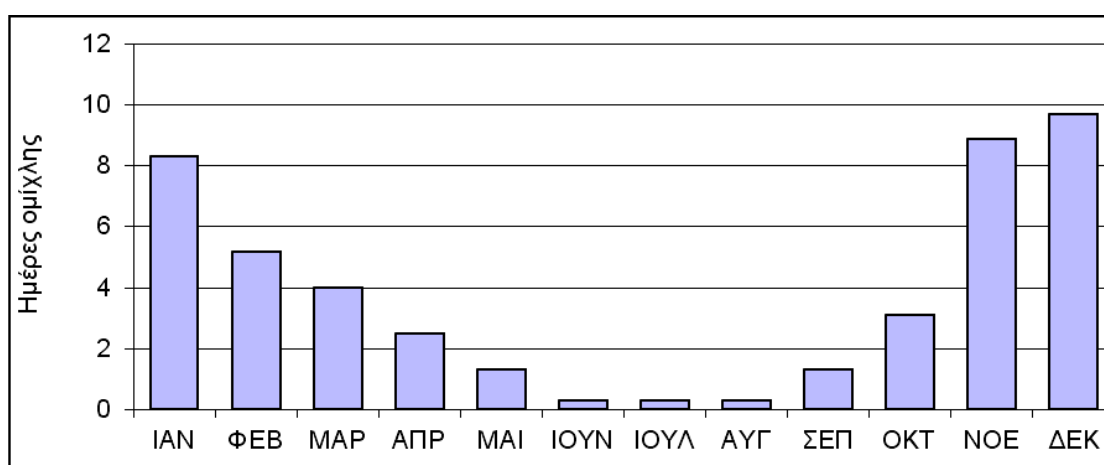
Διάγραμμα 4.4. Κατανομή μέσων μηνιαίων υψών κατακρημνισμάτων

Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία της ΕΜΥ για την περίοδο 1955-1994 το ετήσιο ύψος βροχοπτώσεων ήταν 425,0 mm. Οι μήνες με τη μεγαλύτερη βροχόπτωση είναι ο Οκτώβριος, ο Νοέμβριος και ο Δεκέμβριος. Η μέση σχετική υγρασία, για την ίδια χρονική περίοδο ανέρχεται σε 66,15%. Οι μέγιστες τιμές σχετικής υγρασίας παρουσιάζονται το Δεκέμβριο και οι ελάχιστες τον Ιούλιο.



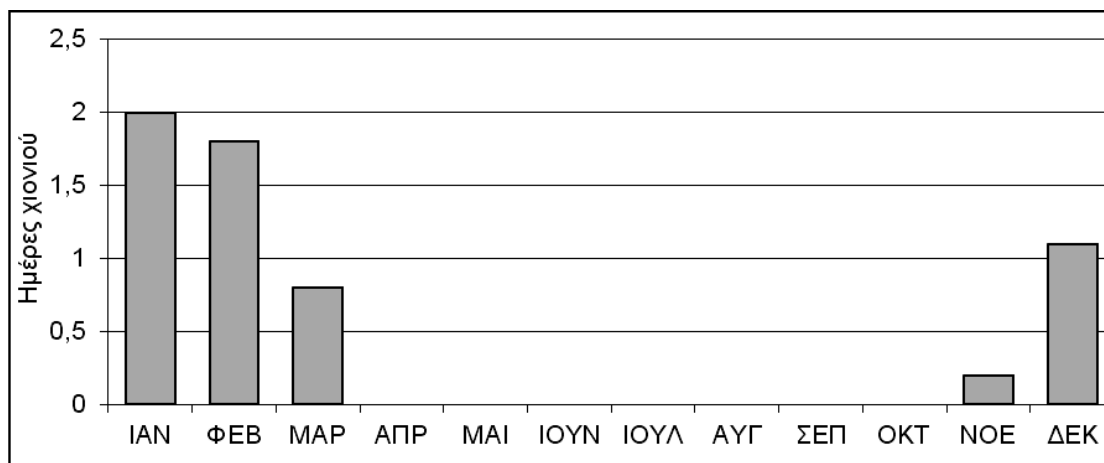
Διάγραμμα 4.5. Κατανομή μέσης μηνιαίας σχετικής υγρασίας

Στο διάγραμμα 4.6., που ακολουθεί, απεικονίζεται ο μέσος μηνιαίος αριθμός ημερών που σημειώθηκε ομίχλη για την περίοδο 1955-1994. Ομίχλη εμφανίζεται γύρω στις 45,2 μέρες το χρόνο.



Διάγραμμα 4.6. Μέσος μηνιαίος αριθμός ημερών ομίχλης

Παράλληλα, στο διάγραμμα 4.7., που ακολουθεί, παρουσιάζεται ο μέσος μηνιαίος αριθμός ημερών που σημειώθηκε χιονόπτωση κατά την περίοδο 1955-1994. Στην ευρύτερη περιοχή μελέτης χιονίζει γύρω στις 5,9 ημέρες το χρόνο.



Διάγραμμα 4.7. Μέσος μηνιαίος αριθμός ημερών χιονιού

4.4.2 Κλιματολογικά στοιχεία Βροχοθερμικό πηλίκιο Q₂

Για το χαρακτηρισμό του κλίματος θεωρούμε συνήθως τους παράγοντες θερμοκρασία και υδατικές συνθήκες είτε με τον υπολογισμό αριθμοδεικτών (κλιματικοί ή βιοκλιματικοί δείκτες) είτε με την απεικόνιση σχετικών κλιματικών διαγραμμάτων. Τέτοιες μαθηματικές εκφράσεις ή αριθμοί ονομάζονται κλιματικοί ή βιοκλιματικοί δείκτες αντίστοιχα, ανάλογα με το αντικείμενο που επηρεάζουν.

Για την περιοχή της Μεσογείου καλά αποτελέσματα δίνει ο τύπος "ομβροθερμικό πηλίκιο" του Emberger (Emberger, 1930).

$$Q_2 = \frac{P \times 1000}{\left(\frac{M+m}{2}\right) \times (M-m)} \quad (4.1.)$$

όπου:

P = ετήσια βροχόπτωση (σε mm)

M = η μέση τιμή των μέγιστων θερμοκρασιών του θερμότερου μήνα του έτους (σε °K)

m = η μέση τιμή των ελάχιστων θερμοκρασιών του ψυχρότερου μήνα του έτους (σε °K)

Όσο μικρότερος είναι ο δείκτης Q_2 , τόσο ξηρότερο είναι το κλίμα. Με βάση τις τιμές του Q_2 και την τιμή του m συντάσσει ο Embberger τα λεγόμενα κλιματικά διαγράμματα. Στο διάγραμμα 4.8., που ακολουθεί, παρουσιάζεται το κλιματόγραμμα του Embberger, όπως τροποποιήθηκε από τον Sauvage και στο οποίο τοποθετήθηκαν από τον Μαυρομάτη οι μετεωρολογικοί σταθμοί της Ελλάδας με βάση τις συντεταγμένες Q_2 και m .

Ο Μαυρομάτης διακρίνει:

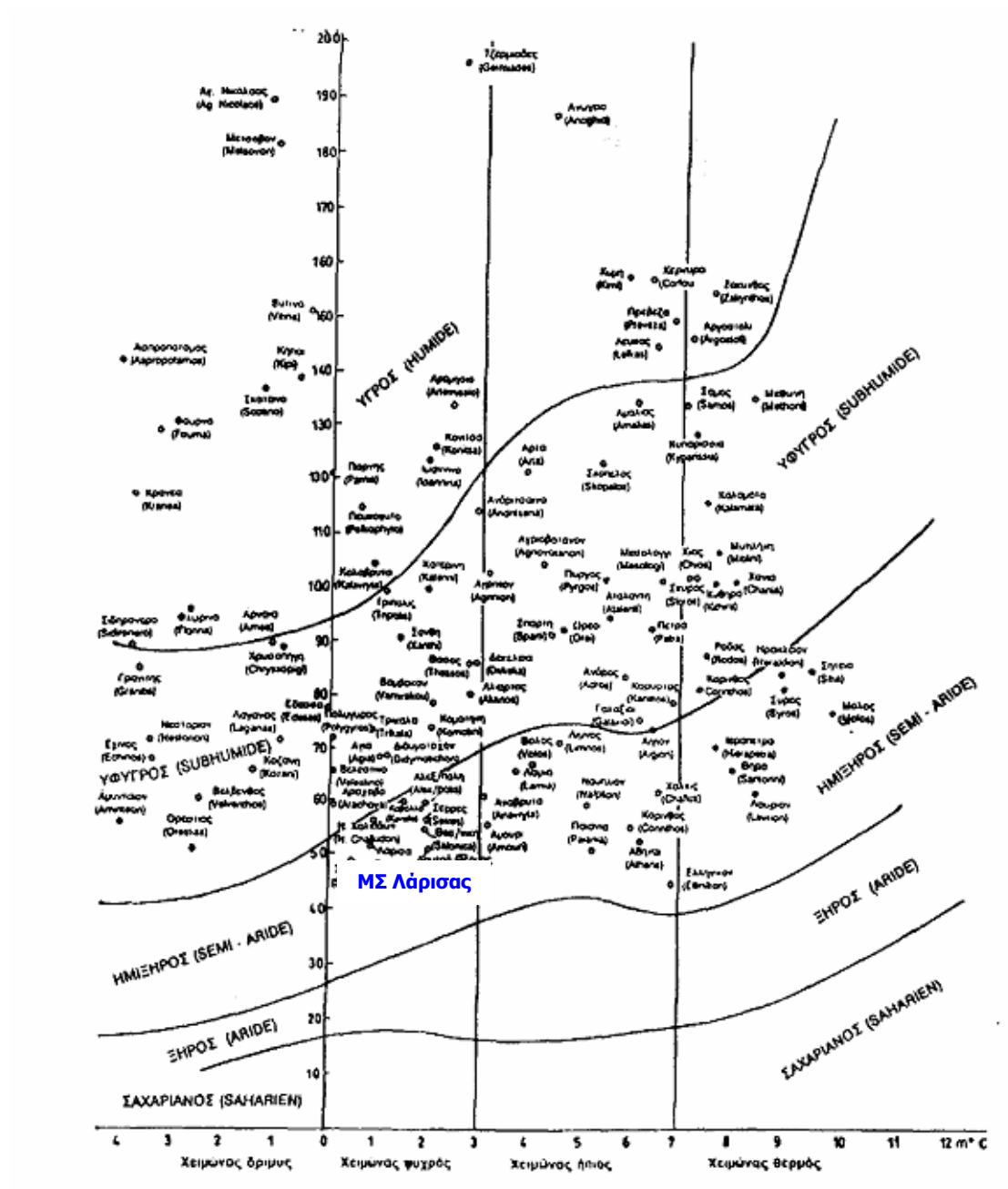
- τέσσερις βιοκλιματικούς ορόφους, "Ξηρό", "Ημίξηρο", "Υφυγρο" και "Υγρό"
- τέσσερις υποορόφους με βάση την τιμή του m (°C) σε "χειμώνα θερμό" ($m > 7^\circ\text{C}$), "χειμώνα ήπιο" ($3 < m < 7^\circ\text{C}$), "χειμώνα ψυχρό" ($0 < m < 3^\circ\text{C}$) και "χειμώνα δριμύ" ($-10 < m < 0^\circ\text{C}$).

Έτσι, σύμφωνα με τα στοιχεία ΕΜΥ (Μ.Σ. Λάρισας) υπολογίζεται το ομβροθερμικό πηλίκιο Embberger ως εξής:

$$M = 306,1 \text{ }^\circ\text{K}, m = 273,5 \text{ }^\circ\text{K}, P = 425,0 \text{ mm} \quad (4.2.)$$

και επομένως $Q_2 = 45,0$

Ο δείκτης αυτός Q_2 καθώς και ο δείκτης m , σύμφωνα με το διάγραμμα του Embberger κατά Μαυρομάτη για την Ελλάδα, δηλώνει ότι ο βιοκλιματικός όροφος της περιοχής μελέτης είναι ημίξηρος με υποόροφο δριμύ χειμώνα.



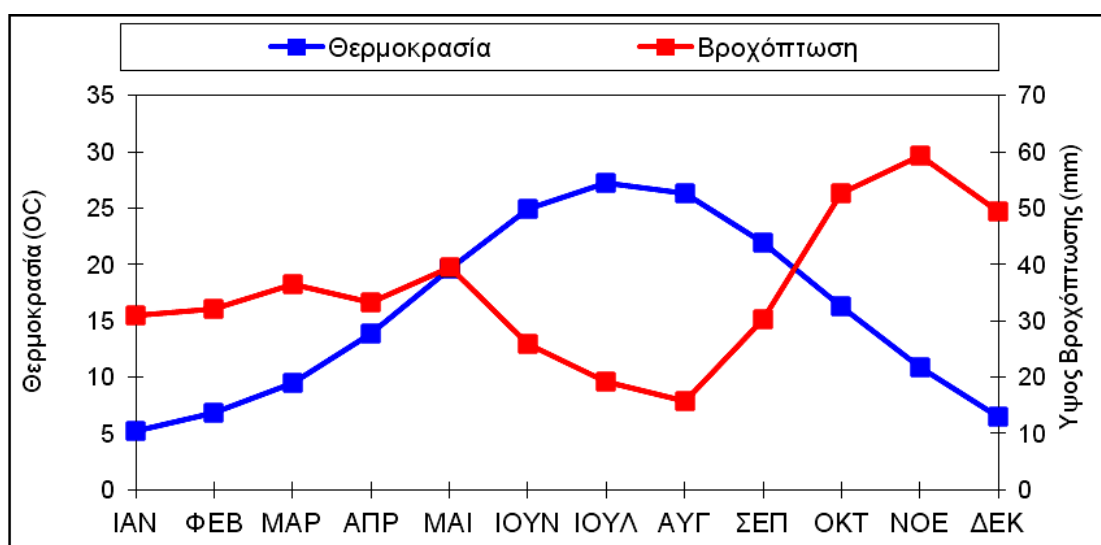
Διάγραμμα 4.8. Διάγραμμα του Emberger κατά Μαυρομάτη για την περιοχή μελέτης

Ομβροθερμικό διάγραμμα

Οι Gausson και Bagnouls απεικονίζουν με ένα διάγραμμα που καλείται "ομβροθερμικό διάγραμμα" την πορεία μήνα προς μήνα, της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας σε °C και του μέσου μηνιαίου ύψους βροχής σε mm. Η περίοδος κατά την οποία η καμπύλη του όμβρου βρίσκεται χαμηλότερα από την καμπύλη της θερμοκρασίας θεωρείται ως ξηρή. Η διάκριση αυτή σύμφωνα με τα ομβροθερμικά διαγράμματα είναι περισσότερο κατατοπιστική από τους

αριθμοδείκτες και αποδίδει περισσότερο την πραγματική "οικολογικά" ξηρή περίοδο, αν συνυπολογιστούν παράγοντες όπως αποταμιεύματα του εδάφους σε διαθέσιμο νερό, μορφολογικές και φυσικές ιδιότητες του εδάφους καθώς και το βάθος του. Στην περιοχή μελέτης οι οικολογικά ξηρές ημέρες, για την περίοδο 1955-1994, υπολογίζονται σε $x=89,73$ ημέρες. Αυτό σημαίνει ότι το βιοκλίμα της περιοχής του έργου χαρακτηρίζεται ως έντονο μέσο-μεσογειακό.

Το ομβροθερμικό διάγραμμα της περιοχής μελέτης με τα στοιχεία του μετεωρολογικού Σταθμού της Λάρισας την περίοδο 1955-1994 απεικονίζεται στο διάγραμμα 4.9., που ακολουθεί.



Διάγραμμα 4.9. Ομβροθερμικό διάγραμμα περιοχής Λάρισας

Κλιματικοί τύποι-Thornthwaite

Ο Thornthwaite το 1948 εισήγαγε την έννοια της δυνητικής εξατμοδιαπνοής PE. Η εξατμοδιαπνοή, με επάρκεια νερού και υγιή βλάστηση, θεωρείται πια σαν ισοδύναμο στοιχείο με τη θερμοκρασία και τη βροχόπτωση. Από τη σύγκριση της βροχόπτωσης με τις ανάγκες σε νερό μιας περιοχής, διαπιστώνεται η εποχική περίσσεια ή το έλλειμμα νερού και καθορίζεται εάν το κλίμα είναι υγρό ή ξηρό.

Εφόσον η δυνητική (δυναμική) εξατμοδιαπνοή αποτελεί μηχανισμό μεταφοράς νερού και θερμότητας στην ατμόσφαιρα και εξαρτάται κυρίως από την ηλιακή ενέργεια, μπορεί να θεωρηθεί σαν σύνθετος κλιματικός δείκτης θερμικής αποτελεσματικότητας και απώλειας νερού. Με τον τρόπο αυτό τα κλίματα θα καθορίζονται από το ισοζύγιο θερμότητας και νερού στην επιφάνεια του εδάφους.

Τέσσερα κλιματικά κριτήρια ή δείκτες, αποτελούν τη βάση της τελευταίας ταξινόμησης Thornthwaite 1948 (τροποποίηση 1955):

Πίνακας 4.2. Ταξινόμηση κλιματικών κριτηρίων κατά Thornthwaite

Δείκτης υγρασίας I_m	Αναφέρεται στο ισοζύγιο του νερού στην επιφάνεια του εδάφους και διακρίνει τα κλίματα σε εννέα κλιματικούς τύπους, κάθε ένας από τους οποίους έχει διαφορετικό συμβολισμό (A, B4 κλπ)
Δείκτες ξηρότητας I_a και υγρότητας I_h	Εκφράζουν το ετήσιο έλλειμμα νερού % της ετήσιας δυναμικής εξατμισοδιαπνοής και αντίστοιχα το ετήσιο πλεόνασμα. Ο δείκτης ξηρότητας ανάλογα με την τιμή του κατατάσσεται σε πέντε κατηγορίες και αντίστοιχες πέντε ο δείκτης υγρότητας με σχετικούς συμβολισμούς (r, s, w κλπ).
Δείκτης Θερμικής αποτελεσματικότητας I_θ	Ουσιαστικά αποτελεί τη δυναμική εξατμοδιαπνοή (σε cm)
Δείκτης θερινής συγκέντρωσης C_θ	Είναι το ποσοστό επί τοις εκατό της μέσης ετήσιας PE, που συγκεντρώνουν οι τρεις θερινοί μήνες

Το μοντέλο Thornthwaite που περιγράφει χονδρικά το κλίμα της περιοχής μελέτης υπολογίζει την εξατμοδιαπνοή με βάση τη σχέση:

$$PE = 1.6 \times \left(\frac{10 \times t_i}{J} \right)^a \times \frac{DI \cdot TI}{360} \quad (4.3.)$$

όπου

PE = Δυναμική εξατμοδιαπνοή (cm/μήνα)

t_i = Η μέση θερμοκρασία του i μήνα σε °C

DI = Ο αριθμός των ημερών τον i μήνα

TI = Ο μέσος όρος των ωρών μεταξύ ανατολής και δύσης τον i μήνα

J = Συντελεστής ετήσιας θερμότητας

a = Εκθετικός συντελεστής (συνάρτηση του J)

Επίσης:

$$J = \sum_{i=1}^{i=12} \left(\frac{t_i}{5} \right)^{1.514} \quad (4.4.)$$

Με βάση τα δεδομένα από το Μετεωρολογικό Σταθμό της Λάρισας η εκτίμηση της δυνητικής εξατμοδιαπνοής για κάθε μήνα παρουσιάζεται στον πίνακα 4.3., που ακολουθεί.

Πίνακας 4.3. Μέση μηνιαία δυνητική εξατμοδιαπνοή κατά Thornthwaite

Μήνες	T (ώρες)	D (ημέρες)	t (°C)	J	a	P _E (cm/μήνα)
Ιανουάριος	9,60	31	5,20	74,70	1,62	0,74
Φεβρουάριος	10,70	28	6,80			1,14
Μάρτιος	11,90	31	9,50			2,42
Απρίλιος	13,30	30	13,90			4,85
Μάιος	14,40	31	19,60			9,47
Ιούνιος	15,00	30	24,90			14,07
Ιούλιος	14,70	31	27,20			16,44
Αύγουστος	13,70	31	26,30			14,51
Σεπτέμβριος	12,50	30	21,90			9,52
Οκτώβριος	11,20	31	16,30			5,46
Νοέμβριος	10,00	30	10,90			2,46
Δεκέμβριος	9,30	31	6,50			1,02

Με βάση τις τιμές του πίνακα 4.4., υπολογίζονται οι τέσσερις προαναφερθέντες δείκτες.

Πίνακας 4.4. Χαρακτηρισμός κλίματος κατά Thornthwaite

Δείκτες	Τιμή	Χαρακτηρισμός κλίματος
Δείκτης Υγρασίας I_m	-48,25	D, Ημίξηρο
Δείκτης Ξηρότητας I_a Δείκτης Υγρότητας I_h	68,85 -	s2 μεγάλο πλεόνασμα νερού το χειμώνα -
Θερμική Αποτελεσματικότητα I_θ	82,12	B' 2 Μεσόθερμο
Θερινή Συγκέντρωση C_θ	54,83	b' 3

Έτσι το κλίμα της περιοχής μελέτης σύμφωνα με την κλιματική ταξινόμηση κατά Thornthwaite είναι ημίξηρο, μεσόθερμο, με μεγάλο πλεόνασμα νερού το χειμώνα ή σε συμβολικούς όρους χαρακτηρίζεται σαν D B' 2 s2 b' 3.

4.5 Έδαφος

4.5.1 Γεωμορφολογία

Ο νομός Λάρισας έχει έκταση 5.381 km². Το έδαφος του νομού είναι κατά 45% πεδινό, 23,6% ημιορεινό και 31,4% ορεινό. Το ανάγλυφο του νομού είναι πιο έντονο στο βόρειο τμήμα του, όπου ψηλές οροσειρές περιβάλλουν χαμηλές πεδιάδες.

Τα Καμβούνια όρη, ο Ολυμπος και ο Τίταρος είναι οι κυριότερες οροσειρές του νομού στα βόρεια. Τα όρη αυτά συνεχίζουν νοτιότερα και ανατολικά στο νομό με την Όσσα και το Μαυροβούνι. Στο νότιο τμήμα του νομού Λάρισας, στα όρια με το νομό Φθιώτιδας υψώνεται το Χαλκοδόνιο Όρος, ενώ το δυτικό ορεινό τμήμα του νομού καταλαμβάνεται από τα όρη του Ζάρκου και το Φιλλύιον Όρος.

Την έκταση ανάμεσα στα προαναφερθέντα βουνά καταλαμβάνουν η κυρίως πεδιάδα της Λάρισας, η πεδιάδα του Τύρναβου, της Κάρλας (κύριες πεδιάδες) καθώς επίσης και μια σειρά από μικρότερες πεδινές εκτάσεις.

Το τεκτονικό βύθισμα της Θεσσαλίας, που βρίσκεται στην επαφή των 2 μεγάλων τεκτονικών μονάδων του ορεινού όγκου της Πίνδου στα Ν.Δ. και του πελαγωνικού όγκου στα Β.Α., αποτελεί μέρος του γεωλογικού διαμερίσματος Ηπείρου-Θεσσαλίας.

4.5.2 Τεκτονική

Το Θεσσαλικό πεδίο, από άποψη στρωματογραφίας και τεκτονικής διακρίνεται από Β.Α. προς Ν.Δ.:

1. στην Πελαγωνική Ζώνη, που αποτελείται από κρυσταλλοσχιστώδη συστήματα και εμφανίζεται γύρω από την πεδιάδα της ανατολικής Θεσσαλίας,
2. στην Υποπελαγωνική ζώνη που αποτελείται από διάφορα ιζήματα (ασβεστόλιθος, φλύσχης κ.λ.π),
3. στη ζώνη Ολώνου-Πίνδου που αποτελείται από μεσοζωϊκά ιζήματα.

Το τεκτονικό βύθισμα της Θεσσαλίας μπορεί να διακριθεί μορφολογικά στις εξής μονάδες:

1. τη λεκάνη Τρικάλων-Καρδίτσας με έκταση 2.400 km²
2. και τη λεκάνη Λάρισας-Κάρλας με έκταση 1.100 km²

Ένα τμήμα της δεύτερης λεκάνης αποτελεί και ο νομός Λάρισας. Η λεκάνη αυτή άρχισε να διαμορφώνεται στο ανώτερο Πλειόκαινο με μια φάση πρόσχωσης στο θαλάσσιο και στη συνέχεια σε λιμναίο περιβάλλον. Την φάση αυτή ακολούθησε κατά το τεταρτογενές πρόσχωση με αποθέσεις αλλουβίων, ποταμολιμνιαίας προέλευσης. Η λεκάνη της Λάρισας-Κάρλας έχει Β.Δ. – Ν.Α. διεύθυνση που ταυτίζεται με την διεύθυνση των κύριων αξόνων της πτύχωσης καθώς και των κυριότερων ρηγμάτων, ενώ διατρέχεται από 2 μεγάλα εγκάρσια ρήγματα.

Η πρώτη φάση της τεκτογένεσης εμφανίζεται κατά το πλειόκαινο με ένα βύθισμα κατακρημισιγενές, που εκτείνονταν μόνο στο δυτικό ήμισυ της σημερινής λεκάνης. Κατά τη δεύτερη φάση της τεκτογένεσης, που έλαβε χώρα στο τεταρτογενές, συντελείτε ανύψωση της λεκάνης που σχηματίστηκε στην πρώτη φάση καθώς επίσης και κάθοδο της ανατολικής περιοχής με αποτέλεσμα τη δημιουργία της Κάρλας. Προς τα Ν.Α της λεκάνης όπου κυριαρχούν τα μεταμορφωσιγενή πετρώματα οι άξονες των πτυχώσεων και των ρηγμάτων έχουν διαφορετική διεύθυνση: Δ. Ν.Δ. - Α. Β.Α..

Πίνακας 4.5. Κατανομή της έκτασης του εδάφους (πετρώματος) του νομού Λάρισας ανά κατηγορίες μητρικού υλικού

Κατηγορίες μητρικού υλικού εδάφους	Ποσοστό (%)
Αλλούβια	29
Σκληροί ασβεστόλιθοι	14
Τριτογενείς αποθέσεις	18
Σχιστόλιθοι	14
Φλύσχης	2
Γνεύσιοι	13
Περιδοτίτες	4
Κολλούβια	4
Λοιπές κατηγορίες	2
Σύνολο	100

Το υπέδαφος στον ευρύτερο νομό Λάρισας είναι αλλουβιακό προσχωσιγενές και κατά περιοχές υδροφόρο. Η κοκκομετρία του κυμαίνεται από χοντρόκοκκα προς τα Δυτικά μέχρι λεπτόκοκκες ιλύες και αργίλους προς τα Ανατολικά. Περιμετρικά της λεκάνης Λάρισας-Κάρλας εμφανίζονται ασβεστόλιθοι και μάρμαρα καρστικοποιημένα. Όσον αφορά τη μηχανική σύσταση του επιφανειακού στρώματος, αλλά και του υπεδάφους αυτή μπορεί

να χαρακτηριστεί μέση και μέτρια βαριά, δηλαδή εδάφη που χαρακτηρίζονται ως πηλώδη και αργιλοπηλώδη.

Αναλυτικότερα στο νομό Λάρισας επικρατούν τα εδάφη από πρόσφατες αλλουβιακές λιμναίες ή ποτάμιες αποθέσεις με ποσοστό 29%. Η κατηγορία αυτή του μητρικού υλικού δίνει εδάφη σχεδόν επίπεδα, κατά κανόνα, πλούσια σε θρεπτικά συστατικά, βαθιά και ποικίλης υφής. Είναι τα πλέον ενδεδειγμένα εδάφη για έντονη γεωργική εκμετάλλευση.

Οι ασβεστόλιθοι είναι σκληρηθέντα ασβεστούχα ιζήματα της μεσοζωικής γεωλογικής περιόδου και καλύπτουν το 14% της έκτασης των εδαφών του νομού. Το ανάγλυφο των ασβεστολιθικών περιοχών είναι έντονο, ανώμαλο, με απότομες κλίσεις, βραχώδεις εξάρσεις και αβαθή εδάφη. Είναι το κυρίαρχο γεωλογικό υλικό των υψηλότερων κορυφών των ορέων (ψευδαλπική περιοχή). Το μητρικό υλικό του εδάφους αυτής της κατηγορίας πετρωμάτων είναι, αποκλειστικά σχεδόν, προϊόν χημικής αποσάθρωσης των ασβεστολίθων.

Το έδαφος στους καρστικούς και σκληρούς ασβεστόλιθους συγκεντρώνεται συνήθως σε θύλακες και ρωγμές του πετρώματος και σπάνια στην επιφάνεια με αποτέλεσμα εκτεταμένες ασβεστολιθικές περιοχές να εμφανίζονται ως βραχώδεις. Τα εδάφη αυτής της προέλευσης είναι αργιλλώδη, όξινα ή αλκαλικά και σχετικά πλούσια σε θρεπτικά στοιχεία.

Οι τριτογενείς αποθέσεις καλύπτουν το 18% περίπου της έκτασης των εδαφών του νομού. Η ευρεία αυτή κατηγορία μητρικού υλικού του εδάφους περιλαμβάνει θαλάσσια, λιμναία ή χερσαία κυρίως χαλαρά ή συμπαγή ιζήματα, με χαρακτηριστικό ανάγλυφο κυρίως της τριτογενούς αλλά και της τεταρτογενούς γεωλογικής περιόδου, εκτός από τα πρόσφατα αλλούβια.

Εδάφη από σχιστόλιθους απαντώνται σε ποσοστό 14% περίπου του νομού. Πρόκειται για φυλλοειδή μεταμορφωμένα (κρυσταλλικά) πετρώματα των οποίων ο βαθμός μεταμόρφωσης διαφέρει από περιοχή σε περιοχή. Τα εδάφη από φλύσχη καλύπτουν μόλις το 2% της έκτασης του νομού Λάρισας. Ο φλύσχος είναι ιζηματογενής σχηματισμός αποτελούμενος από εναλλασσόμενες στρώσεις αμμώδους, πηλώδους ή αργιλλώδους υλικού ποικίλου πάχους και συχνότητας εμφάνισης.

Οι γνεύσιοι είναι έντονα μεταμορφωμένα πετρώματα χωρίς εμφανή σχιστότητα στην τυπική τους μορφή. Σε ορισμένες περιοχές εμφανίζονται σε μίξη με σχιστόλιθους, ως σχιστογνεύσιοι. Η κατηγορία αυτή του μητρικού υλικού του εδάφους εμφανίζεται στο νομό Λαρίσης σε 13% των εδαφών του.

Από περιοδοτίτες αποτελείται το 4% των εδαφών του νομού Λάρισας. Οι περιδοτίτες είναι βασικά πυριγενή πετρώματα πλούσια σε μαγνήσιο και ορισμένα βαρέα μέταλλα (Cr,Ni) αλλά φτωχά σε Ca, N, P και K. Η κατηγορία αυτή του μητρικού υλικού δίνει εδάφη με έντονο ανάγλυφο και απότομες κλίσεις.

Εδάφη από κολλούβια απαντώνται σε ποσοστό 4% περίπου του νομού. Τα κολλούβια είναι γεωμορφολογικοί σχηματισμοί από μίγμα λίθων και γαιωδών υλικών τα οποία αποσπάστηκαν από τα υψηλότερα και μετακινήθηκαν προς τα χαμηλότερα σημεία του αναγλύφου με τη δράση κυρίως της βαρύτητας και του νερού.

Τέλος στην ομάδα λοιπές κατηγορίες περιλαμβάνονται κατηγορίες μητρικού υλικού του εδάφους διάφορης προέλευσης όπως για παράδειγμα αλλουβιακοί κώνοι, κοίτες ποταμών, δολίνες, περιορισμένης έκτασης και μικρής σχετικά οικονομικής σημασίας, σε περιφερειακό επίπεδο, αλλά με αξιόλογο πολλές φορές τοπικό ενδιαφέρον.

4.5.3 Βάθος του εδάφους

Στο νομό Λάρισας επικρατούν τα βαθιά εδάφη, με ποσοστό 60% περίπου. Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει, εκτός από τα επίπεδα αλλουβιακά εδάφη, που είναι όλα σχεδόν βαθιά, εδάφη από τριτογενείς αποθέσεις καθώς και ένα αξιόλογο ποσοστό αυτόχθονων εδαφών από φλύσχη, σχιστόλιθους, γνεύσιους και περιδοτίτες που φέρουν μόνιμο προστατευτικό κάλυμμα φυσικής (δασικής) βλάστησης.

Τα αβαθή εδάφη καταλαμβάνουν το 30% της έκτασης του νομού και απαντώνται κυρίως στις ορεινές και λοφώδεις περιοχές σχιστογνεύσιων, σχιστολίθων, φλύσχη και περιδοτιτών των οποίων η δασική βλάστηση έχει καταστραφεί μερικώς ή ολικώς από τις πυρκαγιές και την υπερβόσκηση.

Τέλος, το υπόλοιπο 10% της έκτασης του νομού καλύπτεται από βραχώδη εδάφη προερχόμενα κυρίως από σκληρούς ασβεστόλιθους των οποίων η δασική βλάστηση έχει καταστραφεί σε μεγάλο βαθμό ή βρίσκονται στην ψευδαλπική οικολογική περιοχή.

4.5.4 Διάβρωση του εδάφους

Η διάβρωση του εδάφους, η οποία επιταχύνεται με τις δυσμενείς ανθρώπινες επεμβάσεις στο φυσικό περιβάλλον, οδηγεί στη μείωση της παραγωγικότητας και την καταστροφή της φυσικής υπόστασης των επικλινών εδαφών.

Από τα εδάφη του νομού σε ποσοστό 42% περίπου δεν υποφέρουν από καμία διάβρωση. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν κυρίως όλα τα επίπεδα αλλουβιακά εδάφη, οι βραχώδεις εξάρσεις χωρίς έδαφος, καθώς και ένα ποσοστό επικλινών αυτόχθονων εδαφών τα οποία μονίμως καλύπτονται από φυσική προστατευτική βλάστηση.

Το 44% των εδαφών φαίνεται να υποφέρει από μέτρια διάβρωση. Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει συνήθως επικλινείς περιοχές από μεταμορφωμένα πετρώματα, περιδοτίτες, φλύσχη και τριτογενείς αποθέσεις με διαταραγμένα (γδαρμένα) εδάφη των οποίων η φυσική ξυλώδης βλάστηση έχει καταστραφεί μερικώς ή ολικώς με τις πυρκαγιές και την υπερβόσκηση ή καλλιεργείται χωρίς μέτρα προστασίας από τη διάβρωση.

Τέλος στο 12,7% των εδαφών παρατηρούνται φαινόμενα έντονης διάβρωσης του εδάφους. Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει, επί το πλείστον, επικλινείς περιοχές από αδιαπέρατα ή μετρίως διαπερατά πετρώματα, όπως τα μεταμορφωμένα, τα πυριγενή, ορισμένα τριτογενή (μάργες) και ο φλύσχης των οποίων το έδαφος κυριαρχείται ή φέρει διάσπαρτες χαραδρώσεις επειδή η ξυλώδης φυσική προστατευτική βλάστηση έχει διαταραχθεί σοβαρά λόγω ανθρωπογενών επιδράσεων.

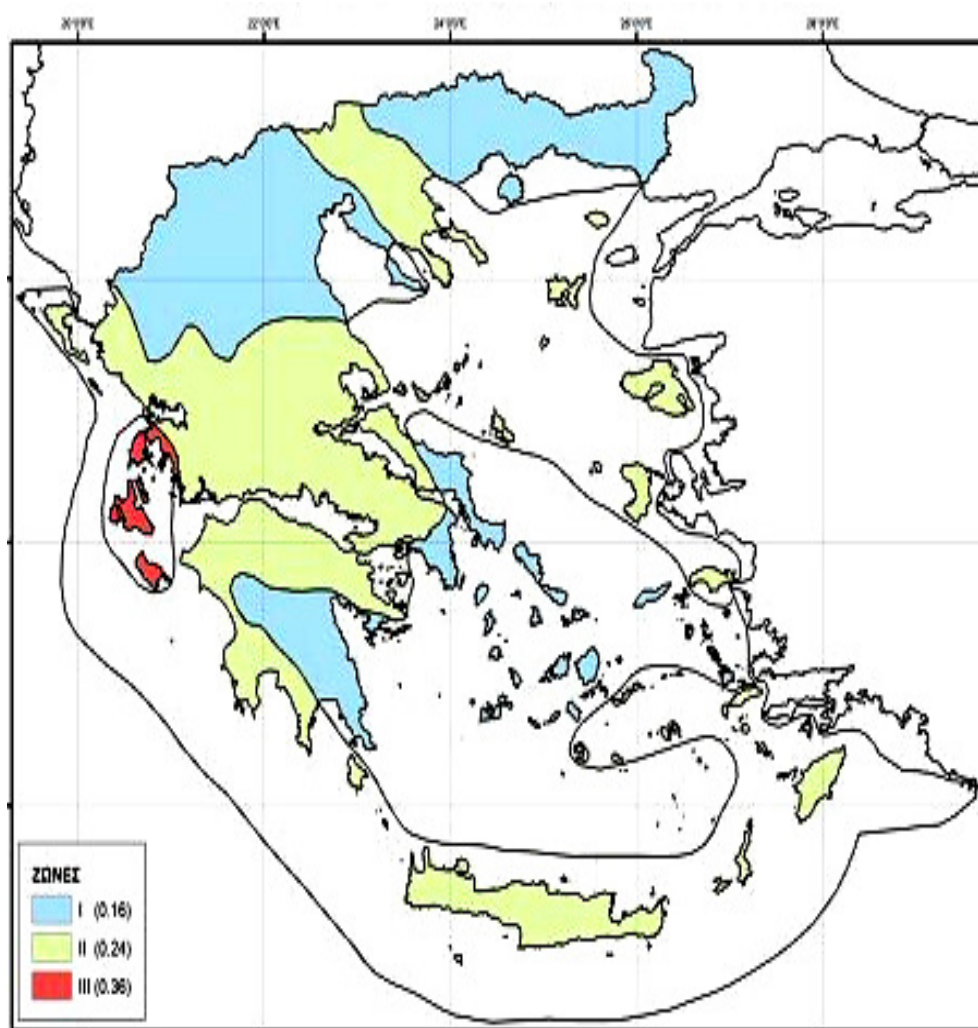
4.5.5 Κλίση της επιφάνειας του εδάφους

Η κλίση της επιφάνειας του εδάφους καθορίζει τον τρόπο χρήσης καθώς και τον κίνδυνο που αυτό διατρέχει από τη διάβρωση στις περιπτώσεις καταστροφής της προστατευτικής βλάστησης. Στο νομό Λάρισας το 73% περίπου των εδαφών παρουσιάζουν ελαφρές κλίσεις (κλίση <40%), το 25% μέτριες κλίσεις (κλίση μεταξύ 40% και 70%) και το 2% απότομες κλίσεις (κλίση >70%).

4.6 Σεισμικότητα

Η σεισμικότητα της περιοχής εξαρτάται από τη σεισμική της ιστορία και τη γεωγραφική της θέση σε σχέση με ενεργά σεισμικά ρήγματα και γενικότερα με περιοχές που έχουν αποτελέσει το επίκεντρο εκλύσεως σεισμικής ενέργειας.

Σύμφωνα με τον Αντισεισμικό Κανονισμό (ΕΑΚ, 2004) ο Ελλαδικός χώρος ταξινομείται σε τρεις ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας. Όπως φαίνεται και στο σχήμα που ακολουθεί η περιοχή του Ν. Λάρισας κατατάσσεται στις ζώνες Ι και ΙΙ, με επιτάχυνση $a=0,16$ και $0,24$, αντίστοιχα.



Σχήμα 4.1. Ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας του Ελλαδικού χώρου (ΕΑΚ 2004)

4.7 Υδρολογικά στοιχεία

Από άποψη υδροφορίας, τα εδάφη αποτελούνται από τις εξής ζώνες που βρίσκονται η μία πάνω στην άλλη:

1. Το μη κορεσμένο ανώτερο στρώμα,
2. Το υδροφόρο στρώμα μικρού βάθους και μικρής διαπερατότητας,
3. Στρώμα μικρότερης διαπερατότητας του προαναφερθέντος, που συντελεί στη διατήρηση της στεγανότητας των υποκείμενων εγκλωβισμένων υδροφόρων στρωμάτων,
4. Εναλλαγή στρωμάτων χονδρόκοκκης υφής που αποτελούν τον υδροφόρο ορίζοντα,
5. Υπόβαθρο που σχηματίζεται από αδιαπέρατα πετρώματα με εξαίρεση ορισμένες περιοχές που έχουμε ασβεστόλιθους ή καρστικοποιημένα μάρμαρα.

4.7.1 Υδατικά Διαμερίσματα της Ελλάδας και ο Νομός Λάρισας

Ο Ν. Λάρισας σύμφωνα με την κατανομή των υδατικών διαμερισμάτων, που ισχύει, κατέχει τη θέση νούμερο 8, μεταξύ των υπολοίπων υδατικών διαμερισμάτων της Ελλάδας.



Σχήμα 4.2. Υδατικά διαμερίσματα Ελλάδας

4.7.2 Υδρογραφία - Ποτάμια

Πηνειός

Ο Πηνειός με μήκος 205 km είναι ένα από τα μεγαλύτερα ελληνικά ποτάμια. Η λεκάνη απορροής του Πηνειού έχει έκταση 9.500 km². Κατέχει την 3^η θέση ανάμεσα στους ποταμούς της Ελλάδας μετά τον Αλιάκμονα (297 km) και τον Αχελώο (220 km). Πηγάζει από τις Δ. πλαγιές της Ν. Πίνδου στα όρια των Ν. Ιωαννίνων και Τρικάλων και συγκεκριμένα από το Λάκμο στην περιοχή του Μετσόβου, αρχικά ως Μαλακασιώτικο ρεύμα, διαρρέει το νομό Τρικάλων, εισέρχεται στο νομό Λάρισας δυτικά της Φαρκαδώνας μεταξύ του Τιτάνου και των ορέων του Ζάρκου. Στην περιοχή της Λάρισας ο Πηνειός δέχεται τα νερά μικρών χειμάρρων και κυρίως τάφρων που έχουν δημιουργηθεί για την αποχέτευση της πεδιάδας της Λάρισας, ενώ προς τα κατάντη δέχεται τα νερά του Τιταρήσιου (ή Ξηριά) που αποτελεί τον σημαντικότερο παραπόταμο εντός νομού. Στο τμήμα από τη συμβολή του με τον Ενιππέα μέχρι τη συμβολή του με τον Τιταρήσιο οι κυριότεροι παραπόταμοι του Πηνειού είναι ο συλλεκτήρας Αλή Φακά, ο χειμάρρος Ελευθερών και ο συλλεκτήρας Τ1 που συλλέγει τις απορροές της περιοχής νοτιοδυτικά της Λάρισας. Εντός της πόλης της Λάρισας ο Πηνειός έχει δύο κλάδους, τον εσωτερικό που αποτελεί την παλιά κοίτη και εμφανίζει έντονο μαιανδρισμό και τον εξωτερικό που είναι σχεδόν ευθύγραμμος και διανοίχθηκε με σκοπό την αντιπλημμυρική προστασία της πόλης. Στο κατάντη τμήμα μετά την συμβολή του Τιταρήσιου, ο Πηνειός εισέρχεται στο Στενό της Ροδιάς, και μερικά χιλιόμετρα παρακάτω διασχίζει την κοιλάδα των Τεμπών, ενώ τέλος διαρρέει πεδινή περιοχή μέχρι την εκβολή του στο Βόρειο Αιγαίο.

Τα νερά του ποταμού χρησιμοποιούνται για ύδρευση (παλαιότερη χρήση που σήμερα δεν υφίσταται πλέον), άρδευση αλλά και για διάθεση αποβλήτων. Ταυτόχρονα στα νερά του διαβιούν ψάρια και αναπτύσσονται ποτάμια και χερσαία παραποτάμια οικοσυστήματα με οικολογικό ενδιαφέρον.

Η παροχή του Πηνειού ποταμού παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις. Έτσι, στην περίοδο 1972-2013, η ελάχιστη παροχή του Πηνειού ήταν 0,00 m³ s⁻¹, ενώ η μέγιστη ήταν, στη γέφυρα των Γόννων, 1.367,50 m³ s⁻¹ (Δ/νση Υδάτων, 2013).

Η μεγάλη διακύμανση της παροχής μεταξύ χειμώνα και καλοκαιριού οφείλεται στην άμεση επίδραση των βροχοπτώσεων, καθώς και στη σημαντική μείωση της παροχής του ποταμού σε περιόδους ξηρασίας. Επιπλέον, παρατηρείται ότι κατά τους θερινούς μήνες Ιούλιο-Σεπτέμβριο η

παροχή του Πηνειού είναι συχνά μικρότερη των $3 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (Δ/νση Υδάτων, 2013) και φθάνει μέχρι και μηδενισμού της παροχής ειδικά κατά μήκος των πεδινών εκτάσεων κατάντη της Λάρισας μέχρι την είσοδο στα Τέμπη.

Οι σημαντικότεροι παραπόταμοί του στο Ν. Λάρισας είναι ο Τιταρήσιος, που απορρέει τη λεκάνη της Ελασσόνας και ο Ενιπέας, που συγκεντρώνει τα νερά από τις περιοχές νότια της Λάρισας.

Ενιπέας

Ο ποταμός Ενιπέας, ο οποίος αποτελεί παραπόταμο του Πηνειού. Έχει μήκος 84 km και είναι ο δέκατος σε μήκος ποταμός της χώρας. Πηγάζει από το όρος Όθρυς, με πρώτη αρχή το Μελιτόρρεμα και το Φυλιδόρρεμα. Αρχικά ρέει προς βορρά, μετά διαρρέει την πεδιάδα των Φαρσάλων, διασχίζει την περιοχή ανάμεσα στα όρη Χαλκοδόσιο (Μαυροβούνι) και Ναρθάκιο (Κασιδιάρης), στρέφει προς τα βορειοδυτικά και συμβάλλει στον Πηνειό, λίγο πριν αυτός εισέλθει στο στενό μεταξύ του Ζάρκου και του Τίτανου.

Τιταρήσιος

Εκτός του Ενιπέα στην ευρύτερη μελέτης εντοπίζεται ο ποταμός Τιταρήσιος, ο οποίος αποτελεί παραπόταμο του Πηνειού. Ο Τιταρήσιος (ή Ξεριάς ή ποτάμι του Τυρνάβου) έχει μήκος 35 km περίπου. Σχηματίζεται βορειοδυτικά της Ελασσόνας συγκεντρώνοντας τα υδάτινα ρεύματα Βούλγαρη, Σαραντάπορο, Ελασσονίτικο καθώς και από μικρότερα ρέματα που αποστραγγίζουν τα όρη Αντιχάσια, Καμβούνια, Τίταρο και Όλυμπο. Στο πρώτο τμήμα του ο Τιταρήσιος ρέει προς το νότο, στη συνέχεια στρέφεται προς τα νοτιοδυτικά, μετά κάμπει προς τα βορειοανατολικά, διέρχεται πλησίον του Τυρνάβου και κοντά στην είσοδο της κοιλάδας των Τεμπών συμβάλλει με τον Πηνειό.

Λοιπά ποτάμια ρέματα και χείμαρροι

Άλλα μικρότερα ρέματα-χείμαρροι του Ν. Λάρισας είναι:

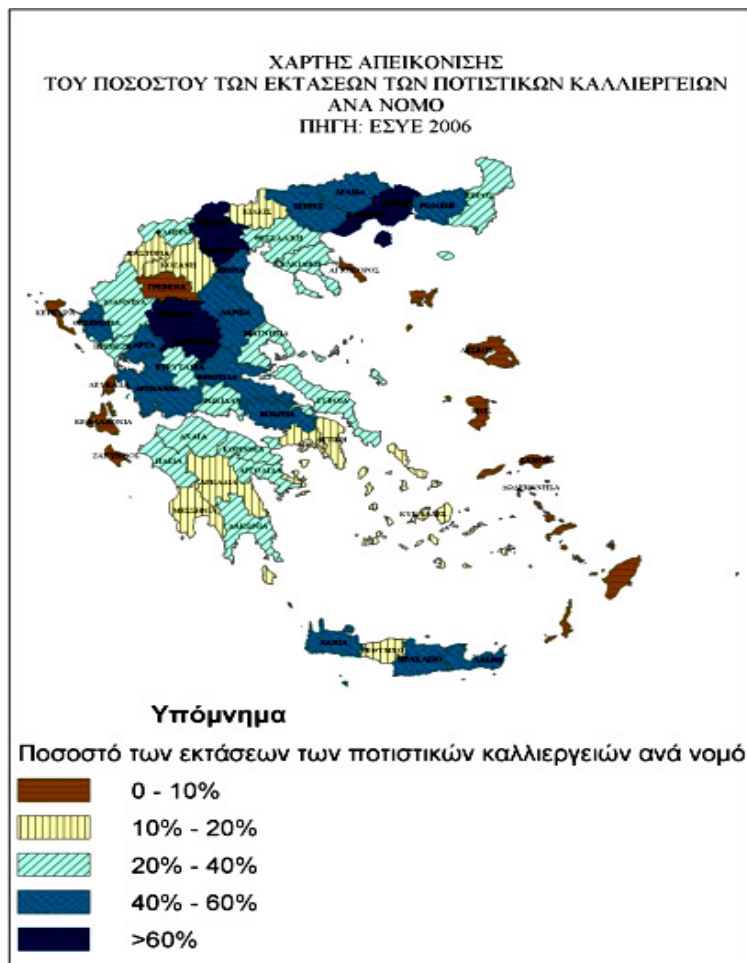
- ο χείμαρρος Ελευθερών, (ή τάφρος Χατζηχαλάρ) αποχετεύει τα νερά της πεδινής και λοφώδους περιοχής Ελευθερών-Μεσορράχης (λεκάνη απορροής 33 km^2) και συμβάλλει στον Πηνειό αμέσως ανάντη της Λάρισας στην περιοχή του Αγίου Θωμά. Η εκβολή του χείμαρρου γίνονταν μέσω ανοικτής τάφρου η οποία καταργήθηκε και αντικαταστάθηκε από την τάφρο T1,

- τα ρέματα Ποταμούλια και Βαλαριά που αποστραγγίζουν την περιοχή στα δυτικά της Τερψιθέας,
- το ρέμα Ρεύμα (ή Ρέμα) που διαρρέει την περιοχή μεταξύ Μαυροβουνίου, Κραννώνα και Αγίων Αναργύρων, διέρχεται μέσα από τη Νίκαια (ποταμός Νεμπεγλεριώτης) και συμβάλλει τελικά στον Πηνειό,
- το Μακρύρρεμα, που αποστραγγίζει την περιοχή ανατολικά των Νέων Καρυών και της Νέας Λεύκης,
- τα ρέματα Τρανή Λάκκα και Σγουρομάνδρι που αποστραγγίζουν την περιοχή στα βορειοδυτικά της Βούναινας,
- το ρέμα Αρμαντάνη, που αποστραγγίζει την περιοχή μεταξύ των οικισμών Ψυχικού, Δοξαρά και Αγίου Γεωργίου,
- το ρέμα Κλώστας, που αποστραγγίζει την περιοχή βόρεια-βορειοδυτικά των οικισμών Αγίου Γεωργίου και Κυπάρισσου,
- το Μεγάλο Ρέμα που αποστραγγίζει την περιοχή μεταξύ Ζαππείου και Σοφού,
- τα ρέματα Κατσαούνα και Πλατανόρρεμα που αποστραγγίζουν την περιοχή δυτικά-νοτιοδυτικά του Διλόφου,
- το Κουσμπασιανιώτικο ρέμα, που αποστραγγίζει την περιοχή μεταξύ της Νέας Λεύκης και της Χάλκης,
- το ρέμα Βαζούρα που αποστραγγίζει την περιοχή νότια της Αγίας Παρασκευής,
- τα ρέματα Παλιουργιάνικα, Αμπδιάς και Μπραημηνάς που αποστραγγίζουν την περιοχή βορειοδυτικά του Δαμασίου,
- το ρέμα Τσαούση που αποστραγγίζει την περιοχή δυτικά του Δαμασίου,
- το ρέμα Γαλουγάβρας που αποστραγγίζει την περιοχή νοτιοδυτικά του Δαμασίου,
- το ρέμα Τρανός Λάκκος που αποστραγγίζει την περιοχή Παπατσικούρα,
- ο Ελασσονίτικος ποταμός, που αποτελεί το σημαντικότερο παραπόταμο του Τιταρίσιου,
- ο ποταμός Βούλγαρης, που συμβάλλει στον Ελασσονίτικο ποταμό στην περιοχή του Αμούριου,
- ο χείμαρρος Ρέμα που αποστραγγίζει την περιοχή νότια της Τσαρίτσανης,

- ο χειμάρρος Καβουρόλακκος, και τα ρέματα Βαθύλακκα, Γελαδαράς, Μαυρόρεμα, Ιτιάς, Παραποτάμι και Ροδόρεμα, που συμβάλλουν στον Ελασσονίτικο,
- το Μεγάλο ρέμα, ο χειμάρρος Ξηρόλακκος και το ρέμα Καβάκια που καταλήγουν τελικά στον ποταμό Βούλγαρη,
- το Κουρουνιώτικο ρέμα,
- τα ρέματα Λιανοπόταμος, Παπούτσι και Λακκόπετρες, που καταλήγουν τελικά στον ποταμό Βούλγαρη,
- τα ρέματα Κουραδιάρης, Ακόνια, Γραμματικού Λάκκος, Μουντάκη Λάκκος και Καβουρόλακκος, που καταλήγουν τελικά στον Ελασσονίτικο,
- και πολλά ακόμη μικρότερα ρέματα και χειμάρροι.

4.7.3 Ποσοστό κατάλυψης ποτιστικών καλλιεργειών

Στο σχήμα 4.3., που ακολουθεί, απεικονίζεται το ποσοστό των ποτιστικών καλλιεργειών ανά την επικράτεια.



Σχήμα 4.3. Ποσοστό των ποτιστικών καλλιεργειών (Πηγή: ΕΣΥΕ, 2006)

Όπως φαίνεται από το σχήμα ο Ν. Λάρισας ανήκει στη κατηγορία του 40-60% ποσοστού κάλυψης με ποτιστικές καλλιέργειες.

4.7.4 Ετήσια ζήτηση νερού κατά καταναλωτική χρήση και υδατικό διαμέρισμα

Στο πίνακα 4.6., που ακολουθεί, απεικονίζεται η ετήσια ζήτηση κατά καταναλωτική χρήση και υδατικό διαμέρισμα της Ελλάδας σε hm³.

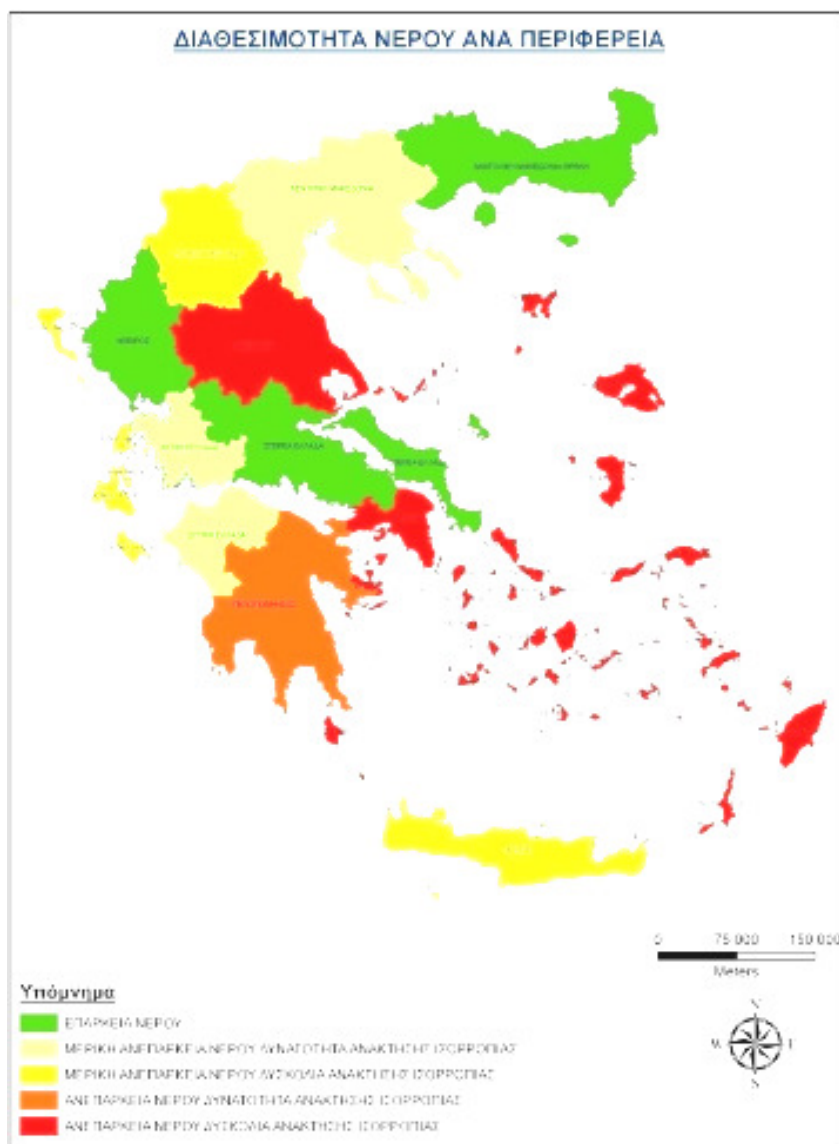
Πίνακας 4.6. Ετήσια ζήτηση κατά καταναλωτική χρήση και υδατικό διαμέρισμα της Ελλάδας σε hm³ (Πηγή: ΕΣΥΕ, 2006)

Κ.Α.	Υδατικά διαμερίσματα	Άρδευση	Κτηνοτροφία	Ύδρευση	Βιομηχανία	Λοιπές**	Σύνολο
01	Δυτικής Πελοποννήσου	201.0	5.0	23.0	3.0	20.0	252.0
02	Βόρειας Πελοποννήσου	401.5	6.6	41.7	3.0		452.8
03	Ανατολικής Πελοποννήσου	324.9	4.7	22.1			351.7
04	Δυτικής Στερεάς Ελλάδας	366.5	9.0	22.4			397.9
05	Ηπείρου	127.4	9.9	33.9	1.0		172.2
06	Αττικής	99.0	2.5	400.0	17.5		519.0
07	Ανατ. Στερεάς Ελλάδας	773.7	9.9	165.9*	12.6		962.1
08	Θεσσαλίας	1 550.0	12.0	54.0			1 616.0
09	Δυτικής Μακεδονίας	609.4	7.9	43.7	30.0	80.0	771.0
10	Κεντρικής Μακεδονίας	527.6	8.0	99.8	80.0		715.4
11	Ανατολικής Μακεδονίας	627.0	5.8	32.0			664.8
12	Θράκης	825.2	7.1	27.9	11.0		871.2
13	Κρήτης	320.0	10.2	42.3			372.5
14	Νήσων Αιγαίου	80.2	6.8	37.2			124.2
	Σύνολο χώρας	6 833.4	105.4	1 045.0	158.1	100.0	8 242.8

Εντυπωσιακό φαντάζει το ποσοστό που αναλαμβάνει η άρδευση στη Θεσσαλία. Σχέδον το 96% το διαθέσιμων υδατικών πόρων καταλαμβάνει, επί συνόλου 1.616,00 hm³, η άρδευση στο υδατικό διαμέρισμα της Θεσσαλίας.

Το σημαντικό αυτό ποσοστό μερίσματος της άρδευσης και γενικότερα τα προβλήματα διαθεσιμότητας υδατικών πόρων στο Θεσσαλικό κάμπο έχουν ως αποτέλεσμα η επάρκεια του νερού, ειδικότερα τους θερινούς μήνες, να είναι στο «κόκκινο», όπως απεικονίζεται και στο σχήμα 4.4., που ακολουθεί,

με σαφή την ανεπάρκεια νερού και τη δυσκολία ανάκτησης υδατικής ισορροπίας.



Σχήμα 4.4. Διαθεσιμότητα νερού ανά Περιφέρεια

(Πηγή:<http://europa.eu.int/scadplus/leg/el/lvb/l60023.htm> ; Μιγκίρος, 2008 ; 2009).

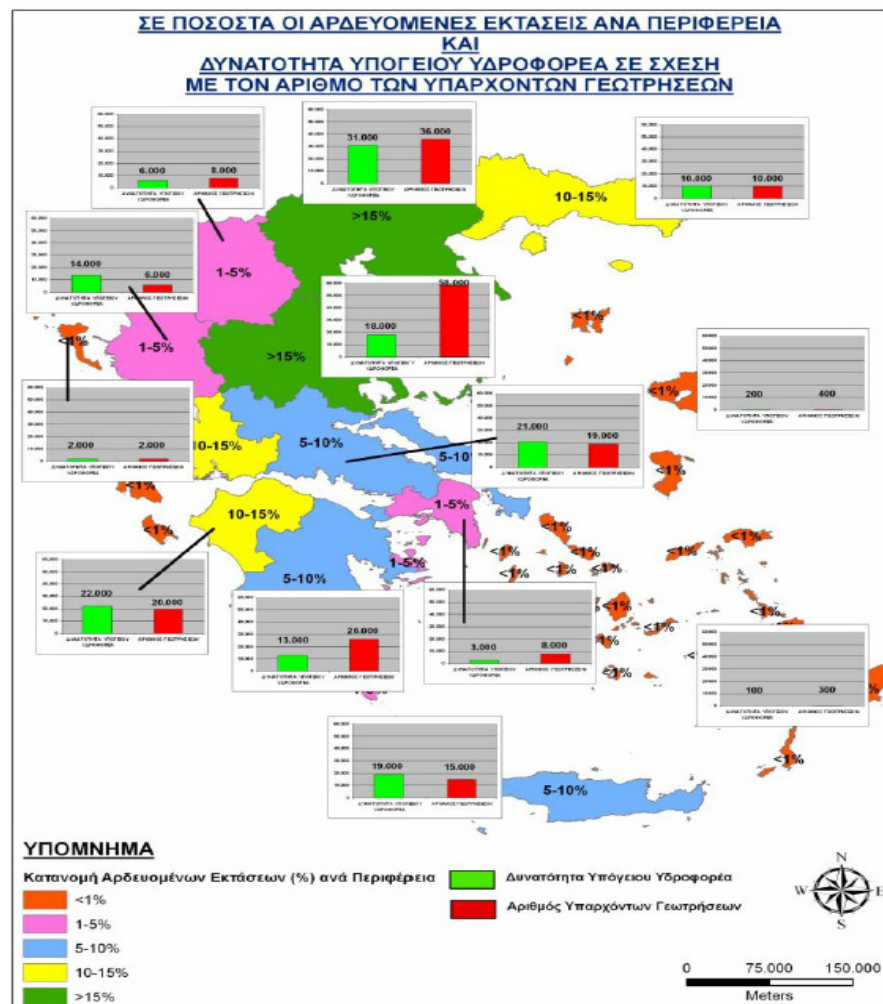
4.7.5 Υπόγειο δυναμικό

Στο υδατικό διαμέρισμα της Θεσσαλίας αναπτύσσονται σημαντικοί προσχωματικοί υδροφορείς, αλλά και μεγάλες καρστικές υδρογεωλογικές ενότητες. Ως προς την πρώτη κατηγορία υδροφορέων, η πεδιάδα της Θεσσαλίας διαχωρίζεται σε δύο κύριες υδρογεωλογικές λεκάνες, της δυτικής

και της ανατολικής Θεσσαλίας. Οι δύο λεκάνες διαχωρίζονται με λοφώδη περιοχή νεογενών αποθέσεων (Ταουσάνη), που θεωρείται ξεχωριστή υδρογεωλογική ενότητα. Αναλυτικότερα στην υδρογεωλογική λεκάνη της Ανατολικής Θεσσαλίας αναπτύσσονται οι ακόλουθες προσχωματικές υδροφορίες:

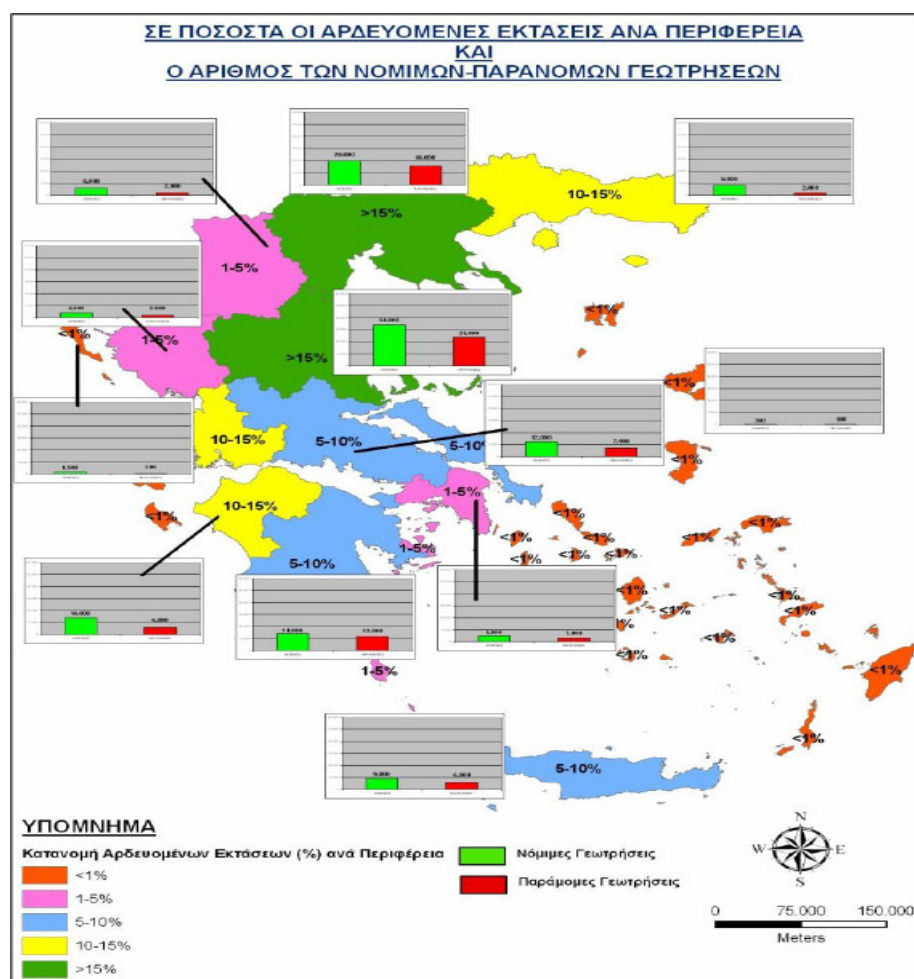
Λεκάνη Τυρνάβου, που σχηματίστηκε από τις αδρομερείς αποθέσεις του ποταμού Τιταρήσιου και εμφανίζει ένα φρεάτιο υδροφορέα, ο οποίος στα ανατολικά μεταπίπτει σε υπό πίεση, ενώ η κύρια τροφοδοσία γίνεται μέσω των διηθήσεων του Τιταρήσιου και δευτερευόντως από την κατείσδυση της βροχόπτωσης.

Υπόλοιπη λεκάνη ανατολικής Θεσσαλίας (Λάρισα-Κάρλα), με βαθείς υπό πίεση υδροφορείς με βραδεία τροφοδοσία, κυρίως από τις υπόγειες πλευρικές μεταγίσεις του κώνου του Τιταρήσιου.



Σχήμα 4.5. Ποσοστά αρδευόμενων εκτάσεων και δυνατότητες υπόγειου υδροφορέα (Πηγή:<http://europa.eu.int/scadplus/leg/el/lvb/l60023.htm> ; Μιγκίρος, 2008 ; 2009).

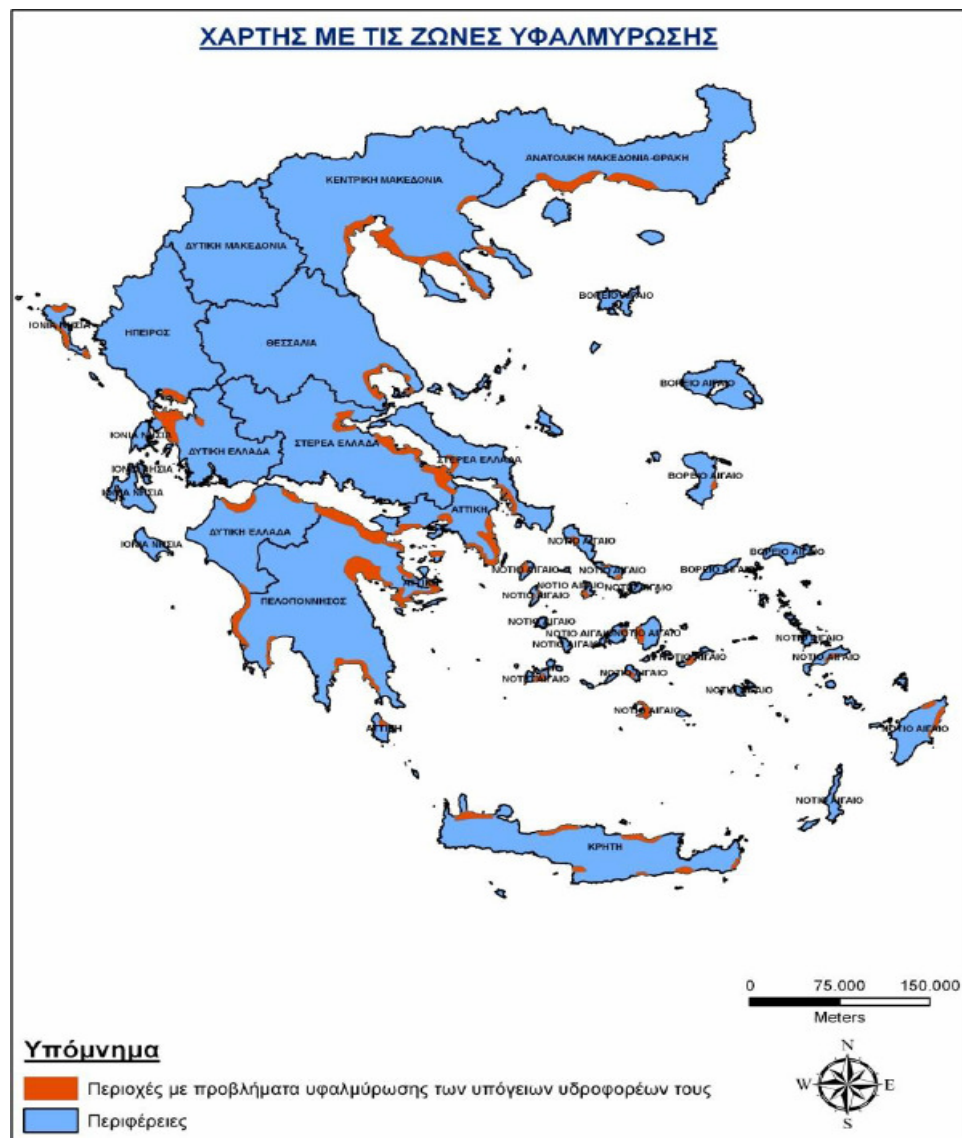
Επιπλέον στην ευρύτερη περιοχή του Ν. Λάρισας αναπτύσσεται και η καρστική ενότητα κρυσταλλικών ασβεστόλιθων κεντρικής Θεσσαλίας. Περιλαμβάνει τους καρστικούς σχηματισμούς Κουτσόχερου-Δαμασίου-Τυρνάβου και τα καρστικά τμήματα Βούλας και Κεραμιδίου. Έχει έκταση περί τα 400 km². Η κύρια καρστική ενότητα Τυρνάβου εκφορτίζεται από τις πηγές Μάτι Τυρνάβου και Αγίας Άννας προς βορρά και Αμυγδαλέας προς τα στενά Καλαμακίου του Πηνειού. Η μέση παροχή των παραπάνω πηγών ανέρχεται σε 1,2-1,5 m³ s⁻¹ (Δ/νση Υδάτων, 2013). Οι μικρές καρστικές ενότητες εκφορτίζονται από τις πηγές Βούλας, Κλοκωτού, Κεραμιδίου και Μεταμόρφωσης. Στο σχήμα 4.5., που προηγείται, παρουσιάζεται η δυνατότητα παροχέτευσης του υπόγειου υδροφορέα σε σχέση με τις υπάρχουσες γεωτρήσεις στο σύνολο της χώρας. Ειδικότερα για τη περιοχή της Θεσσαλίας η υπεράντληση του υπόγειου υδροφορέα ξεπερνά, σύμφωνα με το σχήμα, το 65% των δυνατοτήτων άντλησης.



Σχήμα 4.6. Ποσοστό παράνομων γεωτρήσεων ανά την επικράτεια (Πηγή: <http://europa.eu.int/scadplus/leg/el/lvb/l60023.htm> ; Μιγκίρος, 2008 ; 2009).

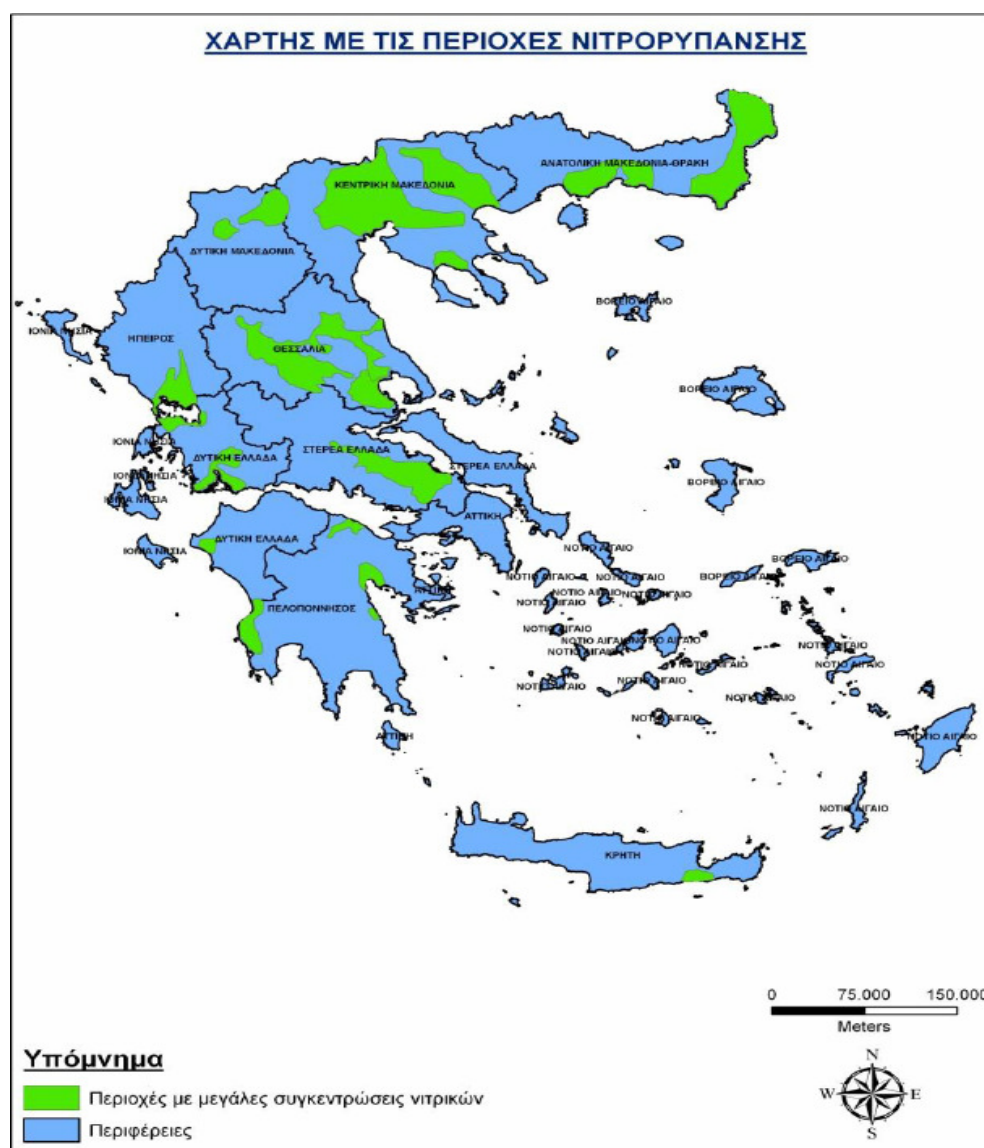
Αντίστοιχα, όπως φαίνεται στο σχήμα 4.6., το ποσοστό των παράνομων γεωτρήσεων στη περιοχή της Θεσσαλίας αγγίζει το 40% των ήδη υπάρχοντων εν ενεργεία γεωτρήσεων.

Παράλληλα, και έχοντας υπόψη τα προηγούμενα, δεν υφίσταται σημαντικό πρόβλημα υφαλμύρωσης στο Νομό Λάρισας, σε αντίθεση με το Νομό Μαγνησίας. Ειδικότερα, σε περιοχές όπως ο Αλμυρός, έχει προ δεκαετιών απαγορευτεί η διάνοιξη νέων γεωτρήσεων, ενώ σε άλλες, το όριο βάθους για τη χορήγηση άδειας χρήσης νερού, δεν ξεπερνά τα 30 m.



Σχήμα 4.7. Περιοχές προβληματικές σε θέματα υφαλμύρωσης ανά την επικράτεια (Πηγή:<http://europa.eu.int/scadplus/leg/el/lvb/l60023.htm> ; Μιγκίρος, 2008 ; 2009).

Τέλος, υφίσταται σε περιοχές του Νομού Λάρισας, σημαντικό πρόβλημα με τη νιτρορύπανση, ειδικότερα σε περιοχές εντατικής γεωργίας όπως ο Τύρναβος, ο Αμπελώνας, το Συκούριο και ο Πλατύκαμπος. Εφαρμόζεται μάλιστα για περίπου μία 15-ετία συγκεκριμένο πρόγραμμα για τη μείωση της νιτρορύπανσης με απαγόρευση της χορήγησης λιπασμάτων που επιβαρύνουν τον υπόγειο υδροφόρα και παράλληλα μείωση των χορηγούμενων δόσεων άρδευσης, χρησιμοποιώντας κατά κύριο λόγο καλλιέργειες με χαμηλές απαιτήσεις σε αρδευτικό νερό.



Σχήμα 4.8. Περιοχές προβληματικές σε θέματα νιτρορύπανσης ανά την επικράτεια (Πηγή:<http://europa.eu.int/scadplus/leg/el/lvb/l60023.htm> ; Μιγκίρος, 2008 ; 2009).

4.7.6 Λίμνες

Λίμνη Κάρλα

Η λίμνη Κάρλα, Βοιβηίς κατά την αρχαιότητα, υπήρξε μία από τις μεγαλύτερες λίμνες του ελλαδικού χώρου και η σημαντικότερη της Θεσσαλίας (μεταξύ Λάρισσας και Μαγνησίας).

Μνημονεύτηκε από τον Όμηρο, τον Ησίοδο, τον Στράβωνα και άλλους αρχαίους συγγραφείς. Είχε έκταση 180.000 στρ. και βάθος 4-6 m. Η βλάστησή της ήταν πλούσια και συντηρούσε αξιόλογη ιχθυοπανίδα και ορνιθοπανίδα (περισσότερα από 143 είδη). Από αυτήν ζούσαν χιλιάδες κάτοικοι της περιοχής (ψαράδες και κτηνοτρόφοι). Ήταν περίφημα τα «καρλίσια» ψάρια, που έφταναν ως τις αγορές της Βουλγαρίας.

Η μάστιγα της ελονοσίας και η ανάγκη για καλλιεργήσιμες εκτάσεις αποτέλεσαν τους λόγους της αποξήρανσής της το 1962, μετατρέποντας τους ψαράδες σε γεωργούς και στερώντας το Θεσσαλικό κάμπο από τα πολύτιμα νερά της και από ένα σημαντικότερο βιότοπο.

Ασκυρίς ή Λίμνη Καλλιπεύκης

Βρισκόταν σε υψόμετρο 1.006 m στα Νότια του οικισμού της Καλλιπεύκης και είναι γνωστή από την αρχαιότητα. Το όνομά της, Ασκυρίς, προέρχεται από το αρχαιοελληνικό «άσκυρος», ένα αυτοφυές σπαθόμορφο χόρτο της περιοχής.

Είχε έκταση 5.314 στρ. και μέγιστο βάθος 12 m. Επρόκειτο για αβαθή λίμνη με πολλά ψάρια, χωρίς επιφανειακή εκροή, που τροφοδοτούσε με τα νερά της τις πηγές των Τεμπών κοντά στον Πυργετό και δημιουργούσε στη Βόρεια πλευρά της ένα έλος.

Στο μεγαλύτερο μέρος της είχε πλούσια βλάστηση από καλάμια και νούφαρα, πράγμα που δυσχέραινε την αλιεία και συνεπώς την οικονομική της εκμετάλλευση. Αυτός ήταν ο σημαντικότερος λόγος, σε συνδυασμό με την έλλειψη καλλιεργήσιμων εκτάσεων, για την απόφαση αποξήρανσής της.

Οι εργασίες ξεκίνησαν το 1907 και ολοκληρώθηκαν το 1911, μετά από 4 χρόνια. Έτσι δημιουργήθηκε ένα εύφορο οροπέδιο, στο οποίο καλλιεργούνται οι φημισμένες πατάτες της Καλλιπεύκης. Στις μέρες μας συζητείται ξανά η ανασύσταση της λίμνης της για περιβαλλοντικούς και τουριστικούς κυρίως λόγους.

4.8 Οικοσυστήματα

4.8.1 Χερσαία Οικοσυστήματα

Στο νομό Λάρισας υπάρχει σημαντικός αριθμός οικοσυστημάτων ειδικού ενδιαφέροντος. Τα πιο χαρακτηριστικά είναι το αισθητικό δάσος της Όσσας, ο εθνικός δρυμός της κοιλάδας των Τεμπών, το δέλτα του Πηνειού, η περιοχή του Ομολίου, η ανατολική πλευρά της Όσσας και του Μαυροβουνίου, ο Πηνειός ποταμός και οι πηγές Μάτι Τυρνάβου και Βιρού. Από αυτά ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν το αισθητικό δάσος της Όσσας, που αποτελεί περιοχή ιδιαίτερης φυσικής ομορφιάς και ο εθνικός δρυμός της κοιλάδας των Τεμπών.

Επίσης, δεν υπάρχει καμία νομοθετική ρύθμιση στην περιοχή για την προστασία οικοσυστημάτων του φυσικού περιβάλλοντος. Εξαίρεση αποτελεί η παρόχθια περιοχή του Πηνειού, που παρουσιάζει οικολογικό ενδιαφέρον, όπως αποτυπώνεται και στην πρόβλεψη στο ΓΠΣ του 1986. Στο σχέδιο αυτό προβλέπεται "η εξασφάλιση-προστασία του οικοσυστήματος ειδικού ενδιαφέροντος πρασίνου κλπ.". Εν τούτοις η εντατική καλλιέργεια της γειτονικής με το ποτάμι ζώνης, καθώς και η μεγάλη επιβάρυνση από τις λειτουργίες της πόλης με κυριότερη αυτή της βιομηχανικής δραστηριότητας, έχουν υποβαθμίσει σημαντικά τα φυσικά οικοσυστήματα του ποταμού (υδατικό και παρόχθιο).

4.8.2 Χλωρίδα

Το έδαφος είναι κατά κύριο λόγο πεδινό, ενώ οι λοφώδεις είναι ως επί το πλείστον βραχώδεις με περιορισμένη έως ελάχιστη φυσική βλάστηση αποτελούμενη ως επί το πλείστον από θαμνώνες και αείφυλλα-πλατύφυλλα. Επιπλέον, κάποιες περιορισμένες εκτάσεις της περιοχής, που δεν καλλιεργούνται συνήθως, χρησιμοποιούνται ως χορτολίβαδα για κτηνοτροφική εκμετάλλευση. Το κυρίαρχο είδος στους θαμνώνες είναι το πουρνάρι (*coccifera*), το οποίο δίνει την αντίστοιχη χλωριστική φυσιογνωμία στη περιοχή. Άλλα είδη που συναντώνται είναι: *Paliurus aculeatus* (παλιούρι), *Erica arborea* (ρείκι), *Olea europea* (αγριελιά), *Papaver rhoeas* (παπαρούνα), *Matricaria chamomilla* (χαμομήλι) και άλλα.

Η φυσική βλάστηση είναι ιδιαίτερα περιορισμένη αποτελούμενη κυρίως από φρύγανα και άλλα μονοετή είδη, καθότι το μεγαλύτερο μέρος είτε καλλιεργείται ή έχει παύσει η καλλιέργειά τους λόγω προγραμματιζόμενης

αλλαγής της χρήσης (αγρανάπαυση). Ακόμα η παρατηρούμενη κατά θέσεις δασική βλάστηση κωνοφόρων προέρχεται κυρίως από εμφυτεύσεις για δημιουργία περιαστικού πρασίνου.

4.8.3 Πανίδα

Λόγω των εντατικών καλλιεργειών και της ανθρώπινης επέμβασης, η αρχική πανίδα στην περιοχή αντικαταστάθηκε από μία άλλη, λιγότερο πλούσια σε είδη και περισσότερο προσαρμοσμένη στις ειδικές συνθήκες που επιβλήθηκαν από τις ανθρώπινες δραστηριότητες.

Στους πίνακες 4.7. και 4.8., που ακολουθούν, απεικονίζονται μερικά από τα πουλιά που ενδημούν ή διέρχονται από την ευρύτερη περιοχή και τα σημαντικότερα ερπετά και θηλαστικά του Νομού.

Πίνακας 4.7. Ορνιθοπανίδα του Ν. Λάρισας

Επιστημονική Ονομασία	Κοινή Ονομασία	Επιστημονική Ονομασία	Κοινή Ονομασία
<i>Ardea purpurea</i>	Πορφυροτσικνιάς	<i>Falco peregrinus</i>	Πετρίτης
<i>Ardeola ralloides</i>	Κρυπτοτσικνιάς	<i>Sylvia atricapilla</i>	Μαυροσκούφης
<i>Bubo bubo</i>	Μπούφος	<i>Himantopus himantopus</i>	Καλαμοκανάς
<i>Caprimulgus europaeus</i>	Γιδοβύζι	<i>Ixobryncus minutus</i>	Μικροτσικνιάς
<i>Circus cynaetus</i>	Βαλτοκίρκος	<i>Lulluca arborea</i>	Δενδροστρήθρα
<i>Ergetta alba</i>	Αργυροτσικνιάς	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Νυχτοκόρακας
<i>Tringa glareola</i>	Λασποτρύγγας	<i>Pernis apivorus</i>	Σφηκιάρης
<i>Accipiter nisus</i>	Τσιχλογέρακο	<i>Merops apiaster</i>	Μελισσοφάγος
<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	Τσιχλοποταμίδα	<i>Motacilla alba</i>	Λευκοσουσουράδα
<i>Acrocephalus scirpaetus</i>	Καλαμοποταμίδα	<i>Motacilla cinerea</i>	Σταχτοσουσουράδα
<i>Actitis hypoleucos</i>	Ποταμοτρυγγάς	<i>Motacilla flava</i>	Κιτρινοσουσουράδα
<i>Alauda arvensis</i>	Σταρήθρα	<i>Muscicapa striata</i>	Μυγοχάφτης
<i>Anthus pratensis</i>	Λιβαδοκελάδα	<i>Oenanthe hispanica</i>	Ασπροκώλα
<i>Apus apus</i>	Σταχτάρα	<i>Oenanthe oenanthe</i>	Σταχτοπετρόκλης
<i>Ardea cinerea</i>	Σταχτοτσικνιάς	<i>Otus scops</i>	Γκιώνης
<i>Aythya ferina</i>	Γκισκάρι	<i>Passer hispaniolensis</i>	Χωραφοσπουργίτης
<i>Aythya fylligyla</i>	Μαυροκέφαλη	<i>Philloscopus collybita</i>	Δενδροφυλλοσκόπος
<i>Buteo buteo</i>	Γερακίνα	<i>Podiceps cristatus</i>	Σκουφοβουτηχτάρι
<i>Colymba palumbus</i>	Φάσσα	<i>Saxicola ruberta</i>	Καστανολαίμης
<i>Delichon urbica</i>	Σπιτοχελιδόνο	<i>Scolopax rusticola</i>	Μπεκάτσα
<i>Hirundo daurica</i>	Δενδροχελιδόνο	<i>Streptopelia turtur</i>	Τρυγόνι
<i>Locustela luscinioides</i>	Θαμνοτριλιστής	<i>Sturnus vulgaris</i>	Ψαρόνι
<i>Emberiza melanocephala</i>	Αμπελουργός	<i>Sylvia canillans</i>	Κοκκινοτσιροβάκος
<i>Emberiza schoeniclus</i>	Καλαμοτσιχλονο	<i>Sylvia communis</i>	Θαμνοτσιροβάκος
<i>Falco vespertinus</i>	Μαυροκιρκινέζο	<i>Tachybaptus ryffcallis</i>	Νανοβουτηχτάρι
<i>Fringilla coelebs</i>	Σπίνος	<i>Tringa erythropus</i>	Μαυροτριγγας
<i>Fringilla montifringilla</i>	Χειμωνοσπίνος	<i>Tringa nebularia</i>	Πρασινοςκελης
<i>Fulica atra</i>	Φαλαρίδα	<i>Tringa ochropus</i>	Δασότρυγγας

<i>Gallinago gallinago</i>	Μπεκασιόνη	<i>Tringa totanus</i>	Κοκκινοσκέλης
<i>Hirundo rustica</i>	Χελιδόνη	<i>Turdus philomelos</i>	Τσίχλα
<i>Lanius senator</i>	Κοκκινοκεφαλός	<i>Turdus pilaris</i>	Κεδρότσιχλα
<i>Eergetta garzetta</i>	Λευκοτσικνιάς	<i>Vanellus vanellus</i>	Καλημάνα
<i>Accipter brevipes</i>	Σαΐνη	<i>Urupa epops</i>	Τσαλαπετεινός
<i>Falco tinnunculus</i>	Βραχοκιρκινέζο	<i>Galerida cristata</i>	Κατσουλιέρης
<i>Alectoris chucar</i>	Νησοπέριδικα	<i>Luscinia megarhynchos</i>	Αηδόνη
<i>Coturnix coturnix</i>	Ορτύκι	<i>Monticola saxatilis</i>	Πετροκότσυφας
<i>Burhinus oedicephalus</i>	Πετροτριλίδα	<i>Turdus merula</i>	Κότσυφας
<i>Columba livia</i>	Αγριοπερίστερο	<i>Cettia cetti</i>	Ψευταηδόνη
<i>Cuculus canorus</i>	Κούκος	<i>Hippolais pallida</i>	Ωχροστριτσίδα
<i>Tyto alba</i>	Τυτώ	<i>Garrulus glandarius</i>	Κίσσα
<i>Athene noctua</i>	Κουκουβάγια	<i>Corvus monedula</i>	Κάργια
<i>Coracias garrulus</i>	Χαλκοκουρούνα	<i>Corvus corone</i>	Κουρούνα
<i>Corvus corax</i>	Κόρακας	<i>Carduelis chloris</i>	Φλώρος
<i>Passer domesticus</i>	Σπουργίτης	<i>Carduelis carduelis</i>	Καρδερίνα

(Πηγή: Ελληνική Ζωολογική Εταιρεία, 1992)

Πίνακας 4.8. Ερπετά και θηλαστικά του Ν. Λάρισας

Επιστημονική Ονομασία	Κοινή Ονομασία	Επιστημονική Ονομασία	Κοινή Ονομασία
Ανούρα			
<i>Bufo viridis</i>	Πρασινόφρυνος	<i>Rana ridibunda</i>	Λιμνοβάτραχος
<i>Bombina variegata</i>	Κιτρινοπομπίνα	<i>Hyla arborea</i>	Δεντροβατραχάκι
<i>Rana ridibunda</i>	Πρασινοβάτραχος		
Ερπετά			
<i>Ablepharus kitaibelii</i>	Αβλέφαρος	<i>Telescopus falax</i>	Αστρίτης
<i>Lacerta trilineata</i>	Τρανόσαυρα	<i>Columber najadum</i>	Σαΐτα
<i>Hemidactylus turcicus</i>	Σαμιαμίδι	<i>Salamandra salamandra</i>	Σαλαμάνδρα
<i>Podarcis erhardii</i>	Σιλιβούτι	<i>Natrix tessellata</i>	Καναλόφιδο
<i>Testudo hermani</i>	Μεσογειακή Χελώνα	<i>Vipera ammodytes</i>	Οχιά
<i>Columber gemonensis</i>	Δενδρογαλιά	<i>Elaphe situla</i>	Σπιτόφιδο
Θηλαστικά			
<i>Martes foina</i>	Κουνάβι	<i>Mustela nivalis</i>	Νυφίτσα
<i>Erinaceus concolor</i>	Σκαντζόχοιρος	<i>Meles meles</i>	Ασβός
<i>Lepus europaeus</i>	Λαγός	<i>Mus musculus</i>	Ποντικός
<i>Equus asinus</i>	Γάιδaros	<i>Rattus rattus</i>	Αρουραίος
<i>Ovis aries</i>	Πρόβατο	<i>Vulpes vulpes</i>	Αλεπού
<i>Capra hircus</i>	Κατσίκια	<i>Crocidura russula</i>	Μυγαλή

(Ελληνική Ζωολογική Εταιρεία, 1992)

4.8.4 Παραποτάμια οικοσυστήματα

Ο Πηνειός ποταμός αποτελεί το κυριότερο υδάτινο σύστημα του νομού Λάρισας. Η ρύπανση των νερών του, που υφίσταται τις τελευταίες δεκαετίες από τις διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες, έχει υποβαθμίσει σημαντικά τα οικοσυστήματα ιδίως της περιοχής μεταξύ Λάρισας και Τεμπών. Ενθαρρυντικό εν τούτοις μπορεί να χαρακτηριστεί το γεγονός ότι στην κοιλάδα των Τεμπών

λόγω της ικανότητας αυτοκαθαρισμού του ποταμού φαίνεται ότι έχει επανέλθει κάποια ισορροπία του οικοσυστήματος. Παράλληλα, και λόγω της οικονομικής κρίσης, μεγάλος αριθμός παραγωγών τα τελευταία χρόνια έχουν εγκαταλείψει τις καθαυτού ενεργοβόρες καλλιέργειες (καλαμπόκι, βαμβάκι, τομάτα κ.ο.κ.) και στρέφονται πλέον σε λιγότερο απαιτητικές αλλά μικρότερου κόστους και ρίσκου καλλιέργειες (σιτάρι και λοιπά χειμερινά σιτηρά).

Κατά μήκος της όχθης του Πηνειού, και στις περιοχές που η γη δεν καλλιεργείται, η χλωρίδα αποτελείται από ψηλά δένδρα (ως 20 m) και λίγους θάμνους. Η παραποτάμια βλάστηση αποτελείται κυρίως από ιτιές *Salix alba* και *Salix fragilis*, λεύκες *Populus alba*, λίγα σκλείθρα *Alnus glutinosa* και, στα ανώτερα τμήματα του ρου σε πιο διαπερατά εδάφη, πλατάνια *Platanus orientalis*. Οι κορμοί των δένδρων είναι πολλές φορές καλυμμένοι από κισσό *Hedera helix*. Σημαντική επίσης για ορισμένα ζωικά είδη (όπως δρυοκολάπτες, κουκουβάγιες, λεπιδόπτερα-νυχτοπεταλούδες) είναι η παρουσία νεκρών ή γέρικων δέντρων με νεκρά και σάπια κλαδιά.

Από πλευράς πανίδας το ποτάμι γενικά είναι πλούσιο και περιέχει:

- Είδη ψαριών: Τα πιο κοινά ψάρια είναι τα κεφαλόπουλα (*Mugil cephalus*), οι γουλιανοί (*Silurus glanis*) και τα σαζάνια. Ιδιαίτερη μνεία πρέπει να γίνει για το είδος *Gobius thessalus* που ενδημεί στο ποτάμι.
- Θηλαστικά: Στην κοιλάδα των Τεμπών υπάρχουν λιγοστά άτομα του υδρόβιου θηλαστικού βίδρας (*Lutra lutra*).
- Μαλάκια: Έχουν αναγνωρισθεί τα είδη *Limnea glabra*, *Theodoxus sp*, *Viviparus sp*, *Planorbis sp*, *Unio sp*, *Anodonta sp*, *Pisidium sp*.
- Το δέλτα του ποταμού Πηνειού αποτελεί ένα πολύ ενδιαφέροντα υδροβιότοπο, πλούσιο σε παρυδάτια πτηνά. Ενδεικτικά αναφέρονται (Ελληνική Ζωολογική Εταιρεία, 1992) τα Σταχτόχηνα (*Anser anser*), Ασπρομετωπόχηνα (*Anser albifrons*), Νανόχηνα (*Anser erythropus*), Βαλτοβουτόπαπια (*Aythya nyroca*), Κοκκινοκεφαλοβουτόπαπια (*Aythya ferina*), Σταχτόπαπια (*Anas strepera*), Ψαραετός (*Pandion haliaetus*), Αβοκέτα (*Recurvirostra avosetta*).
- Επιπλέον πρέπει να αναφερθεί ότι στο παραποτάμιο οικοσύστημα του Πηνειού διαβιεί μεγάλος αριθμός υδρόβιων εντόμων.

5 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΩΝ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

5.1 Χάρτης απεικόνισης περιοχής μελέτης

Έχοντας υπόψη τα προαναφερθέντα, στο σχήμα 5.1., που ακολουθεί, απεικονίζεται η περιοχή μελέτης, η οποία περιλαμβάνει εξ' ολοκλήρου τον Ν. Λάρισας, καθώς επίσης και ένα τμήμα του Ν. Μαγνησίας, λόγω της μεγάλης στρατηγικής σημασίας, ως ενιαίο υδροσύστημα, για την οικολογική ανάπτυξη της Θεσσαλίας, της πρώην λίμνης Κάρλας.

Τα γεωγραφικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν (ArcGIS) για την καταγραφή των σημείων μέτρησης ήταν:

- το ψηφιακό μοντέλο υψομέτρων της περιοχής μελέτης,
- το κύριο υδρογραφικό δίκτυο,
- οι θέσεις των σημείων μέτρησης των παροχών των ποταμών,
- τα σημεία καταγραφής της απορροής των πηγών,
- οι θέσεις των σημείων μέτρησης της στάθμης των γεωτρήσεων,
- τα κύρια έργα ταμίευσης,
- και η διοικητική διαίρεση – όρια Νομών.



Σχήμα 5.1. Απεικόνιση της περιοχής μελέτης

5.2 Υδρομετρικά δεδομένα

Στη περιοχή μελέτης υπάρχει διαθέσιμος σημαντικός όγκος υδρομετρικής πληροφορίας, λόγω του σπουδαίου ρόλου που παίζει η αγροτική παραγωγή της περιοχής στην Εθνική Οικονομία.

Όπως άλλωστε αποτυπώνεται και στο σχήμα 5.1., υπήρχαν διαθέσιμα στοιχεία μηνιαίων μετρήσεων τόσο παροχών ποταμών όσο και πηγών αλλά και διακύμανσης της στάθμης των κρατικών γεωτρήσεων.

Τα δεδομένα ελήφθησαν από τη Διεύθυνση Υδάτων της Περιφέρειας Θεσσαλίας, και καλύπτουν, με εξαίρεση τα σημεία στα οποία έχουν σταματήσει οι μετρήσεις, για διαφόρους λόγους, αλλά και εκείνα που ενσωματώθηκαν μεταγενέστερα, μια πλήρη περίοδο 41 υδρολογικών ετών, από το 1972 έως το 2012-13.

Εκτός από τις επιφανειακές απορροές, αναζητήθηκαν μετρήσεις παροχής πηγών, που δίνουν μια αντιπροσωπευτική εικόνα της υδρολογικής δίκαιας των υπόγειων υδροφορέων, αλλά και της βασικής απορροής των ποταμών όπου εκφορτίζονται, καθώς επίσης και μετρήσεις διακύμανσης της στάθμης γεωτρήσεων, που απεικονίζουν τις τυχόν μεταβολές του διαθέσιμου υπόγειου υδατικού δυναμικού.

Ο ρόλος ειδικότερα των γεωτρήσεων και η διακύμανση της στάθμης για Θεσσαλικό κάμπο είναι στρατηγικής σημασίας, καθώς ο όρος υπόγεια απορροή είναι πρακτικά ταυτόσημος με τα ρυθμιστικά αποθέματα, δηλαδή το ανανεώσιμο υπόγειο νερό, που αποδεδειγμένα σε περιόδους σημαντικών ελλείψεων σε αρδευτικό νερό, παίζει σπουδαίο ρόλο στη διατήρηση της αγροτικής παραγωγής.

Στους πίνακες 5.1. και 5.2., που ακολουθούν, παρουσιάζονται οι θέσεις των σημείων μέτρησης (x,y) παροχών ποταμών και πηγών και στάθμης γεωτρήσεων, καθώς επίσης και οι ονομασίες των περιοχών, το υψόμετρο των θέσεων μέτρησης αλλά και το μέγεθος της εκάστοτε χρονοσειράς.

Πίνακας 5.1. Θέση και μέγεθος χρονοσειράς σημείων μέτρησης παροχών ποταμών και πηγών

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	x	y	ΥΨΟΜΕΤΡΟ	ΕΥΡΟΣ ΤΙΜΩΝ
ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ - ΠΗΝΕΙΟΣ	378882	4414990	24	1972-2013
ΓΕΦΥΡΑ ΓΟΝΝΩΝ - ΠΗΝΕΙΟΣ	373882	4413023	29	1972-2013
ΓΕΦΥΡΑ ΑΛΚΑΖΑΡ - ΠΗΝΕΙΟΣ	363568	4388881	53	1972-1998
ΠΗΝΕΙΑΔΑ - ΠΗΝΕΙΟΣ	342405	4382832	43	1972-2004
ΑΛΗ ΕΦΕΝΔΗ - ΠΗΝΕΙΟΣ	334850	4381462	38	1972-2003
ΑΜΥΓΔΑΛΕΑ - ΠΗΝΕΙΟΣ	350340	4391045	79	1972-1997
ΒΛΟΧΟΣ - ΚΑΛΕΝΤΖΗΣ	333835	4377160	46	1972-2002
ΑΜΠΕΛΙΑ - ΕΝΙΠΠΕΑΣ	373060	4351583	165	1972-2013
ΣΚΟΠΙΑ - ΕΝΙΠΠΕΑΣ	368401	4334335	335	1974-2013
ΜΕΣΟΧΩΡΙ - ΤΙΤΑΡΗΣΙΟΣ	337095	4401739	141	1972-2013
ΠΗΓΕΣ ΑΜΥΔΑΛΕΑΣ	350399	4391126	86	1972-2013
ΠΗΓΕΣ ΚΕΦΑΛΟΒΡΥΣΟ	335265	4417504	254	1972-2013
ΠΗΓΕΣ ΑΜΟΥΡΙΟΥ Α'	336058	4406444	173	1972-2013
ΠΗΓΕΣ ΑΜΟΥΡΙΟΥ Β'	336031	4406764	168	1972-2013
ΠΗΓΕΣ ΜΑΤΙ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	353668	4407402	77	1972-2013
ΠΗΓΕΣ ΑΓ. ANNA	355409	4405101	71	1972-2013

Σύμφωνα επομένως με τον πίνακα 5.1., και όσον αφορά τις παροχές των ποταμών, χρησιμοποιήθηκαν οι μετρήσεις σε συνολικά έξι (6) σημεία στο ποταμό Πηνειό, εκ των οποίων οι δύο (2) λαμβάνονται έως και σήμερα, σε δύο (2) σημεία στο ποταμό Ενιππέα, σε ένα σημείο στο ποταμό-χείμαρρο Τιταρήσιο και σε ένα σημείο στο παραπόταμο Καλέντζη, που δεν λαμβάνεται πλέον.

Αναφορικά με τις μετρήσεις παροχής πηγών, όπως φαίνεται και από τον πίνακα 5.1. αλλά και από το σχήμα της περιοχής μελέτης, χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία συνολικά έξι (6) σημείων, που βρίσκονται στα Β – Β.Δ. του Ν. Λάρισας.

Πίνακας 5.2. Θέση και μέγεθος χρονοσειράς σημείων μέτρησης διακύμανσης της στάθμης των γεωτρήσεων

ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	x	y	ΥΨΟΜΕΤΡΟ	ΕΥΡΟΣ ΤΙΜΩΝ
445ΥΕΒ	ΚΡΗΝΗ	357208	4359924	430	1972 - 2013
540 Β	ΒΡΥΣΙΑ	355376	4347143	124	1995 - 2013
AD2	ΑΜΠΕΛΩΝΑΣ	358867	4402759	71	1984 - 2013
AD3	ΑΡΓΥΡΟΠΟΥΛΙ	353898	4407529	78	1974 - 2013
AD6	ΔΑΣΟΧΩΡΙ	363879	4394498	68	1978 - 2013
AG10	ΠΛΑΤΑΝΟΥΛΙΑ	353026	4392066	91	1995 - 2013
LB119	ΦΑΡΣΑΛΑ	361056	4351573	133	1980 - 2013
LB172	ΚΡΑΝΝΩΝΑΣ	354292	4375507	104	1998 - 2013
LB185	ΚΑΣΤΡΟ - ΛΑΡΙΣΑ	347978	4382494	86	1979 - 2013
LB273	ΑΜΠΕΛΩΝΑΣ	361309	4401493	69	1984 - 2013
LB70	ΣΤΑΥΡΟΣ	349577	4352149	107	1978 - 2013
LB99	ΔΕΝΤΡΑ	359364	4392010	77	1979 - 2013
PZ11	ΣΤΑΥΡΟΣ	350291	4355072	110	1980 - 2013
PZ46	ΧΤΟΥΡΙ	352277	4359138	123	1980 - 2013
PZ64	ΚΑΝΑΛΙΑ	399925	4374315	52	1980 - 2013
PZ65	ΚΑΝΑΛΙΑ	402722	4372183	57	1980 - 2013
PZ67	ΜΕΛΙΣΣΑ	383700	4379572	55	1980 - 2013
PZ7	ΠΛΑΣΙΑ - ΛΑΡΙΣΑ	384694	4390260	55	1972 - 2013
PZT1	ΤΥΡΝΑΒΟΣ	352728	4397684	96	1972 - 2013
PZT3A	ΤΥΡΝΑΒΟΣ	350990	4397812	104	1980 - 2013
SR110	ΛΥΓΑΡΙΑ	351667	4409865	104	1985 - 2013
SR111	ΛΥΓΑΡΙΑ	353487	4403882	93	1985 - 2013
SR118	ΛΥΓΑΡΙΑ	352159	4407953	86	1985 - 2013
SR119	ΛΥΓΑΡΙΑ	352823	4406763	127	1985 - 2013
SR30	ΧΑΛΚΗ	374865	4380188	81	1972 - 2013
SR31	ΜΕΛΙΣΣΑ	383277	4377773	53	1973 - 2013
SR35	ΕΛΕΥΘΕΡΙΟ	374456	4390926	62	1972 - 2013
SR39	ΔΕΛΕΡΙΑ	354355	4402471	94	1973 - 2013
SR4	ΒΑΜΒΑΚΟΥ	363041	4354593	138	1972 - 2013
SR6	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ	351203	4349361	116	1972 - 2013

SR63	ΡΙΖΟΜΥΛΟΣ	394468	4363183	65	2004 - 2013
SR63A	ΡΙΖΟΜΥΛΟΣ	394458	4363194	65	1973 - 2013
SR63B	ΡΙΖΟΜΥΛΟΣ	394463	4363191	65	1973 - 2013
SR72	ΟΜΟΡΦΟΧΩΡΙ	371561	4389959	67	1974 - 2013
SR77	ΜΕΛΙΣΣΟΧΩΡΙ	369769	4386719	71	1974 - 2013
SR86	ΜΑΥΡΟΒΟΥΝΙ	351578	4377065	96	1974 - 2013
Γ1	ΠΑΡΑΠΟΤΑΜΟΣ	371666	4408735	30	1994 - 2013
Γ1B	ΚΕΦΑΛΟΒΡΥΣΟ	374030	4367695	28	1983 - 2013
Γ3 ΚΟΙΛΑΔΑ	ΚΟΙΛΑΔΑ	354316	4379416	125	1998 - 2013
Γ3 ΜΑΚΡΥΧΩΡΙ	ΜΑΚΡΥΧΩΡΙ	372817	4404857	75	1994 - 2013
Κ1	ΚΕΦΑΛΟΒΡΥΣΟ	334999	4418256	270	1986 - 2013
Π14Λ	ΔΑΜΑΣΙ	346076	4391917	102	1978 - 2013
Π16Λ	ΣΥΚΟΥΡΙΟ	375648	4399581	112	1979 - 2013
Π6Λ	ΕΛΕΥΘΕΡΙΟ	381169	4393190	58	1974 - 2013
ΠΑ	ΓΙΑΝΝΟΥΛΗ	363764	4391458	68	1990 - 2013
ΠΒ	ΑΜΠΕΛΩΝΑΣ	359903	4395217	79	1990 - 2013

Τέλος και όπως απεικονίζεται τόσο στο πίνακα 5.2. αλλά και στο σχήμα 5.1., χρησιμοποιήθηκαν οι μηνιαίες τιμές διακύμανσης της στάθμης των γεωτρήσεων, σε συνολικά σαράντα έξη (46) σημεία, καλύπτοντας ολόκληρη τη περιοχή μελέτης.

5.3 Υδρολογικές χρονοσειρές

5.3.1 Γενικό μεθοδολογικό πλαίσιο

Η διερεύνηση των ιστορικών ξηρασιών βασίστηκε σε μια σειρά στατιστικών αναλύσεων των υδρολογικών δεδομένων της περιοχής μελέτης. Η κύρια υδρολογική πληροφορία αφορά στις απορροές των ποταμών του Ν. Λάρισας των υδρολογικών ετών 1972 έως και 2013, για τα οποία υπάρχουν σημαντικά μεγάλος αριθμός μετρήσεων τιμών παροχής, στη μέγιστη δυνατή κατανομή στην περιοχή μελέτης.

Ειδικότερα σε 2 σημεία τόσο στο Πηνειό ποταμό όσο και στο ποταμό Ενιππέα και σε ένα σημείο στο ποταμό Τιταρήσιο, οι μηνιαίες τιμές μετρήσεων παροχής καλύπτουν το σύνολο των ετών από το 1972 έως και το 2013.

Επιπροσθέτως, για τη διερεύνηση των ιστορικών ξηρασιών του Ν. Λάρισας, χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές της στάθμης των γεωτρήσεων σε συνολικά 46 σημεία μέτρησης, ως βασική παράμετρος πρόγνωσης της πιθανότητας εμφάνισης ξηρασίας διαμέσου της αυξομείωσης των ρυθμιστικών αποθεμάτων.

Αντίστοιχα, από το συνολικό αριθμό των 46 γεωτρήσεων, οι μηνιαίες τιμές μέτρησης της στάθμης των 30 γεωτρήσεων καλύπτουν τον περιορισμό που έχει τεθεί (McKee et al., 1993) για την ανάγκη ύπαρξης χρονοσειράς τουλάχιστον 30 ετών.

Τέλος, για τη διερεύνηση της διαίτας των υπόγειων νερών, αξιοποιήθηκαν τα δεδομένα απορροής των πηγών. Και στα 5 σημεία μέτρησης της απορροής των πηγών η διάρκεια της χρονοσειράς καλύπτει την περίοδο από το 1972 έως και το 2013. Σημειώνεται ότι οι πηγές Αμουρίου Α' και Β' παρουσιάζονται, λόγω θέσης, αθροιστικά.

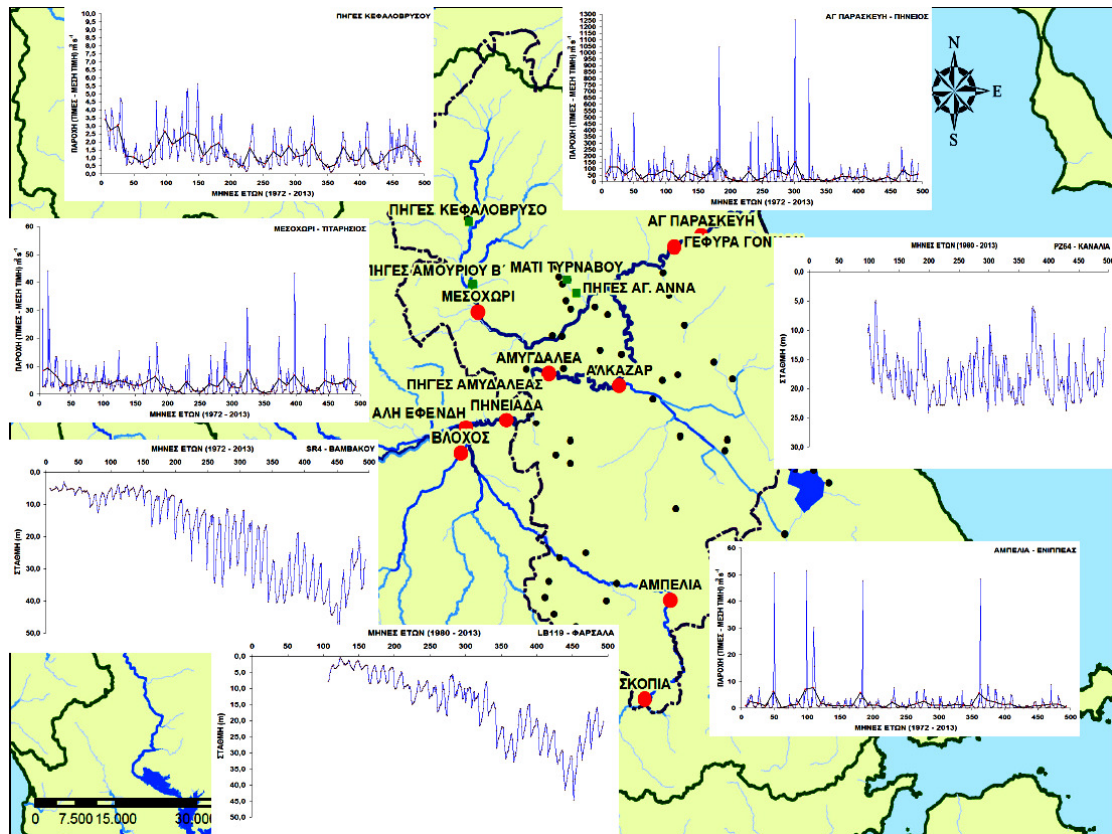
Όσον αφορά την υπολογιστική διαδικασία, για όλες τις μηνιαίες χρονοσειρές, παροχών ποταμών, απορροής πηγών και διακύμανσης της στάθμης των γεωτρήσεων, καταρτίστηκαν τα συναθροισμένα δείγματα τρίμηνης (Οκτώβριος-Δεκέμβριος), εξαμήνης (Οκτώβριος- Μάρτιος), εννιάμηνης (Οκτώβριος-Ιούνιος) και ετήσιας διάρκειας. Επιπλέον, καταρτίστηκαν οι χρονοσειρές μέσης ετήσιας παροχής, απορροής και διακύμανσης της στάθμης, για διαστήματα 24, 36, 48 και 60 μηνών.

Είναι προφανές ότι η υπερετήσια χρονική κλίμακα παρέχει μια πιο αντιπροσωπευτική εικόνα της εξέλιξης μιας ξηρασίας, καθώς η δριμύτητα του φαινομένου και οι επιπτώσεις του μεγιστοποιούνται όσο αυξάνει το χρονικό εύρος της ακολουθίας των ξηρών περιόδων (Μαμάσης και Ευστρατιάδης, 2012).

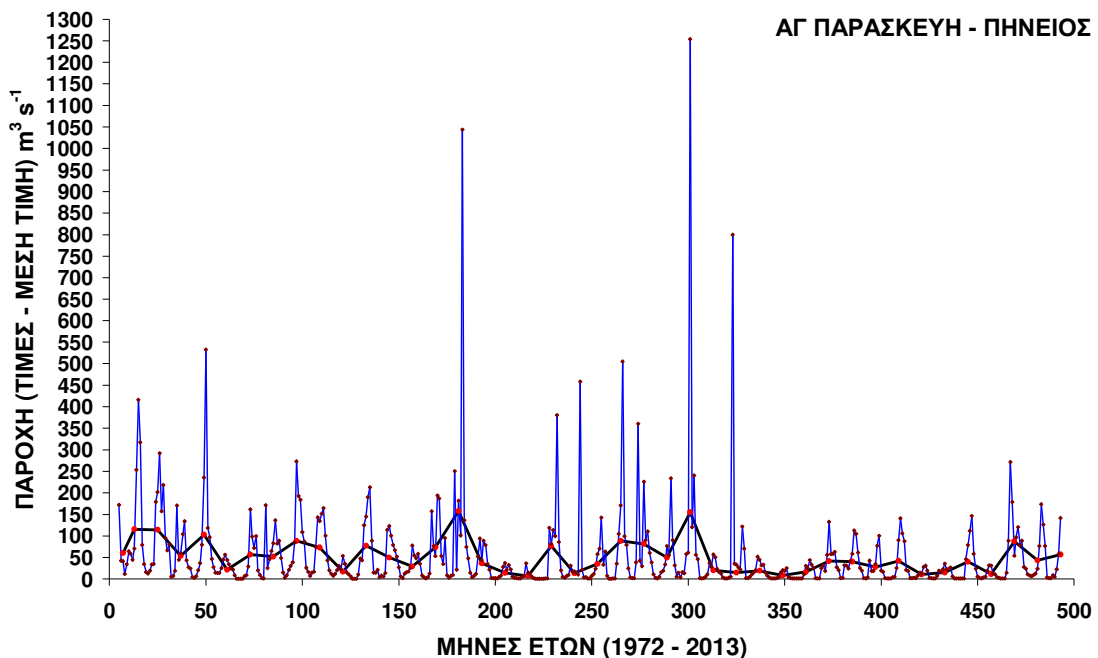
Αντίστοιχα, για τις μηνιαίες χρονικές κλίμακες, υπολογίστηκαν τα βασικά στατιστικά μεγέθη, ήτοι, μέση τιμή, τυπική απόκλιση, μέγιστη και ελάχιστη τιμή, και οι παράμετροι της κατανομής Γάμμα.

Στο σχήμα 5.2. παρουσιάζονται ενδεικτικά ορισμένες από τις χρονοσειρές παροχής ποταμών, απορροής πηγών και μεταβολής της στάθμης των γεωτρήσεων στη περιοχή μελέτης.

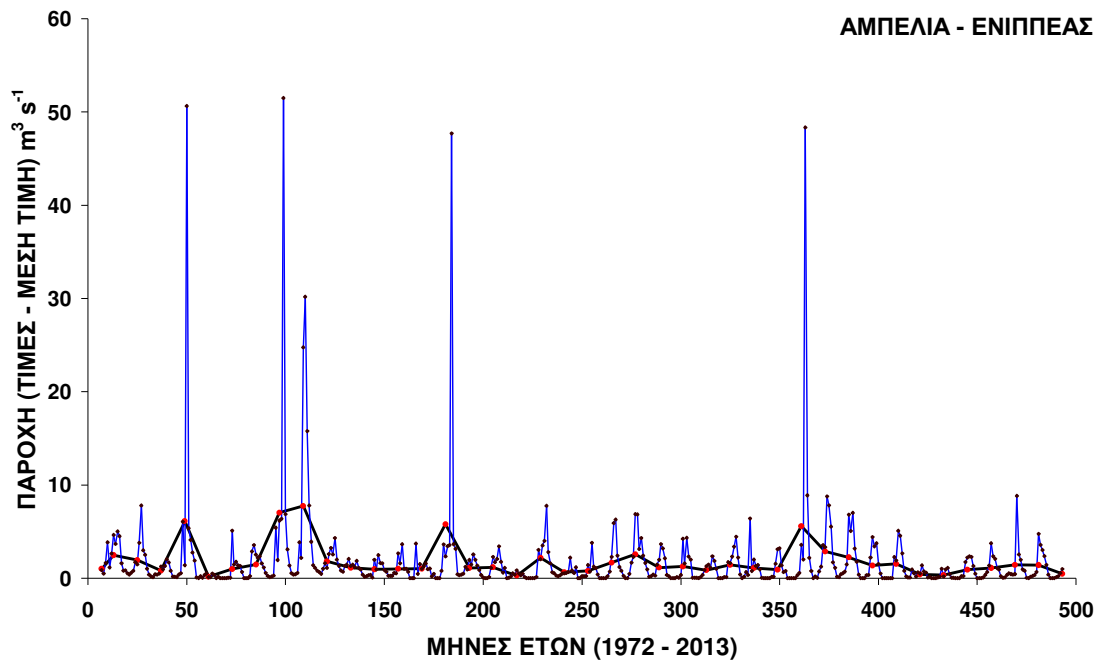
Αντίστοιχα στα διαγράμματα 5.1. έως και 5.14., που ακολουθούν, απεικονίζονται ορισμένες από τις συνολικές χρονοσειρές των σημείων μέτρησης της περιοχής μελέτης.



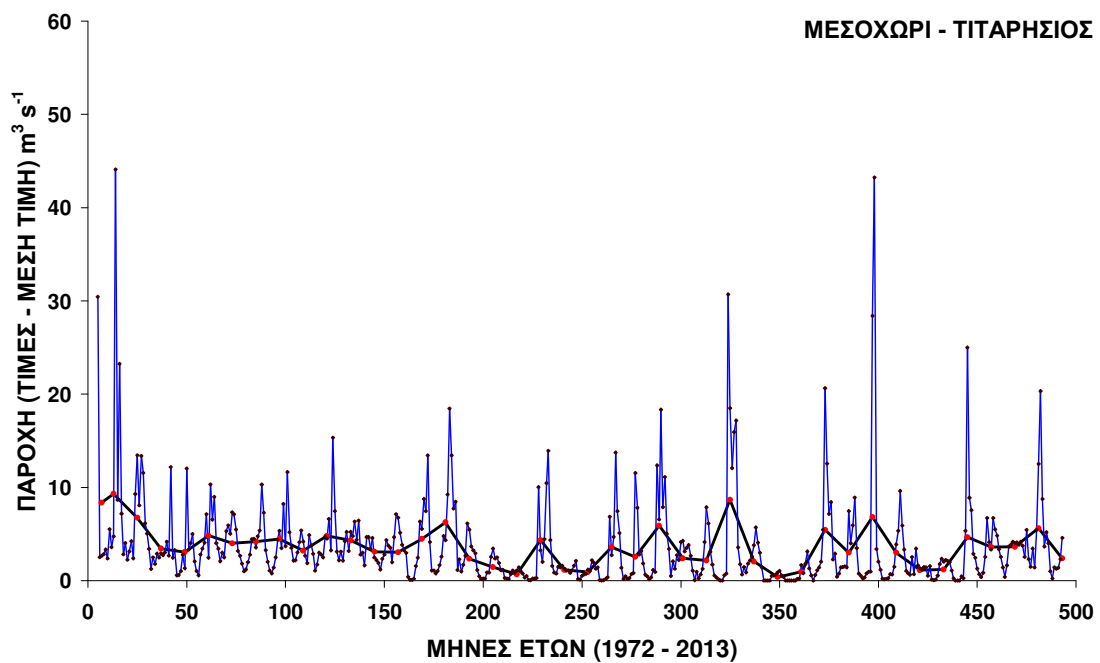
Σχήμα 5.2. Ενδεικτικές χρονοσειρές παροχής ποταμών, απορροής πηγών και μεταβολής της στάθμης των γεωτρήσεων στη περιοχή μελέτης



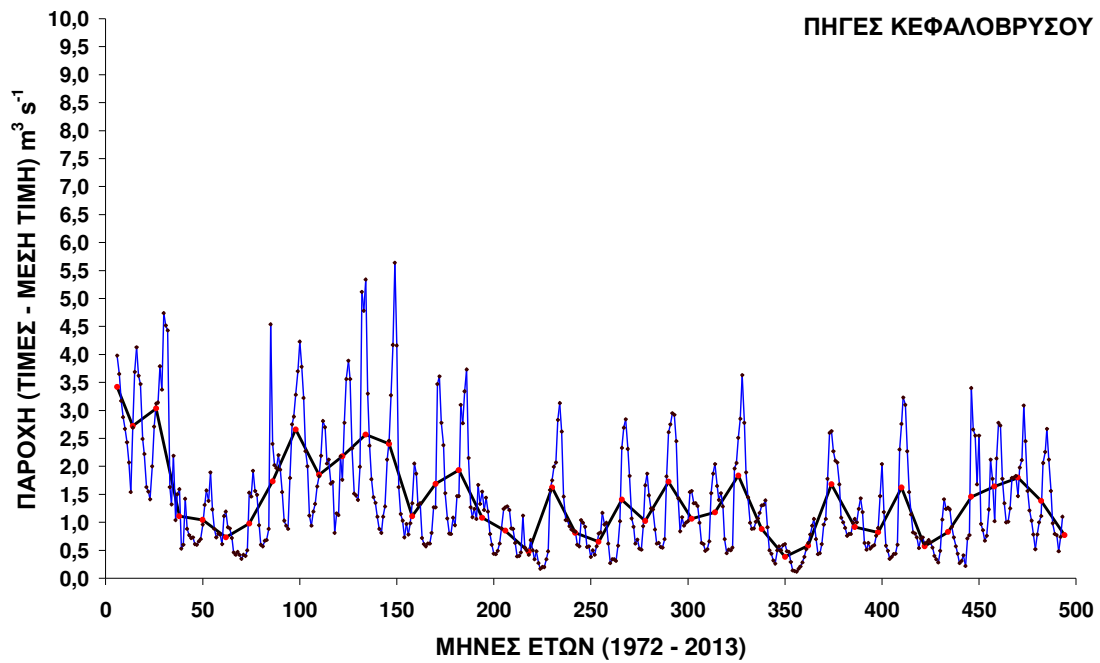
Διάγραμμα 5.1. Τιμές παροχής ποταμού Πηγείου στη θέση Αγ. Παρασκευή – Τέμπη και μέση ετήσια τιμή



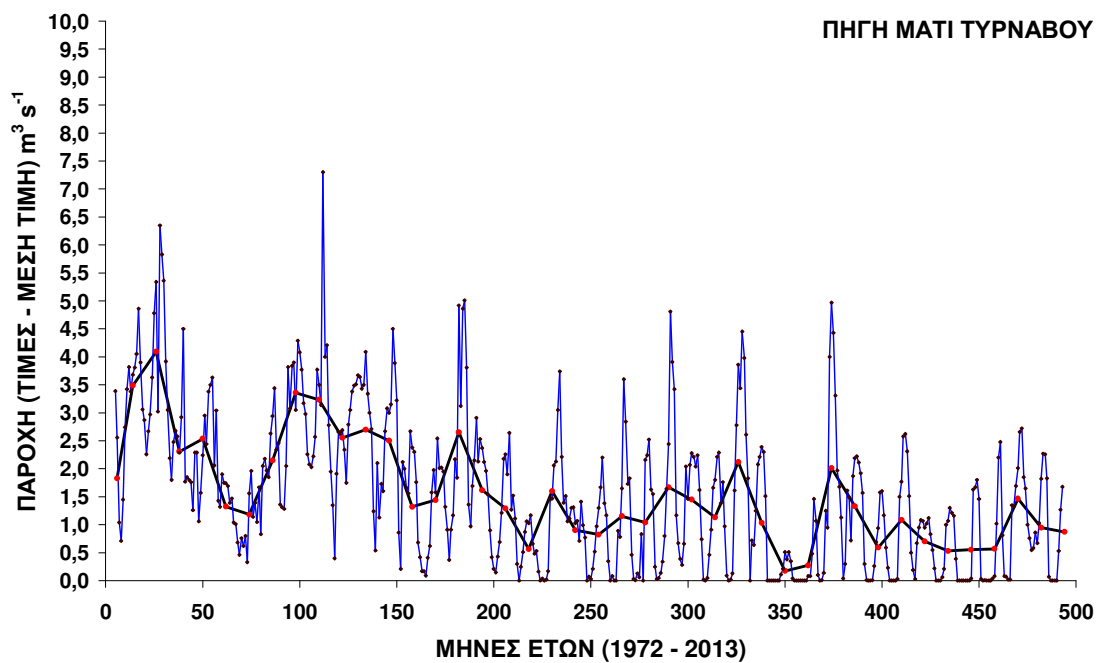
Διάγραμμα 5.2. Τιμές παροχής ποταμού Ενιππέα στη θέση Αμπελιά και μέση ετήσια τιμή



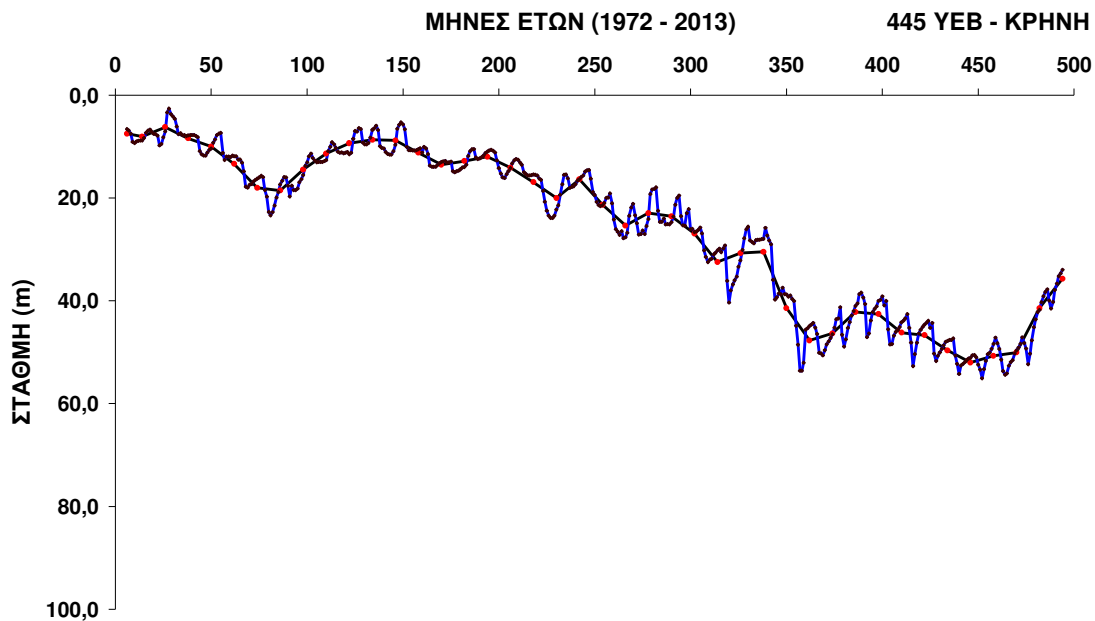
Διάγραμμα 5.3. Τιμές παροχής ποταμού Τιταρήσιου στη θέση Μεσοχώρι και μέση ετήσια τιμή



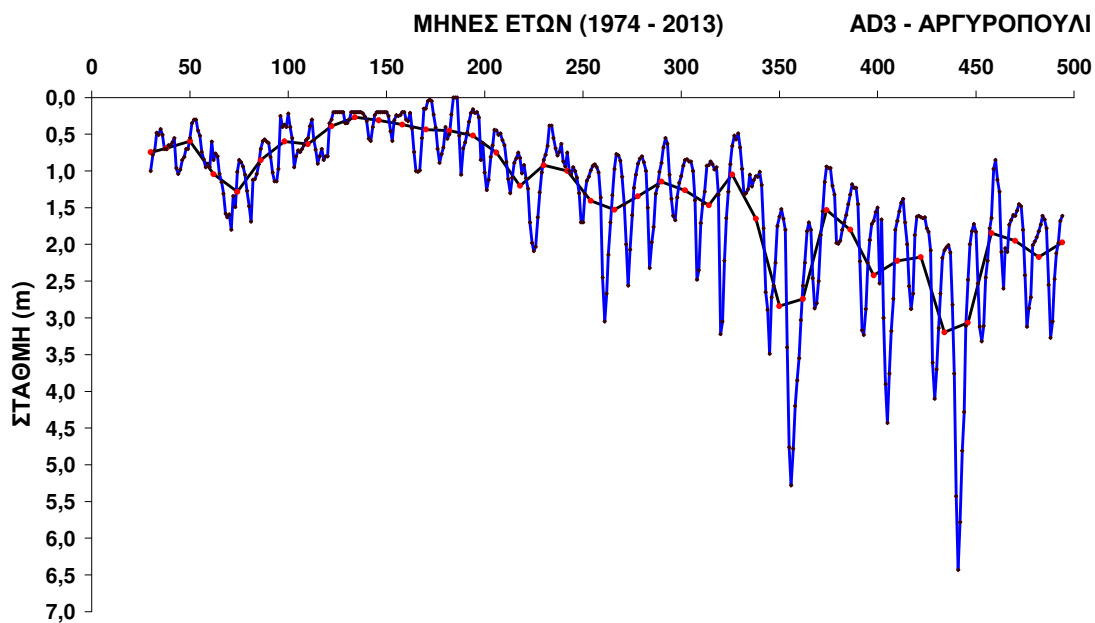
Διάγραμμα 5.4. Τιμές απορροής πηγής στη θέση Κεφαλόβρυσο και μέση ετήσια τιμή



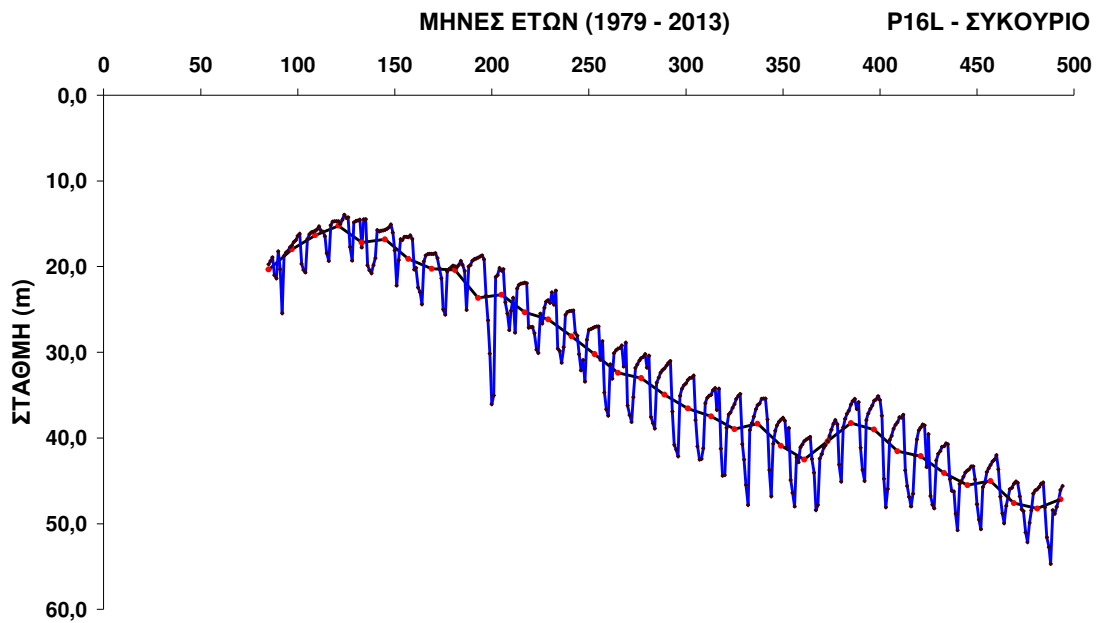
Διάγραμμα 5.5. Τιμές απορροής πηγής στη θέση Μάτι Τυρνάβου και μέση ετήσια τιμή



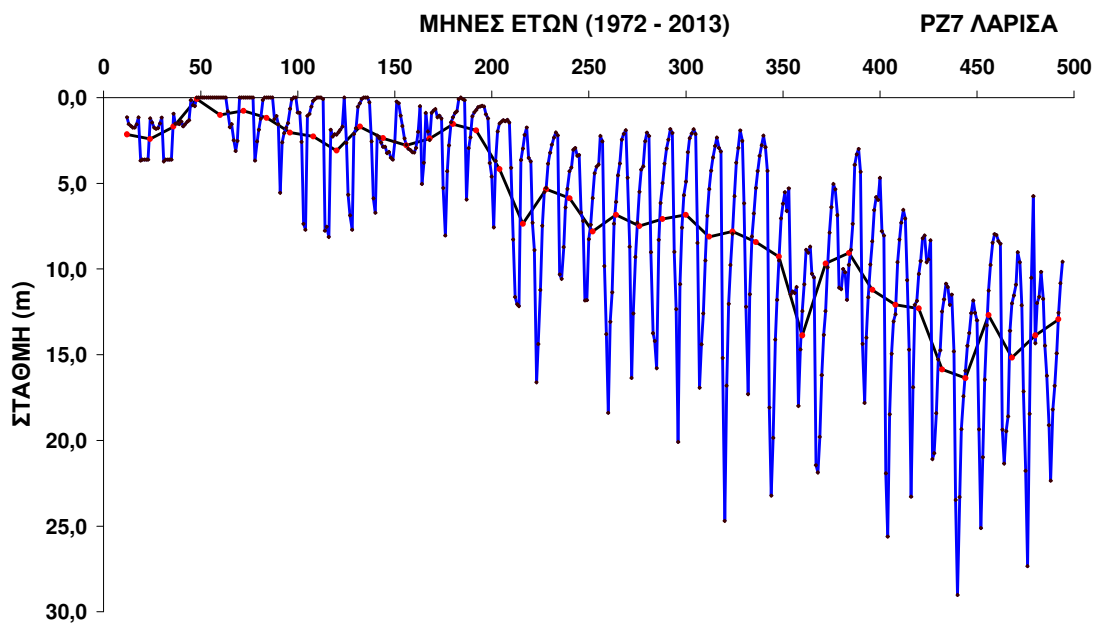
Διάγραμμα 5.6. Τιμές στάθμης γεώτρησης 445 ΥΕΒ στη περιοχή της Κρήνης και μέση ετήσια τιμή



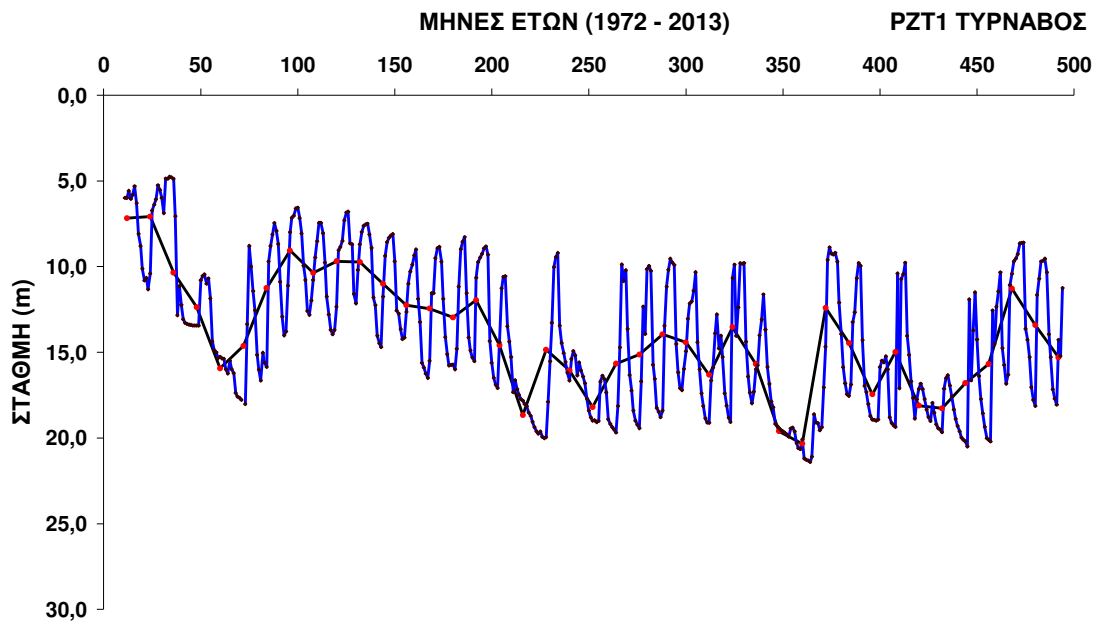
Διάγραμμα 5.7. Τιμές στάθμης γεώτρησης AD3 στη περιοχή του Αργυροπουλίου και μέση ετήσια τιμή



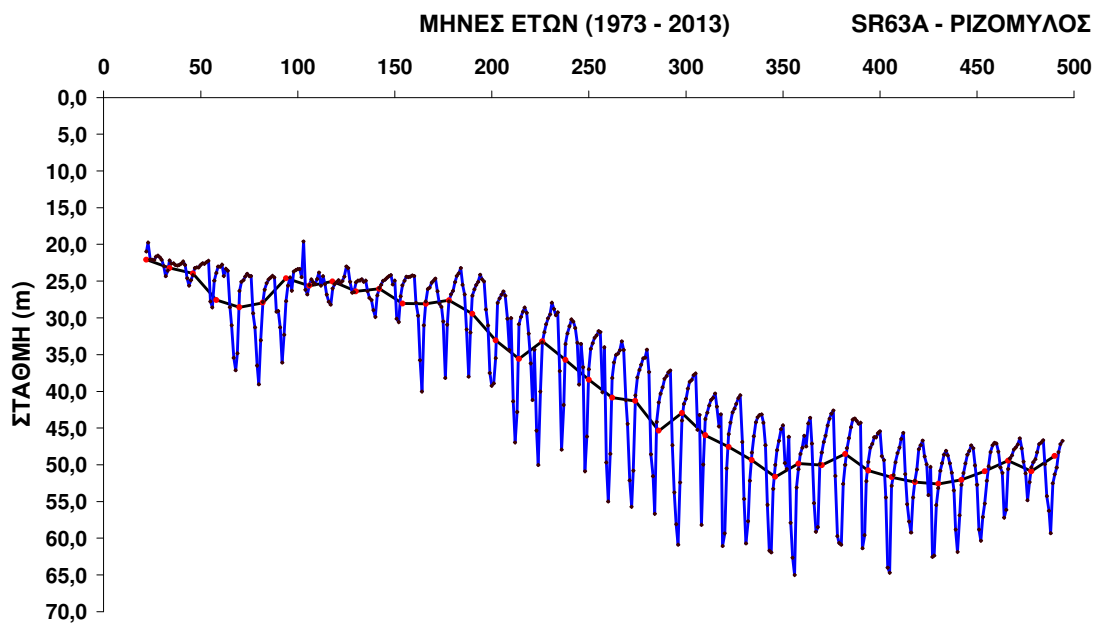
Διάγραμμα 5.8. Τιμές στάθμης γεώτρησης Π16Λ στη περιοχή του Συκουρίου και μέση ετήσια τιμή



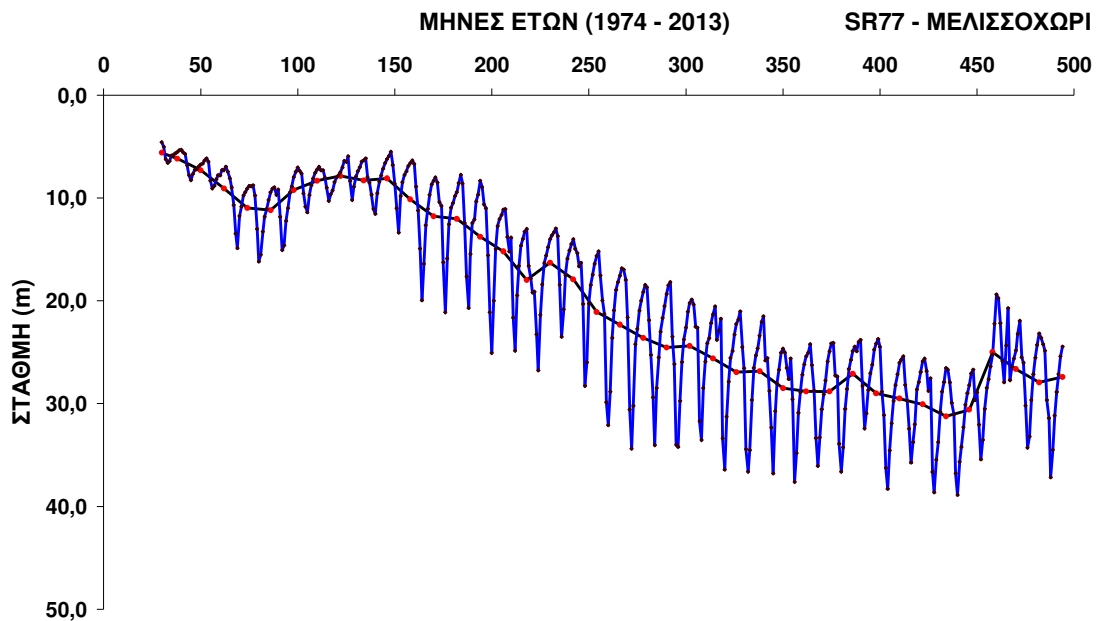
Διάγραμμα 5.9. Τιμές στάθμης γεώτρησης ΡΖ7 στη περιοχή της Λάρισας και μέση ετήσια τιμή



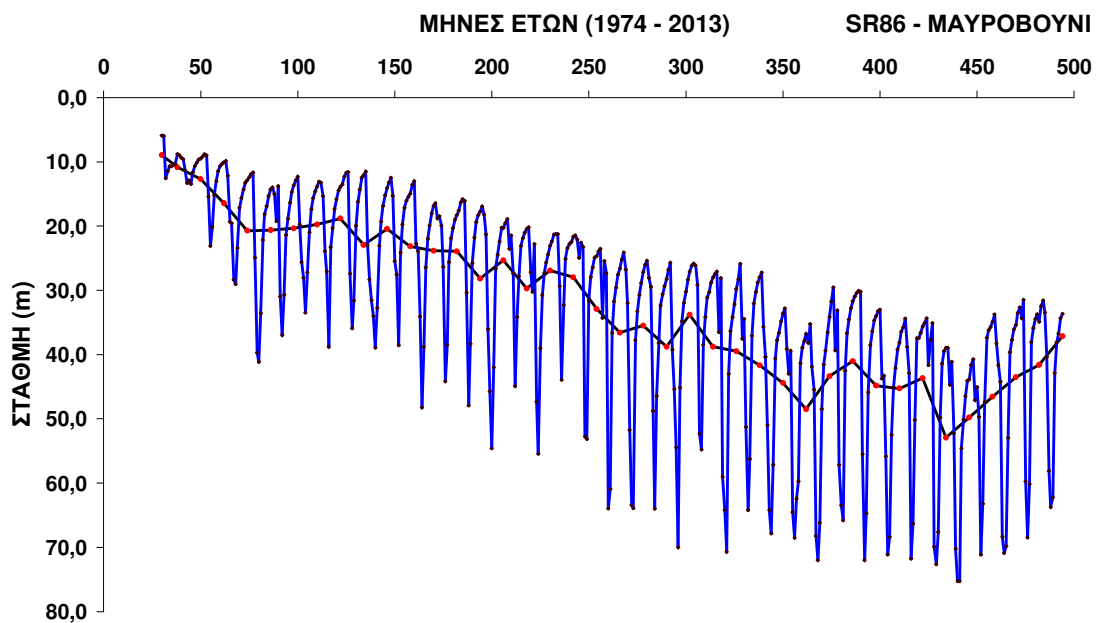
Διάγραμμα 5.10. Τιμές στάθμης γεώτρησης PZT1 στη περιοχή του Τυρνάβου και μέση ετήσια τιμή



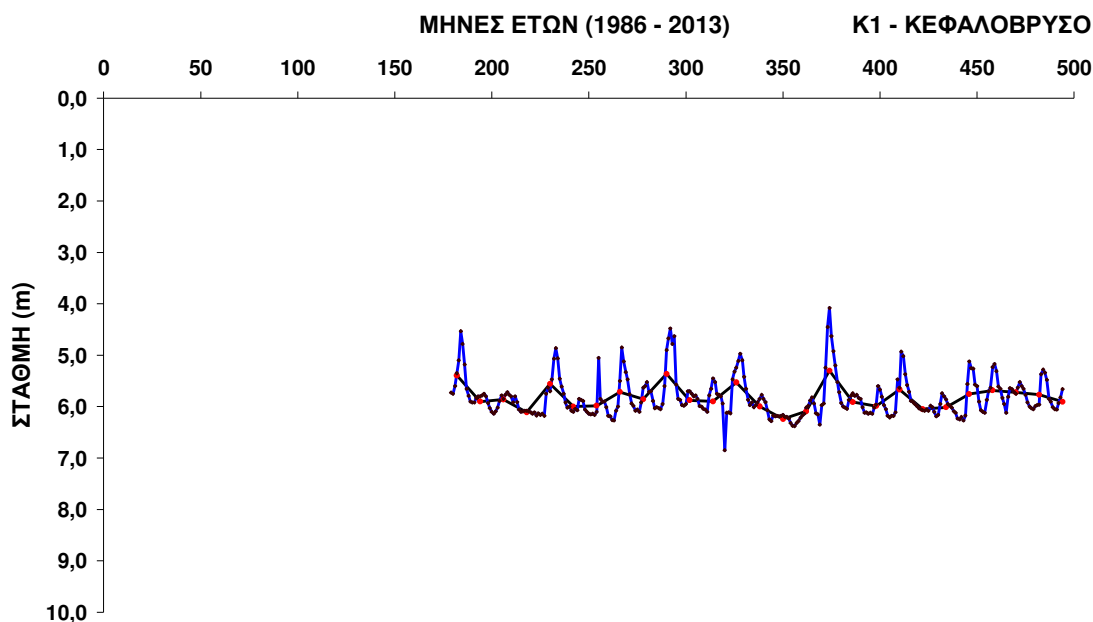
Διάγραμμα 5.11. Τιμές στάθμης γεώτρησης SR63A στη περιοχή του Ριζόμυλου και μέση ετήσια τιμή



Διάγραμμα 5.12. Τιμές στάθμης γεώτρησης SR77 στη περιοχή του Μελισσοχωρίου και μέση ετήσια τιμή



Διάγραμμα 5.13. Τιμές στάθμης γεώτρησης SR86 στη περιοχή του Μαυροβουνίου και μέση ετήσια τιμή



Διάγραμμα 5.14. Τιμές στάθμης γεώτρησης K1 στη περιοχή του Κεφαλόβρυσου και μέση ετήσια τιμή

Τα στατιστικά μεγέθη για το σύνολο των σημείων μέτρησης των παροχών ποταμών, απορροών πηγών και στάθμης των γεωτρήσεων, παρουσιάζονται στο παράρτημα που ακολουθεί.

Σημειώνεται ότι δεν υφίσταται ουσιαστικά μέση τιμή και τυπική απόκλιση των τιμών μέτρησης της στάθμης των γεωτρήσεων, αναφορικά με τη διερεύνηση των δεικτών ξηρασίας, παρά μόνο μέγιστη και ελάχιστη τιμή, λόγω της συνεχούς υποβάθμισης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα από την άντληση και υπεράντληση πολλές φορές των υπόγειων αποθεμάτων. Για το λόγο αυτό έχουν υπολογιστεί η απόλυτη ελάχιστη και η απόλυτα μέγιστη τιμή διακύμανσης της στάθμης των γεωτρήσεων.

5.4 Συμπεράσματα επεξεργασίας δεδομένων χρονοσειρών

Συμπερασματικά, και όσον αφορά την υδροφορία των ποταμών της περιοχής μελέτης, η μέγιστη τιμή παροχής παρατηρήθηκε τον Ιανουάριο του 1997 αγγίζοντας τα $1.367,50 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ στη θέση της γέφυρας των Γόννων στην έξοδο του Πηνειού προς τα Τέμπη. Αντίστοιχα, στη θέση Αγ. Παρασκευή επί των Τεμπών, η μέγιστη παροχή την ίδια περίοδο ήταν $1.254,20 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.

Αντίθετα και με εξαίρεση τη θέση Πηνειάδα επί του Πηνειού, στις υπόλοιπες ανάντη θέσεις οι μέγιστες τιμές παροχής παρατηρήθηκαν τον

Μάρτιο του 1987, αγγίζοντας τα $1.120,00 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ στη θέση Αλκαζάρ. Η διαφοροποίηση αυτή οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην έντονη χιονόπτωση του πρώτου τριμήνου του 1987 στη Θεσσαλία η οποία στη συνέχεια μετουσιώθηκε σε έντονη απορροή εντός των ποταμών.

Όπως φαίνεται από τα ιδιαίτερα υψηλά επίπεδα των τιμών παροχής, η λεκάνη του Πηνειού χαρακτηρίζεται από πολύ πλούσια υδροφορία, δυστυχώς όμως ο ποταμός δεν διατηρεί σημαντική ροή όλες τις εποχές του έτους, καθώς κατά τους καλοκαιρινούς μήνες έχουν παρατηρηθεί χαμηλές ως και μηδενικές τιμές παροχών, ειδικότερα προς τις Ανατολικές και Νοτιοανατολικές περιοχές.

Παράλληλα οι διακυμάνσεις της παροχής μεταξύ υγρών και ξηρών ετών είναι μεγάλες, όπως αποτυπώνεται στις υψηλές τιμές της τυπικής απόκλισης προς τη μέση τιμή. Το γεγονός αυτό όμως αποτελεί πλεονέκτημα στη βάση διερεύνησης των ιστορικών ξηρασιών και στη δυνατότητα πρόγνωσης της πιθανότητας εμφάνισης ξηρασίας στη περιοχή μελέτης, καθώς το δείγμα μετρήσεων μπορεί να θεωρηθεί πλήρως αντιπροσωπευτικό του γενικού υδρολογικού καθεστώτος του Ν. Λάρισας και ιδιαίτερα των ημιάνυδρων περιοχών, που είναι και οι πλέον ευάλωτες στις επιπτώσεις των ξηρασιών (Ανατολική και Νοτιοανατολική Θεσσαλία).

Αναφορικά με τους άλλους δύο ποταμούς της περιοχής μελέτης, αξίζει να σημειωθεί ότι, η μέγιστη παροχή στον Ενιππέα, σύμφωνα με τα δεδομένα των μετρήσεων, δεν ξεπερνά κατά πολύ τα $50 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ και αντίστοιχα στον ποταμό-χειμάρρο Τιταρήσιο τα $45 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, με έντονη την παρουσία μηδενικής παροχής κατά τους καλοκαιρινούς μήνες και στους δυο ποταμούς.

Όσον αφορά τα υδρομετρικά δεδομένα των 6 πηγών, αυτά δεν επαρκούν για τη διερεύνηση της μακροχρόνιας δίαιτας της υπόγειας απορροής.

Οι σημαντικότερες, από πλευράς υδατικού δυναμικού, πηγές είναι αυτές του Κεφαλόβρυσου και του Μάτι Τυρνάβου, εξαιτίας του καρστικού υποβάθρου των περιοχών. Έχουν παρατηρηθεί μέγιστες τιμές απορροής της τάξης των $7,30$ και $5,64 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, αντίστοιχα, ενώ στη περίπτωση του Κεφαλόβρυσου ουδέποτε στο παρελθόν παρατηρήθηκε μηδενική απορροή (συνεχής ροή).

Αντίστοιχα στις υπόλοιπες θέσεις μέτρησης της απορροής των πηγών παρατηρήθηκαν τιμές από $0,00$ έως και $1,56 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (σχετικά μέτρια υδροφορία), με σημαντικότερες της Αγ. Άννας και των Αμουρίου Α' και Β'.

Εν κατακλείδι, όσον αφορά τα υδρομετρικά δεδομένα των 46 γεωτρήσεων, θεωρητικά επαρκούν για τη διερεύνηση της μακροχρόνιας δίαιτας της υπόγειας απορροής, σε σχέση με τη διερεύνηση της πιθανότητας εμφάνισης ξηρασίας, χρησιμοποιώντας αντίστοιχη μεθοδολογία με τους δείκτες SPI και SRI.

Όπως παρουσιάζεται στους πίνακες 5.3. έως και 5.11., που ακολουθούν, οι γεωτρήσεις κατανεμήθηκαν σε συνολικά εννέα (9) ομάδες, ανάλογα με τη γεωγραφική τους θέση, αλλά και τη κατηγορία υδροφορίας στην οποία ανήκουν.

Πίνακας 5.3. Γεωτρήσεις της ομάδας 1

ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	x	y	ΕΥΡΟΣ ΕΤΩΝ
K1	ΚΕΦΑΛΟΒΡΥΣΟ	334999	4418256	1986 - 2013
Γ1Β	ΚΕΦΑΛΟΒΡΥΣΟ	374030	4367695	1983 - 2013

Πίνακας 5.4. Γεωτρήσεις της ομάδας 2

ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	x	y	ΕΥΡΟΣ ΕΤΩΝ
SR39	ΔΕΛΕΡΙΑ	354355	4402471	1973 - 2013
AD3	ΑΡΓΥΡΟΠΟΥΛΙ	353898	4407529	1974 - 2013
SR118	ΛΥΓΑΡΙΑ	352159	4407953	1985 - 2013
SR110	ΛΥΓΑΡΙΑ	351667	4409865	1985 - 2013
SR111	ΛΥΓΑΡΙΑ	353487	4403882	1985 - 2013
SR119	ΛΥΓΑΡΙΑ	352823	4406763	1985 - 2013

Πίνακας 5.5. Γεωτρήσεις της ομάδας 3

ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	x	y	ΕΥΡΟΣ ΕΤΩΝ
PZT1	ΤΥΡΝΑΒΟΣ	352728	4397684	1972 - 2013
Π14Λ	ΔΑΜΑΣΙ	346076	4391917	1978 - 2013
PZT3A	ΤΥΡΝΑΒΟΣ	350990	4397812	1980 - 2013
LB273	ΑΜΠΕΛΩΝΑΣ	361309	4401493	1984 - 2013
AD2	ΑΜΠΕΛΩΝΑΣ	358867	4402759	1984 - 2013
ΠΒ	ΑΜΠΕΛΩΝΑΣ	359903	4395217	1990 - 2013

Πίνακας 5.6. Γεωτρήσεις της ομάδας 4

ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	x	y	ΕΥΡΟΣ ΕΤΩΝ
PZ7	ΠΛΑΣΙΑ - ΛΑΡΙΣΑ	384694	4390260	1972 - 2013
LB99	ΔΕΝΤΡΑ	359364	4392010	1979 - 2013
AD6	ΔΑΣΟΧΩΡΙ	363879	4394498	1978 - 2013
ΠΑ	ΓΙΑΝΝΟΥΛΗ	363764	4391458	1990 - 2013
AG10	ΠΛΑΤΑΝΟΥΛΙΑ	353026	4392066	1995 - 2013

Πίνακας 5.7. Γεωτρήσεις της ομάδας 5

ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	x	y	ΕΥΡΟΣ ΕΤΩΝ
SR86	ΜΑΥΡΟΒΟΥΝΙ	351578	4377065	1974 - 2013
SR6	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ	351203	4349361	1972 - 2013
LB185	ΚΑΣΤΡΟ - ΛΑΡΙΣΑ	347978	4382494	1979 - 2013
LB172	ΚΡΑΝΝΩΝΑΣ	354292	4375507	1998 - 2013
Γ3 ΚΟΙΛΑΔΑ	ΚΟΙΛΑΔΑ	354316	4379416	1998 - 2013

Πίνακας 5.8. Γεωτρήσεις της ομάδας 6

ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	x	y	ΕΥΡΟΣ ΕΤΩΝ
445ΥΕΒ	ΚΡΗΝΗ	357208	4359924	1972 - 2013
SR4	ΒΑΜΒΑΚΟΥ	363041	4354593	1972 - 2013
LB70	ΣΤΑΥΡΟΣ	349577	4352149	1978 - 2013
PZ11	ΣΤΑΥΡΟΣ	350291	4355072	1980 - 2013
PZ46	ΧΤΟΥΡΙ	352277	4359138	1980 - 2013
LB119	ΦΑΡΣΑΛΑ	361056	4351573	1980 - 2013
540 Β	ΒΡΥΣΙΑ	355376	4347143	1995 - 2013

Πίνακας 5.9. Γεωτρήσεις της ομάδας 7

ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	x	y	ΕΥΡΟΣ ΕΤΩΝ
Π6Λ	ΕΛΕΥΘΕΡΙΟ	381169	4393190	1974 - 2013
SR77	ΜΕΛΙΣΣΟΧΩΡΙ	369769	4386719	1974 - 2013
SR30	ΧΑΛΚΗ	374865	4380188	1972 - 2013
SR31	ΜΕΛΙΣΣΑ	383277	4377773	1973 - 2013
SR72	ΟΜΟΡΦΟΧΩΡΙ	371561	4389959	1974 - 2013
SR35	ΕΛΕΥΘΕΡΙΟ	374456	4390926	1972 - 2013
PZ67	ΜΕΛΙΣΣΑ	383700	4379572	1980 - 2013

Πίνακας 5.10. Γεωτρήσεις της ομάδας 8

ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	x	y	ΕΥΡΟΣ ΕΤΩΝ
Π16Λ	ΣΥΚΟΥΡΙΟ	375648	4399581	1979 - 2013
Γ1	ΠΑΡΑΠΟΤΑΜΟΣ	371666	4408735	1994 - 2013
Γ3	ΜΑΚΡΥΧΩΡΙ	372817	4404857	1994 - 2013

Πίνακας 5.11. Γεωτρήσεις της ομάδας 9

ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	x	y	ΕΥΡΟΣ ΕΤΩΝ
SR63B	ΡΙΖΟΜΥΛΟΣ	394463	4363191	1973 - 2013
SR63A	ΡΙΖΟΜΥΛΟΣ	394458	4363194	1973 - 2013
PZ64	ΚΑΝΑΛΙΑ	399925	4374315	1980 - 2013
PZ65	ΚΑΝΑΛΙΑ	402722	4372183	1980 - 2013
SR63	ΡΙΖΟΜΥΛΟΣ	394468	4363183	2004 - 2013

Συμπερασματικά, την μεγαλύτερη αντοχή σε περιόδους έλλειψης υδατικών εισροών αλλά και υπερβολικών αντλήσεων διαθέτει η ομάδα 2 (Δελέρια – Αργυροπούλι – Λυγαριά) με διακύμανση της πτώσης στάθμης από 2,46 – 12,30 m και γενικό μέσο όρο 4,46 m.

Ακολουθεί η ομάδα 3 (Τύρναβος – Δαμάσι – Αμπελώνας) με διακύμανση από 5,51 έως και 13,50 m και γενικό μέσο όρο πτώσης στάθμης 9,65 m.

Στη Τρίτη θέση βρίσκεται η ομάδα 4 (Λάρισα – Πλατανούλια – Δέντρα – Γιάννουλη – Δασοχώρι) με διακύμανση στάθμης από 3,16 έως και 16,29 m και γενικό μέσο όρο 11,04 m.

Ακολουθεί η ομάδα 8 (Παραπόταμος – Μακρυχώρι – Συκούριο) με διακύμανση από 2,17 έως και 33,01 m και γενικό μέσο όρο 16,21 m.

Στη πέμπτη θέση βρίσκεται η ομάδα 9 (Κανάλια – Ριζόμυλος) με διακύμανση στάθμης από 0,88 έως και 30,52 m και γενικό μέσο όρο 16,36 m.

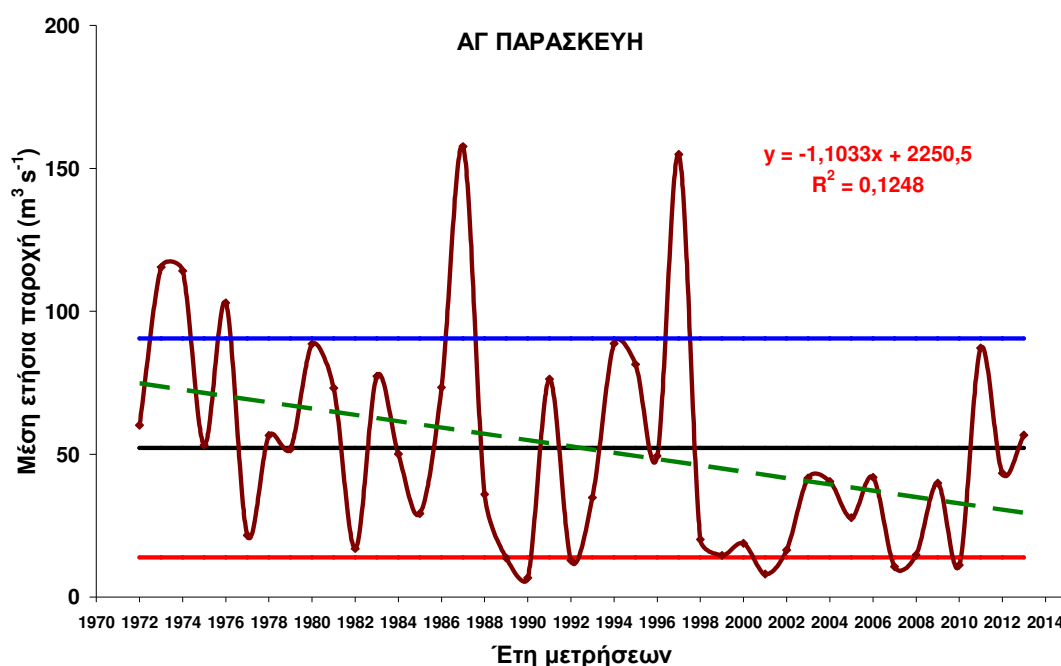
Στις πλέον επιβαρυμένες περιπτώσεις περιοχών ανήκουν η ομάδα 5 (Κάστρο – Κοιλιάδα – Μαυροβούνι – Κραννώνας – Αγ. Γεώργιος), η ομάδα 7 (Ομορφοχώρι – Μελισσοχώρι – Χάλκη – Ελευθέριο – Μέλισσα) και η ομάδα 6 (Κρήνη – Βαμβακού – Φάρσαλα – Βρυσιά – Χτούρι – Σταυρός) με γενικούς μέσους όρους πτώσης στάθμης 23,38 m, 26,28 m και 32,15 m, αντίστοιχα, λόγω της εντατικής γεωργίας των εν λόγω περιοχών και της συνεπακόλουθης υπεράντλησης.

Για την ομάδα 1 (Κεφαλόβρυσο) δεν μπορούν να βγουν ασφαλή συμπεράσματα, καθώς διαθέτουν την πλέον ανθεκτική γεώτρηση (Κ1) αλλά και την μοναδική από τις 46 που έχει πλέον εγκαταλειφθεί (Γ1Β), λόγω αδυναμίας άντλησης (βουλώματος), αν και η περιοχή γενικώς βρίσκεται σε καθεστώς υψηλής σχετικά υδροφορίας.

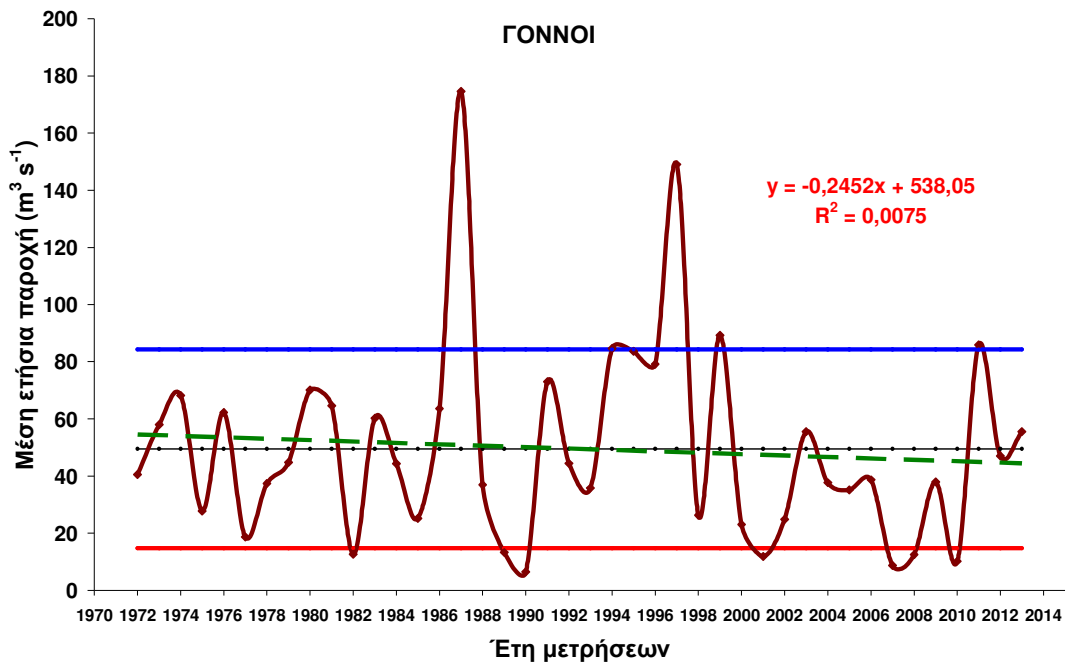
5.5 Τάσεις υδροφορίας - παροχές ποταμών

Στο γενικότερο πλαίσιο αξιολόγησης της περιοχής μελέτης, υπολογίστηκαν οι τάσεις υδροφορίας, των ποταμών, των πηγών και των γεωτρήσεων, με γνώμονα τις μέσες ετήσιες τιμές του συνόλου των δεδομένων.

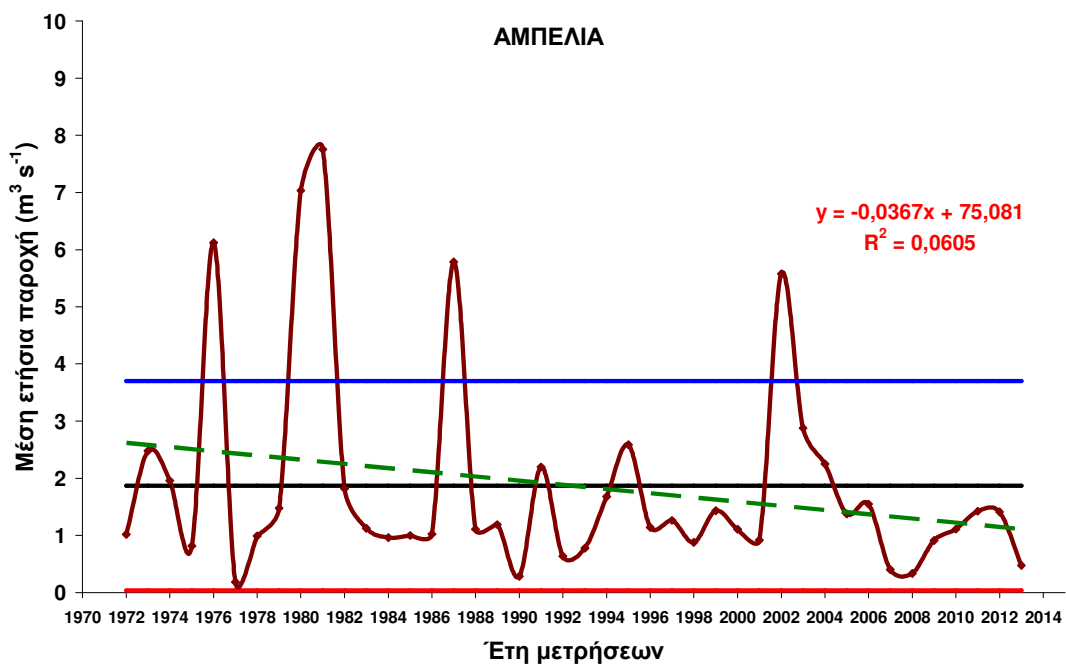
Στα διαγράμματα 5.15. έως και 5.19., που ακολουθούν, απεικονίζονται οι τάσεις υδροφορίας της περιοχής μελέτης (παροχές ποταμών), καθώς και το εύρος μίας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή της συγκεκριμένης χρονοσειράς.



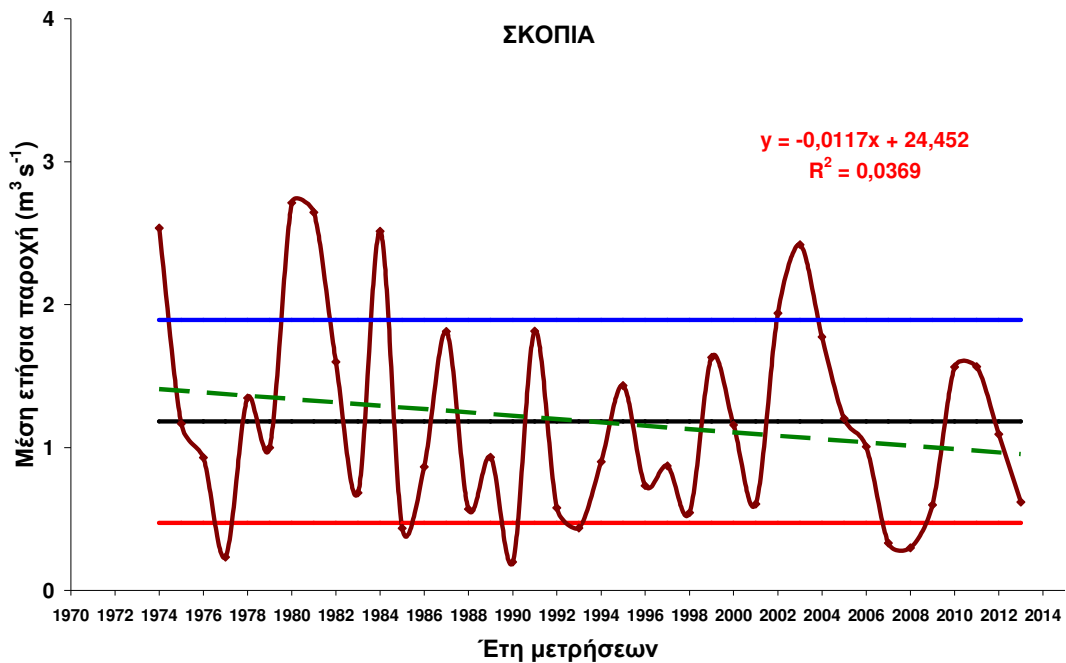
Διάγραμμα 5.15. Τάση υδροφορίας ως χρονοσειρά ετήσιου ύψους απορροής Πηνειού (Αγ. Παρασκευή) και εύρος μίας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή



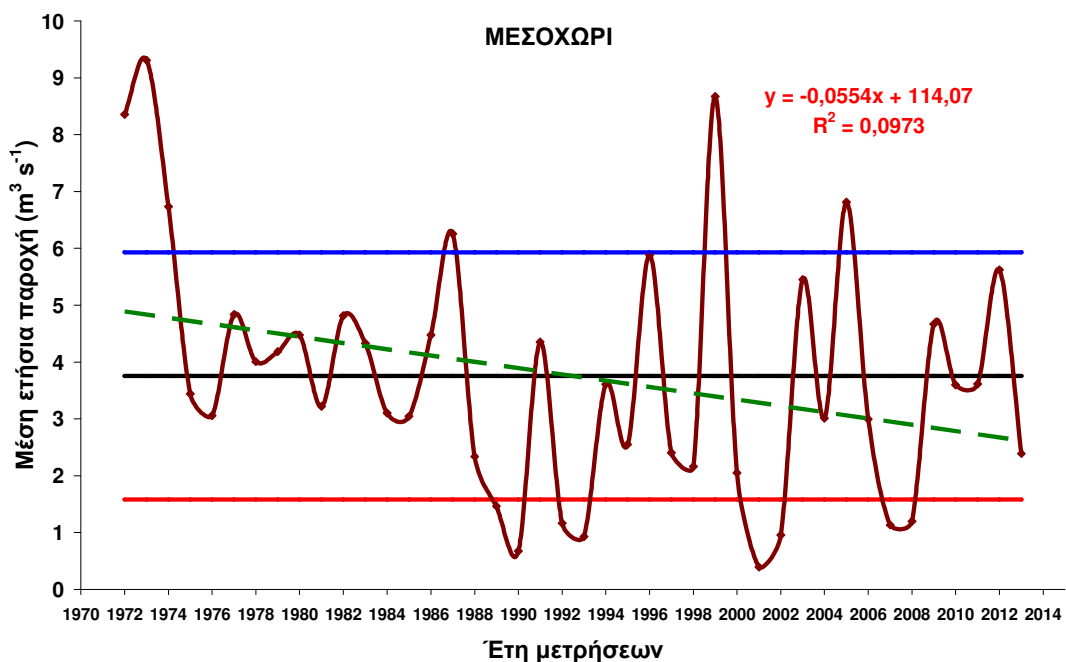
Διάγραμμα 5.16. Τάση υδροφορίας ως χρονοσειρά ετήσιου ύψους απορροής Πηνειού (Γόννοι) και εύρος μίας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή



Διάγραμμα 5.17. Τάση υδροφορίας ως χρονοσειρά ετήσιου ύψους απορροής Ενιπέα (Αμπελιά) και εύρος μίας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή



Διάγραμμα 5.18. Τάση υδροφορίας ως χρονοσειρά ετήσιου ύψους απορροής Ενιπέα (Σκοπιά) και εύρος μίας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή

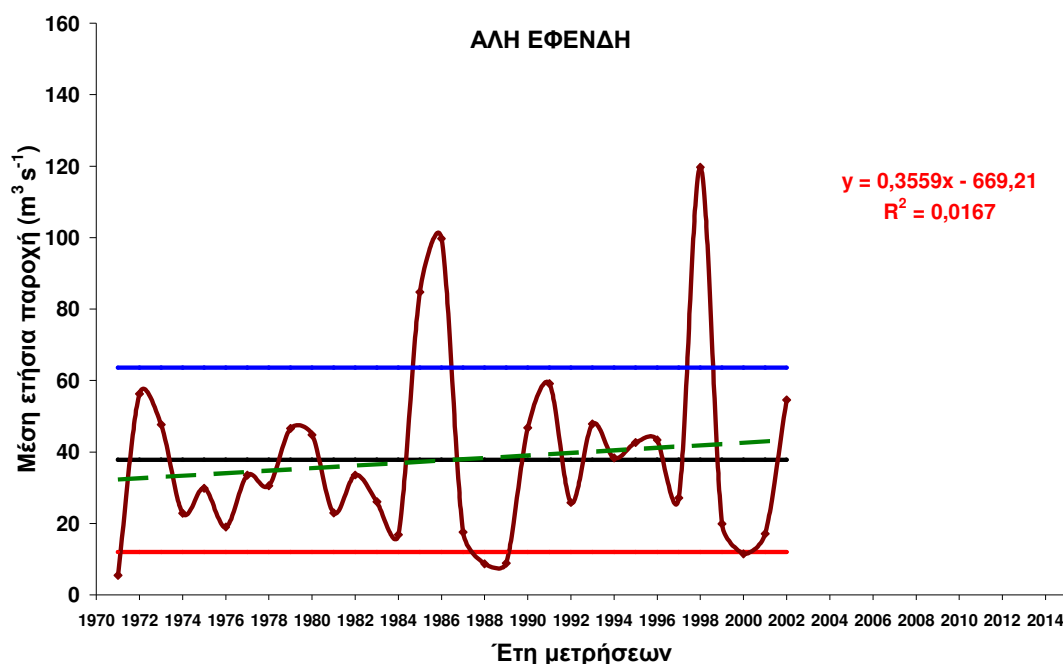


Διάγραμμα 5.19. Τάση υδροφορίας ως χρονοσειρά ετήσιου ύψους απορροής Τιταρήσιου (Μεσοχώρι) και εύρος μίας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή

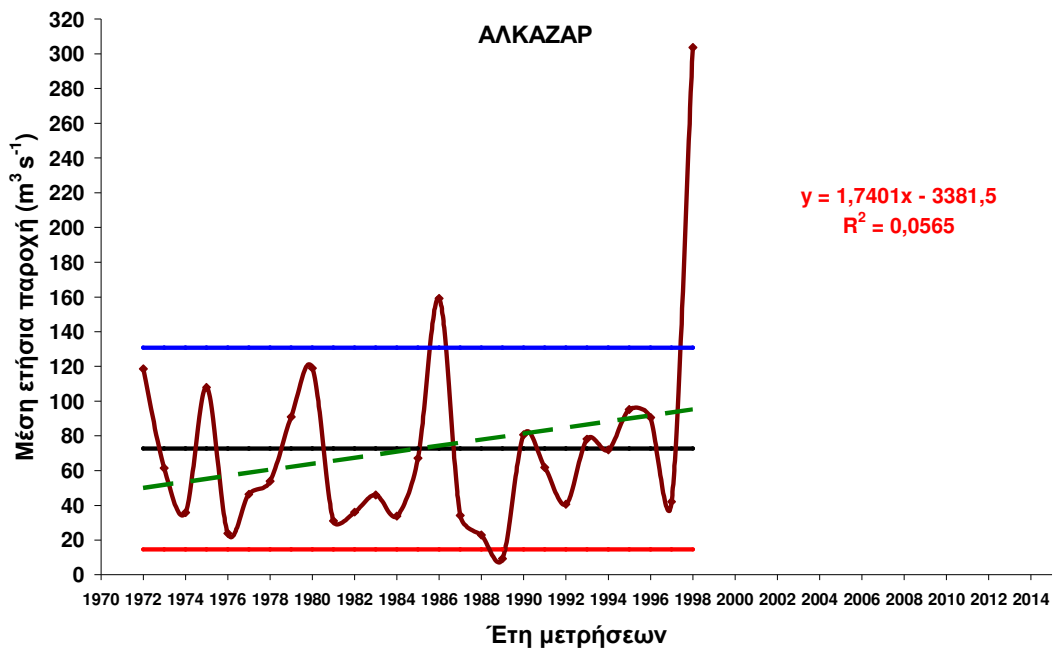
Λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω χρονοσειρές, οι οποίες καλύπτουν ολόκληρο το φάσμα των ετών μέτρησης, παρουσιάζεται μία πτωτική τάση στην υδροφορία της περιοχής μελέτης. Παράλληλα, θα μπορούσε κανείς εύκολα να υποστηρίξει ότι, τα έτη με τη δυσμενέστερη παροχέτευση, όσον αφορά τον Πηνειό ποταμό, ήταν τα 1977, 1990, 2001, 2007 και 2010, ενώ με την καλύτερη τα 1973, 1987, 1997 και 2011.

Επίσης, μία πολύ σημαντική παρατήρηση, είναι το γεγονός ότι τόσο στη μέγιστη όσο και στην ελάχιστη υδροφορία του Πηνειού ποταμού σπουδαιότερο ρόλο εμφανίζει η παροχέτευση του Τιταρήσιου παρά του Ενιππέα ποταμού. Οι πιθανότεροι λόγοι εμφάνισης του παραπάνω φαινομένου είναι, η ύπαρξη των σημαντικότερων έργων αποστράγγισης στη Θεσσαλία, τα οποία κατά κόρον χρησιμοποιούνται και ως αρδευτικά, πριν την εκβολή του Ενιππέα στο Πηνειό ποταμό, καθώς η περιοχή θεωρείται, και όχι άδικα, πλημμυρικό πεδίο, και η φυσιολογία του Τιταρήσιου που εν γένει λειτουργεί ως χείμαρρος.

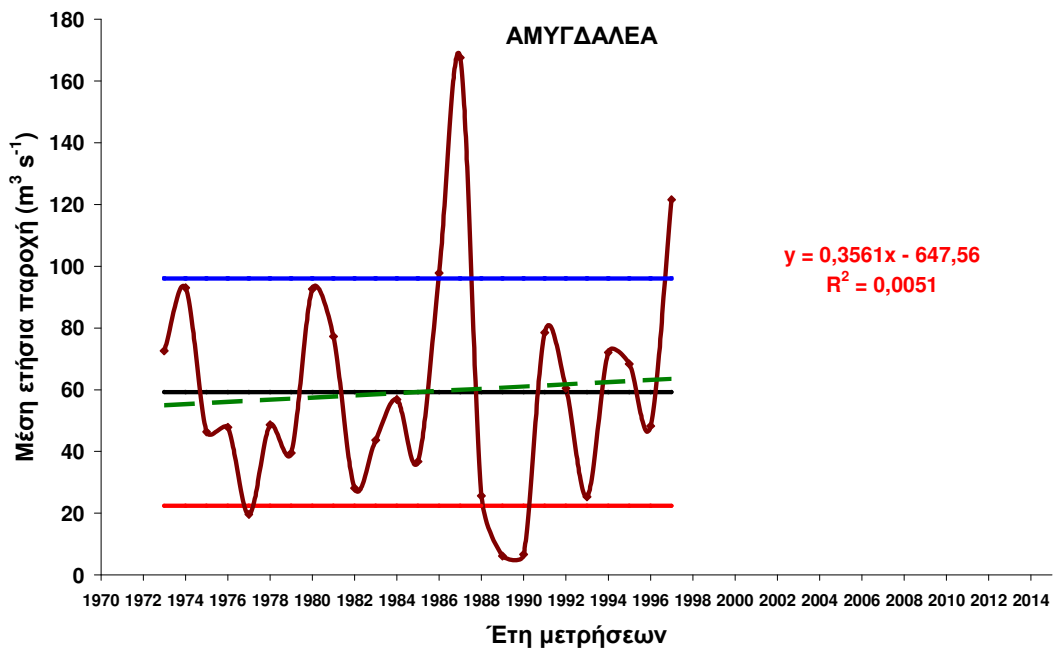
Το ερώτημα που γεννάται τώρα είναι, αν υπάρχει κάποια περίοδος ή κάποιο συγκεκριμένο έτος που επηρέασε τόσο σημαντικά την υδροφορία του Πηνειού; Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία υδροφορίας των υπολοίπων θέσεων επί του Πηνειού ποταμού, τα οποία δεν καλύπτουν ολόκληρο το φάσμα των ετών μέτρησης.



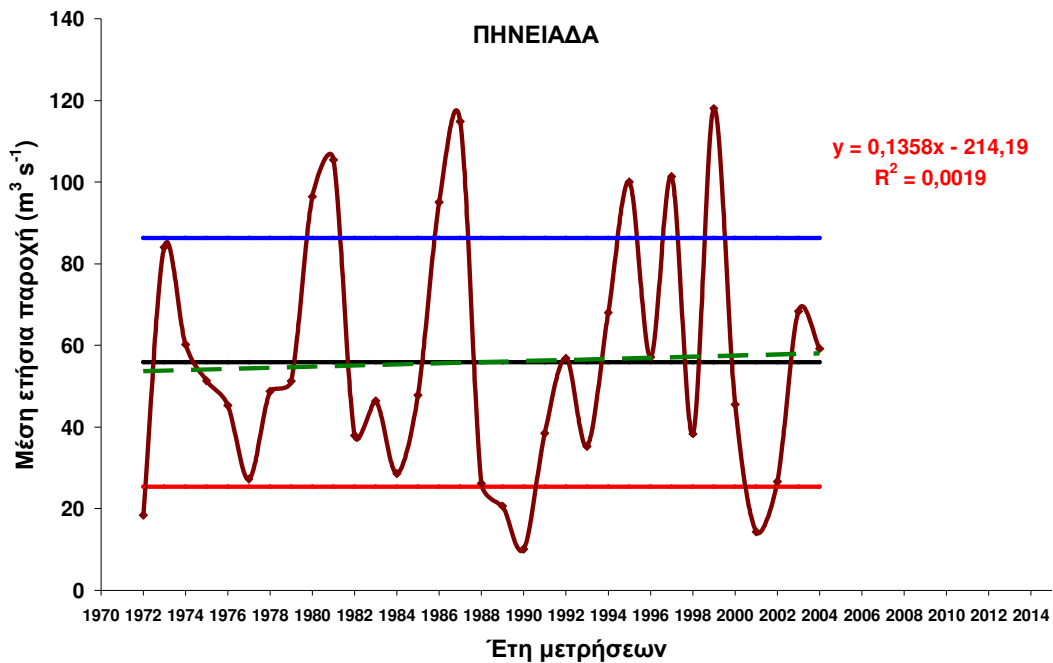
Διάγραμμα 5.20. Τάση υδροφορίας ως χρονοσειρά ετήσιου ύψους απορροής Πηνειού (Αλή Εφένδη) και εύρος μίας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή



Διάγραμμα 5.21. Τάση υδροφορίας ως χρονοσειρά ετήσιου ύψους απορροής Πηνειού (Αλκαζάρ) και εύρος μίας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή



Διάγραμμα 5.22. Τάση υδροφορίας ως χρονοσειρά ετήσιου ύψους απορροής Πηνειού (Αμυγδαλέα) και εύρος μίας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή



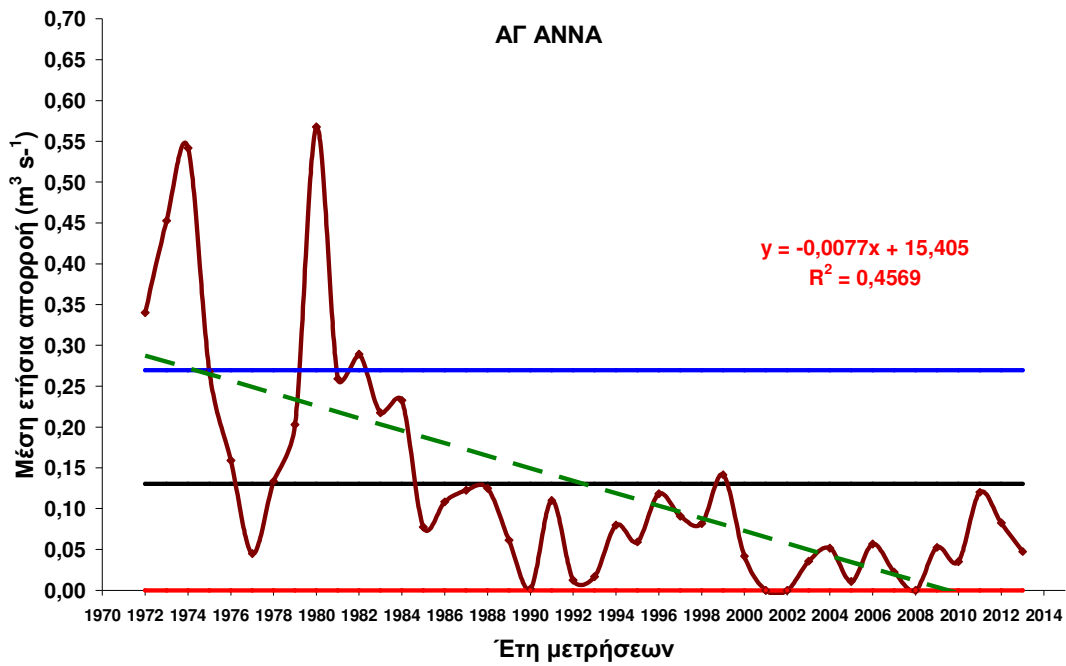
Διάγραμμα 5.23. Τάση υδροφορίας ως χρονοσειρά ετήσιου ύψους απορροής Πηνειού (Πηνειάδα) και εύρος μίας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή

Λαμβάνοντας υπόψη τα στοιχεία της μικρότερης χρονοσειράς (30 έτη), θα μπορούσε κάλλιστα ο οποιοσδήποτε να ισχυριστεί ότι η υδροφορία στη λεκάνη του Πηνειού είναι ισορροπημένη, ενώ παράλληλα παρουσιάζει και ελαφρώς αυξητική τάση.

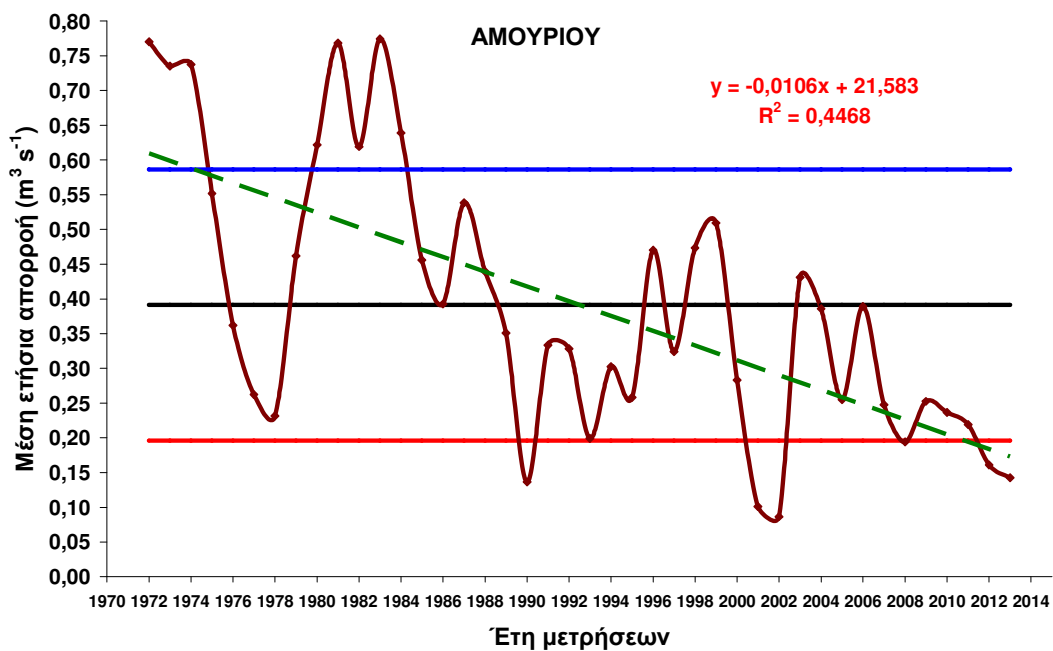
Καθώς δεν αποτελεί βασικό σκοπό αυτής της μελέτης η συγκεκριμένη αξιολόγηση, διαφαίνεται ότι σημαντικό ρόλο στη πτωτική τάση της υδροφορίας του Πηνειού ποταμού έπαιξαν οι μειωμένες εισροές των ετών μετά το 2000, ενώ στις δεκαετίες του 70' και 80' μέχρι και τα μέσα της δεκαετίας του 90' επικρατούσε γενικώς, με ελάχιστες εξαιρέσεις, ισορροπημένη εναλλαγή των καλών και κακών ετών από πλευράς υδροφορίας.

5.6 Τάσεις υδροφορίας - απορροές πηγών

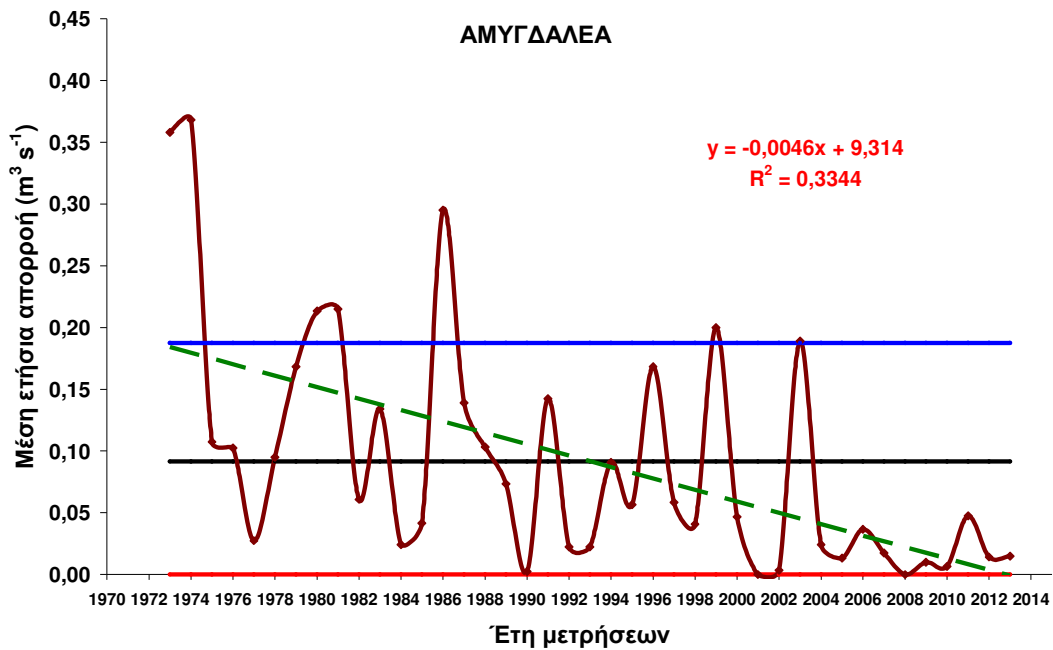
Στα διαγράμματα 5.24. έως και 5.28., που ακολουθούν, απεικονίζονται οι τάσεις υδροφορίας της περιοχής μελέτης (απορροές πηγών), καθώς και το εύρος μίας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή της συγκεκριμένης χρονοσειράς.



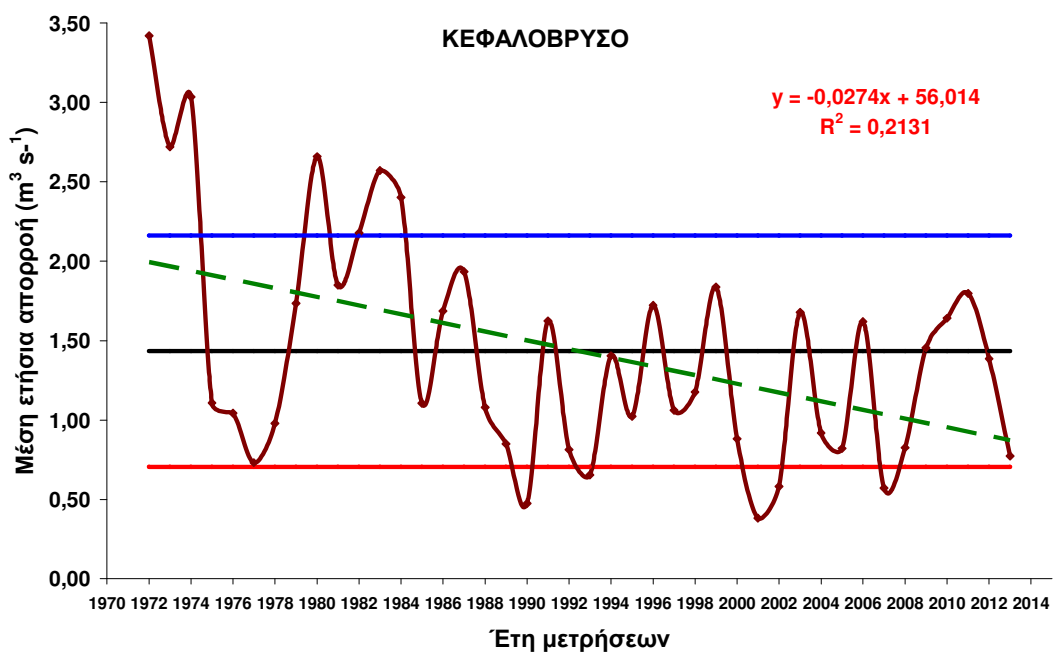
Διάγραμμα 5.24. Τάση υδροφορίας ως χρονοσειρά ετήσιου ύψους απορροής της πηγής Αγ. Άννα και εύρος μίας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή



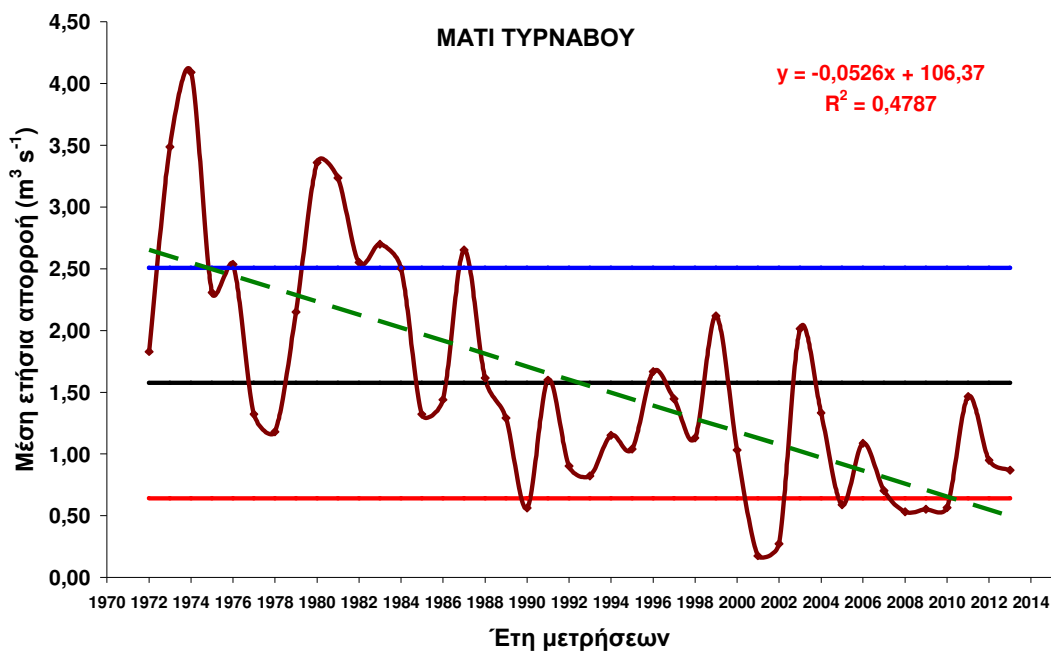
Διάγραμμα 5.25. Τάση υδροφορίας ως χρονοσειρά ετήσιου ύψους απορροής των πηγών Αμουρίου και εύρος μίας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή



Διάγραμμα 5.26. Τάση υδροφορίας ως χρονοσειρά ετήσιου ύψους απορροής της πηγής Αμυγδαλέας και εύρος μίας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή



Διάγραμμα 5.27. Τάση υδροφορίας ως χρονοσειρά ετήσιου ύψους απορροής της πηγής Κεφαλόβρυσου και εύρος μίας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή



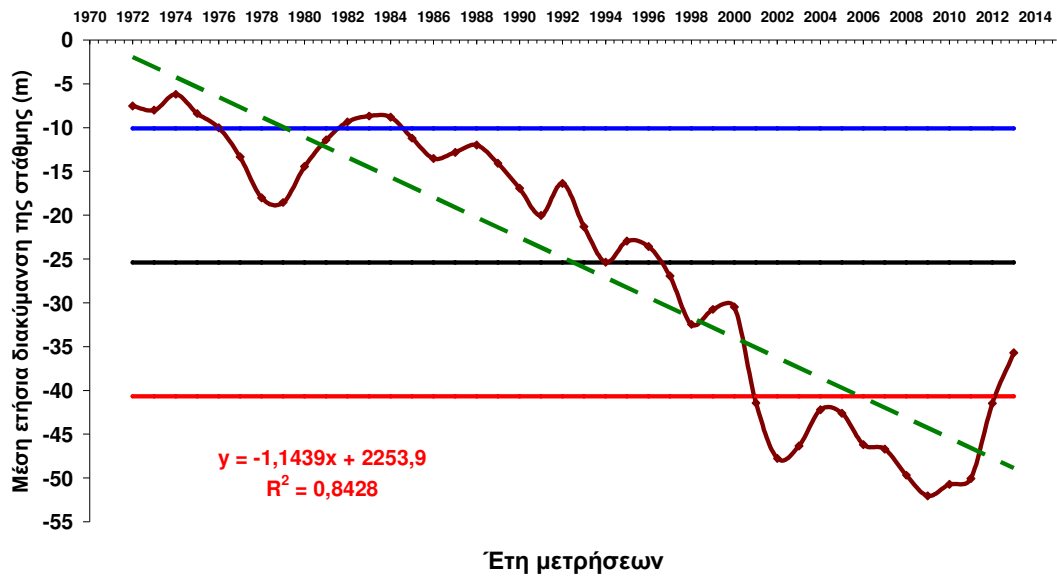
Διάγραμμα 5.28. Τάση υδροφορίας ως χρονοσειρά ετήσιου ύψους απορροής της πηγής Μάτι Τυρνάβου και εύρος μίας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή

Είναι, και στη περίπτωση της απορροής των πηγών της περιοχής μελέτης, εμφανής η τάση μείωσης της υδροφορίας, ειδικότερα από τα τέλη της δεκαετίας του 80', λόγω της εντατικοποίησης της γεωργίας με τη εγκατάσταση περισσότερο υδροβόρων καλλιεργειών, ακόμη και σε περιοχές που ουδέποτε είχαν αναπτυχθεί, που ως αποτέλεσμα είχαν την αύξηση των αντλήσεων, συνεπικουρούμενης της παντελούς έλλειψης συλλογικών έργων διαχείρισης των επιφανειακών υδάτινων αποθεμάτων της λεκάνης του Πηνειού.

5.7 Τάσεις υδροφορίας - διακύμανση της στάθμης των γεωτρήσεων

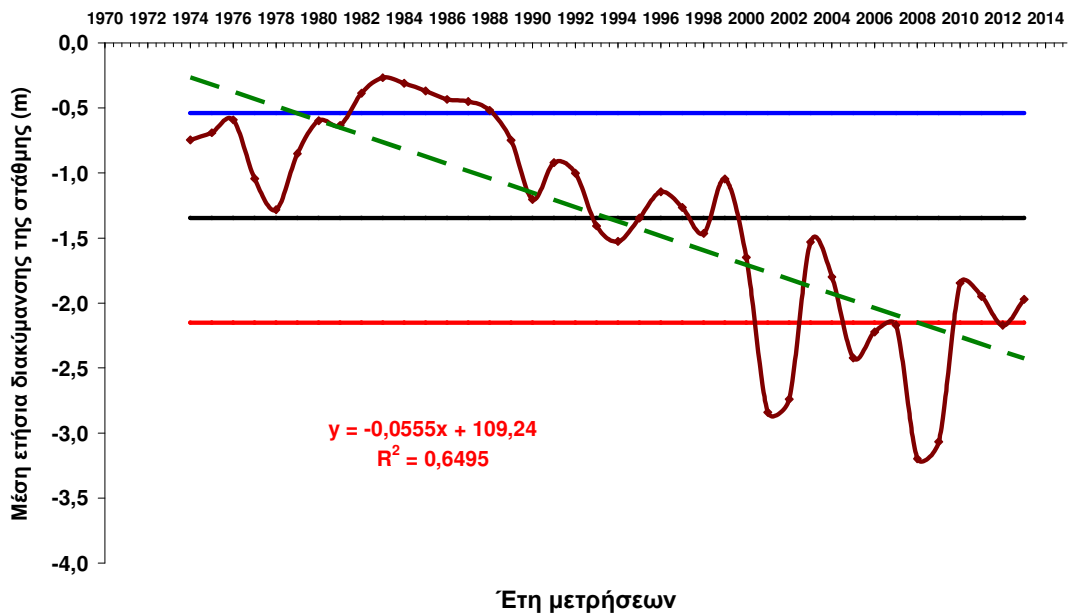
Στα διαγράμματα 5.29. έως και 5.36., που ακολουθούν, απεικονίζονται, ενδεικτικά, οι τάσεις της υπόγειας υδροφορίας της περιοχής μελέτης, καθώς και το εύρος μίας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή της συγκεκριμένης χρονοσειράς ετήσιας διακύμανσης της στάθμης των γεωτρήσεων.

445 YEB



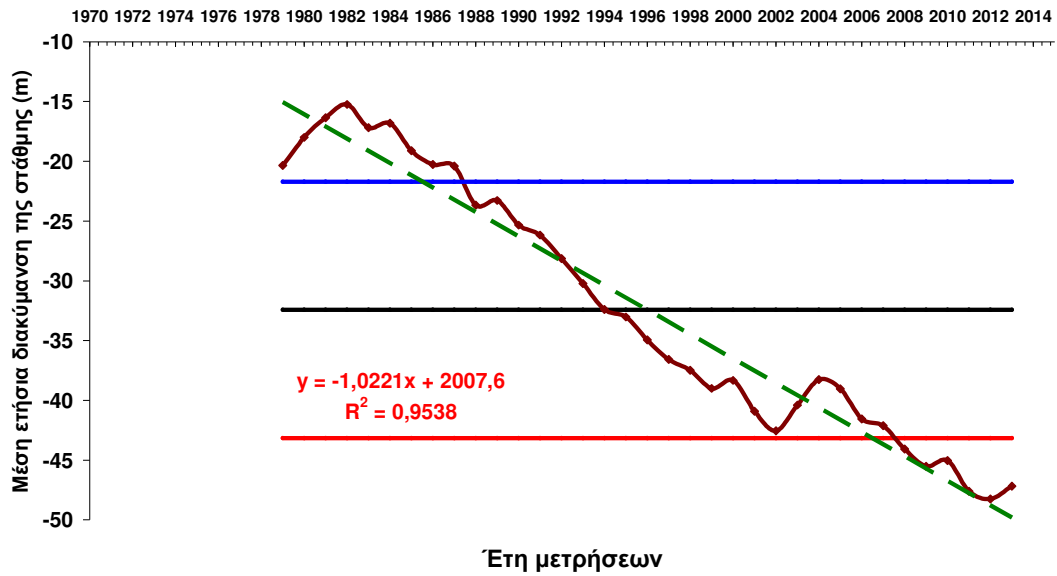
Διάγραμμα 5.29. Τάση υπόγειας υδροφορίας ως χρονοσειρά ετήσιας διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης 445 YEB και εύρος μίας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή

AD3



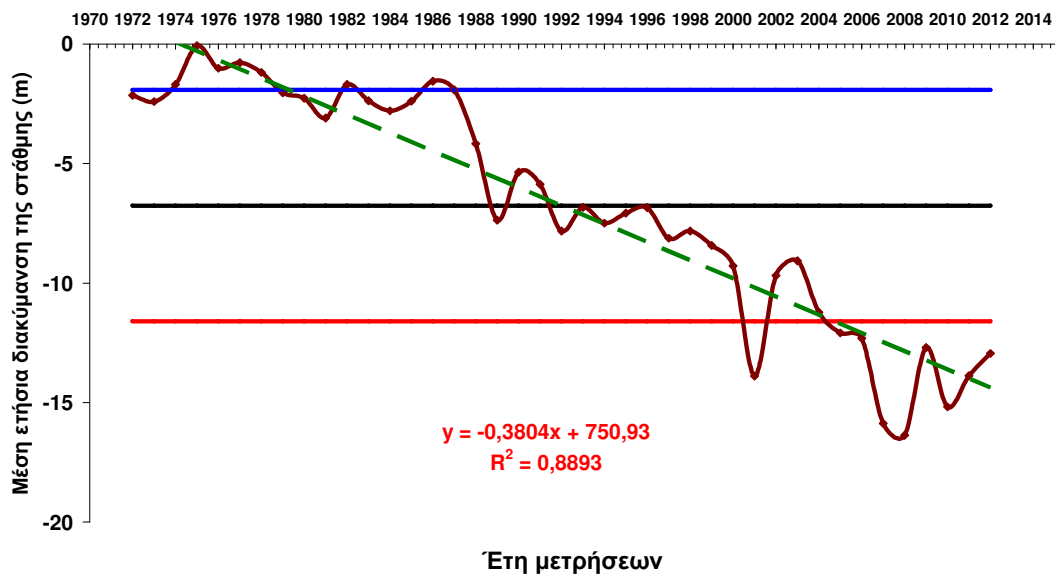
Διάγραμμα 5.30. Τάση υπόγειας υδροφορίας ως χρονοσειρά ετήσιας διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης AD3 και εύρος μίας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή

Π16Λ

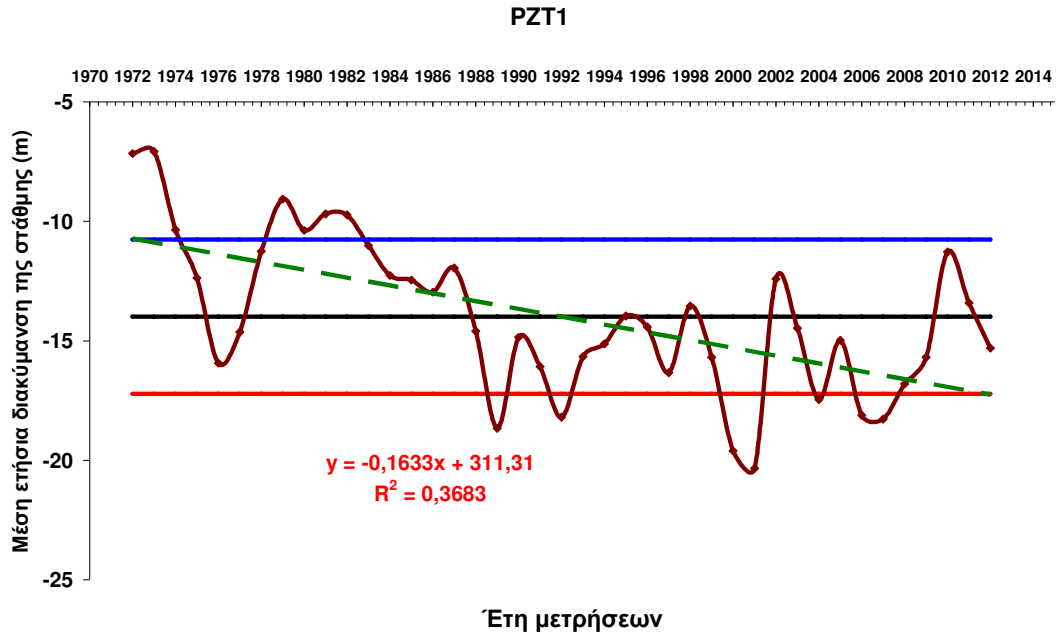


Διάγραμμα 5.31. Τάση υπόγειας υδροφορίας ως χρονοσειρά ετήσιας διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης Π16Λ και εύρος μίας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή

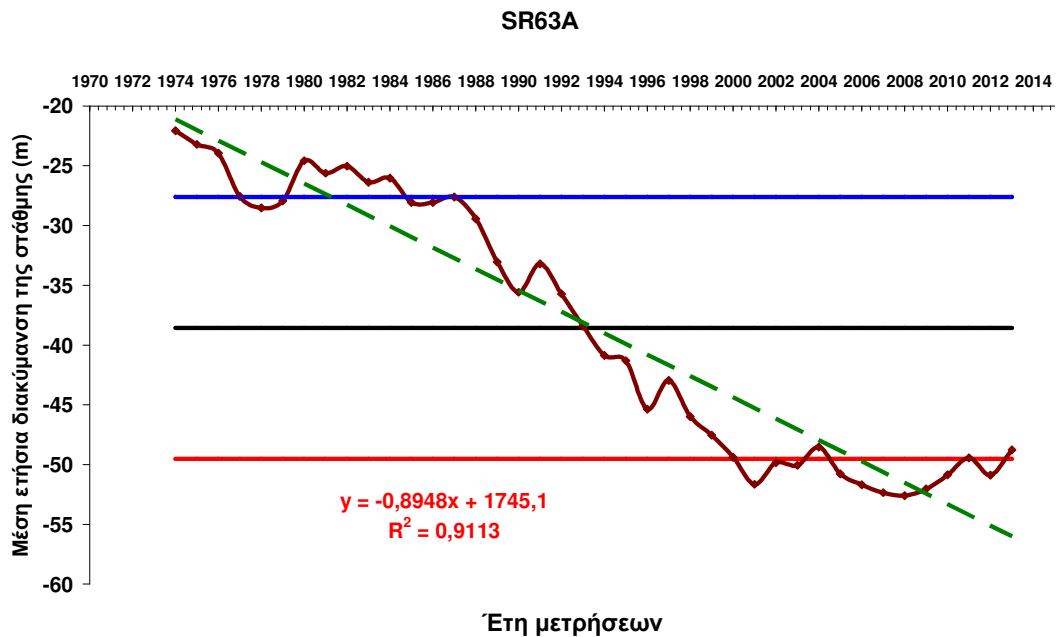
PZ7



Διάγραμμα 5.32. Τάση υπόγειας υδροφορίας ως χρονοσειρά ετήσιας διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης PZ7 και εύρος μίας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή

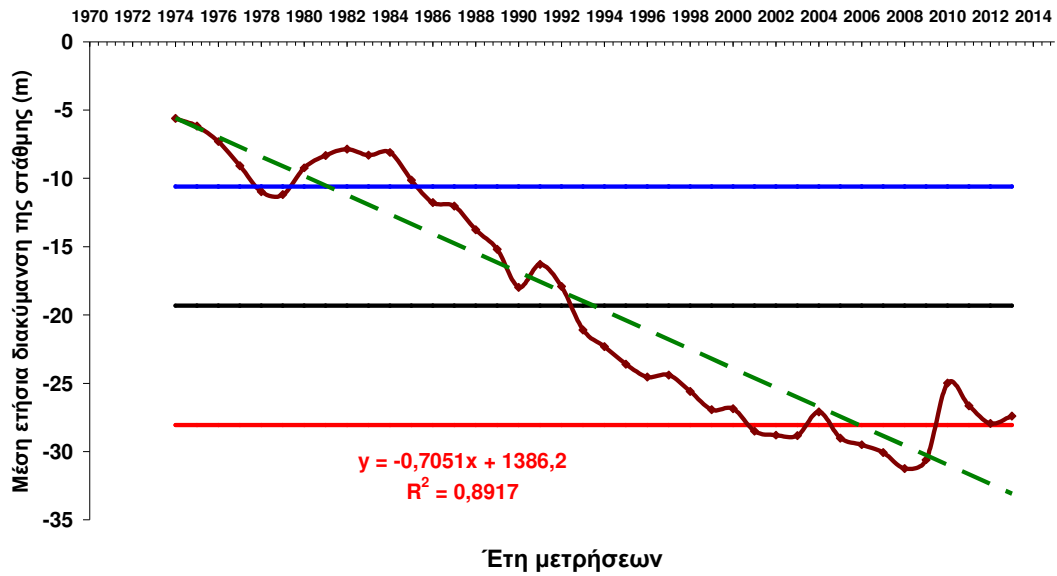


Διάγραμμα 5.33. Τάση υπόγειας υδροφορίας ως χρονοσειρά ετήσιας διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης PZT1 και εύρος μίας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή



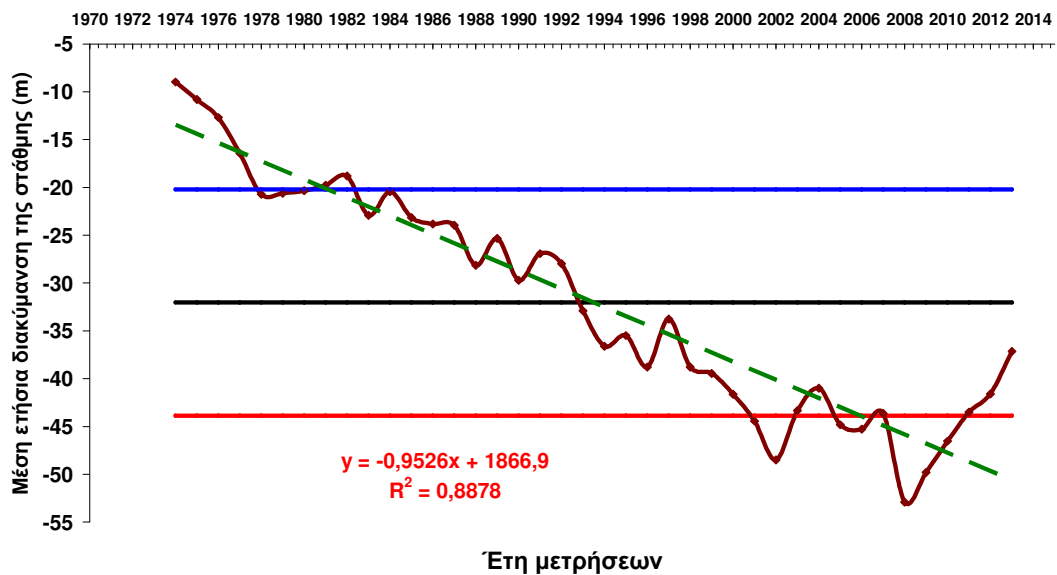
Διάγραμμα 5.34. Τάση υπόγειας υδροφορίας ως χρονοσειρά ετήσιας διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης SR63A και εύρος μίας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή

SR77



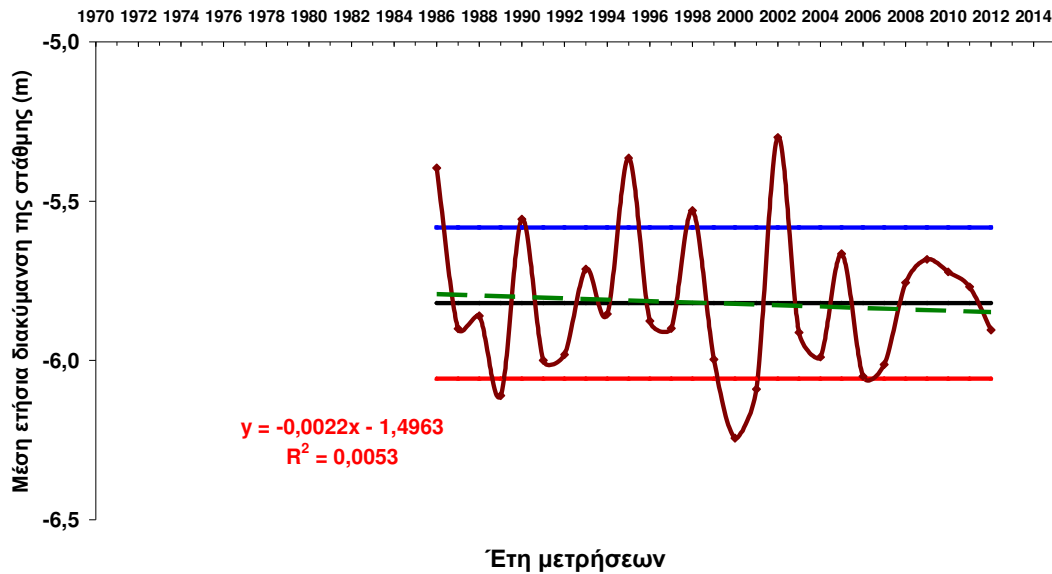
Διάγραμμα 5.35. Τάση υπόγειας υδροφορίας ως χρονοσειρά ετήσιας διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης SR77 και εύρος μίας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή

SR86



Διάγραμμα 5.36. Τάση υπόγειας υδροφορίας ως χρονοσειρά ετήσιας διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης SR86 και εύρος μίας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή

K1



Διάγραμμα 5.37. Τάση υπόγειας υδροφορίας ως χρονοσειρά ετήσιας διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης K1 και εύρος μίας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή

Αντίστοιχα με τα προηγούμενα επί μέρους συμπεράσματα και στη περίπτωση της υπόγειας υδροφορίας δεν παρουσιάζεται διαφοροποίηση στη πτωτική τάση της στάθμης των γεωτρήσεων στο σύνολο της περιοχής μελέτης.

Η έλλειψη συγκεκριμένου σχεδίου ανάπτυξης της υπαίθρου, στη περιοχή της λεκάνης του Πηνειού αλλά και στην υπόλοιπη χώρα, με πληθώρα παράνομων γεωτρήσεων και παντελή έλλειψη ενημέρωσης για το μέλλον των ενεργοβόρων καλλιεργειών, παράλληλα με την αδυναμία υπόδειξης στους παραγωγούς λιγότερο ενεργοβόρων εναλλακτικών λύσεων, και η άναρχη άρδευση, χωρίς προγραμματισμό με απαρχαιωμένες τεχνικές, κανόνες και μεθόδους και χωρίς αδειοδότηση, οδήγησαν σε αυτή τη σημαντική υποβάθμιση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα και σε πιθανή μη αντιστρέψιμη κατάσταση.

Παράλληλα η έλλειψη μεγάλων έργων συγκράτησης των επιφανειακών υδάτων στη περιοχή μελέτης και η χρήση των αποστραγγιστικών έργων ως αρδευτικά, μεταλλάσσοντας τη λειτουργία τους, οδήγησε σε αδυναμία χρησιμοποίησης των επιφανειακών υδάτων και σε εξάντληση, σε πολλές των περιπτώσεων, των υπόγειων αποθεμάτων.

Άλλωστε σε πρόσφατη ημερίδα που πραγματοποιήθηκε τον Νοέμβριο του 2010 με θέμα τη διαβούλευση του σχεδίου ανάπτυξης της Θεσσαλίας και τους υδατικούς πόρους, ειπώθηκε από υπεύθυνο εταιρείας, που είχε αναλάβει κομμάτι της μελέτης, ότι το ποσό που απαιτείται για την ολοκλήρωση των βασικών έργων διόδευσης των υδάτων, πριν την ολοκλήρωση της εκτροπής του Αχελώου, αγγίζει τα 6 δις €. Βεβαίως αυτά σε περίοδο εκτός οικονομικής κρίσης και σαφώς χωρίς να έχει επιλυθεί το πρόβλημα της εκτροπής του Αχελώου, που ταλανίζει επί δεκαετίες τους κατοίκους της Δυτικής και Κεντρικής Ελλάδας.

5.8 Εκτίμηση των δεικτών ξηρασίας της περιοχής μελέτης

5.8.1 Σκοπός και μεθοδολογία

Η γενική μεθοδολογία υπολογισμού του δείκτη ξηρασίας SRI περιγράφηκε στο αντίστοιχο κεφάλαιο με τίτλο δείκτες ξηρασίας της παρούσας μελέτης (βλ. κεφάλαιο δείκτες ξηρασίας).

Τα βήματα των υπολογισμών ήταν τα εξής:

- Βήμα 1: εγγραφή των δεδομένων των μηνιαίων χρονοσειρών παροχής ποταμών, απορροής πηγών και διακύμανσης της στάθμης των γεωτρήσεων σε υπολογιστικό φύλλο excel.
- Βήμα 2: υπολογισμός των μερικών αθροισμάτων του εκάστοτε τριμήνου, εξαμήνου, εννιάμηνου και έτους.
- Βήμα 3: υπολογισμός των μέσων τιμών για τη εκάστοτε διετία, τριετία, τετραετία και πενταετία.
- Βήμα 4: υπολογισμός της κατανομής Γάμμα για το σύνολο των δεδομένων και ποσοτικοποίηση.
- Βήμα 5: υπολογισμός του αντιστρόφου της κανονικής αθροιστικής κατανομής για το σύνολο των ποσοτικοποιημένων τιμών της κατανομής Γάμμα.
- Βήμα 6: κωδικοποίηση των αποτελεσμάτων του αντιστρόφου της κανονικής κατανομής σύμφωνα με τον πίνακα 5.12., που ακολουθεί.

Πίνακας 5.12. Κωδικοποίηση και συμβολισμός των πιθανοτήτων μετάβασης σε υψηλότερες κλίμακες συνάθροισης

Συμβολισμός	Εύρος δείκτη SRI	Συμβολισμός	Εύρος δείκτη SRI
A-	$0,0 \geq SRI > -1,0$	A+	$0,0 < SRI \leq 1,0$
B-	$-1,0 \geq SRI > -1,5$	B+	$1,0 < SRI \leq 1,5$
Γ-	$-1,5 \geq SRI > -2,0$	Γ+	$1,5 < SRI \leq 2,0$
Δ-	$-2,0 \geq SRI$	Δ+	$2,0 < SRI$

Η προσέγγιση, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, βασίζεται στον υπολογισμό των λεγόμενων πιθανοτήτων μετάβασης από μια συγκεκριμένη κατάσταση υδροφορίας σε μια άλλη κατάσταση με υψηλότερη κλίμακα συνάθροισης. Για κάθε κατηγορία, μετράται πόσες φορές στο παρελθόν έχει συμβεί μια συγκεκριμένη αλληλουχία γεγονότων και ο αριθμός των περιστατικών. Οι πιθανότητες μετάβασης εκτιμώνται εμπειρικά σε κλάσεις, με βάση την τιμή του SRI.

- Βήμα 7: κατασκευή πίνακα ποσοστών των πιθανοτήτων μετάβασης από χαμηλότερη σε υψηλότερη κλίμακα συνάθροισης, για το σύνολο των καταστάσεων υδροφορίας, σύμφωνα με τους παρακάτω συνδυασμούς:
 - ✓ από τρίμηνο σε έτος,
 - ✓ από εξάμηνο σε έτος,
 - ✓ από εννιάμηνο σε έτος,
 - ✓ από ένα έτος σε δύο έτη,
 - ✓ από δύο έτη στα τρία έτη,
 - ✓ από τρία έτη στα τέσσερα έτη,
 - ✓ και από τέσσερα στα πέντε έτη.

Επιπροσθέτως, υπολογίστηκε και η πιθανότητα μετάβασης, για το σύνολο των παραπάνω συνδυασμών, στην ίδια κατάσταση υδροφορίας.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η ανάλυση της υδρολογικής ξηρασίας ενδιαφέρει πολύ περισσότερο στην επιχειρησιακή αντιμετώπιση του φαινομένου.

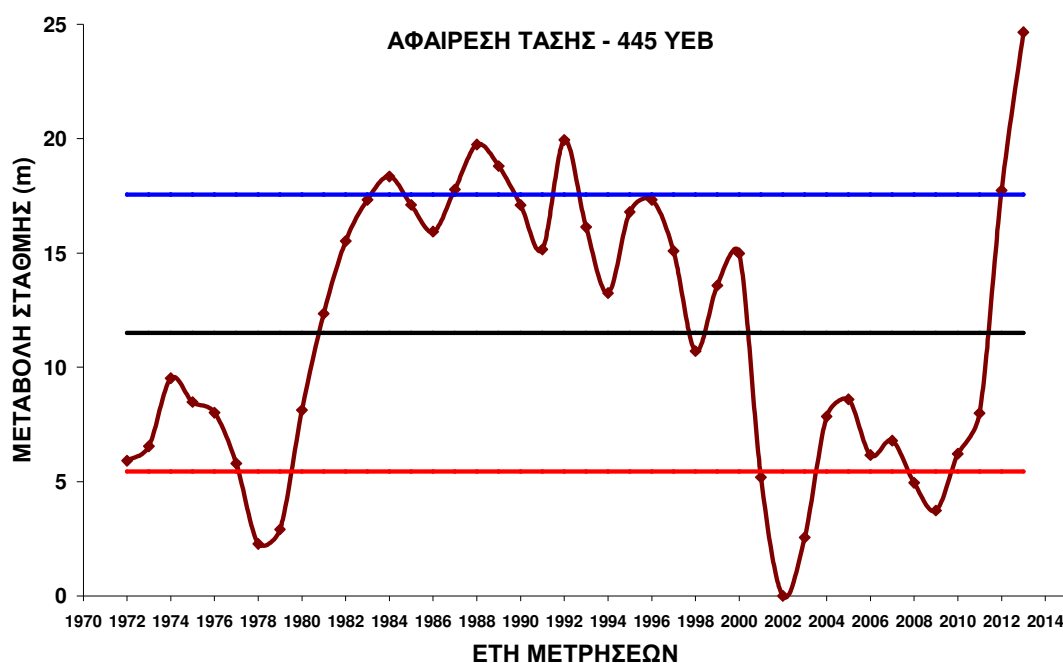
Παράλληλα και στα πλαίσια της μελέτης, για την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τον υπολογισμό της πιθανότητας εμφάνισης

ξηρασίας με βάση τα δεδομένα διακύμανσης της στάθμης των γεωτρήσεων, εφαρμόστηκε μια παρόμοια προσέγγιση, που βασίστηκε στον υπολογισμό του δείκτη SDI (Standardized Drilling Index) ως παραλλαγή των SRI και SPI.

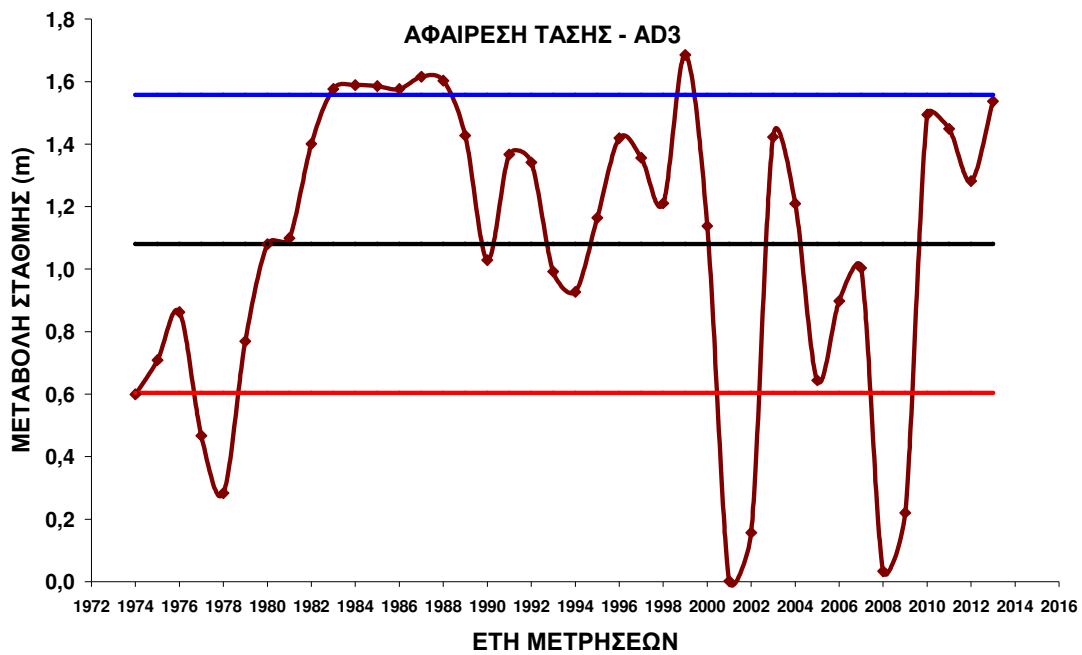
5.8.2 Δείκτης τυποποιημένης διακύμανσης στάθμης γεωτρήσεων (Standardized Drilling Index, SDI)

Έχοντας υπόψη τα διαγράμματα τάσεων της υπόγειας υδροφορίας, αποφασίστηκε, για τον υπολογισμό του δείκτη τυποποιημένης διακύμανσης της στάθμης των γεωτρήσεων (SDI), να πραγματοποιηθεί αφαίρεση της πτωτικής, επί το πλείστον, τάσης στο σύνολο των γεωτρήσεων και επαναπροσδιορισμός των στατιστικών παραμέτρων. Θεωρήθηκε ότι η αφαίρεση της πτωτικής τάσης στο σύνολο των εξεταζόμενων γεωτρήσεων θα απενεργοποιούσε την αρνητική επίδραση στην υπόγεια υδροφορία των αντλήσεων, ειδικότερα σε περιόδους μειωμένων εισροών.

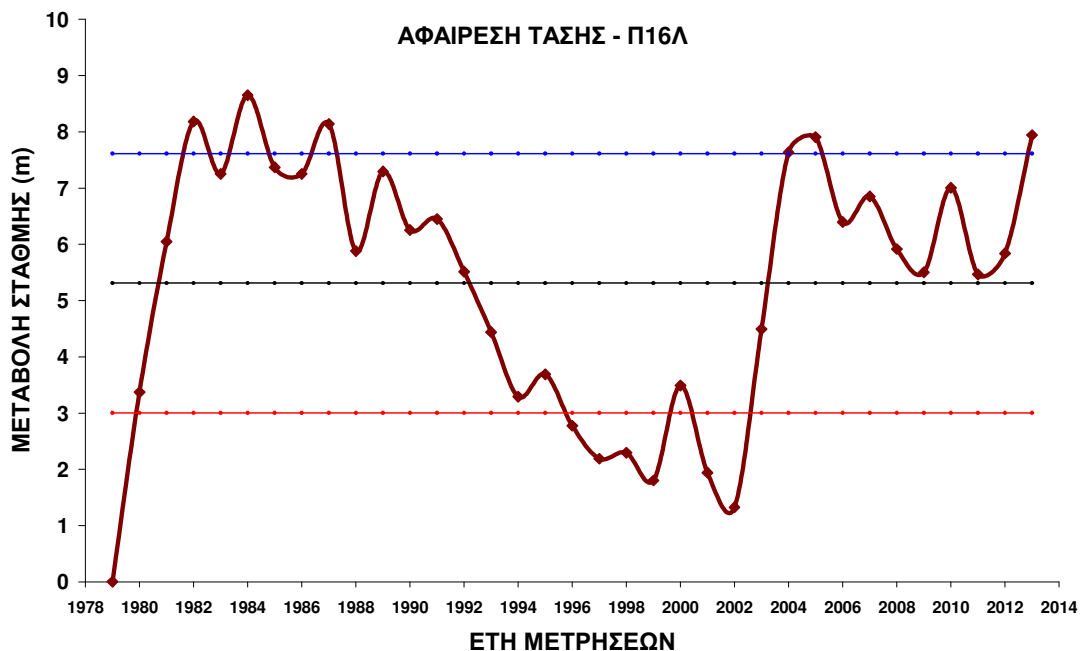
Στα διαγράμματα 5.38 έως και 5.46., που ακολουθούν, απεικονίζονται οι χρονοσειρές μέσης ετήσιας διακύμανσης της στάθμης των γεωτρήσεων και το εύρος μιας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή, μετά την αφαίρεση της τάσης.



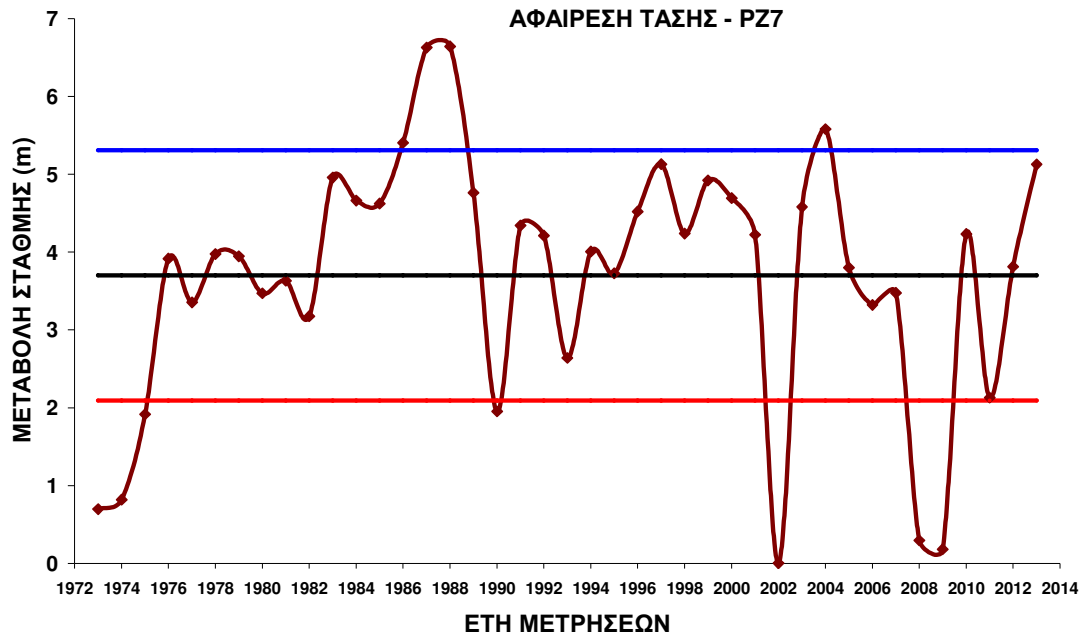
Διάγραμμα 5.38. Χρονοσειρά μέσης ετήσιας διακύμανσης στάθμης της γεώτρησης 445YEB και εύρος μιας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή μετά την αφαίρεση της τάσης



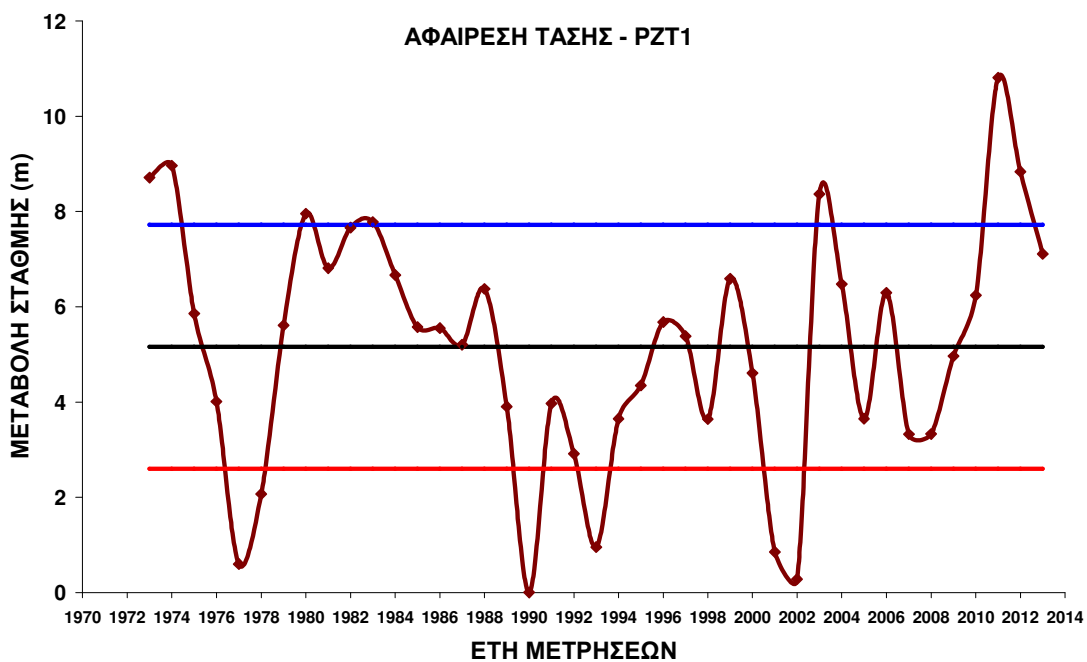
Διάγραμμα 5.39. Χρονοσειρά μέσης ετήσιας διακύμανσης στάθμης της γεώτρησης AD3 και εύρος μιας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή μετά την αφαίρεση της τάσης



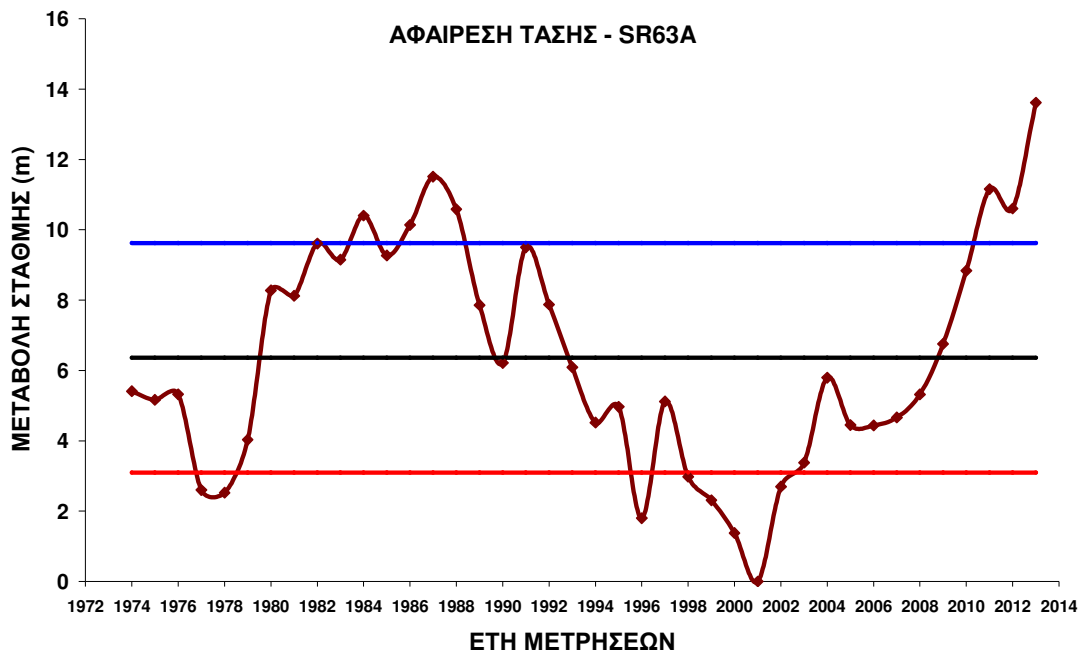
Διάγραμμα 5.40. Χρονοσειρά μέσης ετήσιας διακύμανσης στάθμης της γεώτρησης Π16Λ και εύρος μιας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή μετά την αφαίρεση της τάσης



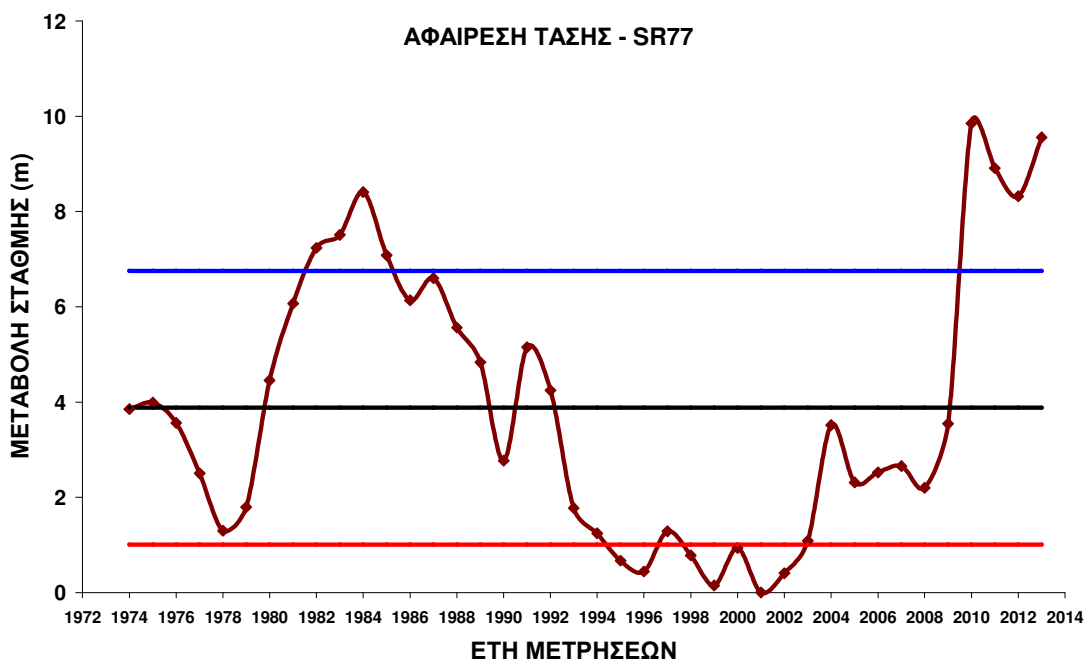
Διάγραμμα 5.41. Χρονοσειρά μέσης ετήσιας διακύμανσης στάθμης της γεώτρησης ΡΖ7 και εύρος μιας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή μετά την αφαίρεση της τάσης



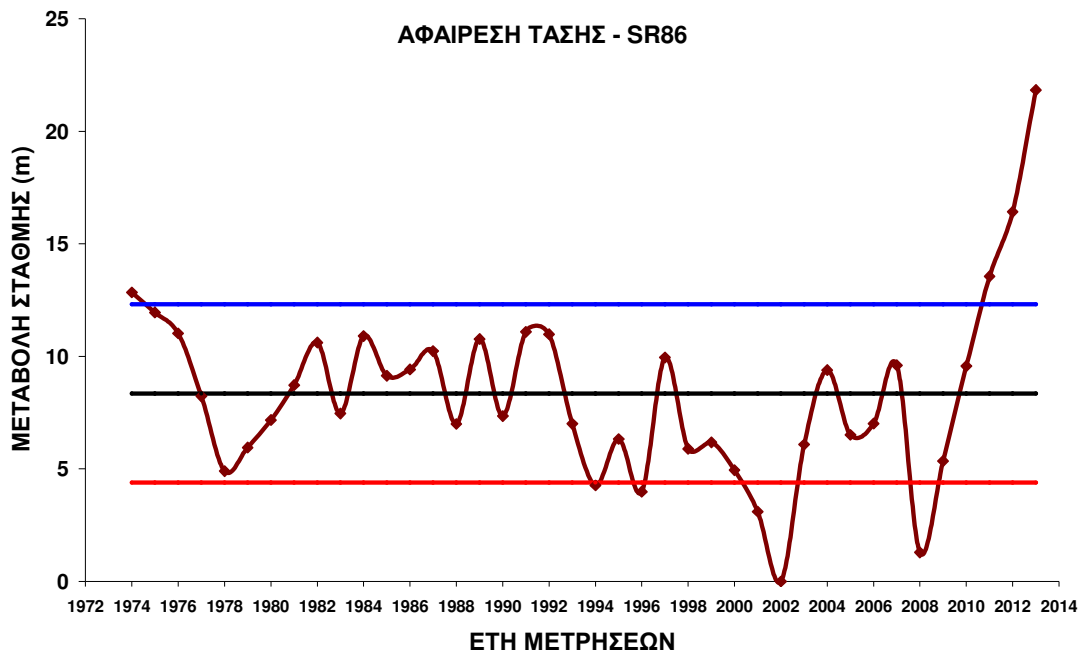
Διάγραμμα 5.42. Χρονοσειρά μέσης ετήσιας διακύμανσης στάθμης της γεώτρησης ΡΖΤ1 και εύρος μιας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή μετά την αφαίρεση της τάσης



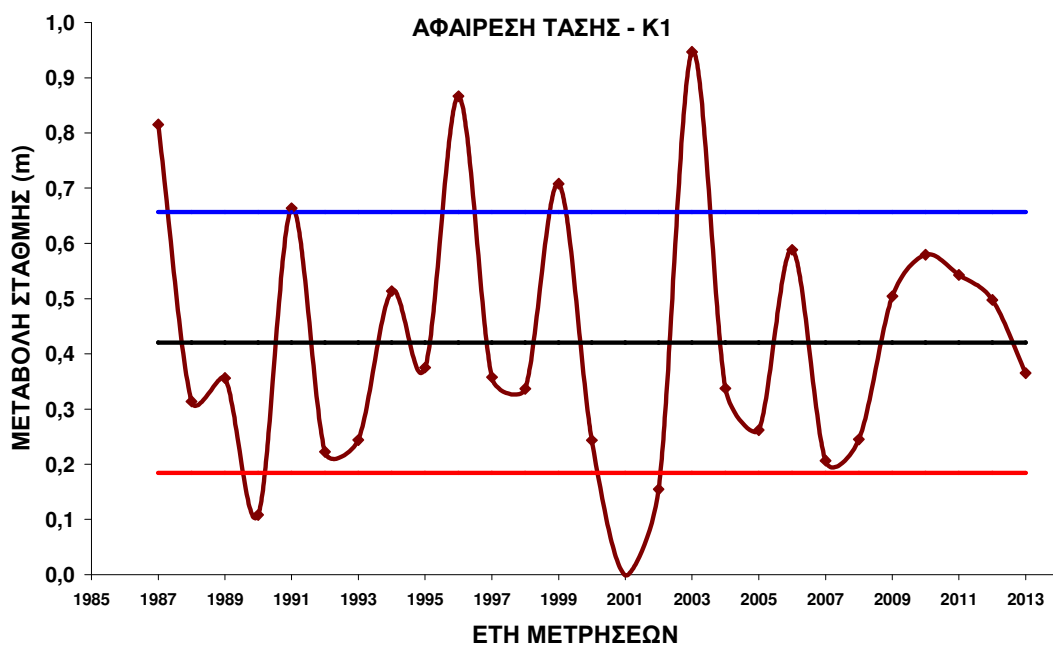
Διάγραμμα 5.43. Χρονοσειρά μέσης ετήσιας διακύμανσης στάθμης της γεώτρησης SR63A και εύρος μιας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή μετά την αφαίρεση της τάσης



Διάγραμμα 5.44. Χρονοσειρά μέσης ετήσιας διακύμανσης στάθμης της γεώτρησης SR77 και εύρος μιας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή μετά την αφαίρεση της τάσης



Διάγραμμα 5.45. Χρονοσειρά μέσης ετήσιας διακύμανσης στάθμης της γεώτρησης SR86 και εύρος μιας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή μετά την αφαίρεση της τάσης



Διάγραμμα 5.46. Χρονοσειρά μέσης ετήσιας διακύμανσης στάθμης της γεώτρησης K1 και εύρος μιας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή μετά την αφαίρεση της τάσης

Όπως απεικονίζεται και στα προηγούμενα διαγράμματα, τα έτη με τη δυσμενέστερη υπόγεια υδροφορία συμπίπτουν με τα αντίστοιχα δυσμενή έτη επιφανειακής υδροφορίας. Επομένως, με μία πρώτη ματιά, δυσμενή έτη υπόγειας υδροφορίας μπορούν να θεωρηθούν τα 1977, 1990, 1999, 2001 και 2007. Αντίστοιχα, τα έτη με αυξημένη υπόγεια υδροφορία, μπορούν να θεωρηθούν τα 1974, 1987, 1992, 2011 και 2013.

Αξίζει να σημειωθεί ότι, ανάλογα με το φορέα και τη θέση, οι γεωτρήσεις παρουσιάζουν άμεση αντίδραση στις μεταβολές της υπόγειας στάθμης, όταν συγκοινωνούν με επιφανειακούς αποδέκτες (π.χ. SR63A), ή χρονική υστέρηση, συνήθως ενός έτους, όταν υπάρχει καρστική εισροή (π.χ. 445YEB). Στη περίπτωση που συντρέχουν και οι δύο προϋποθέσεις τότε η αντίδραση στη μεταβολή της στάθμης εξαρτάται από τον επικρατέστερο φορέα (π.χ. PZT1).

Τέλος, όπως φαίνεται και από τα προηγούμενα διαγράμματα, τα τελευταία 2-3 χρόνια διανύουμε μία περίοδο αρκετά ικανοποιητικής επιφανειακής και υπόγειας υδροφορίας στη περιοχή μελέτης.

Συμπερασματικά, σε πρώτη φάση φαίνεται ότι δείγματα διαφορετικού μεγέθους μπορούν να δώσουν πολύ διαφορετικές εκτιμήσεις όσον αφορά στην περίοδο επαναφοράς μιας ξηρασίας. Συνεπώς, μια ακραία ή σφοδρή ξηρασία, περιόδου επαναφοράς της τάξης των έντεκα ή δώδεκα ετών, όπως απεικονίζεται στα έως τώρα αποτελέσματα της περιοχής μελέτης, ενδεχομένως να αξιολογείται ως μέτρια ή ακόμα και ήπια, σε μια γειτονική περιοχή.

Επομένως, η αξιολόγηση της επικινδυνότητας μιας ξηρασίας δεν μπορεί να καταστεί αξιόπιστη αν δεν υπάρχουν μεγάλου μήκους χρονοσειρές, ώστε να περιγράφουν με στατιστική ακρίβεια οι μεταβολές της επιφανειακής απορροής και της στάθμης των γεωτρήσεων, και μάλιστα καλά κατανοημένες χωρικά, ώστε να αποτυπώνουν την έντονη μεταβλητότητα των φαινομένων ξηρασίας.

Καθόσον η εκτιμώμενη περίοδος επαναφοράς της ξηρασίας μπορεί να διαφέρει ακόμα και τάξεις μεγέθους, στα διάφορα σημεία μέτρησης, αποφασίστηκε να πραγματοποιηθεί ανάλυση των ιστορικών ξηρασιών της περιοχής μελέτης (Ν. Λάρισας).

6 ΑΝΑΛΥΣΗ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΞΗΡΑΣΙΩΝ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

6.1 Αναγνώριση ιστορικών ξηρασιών

6.1.1 Μεθοδολογία αναγνώρισης ξηρασιών

Στις αναλύσεις, για την αναγνώριση και αξιολόγηση των ξηρασιών, υιοθετήθηκε η κατάταξη των McKee et al. (1993), ενώ για τις υγρές περιόδους χρησιμοποιήθηκαν αντίστοιχοι συμβολισμοί. Παράλληλα χρησιμοποιήθηκαν και ανάλογοι χρωματισμοί για την καλύτερη οπτική κατανόηση της κατάστασης υδροφορίας.

Πίνακας 6.1. Λεκτικός και χρωματικός χαρακτηρισμός ξηρασιών και υγρών περιόδων

Εύρος δείκτη SRI	Χαρακτηρισμός	Εύρος δείκτη SRI	Χαρακτηρισμός
$-2,0 \geq \text{SRI}$	Ακραία περίοδος ξηρασίας (extreme)	$2,0 < \text{SRI}$	Εξαιρετικά υγρή περίοδος (extremely wet)
$-1,5 \geq \text{SRI} > -2,0$	Σφοδρή περίοδος ξηρασίας (severe)	$1,5 < \text{SRI} \leq 2,0$	Πολύ υγρή περίοδος (very wet)
$-1,0 \geq \text{SRI} > -1,5$	Μέτρια περίοδος ξηρασίας (moderate)	$1,0 < \text{SRI} \leq 1,5$	Υγρή περίοδος (moderate wet)
$0,0 \geq \text{SRI} > -1,0$	Ήπια περίοδος ξηρασίας (mild)	$0,0 < \text{SRI} \leq 1,0$	Κανονική περίοδος υδροφορίας (near normal)

6.2 Αναγνώριση υδρολογικών ξηρασιών περιόδου 1972 – 2013

Στους πίνακες 6.2. έως και 6.5., που ακολουθούν, παρουσιάζεται η αξιολόγηση των φαινομένων υδρολογικής ξηρασίας, για το σύνολο των σημείων μέτρησης παροχών (ποταμοί) και ενδεικτικά για τις 9 κυριότερες γεωτρήσεις, ως εκπροσώπους των αντίστοιχων ομάδων.

Η αξιολόγηση αφορά στην περίοδο 1972 - 2013, και βασίζεται στους ανηγμένους δείκτες SRI και SDI, που υπολογίστηκαν με βάση τις χρονοσειρές επιφανειακής απορροής και διακύμανσης της στάθμης των γεωτρήσεων, όπως παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο εκτίμηση των δεικτών ξηρασίας.

Πίνακας 6.3. Χρωματική αξιολόγηση ετήσιας ξηρασίας βάση των σημείων μέτρησης παροχής

ΕΤΟΣ	ΠΗΝΕΙΟΣ - ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΠΗΝΕΙΟΣ - ΓΟΝΝΟΙ	ΠΗΝΕΙΟΣ - ΠΗΝΕΙΑΔΑ	ΠΗΝΕΙΟΣ - ΑΛΗ ΕΦΕΝΔΗ	ΠΗΝΕΙΟΣ - ΑΛΚΑΖΑΡ	ΠΗΝΕΙΟΣ - ΑΜΥΓΔΑΛΕΑ	ΕΝΙΠΠΕΑΣ - ΑΜΠΕΛΙΑ	ΕΝΙΠΠΕΑΣ - ΣΚΟΠΙΑ	ΤΙΤΑΡΗΣΙΟΣ - ΜΕΣΟΧΩΡΙ
1972									
1973									
1974									
1975									
1976									
1977									
1978									
1979									
1980									
1981									
1982									
1983									
1984									
1985									
1986									
1987									
1988									
1989									
1990									
1991									
1992									
1993									
1994									
1995									
1996									
1997									
1998									
1999									
2000									
2001									
2002									
2003									
2004									
2005									
2006									
2007									
2008									
2009									
2010									
2011									
2012									
2013									

Πίνακας 6.5. Χρωματική αξιολόγηση ετήσιας ξηρασίας βάση των σημείων μέτρησης της στάθμης των γεωτρήσεων

ΕΤΟΣ	445ΥΕΒ-ΚΡΗΝΗ	ΑΔ3-ΑΡΓΥΡΟΠΟΥΛΙ	Ρ16Λ-ΣΥΚΟΥΡΙΟ	ΡΖ7-ΛΑΡΙΣΑ	ΡΖΤ1-ΤΥΡΝΑΒΟΣ	SR63Α-ΡΙΖΟΜΥΛΟΣ	SR77-ΜΕΛΙΣΣΟΧΩΡΙ	SR86-ΜΑΥΡΟΒΟΥΝΙ	Κ1-ΚΕΦΑΛΟΒΡΥΣΟ
1972									
1973									
1974									
1975									
1976									
1977									
1978									
1979									
1980									
1981									
1982									
1983									
1984									
1985									
1986									
1987									
1988									
1989									
1990									
1991									
1992									
1993									
1994									
1995									
1996									
1997									
1998									
1999									
2000									
2001									
2002									
2003									
2004									
2005									
2006									
2007									
2008									
2009									
2010									
2011									
2012									
2013									

6.3 Συμπεράσματα ανάλυσης ιστορικών ξηρασιών

Σύμφωνα με τους παραπάνω πίνακες 6.2. έως και 6.5., στη περιοχή μελέτης κατά τη περίοδο από το 1972 – 2013 έκαναν την εμφάνισή τους διάφορα επεισόδια ξηρασίας.

Όσον αφορά τη Βόρειο Δυτική πλευρά της λεκάνης του Πηνειού, και έχοντας υπόψη τις μετρήσεις παροχών στη θέση Μεσοχώρι του ποταμού Τιταρήσιου και τη διακύμανση της στάθμης της γεώτρησης K1 στο Κεφαλόβρυσο, τα σημαντικότερα περιστατικά ξηρασίας ήταν:

- ✓ η περίοδος 1988 – 1990 (ήπια έως και ακραία ξηρασία),
- ✓ το έτος 1993 (σφοδρή ξηρασία),
- ✓ η περίοδος 2000 – 2002 (ήπια έως και ακραία ξηρασία),
- ✓ και η περίοδος 2007 – 2008 (μέτρια ξηρασία).

Γενικότερα η περιοχή θεωρείται άριστης υδροφορίας και δεν επηρεάζεται συνήθως από έντονες ξηρασίες. Μάλιστα μπορεί να εκληφθεί ως δείκτης περιπτώσεων έντονων (σφοδρών και ακραίων) επεισοδίων ξηρασίας στη γενικότερη περιοχή μελέτης.

Αναφορικά με τη Δυτική πλευρά της περιοχής μελέτης, λαμβάνοντας υπόψη τις μετρήσεις παροχών στις θέσεις Αλή Εφένδη και Πηνειάδα επί του Πηνειού και Βλοχός επί του Καλέντζη αλλά και τη γεώτρηση SR86 στη θέση Μαυροβούνι τα σημαντικότερα περιστατικά ξηρασίας ήταν:

- ✓ το έτος 1972 (μέτρια ξηρασία),
- ✓ η περίοδος 1977 – 1979 (ήπια έως και μέτρια μέτρια ξηρασία),
- ✓ το έτος 1982 (ήπια ξηρασία),
- ✓ το έτος 1985 (ήπια ξηρασία),
- ✓ η περίοδος 1988 – 1990 (μέτρια έως και ακραία ξηρασία),
- ✓ η περίοδος 1993 – 1994 (ήπια έως και μέτρια ξηρασία),
- ✓ η περίοδος 2000 – 2002 (ήπια έως και ακραία ξηρασία),
- ✓ και το έτος 2008 (ακραία ξηρασία).

Η συγκεκριμένη περιοχή θεωρείται ικανοποιητικής υδροφορίας, δεδομένου ότι, τα σημαντικότερα αποστραγγιστικά έργα καλύπτουν την εν λόγω περιοχή, εξαιτίας των έντονων πλημμυρικών φαινομένων κατά τη διάρκεια του χειμώνα.

Αντίστοιχα για τη Νότια και Νοτιοδυτική πλευρά της περιοχής μελέτης και λαμβάνοντας υπόψη τις μετρήσεις παροχών στα σημεία Αμπελιά και Σκοπία επί του Ενιππέα αλλά και τη διακύμανση της στάθμης της γεώτρησης στη θέση Κρήνη (445ΥΕΒ) τα σημαντικότερα περιστατικά ξηρασίας ήταν:

- ✓ η περίοδος 1972 – 1975 (ήπια έως και μέτρια ξηρασία),
- ✓ η περίοδος 1977 – 1979 (μέτρια έως και ακραία ξηρασία),
- ✓ το έτος 1985 (ήπια έως και μέτρια ξηρασία),
- ✓ η περίοδος 1988 – 1990 (ήπια έως και ακραία ξηρασία),
- ✓ το έτος 1993 (ήπια έως και μέτρια ξηρασία),
- ✓ η περίοδος 2000 – 2002 (ήπια έως και ακραία ξηρασία),
- ✓ και η περίοδος 2007 – 2010 (ήπια έως και σφοδρή ξηρασία).

Η εν λόγω περιοχή θεωρείται μέτριας έως και ικανοποιητικής υδροφορίας και επηρεάζεται σημαντικά, λόγω και της εντατικοποιημένης γεωργίας, από το σύνολο των επεισοδίων ξηρασίας με τη μορφή λειψυδρίας.

Αναφορικά με τη Βορειοανατολική πλευρά της περιοχής μελέτης, λαμβάνοντας υπόψη τις μετρήσεις των παροχών στις θέσεις Αγ. Παρασκευή και Γόννοι επί του Πηνειού και τη διακύμανση της στάθμης της γεώτρησης στη θέση Συκούριο (Π16Λ) τα σημαντικότερα περιστατικά ξηρασίας ήταν:

- ✓ το έτος 1972 (ήπια ξηρασία),
- ✓ το έτος 1977 (ήπια ξηρασία),
- ✓ το έτος 1982 (μέτρια ξηρασία),
- ✓ το έτος 1985 (ήπια ξηρασία),
- ✓ η περίοδος 1988 – 1990 (ήπια έως και σφοδρή ξηρασία),
- ✓ η περίοδος 1993 – 1994 (ήπια ξηρασία),
- ✓ η περίοδος 1996 – 2002 (ήπια έως και ακραία ξηρασία),
- ✓ και η περίοδος 2007 – 2010 (ήπια έως και σφοδρή ξηρασία).

Γενικότερα η περιοχή θεωρείται μέτριας υδροφορίας και εξαρτάται σημαντικά από τις απορροές της Δυτικής λεκάνης του Πηνειού. Καλύπτεται κυρίως με πολυετής καλλιέργειες, αν και τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί σημαντική υποβάθμιση του υδροφόρου ορίζοντα, λόγω των αντλήσεων και της γενικότερης αδυναμίας επαναπλήρωσης.

Όσον αφορά την Νοτιοανατολική πλευρά της περιοχής μελέτης και λαμβάνοντας υπόψη τη διακύμανση της στάθμης της γεώτρησης στη θέση Ριζόμυλος (SR63A) τα σημαντικότερα περιστατικά ξηρασίας ήταν:

- ✓ η περίοδος 1973 – 1975 (ήπια ξηρασία),
- ✓ η περίοδος 1977 – 1979 (μέτρια έως και ακραία ξηρασία),
- ✓ η περίοδος 1993 – 1994 (ήπια ξηρασία),
- ✓ και η περίοδος 1996 – 2002 (ήπια έως και ακραία ξηρασία).

Η συγκεκριμένη περιοχή, αν και εκτός των ορίων του Ν. Λάρισας, θεωρείται περιοχή καλής υδροφορίας εξαιτίας των σημαντικών απορροών της νότιας διόδευσης των αποστραγγιστικών τάφρων αλλά και της πλούσιας υπόγειας υδροφορίας της πρώην λίμνης Κάρλας. Δεν επηρεάζεται σημαντικά από επεισόδια ξηρασίας, παρότι είναι γενικά εμφανής η εντατικοποίηση της γεωργίας στη περιοχή.

Δυστυχώς και στη περιοχή αυτή η κύρια διοχέτευση των επιφανειακών υδάτων γίνεται με τη χρήση των μεγάλων αποστραγγιστικών τάφρων 1Τ και 2Τ, οι οποίες πλημμυρίζουν ειδικότερα τους χειμερινούς μήνες, λόγω της μετάλλαξης που έχουν υποστεί στη χρήση τους, αλλά και εξαιτίας των παράνομων χωμάτινων φραγμάτων, που έχουν κατά καιρούς κατασκευαστεί εντός της κοίτης των, με σκοπό τη συγκράτηση των χειμερινών υδάτων και την αξιοποίησή τους κατά τους θερινούς μήνες.

Προσφάτως κατασκευάστηκε ανάντη αντιπλημμυρικό αντλιοστάσιο, για τη αποφυγή ανάλογων περιστατικών, αλλά δυστυχώς η έλλειψη συντονισμού συνεπικουρούμενης της καθυστέρησης ίδρυσης φορέα διαχείρισης, λόγω και της κειμένης νομοθεσίας, οδήγησε σε απαξίωση του έργου το οποίο λειτουργεί περιστασιακά ως αρδευτικό έργο.

Αναφορικά με την Κεντρική και Κεντροανατολική πλευρά της περιοχής μελέτης, χρησιμοποιήθηκαν για τη διάγνωση των επεισοδίων ξηρασίας, τόσο οι χρονοσειρές παροχών στις θέσεις Αμυγδαλέα και Αλκαζάρ επί του Πηνειού ποταμού όσο και οι διακυμάνσεις της στάθμης των γεωτρήσεων στις θέσεις Λάρισα (PZ7) και Μελισσοχώρι (SR77). Τα σημαντικότερα περιστατικά ξηρασίας ήταν:

- ✓ η περίοδος 1973 – 1975 (μέτρια έως και ακραία ξηρασία),
- ✓ η περίοδος 1977 – 1979 (ήπια έως και μέτρια ξηρασία),
- ✓ το έτος 1982 (ήπια ξηρασία),

- ✓ το έτος 1985 (ήπια ξηρασία),
- ✓ η περίοδος 1988 - 1990 (ήπια έως και ακραία ξηρασία),
- ✓ η περίοδος 1993 – 1994 (ήπια έως και μέτρια ξηρασία),
- ✓ η περίοδος 1996 – 2000 (μέτρια έως και ακραία ξηρασία),
- ✓ η περίοδος 2001 – 2002 (ακραία ξηρασία),
- ✓ η περίοδος 2007 – 2009 (ακραία ξηρασία),
- ✓ και το έτος 2011 (μέτρια ξηρασία).

Όπως φαίνεται, τόσο από τους πίνακες όσο και από την ανάλυση των επεισοδίων ξηρασίας, η συγκεκριμένη περιοχή του Ν. Λάρισας αποτελεί μία από τις πλέον επιρρεπείς αγροτικές, αλλά και αστικές, περιοχές του νομού στις δυσμενείς επιπτώσεις της ξηρασίας.

Θεωρείται μέτριας υδροφορίας, ειδικότερα η Ανατολική περιοχή, εξαιτίας των αροτριάων υδρόφιλων καλλιεργειών, που καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος της περιοχής, αλλά κυρίως λόγω της έλλειψης σημαντικών έργων διαχείρισης των επιφανειακών υδάτων.

Η άρδευση γίνεται επί το πλείστον με τη χρήση γεωτρήσεων, εξαντλώντας τα υπόγεια αποθέματα, ενώ η χρήση των επιφανειακών υδάτων γίνεται αποσπασματικά, κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, όταν υπάρχουν διαθέσιμα αποθέματα στη λίμνη Πλαστήρα. Μάλιστα ο "πόλεμος" για το νερό που έχει ξεκινήσει στη Θεσσαλία, είναι απόρροια της απουσίας μεγάλων επιφανειακών έργων συλλογής του υδάτων, με εξαίρεση τις λεκάνες υδατοσυλλογής στη περιοχή του Πλατυκάμπου, οι οποίες όμως δεν επαρκούν ούτε για την κάλυψη των αναγκών της εν λόγω περιοχής.

Εν κατακλείδι θα πρέπει να αναφερθεί η σημαντική υποβάθμιση των εδαφών κατά μήκος των περιοχών της παλαιάς Εθνικής οδού Λάρισας – Βόλου, καθώς είναι εμφανής δια γυμνού οφθαλμού η αλκαλίωση και πολλές φορές νατρίωση των καλλιεργούμενων εκτάσεων, που τα καθιστά απαγορευτικά, για την εγκατάσταση μη ανθεκτικών καλλιεργειών, εξαιτίας των υποβαθμισμένων και επιβαρυσμένων με βασικά άλατα αρδευτικών υδάτων.

Η ανάλυση ολοκληρώνεται με την αναφορά στη Κεντρική και Βόρεια πλευρά της περιοχής μελέτης. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα διακύμανσης της στάθμης των γεωτρήσεων στις θέσεις Τύρναβος (PZT1) και Αργυροπούλι (AD3). Η ανάλυση έδωσε τα εξής σημαντικά περιστατικά ξηρασίας:

- ✓ η περίοδος 1973 – 1975 (ήπια έως και μέτρια ξηρασία),
- ✓ η περίοδος 1977 – 1979 (ήπια έως και ακραία ξηρασία),
- ✓ το έτος 1990 (ακραία ξηρασία),
- ✓ η περίοδος 1993 – 1994 (ήπια έως και ακραία ξηρασία),
- ✓ η περίοδος 2001 - 2002 (ακραία ξηρασία),
- ✓ και η περίοδος 2007 - 2009 (ήπια έως και ακραία ξηρασία).

Η περιοχή γενικώς θεωρείται πολύ καλής υδροφορίας και υπάρχουν εγκαταστημένες τόσο πολυετής όσο και μονοετής καλλιέργειες. Εξαιτίας των διαφόρων μικροκλιμάτων, που επικρατούν στη περιοχή, τη σχετικά καλή υδροφορία και τα πλούσια σε θρεπτικά στοιχεία εδάφη, η περιοχή θεωρείται, και όχι άδικα, «γη της επαγγελίας», για τους εκάστοτε παραγωγούς.

Αυτή ακριβώς η ονειρική κατάσταση, παρά τις εκκλήσεις της τοπικής κοινωνίας, ουδέποτε έπεισε τους αρμοδίους για την κατασκευή επιφανειακών έργων ταμίευσης των υδάτων. Η προσπάθεια κατασκευής μικρών χωμάτων φραγμάτων και έργων εκτροπής στη κοίτη του Τιταρήσιου, που θα μπορούσε να παίξει σημαντικό ρόλο στην αύξηση των υδατικών αποθεμάτων, ουδέποτε πραγματοποιήθηκαν μαζί με τις υπόλοιπες σκέψεις για λεκάνες υδατοσυλλογής σε κοινοτικές εκτάσεις.

Αποτέλεσμα όλων αυτών ήταν η ασύδωτη άντληση των υπόγειων αποθεμάτων με αποτέλεσμα την συνεχή υποβάθμιση του υδροφόρου ορίζοντα και την απενεργοποίηση αρκετών γεωτρήσεων, λόγω βουλώματος.

Ταυτόχρονα, ειδικότερα από τα τέλη της δεκαετίας του 70' έως και τις αρχές του 2000, έκαναν την εμφάνισή τους, ως μανιτάρια, παράνομες γεωτρήσεις, δίχως σχεδιασμό, οι οποίες άμβλυναν το πρόβλημα.

Παράλληλα η ανυπαρξία σύγχρονου νομοθετικού πλαισίου, όσον αφορά του Τοπικούς Οργανισμούς Εγγείων Βελτιώσεων (Τ.Ο.Ε.Β.), κυρίως στο κομμάτι που αφορά την εισπρακτική πολιτική, οδήγησε σε απαξίωση των έργων και σε βασικές πλέον ελλείψεις λειτουργίας, καθώς το υπάρχον καθεστώς επέτρεπε, στους εκάστοτε εκλεγμένους φίλα προσκείμενους, να εφαρμόσουν την απαίδευτη και δίχως ισότητα και ισοπολιτεία πολιτική τους.

Συμπερασματικά, οι σημαντικότερες περιόδους εμφάνισης φαινομένων ξηρασίας, με χαρακτηρισμούς από ήπια έως και ακραία, για το σύνολο της περιοχής μελέτης, ήταν τα έτη 1972 – 1975, 1977 – 1979, 1988 – 1990, 1993 – 1994, 2001 – 2002 και 2007 – 2008.

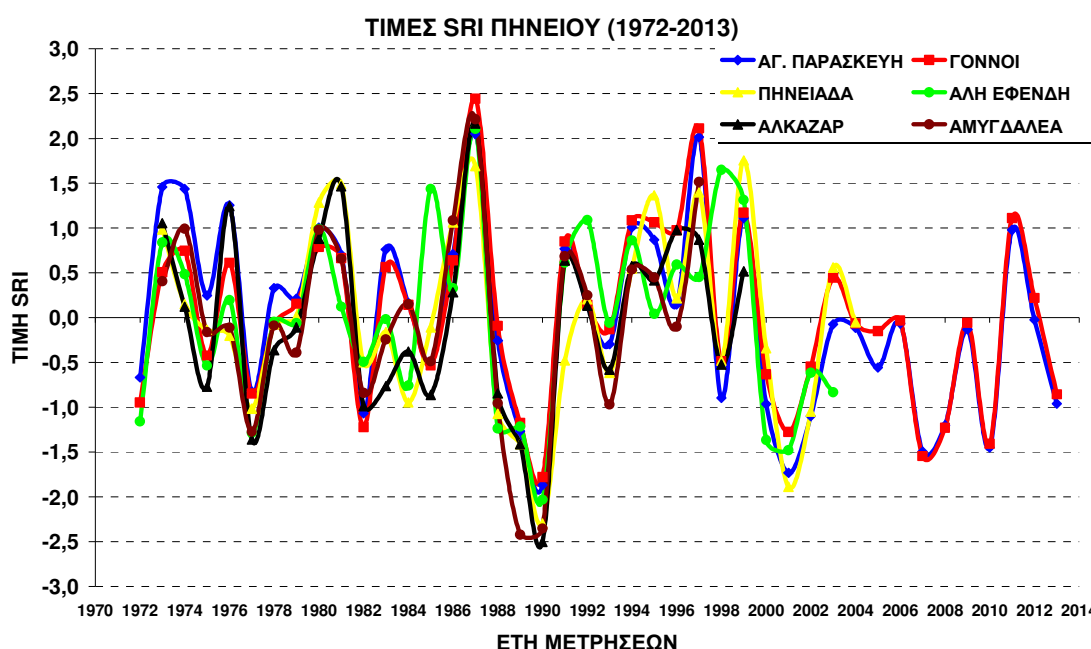
Παράλληλα, όπως διαπιστώνει κανείς και από τα δεδομένα της ανάλυσης, η εμμονή των περιστατικών ξηρασίας δεν ξεπερνά, επί το πλείστον, τα 2 με 3 έτη, με εξαίρεση την περίοδο 1996 – 2002.

Επιπροσθέτως, τα πλέον δυσμενή έτη, που έκανε την εμφάνισή της στη περιοχή επεισόδιο ξηρασίας, με το χαρακτηρισμό σφοδρή έως και ακραία, ήταν τα 1977, 1990, 1993, 2001 και 2007. Τέλος, δεν φαίνεται, τουλάχιστον από τα μέχρι τώρα δεδομένα, ύπαρξη περιοδικότητας στην εκδήλωση του φαινομένου της ξηρασίας στη περιοχή μελέτης.

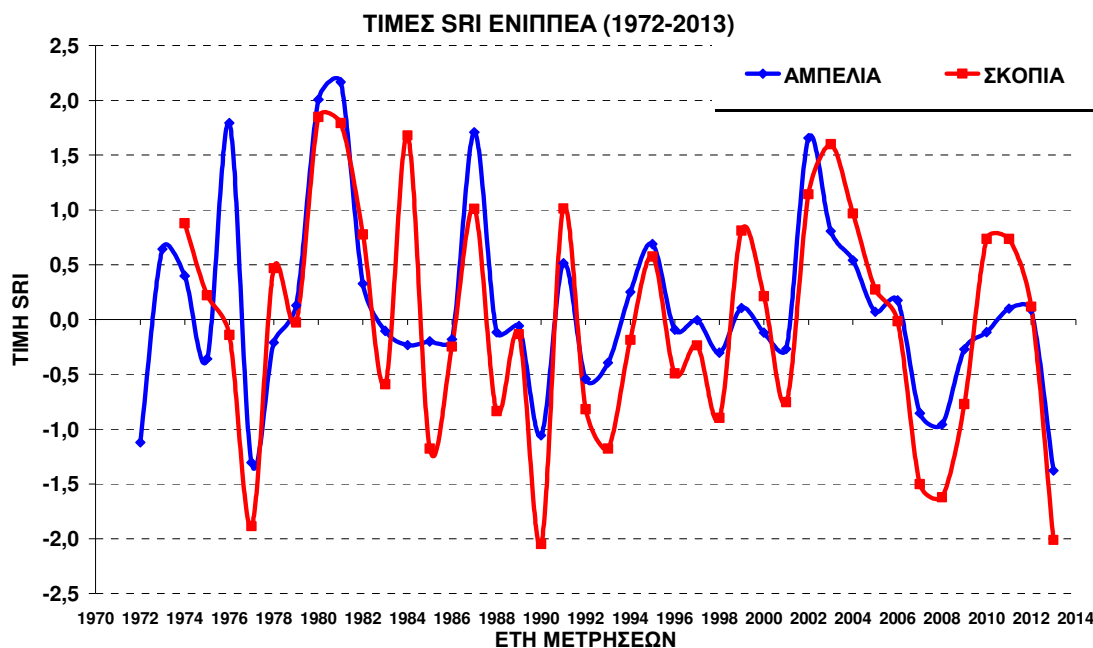
6.4 Επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων

Στοχεύοντας στην περαιτέρω επαλήθευση των αποτελεσμάτων αναγνώρισης των κυριότερων ξηρασιών στη περιοχή μελέτης, κατασκευάστηκαν συγκεντρωτικά διαγράμματα των σημείων μέτρησης παροχής ποταμών και διακύμανσης της στάθμης των γεωτρήσεων.

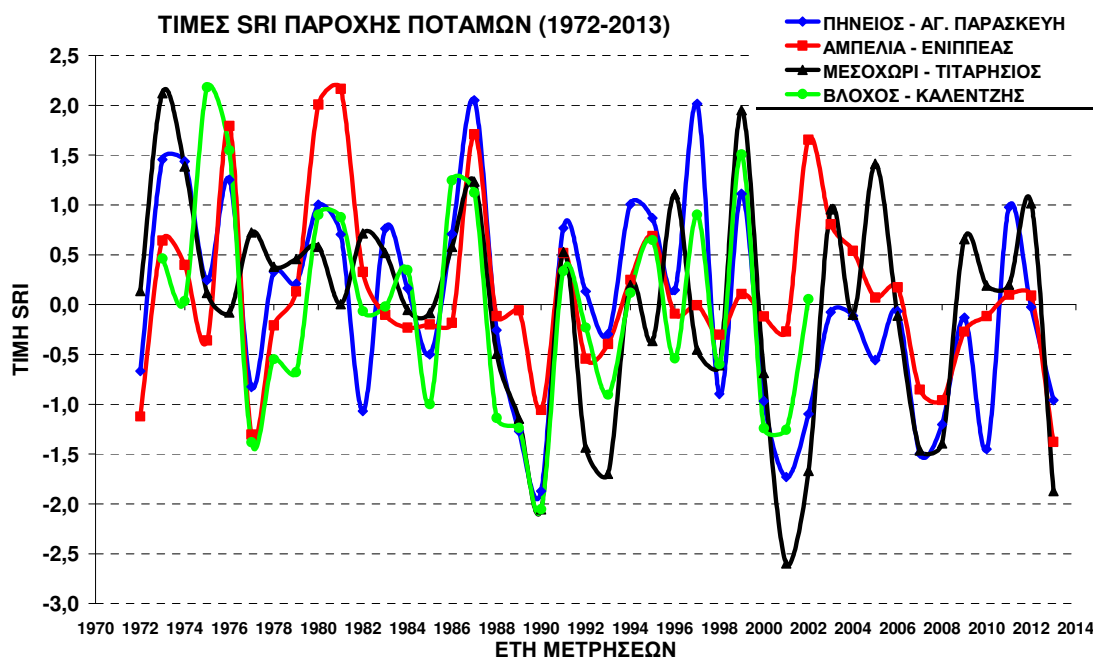
Στα διαγράμματα 6.1. έως και 6.12., που ακολουθούν, απεικονίζονται οι τιμές ετήσιες SRI και SDI για το σύνολο των σημείων μέτρησης και σε ομάδες ανάλογα με την εξεταζόμενη περιοχή.



Διάγραμμα 6.1. Εξέλιξη του ετήσιου δείκτη υδρολογικής ξηρασίας SRI στον Πηνειό ποταμό την περίοδο 1972 – 2013



Διάγραμμα 6.2. Εξέλιξη του ετήσιου δείκτη υδρολογικής ξηρασίας SRI στον Ενιπέα ποταμό την περίοδο 1972 – 2013

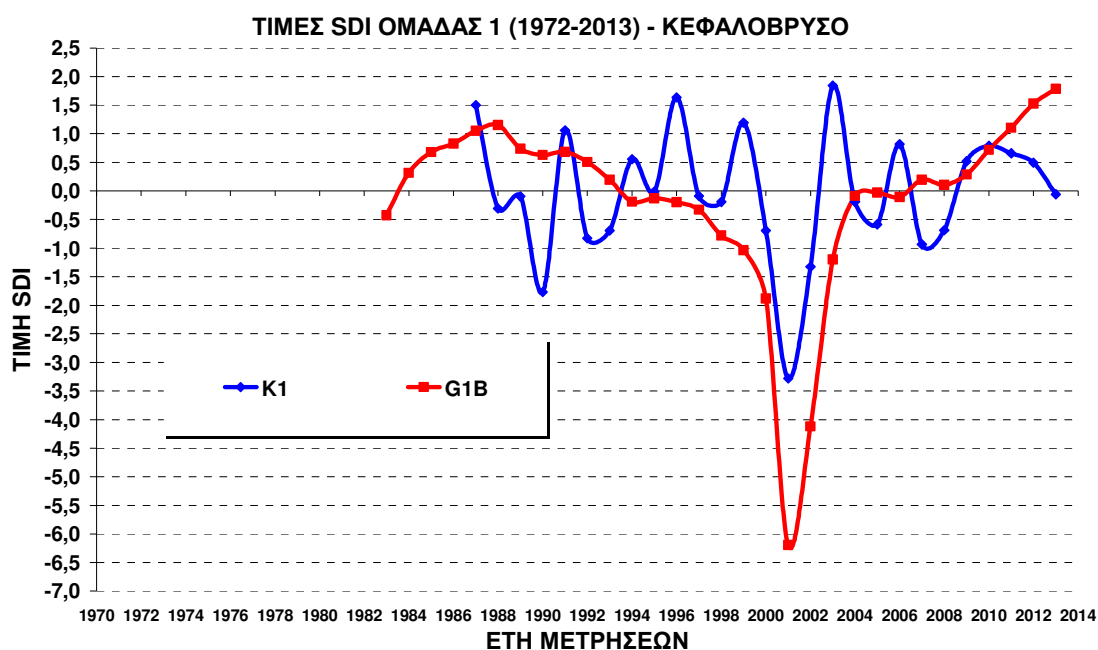


Διάγραμμα 6.3. Εξέλιξη του ετήσιου δείκτη υδρολογικής ξηρασίας SRI στα διάφορα σημεία μέτρησης παροχής στους ποταμούς του Ν. Λάρισας την περίοδο 1972 – 2013

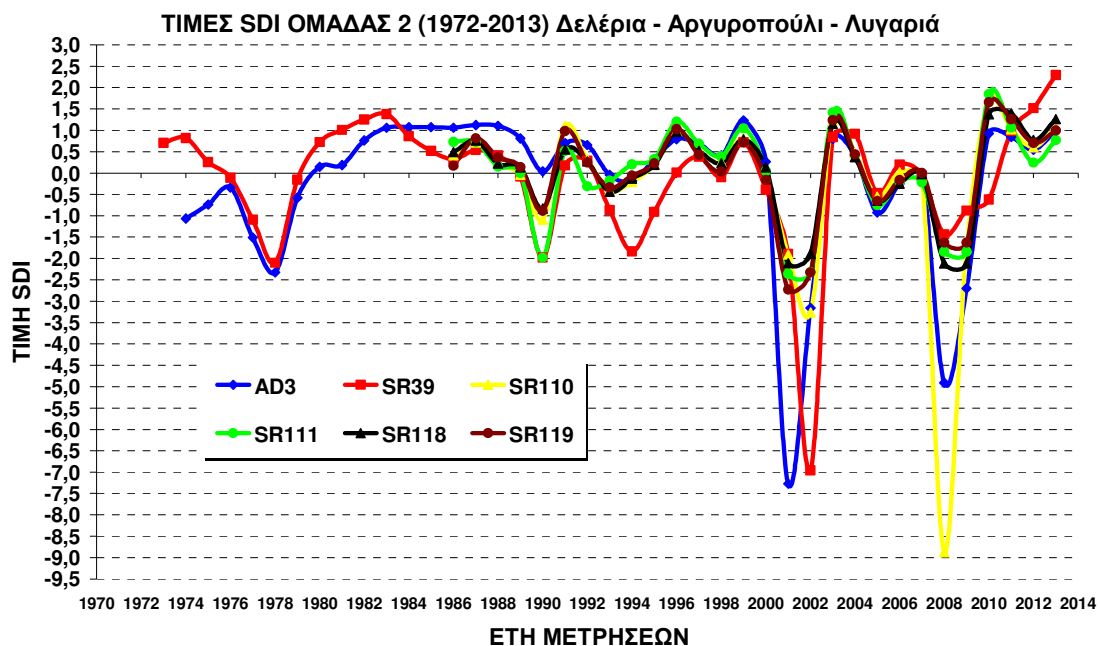
Όπως ήταν αναμενόμενο και από τα παραπάνω διαγράμματα πιστοποιείται ότι, πρώτον, τα δυσμενέστερα έτη εμφάνισης υδρολογικής ξηρασίας ήταν τα 1977, 1990, 1993, 2001 και 2007 και δεύτερον, η διάρκεια των φαινομένων δεν ξεπερνά τα 2 με 3 έτη.

Παράλληλα αποδεικνύεται ότι, η χειρότερη περίοδος υδρολογικής ξηρασίας έκανε την εμφάνισή της, ειδικότερα όσον αφορά τον Πηνειό ποταμό, τα έτη 1988 – 1990.

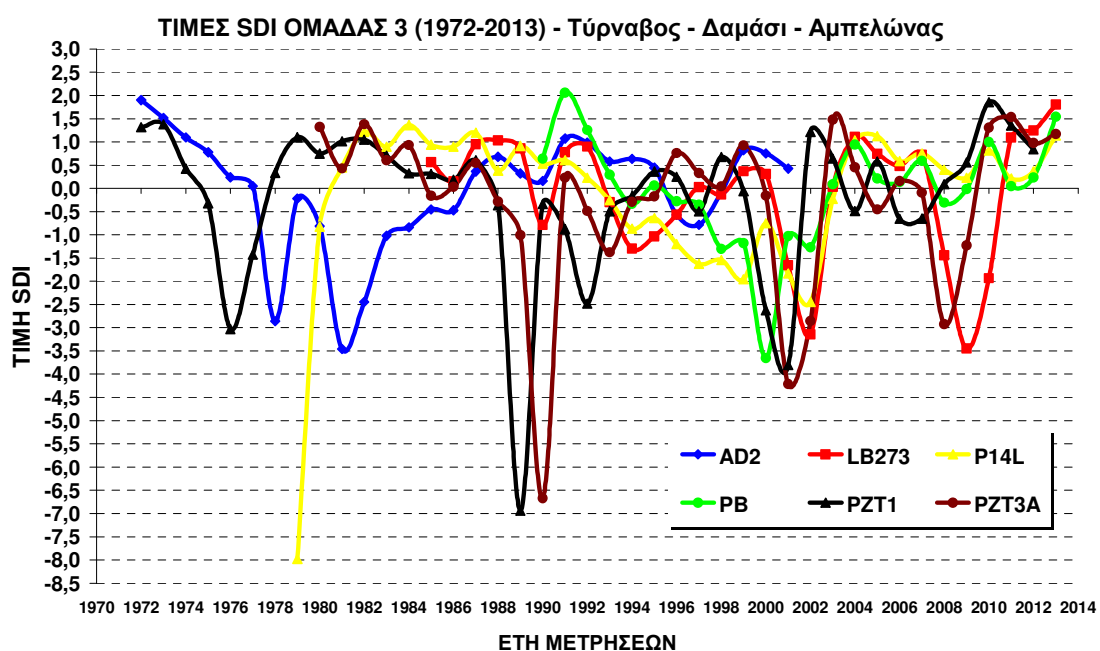
Επίσης, από τα διαγράμματα εξέλιξης του δείκτη υδρολογικής ξηρασίας SRI, αλλά και τα συνολικά διαγράμματα μηνιαίων τιμών παροχής (βλ. κεφάλαιο επεξεργασία υδρολογικών χρονοσειρών), παρουσιάζεται έξαρση των φαινομένων της υδρολογικής ξηρασίας μετά από υψηλές έως και εξαιρετικά υψηλές από πλευράς υδροφορίας χρονιές, με εξαίρεση τη ξηρασία του 2001 – 2002, της οποίας έπεται η χρονιά υψηλής επιφανειακής υδροφορίας.



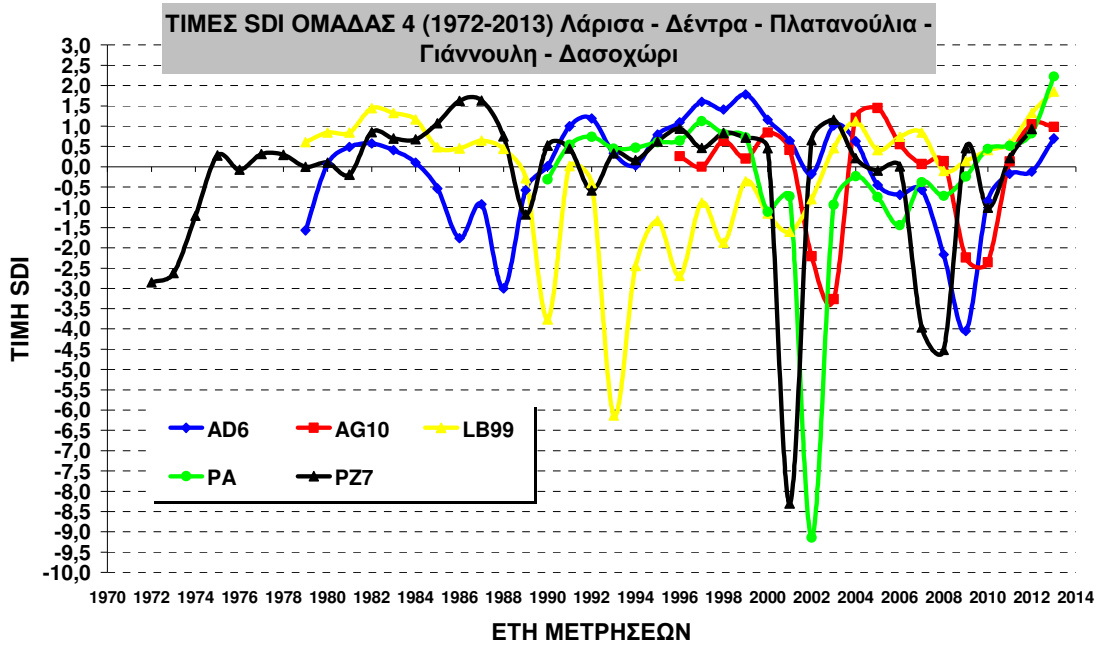
Διάγραμμα 6.4. Εξέλιξη του ετήσιου δείκτη υδρολογικής ξηρασίας SDI της 1^{ης} ομάδας γεωτρήσεων (Κεφαλόβρυσο) την περίοδο 1972 – 2013



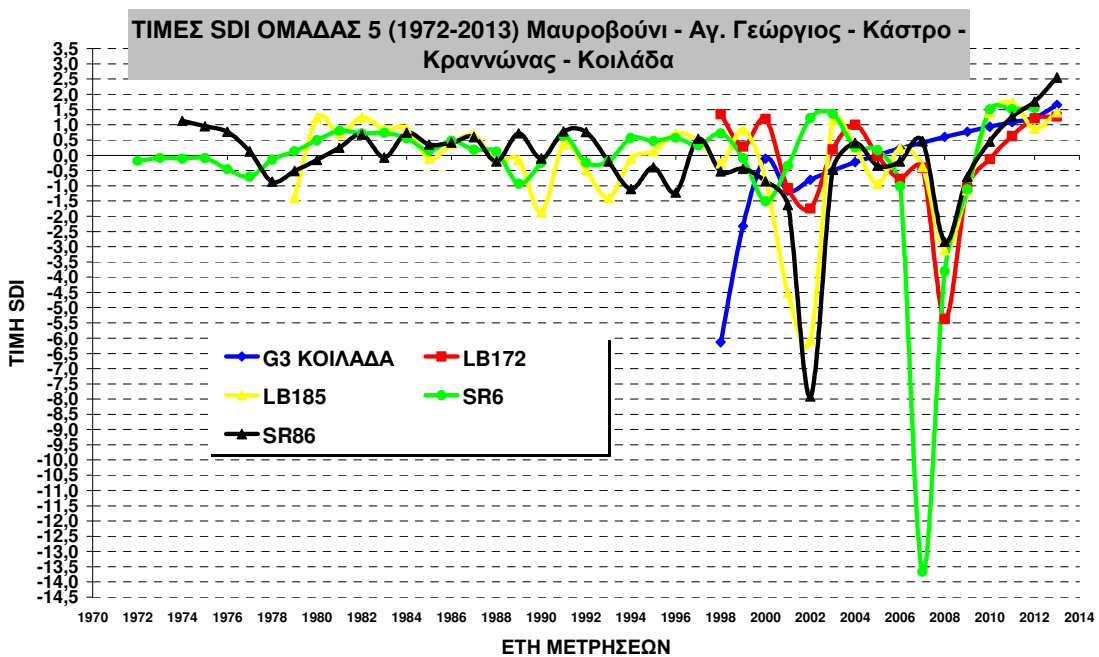
Διάγραμμα 6.5. Εξέλιξη του ετήσιου δείκτη υδρολογικής ξηρασίας SDI της 2^{ης} ομάδας γεωτρήσεων (Δελέρια – Αργυροπούλι - Λυγαριά) την περίοδο 1972 – 2013



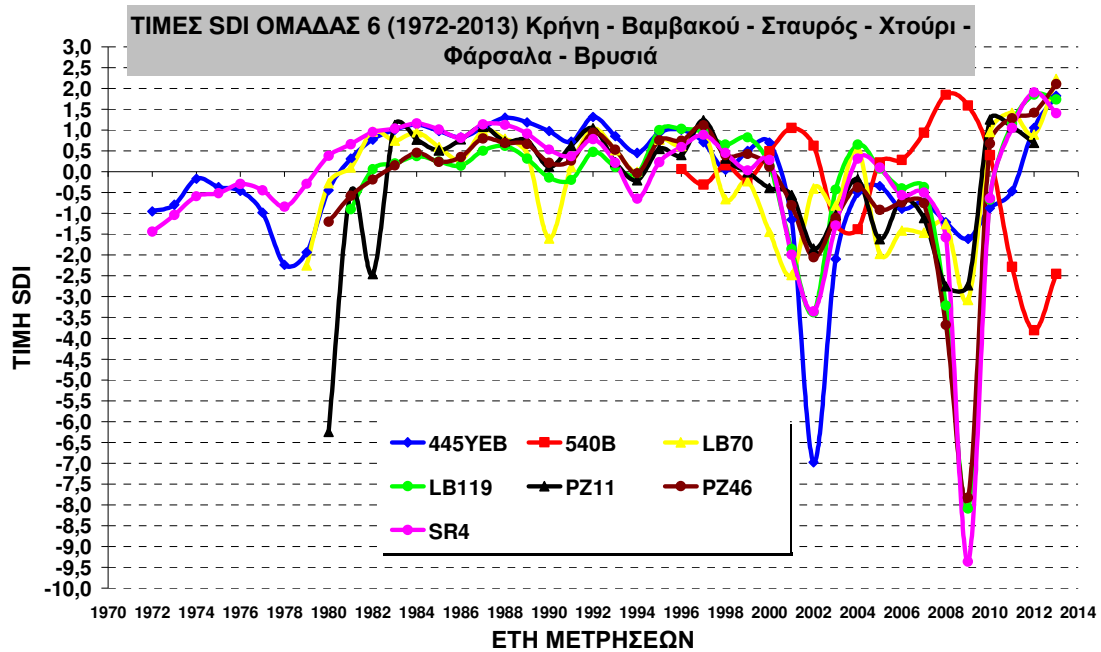
Διάγραμμα 6.6. Εξέλιξη του ετήσιου δείκτη υδρολογικής ξηρασίας SDI της 3^{ης} ομάδας γεωτρήσεων (Τύρναβος – Δαμάσι - Αμπελώνας) την περίοδο 1972 – 2013



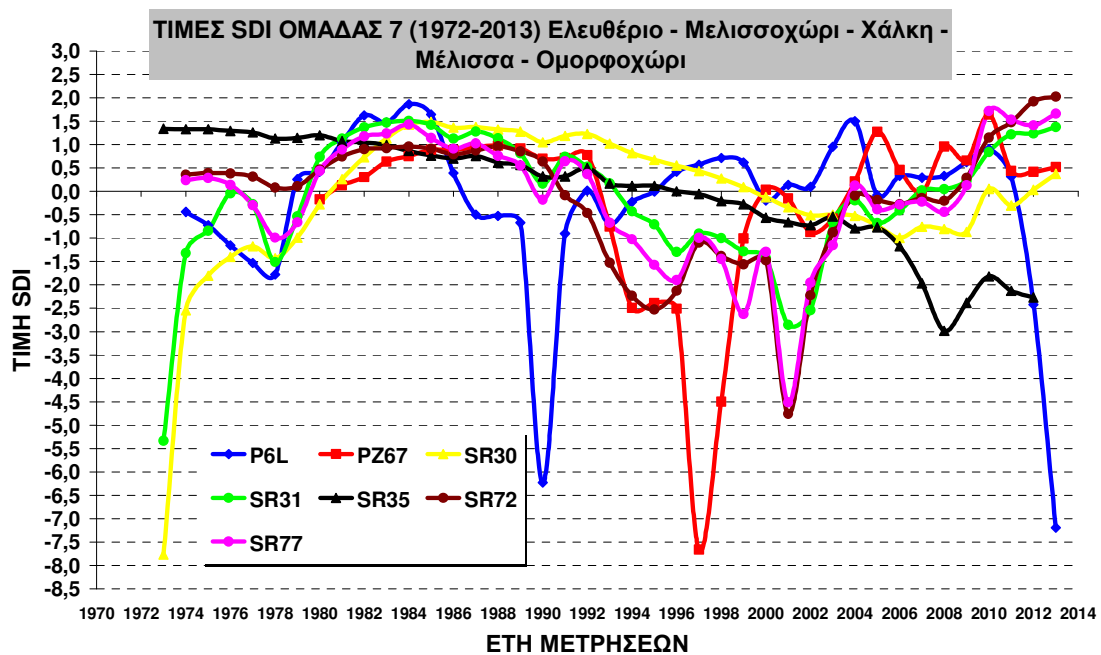
Διάγραμμα 6.7. Εξέλιξη του ετήσιου δείκτη υδρολογικής ξηρασίας SDI της 4^{ης} ομάδας γεωτρήσεων (Λάρισα – Δέντρα – Πλατανούλια – Γιάννουλη – Δασοχώρι) την περίοδο 1972 – 2013



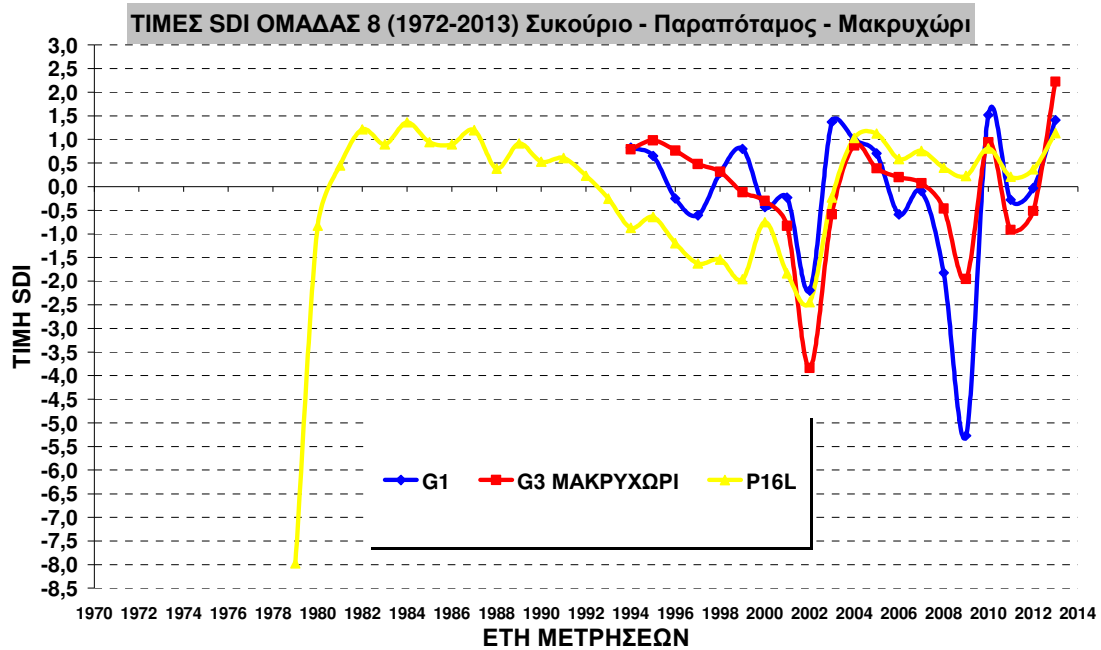
Διάγραμμα 6.8. Εξέλιξη του ετήσιου δείκτη υδρολογικής ξηρασίας SDI της 5^{ης} ομάδας γεωτρήσεων (Μαυροβούνι – Αγ. Γεώργιος – Κάστρο – Κρανιώνας – Κοιλιάδα) την περίοδο 1972 – 2013



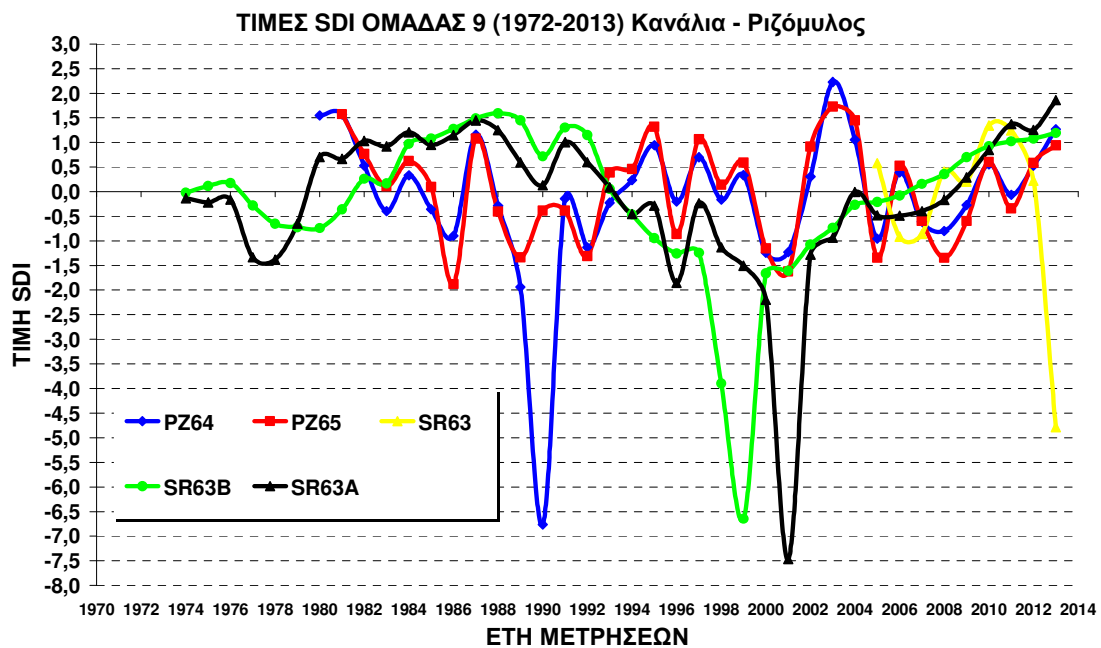
Διάγραμμα 6.9. Εξέλιξη του ετήσιου δείκτη υδρολογικής ξηρασίας SDI της 6^{ης} ομάδας γεωτρήσεων (Κρήνη - Βαμβακού - Σταυρός - Χτούρι - Φάρσαλα - Βρυσιά) την περίοδο 1972 – 2013



Διάγραμμα 6.10. Εξέλιξη του ετήσιου δείκτη υδρολογικής ξηρασίας SDI της 7^{ης} ομάδας γεωτρήσεων (Ελευθέριο - Μελισσοχώρι - Χάλκη - Μέλισσα - Ομορφοχώρι) την περίοδο 1972 – 2013



Διάγραμμα 6.11. Εξέλιξη του ετήσιου δείκτη υδρολογικής ξηρασίας SDI της 8^{ης} ομάδας γεωτρήσεων (Συκούριο - Παραπόταμος – Μακρυχώρι) την περίοδο 1972 – 2013



Διάγραμμα 6.12. Εξέλιξη του ετήσιου δείκτη υδρολογικής ξηρασίας SDI της 9^{ης} ομάδας γεωτρήσεων (Κανάλια - Ριζόμυλος) την περίοδο 1972 – 2013

Επιβεβαιώνεται και από την εξέλιξη του ετήσιου δείκτη ξηρασίας SDI, όπως προέκυψε μετά την αφαίρεση της τάσης, ότι τα σημαντικότερα επεισόδια ξηρασίας έκαναν την εμφάνισή τους τα έτη 1972, 1977, 1990, 1993, 2001 και 2007.

Μάλιστα στις περισσότερες των περιπτώσεων η σφοδρότητα του φαινομένου, όσον αφορά τη σημαντικότητα, ταλαντεύεται μεταξύ των ετών 1990, 2001 και 2007, αποδεικνύοντας τη χωρική διαφορετικότητα της επικινδυνότητας της υδρολογικής ξηρασίας. Παράλληλα παρατηρήθηκαν, σε αντίθεση με τις τιμές του SRI, ακραίες τιμές του δείκτη SDI την τελευταία δεκαετία, εξαιτίας της υπεράντλησης των υπόγειων αποθεμάτων και της αδυναμίας επαναπλήρωσης.

6.5 Ανάλυση επικινδυνότητας ξηρασιών

6.5.1 Γενικά

Η ανάγκη εκτίμησης των επιπτώσεων μίας υδρολογικής ξηρασίας προϋποθέτει την κατάρτιση του υδατικού ισοζυγίου της περιοχής μελέτης, που θα αποτυπώνει τη σχέση μεταξύ της φυσικής προσφοράς και της ζήτησης νερού. Λόγω της συνεχώς μεταβαλλόμενης, χωρικά και χρονικά, σχέσης προσφοράς και ζήτησης, εξαιτίας της τυχαιότητας των μεταβλητών, ήταν σαφής η αδυναμία προσέγγισης με ένα συγκεκριμένο διαχειριστικό σχέδιο.

Ειδικότερα, η ζήτηση στη περιοχή μελέτης, εφόσον δεν υπάρχουν τα ανάλογα στατιστικά δεδομένα (καλλιεργούμενη έκταση, αρδευόμενη έκταση, μέθοδοι άρδευσης, είδη καλλιεργειών) για το σύνολο των ετών, είναι αδύνατο να υπολογιστεί επακριβώς, με σαφή την πιθανότητα αστοχίας.

Αντίστοιχα και η έννοια της προσφοράς νερού χρήζει περαιτέρω εμβάθυνσης, καθώς σε καμία περίπτωση δεν ταυτίζεται με τη διαθεσιμότητα του νερού, διότι, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η περιοχή μελέτης του Ν. Λάρισας πάσχει από σημαντικά επιφανειακά τεχνικά έργα αξιοποίησης των υδατικών πόρων (έργα σύλληψης, αποθήκευσης, μεταφοράς και διανομής νερού) και επομένως, ακόμα και σε συνθήκες απεριόριστης προσφοράς νερού, δεν μπορεί να ικανοποιηθεί η ζήτηση.

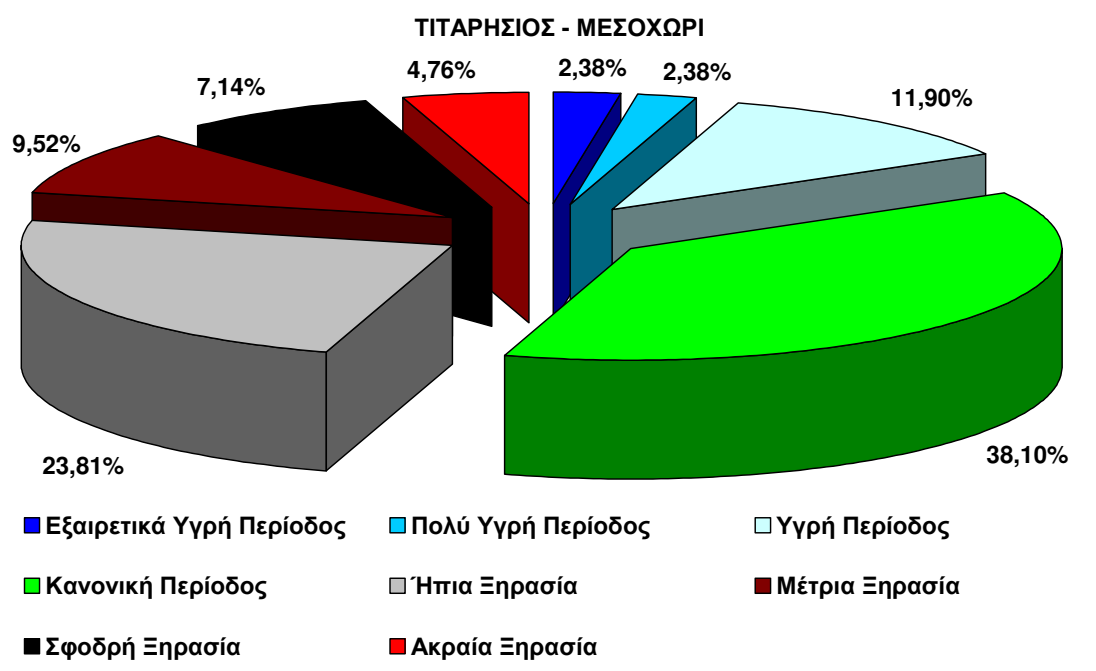
Άλλωστε δεν είναι τυχαίο ότι η διεθνής πρακτική, αντί να αντιμετωπίσει το πλήρες (και πολυσύνθετο) διαχειριστικό πρόβλημα, υιοθετεί υπέρ του δέοντος αδρομερείς προσεγγίσεις, χρησιμοποιώντας γενικούς δείκτες ισοζυγίου, όπως ο WEI, που αναφέρονται σε μέσες καταστάσεις προσφοράς

και ζήτησης νερού, χωρίς να λαμβάνουν καθόλου υπόψη τις υπάρχουσες τεχνικές υποδομές. Με τον τρόπο αυτό προκύπτει μια γενική μόνο εικόνα της επικινδυνότητας κάθε περιοχής, που όμως δεν έχει επιχειρησιακή χρησιμότητα, καθώς δεν αποτυπώνεται η τρέχουσα επικινδυνότητα, αλλά η μέση ετήσια (Μαμάσης και Ευστρατιάδης, 2012).

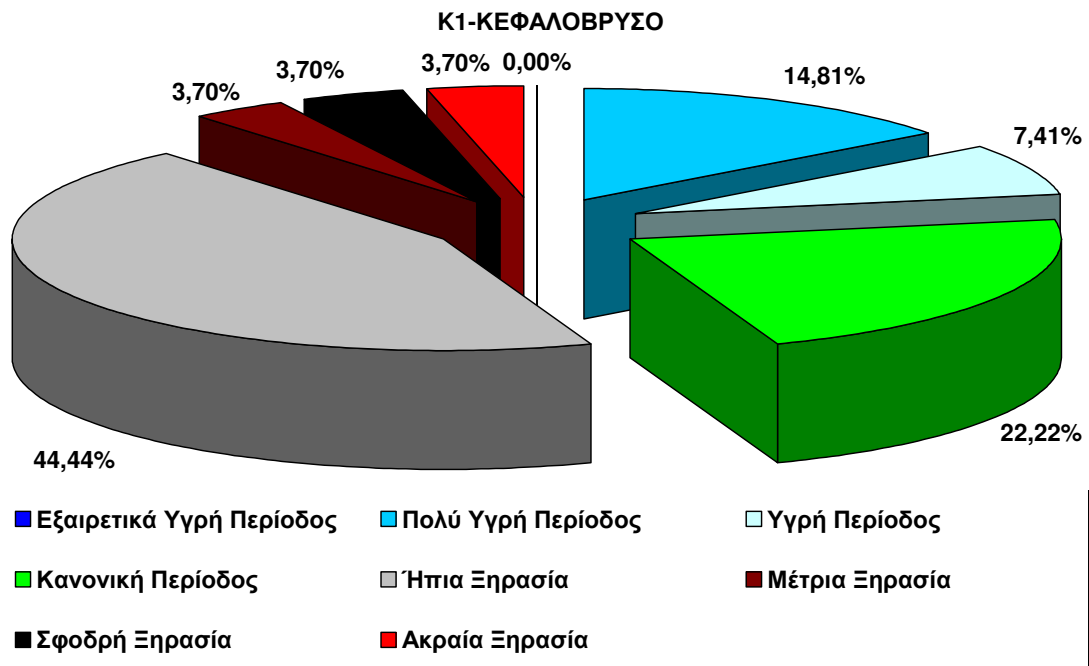
Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης, δεδομένης της έλλειψης στοιχείων ζήτησης και προσφοράς για το σύνολο των ετών, η αποτίμηση της επικινδυνότητας των ξηρασιών έγινε με μία συμβατική προσέγγιση, προσδιορισμού των ποσοστών εμφάνισης ξηρασίας ανά περιοχή, όπως υπολογίστηκαν με τους δείκτες εκτίμησης ξηρασίας.

Στα διαγράμματα 6.13. έως και 6.31., που ακολουθούν, απεικονίζονται τα ποσοστά επικινδυνότητας των διαφόρων περιοχών του Ν. Λάρισας, όπως προέκυψαν από την ανάλυση των δεικτών SRI και SDI για τη χρονοσειρά 1972 – 2013.

6.5.2 Βορειοδυτική περιοχή του Ν. Λάρισας



Διάγραμμα 6.13. Ποσοστά υδροφορίας σύμφωνα με το δείκτη υδρολογικής ξηρασίας SRI στη θέση Μεσοχώρι (Τιταρήσιος)



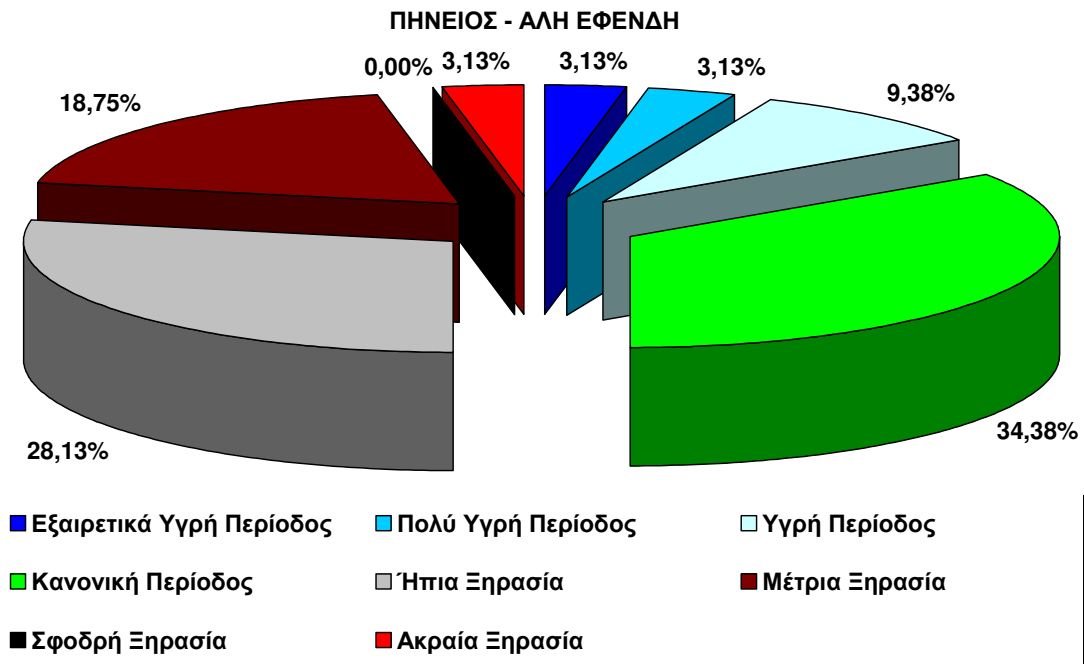
Διάγραμμα 6.14. Ποσοστά υδροφορίας σύμφωνα με το δείκτη υδρολογικής ξηρασίας SDI στη θέση Κεφαλόβρυσο (Γεώτρηση Κ1)

Η συγκεκριμένη περιοχή εμφανίζει ποσοστά καλής υδροφορίας (κανονική περίοδος έως και εξαιρετικά υγρή περίοδος) που κυμαίνονται από 44,44 – 54,76% και αντίστοιχα κακής υδροφορίας (ήπια έως και ακραία ξηρασία), που κυμαίνονται από 45,24 – 55,56%. Επομένως η συγκεκριμένη περιοχή, σύμφωνα με τα δεδομένα των ετών 1972 – 2013, διακατέχεται από ισόποσες περιόδους καλής και κακής υδροφορίας.

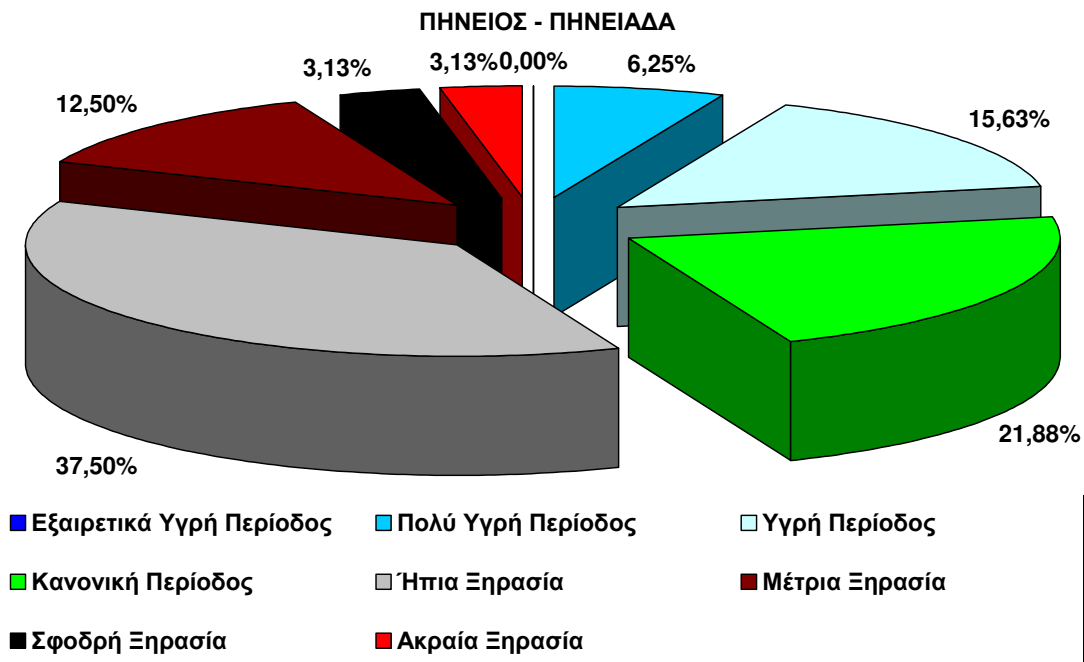
Παράλληλα, το ποσοστό των εξαιρετικά ακραίων φαινομένων ξηρασίας (σφοδρή και ακραία) κυμαίνεται από 7,41 – 11,90%, επί του συνόλου των ετών μέτρησης, και αντίστοιχα το ποσοστό των εξαιρετικά ακραίων φαινομένων υψηλής υδροφορίας (εξαιρετικά υγρή και πολύ υγρή περίοδος) κυμαίνεται από 4,76 – 14,81%.

Συμπερασματικά η Βορειοδυτική περιοχή του Ν. Λάρισας μπορεί να θεωρηθεί μέτριας επικινδυνότητας και αναγκαία είναι η μελέτη και κατασκευή τεχνικών έργων επιφανειακής αποθήκευσης, μεταφοράς και διανομής του νερού.

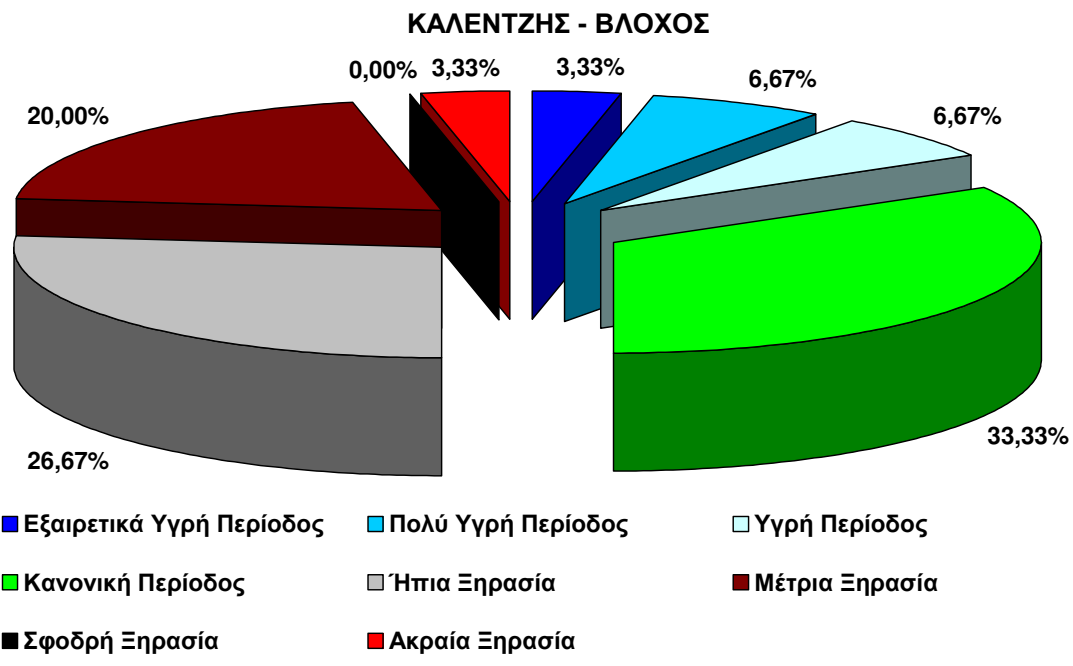
6.5.3 Δυτική περιοχή του Ν. Λάρισας



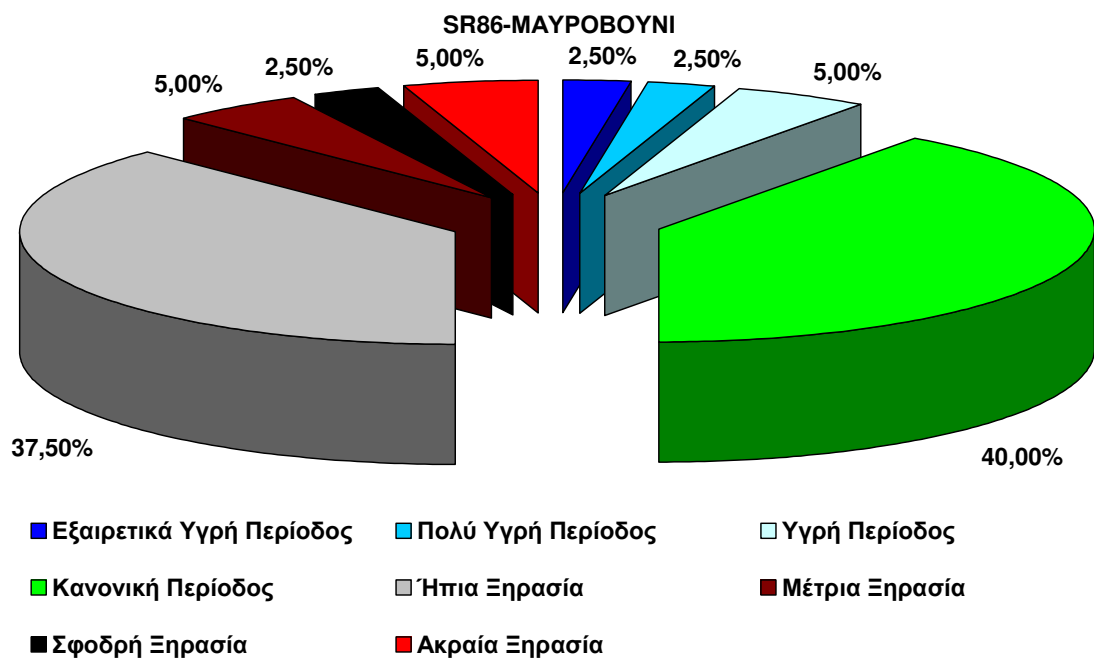
Διάγραμμα 6.15. Ποσοστά υδροφορίας σύμφωνα με το δείκτη υδρολογικής ξηρασίας SRI στη θέση Αλή Εφένδη (Πηνειός)



Διάγραμμα 6.16. Ποσοστά υδροφορίας σύμφωνα με το δείκτη υδρολογικής ξηρασίας SRI στη θέση Πηνειάδα (Πηνειός)



Διάγραμμα 6.17 Ποσοστά υδροφορίας σύμφωνα με το δείκτη υδρολογικής ξηρασίας SRI στη θέση Βλοχός (Καλέντζης)

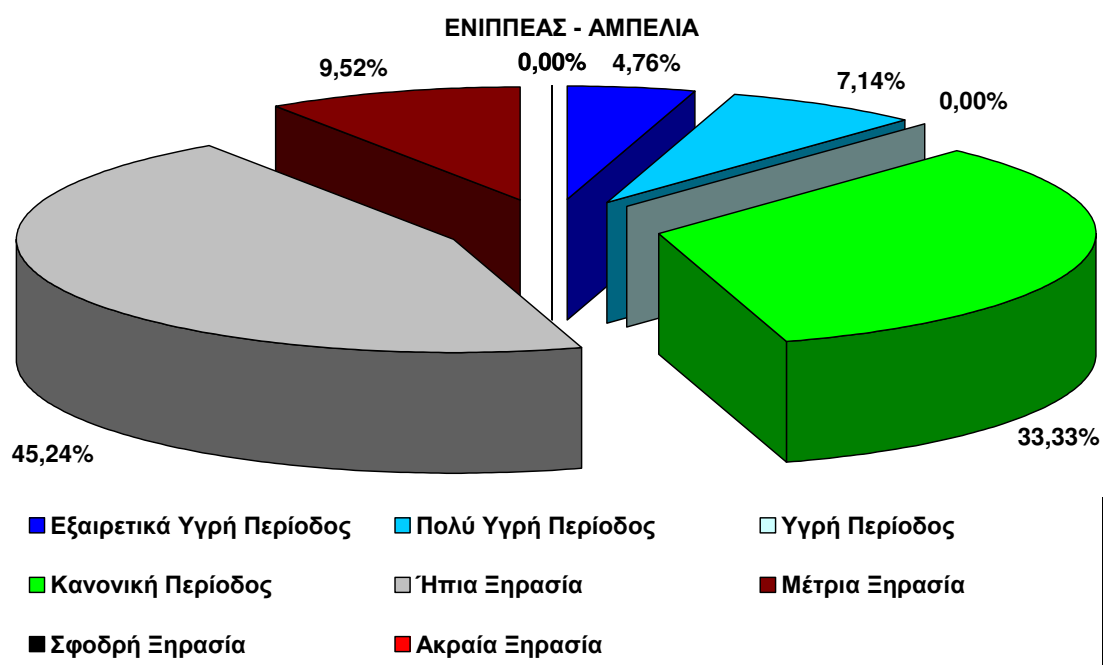


Διάγραμμα 6.18. Ποσοστά υδροφορίας σύμφωνα με το δείκτη υδρολογικής ξηρασίας SDI στη θέση Μαυροβούνι (Γεώτρηση SR86)

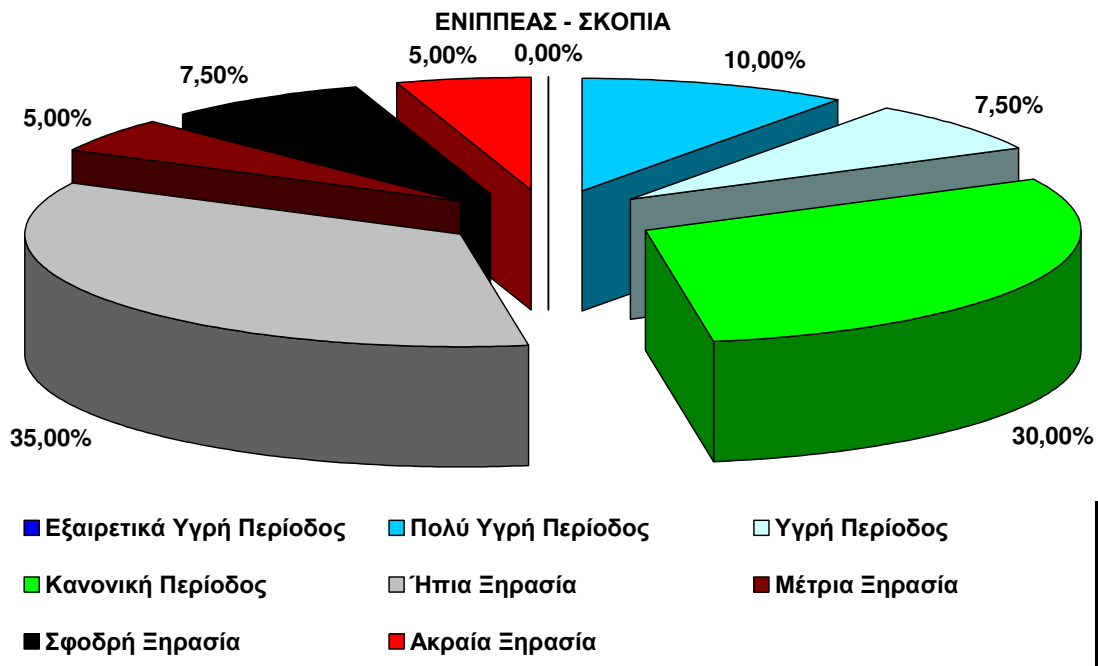
Η συγκεκριμένη περιοχή εμφανίζει ποσοστά καλής υδροφορίας (κανονική περίοδος έως και εξαιρετικά υγρή περίοδος) που κυμαίνονται από 43,75 – 50,00% και αντίστοιχα κακής υδροφορίας (ήπια έως και ακραία ξηρασία), που κυμαίνονται από 50,00 – 56,25%. Επομένως στη συγκεκριμένη περιοχή, σύμφωνα με τα δεδομένα των ετών 1972 – 2013, υπερτερούν ελαφρώς οι περίοδοι κακής υδροφορίας, αλλά κυρίως με τη μορφή ήπιας ξηρασίας. Επιπροσθέτως, το ποσοστό των εξαιρετικά ακραίων φαινομένων ξηρασίας (σφοδρή και ακραία) κυμαίνεται από 3,13 – 6,25%, επί του συνόλου των ετών μέτρησης, και αντίστοιχα το ποσοστό των εξαιρετικά ακραίων φαινομένων υψηλής υδροφορίας (εξαιρετικά υγρή και πολύ υγρή περίοδος) κυμαίνεται από 6,25 – 10,00%.

Συμπερασματικά η Δυτική περιοχή του Ν. Λάρισας μπορεί να θεωρηθεί μέτριας έως χαμηλής επικινδυνότητας, όσον αφορά την εκδήλωση ξηρασίας, ενώ απαραίτητη είναι η μελέτη και κατασκευή τεχνικών έργων επιφανειακής αποθήκευσης, μεταφοράς και διανομής του νερού, καθώς και η συντήρηση (καθαρισμός – εκβάθυνση) των ήδη υπάρχοντων έργων αποστράγγισης.

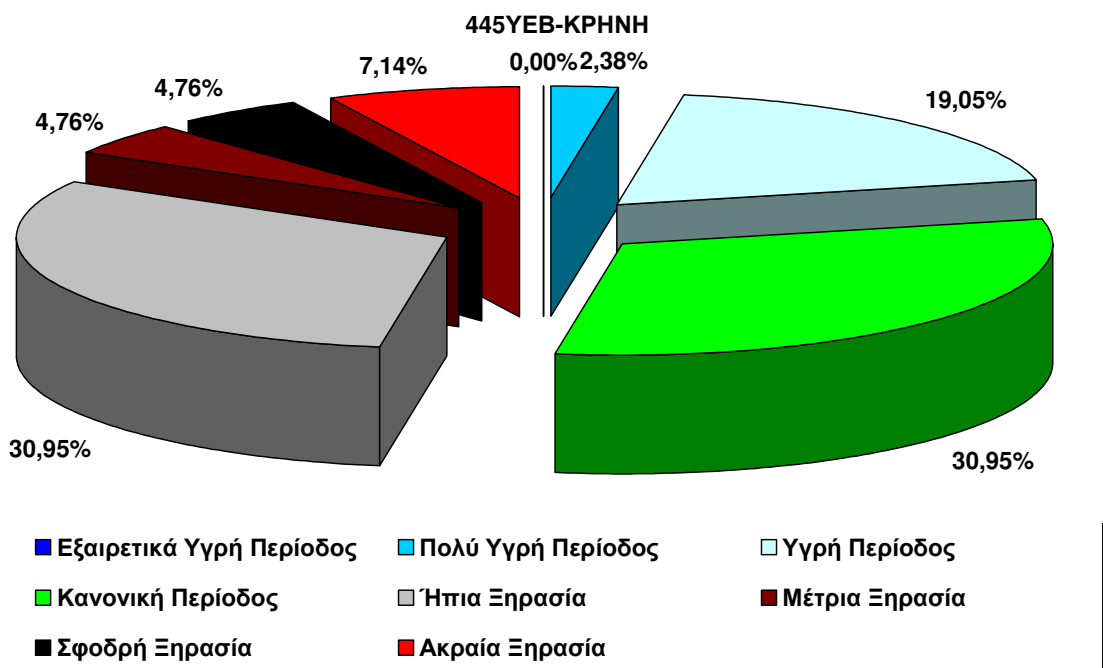
6.5.4 Νότια και Νοτιοδυτική περιοχή του Ν. Λάρισας



Διάγραμμα 6.19. Ποσοστά υδροφορίας σύμφωνα με το δείκτη υδρολογικής ξηρασίας SRI στη θέση Αμπελιά (Ενιππέας)



Διάγραμμα 6.20. Ποσοστά υδροφορίας σύμφωνα με το δείκτη υδρολογικής ξηρασίας SRI στη θέση Σκοπιά (Ενιππέας)

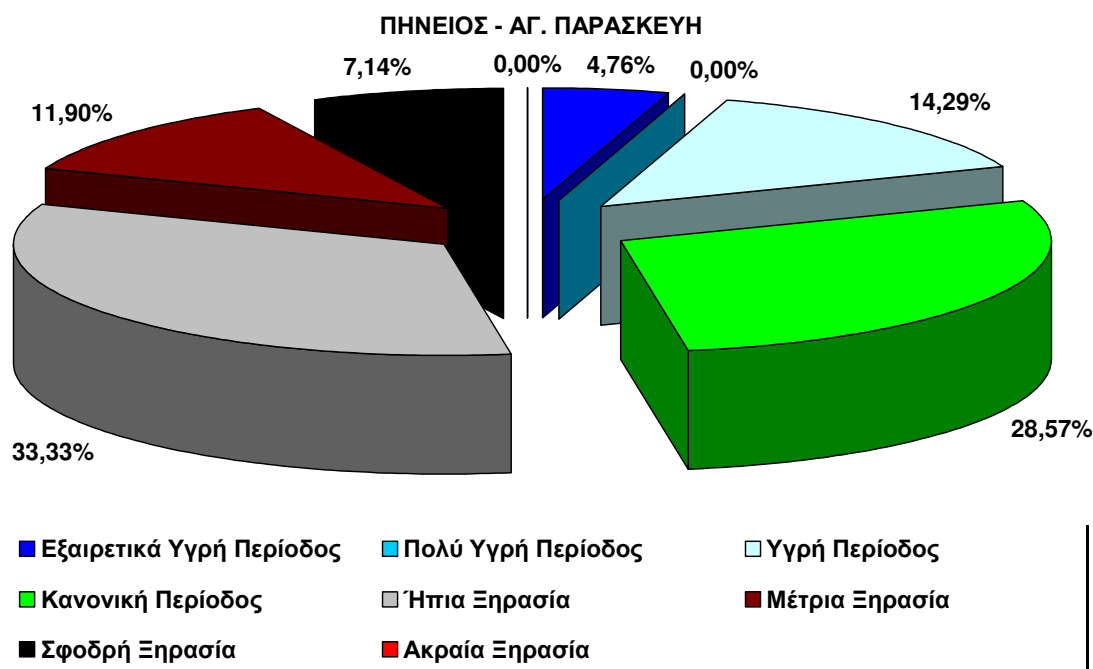


Διάγραμμα 6.21. Ποσοστά υδροφορίας σύμφωνα με το δείκτη υδρολογικής ξηρασίας SDI στη θέση Κρήνη (Γεώτρηση 445ΥΕΒ)

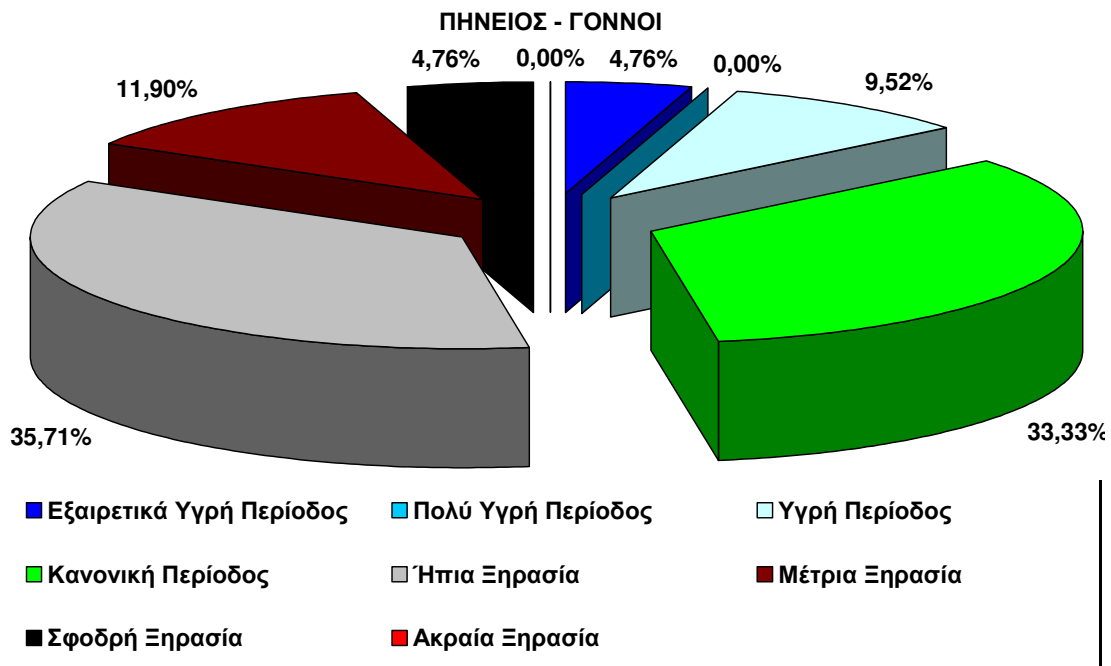
Και η περίπτωση της Νότιας και Νοτιοδυτικής περιοχής του Ν. Λάρισας διακατέχεται από ισόποσες περιόδους καλής και κακής υδροφορίας, καθώς τα ποσοστά καλής υδροφορίας (κανονική περίοδος έως και εξαιρετικά υγρή περίοδος) κυμαίνονται από 45,24 – 52,38% και αντίστοιχα κακής υδροφορίας (ήπια έως και ακραία ξηρασία), κυμαίνονται από 47,62 – 54,76%. Παράλληλα, το ποσοστό των εξαιρετικά ακραίων φαινομένων ξηρασίας (σφοδρή και ακραία) κυμαίνεται από 0,00 – 11,90%, επί του συνόλου των ετών μέτρησης, και αντίστοιχα το ποσοστό των εξαιρετικά ακραίων φαινομένων υψηλής υδροφορίας (εξαιρετικά υγρή και πολύ υγρή περίοδος) κυμαίνεται από 2,38 – 11,90%.

Συμπερασματικά η Νότια και Νοτιοδυτική περιοχή του Ν. Λάρισας μπορεί να θεωρηθεί μέτριας έως χαμηλής επικινδυνότητας εκδήλωσης φαινομένων υδρολογικής ξηρασίας και αναγκαία είναι η μελέτη και κατασκευή τεχνικών έργων επιφανειακής αποθήκευσης, μεταφοράς και διανομής του νερού.

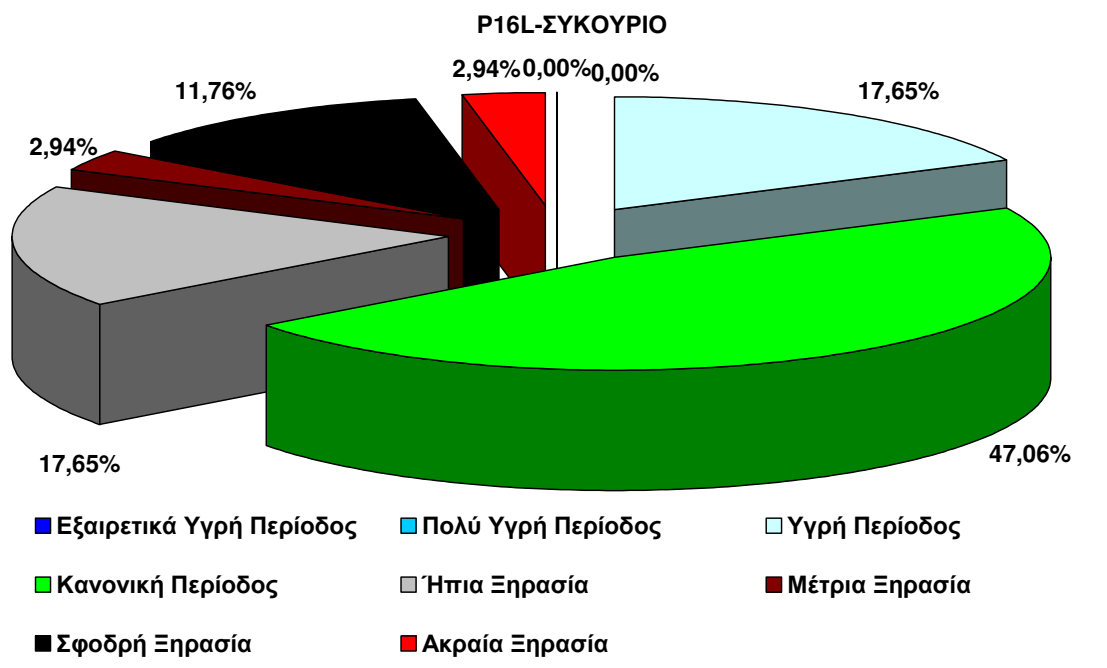
6.5.5 Βορειοανατολική περιοχή του Ν. Λάρισας



Διάγραμμα 6.22. Ποσοστά υδροφορίας σύμφωνα με το δείκτη υδρολογικής ξηρασίας SRI στη θέση Αγ. Παρασκευή (Πηνειός)



Διάγραμμα 6.23. Ποσοστά υδροφορίας σύμφωνα με το δείκτη υδρολογικής ξηρασίας SRI στη θέση Γόννοι (Πηνειός)



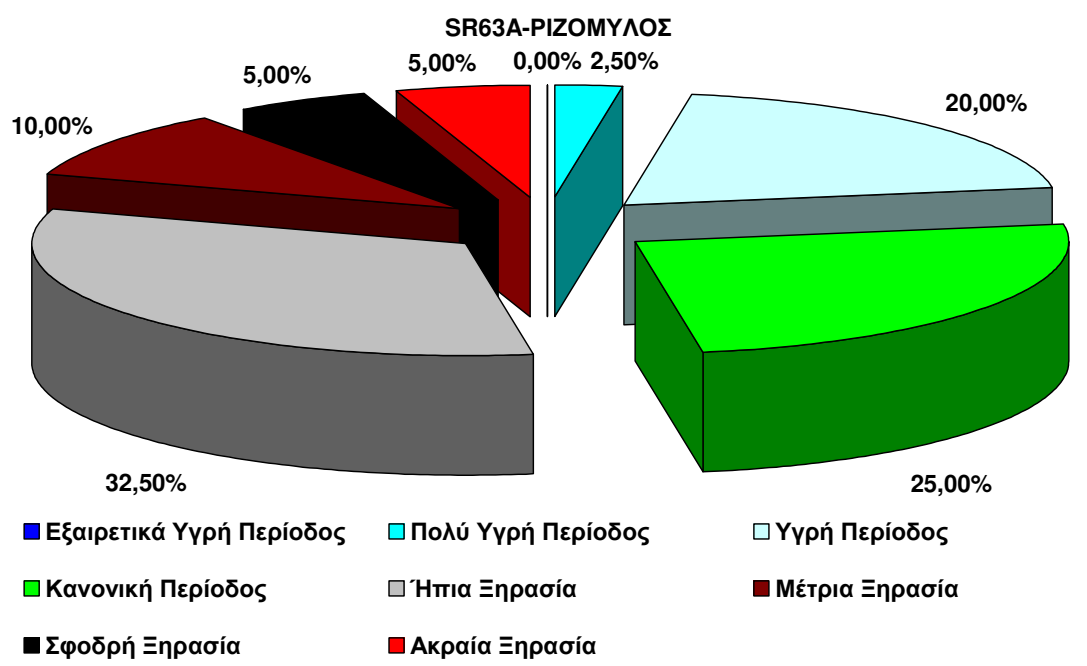
Διάγραμμα 6.24. Ποσοστά υδροφορίας σύμφωνα με το δείκτη υδρολογικής ξηρασίας SDI στη θέση Συκούριο (Γεώτρηση Π16Λ)

Η συγκεκριμένη περιοχή εμφανίζει ποσοστά καλής υδροφορίας (κανονική περίοδος έως και εξαιρετικά υγρή περίοδος) που κυμαίνονται από 47,62 – 64,71% και αντίστοιχα κακής υδροφορίας (ήπια έως και ακραία ξηρασία), που κυμαίνονται από 35,29 – 52,38%. Επομένως στη συγκεκριμένη περιοχή, σύμφωνα με τα δεδομένα των ετών 1972 – 2013, υπερτερούν σαφώς οι περίοδοι καλής υδροφορίας. Μεταξύ των κατηγοριών υδροφορίας, αυξημένα ποσοστά εμφανίζουν, η κανονική περίοδος υδροφορίας και η περίοδος ήπιας ξηρασίας.

Παράλληλα, το ποσοστό των εξαιρετικά ακραίων φαινομένων ξηρασίας (σφοδρή και ακραία) κυμαίνεται από 7,14 – 14,71%, επί του συνόλου των ετών μέτρησης, και αντίστοιχα το ποσοστό των εξαιρετικά ακραίων φαινομένων υψηλής υδροφορίας (εξαιρετικά υγρή και πολύ υγρή περίοδος) κυμαίνεται, μόλις, από 0,00 – 4,76%.

Συμπερασματικά η Βορειοανατολική περιοχή του Ν. Λάρισας μπορεί να θεωρηθεί μέτριας έως και υψηλής επικινδυνότητας, όσον αφορά την εκδήλωση ξηρασίας, ενώ απαραίτητη είναι η μελέτη και κατασκευή τεχνικών έργων επιφανειακής αποθήκευσης, μεταφοράς και διανομής του νερού.

6.5.6 Νοτιοανατολική περιοχή του Ν. Λάρισας

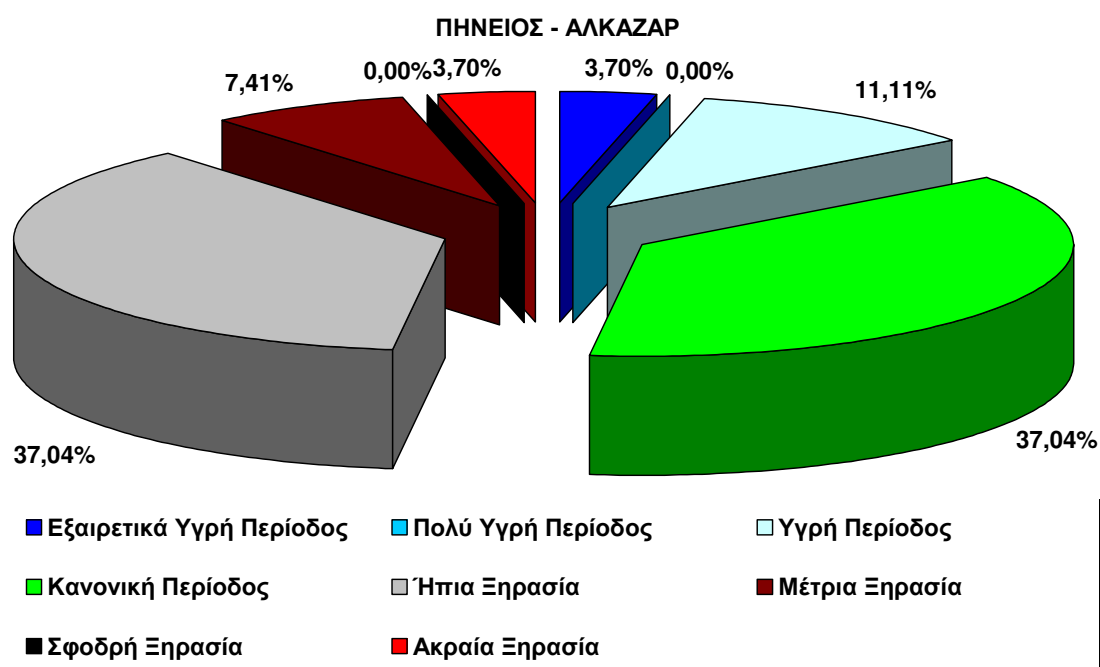


Διάγραμμα 6.25. Ποσοστά υδροφορίας σύμφωνα με το δείκτη υδρολογικής ξηρασίας SDI στη θέση Ριζόμυλος (Γεώτρηση SR63A)

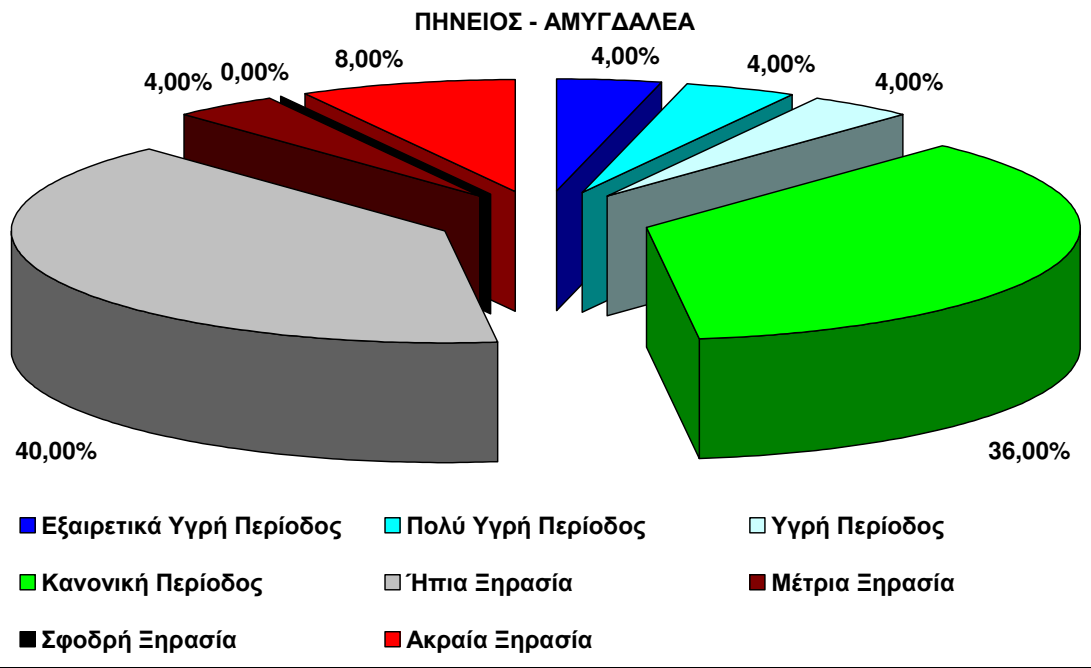
Η συγκεκριμένη περιοχή, λαμβάνοντας υπόψη το μικρό αυτό αριθμό δεδομένων, εμφανίζει ποσοστό καλής υδροφορίας (κανονική περίοδος έως και εξαιρετικά υγρή περίοδος) που αγγίζει το 47,50% και αντίστοιχα κακής υδροφορίας (ήπια έως και ακραία ξηρασία), που αγγίζει το 52,50%. Επομένως, η συγκεκριμένη περιοχή μελέτης, διακατέχεται από ισόποσες περιόδους καλής και κακής υδροφορίας. Επιπροσθέτως, το ποσοστό των εξαιρετικά ακραίων φαινομένων ξηρασίας (σφοδρή και ακραία) αγγίζει το 10,00%, επί του συνόλου των ετών μέτρησης, και αντίστοιχα το ποσοστό των εξαιρετικά ακραίων φαινομένων υψηλής υδροφορίας (εξαιρετικά υγρή και πολύ υγρή περίοδος) αγγίζει το 2,50%.

Συμπερασματικά η Νοτιοανατολική περιοχή του Ν. Λάρισας μπορεί να θεωρηθεί μέτριας έως και υψηλής επικινδυνότητας, όσον αφορά την εκδήλωση ξηρασίας, ενώ απαραίτητη είναι η μελέτη και κατασκευή τεχνικών έργων επιφανειακής αποθήκευσης, μεταφοράς και διανομής του νερού, καθώς και η συντήρηση (καθαρισμός – εκβάθυνση) των ήδη υπάρχοντων έργων αποστράγγισης.

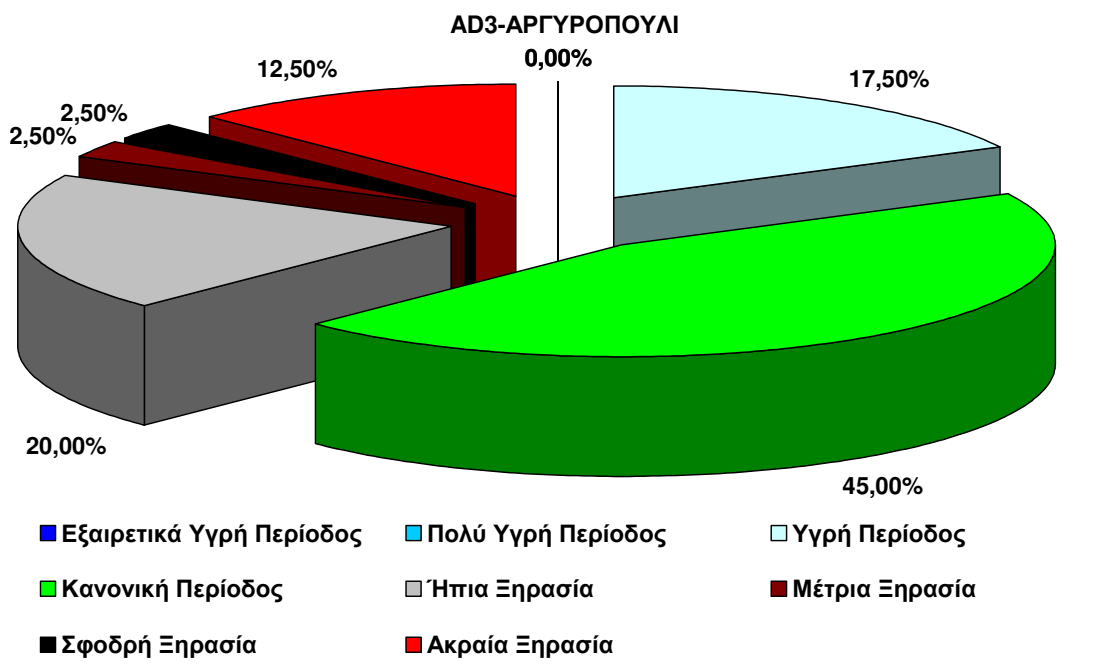
6.5.7 Κεντρική και Κεντροανατολική περιοχή του Ν. Λάρισας



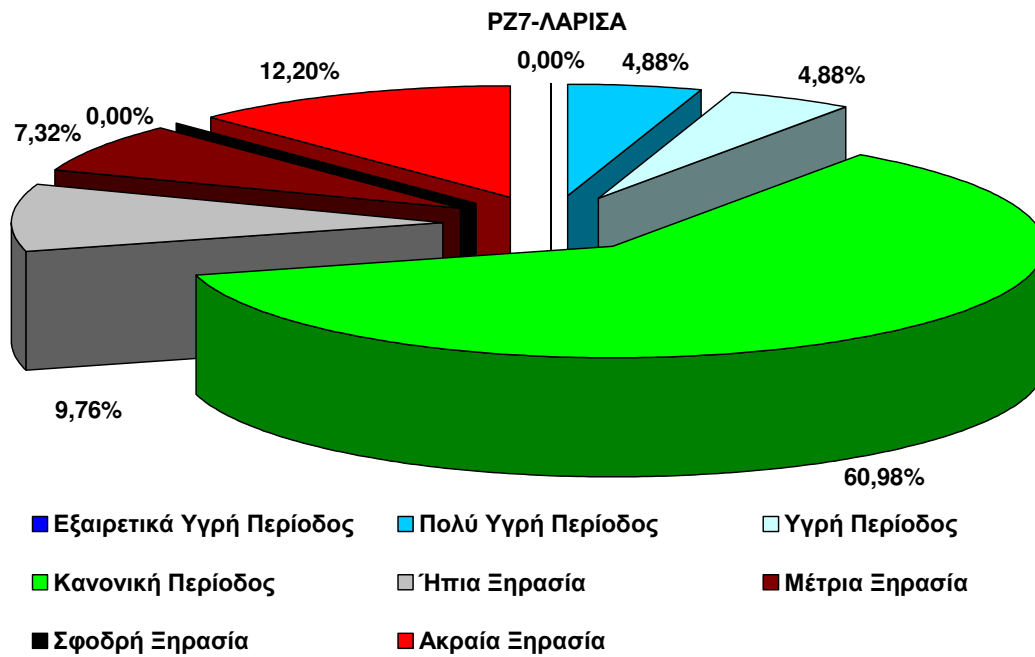
Διάγραμμα 6.26. Ποσοστά υδροφορίας σύμφωνα με το δείκτη υδρολογικής ξηρασίας SRI στη θέση Αλκαζάρ (Πηνειός)



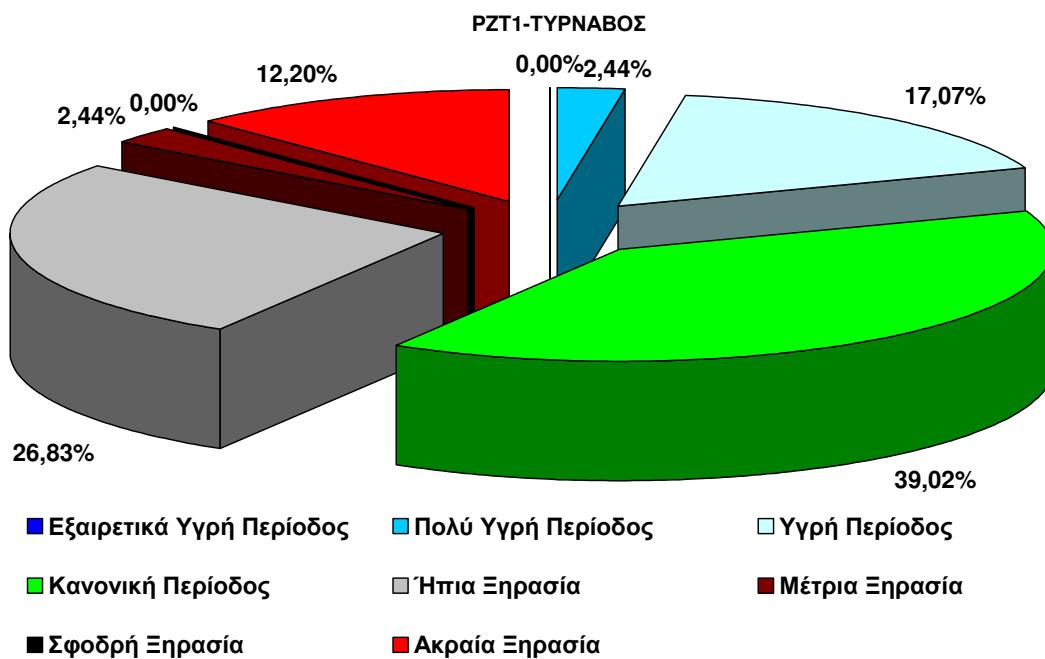
Διάγραμμα 6.27. Ποσοστά υδροφορίας σύμφωνα με το δείκτη υδρολογικής ξηρασίας SRI στη θέση Αμυγδαλέα (Πηνειός)



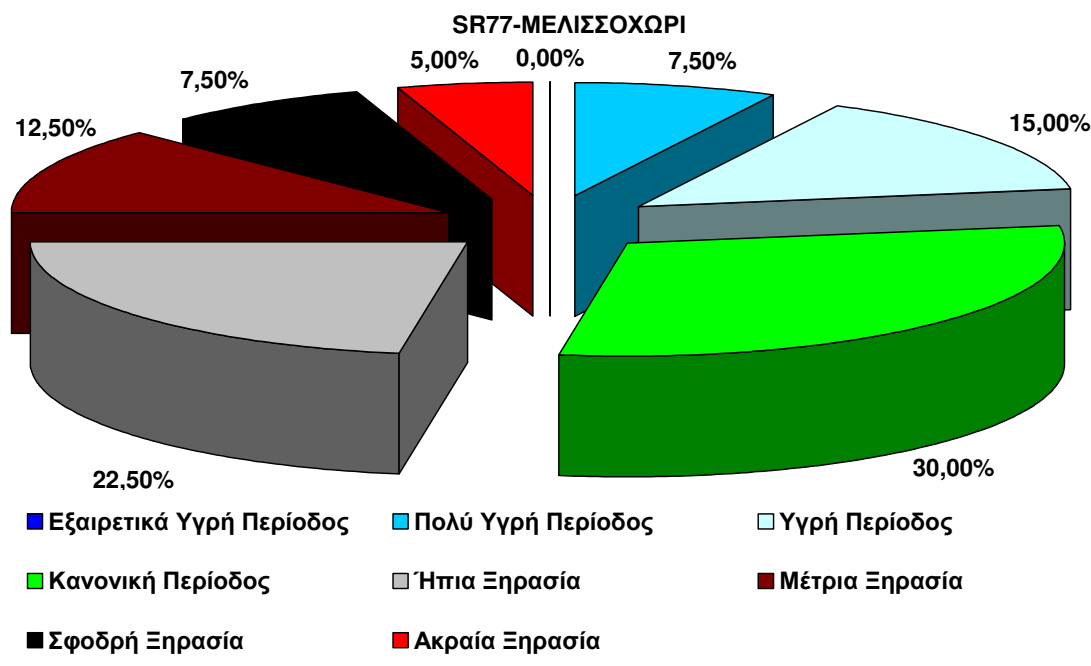
Διάγραμμα 6.28. Ποσοστά υδροφορίας σύμφωνα με το δείκτη υδρολογικής ξηρασίας SDI στη θέση Αργυροπούλι (Γεώτρηση AD3)



Διάγραμμα 6.29. Ποσοστά υδροφορίας σύμφωνα με το δείκτη υδρολογικής ξηρασίας SDI στη θέση Λάρισα (Γεώτρηση PZ7)



Διάγραμμα 6.30. Ποσοστά υδροφορίας σύμφωνα με το δείκτη υδρολογικής ξηρασίας SDI στη θέση Τύρναβος (Γεώτρηση PZT1)



Διάγραμμα 6.31. Ποσοστά υδροφορίας σύμφωνα με το δείκτη υδρολογικής ξηρασίας SDI στη θέση Μελισσοχώρι (Γεώτρηση SR77)

Ειδική μνεία πρέπει να γίνει για τη περιοχή που περικλείεται από το τρίγωνο με κορυφές τα σύνορα του Ν. Λάρισας με τον Ν. Τρικάλων στη περιοχή της Πηνειάδας, την ευρύτερη περιοχή του Δ. Τυρνάβου και τα σύνορα του Ν. Λάρισας με το Ν. Μαγνησίας, στη περιοχή του Δ. Αρμενίου.

Η συγκεκριμένη περιοχή καλύπτει τη κεντρική λεκάνη απορροής του Πηνειού ποταμού και είναι έντονα αναπτυγμένη αγροτικά, αστικά και βιομηχανικά.

Λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα των μετρήσεων παροχής ποταμών και διακύμανσης της στάθμης των γεωτρήσεων, η συγκεκριμένη περιοχή εμφανίζει ποσοστό καλής υδροφορίας (κανονική περίοδος έως και εξαιρετικά υγρή περίοδος) που κυμαίνεται από 48,00 έως και 70,73% και αντίστοιχα κακής υδροφορίας (ήπια έως και ακραία ξηρασία), που κυμαίνεται από 29,27 – 52,00%. Επομένως, υπάρχει σαφή υπεροχή των καλών περιόδων υδροφορίας, ειδικότερα στο Κεντρικό και Βόρειο τμήμα της περιοχής.

Εύκολα θα μπορούσε κανείς να υποστηρίξει ότι η συγκεκριμένη περιοχή δεν κινδυνεύει σημαντικά από την εμφάνιση ξηρασιών. Αντιθέτως, τα υψηλά ποσοστά των εξαιρετικά ακραίων φαινομένων ξηρασίας (σφοδρή και ακραία), που αγγίζουν το 15,00% και αντίστοιχα το χαμηλό ποσοστό των φαινόμενων υψηλής υδροφορίας (εξαιρετικά υγρή και πολύ υγρή περίοδος), που

κυμαίνεται από 0,00 έως και 8,00%, αποδεικνύει το πόσο επιρρεπής είναι η συγκεκριμένη περιοχή στην εκδήλωση ακραίων φαινομένων ξηρασίας.

Συμπερασματικά η Κεντρική περιοχή του Ν. Λάρισας μπορεί να θεωρηθεί υψηλής επικινδυνότητας, όσον αφορά την εκδήλωση ξηρασίας και λειψυδρίας, ενώ απαραίτητη είναι η μελέτη και κατασκευή τεχνικών έργων επιφανειακής αποθήκευσης, μεταφοράς και διανομής του νερού, η συντήρηση (καθαρισμός – εκβάθυνση) των ήδη υπαρχόντων έργων αποστράγγισης, ο εκσυγχρονισμός των δικτύων άρδευσης, η εγκατάσταση σύγχρονων συστημάτων άρδευσης, η δυνατότητα εναλλαγής καλλιεργειών, ανάλογα και με την πιθανότητα εμφάνισης ξηρασίας ή λειψυδρίας, καθώς και η εγκατάσταση μοντέλου πρόγνωσης – εκτίμησης της ξηρασίας.

7 ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΠΡΟΓΝΩΣΗΣ ΞΗΡΑΣΙΩΝ

7.1 Η έννοια της πρόγνωσης ξηρασιών

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο γίνεται μία προσπάθεια, στα πλαίσια της συγκεκριμένης μελέτης, να δοθούν απαντήσεις σχετικά με τα καίρια ερωτήματα που αρχικά είχαν τεθεί και αφορούν το φαινόμενο της υδρολογικής ξηρασίας.

Η δυνατότητα έγκαιρης και έγκυρης πρόγνωσης μία επερχόμενης ξηρασίας αποτελεί διακαή πόθο των επιστημόνων, που ασχολούνται για μεγάλο χρονικό διάστημα με τη φιλοσοφία του φαινομένου, και έχει μεγάλη σημασία για την λήψη άμεσων μέτρων πρόληψης και ελαχιστοποίησης των επιπτώσεων αυτής, από τους αρμόδιους πολιτικούς και κοινωνικούς φορείς.

Για την επίλυση του προβλήματος χρησιμοποιήθηκαν τα στατιστικά αποτελέσματα των μετρήσεων παροχής ποταμών, απορροών πηγών και διακυμάνσεων της στάθμης των γεωτρήσεων, καθώς η όποια προσπάθεια μοντελοποίησης του φαινομένου προσπίπτει στους ιδιαίτερα πολύπλοκους και ευαίσθητους υδρομετεωρολογικούς μηχανισμούς, όπως η μετατροπή της βροχόπτωσης σε επιφανειακή απορροή και σε υπόγεια αποθήκευση.

Άλλωστε, πρέπει να γίνει απολύτως κατανοητό ότι, τέτοια πολυπαραγοντικά και πολυπαραμετρικά φαινόμενα όπως η ξηρασία θα ήταν αδύνατο να επιλυθούν με μοντέλα πρόγνωσης, λόγω της χρονικής αλλά και της χωρικής τους ιδιαιτερότητας. Επομένως, η έννοια της πιθανότητας εμφάνισης ξηρασίας σε κάθε περίπτωση είναι ο πλέον δόκιμος και επιστημονικά ορθός, στα όρια εμπιστοσύνης που είναι αποδεκτός, από την απόδοση συγκεκριμένου αποτελέσματος, εξαιτίας και της τυχαιότητας του φαινομένου.

Η προτεινόμενη μεθοδολογία για την περιοχή μελέτης εστιάζει στην υδρολογική ξηρασία και στη χρήση των σχετικών δεικτών ξηρασίας (SRI και SDI) ως προγνωστικών εργαλείων.

Με στόχο τη δυνατότητα πρόγνωσης της υδρολογικής ξηρασίας, σε χρονικούς ορίζοντες από λίγους μήνες έως λίγα έτη, εφαρμόστηκαν οι εξής δύο προσεγγίσεις:

- Η πρώτη προσέγγιση βασίζεται στον υπολογισμό των συντελεστών συσχέτισης μεταξύ των αθροιστικών απορροών των ποταμών και των πηγών και των διακυμάνσεων της στάθμης των γεωτρήσεων διαφορετικών

χρονικών κλιμάκων. Επομένως, εφόσον ο συντελεστής συσχέτισης μεταξύ της αθροιστικής παροχής του πρώτου εξαμήνου και της αντίστοιχης ετήσιας παροχής είναι υψηλός, τότε υπάρχει ισχυρό ενδεχόμενο ένα πολύ ξηρό, από άποψη απορροών και διακυμάνσεων της στάθμης των γεωτρήσεων, εξάμηνο να αποτελεί προάγγελο ενός ολόκληρου υδρολογικού έτους, με αντίστοιχα χαμηλή υδροφορία. Για το σκοπό αυτό υπολογίστηκαν οι συντελεστές συσχέτισης των παροχών ποταμών, απορροών πηγών και διακύμανσης της στάθμης των γεωτρήσεων, στο σύνολο των χρονικών συνδυασμών, ήτοι τρίμηνο, εξάμηνο, εννέα μήνες, έτος, διετία, τριετία, τετραετία και πενταετία. Ειδικότερα η απορροή εξαμήνου έχει ιδιαίτερη σημασία, καθώς είναι δυνατή η λήψη κατάλληλων διαχειριστικών μέτρων πριν την έναρξη ή τη λήξη της αρδευτικής περιόδου αλλά δίνεται και η δυνατότητα σχεδιασμού της απόδοσης των αποζημιώσεων στην αγροτική, κυρίως, παραγωγή.

- Η δεύτερη προσέγγιση βασίζεται στον υπολογισμό των λεγόμενων πιθανοτήτων μετάβασης, από μια συγκεκριμένη κατάσταση υδροφορίας, μιας συγκεκριμένης χρονικής κλίμακας, σε μια άλλη κατάσταση, με υψηλότερη κλίμακα συνάθροισης. Η πραγματοποιηθείσα μεθοδολογία αντιμετωπίζει το ενδεχόμενο εμφάνισης έμμονων ξηρασιών, δίνοντας τη δυνατότητα έγκαιρης λήψης μέτρων πρόληψης και ελαχιστοποίησης των επιπτώσεων. Οι πιθανότητες μετάβασης εκτιμώνται εμπειρικά, με βάση τα ιστορικά δεδομένα, τα οποία έχουν ομαδοποιηθεί σε κλάσεις, με βάση την τιμή των SRI και SDI. Για κάθε κατηγορία, μετράται πόσες φορές στο παρελθόν έχει συμβεί μια συγκεκριμένη αλληλουχία γεγονότων και ο αριθμός των περιστατικών προς το συνολικό αριθμό των γεγονότων που εξετάζονται, αντιστοιχεί σε μια πιθανότητα μετάβασης (Μαμάσης και Ευστρατιάδης, 2012). Και στη αυτή τη περίπτωση χρησιμοποιήθηκαν οι στατιστικές αναλύσεις του συνόλου των υδρολογικών δεδομένων της περιοχής μελέτης.

Σημειώνεται ότι, ο υπολογισμός των SDI της διακύμανσης της στάθμης των γεωτρήσεων, έγινε μετά την αφαίρεση της τάσης, καθώς θεωρήθηκε ότι η συνεχής χρονική υποβάθμιση οφείλεται στην άντληση και πολλές φορές υπεράντληση των υπόγειων αποθεμάτων.

7.2 Διερεύνηση συντελεστών συσχέτισης μέσης παροχής και διακύμανσης στάθμης

7.2.1 Γενικά

Υπολογίστηκαν οι συντελεστές συσχέτισης της μέσης παροχής ποταμών (Αγ. Παρασκευή, Γόννοι, Αμπελιά, Σκοπία και Μεσοχώρι), της απορροής των πηγών (Αγ. Άννα, Μάτι Τυρνάβου, Κεφαλόβρυσο, Αμουρίου και Αμυγδαλέας) και των αντίστοιχων αντιπροσωπευτικών γεωτρήσεων των ομάδων αξιολόγησης, ως πλέον αξιόπιστες πηγές για την πραγματοποίηση στατιστικών προγνώσεων.

Οι τιμές των συντελεστών δείχνουν κατά πόσο μια απλή γραμμική σχέση της μορφής:

$$\mathbf{R(t + k) = a + \beta R(t) \text{ ή } D(t + k) = a + \beta D(t)} \quad (7.1.)$$

μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μοντέλο πρόγνωσης της αθροιστικής απορροής, παροχής ή διακύμανσης της στάθμης στη χρονική κλίμακα $t + k$ (π.χ. ετήσια), δεδομένης της αθροιστικής απορροής ή διακύμανσης της στάθμης στη χρονική κλίμακα t (π.χ. εξάμηνη). Στην παραπάνω σχέση, ο δείκτης k εκφράζει τη χρονική υστέρηση, ενώ οι συντελεστές a (τομή) και β (κλίση) είναι παράμετροι, οι οποίες εκτιμώνται μέσω γραμμικής παλινδρόμησης (Μαμάσης και Ευστρατιάδης, 2012).

Στους πίνακες 7.1. έως και 7.60. και στα διαγράμματα 7.1. έως και 7.4., που ακολουθούν, απεικονίζονται οι συντελεστές συσχέτισης, οι τομές και οι κλίσεις, της μέσης παροχής των ποταμών, απορροής των πηγών και διακύμανσης της στάθμης των γεωτρήσεων των σημείων που επιλέχθηκαν ως πλέον αντιπροσωπευτικά του δείγματος, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις, από μία έως πέντε χρονικές κλίμακες.

Σημειώνεται ότι, λόγω του μεγάλου όγκου των δεδομένων, απεικονίζονται τα διαγράμματα γραμμικής παλινδρόμησης της παροχής του Πηνειού στη θέση Αγ. Παρασκευή, της απορροής της πηγής Κεφαλόβρυσου και της διακύμανσης της στάθμης των γεωτρήσεων AD3 – Αργυροπούλι και SR86 – Μαυροβούνι (για την ανάγνωση των υπολοίπων διαγραμμάτων ανατρέξτε στο παράρτημα).

Πίνακας 7.1. Συντελεστές συσχέτισης αθροιστικής παροχής Πηνειού στη θέση Αγ. Παρασκευή, για διάφορες χρονικές κλίμακες

Χρονική υστέρηση	Τρίμηνο	Εξάμηνο	Εννέα μήνες	Έτος	Μέση διαιτίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,527	0,963	0,998	0,712	0,826	0,878	0,906
2	0,374	0,699	0,715	0,608	0,737	0,794	
3	0,448	0,638	0,608	0,515	0,642		
4	0,350	0,577	0,515	0,452			
5	0,317	0,480	0,446				

Πίνακας 7.2. Κλίση μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής παροχής Πηνειού στη θέση Αγ. Παρασκευή, για διάφορες χρονικές κλίμακες

Χρονική υστέρηση	Τρίμηνο	Εξάμηνο	Εννέα μήνες	Έτος	Μέση διαιτίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	1,570	1,139	1,016	0,505	0,689	0,785	0,822
2	0,791	0,586	0,519	0,371	0,574	0,662	
3	0,788	0,451	0,378	0,284	0,455		
4	0,540	0,361	0,288	0,222			
5	0,437	0,268	0,223				

Πίνακας 7.3. Τομή μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής παροχής Πηνειού στη θέση Αγ. Παρασκευή, για διάφορες χρονικές κλίμακες

Χρονική υστέρηση	Τρίμηνο	Εξάμηνο	Εννέα μήνες	Έτος	Μέση διαιτίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	419,336	86,634	13,561	320,621	202,386	137,799	116,714
2	532,546	358,877	323,242	412,265	278,692	222,046	
3	531,621	428,253	415,685	463,848	355,241		
4	560,433	466,985	466,769	499,208			
5	573,448	508,680	503,185				

Πίνακας 7.4. Συντελεστές συσχέτισης αθροιστικής παροχής Ενιπέα στη θέση Αμπελιά, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις

Χρονική υστέρηση	Τρίμηνο	Εξάμηνο	Εννέα μήνες	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,572	0,927	1,000	0,767	0,847	0,877	0,896
2	0,464	0,725	0,759	0,587	0,683	0,741	
3	0,377	0,549	0,577	0,444	0,569		
4	0,366	0,423	0,433	0,398			
5	0,318	0,378	0,385				

Πίνακας 7.5. Κλίση μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής παροχής Ενιπέα στη θέση Αμπελιά, για διάφορες χρονικές κλίμακες

Χρονική υστέρηση	Τρίμηνο	Εξάμηνο	Εννέα μήνες	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	5,639	1,145	1,015	0,587	0,692	0,729	0,774
2	3,539	0,686	0,590	0,368	0,464	0,531	
3	2,470	0,424	0,366	0,230	0,333		
4	1,988	0,271	0,228	0,178			
5	1,498	0,210	0,175				

Πίνακας 7.6. Τομή μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής παροχής Ενιπέα στη θέση Αμπελιά, για διάφορες χρονικές

Χρονική υστέρηση	Τρίμηνο	Εξάμηνο	Εννέα μήνες	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	6,463	4,184	0,260	9,326	7,001	6,210	5,213
2	12,472	11,566	9,603	14,505	12,354	10,896	
3	15,976	15,979	14,742	17,696	15,445		
4	17,428	18,524	17,874	18,985			
5	18,895	19,635	19,153				

Πίνακας 7.7. Συντελεστές συσχέτισης αθροιστικής παροχής Πηνειού στη θέση Γόννοι, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις

Χρονική υστέρηση	Τρίμηνο	Εξάμηνο	Εννέα μήνες	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,556	0,969	0,999	0,729	0,830	0,880	0,908
2	0,390	0,736	0,733	0,588	0,720	0,782	
3	0,448	0,647	0,594	0,507	0,633		
4	0,397	0,586	0,515	0,445			
5	0,376	0,491	0,453				

Πίνακας 7.8. Κλίση μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής παροχής Πηνειού στη θέση Γόννοι, για διάφορες χρονικές κλίμακες

Χρονική υστέρηση	Τρίμηνο	Εξάμηνο	Εννέα μήνες	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	1,539	1,101	1,005	0,531	0,681	0,766	0,809
2	0,786	0,610	0,540	0,351	0,561	0,606	
3	0,741	0,439	0,359	0,265	0,404		
4	0,570	0,346	0,271	0,208			
5	0,482	0,259	0,231				

Πίνακας 7.9. Τομή μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής παροχής Πηνειού στη θέση Γόννοι, για διάφορες χρονικές κλίμακες

Χρονική υστέρηση	Τρίμηνο	Εξάμηνο	Εννέα μήνες	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	379,911	84,296	8,172	274,298	186,589	134,466	111,762
2	480,444	307,757	274,775	383,114	283,069	230,826	
3	489,269	388,307	382,350	432,138	350,476		
4	508,602	428,213	430,936	465,594			
5	521,740	468,034	464,285				

Πίνακας 7.10. Συντελεστές συσχέτισης αθροιστικής παροχής Ενιππέα στη θέση Σκοπιά, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις

Χρονική υστέρηση	Τρίμηνο	Εξάμηνο	Εννέα μήνες	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,598	0,935	0,998	0,767	0,854	0,893	0,915
2	0,562	0,694	0,751	0,611	0,727	0,791	
3	0,423	0,554	0,591	0,507	0,636		
4	0,372	0,454	0,490	0,443			
5	0,366	0,430	0,431				

Πίνακας 7.11. Κλίση μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής παροχής Ενιππέα στη θέση Σκοπιά, για διάφορες χρονικές κλίμακες

Χρονική υστέρηση	Τρίμηνο	Εξάμηνο	Εννέα μήνες	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	2,913	1,297	1,040	0,580	0,709	0,774	0,818
2	2,072	0,725	0,592	0,383	0,523	0,617	
3	1,290	0,480	0,386	0,275	0,415		
4	0,989	0,341	0,277	0,219			
5	0,872	0,293	0,223				

Πίνακας 7.12. Τομή μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής παροχής Ενιππέα στη θέση Σκοπιά, για διάφορες χρονικές κλίμακες

Χρονική υστέρηση	Τρίμηνο	Εξάμηνο	Εννέα μήνες	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	7,760	1,842	0,042	5,954	4,124	3,170	2,528
2	9,688	7,246	6,131	8,681	6,672	5,296	
3	11,299	9,504	8,849	10,130	8,120		
4	11,871	10,753	10,249	10,860			
5	12,120	11,167	10,940				

Πίνακας 7.13. Συντελεστές συσχέτισης αθροιστικής παροχής Τιταρήσιου στη θέση Μεσοχώρι, για διάφορες χρονικές κλίμακες

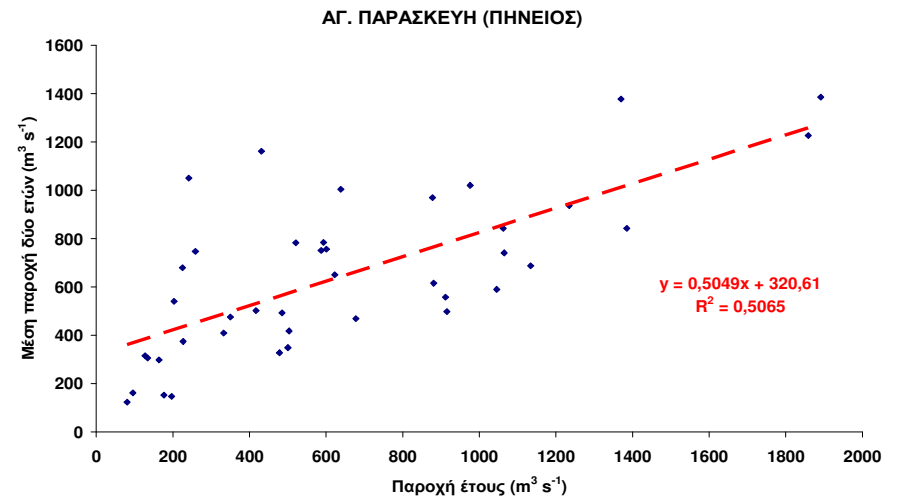
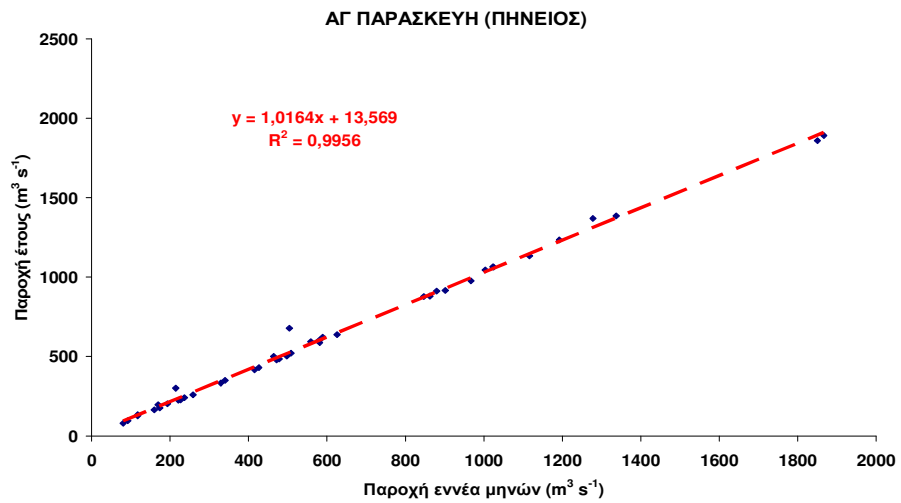
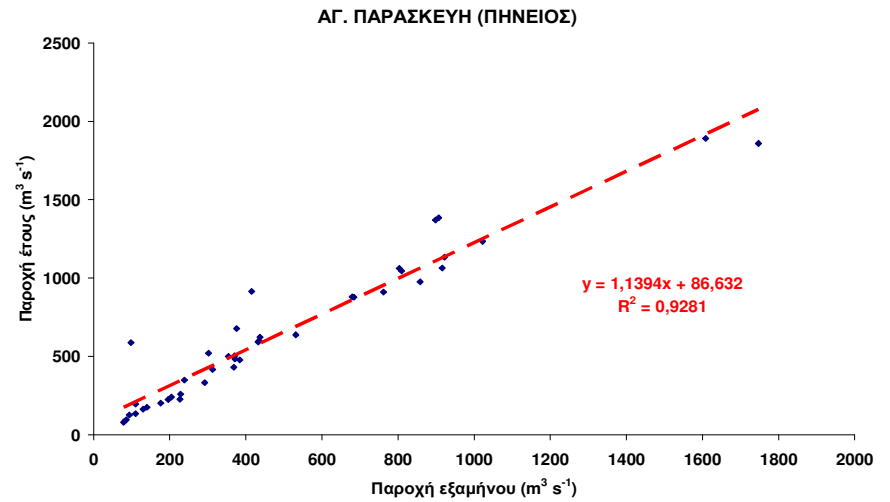
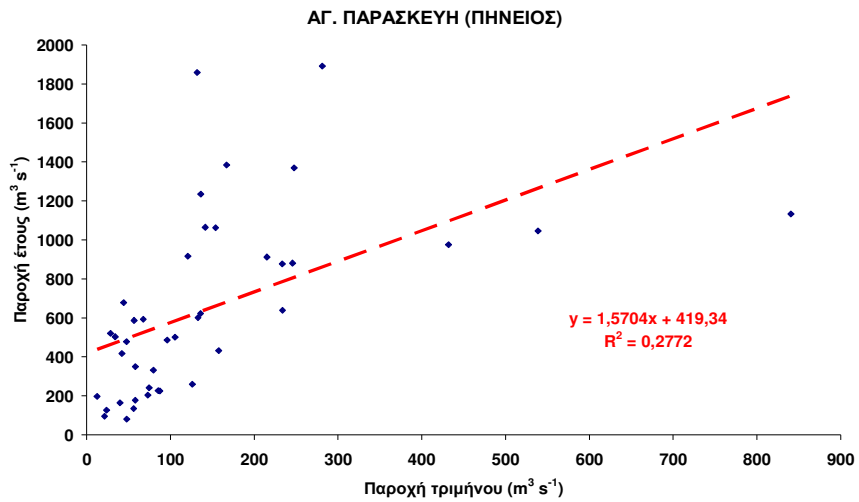
Χρονική υστέρηση	Τρίμηνο	Εξάμηνο	Εννέα μήνες	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,645	0,926	0,993	0,737	0,812	0,833	0,854
2	0,545	0,651	0,713	0,493	0,579	0,641	
3	0,392	0,399	0,454	0,349	0,487		
4	0,335	0,242	0,305	0,363			
5	0,417	0,269	0,320				

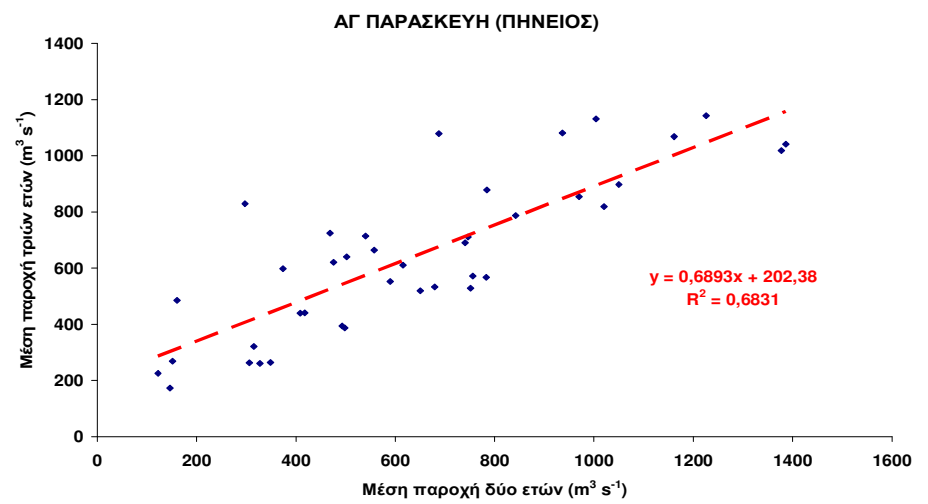
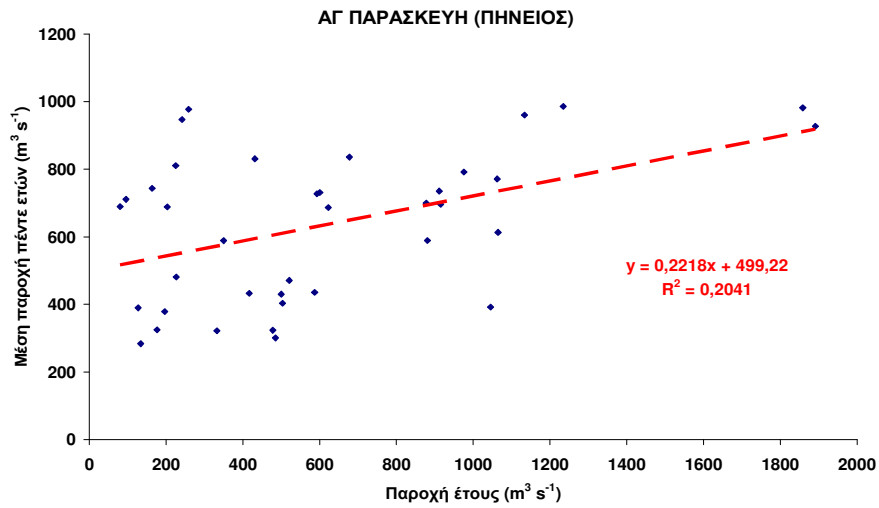
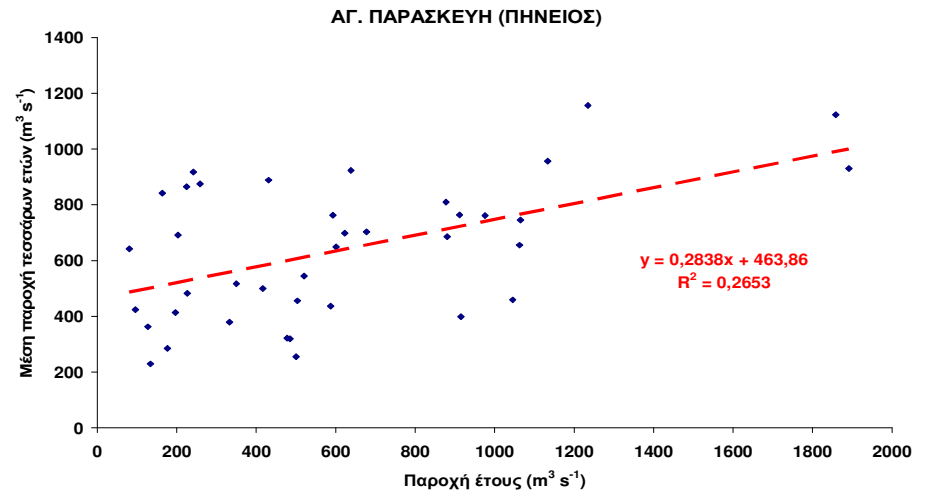
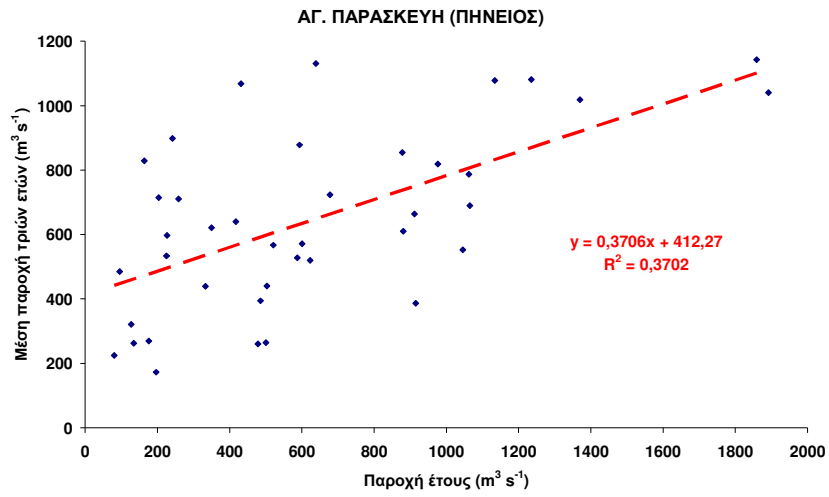
Πίνακας 7.14. Κλίση μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής παροχής Τιταρήσιου στη θέση Μεσοχώρι, για διάφορες χρονικές κλίμακες

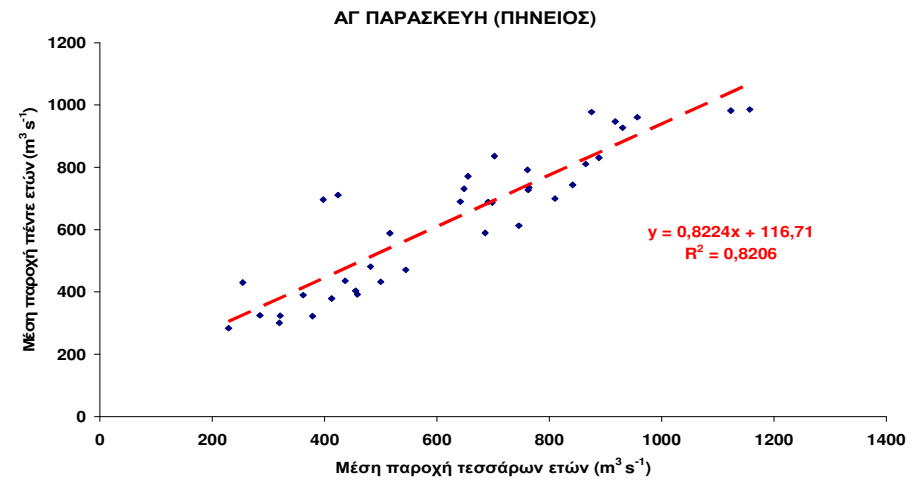
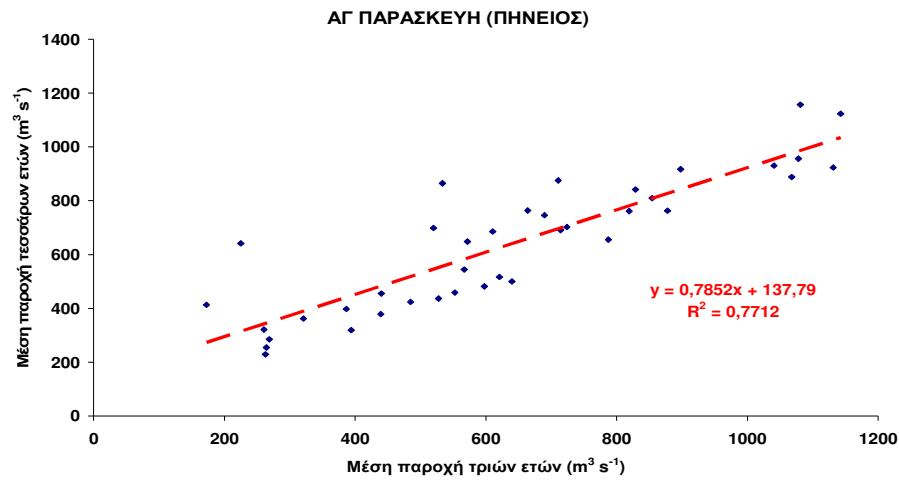
Χρονική υστέρηση	Τρίμηνο	Εξάμηνο	Εννέα μήνες	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	2,865	1,274	1,051	0,532	0,648	0,718	0,789
2	1,747	0,647	0,545	0,301	0,418	0,527	
3	0,964	0,323	0,292	0,175	0,306		
4	0,663	0,159	0,160	0,155			
5	0,705	0,151	0,143				

Πίνακας 7.15. Τομή μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής παροχής Τιταρήσιου στη θέση Μεσοχώρι, για διάφορες χρονικές κλίμακες

Χρονική υστέρηση	Τρίμηνο	Εξάμηνο	Εννέα μήνες	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	18,041	7,384	1,469	20,620	15,267	12,194	9,162
2	28,265	25,435	21,889	30,501	25,128	20,377	
3	34,604	34,243	31,825	35,353	29,560		
4	36,785	38,234	36,454	35,801			
5	36,044	38,037	36,715				







Διάγραμμα 7.1. Διαγράμματα διασποράς αθροιστικής παροχής του ποταμού Πηνειού στη θέση Αγ. Παρασκευή, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις

Πίνακας 7.16. Συντελεστές συσχέτισης αθροιστικής απορροής πηγής Αγ. Άννα, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις

Χρονική υστέρηση	Τρίμηνο	Εξάμηνο	Εννέα μήνες	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,887	0,946	0,995	0,888	0,935	0,952	0,963
2	0,738	0,838	0,876	0,800	0,858	0,888	
3	0,629	0,710	0,770	0,697	0,774		
4	0,511	0,575	0,650	0,635			
5	0,468	0,510	0,595				

Πίνακας 7.17. Κλίση μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής απορροής πηγής Αγ. Άννα, για διάφορες χρονικές κλίμακες

Χρονική υστέρηση	Τρίμηνο	Εξάμηνο	Εννέα μήνες	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	3,429	1,714	1,150	0,788	0,858	0,899	0,931
2	2,533	1,347	0,898	0,698	0,815	0,863	
3	2,180	1,088	0,768	0,645	0,751		
4	1,673	0,858	0,668	0,554			
5	1,415	0,717	0,578				

Πίνακας 7.18. Τομή μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής απορροής πηγής Αγ. Άννα, για διάφορες χρονικές κλίμακες

Χρονική υστέρηση	Τρίμηνο	Εξάμηνο	Εννέα μήνες	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,706	0,213	-0,065	0,318	0,223	0,168	0,128
2	0,913	0,489	0,278	0,503	0,339	0,270	
3	1,040	0,712	0,498	0,620	0,464		
4	1,132	0,878	0,654	0,733			
5	1,161	0,963	0,757				

Πίνακας 7.19. Συντελεστές συσχέτισης αθροιστικής απορροής πηγών Αμουρίου, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις

Χρονική υστέρηση	Τρίμηνο	Εξάμηνο	Εννέα μήνες	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,806	0,933	0,973	0,908	0,942	0,956	0,966
2	0,830	0,901	0,916	0,814	0,861	0,889	
3	0,809	0,846	0,841	0,719	0,778		
4	0,699	0,735	0,747	0,649			
5	0,636	0,668	0,678				

Πίνακας 7.20. Κλίση μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής απορροής πηγών Αμουρίου, για διάφορες χρονικές κλίμακες

Χρονική υστέρηση	Τρίμηνο	Εξάμηνο	Εννέα μήνες	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	2,923	1,874	1,287	0,807	0,853	0,881	0,902
2	2,675	1,610	1,107	0,683	0,747	0,786	
3	2,452	1,426	0,959	0,574	0,640		
4	1,944	1,156	0,803	0,480			
5	1,703	0,997	0,680				

Πίνακας 7.21. Τομή μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής απορροής πηγών Αμουρίου, για διάφορες χρονικές κλίμακες

Χρονική υστέρηση	Τρίμηνο	Εξάμηνο	Εννέα μήνες	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	1,652	0,322	0,013	0,909	0,713	0,592	0,496
2	1,929	0,950	0,637	1,557	1,268	1,087	
3	2,230	1,450	1,251	2,098	1,790		
4	2,746	2,089	1,846	2,526			
5	3,020	2,473	2,294				

Πίνακας 7.22. Συντελεστές συσχέτισης αθροιστικής απορροής πηγής Αμυγδαλέας, για διάφορες χρονικές κλίμακες

Χρονική υστέρηση	Τρίμηνο	Εξάμηνο	Εννέα μήνες	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,683	0,955	0,995	0,813	0,864	0,896	0,912
2	0,661	0,821	0,794	0,566	0,694	0,754	
3	0,645	0,594	0,525	0,522	0,633		
4	0,575	0,513	0,484	0,460			
5	0,533	0,473	0,443				

Πίνακας 7.23. Κλίση μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής απορροής πηγής Αμυγδαλέας, για διάφορες χρονικές κλίμακες

Χρονική υστέρηση	Τρίμηνο	Εξάμηνο	Εννέα μήνες	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	4,083	1,832	1,089	0,702	0,818	0,881	0,894
2	3,476	1,315	0,732	0,451	0,612	0,690	
3	2,799	0,874	0,444	0,355	0,488		
4	2,160	0,647	0,349	0,273			
5	1,744	0,521	0,278				

Πίνακας 7.24. Τομή μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής απορροής πηγής Αμυγδαλέας, για διάφορες χρονικές κλίμακες

Χρονική υστέρηση	Τρίμηνο	Εξάμηνο	Εννέα μήνες	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,553	0,031	-0,018	0,352	0,230	0,160	0,144
2	0,655	0,346	0,363	0,617	0,450	0,367	
3	0,730	0,598	0,646	0,696	0,565		
4	0,796	0,704	0,718	0,769			
5	0,834	0,761	0,775				

Πίνακας 7.25. Συντελεστές συσχέτισης αθροιστικής απορροής πηγής Κεφαλόβρυσου, για διάφορες χρονικές κλίμακες

Χρονική υστέρηση	Τρίμηνο	Εξάμηνο	Εννέα μήνες	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,650	0,888	0,975	0,834	0,892	0,923	0,940
2	0,711	0,766	0,820	0,663	0,763	0,823	
3	0,628	0,597	0,654	0,550	0,676		
4	0,508	0,511	0,554	0,510			
5	0,439	0,455	0,518				

Πίνακας 7.26. Κλίση μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής απορροής πηγής Κεφαλόβρυσου, για διάφορες χρονικές κλίμακες

Χρονική υστέρηση	Τρίμηνο	Εξάμηνο	Εννέα μήνες	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	3,302	1,899	1,195	0,680	0,765	0,848	0,880
2	2,939	1,334	0,839	0,482	0,636	0,728	
3	2,442	0,924	0,597	0,384	0,527		
4	1,775	0,715	0,466	0,324			
5	1,426	0,577	0,395				

Πίνακας 7.27. Τομή μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής απορροής πηγής Κεφαλόβρυσου, για διάφορες χρονικές κλίμακες

Χρονική υστέρηση	Τρίμηνο	Εξάμηνο	Εννέα μήνες	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	7,138	1,336	0,364	5,407	3,960	2,564	2,017
2	8,292	5,971	5,150	8,790	6,176	4,605	
3	9,898	9,338	8,577	10,363	7,925		
4	11,617	10,880	10,277	11,164			
5	12,493	11,815	11,048				

Πίνακας 7.28. Συντελεστές συσχέτισης αθροιστικής απορροής πηγής Μάτι Τυρνάβου, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις

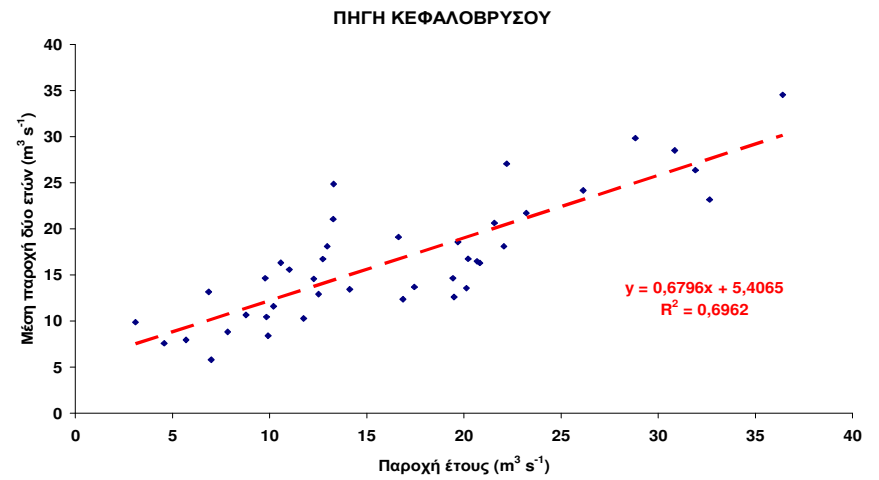
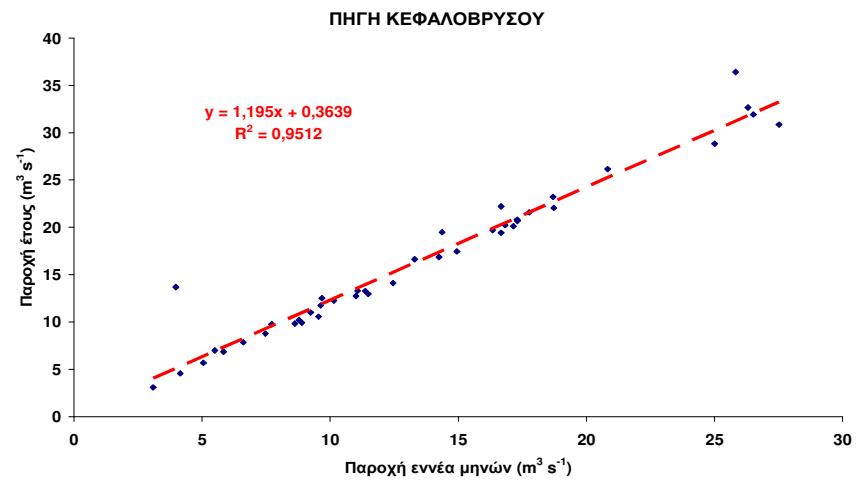
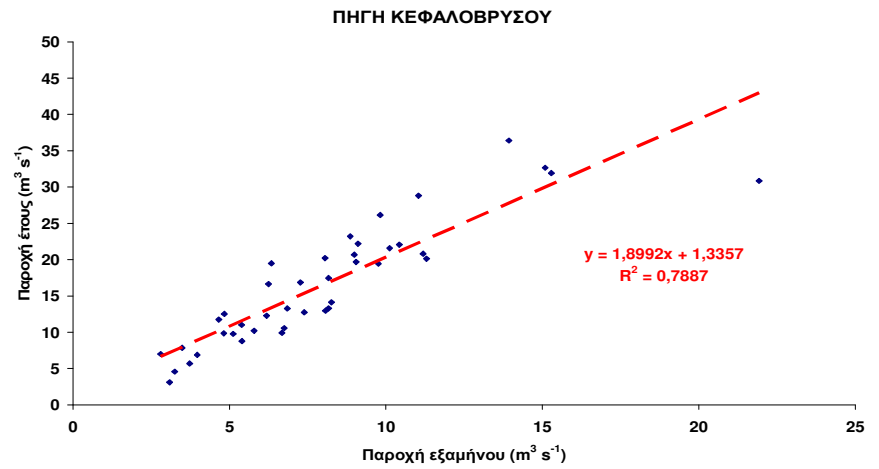
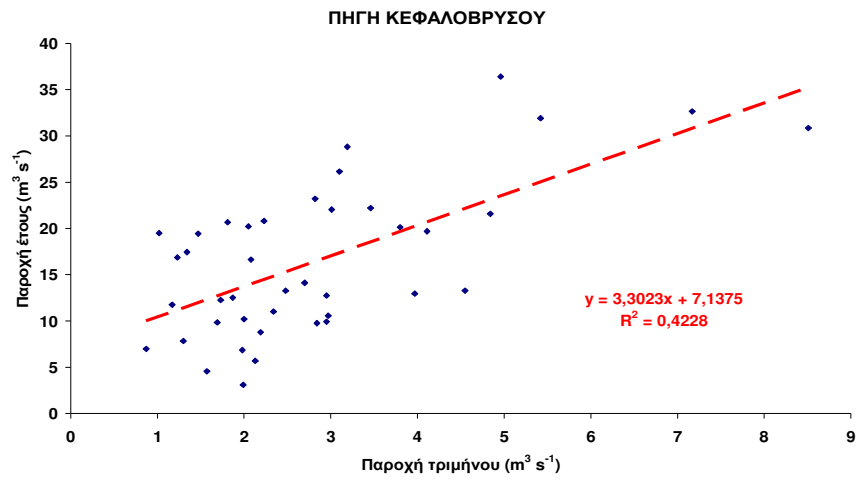
Χρονική υστέρηση	Τρίμηνο	Εξάμηνο	Εννέα μήνες	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,830	0,930	0,985	0,887	0,931	0,956	0,968
2	0,860	0,871	0,872	0,787	0,866	0,905	
3	0,794	0,756	0,739	0,737	0,817		
4	0,746	0,698	0,676	0,696			
5	0,731	0,681	0,642				

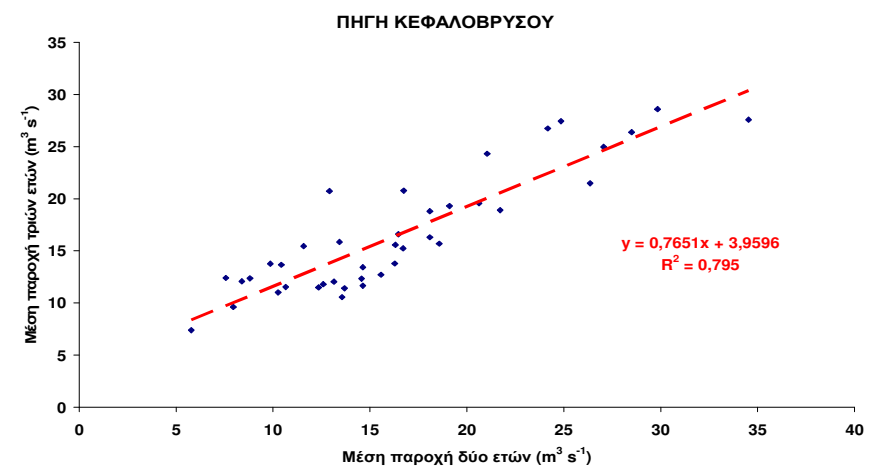
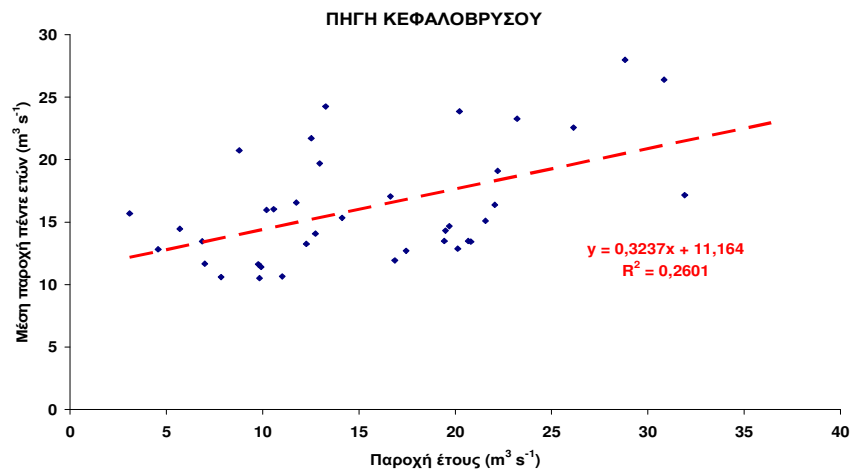
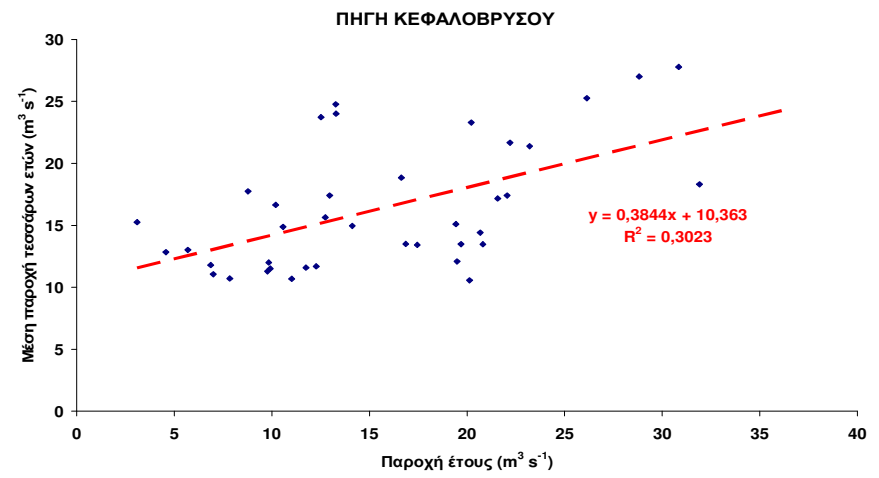
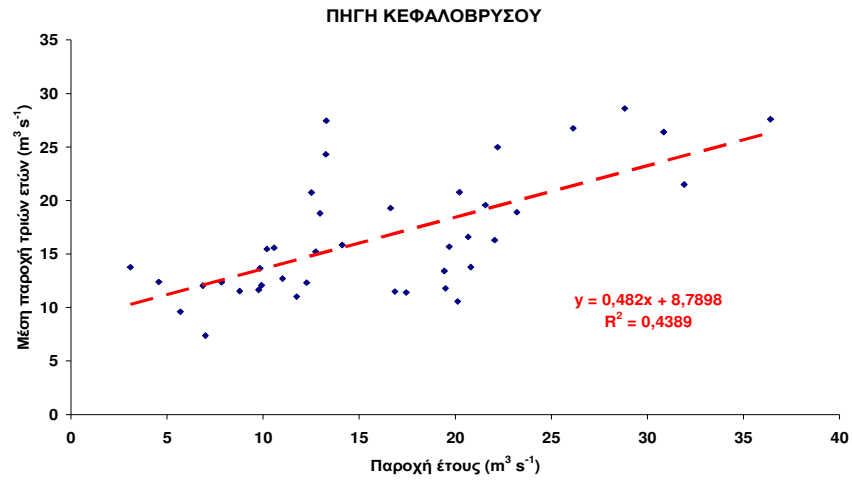
Πίνακας 7.29. Κλίση μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής απορροής πηγής Μάτι Τυρνάβου, για διάφορες χρονικές κλίμακες

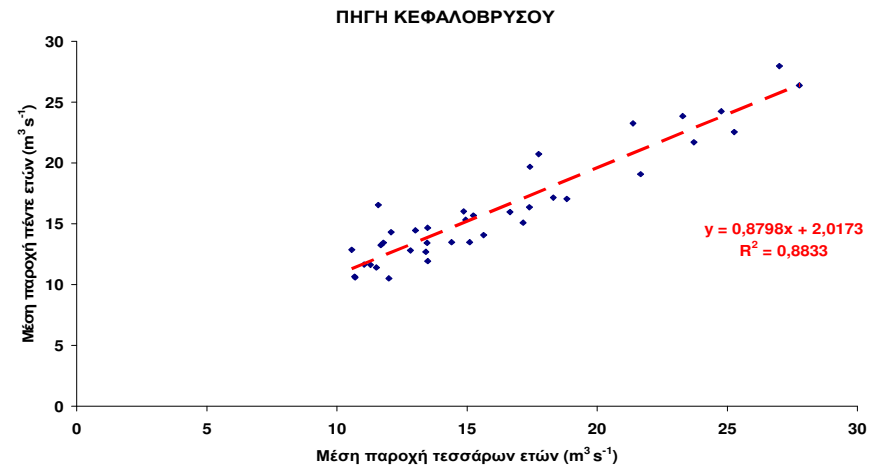
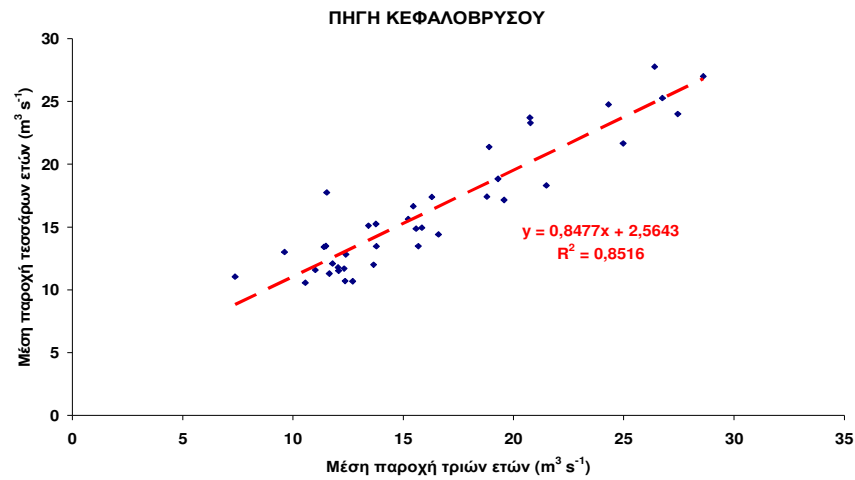
Χρονική υστέρηση	Τρίμηνο	Εξάμηνο	Εννέα μήνες	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	3,095	1,807	1,223	0,781	0,843	0,907	0,933
2	2,823	1,488	0,966	0,659	0,795	0,867	
3	2,491	1,219	0,775	0,635	0,749		
4	2,272	1,107	0,725	0,567			
5	2,126	1,020	0,649				

Πίνακας 7.30. Τομή μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής απορροής πηγής Μάτι Τυρνάβου, για διάφορες χρονικές κλίμακες

Χρονική υστέρηση	Τρίμηνο	Εξάμηνο	Εννέα μήνες	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	7,901	0,942	-1,227	4,154	3,054	1,881	1,457
2	8,913	4,131	3,077	6,787	4,291	2,978	
3	10,442	7,078	6,488	7,512	5,399		
4	11,309	8,304	7,513	8,725			
5	11,870	9,138	8,677				







Διάγραμμα 7.2. Διαγράμματα διασποράς αθροιστικής απορροής πηγής Κεφαλόβρυσου, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις

Πίνακας 7.31. Συντελεστές συσχέτισης αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης 445ΥΕΒ – Κρήνη, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις

Χρονική υστέρηση	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,956	0,967	0,978	0,984
2	0,872	0,908	0,936	
3	0,802	0,853		
4	0,741			

Πίνακας 7.32. Κλίση μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης 445ΥΕΒ – Κρήνη, για διάφορες χρονικές κλίμακες και χρονικές υστερήσεις

Χρονική υστέρηση	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,889	0,904	0,938	0,950
2	0,758	0,812	0,865	
3	0,664	0,734		
4	0,590			

Πίνακας 7.33. Τομή μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης 445ΥΕΒ – Κρήνη, για διάφορες χρονικές κλίμακες και χρονικές υστερήσεις

Χρονική υστέρηση	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	1,056	0,930	0,621	0,516
2	2,453	1,932	1,429	
3	3,529	2,836		
4	4,390			

Πίνακας 7.34. Συντελεστές συσχέτισης αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης AD3 - Αργυροπούλι, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις

Χρονική υστέρηση	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,873	0,908	0,937	0,954
2	0,694	0,792	0,850	
3	0,631	0,733		
4	0,571			

Πίνακας 7.35. Κλίση μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης AD3 - Αργυροπούλι, για διάφορες χρονικές κλίμακες και χρονικές υστερήσεις

Χρονική υστέρηση	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,771	0,805	0,862	0,899
2	0,542	0,641	0,735	
3	0,448	0,557		
4	0,384			

Πίνακας 7.36. Τομή μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης AD3 - Αργυροπούλι, για διάφορες χρονικές κλίμακες και χρονικές υστερήσεις

Χρονική υστέρηση	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,243	0,196	0,143	0,102
2	0,481	0,375	0,275	
3	0,586	0,463		
4	0,652			

Πίνακας 7.37. Συντελεστές συσχέτισης αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης K1 - Κεφαλόβρυσο, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις

Χρονική υστέρηση	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,604	0,686	0,686	0,675
2	0,403	0,527	0,440	
3	0,382	0,477		
4	0,462			

Πίνακας 7.38. Κλίση μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης K1 - Κεφαλόβρυσο, για διάφορες χρονικές κλίμακες και χρονικές υστερήσεις

Χρονική υστέρηση	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,397	0,479	0,548	0,631
2	0,181	0,291	0,345	
3	0,136	0,254		
4	0,159			

Πίνακας 7.39. Τομή μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης K1 - Κεφαλόβρυσο, για διάφορες χρονικές κλίμακες και χρονικές υστερήσεις

Χρονική υστέρηση	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,253	0,217	0,185	0,153
2	0,337	0,289	0,268	
3	0,353	0,305		
4	0,343			

Πίνακας 7.40. Συντελεστές συσχέτισης αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης Π16Λ - Συκούριο, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις

Χρονική υστέρηση	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,935	0,958	0,968	0,975
2	0,851	0,899	0,920	
3	0,793	0,850		
4	0,759			

Πίνακας 7.41. Κλίση μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης Π16Λ - Συκούριο, για διάφορες χρονικές κλίμακες και χρονικές υστερήσεις

Χρονική υστέρηση	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,909	0,933	0,934	0,934
2	0,777	0,826	0,847	
3	0,683	0,753		
4	0,639			

Πίνακας 7.42. Τομή μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης Π16Λ - Συκούριο, για διάφορες χρονικές κλίμακες και χρονικές υστερήσεις

Χρονική υστέρηση	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,385	0,289	0,291	0,302
2	1,088	0,853	0,753	
3	1,617	1,268		
4	1,891			

Πίνακας 7.43. Συντελεστές συσχέτισης αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης PZ7 - Λάρισα, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις

Χρονική υστέρηση	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,836	0,891	0,925	0,938
2	0,650	0,761	0,814	
3	0,555	0,666		
4	0,478			

Πίνακας 7.44. Κλίση μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης PZ7 - Λάρισα, για διάφορες χρονικές κλίμακες και χρονικές υστερήσεις

Χρονική υστέρηση	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,715	0,807	0,878	0,890
2	0,495	0,637	0,718	
3	0,379	0,505		
4	0,293			

Πίνακας 7.45. Τομή μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης PZ7 - Λάρισα, για διάφορες χρονικές κλίμακες και χρονικές υστερήσεις

Χρονική υστέρηση	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	1,024	0,685	0,436	0,393
2	1,844	1,332	1,040	
3	2,310	1,850		
4	2,667			

Πίνακας 7.46. Συντελεστές συσχέτισης αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης ΡΖΤ1 - Τύρναβος, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις

Χρονική υστέρηση	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,862	0,903	0,928	0,935
2	0,669	0,764	0,809	
3	0,565	0,667		
4	0,480			

Πίνακας 7.47. Κλίση μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης ΡΖΤ1 - Τύρναβος, για διάφορες χρονικές κλίμακες και χρονικές υστερήσεις

Χρονική υστέρηση	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,750	0,788	0,800	0,810
2	0,505	0,566	0,595	
3	0,356	0,419		
4	0,257			

Πίνακας 7.48. Τομή μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης ΡΖΤ1 - Τύρναβος, για διάφορες χρονικές κλίμακες και χρονικές υστερήσεις

Χρονική υστέρηση	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	1,282	1,067	0,975	0,913
2	2,490	2,122	1,941	
3	3,150	2,785		
4	3,573			

Πίνακας 7.49. Συντελεστές συσχέτισης αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης SR63A - Ριζόμυλος, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις

Χρονική υστέρηση	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,961	0,977	0,983	0,986
2	0,917	0,939	0,949	
3	0,864	0,890		
4	0,814			

Πίνακας 7.50. Κλίση μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης SR63A - Ριζόμυλος, για διάφορες χρονικές κλίμακες και χρονικές υστερήσεις

Χρονική υστέρηση	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,888	0,926	0,928	0,937
2	0,803	0,840	0,853	
3	0,714	0,740		
4	0,649			

Πίνακας 7.51. Τομή μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης SR63A - Ριζόμυλος, για διάφορες χρονικές κλίμακες και χρονικές υστερήσεις

Χρονική υστέρηση	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,605	0,384	0,359	0,320
2	1,068	0,838	0,760	
3	1,553	1,268		
4	1,876			

Πίνακας 7.52. Συντελεστές συσχέτισης αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης SR77 - Μελισσοχώρι, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις

Χρονική υστέρηση	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,964	0,977	0,983	0,986
2	0,914	0,937	0,950	
3	0,866	0,891		
4	0,813			

Πίνακας 7.53. Κλίση μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης SR77 - Μελισσοχώρι, για διάφορες χρονικές κλίμακες και χρονικές υστερήσεις

Χρονική υστέρηση	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,904	0,920	0,924	0,910
2	0,807	0,830	0,824	
3	0,719	0,729		
4	0,624			

Πίνακας 7.54. Τομή μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης SR77 - Μελισσοχώρι, για διάφορες χρονικές κλίμακες και χρονικές υστερήσεις

Χρονική υστέρηση	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,300	0,245	0,213	0,251
2	0,617	0,517	0,506	
3	0,881	0,810		
4	1,150			

Πίνακας 7.55. Συντελεστές συσχέτισης αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης SR86 - Μαυροβούνι, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις

Χρονική υστέρηση	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,909	0,942	0,950	0,950
2	0,823	0,855	0,863	
3	0,724	0,753		
4	0,629			

Πίνακας 7.56. Κλίση μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης SR86 - Μαυροβούνι, για διάφορες χρονικές κλίμακες και χρονικές υστερήσεις

Χρονική υστέρηση	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,750	0,805	0,809	0,808
2	0,573	0,614	0,615	
3	0,420	0,448		
4	0,301			

Πίνακας 7.57. Τομή μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης SR86 - Μαυροβούνι, για διάφορες χρονικές κλίμακες και χρονικές υστερήσεις

Χρονική υστέρηση	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	1,945	1,493	1,442	1,455
2	3,273	2,914	2,892	
3	4,388	4,138		
4	5,237			

Πίνακας 7.58. Συντελεστές συσχέτισης αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης SR4 - Βαμβακού, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις

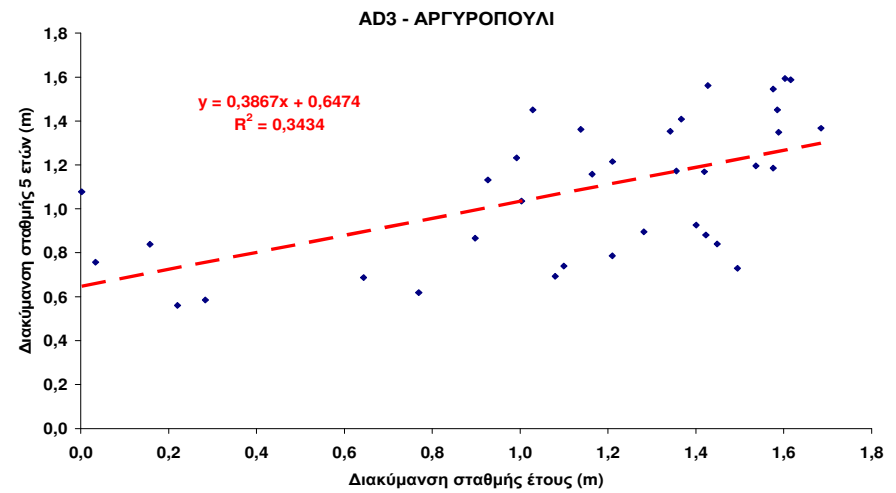
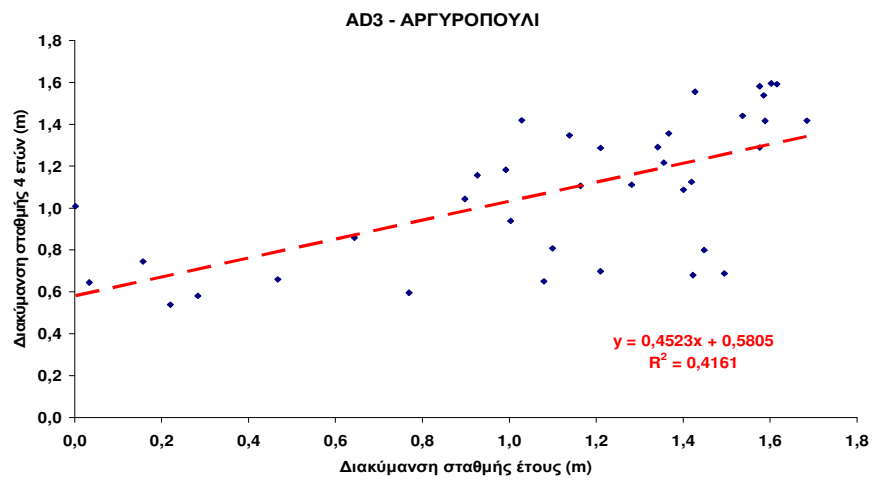
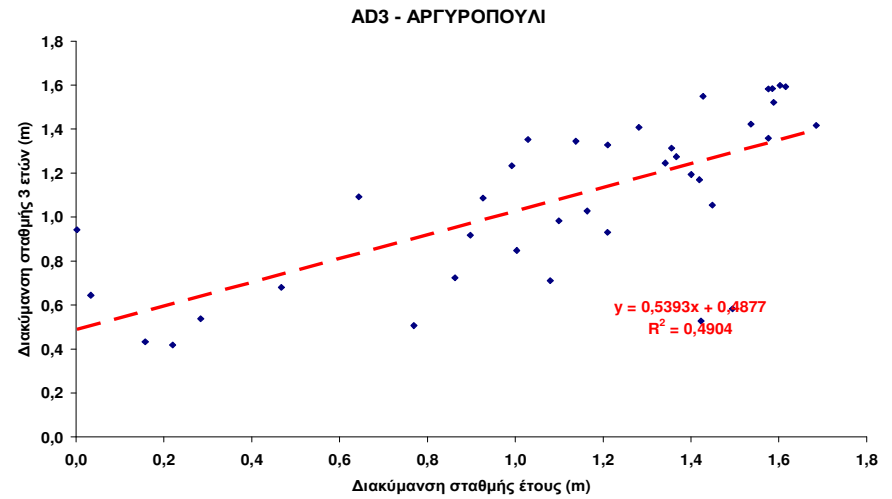
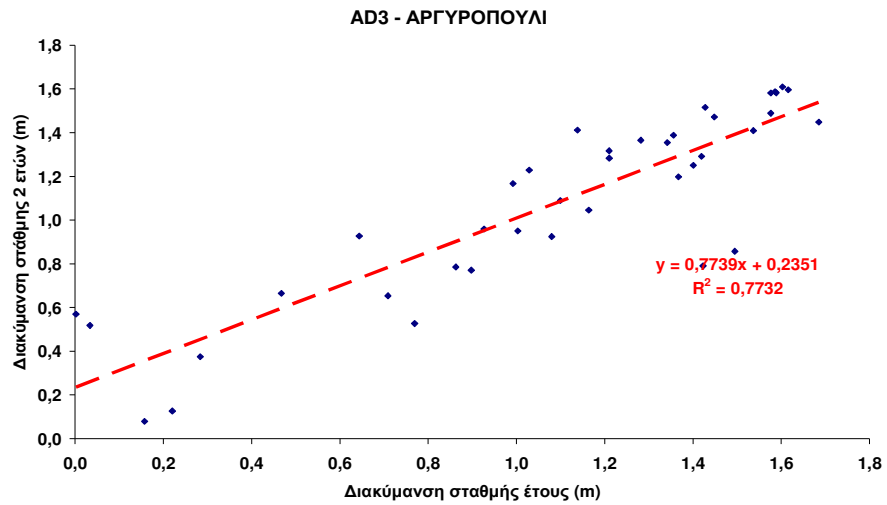
Χρονική υστέρηση	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,933	0,951	0,958	0,967
2	0,810	0,849	0,874	
3	0,693	0,746		
4	0,596			

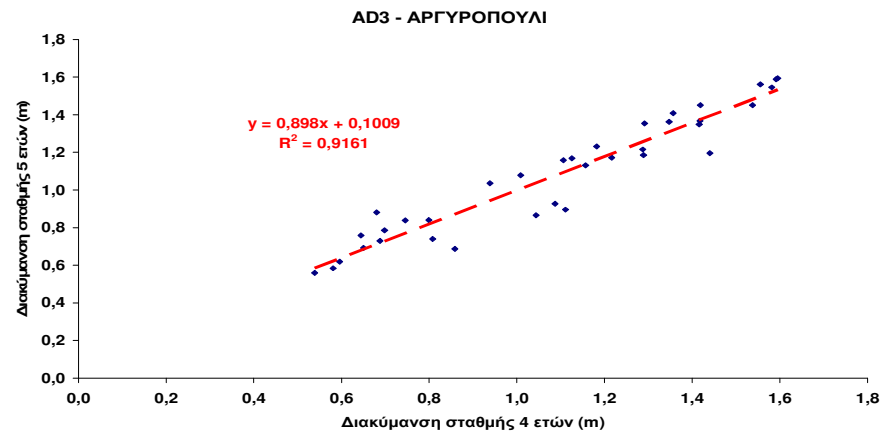
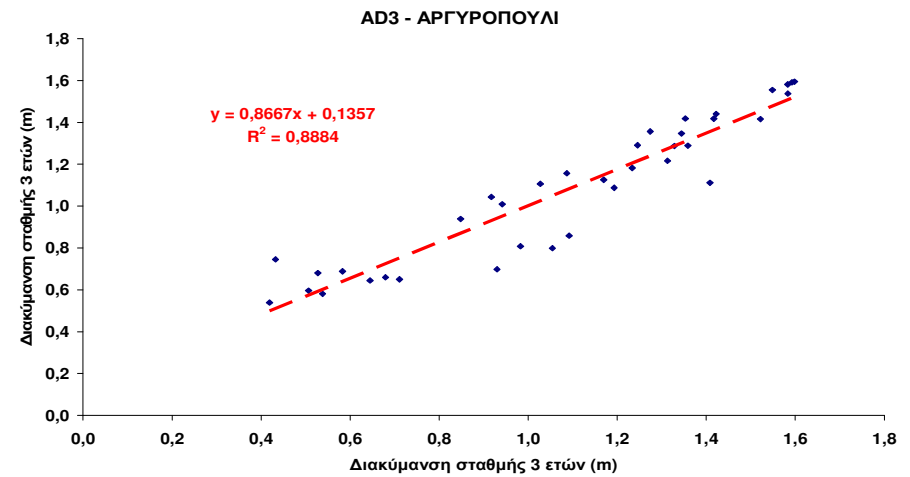
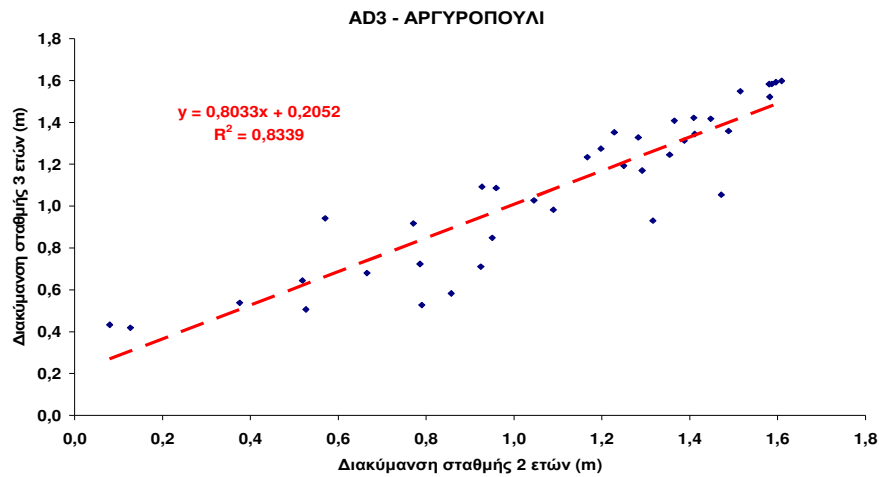
Πίνακας 7.59. Κλίση μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης SR4 - Βαμβακού, για διάφορες χρονικές κλίμακες και χρονικές υστερήσεις

Χρονική υστέρηση	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	0,865	0,855	0,864	0,895
2	0,672	0,683	0,724	
3	0,512	0,550		
4	0,403			

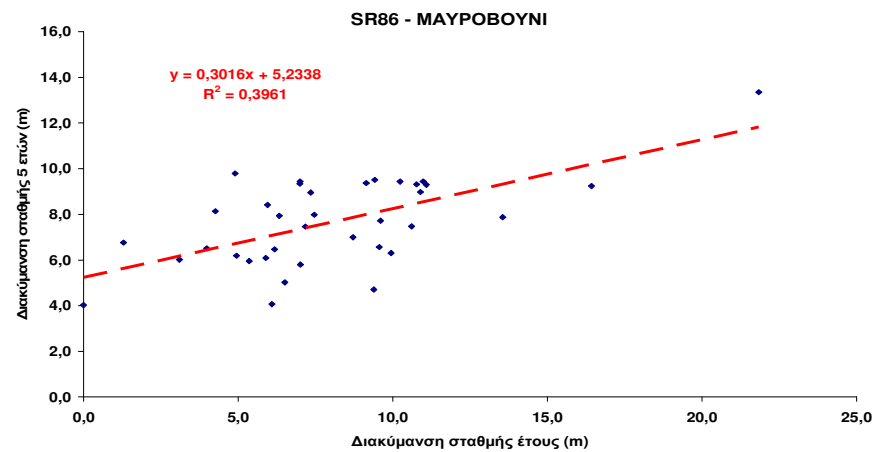
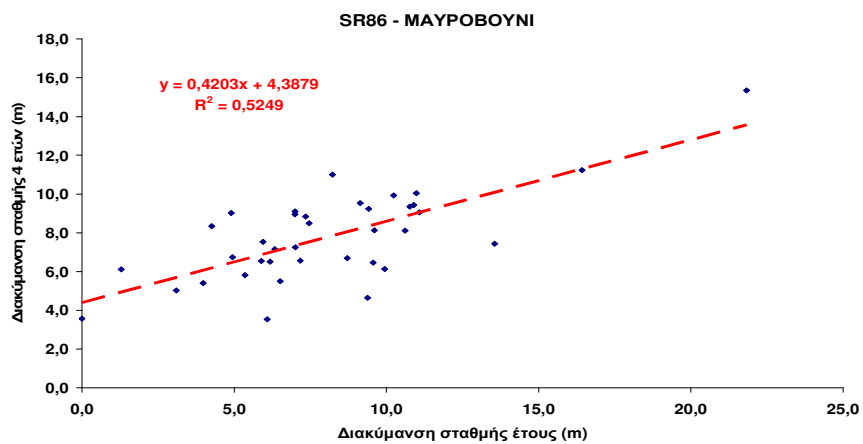
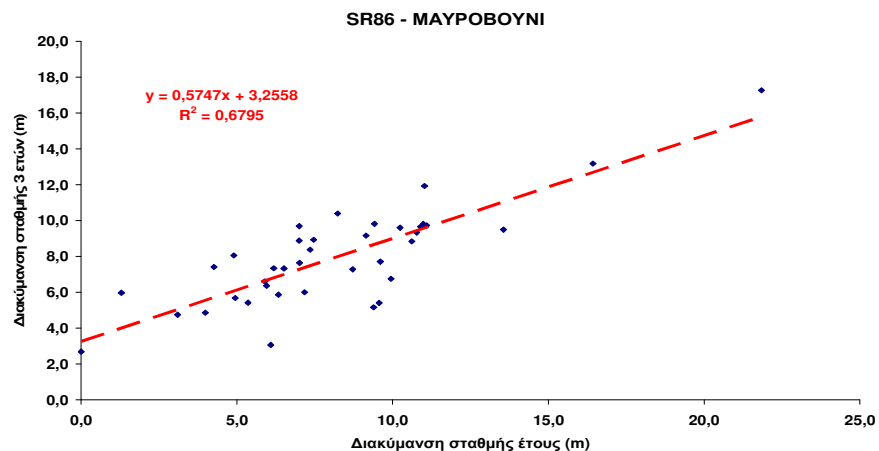
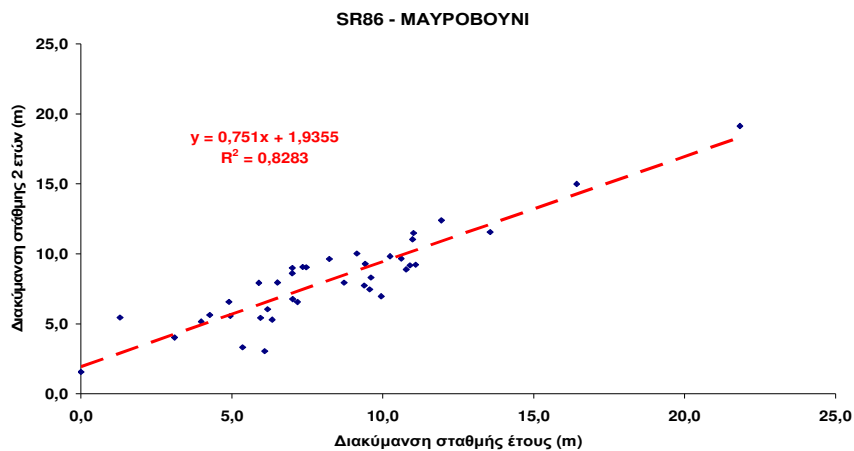
Πίνακας 7.60. Τομή μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης SR4 - Βαμβακού, για διάφορες χρονικές κλίμακες και χρονικές υστερήσεις

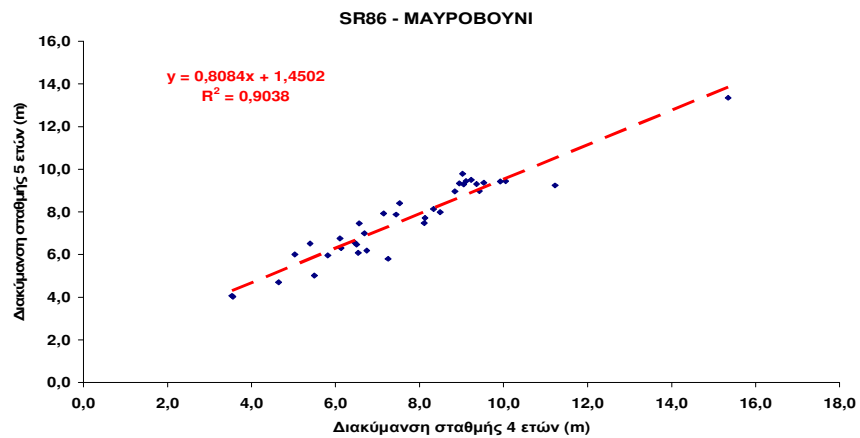
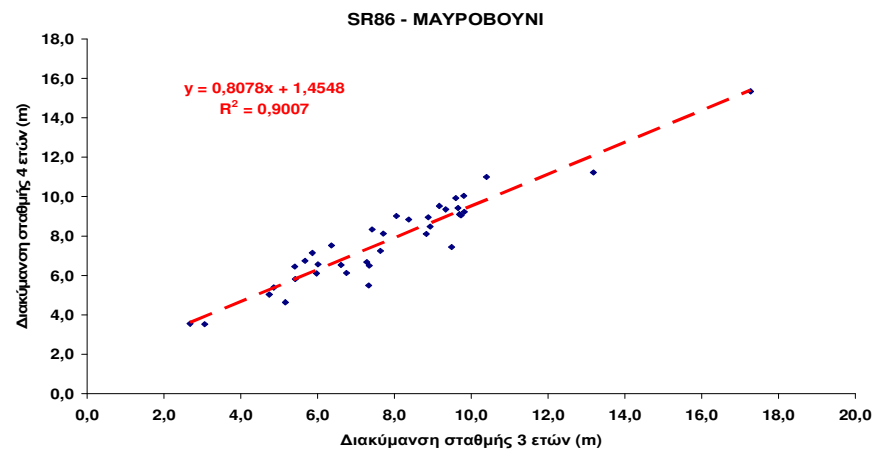
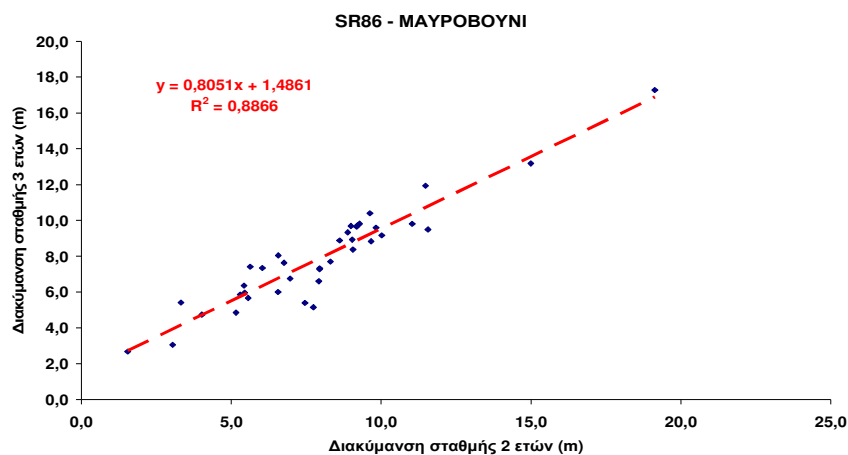
Χρονική υστέρηση	Έτος	Μέση διετίας	Μέση Τριετίας	Μέση Τετραετίας
1	1,245	1,326	1,255	0,978
2	3,115	2,994	2,632	
3	4,714	4,348		
4	5,837			





Διάγραμμα 7.3. Διαγράμματα διασποράς αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης AD3 - Αργυροπούλι, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις





Διάγραμμα 7.4. Διαγράμματα διασποράς αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης SR86 - Μαυροβούνι, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις

7.2.2 Συμπεράσματα διερεύνησης συντελεστών συσχέτισης

Από την ανωτέρω ανάλυση των δεδομένων είναι φανερό η υψηλή προγνωστική ικανότητα της εξέλιξης της υδρολογικής ξηρασίας στην ευρύτερη περιοχή μελέτης του Ν. Λάρισας.

Κατά συνέπεια, όταν είναι γνωστός ο δείκτης SRI του πρώτου τριμήνου (Οκτώβριος-Δεκέμβριος) ο συντελεστής συσχέτισης με τον δείκτη που τελικά θα έχει το σύνολο του υδρολογικού έτους κυμαίνεται, από 0,53 έως 0,57, για την ανατολική υποπεριοχή της περιοχής μελέτης, από 0,57 έως 0,60, για την νότια υποπεριοχή της περιοχής μελέτης και 0,66, για την βόρεια υποπεριοχή της περιοχής μελέτης. Αυτό σημαίνει ότι κάποια αρχικά διαχειριστικά μέτρα μπορούν να ληφθούν ήδη από τα μέσα του χειμώνα, προκειμένου να αμβλυνθούν οι δυνητικές επιπτώσεις μιας πιθανής ξηρασίας.

Αντίστοιχα, όταν είναι γνωστός ο δείκτης του πρώτου εξαμήνου (Οκτώβριος-Μάρτιος) ο συντελεστής συσχέτισης κυμαίνεται μεταξύ 0,96 και 0,97, για την ανατολική υποπεριοχή της περιοχής μελέτης, μεταξύ 0,93 και 0,94, για την νότια υποπεριοχή της περιοχής μελέτης και 0,93, για την βόρεια υποπεριοχή της περιοχής μελέτης.

Παράλληλα, για το εννεάμηνο (Οκτώβριος-Ιούνιος) ο συντελεστής συσχέτισης κυμαίνεται μεταξύ 0,99 και 1,00, για την ανατολική υποπεριοχή της περιοχής μελέτης, μεταξύ 0,99 και 1,00, για την νότια υποπεριοχή της περιοχής μελέτης και 0,99, για την βόρεια υποπεριοχή της περιοχής μελέτης.

Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι οι αρμόδιοι φορείς που εμπλέκονται στη διαχείριση των υδροσυστημάτων του Ν. Λάρισας αλλά και οι Ασφαλιστικοί Οργανισμοί που αξιολογούν τις επιπτώσεις της υδρολογικής ξηρασίας, μπορούν να αξιοποιήσουν τον δείκτη υδρολογικής ξηρασίας SRI των έξι μηνών (στο τέλος Μαρτίου), ώστε στην αρχή της αρδευτικής περιόδου να λάβουν τα απαραίτητα διαχειριστικά μέτρα για τη μετρίαση της ξηρασίας, τόσο όσον αφορά την βέλτιστη αξιοποίηση των υδατικών αποθεμάτων με ιεράρχηση των χρήσεων όσο και των αποθεματικών τους για την αποζημίωση των πληγέντων.

Επομένως, από τις διάφορες χρονικές κλίμακες κρίσιμες θεωρούνται η εξαμηνιαία (αθροιστική παροχή Οκτωβρίου-Μαρτίου) και η ετήσια. Η πρώτη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη στατιστική πρόγνωση της ετήσιας απορροής, ενώ η δεύτερη για τη στατιστική πρόγνωση της μέσης απορροής δύο (ή και περισσότερων) ετών.

Ειδικότερα ο συντελεστής συσχέτισης μεταξύ της ετήσιας και της μέσης διητούς αθροιστικής παροχής είναι εξαιρετικά υψηλός, και κυμαίνεται από 0,71 έως 0,73, για την ανατολική υποπεριοχή της περιοχής μελέτης, από 0,76 έως 0,77, για την νότια υποπεριοχή της περιοχής μελέτης και 0,74, για την βόρεια υποπεριοχή της περιοχής μελέτης.

Ανάλογα υψηλές είναι και οι συσχετίσεις μεταξύ των ετήσιων χρονικών ανελίξεων (διετία-τριετία, τριετία-τετραετία και τετραετία πενταετία) οι οποίες κυμαίνονται, για το σύνολο των υποπεριοχών, από 0,81 έως και 0,92.

Επιπροσθέτως, όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα, παρουσιάζεται σχετικά υψηλή συσχέτιση των τιμών αθροιστικής παροχής του έτους αφετηρίας με τα επόμενα δύο τουλάχιστον έτη. Επομένως, οι τιμές του πρώτου έτους μπορούν να αξιολογήσουν με σχετικά υψηλή ακρίβεια την πιθανότητα ξηρασίας των δεύτερου και τρίτου έτους, του δεύτερου έτους των τρίτου και τέταρτου έτους και του τρίτου έτους των τέταρτου και πέμπτου έτους.

Μια τόσο υψηλή συσχέτιση είναι μάλλον αναμενόμενη, καθώς το κλιματικό καθεστώς της περιοχής μελέτης χαρακτηρίζεται από τη συγκέντρωση του μεγαλύτερου ποσοστού των βροχοπτώσεων και των χιονοπτώσεων το πρώτο εξάμηνο του υδρολογικού έτους. Στην πράξη, ένα δυσμενές, από πλευράς παροχών, πρώτο εξάμηνο συνεπάγεται με σχεδόν πλήρη βεβαιότητα ότι το σύνολο του υδρολογικού έτους θα είναι επίσης ξηρό. Επιχειρησιακά, αυτό είναι εξαιρετικά χρήσιμο, καθώς είναι δυνατή η έγκαιρη αναγνώριση μιας ετήσιας υδρολογικής ξηρασίας, πριν την έναρξη της αρδευτικής περιόδου.

Για την πρόγνωση των έμμονων ξηρασιών, δηλαδή των περιόδων χαμηλής υδροφορίας που υπερβαίνουν σε διάρκεια το ένα υδρολογικό έτος, εξετάζεται επιπρόσθετα και η συσχέτιση μεταξύ της ετήσιας απορροής των πηγών και της διακύμανσης της στάθμης των γεωτρήσεων, δύο και τριών ετών, όπως απεικονίζονται στα παραπάνω διαγράμματα διασποράς και πίνακες.

Οι τιμές των συντελεστών συσχέτισης, όσον αφορά τις απορροές των πηγών, κυμαίνονται από 0,53 (χρονική υστέρηση τριετίας) έως και 0,91 (χρονική υστέρηση διετίας) στο σύνολο της περιοχής μελέτης και, όσον αφορά τις διακυμάνσεις της στάθμης των γεωτρήσεων, από 0,56 έως και 0,95, αντίστοιχα, και κρίνονται σχετικά ικανοποιητικοί.

Ειδικά η πρόγνωση της μέσης απορροής και η διακύμανση της στάθμης γεωτρήσεων διετίας, με βάση τις απορροές και τις διακυμάνσεις στάθμης των γεωτρήσεων του υδρολογικού έτους, υποβοηθά στη λήψη ευρύτερων προληπτικών μέτρων έναντι του κινδύνου της υδρολογικής ξηρασίας.

Υπενθυμίζεται ότι, η απορροή διετίας (και ο αντίστοιχος δείκτης SRI) καθώς και η διακύμανση της στάθμης διετίας (και ο αντίστοιχος δείκτης SDI) αποτελεί μέτρο της διαθεσιμότητας των υπόγειων υδατικών πόρων, καθώς τα ρυθμιστικά αποθέματα των υδροφορέων επηρεάζονται από τις απορροές σε χρονικές κλίμακες που συνήθως υπερβαίνουν αυτή του μεμονωμένου υδρολογικού έτους.

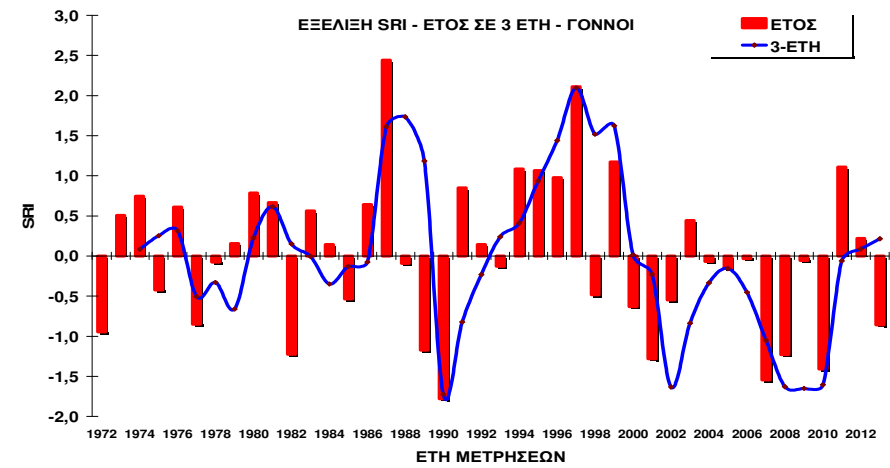
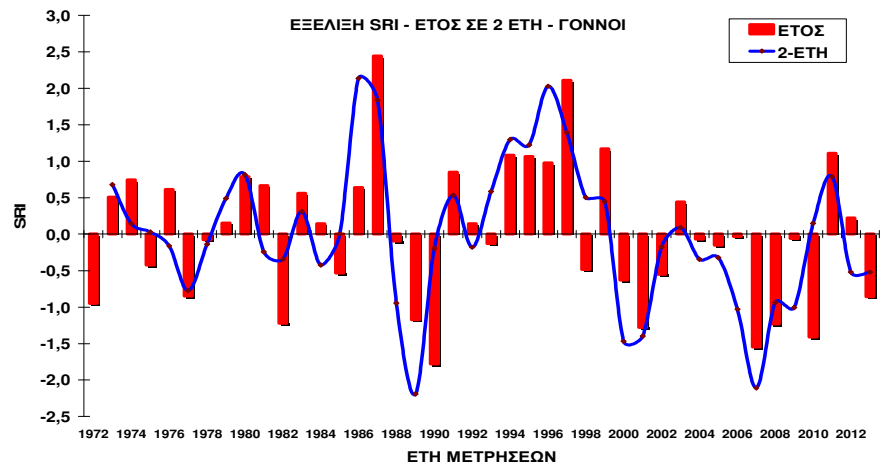
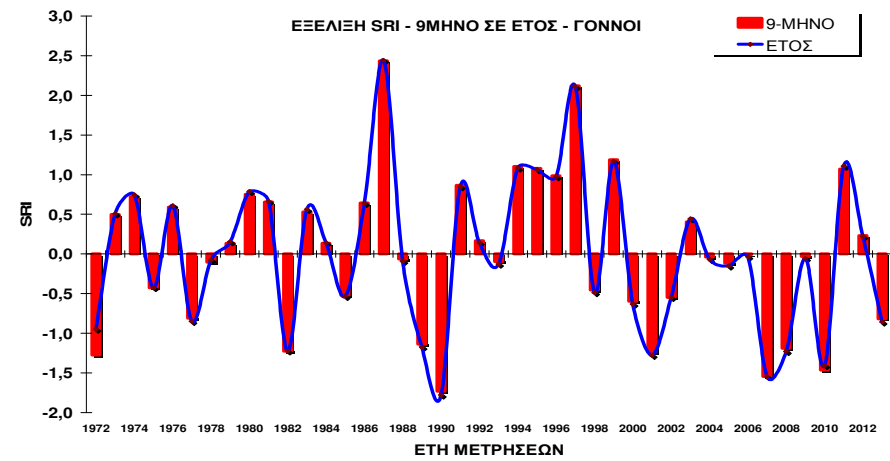
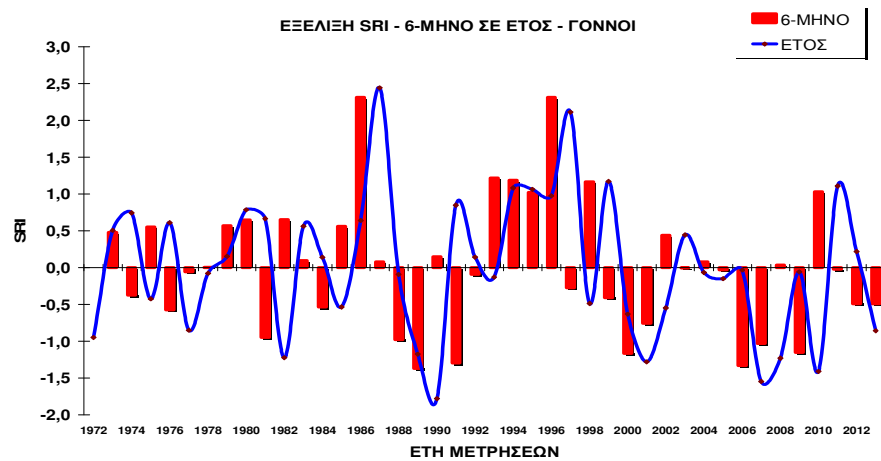
Συμπερασματικά, υπάρχει μέτρια συσχέτιση μεταξύ της απορροής τριμήνου και έτους, αλλά εξαιρετικά υψηλή συσχέτιση μεταξύ της απορροής του πρώτου εξαμήνου και της αντίστοιχης ετήσιας. Συνεπώς, για τη συγκεκριμένη περιοχή μελέτης, ένα εξάμηνο πολύ χαμηλής απορροής είναι σχεδόν βέβαιο ότι θα οδηγήσει σε ένα υδρολογικό έτος αντίστοιχα χαμηλής υδροφορίας.

Συσχετίζοντας την ετήσια με τη διετή και τριετή κλίμακα, οι συντελεστές συσχέτισης είναι επίσης ικανοποιητικοί. Αυτό επιτρέπει την εφαρμογή των προτεινόμενων γραμμικών μοντέλων παλινδρόμησης για την αξιολόγηση του κινδύνου εμφάνισης υδρολογικών ξηρασιών, στην υπερετήσια κλίμακα.

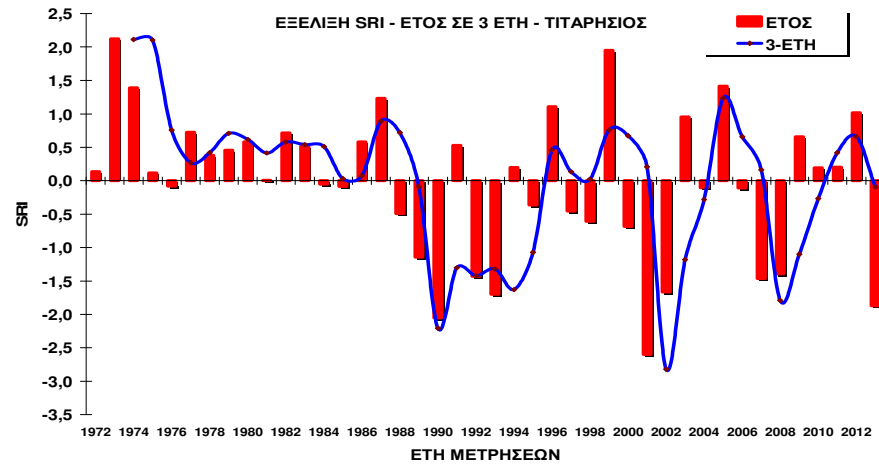
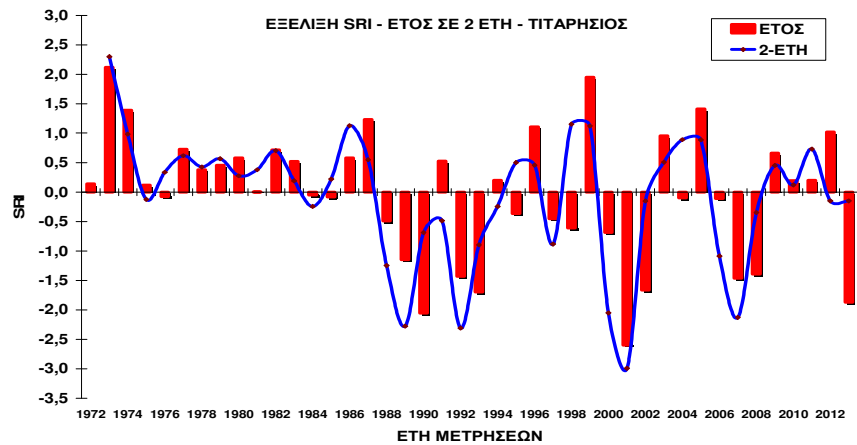
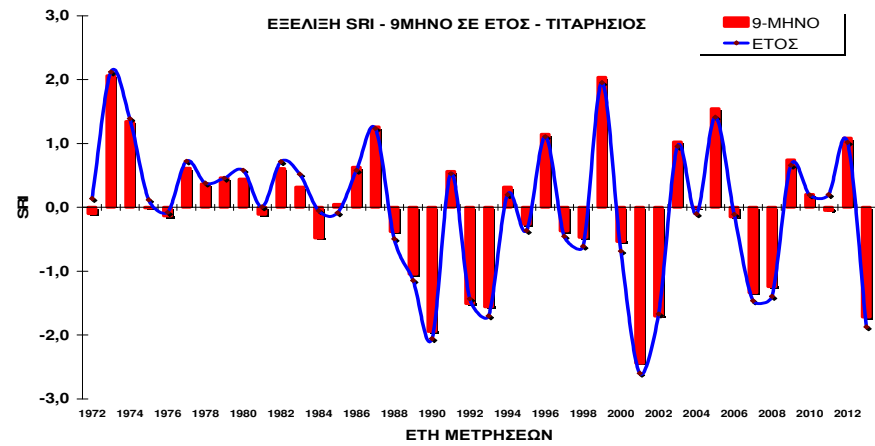
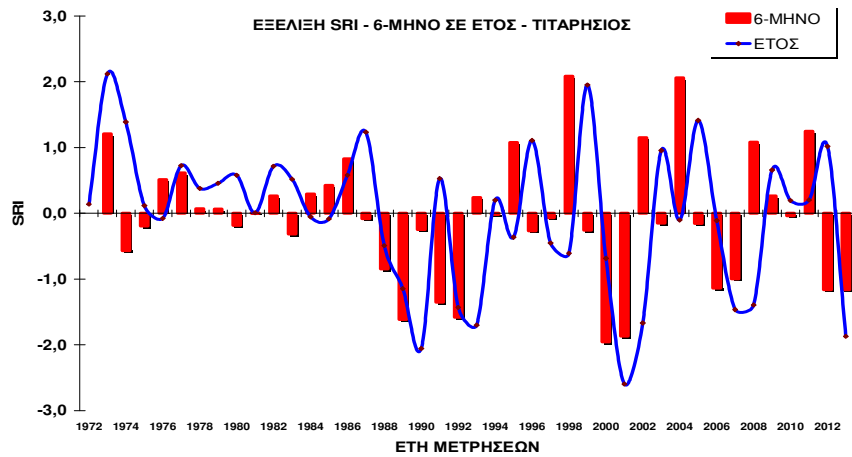
Προς επιβεβαίωση των προηγούμενων συμπερασμάτων κατασκευάστηκαν τα διαγράμματα χρονικής εξέλιξης 6-μηνου, 9-μηνου (κολώνες) και ετήσιου SRI (γραμμές) και του ετήσιου SRI (κολώνες) με τα SRI 2 και 3 ετών (γραμμές) για το σύνολο των σημείων μέτρησης της περιοχής μελέτης.

Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν και σχηματικά την ικανοποιητική έως και άριστη συσχέτιση μεταξύ των χρονικών υστερήσεων 6-μηνου, 9-μηνου και έτους και έτους με τη διετία και τη τριετία.

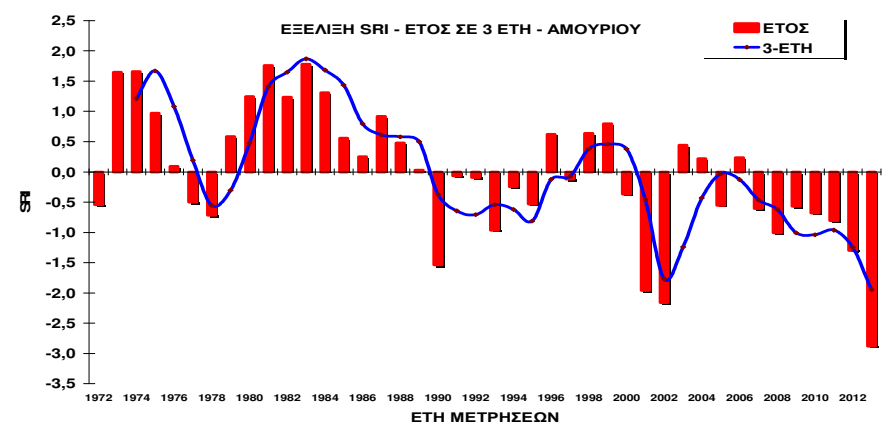
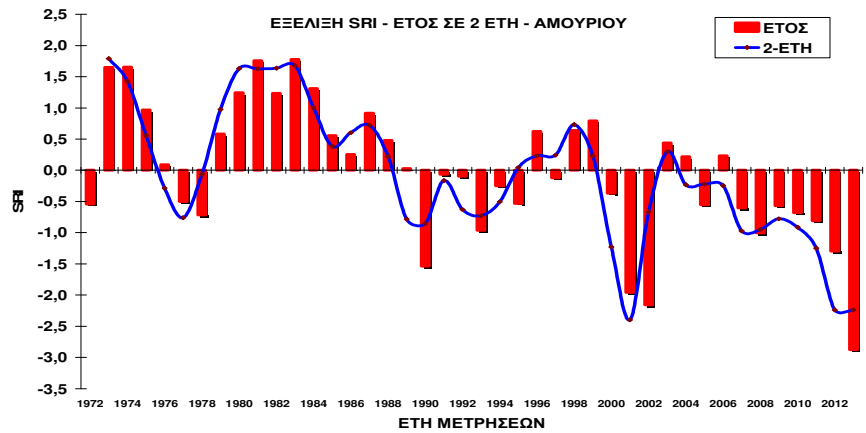
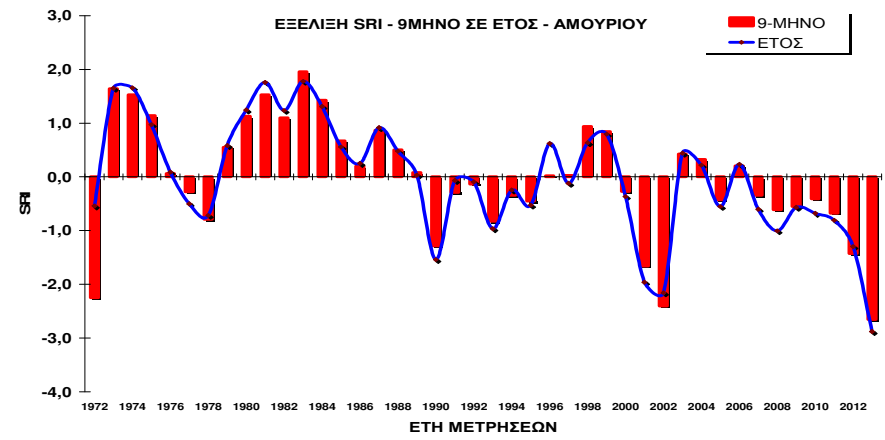
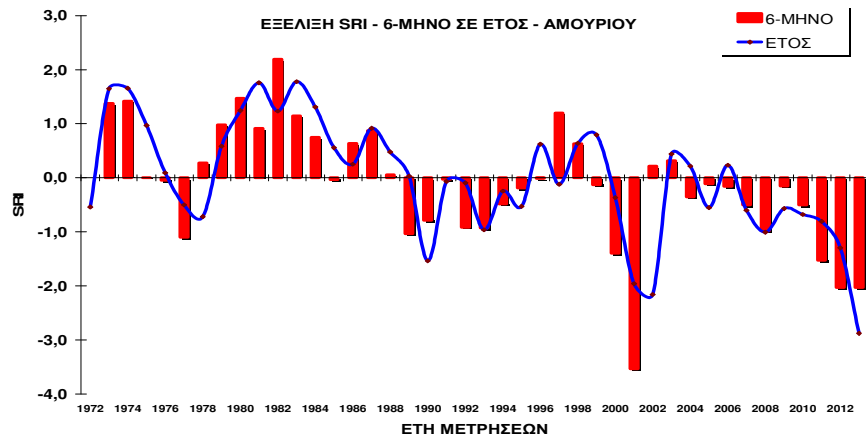
Στα διαγράμματα 7.5. έως και 7.10., που ακολουθούν, παρουσιάζονται ενδεικτικά, η χρονική εξέλιξη των δεικτών ξηρασίας SRI για τις παροχές του Πηνειού στη θέση Γόννοι και Τιταρήσιου στη θέση Μεσοχώρι, των απορροών των πηγών στις θέσεις Αμούρι και Μάτι Τυρνάβου και του δείκτη SDI για τη διακύμανση της στάθμης των γεωτρήσεων 445YEB στη Κρήνη και SR77 στο Μελισσοχώρι (βλ. και παράρτημα).



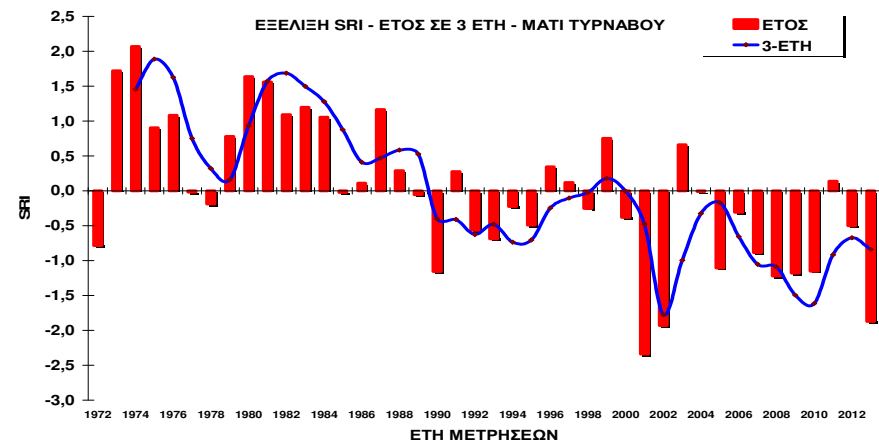
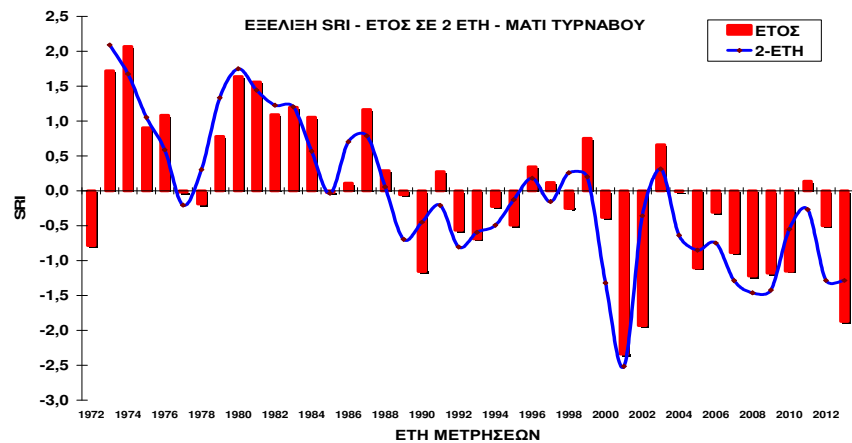
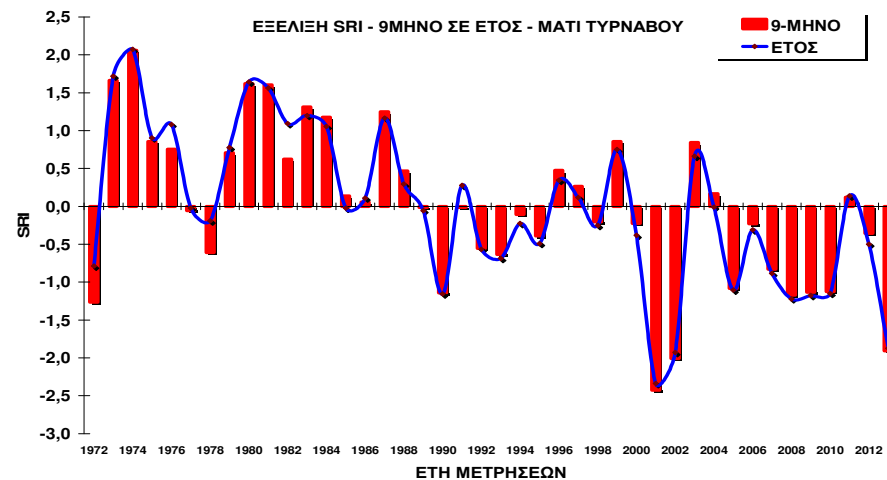
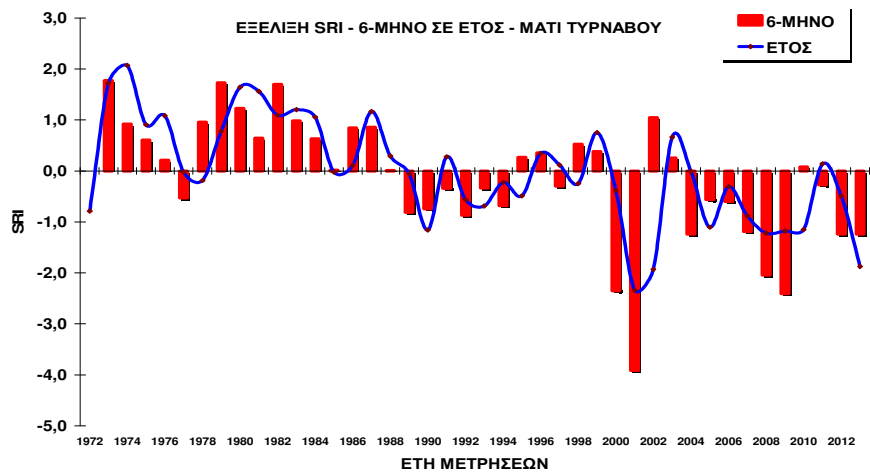
Διάγραμμα 7.5. Χρονική εξέλιξη 6-μηνου, 9-μηνου (κολώνες), ετήσιου SRI (κολώνες-γραμμές) και SRI 2 και 3 ετών (γραμμές) για το σημείο μέτρησης Γόννοι του Πηνειού



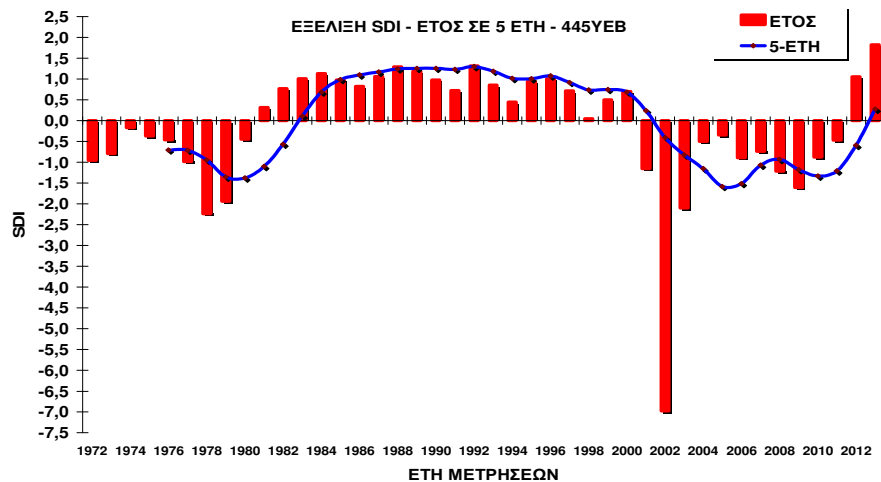
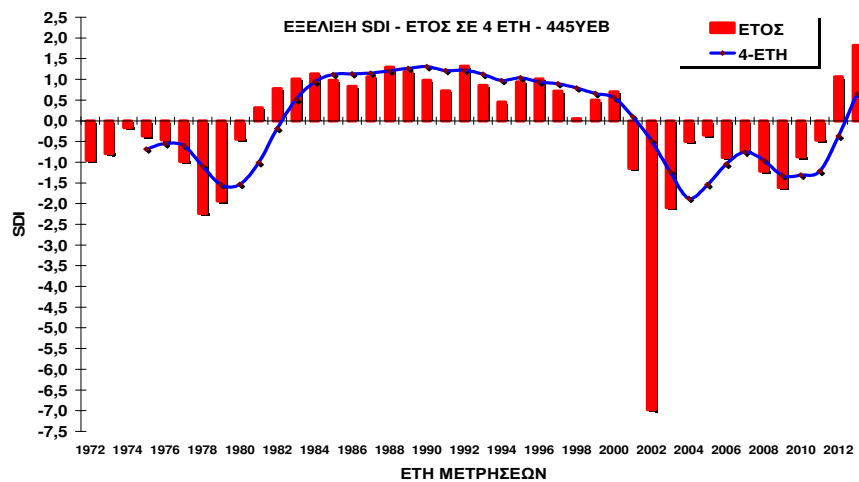
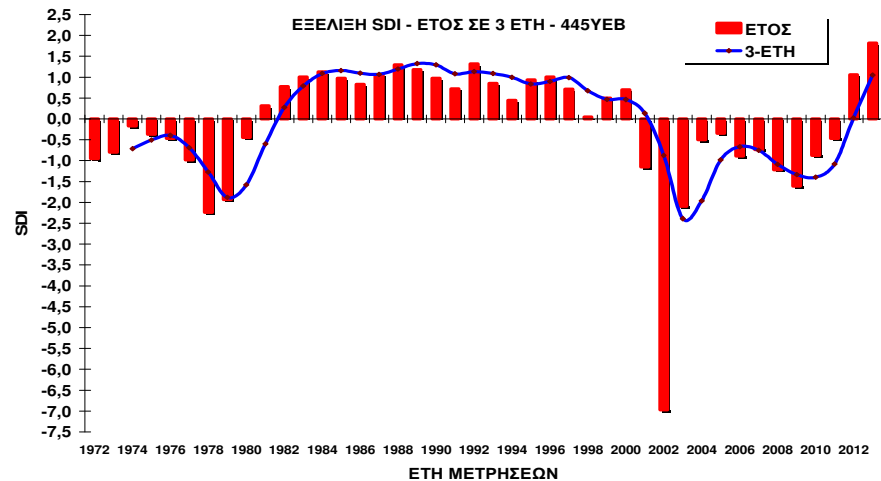
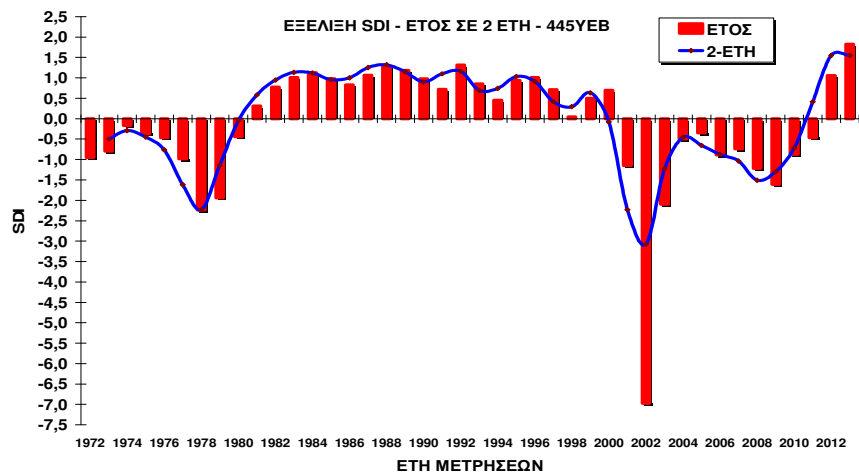
Διάγραμμα 7.6. Χρονική εξέλιξη 6-μηνου, 9-μηνου (κολώνες), ετήσιου SRI (κολώνες-γραμμές) και SRI 2 και 3 ετών (γραμμές) για το σημείο μέτρησης Μεσοχώρι του Τιταρήσιου



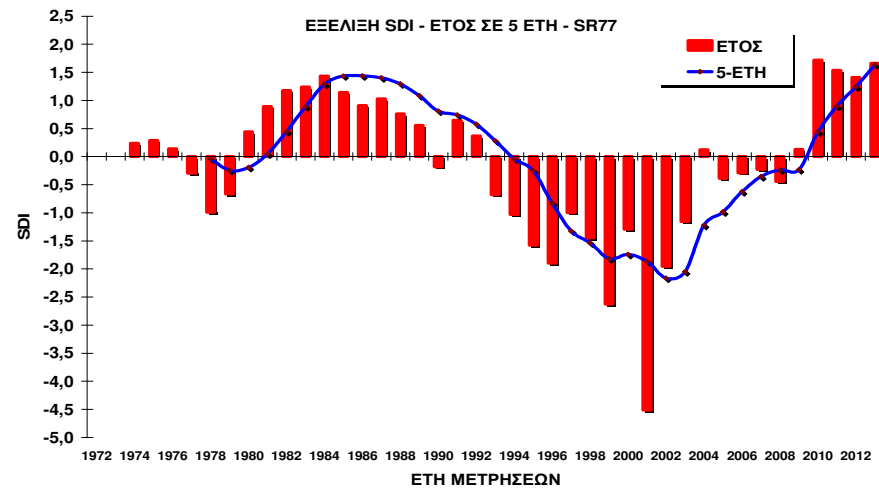
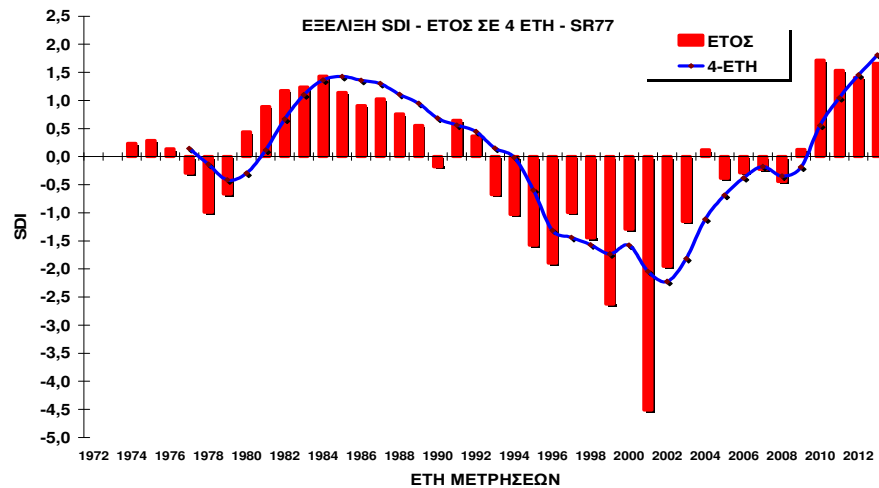
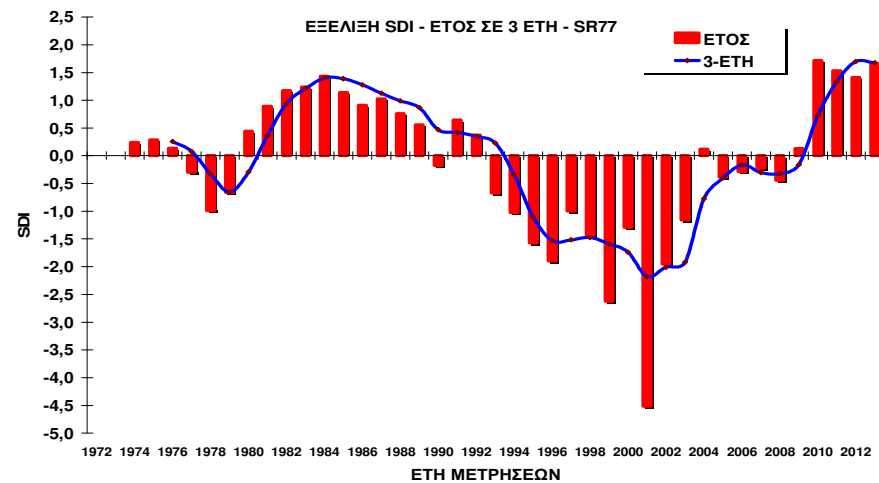
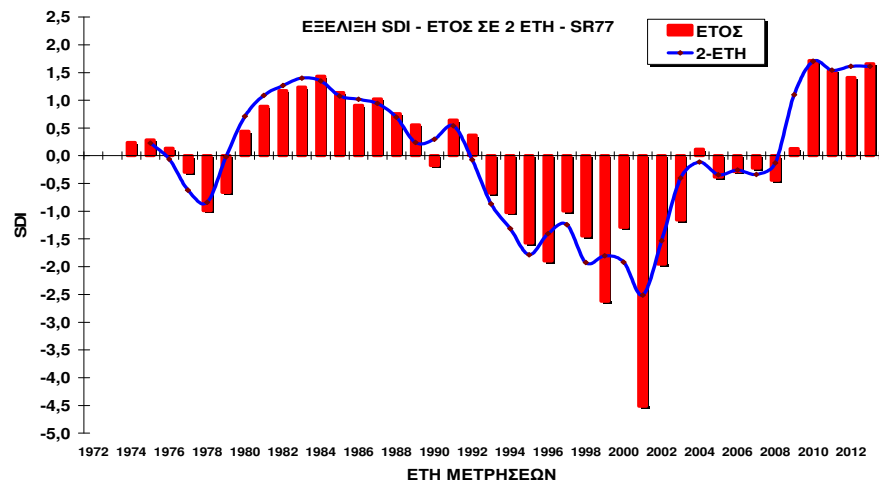
Διάγραμμα 7.7. Χρονική εξέλιξη 6-μηνου, 9-μηνου (κολώνες), ετήσιου SRI (κολώνες-γραμμές) και SRI 2 και 3 ετών (γραμμές) για τις πηγές Αμουρίου



Διάγραμμα 7.8. Χρονική εξέλιξη 6-μηνου, 9-μηνου (κολώνες), ετήσιου SRI (κολώνες-γραμμές) και SRI 2 και 3 ετών (γραμμές) για τη πηγή Μάτι Τυρνάβου



Διάγραμμα 7.9. Χρονική εξέλιξη ετήσιου SDI (κολώνες) και SDI 2, 3, 4 και 5 ετών (γραμμές) για τη γεώτρηση 445YEB



Διάγραμμα 7.10. Χρονική εξέλιξη ετήσιου SDI (κολώνες) και SDI 2, 3, 4 και 5 ετών (γραμμές) για τη γεώτρηση SR77

7.3 Υπολογισμός πιθανοτήτων μετάβασης

7.3.1 Γενικά

Οι πιθανότητες μετάβασης μεταξύ των διαφορετικών καταστάσεων υδρολογικής ξηρασίας εκτιμήθηκαν χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα των δεικτών ξηρασίας (SRI και SDI) για το σύνολο των σημείων μέτρησης, ξεχωριστά, αλλά και σε σημεία ποταμών στα οποία θεωρήθηκε ότι υπάρχει συσχέτιση των τιμών παροχής. Παράλληλα, οι πιθανότητες μετάβασης μεταξύ των διαφορετικών καταστάσεων υδρολογικής ξηρασίας των παροχών ποταμών και απορροών πηγών, εκτιμήθηκαν για χρονική διάρκεια 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48 και 60 μηνών, ενώ για τα σημεία μέτρησης διακύμανσης της στάθμης των γεωτρήσεων για χρονική διάρκεια 12, 24, 36, 48 και 60 μηνών.

Στη συνέχεια, υπολογίστηκαν οι εμπειρικές πιθανότητες μετάβασης από την κατηγορία ξηρασίας που είχε παρατηρηθεί στους 3, 6, 9 μήνες και σε αυτήν που παρατηρήθηκε στο τέλος του υδρολογικού έτους και αντίστοιχα από τους 12 στους 24 μήνες, από τους 24 στους 36 μήνες, από τους 36 στους 48 μήνες και από τους 48 στους 60 μήνες. Επιπροσθέτως, υπολογίστηκαν και οι πιθανότητες των κατηγοριών υδρολογικής ξηρασίας να παραμένουν οι ίδιες και στο επόμενο χρονικό διάστημα. Δηλαδή από κατάσταση ξηρασίας –Α στους πρώτους 6 μήνες σε κατάσταση ξηρασίας –Α στο τέλος του υδρολογικού έτους. Στους πίνακες 7.61. έως και 7.109. και στα διαγράμματα 7.5. έως και 7.22., που ακολουθούν, παρουσιάζονται και απεικονίζονται οι πιθανότητες μετάβασης (%) για τους 3, 6 και 9 μήνες και το τέλος του υδρολογικού έτους και αντίστοιχα για τις ακολουθίες από 1 σε 2 έτη, από 2 σε 3 έτη, από 3 σε 4 έτη και από 4 σε 5 έτη. Σε κάθε πίνακα, η τελευταία στήλη περιέχει τις πιθανότητες εμφάνισης κάθε κατηγορίας υδρολογικής ξηρασίας ή καλής υδροφορίας στους 3, 6, 9 μήνες και 1 έτος, ενώ η τελευταία γραμμή τις πιθανότητες εμφάνισης κάθε κατηγορίας υδρολογικής ξηρασίας ή καλής υδροφορίας στο 1 έτος, 2 έτη, 3 έτη, 4 έτη και 5 έτη. Τα δεδομένα των πινάκων αλλά και των διαγραμμάτων αποτελούν χρήσιμο εργαλείο για την έγκαιρη λήψη μέτρων σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές του υδρολογικού έτους.

Σημειώνεται ότι, λόγω του μεγάλου όγκου των αποτελεσμάτων, τα στοιχεία των αναλύσεων που αφορούν τις πηγές και τις γεωτρήσεις απεικονίζονται στο παράρτημα που ακολουθεί, με εξαίρεση τις γεωτρήσεις PZT1, PZ7 και Π16Λ, που ενσωματώθηκαν στο κύριο μέρος τπου κειμένου.

Διαχειριστική ενότητα ανατολικά της περιοχής μελέτης - παροχές ποταμού Πηνειού σημείων Αγ. Παρασκευής και Γόννων

Πίνακας 7.61. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 3 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή)

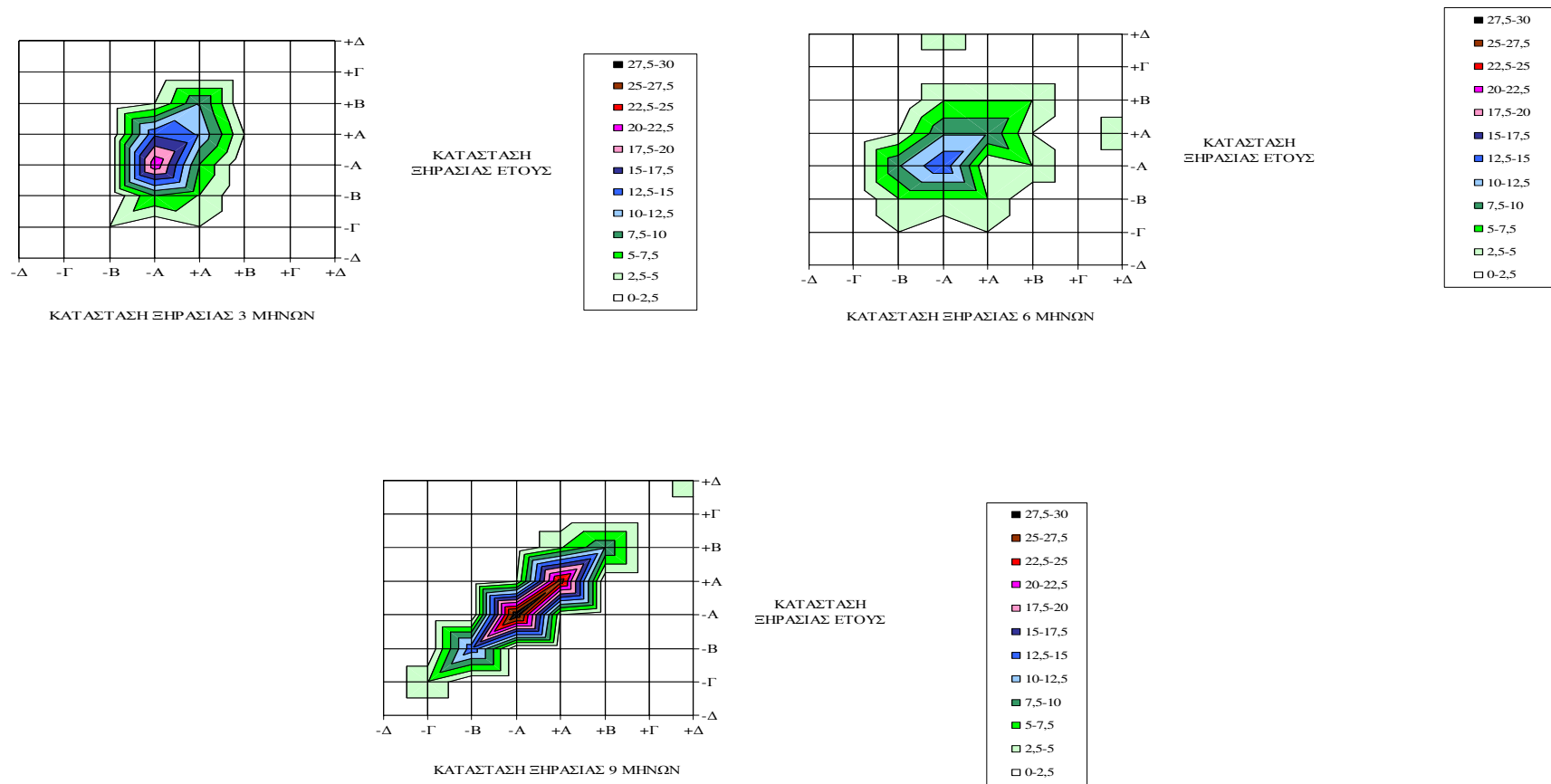
	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-B	0,0	1,2	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4
-A	0,0	1,2	6,1	19,5	12,2	3,7	0,0	2,4	45,1
+A	0,0	2,4	3,7	11,0	17,1	6,1	0,0	2,4	42,7
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	2,4
+Γ	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	4,9
+Δ	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4
	0,0	4,9	13,4	32,9	31,7	12,2	0,0	4,9	100

Πίνακας 7.62. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 6 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή).

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-B	0,0	2,4	3,7	8,5	2,4	0,0	0,0	0,0	17,1
-A	0,0	0,0	3,7	12,2	13,4	4,9	0,0	3,7	37,8
+A	0,0	2,4	4,9	7,3	9,8	2,4	0,0	1,2	28,0
+B	0,0	0,0	1,2	4,9	1,2	4,9	0,0	0,0	12,2
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	0,0	0,0	0,0	4,9
	0,0	4,9	13,4	32,9	31,7	12,2	0,0	4,9	100

Πίνακας 7.63. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 9 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή)

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-Γ	0,0	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8
-B	0,0	0,0	13,1	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	14,3
-A	0,0	0,0	0,0	32,1	1,2	0,0	0,0	0,0	33,3
+A	0,0	0,0	0,0	1,2	29,8	2,4	0,0	0,0	33,3
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,5	0,0	0,0	9,5
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	4,8
	0,0	4,8	13,1	34,5	31,0	11,9	0,0	4,8	100



Διάγραμμα 7.11. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3, 6 και 9 μηνών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας υδρολογικού έτους

Πίνακας 7.64. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας έτους σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-Γ	0,0	0,0	0,0	2,4	2,4	0,0	0,0	0,0	4,9
-B	0,0	0,0	3,7	4,9	4,9	0,0	0,0	0,0	13,4
-A	6,1	0,0	3,7	8,5	8,5	2,4	2,4	1,2	32,9
+A	0,0	0,0	0,0	13,4	11,0	4,9	2,4	0,0	31,7
+B	1,2	0,0	1,2	3,7	2,4	2,4	0,0	1,2	12,2
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
+Δ	0,0	0,0	1,2	1,2	2,4	0,0	0,0	0,0	4,9
	7,3	0,0	9,8	34,1	31,7	9,8	4,9	2,4	100

πίνακας 7.65. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών

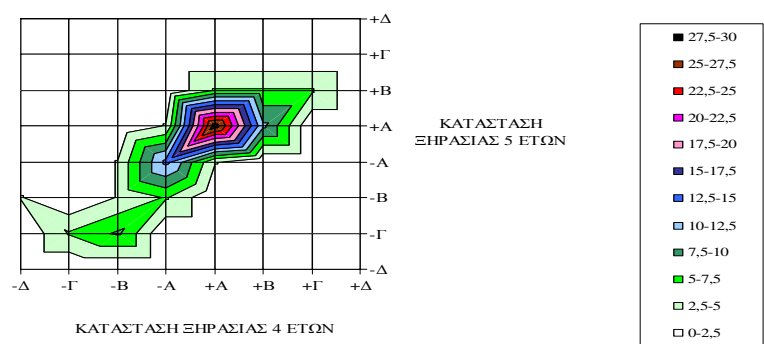
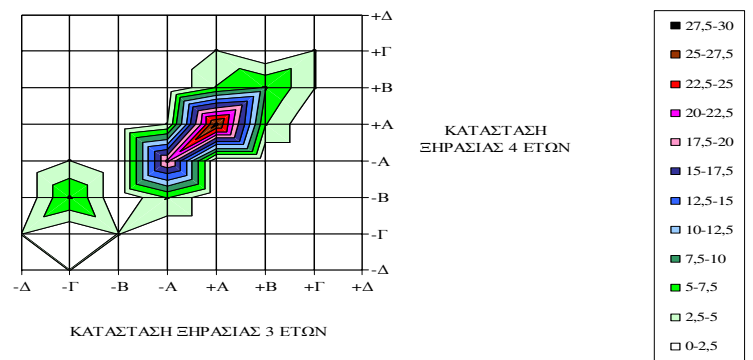
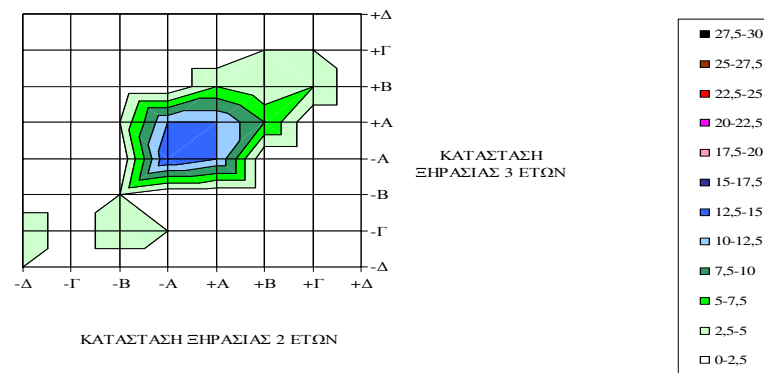
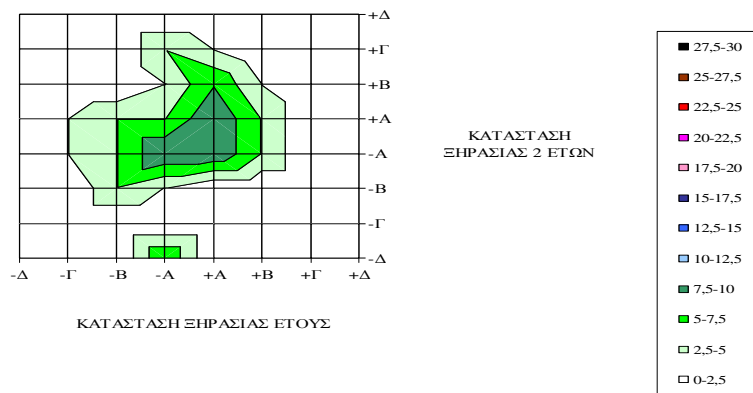
	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	1,3	5,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5
-Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-B	0,0	5,0	2,5	1,3	1,3	0,0	0,0	0,0	10,0
-A	0,0	2,5	0,0	18,8	10,0	1,3	0,0	0,0	32,5
+A	0,0	0,0	0,0	12,5	16,3	2,5	1,3	0,0	32,5
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	2,5	2,5	0,0	10,0
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	2,5	0,0	5,0
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	1,3	2,5
	1,3	12,5	2,5	33,8	32,5	8,8	7,5	1,3	100

Πίνακας 7.66. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3
-Γ	2,6	0,0	6,4	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	12,8
-B	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6
-A	0,0	0,0	3,8	25,6	2,6	1,3	0,0	0,0	33,3
+A	0,0	0,0	0,0	5,1	21,8	3,8	1,3	0,0	32,1
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	3,8	0,0	1,3	9,0
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	2,6	0,0	7,7
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	1,3
	2,6	3,8	10,3	34,6	28,2	14,1	5,1	1,3	100

Πίνακας 7.67. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 5 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6
-Γ	0,0	2,6	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9
-B	0,0	5,3	3,9	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	10,5
-A	0,0	0,0	2,6	26,3	3,9	0,0	0,0	0,0	32,9
+A	0,0	0,0	0,0	2,6	22,4	3,9	0,0	0,0	28,9
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	9,2	3,9	1,3	0,0	14,5
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	1,3	0,0	5,3
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	1,3
	0,0	7,9	10,5	30,3	35,5	11,8	3,9	0,0	100



Διάγραμμα 7.12. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας έτους σε κατηγορία ξηρασίας 2 ετών, 2 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 3 ετών, 3 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 4 ετών και 4 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 5 ετών

Διαχειριστική ενότητα νότια της περιοχής μελέτης - παροχές ποταμού Ενιπέα σημείων Αμπελιάς και Σκοπιάς

Πίνακας 7.68. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 3 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή)

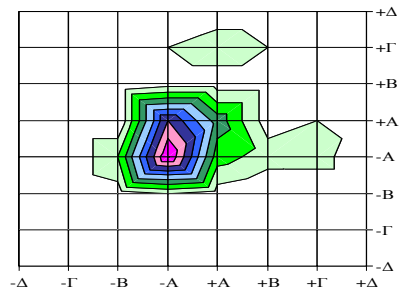
	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	1,3	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5
-Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-B	0,0	0,0	1,3	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,3
-A	0,0	2,5	2,5	22,5	17,5	1,3	2,5	0,0	48,8
+A	1,3	1,3	1,3	6,3	8,8	1,3	3,8	1,3	25,0
+B	0,0	0,0	0,0	3,8	1,3	1,3	2,5	1,3	10,0
+Γ	0,0	0,0	0,0	3,8	2,5	0,0	0,0	0,0	6,3
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	1,3
	2,5	3,8	6,3	41,3	31,3	3,8	8,8	2,5	100

Πίνακας 7.69. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 6 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή).

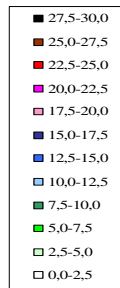
	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,25
-Γ	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,50
-B	0,0	1,3	1,3	3,8	2,5	1,3	1,3	0,0	11,25
-A	0,0	1,3	1,3	17,5	10,0	1,3	3,8	0,0	35,00
+A	1,3	1,3	3,8	11,3	17,5	0,0	1,3	1,3	37,50
+B	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	1,3	0,0	2,50
+Γ	0,0	0,0	0,0	3,8	0,0	1,3	1,3	0,0	6,25
+Δ	0,0	0,0	0,0	1,3	1,3	0,0	0,0	1,3	3,75
	2,5	3,8	6,3	41,3	31,3	3,8	8,8	2,5	100

Πίνακας 7.70. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 9 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή)

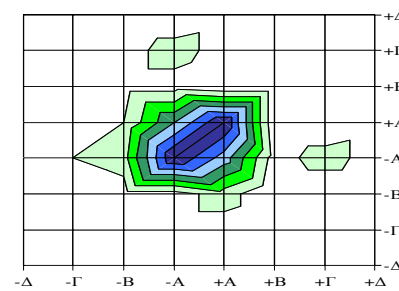
	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2
-Γ	1,2	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7
-B	0,0	1,2	6,2	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	8,6
-A	0,0	0,0	0,0	39,5	0,0	0,0	0,0	0,0	39,5
+A	0,0	0,0	0,0	0,0	30,9	1,2	0,0	0,0	32,1
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	2,5	0,0	0,0	3,7
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,6	1,2	9,9
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	1,2
	2,5	3,7	6,2	40,7	32,1	3,7	8,6	2,5	100



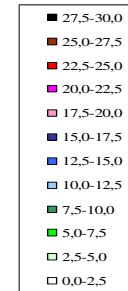
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΕΤΟΥΣ



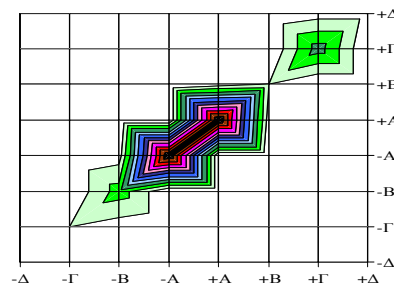
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 3 ΜΗΝΩΝ



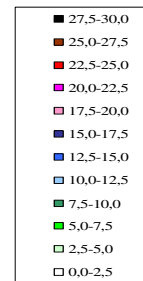
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΕΤΟΥΣ



ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 6 ΜΗΝΩΝ



ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΕΤΟΥΣ



ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 9 ΜΗΝΩΝ

Διάγραμμα 7.13. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3, 6 και 9 μηνών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας υδρολογικού έτους

Πίνακας 7.71. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας έτους σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	1,3
-Γ	0,0	1,3	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	3,8
-B	0,0	0,0	0,0	2,5	3,8	0,0	0,0	0,0	6,3
-A	1,3	0,0	1,3	20,0	10,0	6,3	1,3	1,3	41,3
+A	1,3	0,0	2,5	17,5	7,5	2,5	0,0	1,3	32,5
+B	0,0	0,0	1,3	1,3	0,0	0,0	1,3	0,0	3,8
+Γ	0,0	0,0	1,3	2,5	3,8	0,0	1,3	0,0	8,8
+Δ	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	1,3	0,0	2,5
	2,5	1,3	6,3	45,0	28,8	8,8	5,0	2,5	100

Πίνακας 7.72. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών

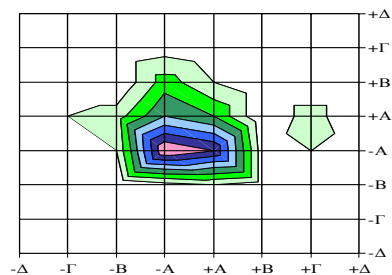
	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3
-Γ	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3
-B	0,0	1,3	1,3	2,6	1,3	0,0	0,0	0,0	6,4
-A	0,0	0,0	5,1	28,2	10,3	1,3	0,0	0,0	44,9
+A	0,0	0,0	0,0	11,5	12,8	5,1	0,0	0,0	29,5
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	3,8	0,0	0,0	9,0
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	1,3	2,6	5,1
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	1,3	2,6
	1,3	2,6	6,4	42,3	29,5	11,5	2,6	3,8	100

Πίνακας 7.73. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3
-Γ	0,0	1,3	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6
-B	0,0	0,0	3,9	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	6,6
-A	0,0	0,0	3,9	31,6	5,3	0,0	0,0	0,0	40,8
+A	0,0	0,0	0,0	11,8	18,4	0,0	0,0	0,0	30,3
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	6,6	3,9	0,0	11,8
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	2,6
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	2,6	3,9
	0,0	1,3	9,2	47,4	25,0	6,6	7,9	2,6	100

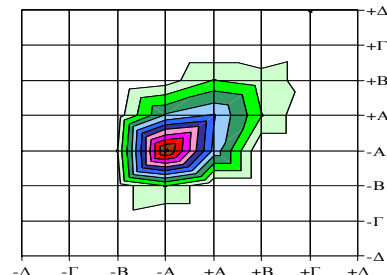
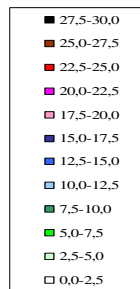
Πίνακας 7.74. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 5 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-Γ	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4
-B	0,0	0,0	8,1	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	9,5
-A	0,0	0,0	6,8	32,4	6,8	0,0	0,0	0,0	45,9
+A	0,0	0,0	0,0	2,7	16,2	5,4	1,4	0,0	25,7
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	1,4	0,0	0,0	6,8
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	4,1	1,4	8,1
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	0,0	2,7
	0,0	0,0	16,2	36,5	28,4	9,5	8,1	1,4	100



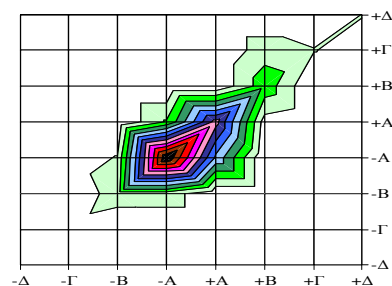
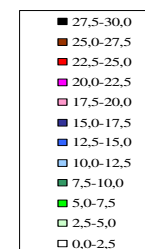
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΕΤΟΥΣ

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 2 ΕΤΩΝ



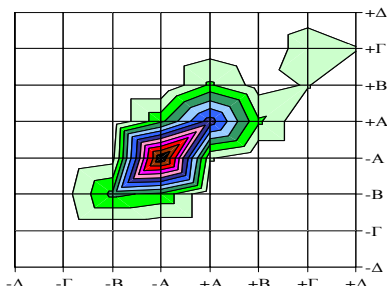
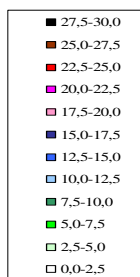
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 2 ΕΤΩΝ

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 3 ΕΤΩΝ



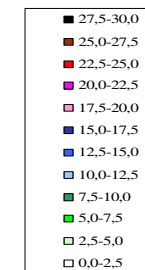
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 3 ΕΤΩΝ

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 4 ΕΤΩΝ



ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 4 ΕΤΩΝ

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 5 ΕΤΩΝ



Διάγραμμα 7.14. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας έτους σε κατηγορία ξηρασίας 2 ετών, 2 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 3 ετών, 3 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 4 ετών και 4 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 5 ετών

Διαχειριστική ενότητα βόρεια της περιοχής μελέτης - παροχές ποταμού Τитарήσιου σημείο Μεσοχωρίου

Πίνακας 7.75. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 3 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή)

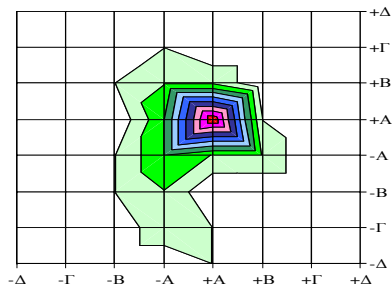
	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4
-Γ	0,0	0,0	2,4	2,4	2,4	0,0	0,0	0,0	7,3
-B	0,0	0,0	2,4	2,4	0,0	2,4	0,0	0,0	7,3
-A	0,0	4,9	4,9	7,3	7,3	4,9	2,4	0,0	31,7
+A	2,4	2,4	0,0	4,9	24,4	4,9	0,0	0,0	39,0
+B	0,0	0,0	0,0	4,9	2,4	0,0	0,0	2,4	9,8
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
+Δ	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4
	4,9	7,3	9,8	24,4	36,6	12,2	2,4	2,4	100

Πίνακας 7.76. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 6 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή)

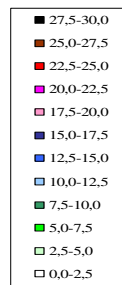
	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
-Γ	2,4	0,0	4,9	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	9,76
-B	0,0	2,4	0,0	2,4	2,4	2,4	0,0	0,0	9,76
-A	2,4	0,0	2,4	4,9	14,6	9,8	2,4	0,0	36,59
+A	0,0	2,4	0,0	7,3	17,1	0,0	0,0	0,0	26,83
+B	0,0	2,4	2,4	2,4	2,4	0,0	0,0	2,4	12,20
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
+Δ	0,0	0,0	0,0	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4,88
	4,9	7,3	9,8	24,4	36,6	12,2	2,4	2,4	100

Πίνακας 7.77. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 9 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή)

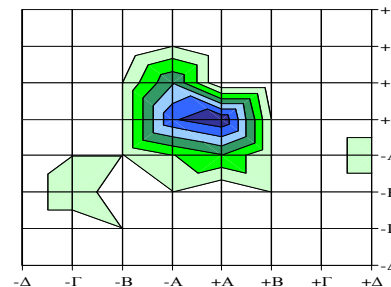
	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4
-Γ	2,4	7,1	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,9
-B	0,0	0,0	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1
-A	0,0	0,0	0,0	21,4	9,5	0,0	0,0	0,0	31,0
+A	0,0	0,0	0,0	2,4	26,2	0,0	0,0	0,0	28,6
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	9,5	0,0	0,0	11,9
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	2,4
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	2,4	4,8
	4,8	7,1	9,5	23,8	38,1	11,9	2,4	2,4	100



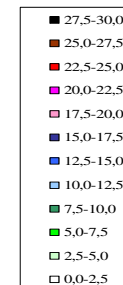
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΕΤΟΥΣ



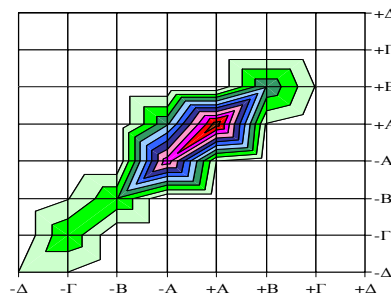
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 3 ΜΗΝΩΝ



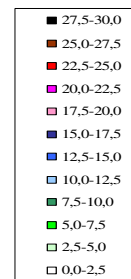
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΕΤΟΥΣ



ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 6 ΜΗΝΩΝ



ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΕΤΟΥΣ



ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 9 ΜΗΝΩΝ

Διάγραμμα 7.15. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3, 6 και 9 μηνών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας υδρολογικού έτους

Πίνακας 7.78. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας έτους σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	0,0	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9
-Γ	0,0	0,0	0,0	2,4	2,4	0,0	0,0	0,0	4,9
-B	0,0	0,0	0,0	7,3	2,4	0,0	0,0	0,0	9,8
-A	7,3	0,0	0,0	0,0	9,8	7,3	0,0	0,0	24,4
+A	2,4	0,0	0,0	4,9	29,3	0,0	0,0	2,4	39,0
+B	0,0	0,0	4,9	7,3	0,0	0,0	0,0	0,0	12,2
+Γ	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	2,4
	12,2	0,0	4,9	26,8	46,3	7,3	0,0	2,4	100

Πίνακας 7.79. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών

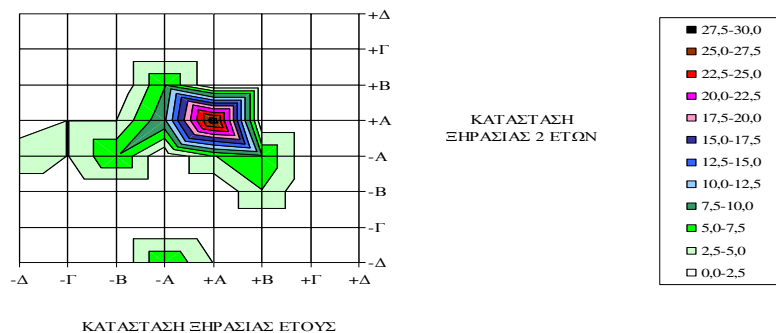
	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	5,0	2,5	2,5	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	12,5
-Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-B	0,0	0,0	0,0	2,5	2,5	0,0	0,0	0,0	5,0
-A	0,0	2,5	12,5	2,5	7,5	0,0	0,0	0,0	25,0
+A	0,0	0,0	0,0	5,0	37,5	2,5	0,0	2,5	47,5
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5	0,0	0,0	0,0	7,5
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	2,5
	5,0	5,0	15,0	10,0	57,5	2,5	0,0	5,0	100

Πίνακας 7.80. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών

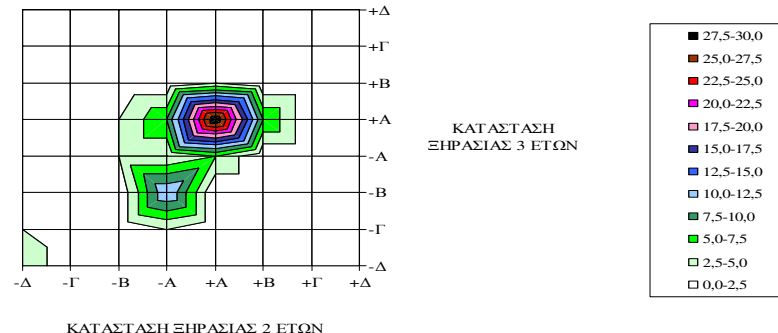
	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1
-Γ	0,0	2,6	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1
-B	2,6	2,6	5,1	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	15,4
-A	0,0	0,0	0,0	5,1	2,6	0,0	0,0	0,0	7,7
+A	0,0	0,0	0,0	12,8	41,0	5,1	0,0	0,0	59,0
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	2,6
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	2,6	5,1
	2,6	10,3	7,7	23,1	43,6	7,7	2,6	2,6	100

Πίνακας 7.81. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 5 ετών

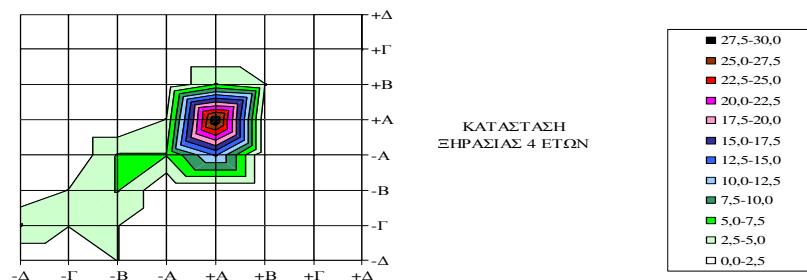
	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6
-Γ	5,3	0,0	2,6	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	10,5
-B	0,0	0,0	2,6	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	7,9
-A	0,0	0,0	0,0	13,2	5,3	2,6	0,0	0,0	21,1
+A	0,0	0,0	0,0	10,5	34,2	0,0	0,0	0,0	44,7
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	2,6	0,0	0,0	7,9
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	2,6
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	2,6
	5,3	2,6	5,3	31,6	44,7	5,3	2,6	2,6	100



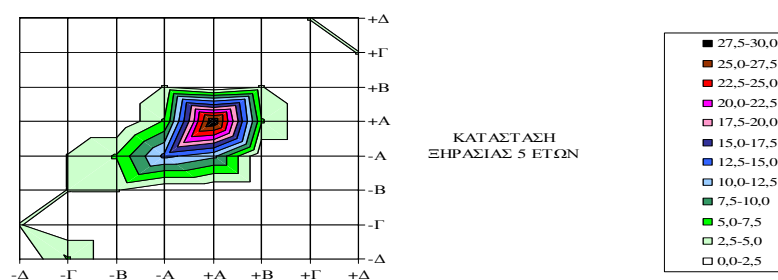
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 3 ΕΤΩΝ



ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 4 ΕΤΩΝ



ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 5 ΕΤΩΝ



ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 6 ΕΤΩΝ

Διάγραμμα 7.16. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας έτους σε κατηγορία ξηρασίας 2 ετών, 2 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 3 ετών, 3 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 4 ετών και 4 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 5 ετών

Διαχειριστική ενότητα δυτικά της περιοχής μελέτης - παροχές ποταμού Πηνειού σημεία Πηνειάδα και Αλή Εφένδη

Πίνακας 7.82. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 3 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή)

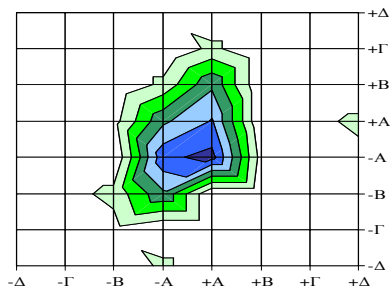
	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-Γ	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6
-B	0,0	1,6	3,2	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	6,3
-A	3,2	0,0	9,5	14,3	9,5	3,2	0,0	1,6	41,3
+A	0,0	0,0	0,0	15,9	12,7	9,5	3,2	0,0	41,3
+B	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	1,6	0,0	3,2
+Δ	0,0	0,0	0,0	1,6	3,2	0,0	0,0	0,0	4,8
	3,2	1,6	14,3	33,3	28,6	12,7	4,8	1,6	100

Πίνακα 7.83. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 6 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή)

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,59
-Γ	0,0	0,0	1,6	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	3,17
-B	0,0	1,6	4,8	1,6	1,6	1,6	0,0	0,0	11,11
-A	1,6	0,0	3,2	14,3	6,3	4,8	3,2	1,6	34,92
+A	1,6	0,0	3,2	12,7	12,7	3,2	0,0	0,0	33,33
+B	0,0	0,0	0,0	1,6	4,8	0,0	0,0	0,0	6,35
+Γ	0,0	0,0	0,0	1,6	1,6	3,2	1,6	0,0	7,94
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	1,59
	3,2	1,6	14,3	33,3	28,6	12,7	4,8	1,6	100

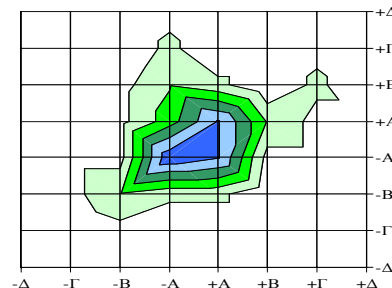
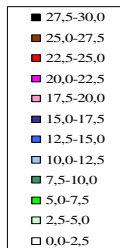
Πίνακας 7.84. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 9 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή)

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	3,1	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7
-Γ	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6
-B	0,0	0,0	10,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,9
-A	0,0	0,0	3,1	28,1	0,0	1,6	1,6	0,0	34,4
+A	0,0	0,0	0,0	4,7	28,1	0,0	0,0	0,0	32,8
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8	0,0	0,0	7,8
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	3,1	0,0	6,3
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	1,6
	3,1	1,6	15,6	32,8	28,1	12,5	4,7	1,6	100



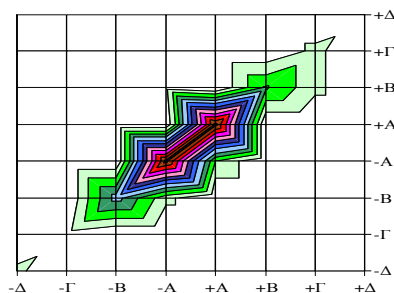
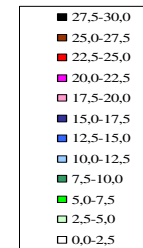
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 3 ΜΗΝΩΝ

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΕΤΟΥΣ



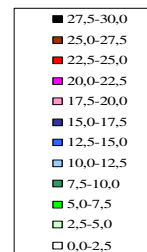
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 6 ΜΗΝΩΝ

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΕΤΟΥΣ



ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 9 ΜΗΝΩΝ

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΕΤΟΥΣ



Διάγραμμα 7.17. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3, 6 και 9 μηνών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας υδρολογικού έτους

Πίνακας 7.85. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας έτους σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	1,6	0,0	0,0	3,2
-Γ	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6
-B	3,2	3,2	1,6	4,8	3,2	0,0	0,0	0,0	16,1
-A	0,0	1,6	1,6	11,3	9,7	4,8	1,6	0,0	30,6
+A	0,0	0,0	0,0	12,9	8,1	4,8	3,2	0,0	29,0
+B	1,6	0,0	0,0	1,6	4,8	3,2	1,6	0,0	12,9
+Γ	0,0	1,6	1,6	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	4,8
+Δ	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6
	4,8	8,1	4,8	33,9	27,4	14,5	6,5	0,0	100

Πίνακας 7.86. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών

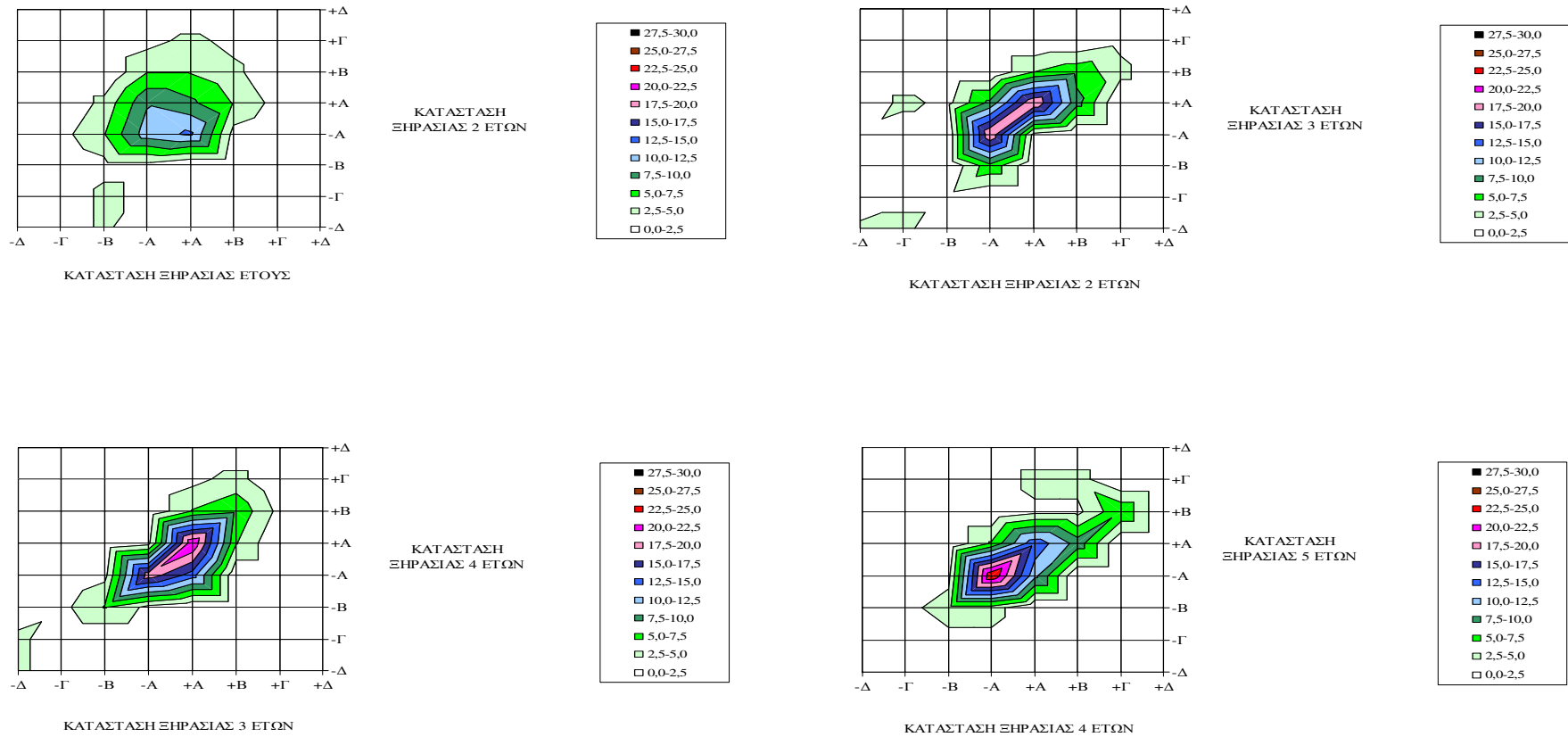
	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	3,3	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0
-Γ	3,3	1,7	0,0	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0	8,3
-B	0,0	1,7	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	3,3
-A	0,0	0,0	6,7	20,0	8,3	0,0	0,0	0,0	35,0
+A	0,0	0,0	0,0	1,7	20,0	5,0	0,0	0,0	26,7
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	6,7	0,0	0,0	15,0
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	1,7	1,7	6,7
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	6,7	3,3	6,7	23,3	41,7	15,0	1,7	1,7	100

Πίνακας 7.87. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	3,4	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,9
-Γ	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7
-B	0,0	0,0	5,2	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	6,9
-A	0,0	0,0	1,7	19,0	1,7	0,0	0,0	0,0	22,4
+A	0,0	0,0	0,0	13,8	22,4	5,2	1,7	0,0	43,1
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2	6,9	3,4	0,0	15,5
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	1,7
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	1,7
	3,4	3,4	8,6	34,5	29,3	13,8	6,9	0,0	100

Πίνακας 7.88. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 5 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8
-Γ	1,8	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6
-B	0,0	1,8	3,6	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1
-A	0,0	1,8	3,6	25,0	5,4	0,0	0,0	0,0	35,7
+A	0,0	0,0	0,0	10,7	14,3	1,8	3,6	0,0	30,4
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9	1,8	3,6	0,0	14,3
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1	0,0	0,0	7,1
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	3,6	3,6	8,9	37,5	28,6	10,7	7,1	0,0	100



Διάγραμμα 7.18. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας έτους σε κατηγορία ξηρασίας 2 ετών, 2 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 3 ετών, 3 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 4 ετών και 4 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 5 ετών

Διαχειριστική ενότητα κεντρικά της περιοχής μελέτης - παροχές ποταμού Πηνειού σημεία Αμυγδαλέα και Αλκαζάρ

Πίνακας 7.89. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 3 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή)

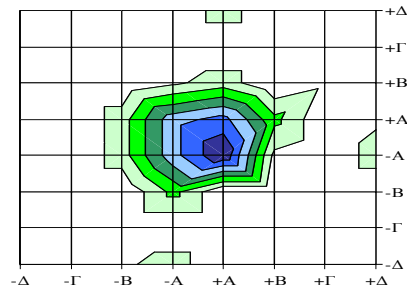
	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-B	1,9	0,0	0,0	3,8	3,8	0,0	0,0	0,0	9,6
-A	3,8	0,0	5,8	11,5	11,5	1,9	0,0	0,0	34,6
+A	0,0	0,0	0,0	17,3	13,5	3,8	0,0	3,8	38,5
+B	0,0	0,0	0,0	1,9	5,8	0,0	0,0	0,0	7,7
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	1,9	0,0	3,8
+Δ	0,0	0,0	0,0	3,8	1,9	0,0	0,0	0,0	5,8
	5,8	0,0	5,8	38,5	36,5	7,7	1,9	3,8	100

Πίνακας 7.90. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 6 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή).

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	1,9	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	3,85
-Γ	0,0	0,0	1,9	1,9	1,9	0,0	0,0	0,0	5,77
-B	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,92
-A	3,8	0,0	3,8	13,5	13,5	3,8	0,0	3,8	42,31
+A	0,0	0,0	0,0	15,4	9,6	1,9	0,0	0,0	26,92
+B	0,0	0,0	0,0	3,8	3,8	0,0	0,0	0,0	7,69
+Γ	0,0	0,0	0,0	1,9	1,9	0,0	1,9	0,0	5,77
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	1,9	0,0	0,0	5,77
	5,8	0,0	5,8	38,5	36,5	7,7	1,9	3,8	100

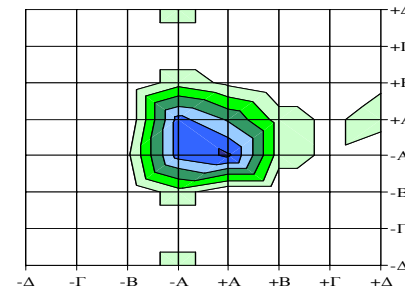
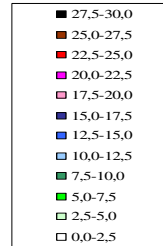
Πίνακας 7.91. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 9 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή)

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8
-Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-B	0,0	0,0	5,8	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7
-A	0,0	0,0	0,0	36,5	0,0	0,0	0,0	0,0	36,5
+A	0,0	0,0	0,0	0,0	34,6	0,0	0,0	0,0	34,6
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7	0,0	0,0	7,7
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	1,9	0,0	3,8
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	3,8
	5,8	0,0	5,8	38,5	36,5	7,7	1,9	3,8	100



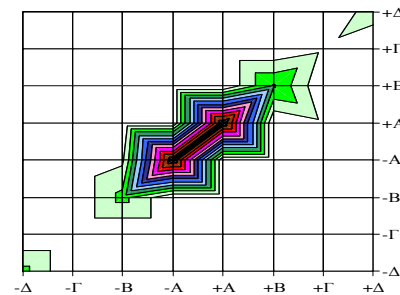
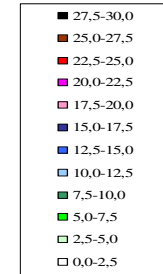
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 3 ΜΗΝΩΝ

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΕΤΟΥΣ



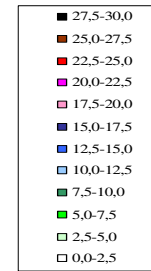
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 6 ΜΗΝΩΝ

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΕΤΟΥΣ



ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 9 ΜΗΝΩΝ

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΕΤΟΥΣ



Διάγραμμα 7.19. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3, 6 και 9 μηνών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας υδρολογικού έτους

Πίνακας 7.92. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας έτους σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	0,0	4,0	2,0	0,0	0,0	0,0	6,0
-Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-B	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	6,0
-A	0,0	0,0	2,0	16,0	8,0	8,0	6,0	0,0	40,0
+A	0,0	2,0	2,0	14,0	10,0	6,0	0,0	2,0	36,0
+B	2,0	0,0	0,0	4,0	2,0	0,0	0,0	0,0	8,0
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
+Δ	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0
	6,0	2,0	4,0	38,0	28,0	14,0	6,0	2,0	100

Πίνακας 7.93. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών

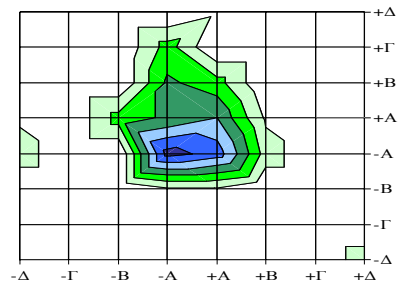
	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	2,1	0,0	0,0	0,0	2,1	0,0	2,1	0,0	6,3
-Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	2,1
-B	0,0	0,0	0,0	2,1	2,1	0,0	0,0	0,0	4,2
-A	2,1	4,2	4,2	14,6	14,6	0,0	0,0	0,0	39,6
+A	0,0	0,0	4,2	10,4	10,4	4,2	0,0	0,0	29,2
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	6,3	2,1	0,0	12,5
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	0,0	0,0	4,2
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	2,1
	4,2	4,2	8,3	27,1	37,5	14,6	4,2	0,0	100

Πίνακας 7.94. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3
-Γ	2,2	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3
-B	0,0	0,0	4,3	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	8,7
-A	0,0	0,0	6,5	10,9	6,5	2,2	0,0	0,0	26,1
+A	0,0	0,0	0,0	13,0	19,6	4,3	2,2	0,0	39,1
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	10,9	2,2	0,0	0,0	13,0
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	2,2	0,0	4,3
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	6,5	2,2	10,9	28,3	37,0	10,9	4,3	0,0	100

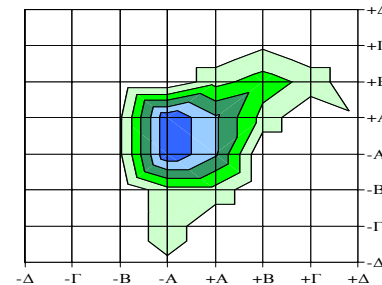
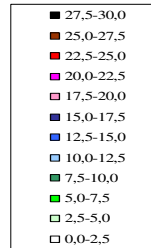
Πίνακας 7.95. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 5 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	4,5	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,8
-Γ	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3
-B	0,0	2,3	2,3	4,5	2,3	0,0	0,0	0,0	11,4
-A	0,0	0,0	0,0	18,2	9,1	2,3	0,0	0,0	29,5
+A	0,0	0,0	0,0	6,8	20,5	6,8	2,3	0,0	36,4
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	6,8	2,3	0,0	0,0	9,1
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	2,3	0,0	4,5
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	6,8	4,5	2,3	29,5	40,9	11,4	4,5	0,0	100



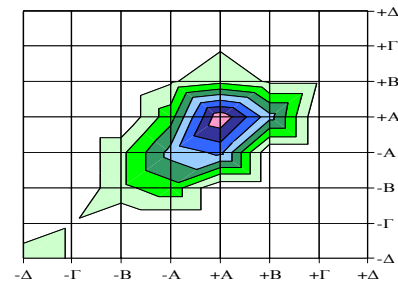
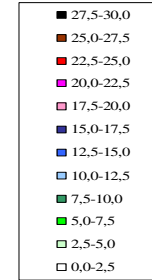
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 1 ΕΤΟΥΣ

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 2 ΕΤΩΝ



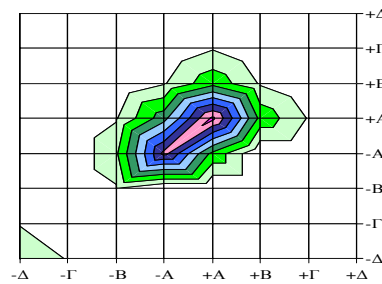
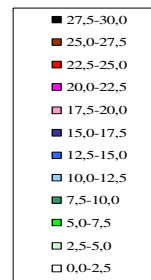
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 2 ΕΤΩΝ

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 3 ΕΤΩΝ



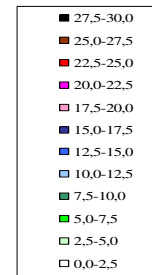
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 3 ΕΤΩΝ

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 4 ΕΤΩΝ



ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 4 ΕΤΩΝ

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 5 ΕΤΩΝ



Διάγραμμα 7.20. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας έτους σε κατηγορία ξηρασίας 2 ετών, 2 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 3 ετών, 3 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 4 ετών και 4 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 5 ετών

Πίνακας 7.96. Πιθανότητες μετάβασης (%) διατήρησης της ξηρασίας στην ίδια κατηγορία – παροχές ποταμών

Σημείο μέτρησης	3μήνες σε έτος	6μήνες σε έτος	9μήνες σε έτος	1 σε 2 έτη	2 σε 3 έτη	3 σε 4 έτη	4 σε 5 έτη
Αγ. Παρασκευή - Γόννοι	37,80	30,49	94,05	25,61	45,00	53,85	60,53
Αμπελιά - Σκοπιά	35,00	40,00	92,59	30,00	48,72	67,11	62,16
Μεσοχώρι	36,59	21,95	76,19	29,27	47,50	58,97	52,63
Αμυγδαλέα – Αλκαζάρ	26,92	26,92	95,15	26,00	33,33	45,65	50,00
Πηνειαδά – Αλή Εφένδη	31,75	33,33	84,38	24,19	53,33	56,90	46,43

Πίνακας 7.97. Πιθανότητες μετάβασης (%) διατήρησης της ξηρασίας στην ίδια κατηγορία – απορροές πηγών

Σημείο μέτρησης	3μήνες σε έτος	6μήνες σε έτος	9μήνες σε έτος	1 σε 2 έτη	2 σε 3 έτη	3 σε 4 έτη	4 σε 5 έτη
Αγ. Άννα	36,59	39,02	92,68	39,02	62,50	76,92	81,58
Αμουρίου	51,22	43,90	88,10	37,71	65,00	69,23	73,68
Αμυγδαλέα	21,95	37,71	95,12	17,50	35,90	57,89	64,86
Κεφαλόβρυσο	41,46	29,27	90,48	24,39	60,00	58,97	71,05
Μάτι Τυρνάβου	39,02	34,15	83,33	26,83	65,00	79,49	76,32

Πιθανότητες μετάβασης σε διάφορες κατηγορίες ξηρασίας σύμφωνα με τα δεδομένα διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης Π16Λ

Πίνακας 7.98. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας έτους σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	0,0	2,9	2,9	0,0	0,0	0,0	5,9
-Γ	0,0	2,9	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,8
-B	0,0	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9
-A	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	0,0	0,0	17,6
+A	0,0	0,0	0,0	5,9	32,4	8,8	0,0	0,0	47,1
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	11,8	2,9	0,0	0,0	14,7
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2,9	8,8	11,8	11,8	50,0	14,7	0,0	0,0	100

Πίνακας 7.99. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών

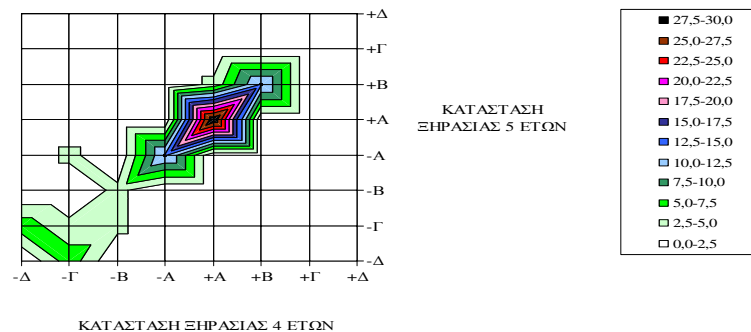
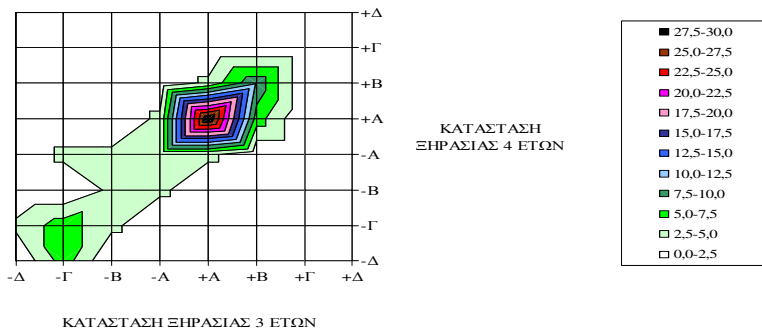
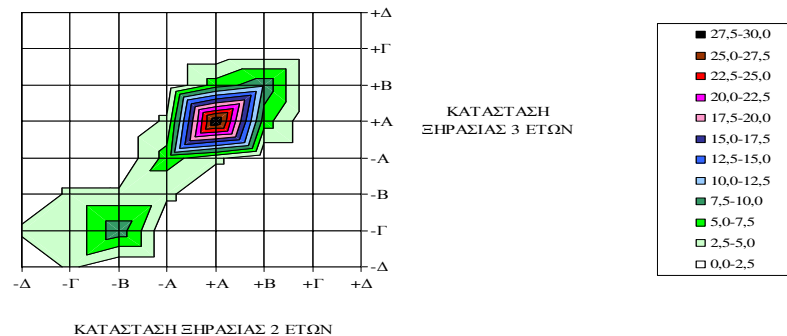
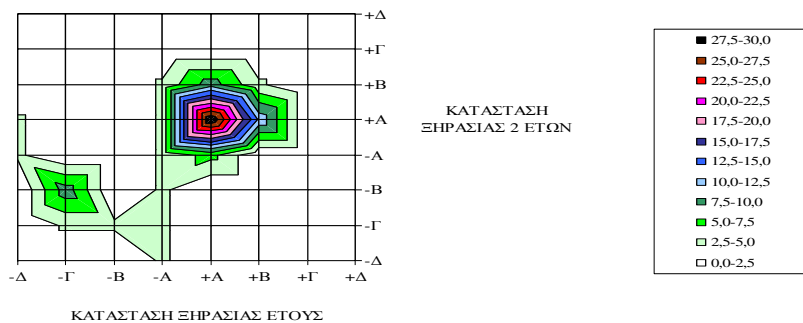
	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
-Γ	3,0	3,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,1
-B	0,0	9,1	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,1
-A	0,0	0,0	3,0	6,1	3,0	0,0	0,0	0,0	12,1
+A	0,0	0,0	0,0	3,0	39,4	6,1	0,0	0,0	48,5
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	6,1	9,1	0,0	0,0	15,2
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	3,0	15,2	9,1	9,1	48,5	15,2	0,0	0,0	100

Πίνακας 7.100. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1
-Γ	6,3	6,3	0,0	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	15,6
-B	0,0	3,1	3,1	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	9,4
-A	0,0	0,0	3,1	3,1	3,1	0,0	0,0	0,0	9,4
+A	0,0	0,0	0,0	3,1	40,6	3,1	0,0	0,0	46,9
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	6,3	9,4	0,0	0,0	15,6
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	6,3	12,5	6,3	12,5	50,0	12,5	0,0	0,0	100

Πίνακας 7.100. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 5 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5
-Γ	6,5	3,2	0,0	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	12,9
-B	0,0	3,2	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5
-A	0,0	0,0	0,0	12,9	0,0	0,0	0,0	0,0	12,9
+A	0,0	0,0	0,0	0,0	45,2	3,2	0,0	0,0	48,4
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,9	0,0	0,0	12,9
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	6,5	12,9	3,2	16,1	45,2	16,1	0,0	0,0	100



Διάγραμμα 7.21. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας έτους σε κατηγορία ξηρασίας 2 ετών, 2 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 3 ετών, 3 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 4 ετών και 4 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 5 ετών

Πιθανότητες μετάβασης σε διάφορες κατηγορίες ξηρασίας σύμφωνα με τα δεδομένα διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης PZ7

Πίνακας 7.101. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας έτους σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	2,5	0,0	2,5	5,0	0,0	2,5	0,0	0,0	12,5
-Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-B	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5	0,0	0,0	0,0	7,5
-A	0,0	2,5	0,0	0,0	7,5	0,0	0,0	0,0	10,0
+A	2,5	0,0	5,0	17,5	32,5	0,0	2,5	0,0	60,0
+B	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	2,5	0,0	5,0
+Γ	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	2,5	0,0	0,0	5,0
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	5,0	2,5	7,5	27,5	47,5	5,0	5,0	0,0	100

Πίνακας 7.102. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών

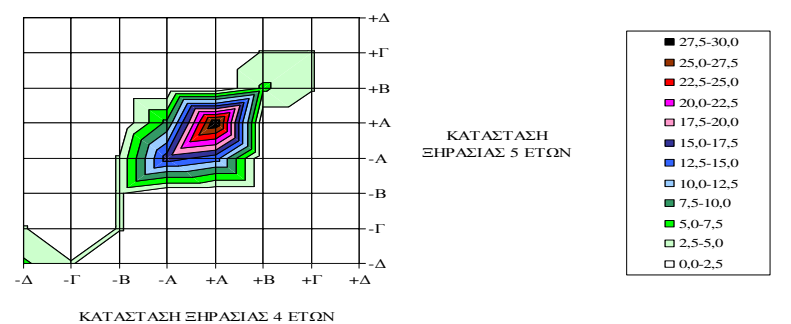
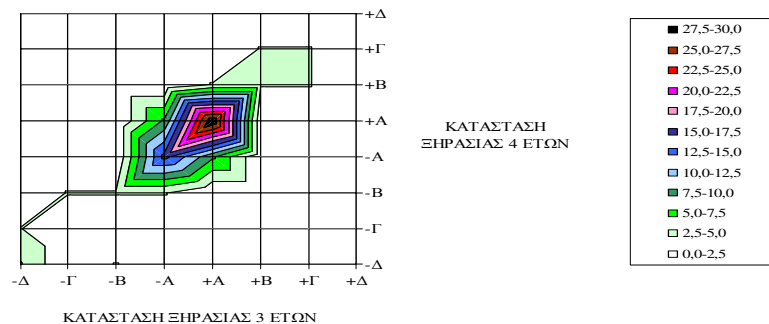
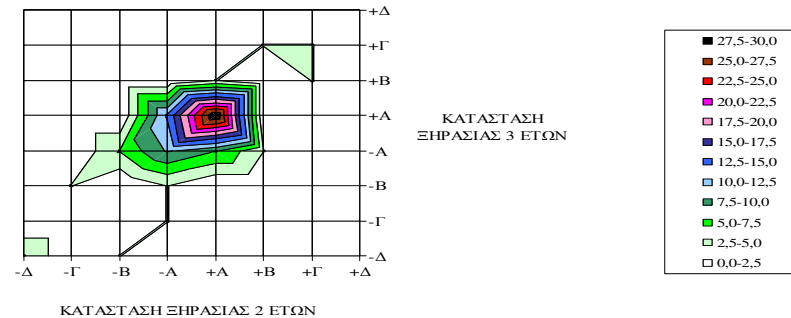
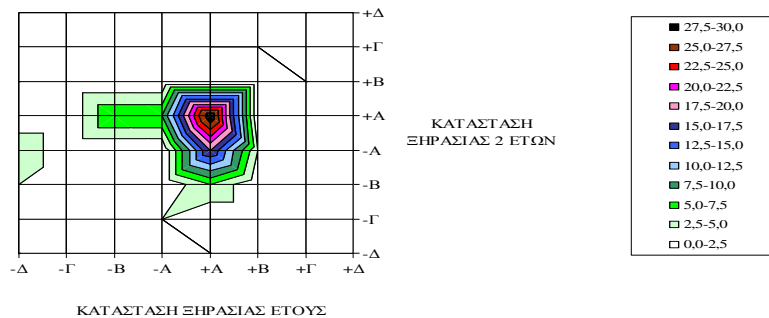
	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1
-Γ	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6
-B	2,6	0,0	0,0	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7
-A	0,0	2,6	2,6	10,3	12,8	0,0	0,0	0,0	28,2
+A	0,0	0,0	0,0	7,7	35,9	2,6	0,0	0,0	46,2
+B	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	2,6	0,0	5,1
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	2,6	0,0	5,1
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	7,7	2,6	5,1	25,6	48,7	5,1	5,1	0,0	100

Πίνακας 7.103. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	5,3	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,9
-Γ	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6
-B	2,6	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3
-A	0,0	0,0	2,6	15,8	7,9	0,0	0,0	0,0	26,3
+A	0,0	0,0	0,0	7,9	36,8	2,6	0,0	0,0	47,4
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	2,6	0,0	5,3
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	2,6	0,0	5,3
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	7,9	2,6	7,9	23,7	44,7	7,9	5,3	0,0	100

Πίνακας 7.104. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 5 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	5,4	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,1
-Γ	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7
-B	0,0	2,7	2,7	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	8,1
-A	0,0	0,0	0,0	16,2	8,1	0,0	0,0	0,0	24,3
+A	0,0	0,0	0,0	13,5	29,7	0,0	0,0	0,0	43,2
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	2,7	0,0	8,1
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	2,7	0,0	5,4
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	8,1	5,4	2,7	32,4	37,8	8,1	5,4	0,0	100



Διάγραμμα 7.21. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας έτους σε κατηγορία ξηρασίας 2 ετών, 2 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 3 ετών, 3 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 4 ετών και 4 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 5 ετών

Πιθανότητες μετάβασης σε διάφορες κατηγορίες ξηρασίας σύμφωνα με τα δεδομένα διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης ΡΖΤ1

Πίνακας 7.105. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας έτους σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών

	-Δ	Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	0,0	10,0	0,0	2,5	0,0	0,0	12,5
-Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-B	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	2,5
-A	5,0	5,0	2,5	2,5	12,5	0,0	0,0	0,0	27,5
+A	0,0	2,5	5,0	5,0	15,0	7,5	2,5	0,0	37,5
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	7,5	0,0	0,0	17,5
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	2,5
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	5,0	7,5	7,5	17,5	40,0	20,0	2,5	0,0	100

Πίνακας 7.106. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών

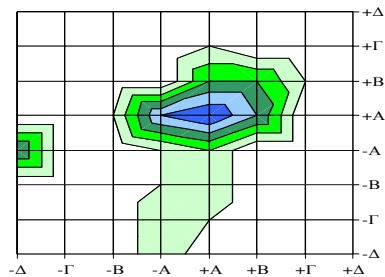
	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	2,6	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1
-Γ	0,0	0,0	5,1	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7
-B	0,0	2,6	0,0	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7
-A	0,0	2,6	7,7	5,1	2,6	0,0	0,0	0,0	17,9
+A	0,0	0,0	0,0	5,1	33,3	2,6	0,0	0,0	41,0
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	10,3	2,6	0,0	17,9
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	2,6
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2,6	7,7	12,8	17,9	41,0	12,8	5,1	0,0	100

Πίνακας 7.107. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών

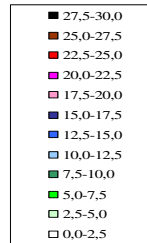
	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6
-Γ	2,6	0,0	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,9
-B	0,0	2,6	2,6	7,9	0,0	0,0	0,0	0,0	13,2
-A	0,0	0,0	5,3	10,5	2,6	0,0	0,0	0,0	18,4
+A	0,0	0,0	0,0	7,9	31,6	2,6	0,0	0,0	42,1
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,9	5,3	0,0	13,2
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	2,6
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2,6	2,6	13,2	28,9	34,2	10,5	7,9	0,0	100

Πίνακας 7.108. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 5 ετών

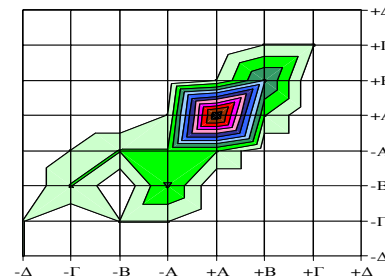
	-Δ	Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7
-Γ	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7
-B	0,0	0,0	5,4	8,1	0,0	0,0	0,0	0,0	13,5
-A	0,0	0,0	5,4	16,2	8,1	0,0	0,0	0,0	29,7
+A	0,0	0,0	0,0	13,5	18,9	2,7	0,0	0,0	35,1
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	5,4	2,7	0,0	10,8
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	0,0	5,4
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	5,4	0,0	10,8	37,8	29,7	8,1	8,1	0,0	100



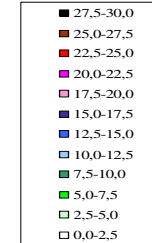
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
ΞΗΡΑΣΙΑΣ 2 ΕΤΩΝ



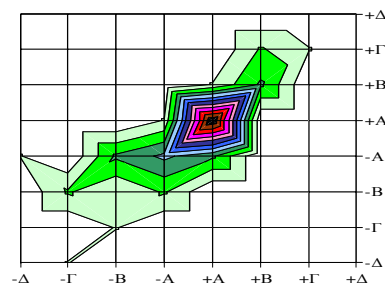
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΕΤΟΥΣ



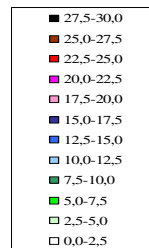
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
ΞΗΡΑΣΙΑΣ 3 ΕΤΩΝ



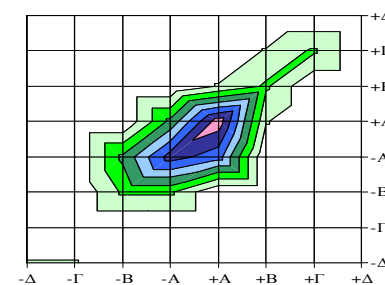
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 2 ΕΤΩΝ



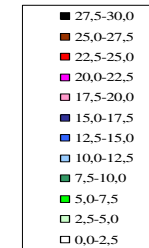
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
ΞΗΡΑΣΙΑΣ 4 ΕΤΩΝ



ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 3 ΕΤΩΝ



ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
ΞΗΡΑΣΙΑΣ 5 ΕΤΩΝ



ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 4 ΕΤΩΝ

Διάγραμμα 7.22. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας έτους σε κατηγορία ξηρασίας 2 ετών, 2 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 3 ετών, 3 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 4 ετών και 4 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 5 ετών

Πίνακας 7.109. Πιθανότητες μετάβασης (%) διατήρησης της ξηρασίας στην ίδια κατηγορία – στάθμης γεωτρήσεων

Σημείο μέτρησης	1 σε 2 έτη	2 σε 3 έτη	3 σε 4 έτη	4 σε 5 έτη
445ΥΕΒ – Κρήνη	36,59	70,00	74,36	76,32
AD3-Αργυροπούλι	48,72	71,05	51,35	72,22
Κ1 – Κεφαλόβρυσο	26,92	36,00	45,83	21,74
Π16Λ – Συκούριο	41,18	60,61	62,50	77,42
PZ7 – Λάρισα	35,00	53,85	65,79	62,16
PZT1 – Τύρναβος	25,00	53,85	55,26	54,05
SR63A – Ριζόμυλος	43,59	76,32	78,38	80,56
SR77 – Μελισσοχώρι	38,46	81,58	70,27	77,78
SR86 – Μαυροβούνι	41,03	73,68	70,27	72,22

7.3.2 Συμπεράσματα υπολογισμού πιθανοτήτων μετάβασης

Σε αντιστοιχία με τη υδρολογική ξηρασία και τους δείκτες SRI και SDI που αναφέρονται στο σύνολο της περιοχής μελέτης του Ν. Λάρισας, υπολογίστηκαν οι πιθανότητες μετάβασης μεταξύ των διαφορετικών καταστάσεων υδρολογικής ξηρασίας.

Τα αποτελέσματα, για τις διάφορες χρονικές κλίμακες, απεικονίζονται στα διαγράμματα 7.5. έως και 7.22 και τους πίνακες 7.61. έως και 7.109., που προηγήθηκαν, καθώς και η πιθανότητα διατήρησης του ίδιου καθεστώτος υδροφορίας.

Από τα δεδομένα των αναλύσεων προκύπτουν τα έξης συμπεράσματα όσον αφορά τη μετάβαση σε διάφορα ποσοστά κατάστασης υδρολογικής ξηρασίας:

- το υψηλότερο ποσοστό μετάβασης σε οποιαδήποτε κατάσταση ξηρασίας παρατηρήθηκε στην νότια υποπεριοχή της περιοχής μελέτης με το ποσοστό να κυμαίνεται από 52,60 – 57,90% για το σύνολο των χρονικών ανελιξέων,
- αντίστοιχα το χαμηλότερο ποσοστό μετάβασης σε οποιαδήποτε κατάσταση ξηρασίας παρατηρήθηκε στην βόρεια υποπεριοχή της περιοχής μελέτης με το ποσοστό να κυμαίνεται από 35,00 - 46,40%,
- παράλληλα υψηλά ποσοστά παρατηρήθηκαν τόσο στην ανατολική όσο και στη δυτική υποπεριοχή με τα ποσοστά να κυμαίνονται από 51,20 - 57,90% και 40,00 – 53,60%, αντίστοιχα,
- στην κεντρική υποπεριοχή τα ποσοστά κυμαίνονται από 43,10 - 50,10, ευρισκόμενα σε μία μέση, σε σχέση με τις υπόλοιπες υποπεριοχές, κατάσταση.

Επιπροσθέτως, όσον αφορά τη μετάβαση από ήπια μορφή υδρολογικής ξηρασίας ξανά σε ήπια κατάσταση τα αποτελέσματα έδειξαν:

- ότι προηγείται η νότια υποπεριοχή με το ποσοστό να κυμαίνεται από 17,50 – 39,50%,
- και ακολούθησαν η κεντρική υποπεριοχή με ποσοστό 10,90 – 36,50%, η ανατολική υποπεριοχή με ποσοστό 12,20 – 32,10%, η δυτική υποπεριοχή με ποσοστό 11,30 – 28,10% και η βόρεια περιοχή με ποσοστό 0,00 – 21,40%.

Τέλος, και όσον αφορά τη μετάβαση από οποιαδήποτε κατάσταση υδρολογικής ξηρασίας σε καταστάσεις σφοδρής και ακραίας ξηρασίας οι υποπεριοχές κατατάσσονται ως εξής:

- 7,90 - 12,90% διακύμανση ποσοστού για τη βόρεια υποπεριοχή μελέτης,
- 4,40 – 12,90% διακύμανση ποσοστού για τη δυτική υποπεριοχή μελέτης,
- 5,80 – 11,30% διακύμανση ποσοστού για τη κεντρική υποπεριοχή μελέτης,
- 3,80 – 10,50% διακύμανση ποσοστού για την ανατολική υποπεριοχή μελέτης,
- και 0,00 - 6,30% διακύμανση ποσοστού για τη νότια υποπεριοχή μελέτης.

Συμπερασματικά, παρότι η νότια περιοχή προηγείται σε συνολικό ποσοστό μετάβασης σε διάφορες καταστάσεις υδρολογικής ξηρασίας, παρουσιάζει ταυτόχρονα και το υψηλότερο ποσοστό μετάβασης από ήπια σε ήπια μορφή ξηρασίας και το χαμηλότερο ποσοστό σε υψηλές καταστάσεις υδρολογικής ξηρασίας. Επομένως, μπορεί να θεωρηθεί ως η λιγότερο επιρρεπής υποπεριοχή σε ακραίες καταστάσεις υδρολογικής ξηρασίας.

Μεταξύ της ανατολικής και δυτικής υποπεριοχής εμφανίζεται μία ισορροπία μεταξύ των κριτηρίων μετάβασης από ήπια μορφή ξηρασίας σε ήπια μορφή και από διάφορες καταστάσεις ξηρασίας σε ακραίες καταστάσεις, παρ' όλα αυτά η ανατολική υποπεριοχή προηγείται σαφώς σε ποσοστά εμφάνισης όλων των κατηγοριών υδρολογικής ξηρασίας, και για το λόγο αυτό θεωρείται επιρρεπέστερη της δυτικής υποπεριοχής.

Η βόρεια υποπεριοχή μελέτης παρότι εμφανίζει σχετικά χαμηλό ποσοστό μετάβασης από ήπια σε ήπια κατάσταση ξηρασίας και σχετικά υψηλό ποσοστό μετάβασης σε ακραίες καταστάσεις υδρολογικής ξηρασίας, κατατάσσεται, εξαιτίας του χαμηλού ποσοστού μετάβασης σε οποιαδήποτε κατάσταση ξηρασίας, στις λιγότερο επικίνδυνες, όσον αφορά τις επιπτώσεις της ξηρασίας, υποπεριοχές.

Τέλος, η κεντρική υποπεριοχή μπορεί να θεωρηθεί ως μέτριας έως υψηλής επικινδυνότητας, εξαιτίας του υψηλού ποσοστού μετάβασης από ήπια σε ήπια μορφή ξηρασίας και του σχετικά υψηλού ποσοστού μετάβασης σε ακραίες καταστάσεις υδρολογικής ξηρασίας.

Αναφορικά με τη πιθανότητα διατήρησης του ίδιου καθεστώτος υδρολογικής ξηρασίας από το εξάμηνο στο έτος το ποσοστό κυμαίνεται από 21,95 – 40,00%, για τις διάφορες υποπεριοχές μελέτης και δεν μπορεί να

θεωρηθεί ικανοποιητικό μίας αρκετά έγκαιρης αξιολόγησης της κατάστασης χαμηλής υδροφορίας, σε αντίθεση με την ανέλιξη από το εννιάμηνο στο έτος που το ποσοστό κυμαίνεται από 76,19 – 95,15%, επιτρέποντας ανάλογη αξιολόγηση της κατάστασης για τη λήψη των απαραίτητων διαχειριστικών μέτρων.

Το σημείο αυτό έχει πολύ μεγάλο διαχειριστικό ενδιαφέρον, καθώς επιτρέπει μια αρκετά έγκαιρη αξιολόγηση της κατάστασης μιας χρονιάς χαμηλής υδροφορίας, καθώς είναι μάλλον σπάνια η περίπτωση αντιστροφής της κατάστασης, λόγω της πραγματοποίησης ιδιαίτερα χαμηλών απορροών από τον μήνα Μάιο και μετά.

Ανάλογα είναι και τα συμπεράσματα της ανάλυσης των απορροών των πηγών που εξετάστηκαν, όσον αφορά τη διατήρηση στη ίδια κατάσταση υδροφορίας.

Ειδικότερα, τα ποσοστά μετάβασης στο σύνολο των σημείων μέτρησης από τους 3 μήνες στο έτος κυμαίνονται από 21,95 – 51,22%. Αναφορικά με την μετάβαση από τους 6 μήνες στο έτος τα ποσοστά διατήρησης στην ίδια κατάσταση κυμαίνονται από 29,27 – 43,90%, για το σύνολο των σημείων μέτρησης. Επομένως, η πιθανότητα αστοχίας της πρόγνωσης με βάση τη διατήρηση της ίδια κατάστασης, σύμφωνα με τους πίνακες και τα διαγράμματα μετάβασης αγγίζει ή και ξεπερνά το 50% στο σύνολο των περιπτώσεων.

Τα παραπάνω αποδίδονται στους ιδιαίτερα πολύπλοκους και ευαίσθητους ως προς την κατανομή της βροχής μηχανισμούς μετατροπής της βροχόπτωσης σε επιφανειακή απορροή. Συγκεκριμένα ο μετασχηματισμός της βροχόπτωσης σε απορροή είναι μη γραμμικός και επηρεάζεται από παράγοντες, όπως η δίαιτα της εδαφικής υγρασίας, η συσσώρευση/τήξη χιονιού η εξατμοδιαπνοή και η κατάσταση των υπογείων υδροφορέων και έτσι είναι δυνατό η μείωση της χειμερινής βροχόπτωσης να επιφέρει μεγαλύτερη μείωση της συνολικής απορροής (Ναλμπάντης και συνεργάτες, 1994).

Παράλληλα η απορροή των πηγών δεν συνάδει απολύτως με την γενικότερη υδροφορία της περιοχής, ειδικότερα όταν τα ρυθμιστικά αποθέματα εξαρτώνται από διαφορετικές λεκάνες απορροής και παράλληλα εμφανίζουν, επί το πλείστον, σημαντική χρονική υστέρηση στις αλλαγές της γενικότερης υδροφορίας.

Από την άλλη η δυνατότητα πρόγνωσης ήδη από το πρώτο τρίμηνο με πιθανότητες επιβεβαίωσης που αγγίζουν το 30 – 50% αποτελεί σημαντικό

διαχειριστικό εργαλείο για τη περιοχή μελέτης, ειδικότερα στις υποπεριοχές που πλήττονται περισσότερο από επεισόδια ακραίας υδρολογικής ξηρασίας.

Παράλληλα, από την ανάλυση των δεδομένων, παρατηρήθηκε αύξηση των ποσοστών διατήρησης στην ίδια κατάσταση με την αύξηση των χρονικών ανελίξεων, δηλαδή τα ποσοστά μετάβασης από τους 9 μήνες στο έτος κυμάνθηκε από 83,33 – 95,12%. Αντίστοιχα ενώ το ποσοστό μετάβασης στην ίδια κατάσταση από το έτος στα 2 έτη κυμάνθηκε από 17,50 – 39,02%, το ποσοστό αυξήθηκε από τα 2 στα 3 έτη φτάνοντας το 35,90 – 65%, από τα 3 στα 4 έτη έφτασε στο 57,89 – 79,49% και από τα 4 στα 5 έτη κορυφώθηκε σε 64,86 – 81,58%. Επομένως, αυξανόμενης της χρονικής κλίμακας παρουσιάζεται και αύξηση των ποσοστών μετάβασης σε ίδια κατάσταση υδροφορίας, τόσο για τα αποτελέσματα αναλύσεων των απορροών των πηγών όσο και για τις παροχές των ποταμών.

Σε αντίθεση με τα προηγούμενα δεν παρατηρήθηκε, στο σύνολο των δεδομένων, αύξηση των ποσοστών μετάβασης στα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης της στάθμης των γεωτρήσεων με την αύξηση των χρονικών ανελίξεων.

Παρότι εμφανίζονται σχετικά χαμηλά ποσοστά μετάβασης στην ίδια κατηγορία από το έτος στα 2 έτη, που κυμαίνονται από 25,00 – 49,00%, υπάρχει μη αναλογική αύξηση των ποσοστών με το πέρασμα των ετών η οποία σε πολλές των περιπτώσεων σταθεροποιείται σε ποσοστά που κυμαίνονται από 55,00 – 80,00%.

Οι συγκεκριμένες ανωτέρω διαπιστώσεις οδηγούν στο γενικότερο συμπέρασμα ότι οι μεταβάσεις σε διαφορετικές καταστάσεις υδροφορίας (π.χ. από χαμηλή σε υψηλή υδροφορία) δεν διαρκούν για περισσότερο από 2 με 3 έτη στο μεγαλύτερο ποσοστό των περιπτώσεων της περιοχής μελέτης.

Ολοκληρώνοντας την ανάλυση αξίζει να σημειωθεί ότι, το ποσοστό μετάβασης σε οποιοδήποτε καθεστώς ξηρασίας για το σύνολο των ομάδων γεωτρήσεων και των χρονικών ανελίξεων, κυμάνθηκε από 35,30 – 54,20%, με τα μεγαλύτερα ποσοστά να παρατηρούνται στις ομάδες 1 (Κεφαλόβρυσο), 3 (Τύρναβος, Δαμάσι, Αμπελώνας), 7 (Ελευθέριο, Ομορφοχώρι, Μελισσοχώρι, Χάλκη, Μέλισσα) και 9 (Κανάλια, Ριζόμυλος).

Παράλληλα το ποσοστό μετάβασης από κατάσταση ήπιας ξηρασίας σε ήπια κατάσταση κυμάνθηκε από 0,00 – 32,40%. Τέλος, το ποσοστό μετάβασης σε σφοδρή και ακραία κατάσταση ξηρασίας, για το σύνολο των

ομάδων γεωτρήσεων και των χρονικών ανελίξεων, κυμάνθηκε από 4,20 – 19,40%.

Επιρρεπέστερες ομάδες γεωτρήσεων και αντίστοιχα περιοχών, αναφορικά με τα υψηλά ποσοστά μετάβασης σε ακραίες μορφές ξηρασίας, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης, είναι με σειρά φθίνουσας επικινδυνότητας οι, ομάδα 8 (Συκούριο, Παραπόταμος, Μακρυχώρι), ομάδα 7 (Ελευθέριο, Ομορφοχώρι, Μελισσοχώρι, Χάλκη, Μέλισσα), ομάδα 2 (Δελέρια, Αργυροπούλι, Λυγαριά), ομάδα 4 (Λάρισα, Δέντρα, Πλατανούλια, Γιάννουλη, Δασοχώρι), ομάδα 3 (Τύρναβος, Δαμάσι, Αμπελώνας), ομάδα 6 (Κρήνη, Βαμβακού, Σταυρός, Χτούρι, Φάρσαλα, Βρυσιά), ομάδα 9 (Κανάλια, Ριζόμυλος), ομάδα 5 (Μαυροβούνι, Κάστρο, Αγ. Γεώργιος, Κραννώνας, Κοιλιάδα) και ομάδα 1 (Κεφαλόβρυσο).

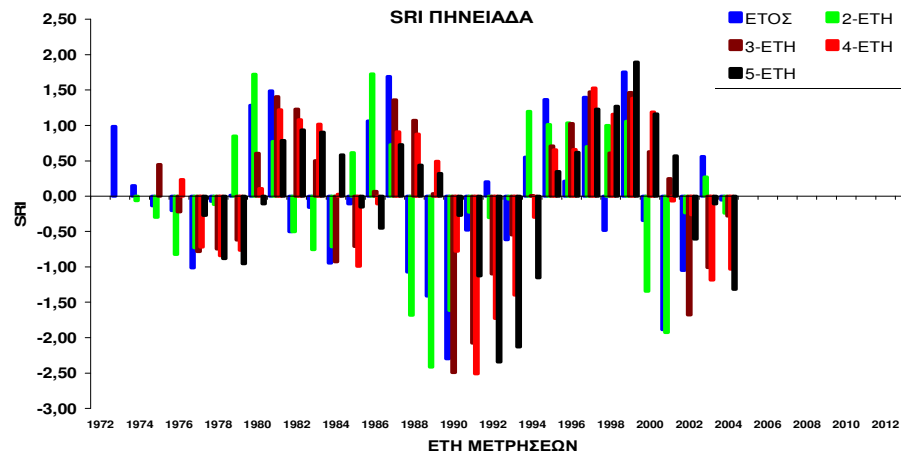
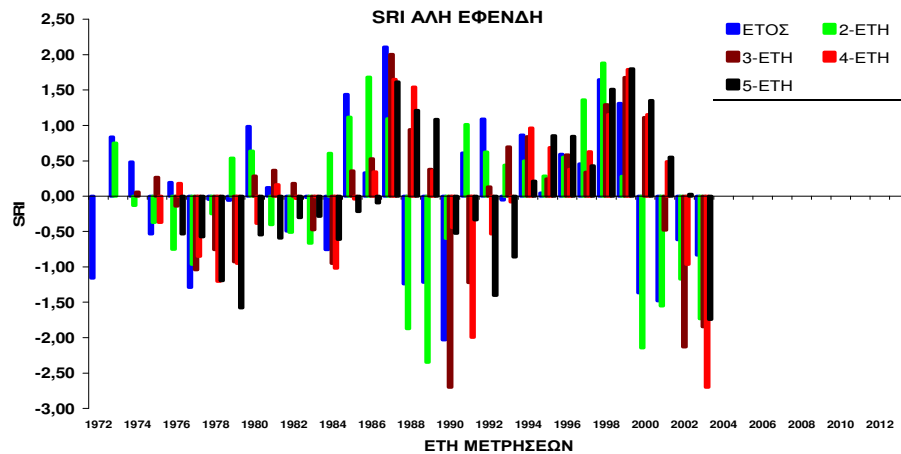
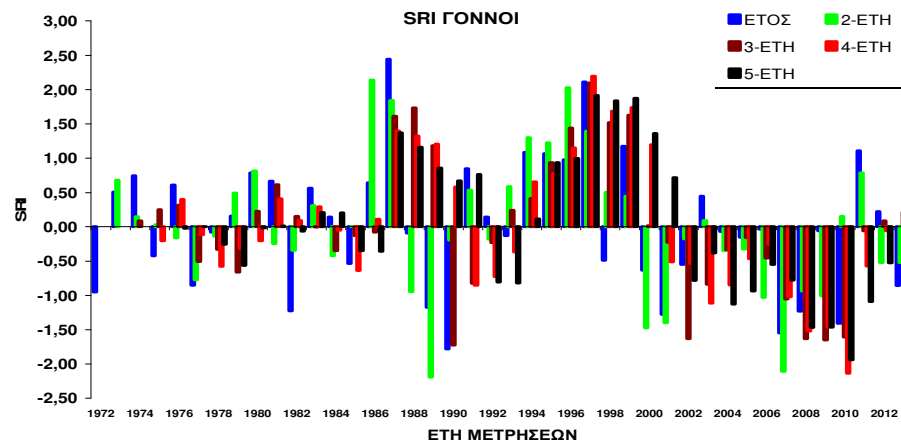
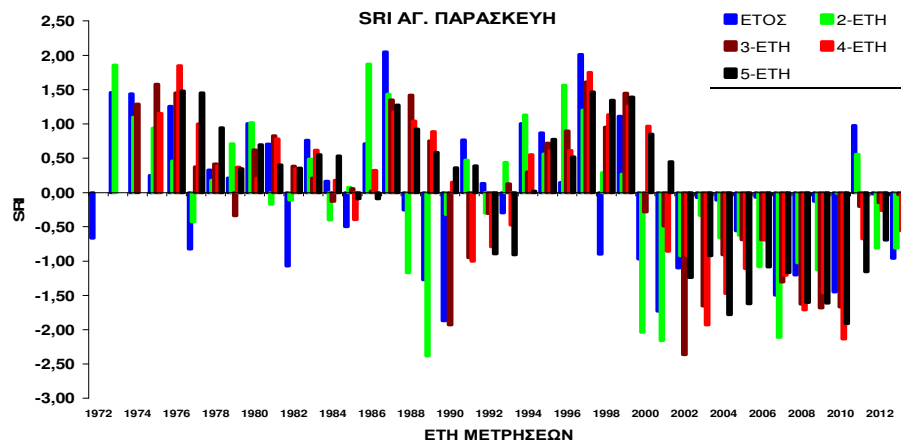
7.4 Περιοδικότητα της υδρολογικής ξηρασίας

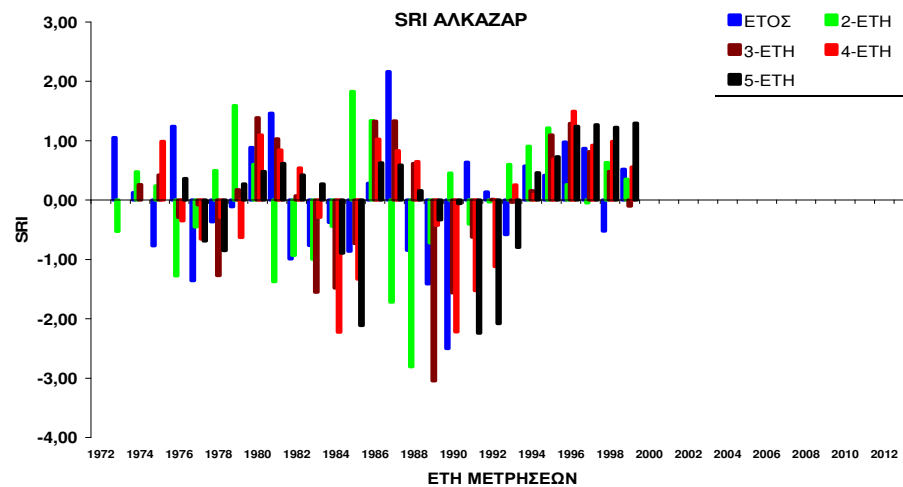
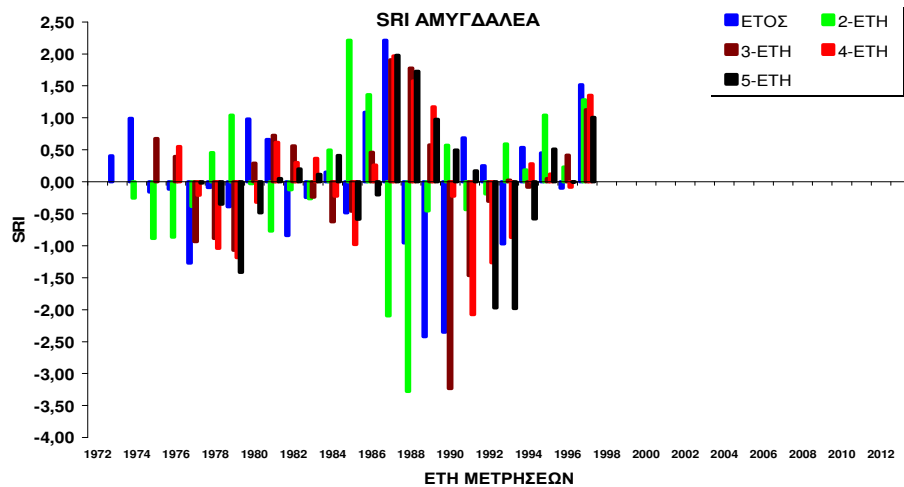
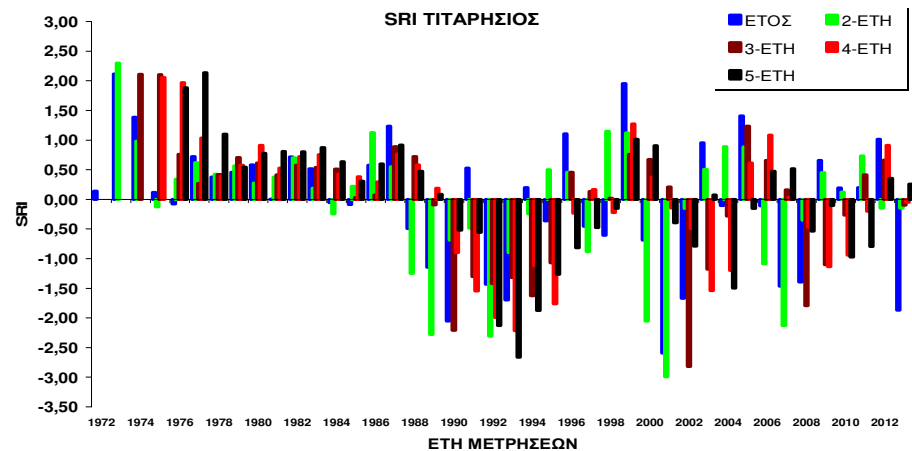
Στα πλαίσια της αξιολόγησης των αποτελεσμάτων της μελέτης, επιχειρήθηκε να διαγνωστεί εάν και εφόσον υφίσταται πιθανότητα εμφάνισης περιοδικότητας της υδρολογικής ξηρασίας. Για το σκοπό αυτό καταρτίστηκαν διαγράμματα εξέλιξης των τιμών χρονικής εξέλιξης από 1 έως και τα πέντε έτη των δεικτών ξηρασίας SRI και SDI για το σύνολο των σημείων μέτρησης.

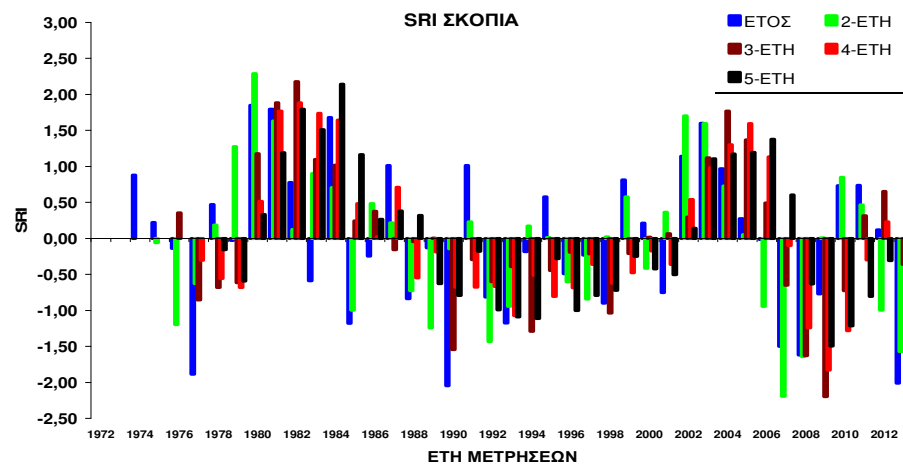
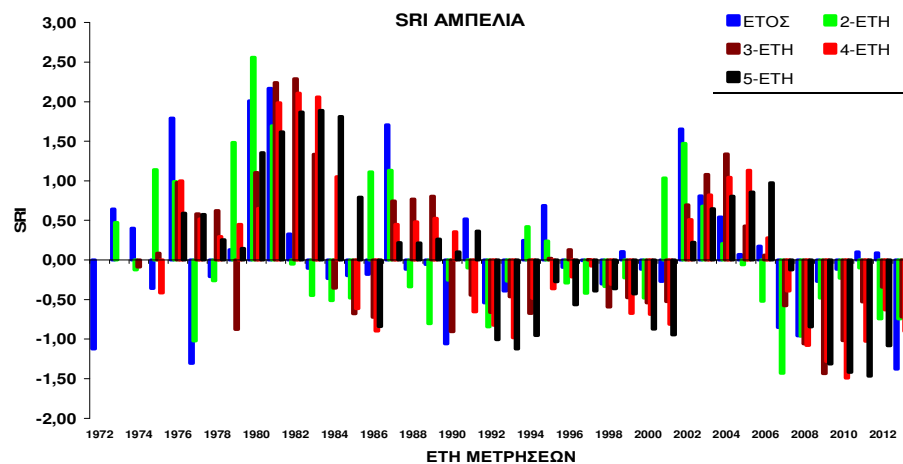
Στα συγκεντρωτικά διαγράμματα 7.23 έως και 7.26., που ακολουθούν, απεικονίζονται οι τιμές SRI και SDI από κατηγορία ξηρασίας έτους σε κατηγορίες ξηρασίας 2, 3, 4 και 5 ετών και η περιοδικότητα εμφάνισης υδρολογικής ξηρασίας όλων των μορφών.

Από τα διαγράμματα του δείκτη ξηρασίας SRI της παροχής ποταμών και απορροής πηγών δεν επιτεύχθει σύνδεση της εναλλαγής των περιόδων χαμηλής και υψηλής υδροφορία με συγκεκριμένη, έστω και κατά προσέγγιση, χρονική περίοδο. Επομένως, δεν μπορεί να αποδειχθεί με βεβαιότητα, από τα συγκεκριμένα δεδομένα ότι υπάρχει περιοδικότητα στην εμφάνιση ξηρών και υγρών περιόδων στη περιοχή μελέτης.

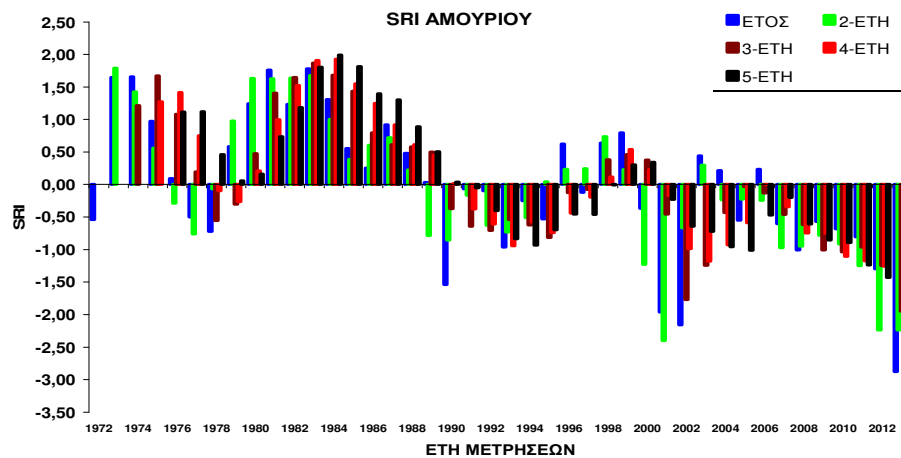
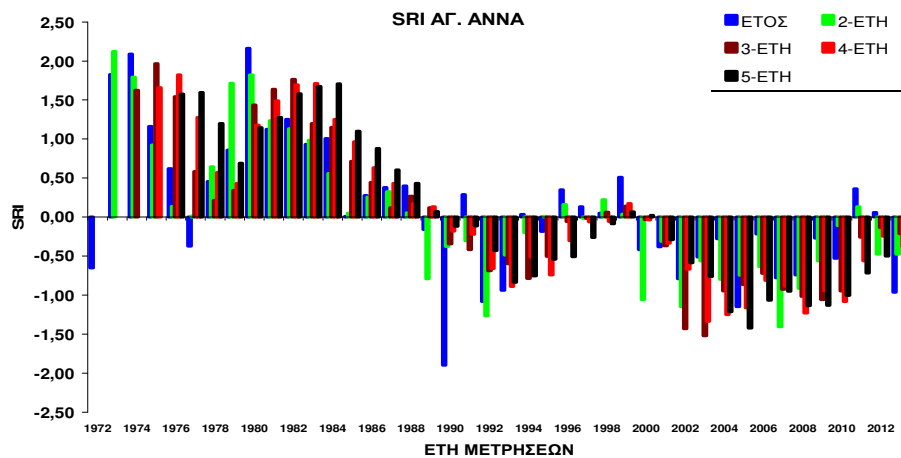
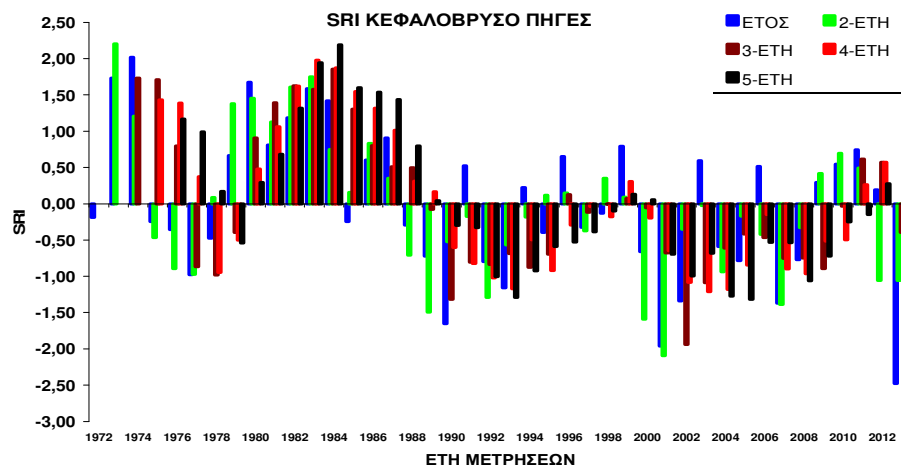
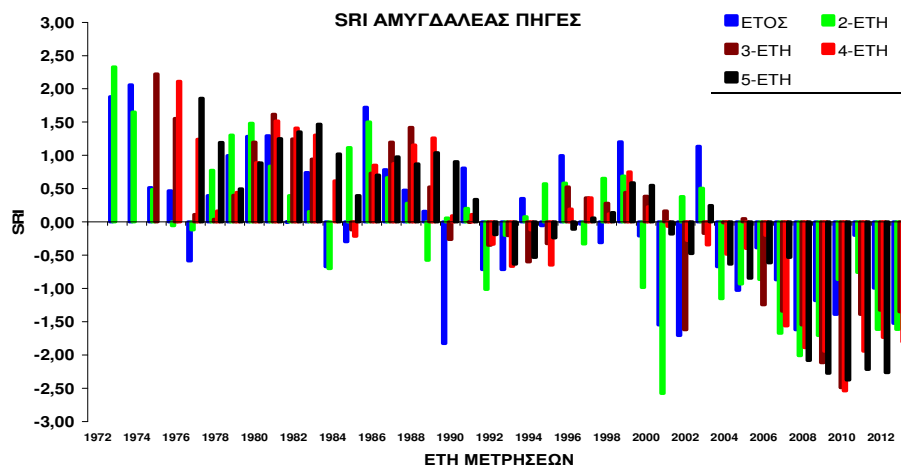
Αντιθέτως, εξετάζοντας τα αποτελέσματα του δείκτη SDI στο σύνολο των γεωτρήσεων παρατηρήθηκε, στις γεωτρήσεις των μεγάλων χρονοσειρών, εναλλαγή, των περιόδων χαμηλής υδροφορίας (ήπια, μέτρια, σφοδρή και ακραία ξηρασία) και των περιόδων υψηλής υδροφορίας, κάθε 9 με 15 χρόνια.

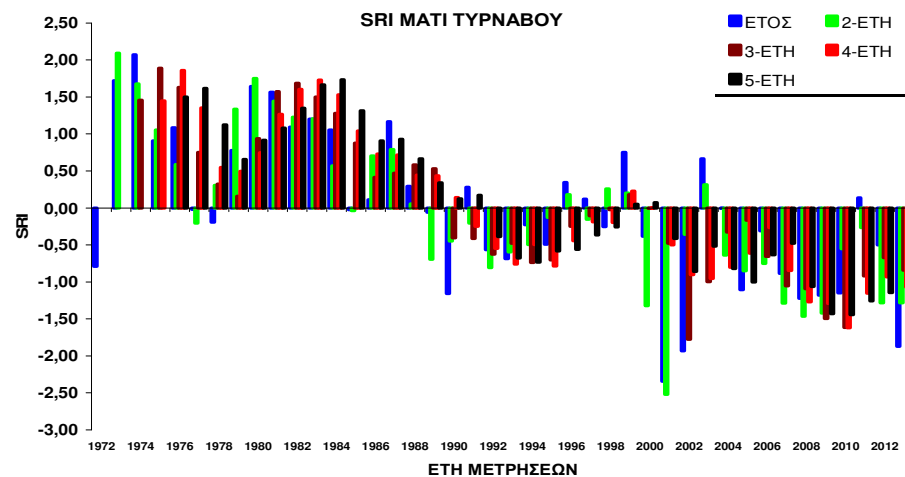




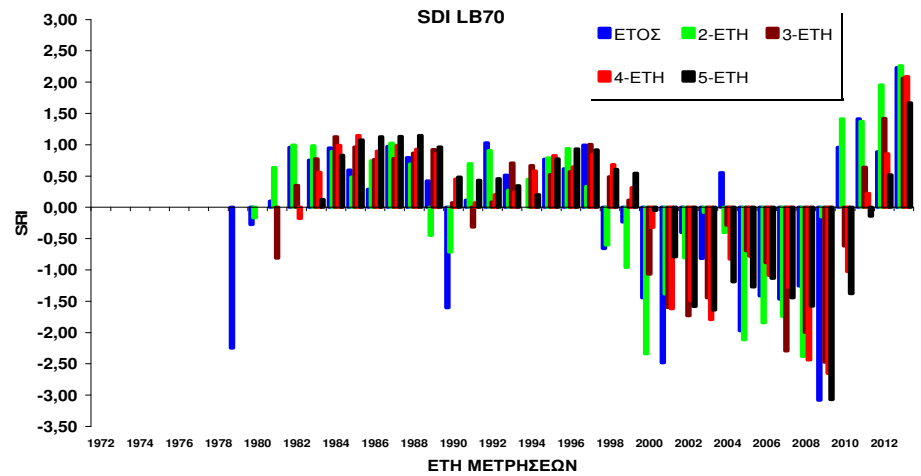
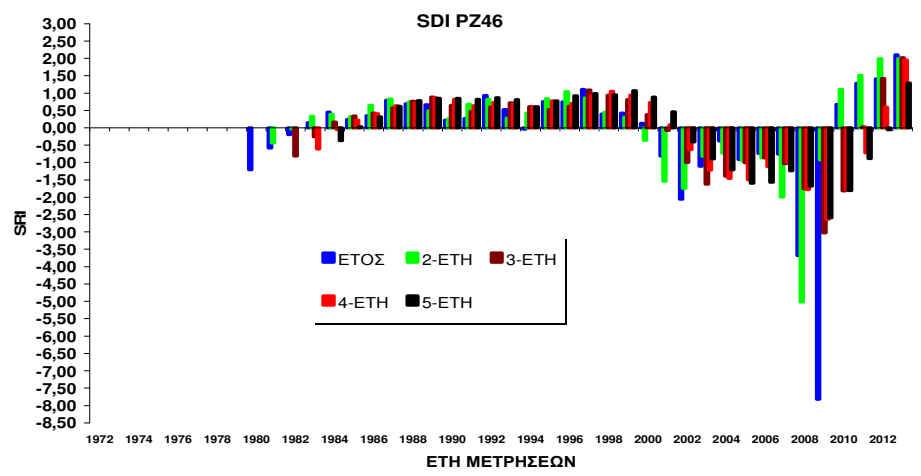
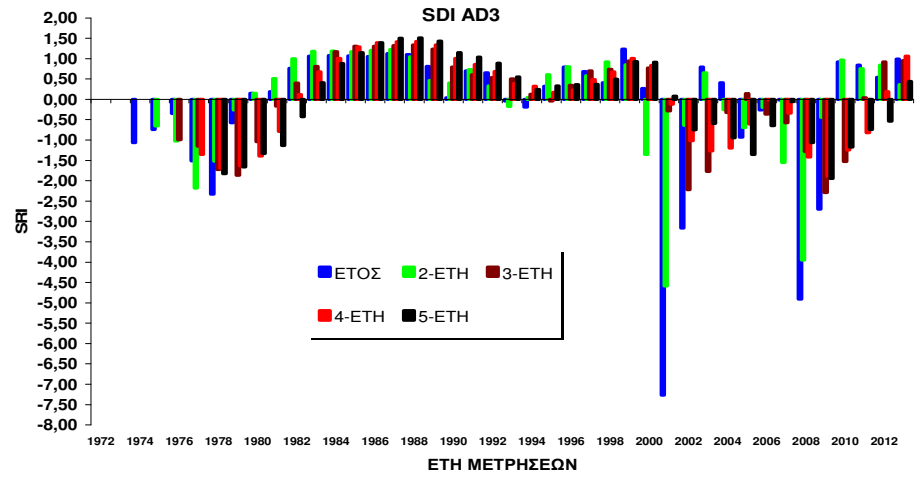
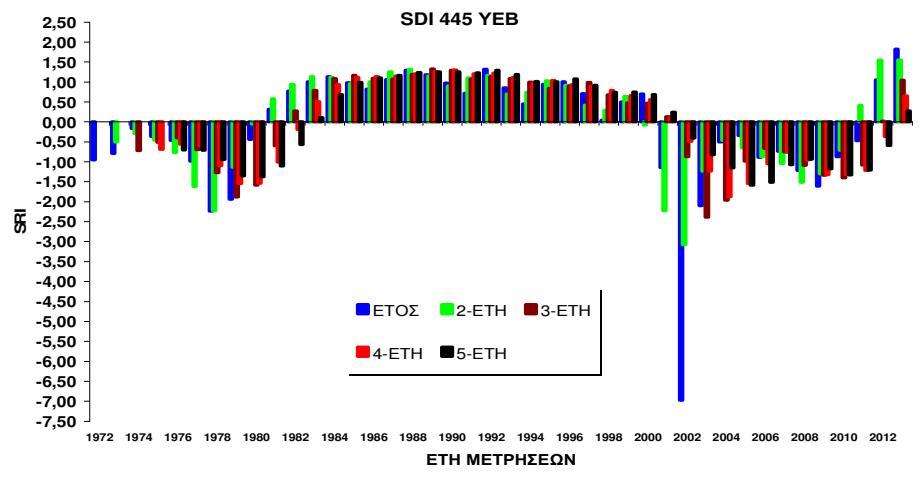


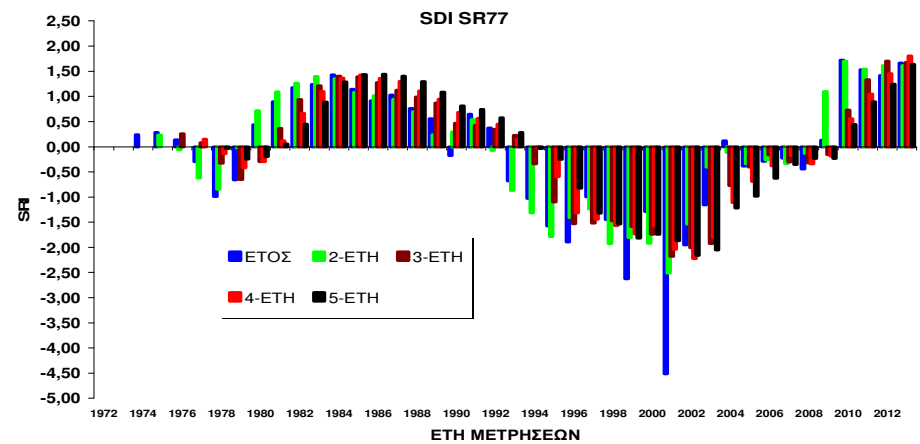
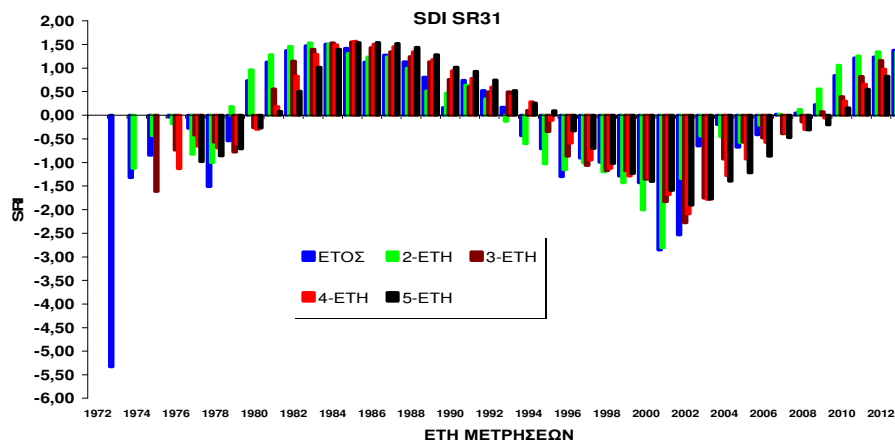
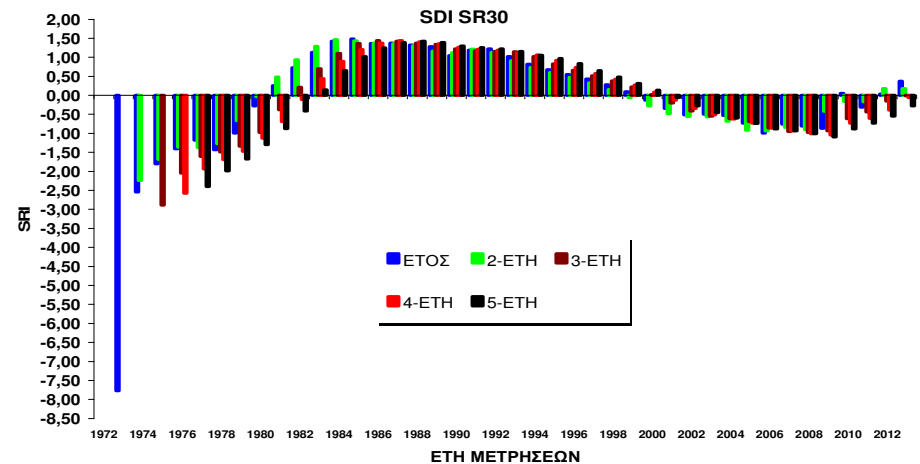
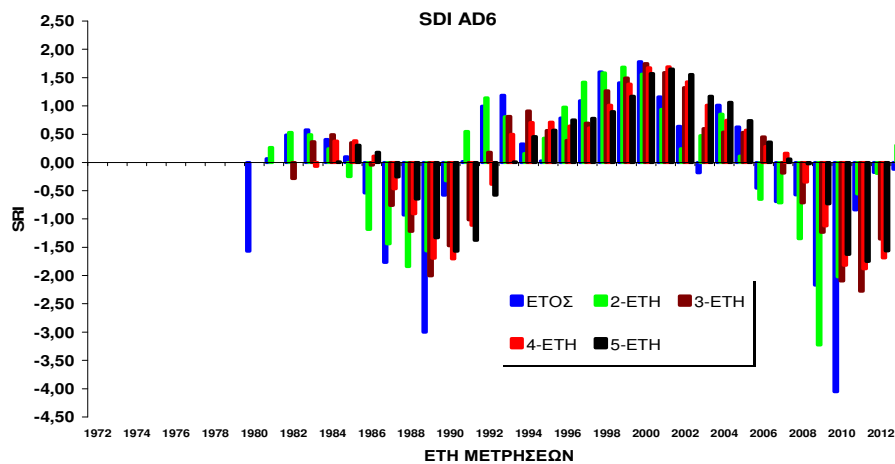
Διάγραμμα 7.23. Διαγράμματα τιμών SRI από κατηγορία ξηρασίας έτους σε κατηγορίες ξηρασίας 2, 3, 4 και 5 ετών και περιοδικότητα εμφάνισης ξηρασίας των σημείων μέτρησης παροχών ποταμών.



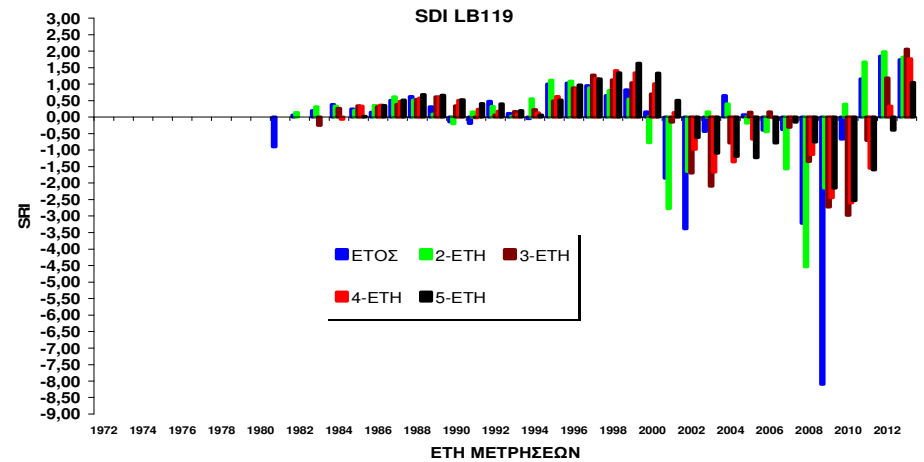
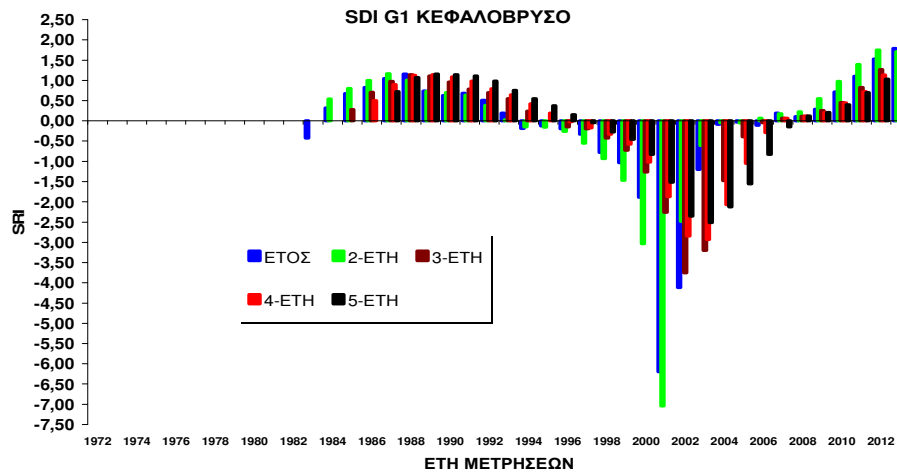
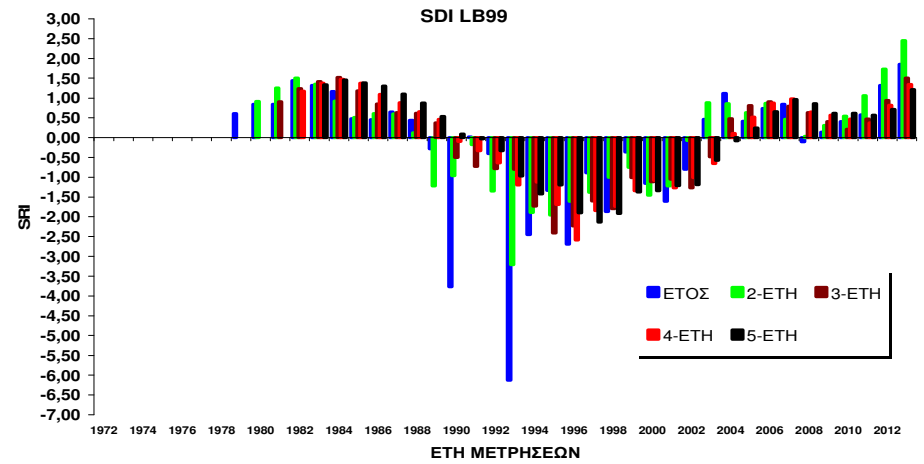
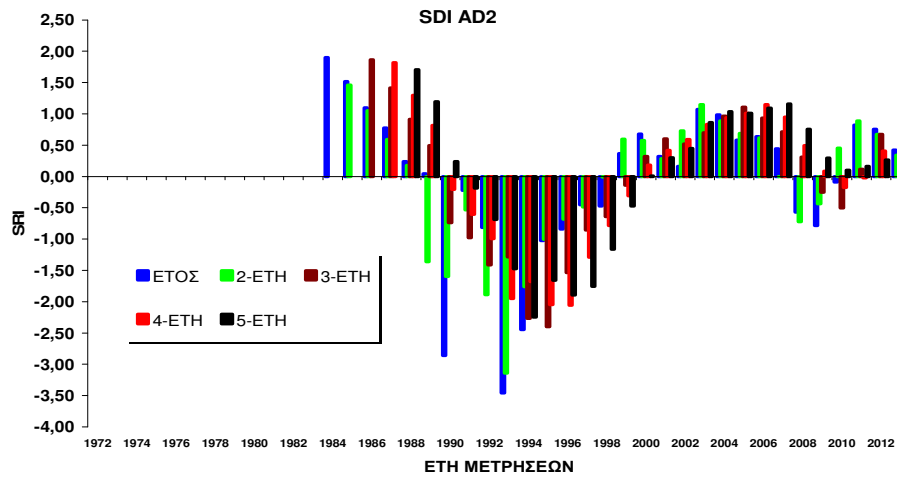


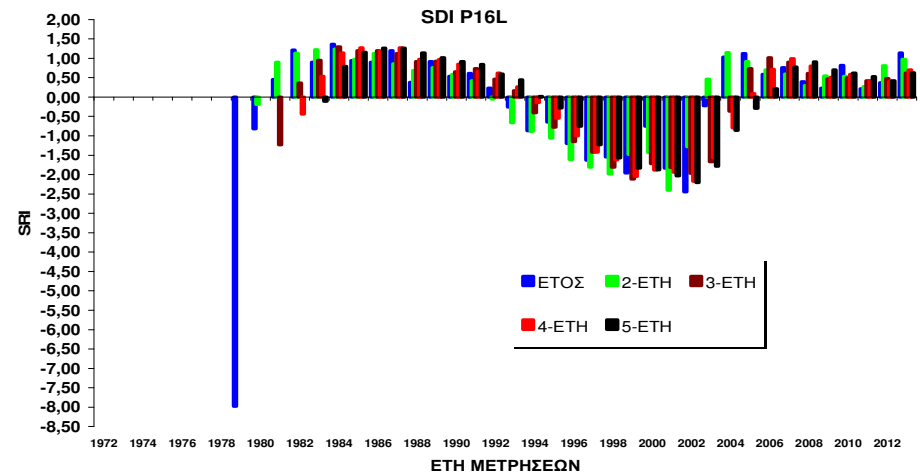
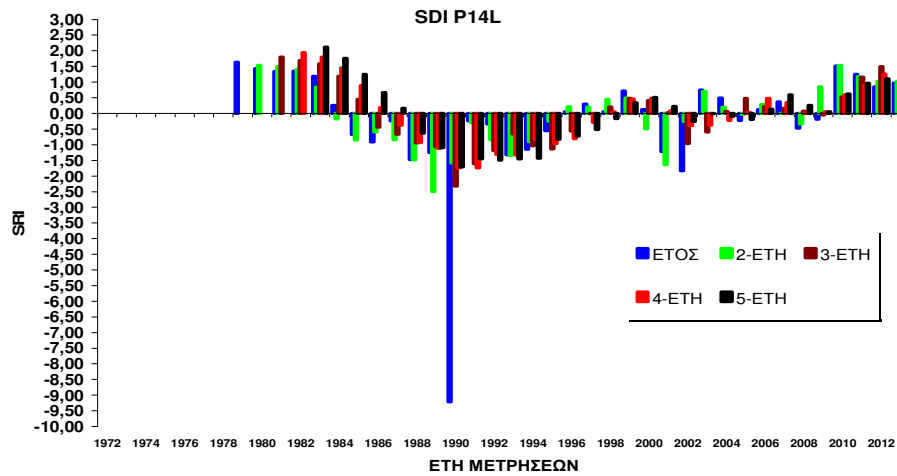
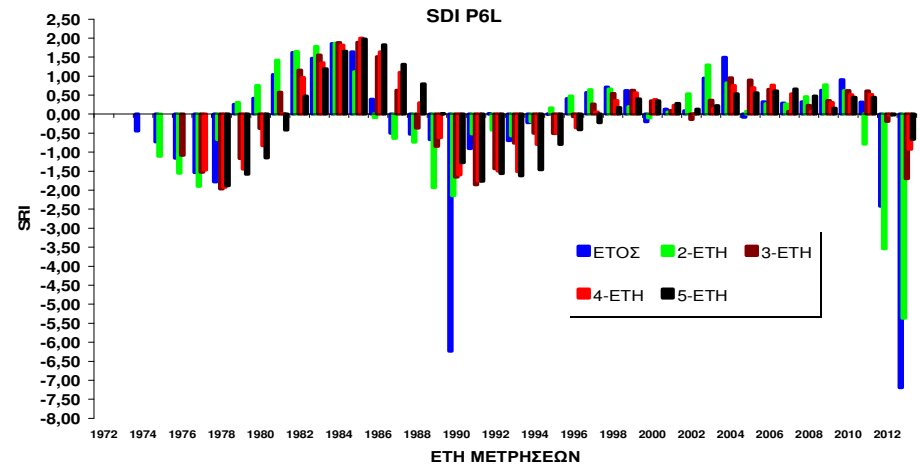
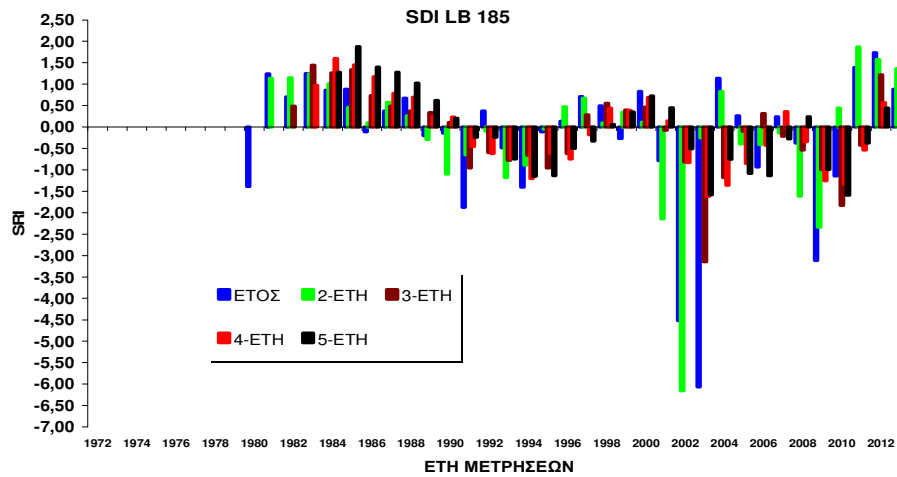
Διάγραμμα 7.24. Διαγράμματα τιμών SRI από κατηγορία ξηρασίας έτους σε κατηγορίες ξηρασίας 2, 3, 4 και 5 ετών και περιοδικότητα εμφάνισης ξηρασίας των σημείων μέτρησης παροχής των πηγών

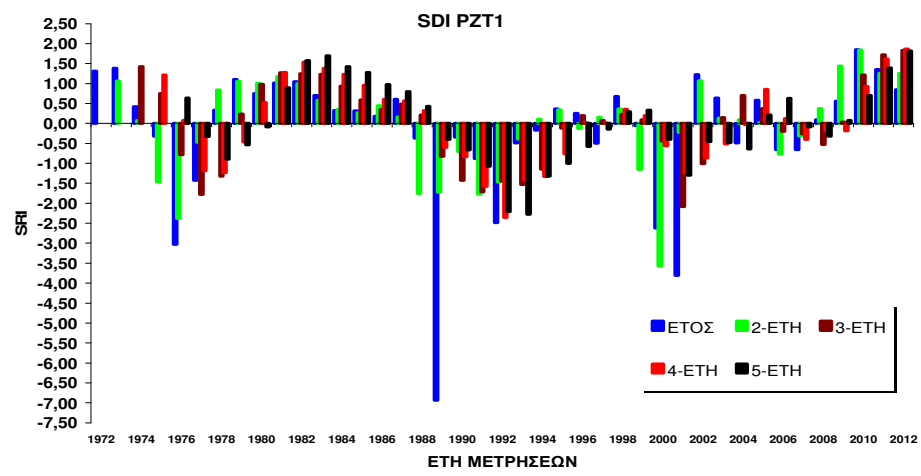
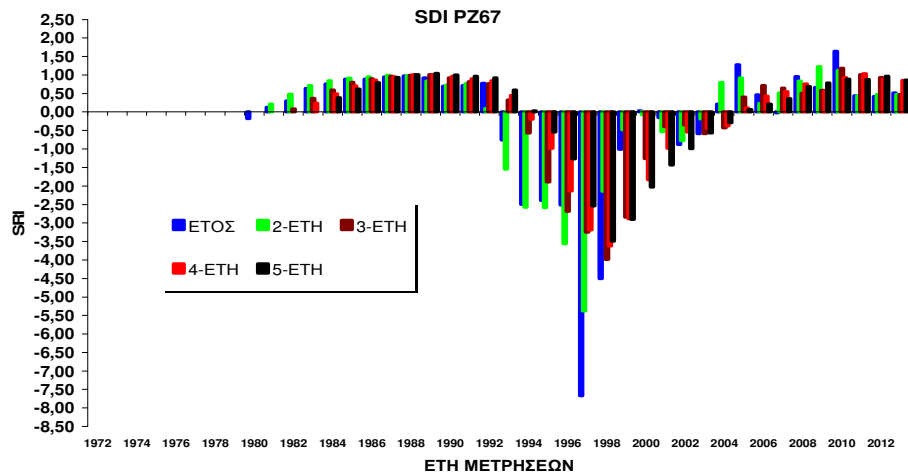
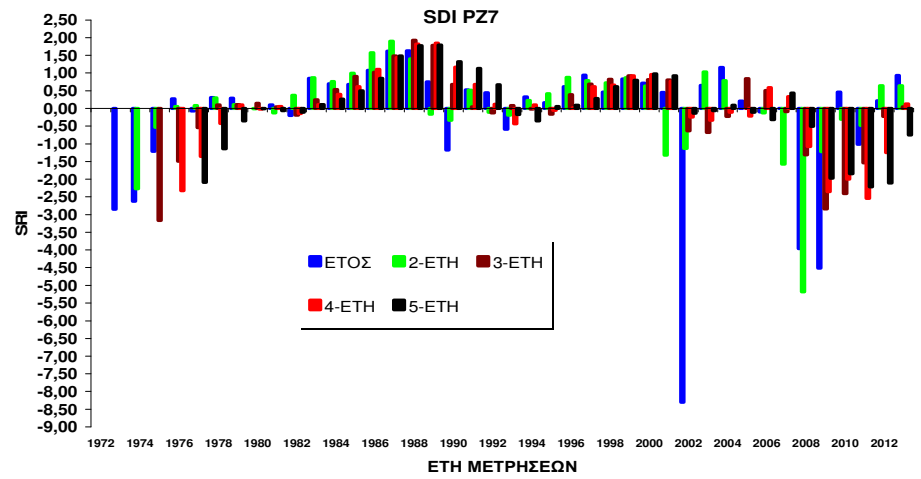
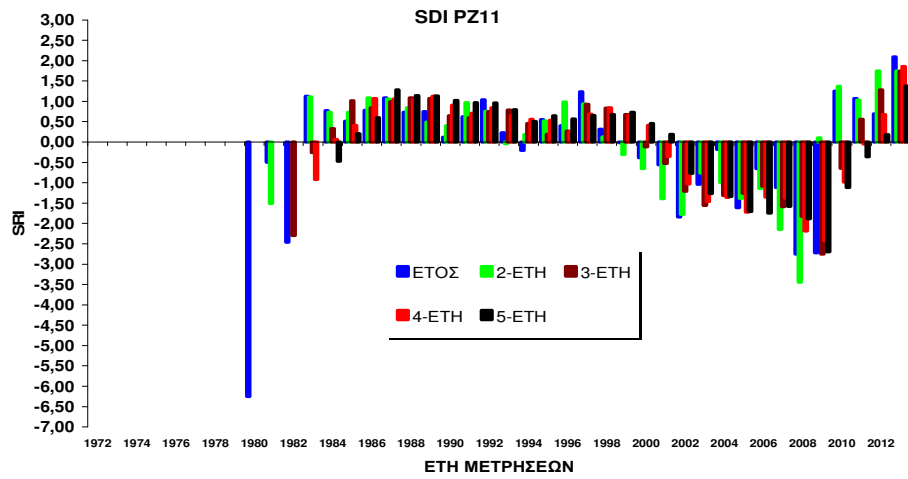


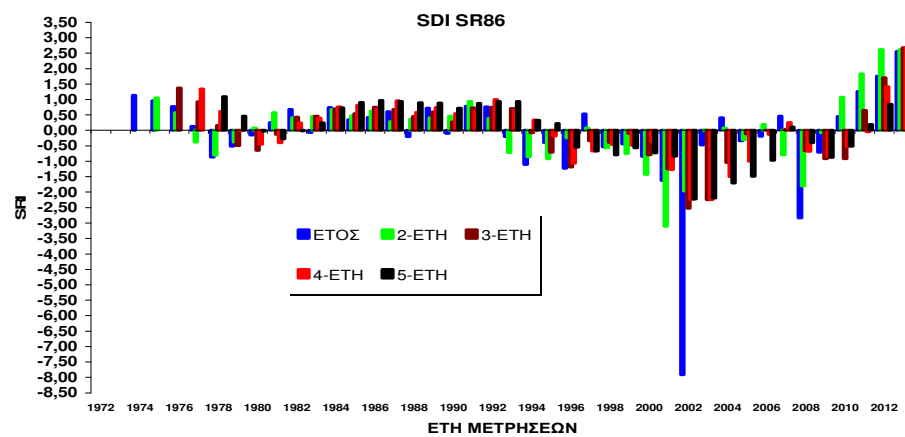
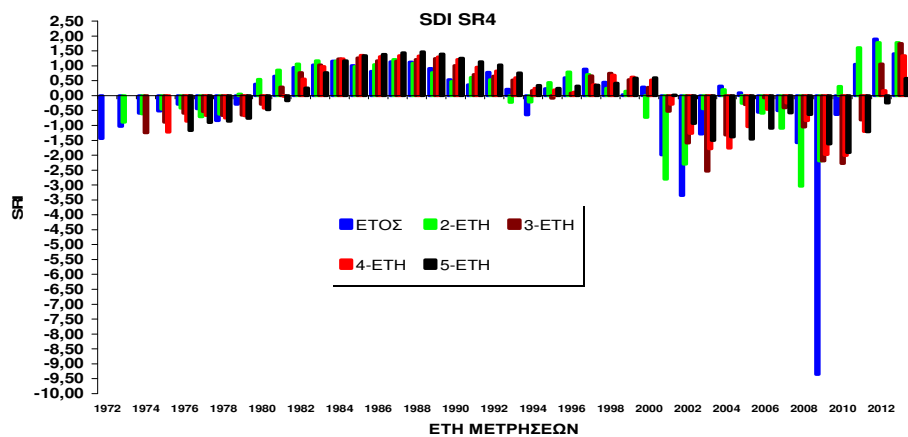
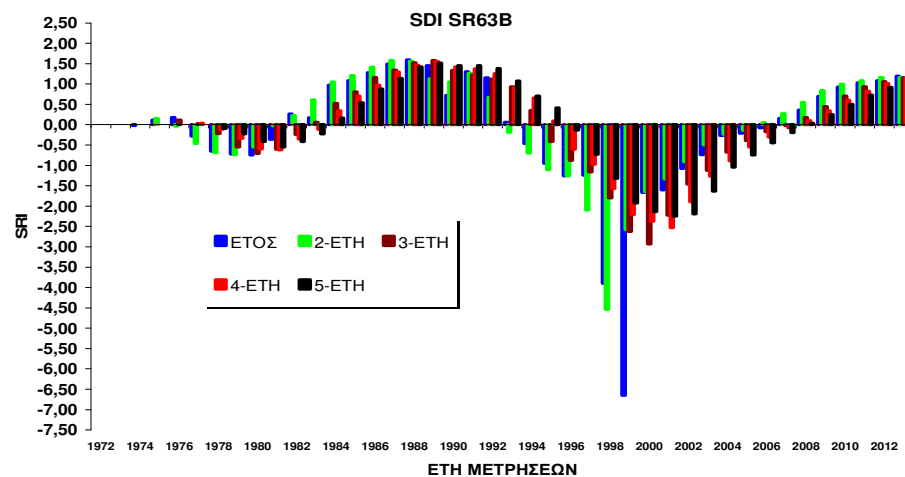
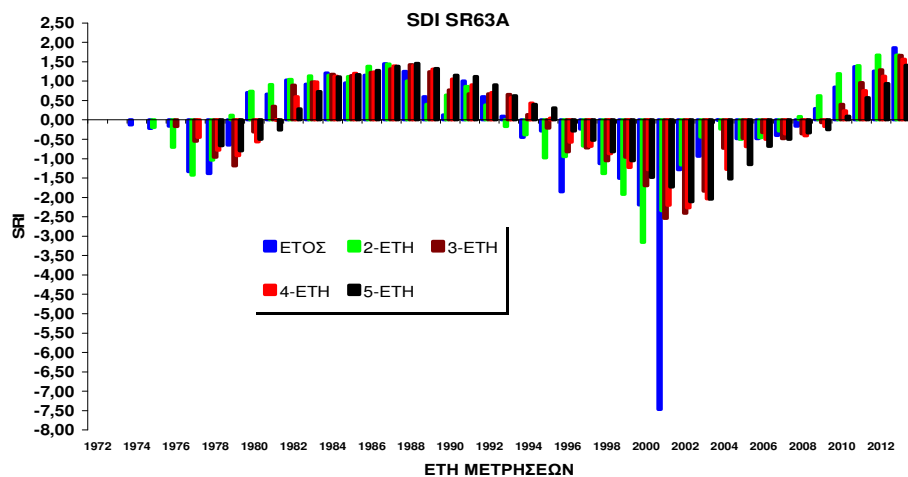


Διάγραμμα 7.25. Διαγράμματα τιμών SDI από κατηγορία ξηρασίας έτους σε κατηγορίες ξηρασίας 2, 3, 4 και 5 ετών και περιοδικότητα εμφάνισης ξηρασίας 12 έως 15 ετών των σημείων μέτρησης διακύμανσης της στάθμης των γεωτρήσεων









Διάγραμμα 7.26. Διαγράμματα τιμών SDI από κατηγορία ξηρασίας έτους σε κατηγορίες ξηρασίας 2, 3, 4 και 5 ετών και περιοδικότητα εμφάνισης ξηρασίας 9 έως 11 ετών των σημείων μέτρησης διακύμανσης της στάθμης των γεωτρήσεων

Ειδικότερα στις γεωτρήσεις 445YEB, AD3, LB70, PZ46, SR31, SR77 και SR30 παρατηρήθηκε εναλλαγή περιόδων της τάξης των 12 – 15 ετών και στις γεωτρήσεις AD2, Γ1B, LB99, LB119, LB185, Π6Λ, Π14Λ, Π16Λ, PZ7, PZ11, PZ67, PZT1, SR4, SR63A, SR63B και SR86 εναλλαγή περιόδων της τάξης των 9 – 11 ετών. Σημειώνεται ότι προηγήθηκε αφαίρεση της τάσης διακύμανσης της στάθμης των εν λόγω γεωτρήσεων.

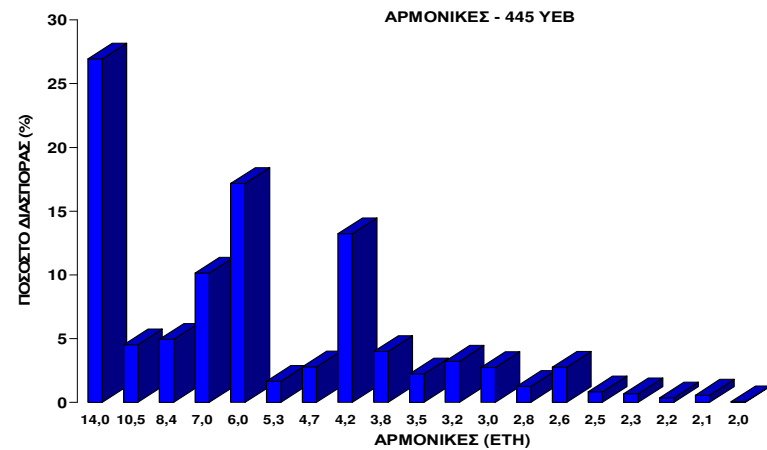
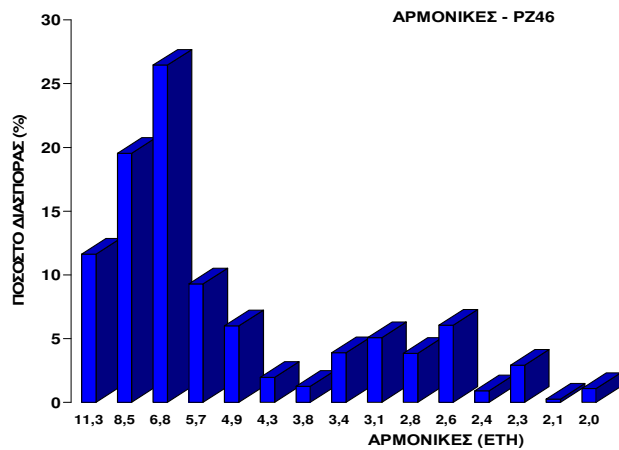
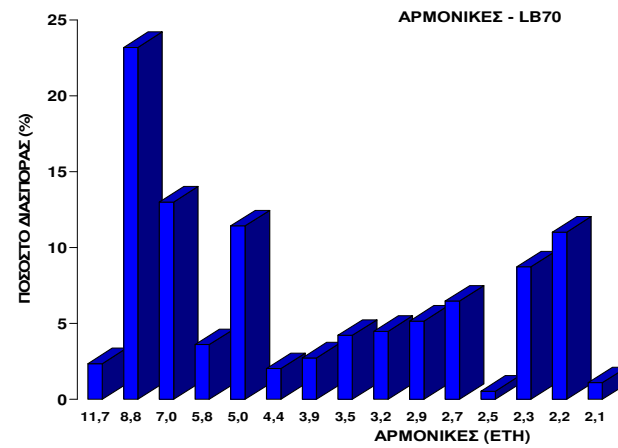
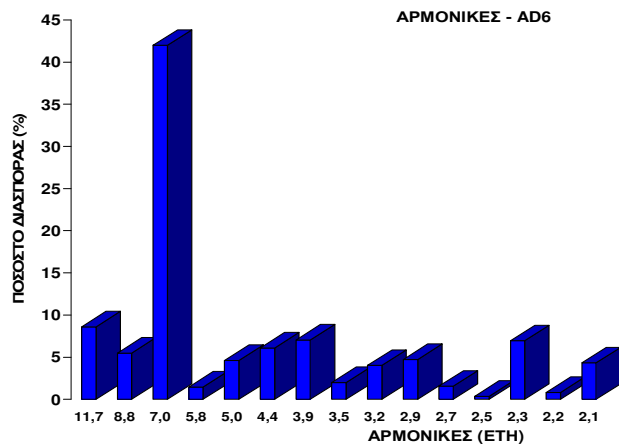
Σε κάθε περίπτωση η παρατηρούμενη εναλλαγή μπορεί να συνδεθεί μόνο με την διακύμανση της πολικότητας των ηλιακών κηλίδων, ο οποίος αποτελείται από δύο 11-ετής κύκλους αντίθετης πολικότητας. Τα ελάχιστα της πολικότητας, στη διακύμανση των ηλιακών κηλίδων, αντιστοιχούν σε επεισόδια ξηρασίας, μικρής ή μεγάλης έντασης. Απαιτείται επομένως περαιτέρω διερεύνηση των αποτελεσμάτων και ενσωμάτωση επιπλέον χρονοσειρών διακύμανσης της στάθμης των γεωτρήσεων.

Για το σκοπό αυτό δημιουργήθηκαν τα αντίστοιχα περιοδογράμματα (periodogram) των ετήσιων τιμών διακύμανσης της στάθμης των γεωτρήσεων, σύμφωνα με την ανάλυση κατά Fourier, υπολογίζοντας παράλληλα το ποσοστό της διασποράς που συσχετίζει, κατά προτεραιότητα, την εναλλαγή των περιόδων χαμηλής και υψηλής υδροφορίας με την αρμονική των 11 ετών.

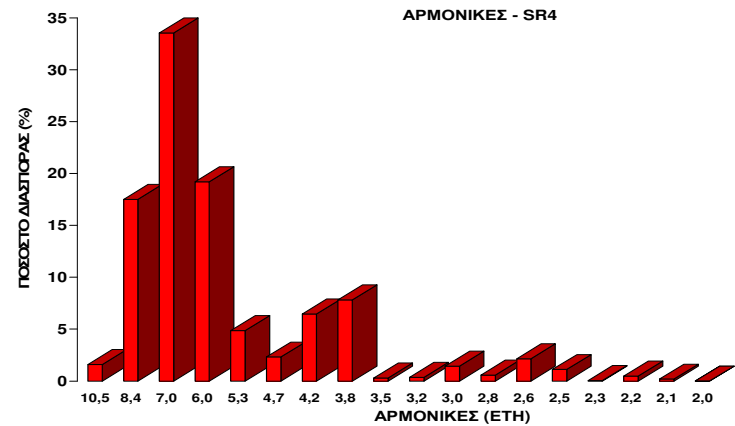
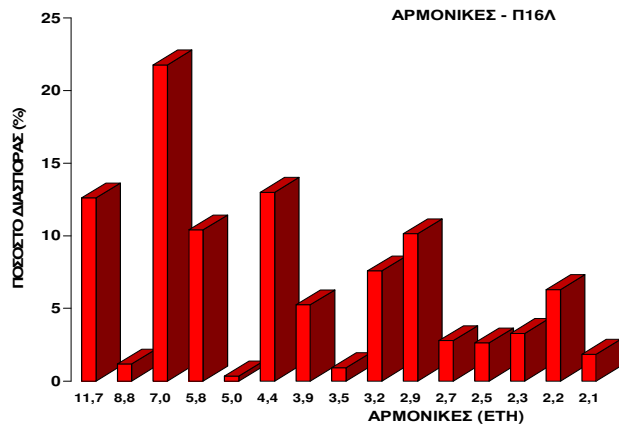
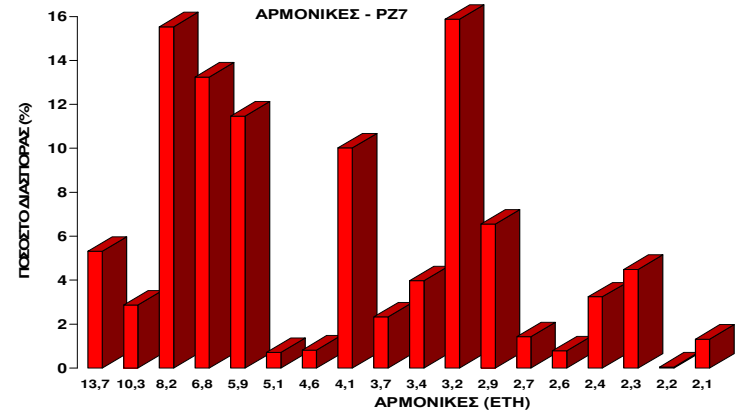
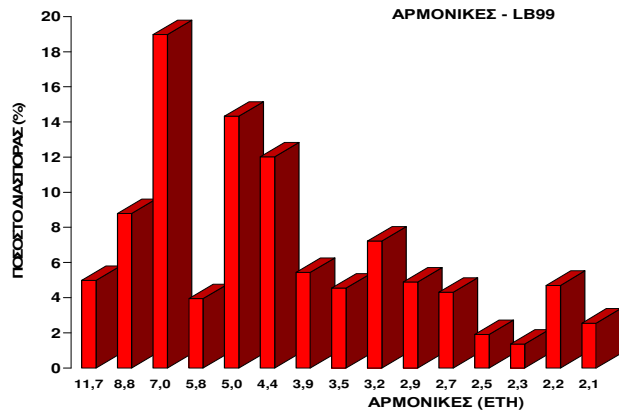
Τα αποτελέσματα των αναλύσεων δεν μπορούν να επιβεβαιώσουν τη πιθανότητα εμφάνισης περιοδικότητας στην εναλλαγή της υδροφορίας της περιοχής μελέτης, καθόσον μέχρι και σήμερα δεν έχει αποδειχθεί ότι η συγκεκριμένη εναλλαγή οφείλεται σε συγκεκριμένο φυσικό αίτιο.

Όπως παρουσιάζεται στα συγκεντρωτικά διαγράμματα 7.27 και 7.28, δεν μπορεί να ειπωθεί με βεβαιότητα ότι υφίσταται εναλλαγή των περιόδων χαμηλής και υψηλής υδροφορίας, στην περιοχή μελέτης, με την διακύμανση της πολικότητας των ηλιακών κηλίδων και τους δύο 11-ετής κύκλους.

Ειδικότερα, στις περισσότερες των περιπτώσεων παρουσιάζονται αυξημένα ποσοστά διασποράς σε χρονικές περιόδους μικρότερες των 9 ετών. Η συγκεκριμένη διαπίστωση και η αύξηση των ποσοστών διασποράς για αρμονικές τις τάξης των 5 – 9 ετών, δεν αποδεικνύει, αφενός, τη συσχέτιση της περιοδικότητας της ξηρασίας με την διακύμανση της πολικότητας των ηλιακών κηλίδων, αφετέρου όμως οδηγεί στο συμπέρασμα ότι, για τα δεδομένα των τελευταίων 40 ετών στη περιοχή μελέτης, υπάρχει σαφής εναλλαγή των περιόδων χαμηλής και υψηλής υπόγειας υδροφορίας κατά μέσο όρο κάθε μία επταετία.



Διάγραμμα 7.27. Περιοδογράμματα διερεύνησης ποσοστού διασποράς και αρμονικών της ομάδας γεωτρήσεων με πιθανότητα εμφάνισης περιοδικότητας υδρολογικής ξηρασίας της τάξης των 12 - 15 ετών



Διάγραμμα 7.28. Περιοδογράμματα διερεύνησης ποσοστού διαστοράς και αρμονικών της ομάδας γεωτρήσεων με πιθανότητα εμφάνισης περιοδικότητας υδρολογικής ξηρασίας της τάξης των 9 - 11 ετών

7.5 Συσχέτιση παροχών ποταμών

Εν κατακλείδι λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα των αθροιστικών παροχών στα σημεία μέτρησης Γόννοι του Πηνειού, Αμπελιά του Ενιππέα και Μεσοχώρι του Τιταρήσιου, κατασκευάστηκαν οι πίνακες 7.110 και 7.111., με σκοπό την αξιολόγηση της πιθανότητας συσχέτισης των απορροών του Πηνειού με τους άλλους δύο παραποτάμους.

Χρονική συσχέτιση	Κλίση	Τομή	Συντελεστής συσχέτισης
3μηνο	0,159	0,237	0,309
6μηνο	-0,017	0,447	0,383
9μηνο	-0,007	0,610	0,528
έτος	-0,037	0,633	0,551
2 έτη	-0,023	0,480	0,431
3 έτη	-0,005	0,325	0,295
4 έτη	0,002	0,233	0,223
5 έτη	0,006	0,125	0,124

Χρονική συσχέτιση	Κλίση	Τομή	Συντελεστής συσχέτισης
3μηνο	0,159	0,351	0,496
6μηνο	0,064	0,489	0,528
9μηνο	0,030	0,475	0,526
έτος	0,035	0,474	0,543
2 έτη	0,039	0,510	0,566
3 έτη	0,012	0,415	0,453
4 έτη	0,009	0,303	0,321
5 έτη	0,008	0,223	0,237

Από τα αποτελέσματα των πινάκων αποδεικνύεται ότι υπάρχει αρνητική γραμμική σχέση μεταξύ των αθροιστικών παροχών των Γόννων και της Αμπελιάς, για διάστημα εμπιστοσύνης 95%.

Αντιθέτως, υπάρχει θετική γραμμική σχέση μεταξύ των αθροιστικών παροχών των Γόννων και του Μεσοχωρίου, για διάστημα εμπιστοσύνης 95%, επιβεβαιώνοντας το αρχικό συμπέρασμα ότι η παροχή του Πηνειού στην έξοδό του συσχετίζεται με την παροχή του Τιταρήσιου για το σύνολο των χρονικών περιόδων.

Παράλληλα ο συντελεστής συσχέτισης μπορεί να θεωρηθεί αρκετά ικανοποιητικός, στην περίπτωση της θετικής συσχέτισης, τηρουμένων των αναλογιών, έχοντας υπόψη ότι δεν υφίσταται απαραίτητως γραμμικότητα της σχέσης των παροχών των ποταμών, λόγω και της ιδιομορφίας του διαχωρισμού της κοίτης του ποταμού Πηνειού.

8 ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο της μελέτης πραγματοποιείται μία ανακεφαλαίωση των επιμέρους συμπερασμάτων των προηγούμενων κεφαλαίων.

Έχοντας υπόψη τα στοιχεία των χρονοσειρών παροχής των ποταμών, η μέγιστη τιμή παροχής παρατηρήθηκε τον Ιανουάριο του 1997 αγγίζοντας τα $1.367,50 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ στη θέση της γέφυρας των Γόννων στην έξοδο του Πηνειού προς τα Τέμπη.

Οι υψηλές τιμές χιονόπτωσης το πρώτο τρίμηνο του 1987, μετουσιώθηκαν σε υψηλές παροχές εντός της κοίτης του Πηνειού ποταμού στη θέση της γέφυρας του Αλκαζάρ οι οποίες άγγιξαν τον Μάρτιο του 1987 τα $1.120,00 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.

Όσον αφορά τους παραποτάμους του Πηνειού, η μέγιστη παροχή στον Ενιππέα, σύμφωνα με τα δεδομένα των μετρήσεων, που έχει παρατηρηθεί, δεν ξεπερνά τα $50 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ και αντίστοιχα στον Τιταρήσιο τα $45 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Επίσης μεγάλο ήταν το πλήθος των μηδενικών τιμών παροχής και στους δύο παραποτάμους ειδικότερα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.

Επομένως, παρότι η λεκάνη του Πηνειού χαρακτηρίζεται από πολύ πλούσια υδροφορία, δυστυχώς ο ποταμός δεν διατηρεί σημαντική ροή όλες τις εποχές του έτους, καθώς κατά τους καλοκαιρινούς μήνες έχουν παρατηρηθεί χαμηλές ως και μηδενικές τιμές παροχών, ειδικότερα στις Ανατολικές και Νοτιοανατολικές περιοχές.

Αναφορικά με την υδροφορία των πηγών, όπως αυτή καταγράφηκε στα δεδομένα των μετρήσεων, σημαντικότερες είναι αυτές του Κεφαλόβρυσου και του Μάτι Τυρνάβου, με μέγιστες τιμές απορροής της τάξης των 7,30 και $5,64 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, αντίστοιχα. Ειδικότερα στη περίπτωση της πηγής του Κεφαλόβρυσου υπάρχει καθ' όλη τη διάρκεια του έτους σημαντική ροή.

Έχοντας τέλος υπόψη τα δεδομένα των μετρήσεων της διακύμανσης της στάθμης των γεωτρήσεων, μεγαλύτερη αντοχή σε περιόδους υδρολογικής ξηρασίας αλλά και υπερβολικών αντλήσεων διαθέτουν με σειρά εμφάνισης:

- η ομάδα που περιλαμβάνει τις περιοχές Δελέρια – Αργυροπούλι – Λυγαριά, με γενικό μέσο όρο πτώσης στάθμης μεταξύ των γεωτρήσεων τα 4,46 m,
- η ομάδα των περιοχών Τύρναβος – Δαμάσι – Αμπελώνας, με γενικό μέσο όρο πτώσης στάθμης τα 9,65 m,

- η ομάδα των περιοχών Λάρισα – Πλατανούλια – Δέντρα – Γιάννουλη – Δασοχώρι, με γενικό μέσο όρο πτώσης στάθμης τα 11,04 m,
- η ομάδα των περιοχών Παραπόταμος – Μακρυχώρι – Συκούριο, με γενικό μέσο όρο πτώσης στάθμης τα 16,21 m,
- η ομάδα των περιοχών Κανάλια – Ριζόμυλος, με γενικό μέσο όρο πτώσης στάθμης τα 16,36 m,
- ενώ στις πλέον επιβαρυνμένες περιπτώσεις, λόγω υπεράντλησης αλλά και αδυναμίας επαναπλήρωσης, ανήκουν οι περιοχές Κάστρο – Κοιλάδα – Μαυροβούνι – Κραννώνας – Αγ. Γεώργιος με γενικό μέσο όρο πτώσης στάθμης τα 23,38 m,
- η περιοχή Ομορφοχώρι – Μελισσοχώρι – Χάλκη – Ελευθέριο – Μέλισσα, με γενικό μέσο όρο πτώσης στάθμης τα 26,28 m,
- και η περιοχή Κρήνη – Βαμβακού – Φάρσαλα – Βρυσιά – Χτούρι – Σταυρός, με γενικό μέσο όρο πτώσης στάθμης μεταξύ των γεωτρήσεων τα 32,15 m.

Παρατηρώντας τα διαγράμματα παροχής των ποταμών, σύμφωνα με τις χρονοσειρές των 40 ετών, εμφανίζεται, στο σύνολο των σημείων μέτρησης, πτωτική τάση στην γενικότερη υδροφορία της περιοχής μελέτης. Τα έτη με την μικρότερη παροχή ήταν τα 1977, 1990, 2001, 2007 και 2010, ενώ με την υψηλότερη τα 1973, 1987, 1997 και 2011.

Αντιθέτως, έχοντας υπόψη τα στοιχεία της μικρότερης χρονοσειράς των 30 ετών, για τις θέσεις εντός του Πηνειού στις οποίες δεν πραγματοποιούνται πλέον μετρήσεις, η υδροφορία στη κοίτη του ποταμού εμφανίζεται ισορροπημένη, ενώ παράλληλα παρουσιάζει και ελαφρώς αυξητική τάση. Πιθανόν σημαντικό ρόλο στη πτωτική τάση της υδροφορίας του Πηνειού ποταμού έπαιξαν οι μειωμένες εισροές των ετών μετά το 2000, ενώ έως και τα μέσα της δεκαετίας του 90' επικρατούσε, με ελάχιστες εξαιρέσεις, ισορροπημένη εναλλαγή των υψηλών και χαμηλών ετών υδροφορίας.

Επομένως, η αξιολόγηση της επικινδυνότητας μιας ξηρασίας δεν μπορεί να καταστεί αξιόπιστη αν δεν υπάρχουν μεγάλου μήκους χρονοσειρές, ώστε να περιγράφουν με στατιστική ακρίβεια οι μεταβολές της επιφανειακής απορροής και της στάθμης των γεωτρήσεων, και μάλιστα καλά κατανεμημένες χωρικά, ώστε να αποτυπώνουν την έντονη μεταβλητότητα των φαινομένων ξηρασίας.

Ανάλογα είναι και τα συμπεράσματα όσον αφορά την τάση της υδροφορίας των πηγών της περιοχής μελέτης. Παρουσιάζεται πτωτική τάση της υδροφορίας, ειδικότερα από τα τέλη της δεκαετίας του 80'.

Εν κατακλείδι και στη περίπτωση της διακύμανσης της στάθμης των γεωτρήσεων εμφανίζεται στα σχετικά διαγράμματα, σημαντική, στο σύνολο των σημείων μέτρησης της περιοχής μελέτης, πτωτική τάση.

Από την ανάλυση των δεδομένων και έχοντας προηγουμένως αφαιρέσει την τάση από το σύνολο των διακυμάνσεων της στάθμης των γεωτρήσεων, τα δυσμενέστερα έτη, από πλευράς υπόγειας υδροφορίας ήταν τα 1977, 1990, 1999, 2001 και 2007 και τα έτη με αυξημένη υπόγεια υδροφορία τα 1974, 1987, 1992, 2011 και 2013, σε απόλυτη συσχέτιση με την επιφανειακή υδροφορία.

Επιπροσθέτως, σύμφωνα και με τα αποτελέσματα των μετρήσεων, τα τελευταία 2-3 χρόνια (2010 – 2013) διανύουμε μία περίοδο αρκετά ικανοποιητικής επιφανειακής και υπόγειας υδροφορίας στη περιοχή μελέτης.

Αναφορικά με τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την αναγνώριση των ιστορικών ξηρασιών και τη μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε:

Στη Βόρειο Δυτική πλευρά της λεκάνης του Πηνειού, τα σημαντικότερα περιστατικά ξηρασίας ήταν:

- η περίοδος 1988 – 1990 (ήπια έως και ακραία ξηρασία),
- το έτος 1993 (σφοδρή ξηρασία),
- η περίοδος 2000 – 2002 (ήπια έως και ακραία ξηρασία),
- και η περίοδος 2007 – 2008 (μέτρια ξηρασία).

Στη Δυτική πλευρά της περιοχής μελέτης, τα σημαντικότερα περιστατικά ξηρασίας ήταν:

- το έτος 1972 (μέτρια ξηρασία),
- η περίοδος 1977 – 1979 (ήπια έως και μέτρια μέτρια ξηρασία),
- το έτος 1982 (ήπια ξηρασία),
- το έτος 1985 (ήπια ξηρασία),
- η περίοδος 1988 – 1990 (μέτρια έως και ακραία ξηρασία),
- η περίοδος 1993 – 1994 (ήπια έως και μέτρια ξηρασία),

- η περίοδος 2000 – 2002 (ήπια έως και ακραία ξηρασία),
- και το έτος 2008 (ακραία ξηρασία).

Στη Νότια και Νοτιοδυτική πλευρά της περιοχής μελέτης, τα σημαντικότερα περιστατικά ξηρασίας ήταν:

- η περίοδος 1972 – 1975 (ήπια έως και μέτρια ξηρασία),
- η περίοδος 1977 – 1979 (μέτρια έως και ακραία ξηρασία),
- το έτος 1985 (ήπια έως και μέτρια ξηρασία),
- η περίοδος 1988 – 1990 (ήπια έως και ακραία ξηρασία),
- το έτος 1993 (ήπια έως και μέτρια ξηρασία),
- η περίοδος 2000 – 2002 (ήπια έως και ακραία ξηρασία),
- και η περίοδος 2007 – 2010 (ήπια έως και σφοδρή ξηρασία).

Στη Βορειοανατολική πλευρά της περιοχής μελέτης, τα σημαντικότερα περιστατικά ξηρασίας ήταν:

- το έτος 1972 (ήπια ξηρασία),
- το έτος 1977 (ήπια ξηρασία),
- το έτος 1982 (μέτρια ξηρασία),
- το έτος 1985 (ήπια ξηρασία),
- η περίοδος 1988 – 1990 (ήπια έως και σφοδρή ξηρασία),
- η περίοδος 1993 – 1994 (ήπια ξηρασία),
- η περίοδος 1996 – 2002 (ήπια έως και ακραία ξηρασία),
- και η περίοδος 2007 – 2010 (ήπια έως και σφοδρή ξηρασία).

Στη Νοτιοανατολική πλευρά της περιοχής μελέτης, τα σημαντικότερα περιστατικά ξηρασίας ήταν:

- η περίοδος 1973 – 1975 (ήπια ξηρασία),
- η περίοδος 1977 – 1979 (μέτρια έως και ακραία ξηρασία),
- η περίοδος 1993 – 1994 (ήπια ξηρασία),
- και η περίοδος 1996 – 2002 (ήπια έως και ακραία ξηρασία).

Στη Κεντρική και Κεντροανατολική πλευρά της περιοχής μελέτης, τα σημαντικότερα περιστατικά ξηρασίας ήταν:

- η περίοδος 1973 – 1975 (μέτρια έως και ακραία ξηρασία),
- η περίοδος 1977 – 1979 (ήπια έως και μέτρια ξηρασία),
- το έτος 1982 (ήπια ξηρασία),
- το έτος 1985 (ήπια ξηρασία),
- η περίοδος 1988 - 1990 (ήπια έως και ακραία ξηρασία),
- η περίοδος 1993 – 1994 (ήπια έως και μέτρια ξηρασία),
- η περίοδος 1996 – 2000 (μέτρια έως και ακραία ξηρασία),
- η περίοδος 2001 – 2002 (ακραία ξηρασία),
- η περίοδος 2007 – 2009 (ακραία ξηρασία),
- και το έτος 2011 (μέτρια ξηρασία).

Στη Κεντρική και Βόρεια πλευρά της περιοχής μελέτης, τα σημαντικότερα περιστατικά ξηρασίας ήταν:

- η περίοδος 1973 – 1975 (ήπια έως και μέτρια ξηρασία),
- η περίοδος 1977 – 1979 (ήπια έως και ακραία ξηρασία),
- το έτος 1990 (ακραία ξηρασία),
- η περίοδος 1993 – 1994 (ήπια έως και ακραία ξηρασία),
- η περίοδος 2001 - 2002 (ακραία ξηρασία),
- και η περίοδος 2007 - 2009 (ήπια έως και ακραία ξηρασία).

Επιπροσθέτως, θα πρέπει να τονιστεί, σύμφωνα με την ανωτέρω ανάλυση ότι:

- τα δυσμενέστερα έτη εμφάνισης υδρολογικής ξηρασίας ήταν τα 1977, 1990, 1993, 2001 και 2007,
- και η διάρκεια των φαινομένων δεν ξεπερνά τα 2 έως 3 έτη.

Παράλληλα αποδεικνύεται ότι, η χειρότερη περίοδος υδρολογικής ξηρασίας έκανε την εμφάνισή της, όσον αφορά τον Πηνειό ποταμό, τα έτη 1988 – 1990.

Τέλος, παρουσιάζεται έξαρση των φαινομένων της υδρολογικής ξηρασίας μετά από εξαιρετικά υψηλές, από πλευράς υδροφορίας, χρονιές, με

εξαίρεση τη ξηρασία του 2001 – 2002, της οποίας έπεται η χρονιά υψηλής επιφανειακής υδροφορίας.

Αναφορικά με την εξέλιξη του ετήσιου δείκτη ξηρασίας SDI, επιβεβαιώνεται ότι τα σημαντικότερα επεισόδια ξηρασίας έκαναν την εμφάνισή τους τα έτη 1972, 1977, 1990, 1993, 2001 και 2007. Η σφοδρότητα του φαινομένου, αμφιταλαντεύεται μεταξύ των ετών 1990, 2001 και 2007, αποδεικνύοντας τη χωρική διαφορετικότητα της επικινδυνότητας της υδρολογικής ξηρασίας. Παράλληλα παρατηρήθηκαν, σε αντίθεση με τις τιμές του SRI, ακραίες τιμές του δείκτη SDI την τελευταία δεκαετία.

Ολοκληρώνοντας τα συμπεράσματα που αφορούν την επικινδυνότητα εμφάνισης υδρολογικής ξηρασίας στη ευρύτερη περιοχή, πρέπει να υπογραμμιστεί ότι:

- η Βορειοδυτική περιοχή του Ν. Λάρισας μπορεί να θεωρηθεί μέτριας επικινδυνότητας,
- η Δυτική περιοχή του Ν. Λάρισας μπορεί να θεωρηθεί μέτριας έως χαμηλής επικινδυνότητας,
- η Νότια και Νοτιοδυτική περιοχή του Ν. Λάρισας μπορεί να θεωρηθεί μέτριας έως χαμηλής επικινδυνότητας,
- η Βορειοανατολική περιοχή του Ν. Λάρισας μπορεί να θεωρηθεί μέτριας έως και υψηλής επικινδυνότητας,
- η Νοτιοανατολική περιοχή του Ν. Λάρισας μπορεί να θεωρηθεί μέτριας έως και υψηλής επικινδυνότητας,
- και η Κεντρική περιοχή του Ν. Λάρισας μπορεί να θεωρηθεί υψηλής επικινδυνότητας, όσον αφορά την εκδήλωση ξηρασίας.

Αναφορικά με τις μεθοδολογίες που χρησιμοποιήθηκαν σχετικά με τη πρόγνωση της υδρολογικής ξηρασίας και την προσέγγιση η οποία βασίζεται στον υπολογισμό των συντελεστών συσχέτισης μεταξύ των αθροιστικών απορροών των ποταμών και των πηγών, και των διακυμάνσεων της στάθμης των γεωτρήσεων, διαφορετικών χρονικών κλιμάκων, αποδεικνύεται ότι υπάρχει υψηλή προγνωστική ικανότητα της εξέλιξης της υδρολογικής ξηρασίας στην ευρύτερη περιοχή μελέτης του Ν. Λάρισας.

Ειδικότερα, ο συντελεστής συσχέτισης του πρώτου τριμήνου (Οκτώβριος-Δεκέμβριος) με το σύνολο του υδρολογικού έτους κυμαίνεται:

- από 0,53 έως 0,57, για την ανατολική υποπεριοχή της περιοχής μελέτης,
- από 0,57 έως 0,60, για την νότια υποπεριοχή της περιοχής μελέτης
- και 0,66, για την βόρεια υποπεριοχή της περιοχής μελέτης.

Επομένως, δίνεται σε πρώτη φάση η δυνατότητα λήψης ορισμένων διαχειριστικών μέτρων, ήδη από τα μέσα του χειμώνα, προκειμένου να αμβλυνθούν οι δυνητικές επιπτώσεις μιας πιθανής ξηρασίας.

Αντίστοιχα, για το πρώτο εξάμηνο (Οκτώβριος-Μάρτιος) ο συντελεστής συσχέτισης κυμαίνεται:

- μεταξύ 0,96 και 0,97, για την ανατολική υποπεριοχή της περιοχής μελέτης, μεταξύ 0,93 και 0,94, για την νότια υποπεριοχή της περιοχής μελέτης
- και 0,93, για την βόρεια υποπεριοχή της περιοχής μελέτης.

Ενώ για το εννεάμηνο (Οκτώβριος-Ιούνιος) ο συντελεστής συσχέτισης κυμαίνεται:

- μεταξύ 0,99 και 1,00, για την ανατολική υποπεριοχή της περιοχής μελέτης,
- μεταξύ 0,99 και 1,00, για την νότια υποπεριοχή της περιοχής μελέτης
- και 0,99, για την βόρεια υποπεριοχή της περιοχής μελέτης.

Συμπεραίνεται ότι οι αρμόδιοι φορείς που εμπλέκονται, μπορούν να αξιοποιήσουν, αποτελεσματικότερα, τον δείκτη υδρολογικής ξηρασίας SRI των έξι μηνών (στο τέλος Μαρτίου), ώστε στην αρχή της αρδευτικής περιόδου να λάβουν τα απαραίτητα διαχειριστικά μέτρα για τη μετρίαση των επιπτώσεων της ξηρασίας και την αποζημίωση των πληγέντων.

Παράλληλα, ο συντελεστής συσχέτισης μεταξύ της ετήσιας και της μέσης διετούς αθροιστικής παροχής είναι εξαιρετικά υψηλός, και κυμαίνεται από 0,71 έως 0,73, για την ανατολική υποπεριοχή της περιοχής μελέτης, από

0,76 έως 0,77, για την νότια υποπεριοχή της περιοχής μελέτης και 0,74, για την βόρεια υποπεριοχή της περιοχής μελέτης.

Ανάλογα υψηλές είναι και οι συσχετίσεις μεταξύ των ετήσιων χρονικών ανελίξεων (διετία-τριετία, τριετία-τετραετία και τετραετία - πενταετία) οι οποίες κυμαίνονται, για το σύνολο των υποπεριοχών, από 0,81 έως και 0,92.

Πρέπει εδώ να γίνει ειδική μνεία για την σχετικά υψηλή συσχέτιση των τιμών αθροιστικής παροχής του έτους αφετηρίας με τα επόμενα δύο τουλάχιστον έτη, διότι οι τιμές του πρώτου έτους μπορούν να αξιολογήσουν, με σχετικά υψηλή ακρίβεια, την πιθανότητα ξηρασίας των δεύτερου και τρίτου έτους, του δεύτερου έτους των τρίτου και τέταρτου έτους και του τρίτου έτους των τέταρτου και πέμπτου έτους.

Επιχειρησιακά, αυτό είναι εξαιρετικά χρήσιμο, καθώς είναι δυνατή η έγκαιρη αναγνώριση μιας έμμονης, διετούς διάρκειας, υδρολογικής ξηρασίας, πριν την έναρξη της αρδευτικής περιόδου.

Επομένως, η εξάμηνη (αθροιστική παροχή Οκτωβρίου-Μαρτίου) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη στατιστική πρόγνωση της ετήσιας απορροής, ενώ η ετήσια για τη στατιστική πρόγνωση της μέσης απορροής δύο (ή και περισσότερων) ετών.

Για την πρόγνωση των έμμονων ξηρασιών, δηλαδή των περιόδων χαμηλής υδροφορίας που υπερβαίνουν σε διάρκεια το ένα υδρολογικό έτος, τα αποτελέσματα απορροής των πηγών και διακύμανσης της στάθμης των γεωτρήσεων έδειξαν ότι:

- ✓ οι συντελεστές συσχέτισης, όσον αφορά τις απορροές των πηγών, κυμαίνονται από 0,53 (χρονική υστέρηση τριετίας) έως και 0,91 (χρονική υστέρηση διετίας) στο σύνολο της περιοχής μελέτης,
- ✓ και, οι διακυμάνσεις της στάθμης των γεωτρήσεων, από 0,56 έως και 0,95, αντίστοιχα.

Ειδικότερα, τα παραπάνω δεδομένα και η ανάλυσή τους ουσιαστικά υποβοηθούν στη λήψη ευρύτερων προληπτικών μέτρων έναντι του κινδύνου της υδρολογικής ξηρασίας, καθώς τα ρυθμιστικά αποθέματα των υδροφορέων επηρεάζονται από τις απορροές σε χρονικές κλίμακες που συνήθως υπερβαίνουν αυτή του μεμονωμένου υδρολογικού έτους.

Συμπερασματικά, υπάρχει μέτρια συσχέτιση μεταξύ της απορροής τριμήνου και έτους, αλλά εξαιρετικά υψηλή συσχέτιση μεταξύ της απορροής του πρώτου εξαμήνου και της αντίστοιχης ετήσιας. Συνεπώς, για τη συγκεκριμένη περιοχή μελέτης, ένα εξάμηνο πολύ χαμηλής απορροής είναι σχεδόν βέβαιο ότι θα οδηγήσει σε ένα υδρολογικό έτος αντίστοιχα χαμηλής υδροφορίας.

Καθόσον οι συντελεστές συσχέτισης είναι ικανοποιητικοί σε ετήσια, διετή και τριετή κλίμακα, προτείνεται η εφαρμογή των γραμμικών μοντέλων παλινδρόμησης για την αξιολόγηση του κινδύνου εμφάνισης υδρολογικών ξηρασιών, στην υπερετήσια κλίμακα.

Όσον αφορά τη προσέγγιση η οποία βασίζεται στον υπολογισμό των λεγόμενων πιθανοτήτων μετάβασης, από μια κατάσταση υδροφορίας, μιας συγκεκριμένης χρονικής κλίμακας, σε μια άλλη κατάσταση, με υψηλότερη κλίμακα συνάθροισης, τα συμπεράσματα που προέκυψαν ήταν:

- το υψηλότερο ποσοστό μετάβασης σε οποιαδήποτε κατάσταση ξηρασίας παρατηρήθηκε στην νότια υποπεριοχή της περιοχής μελέτης για το σύνολο των χρονικών ανελίξεων,
- αντίστοιχα το χαμηλότερο ποσοστό μετάβασης παρατηρήθηκε στην βόρεια υποπεριοχή της περιοχής μελέτης,
- παράλληλα υψηλά ποσοστά παρατηρήθηκαν τόσο στην ανατολική όσο και στη δυτική υποπεριοχή,
- αντίθετα στην κεντρική υποπεριοχή παρατηρήθηκαν πλησίον της μέσης τιμής ποσοστά, σε σχέση με τις υπόλοιπες υποπεριοχές.

Αναφορικά με τη μετάβαση από ήπια μορφή υδρολογικής ξηρασίας ξανά σε ήπια κατάσταση τα αποτελέσματα έδειξαν:

- ότι τα υψηλότερα ποσοστά εμφάνισε η νότια υποπεριοχή,
- και ακολούθησαν με σειρά σπουδαιότητας η κεντρική υποπεριοχή, η ανατολική υποπεριοχή, η δυτική υποπεριοχή και τελευταία η βόρεια περιοχή.

Τέλος, και όσον αφορά τη μετάβαση από οποιαδήποτε κατάσταση υδρολογικής ξηρασίας σε καταστάσεις σφοδρής και ακραίας ξηρασίας οι υποπεριοχές κατατάσσονται ως εξής:

- βόρεια υποπεριοχή μελέτης,
- δυτική υποπεριοχή μελέτης,
- κεντρική υποπεριοχή μελέτης,
- ανατολική υποπεριοχή μελέτης,
- και τελευταία η νότια υποπεριοχή μελέτης.

Συμπερασματικά μπορεί να ειπωθεί ότι:

- ✓ η νότια περιοχή μπορεί να θεωρηθεί ως η λιγότερο επιρρεπής σε ακραίες καταστάσεις υδρολογικής ξηρασίας,
- ✓ μεταξύ της ανατολικής και της δυτικής υποπεριοχής υπάρχει ισορροπία στα δύο πρώτα κριτήρια μετάβασης, όμως εφόσον η ανατολική υποπεριοχή προηγείται σε αυξημένα ποσοστά εμφάνισης όλων των κατηγοριών υδρολογικής ξηρασίας, θεωρείται επιρρεπέστερη της δυτικής υποπεριοχής.
- ✓ η βόρεια υποπεριοχή κατατάσσεται, εξαιτίας του χαμηλού ποσοστού μετάβασης σε οποιαδήποτε κατάσταση ξηρασίας, στις λιγότερο επικίνδυνες υποπεριοχές
- ✓ η κεντρική υποπεριοχή μπορεί να θεωρηθεί ως υψηλής επικινδυνότητας, εξαιτίας του υψηλού ποσοστού μετάβασης από ήπια σε ήπια μορφή ξηρασίας και του σχετικά υψηλού ποσοστού μετάβασης σε ακραίες καταστάσεις υδρολογικής ξηρασίας.
- ✓ τέλος, η πιθανότητα μετάβασης από καταστάσεις ξηρασίας –Δ και –Γ σε ανάλογες καταστάσεις, για το σύνολο των χρονικών ανελίξεων, δεν ξεπερνά σε ποσοστό το 6%, με τις μέγιστες τιμές να εμφανίζονται στις Ανατολικές και Κεντρικές περιοχές του Ν. Λάρισας.

Σχετικά με τη πιθανότητα διατήρησης του ίδιου καθεστώτος υδρολογικής ξηρασίας:

- ✓ το ποσοστό μετάβασης από το εξάμηνο στο έτος των παροχών των ποταμών δεν μπορεί να θεωρηθεί ικανοποιητικό μίας αρκετά έγκαιρης αξιολόγησης της κατάστασης χαμηλής υδροφορίας,
- ✓ σε αντίθεση με το ποσοστό μετάβασης από το εννιάμηνο στο έτος, που επιτρέπει την βέλτιστη αξιολόγηση της κατάστασης για τη λήψη των απαραίτητων διαχειριστικών μέτρων.

Ανάλογα ήταν και τα συμπεράσματα της ανάλυσης των απορροών των πηγών που εξετάστηκαν, όσον αφορά τη διατήρηση στη ίδια κατάσταση υδροφορίας.

Επομένως, η πιθανότητα αστοχίας της πρόγνωσης με βάση τη διατήρηση της ίδια κατάστασης, σύμφωνα με τους πίνακες και τα διαγράμματα μετάβασης, αγγίζει ή και ξεπερνά το 50% στο σύνολο των περιπτώσεων.

Από την ανάλυση των δεδομένων παρατηρήθηκε επίσης αύξηση των ποσοστών διατήρησης στην ίδια κατάσταση με την αύξηση των χρονικών ανελίξεων, τόσο για τις απορροές των πηγών όσο και για τις παροχές των ποταμών.

Αντιθέτως, δεν παρατηρήθηκε, στο σύνολο των δεδομένων, αύξηση των ποσοστών μετάβασης της στάθμης των γεωτρήσεων με την αύξηση των χρονικών ανελίξεων.

Συμπερασματικά μπορεί να ειπωθεί ότι, οι μεταβάσεις σε διαφορετικές καταστάσεις υδροφορίας (από χαμηλή σε υψηλή υδροφορία) δεν διαρκούν για περισσότερο από 2 με 3 έτη στο μεγαλύτερο ποσοστό των περιπτώσεων της περιοχής μελέτης.

Υπερθεματίζοντας, αξίζει να σημειωθεί ότι, το ποσοστό μετάβασης σε οποιοδήποτε καθεστώς ξηρασίας, για το σύνολο των ομάδων γεωτρήσεων και των χρονικών ανελίξεων, καθώς και το ποσοστό μετάβασης σε σφοδρή και ακραία κατάσταση ξηρασίας κατηγοριοποίησε τις περιοχές, με φθίνουσα κατάταξη, ως προς την επικινδυνότητα εμφάνισης υδρολογικής ξηρασίας, ως εξής:

- ομάδα 8 (Συκούριο, Παραπόταμος, Μακρυχώρι),
- ομάδα 7 (Ελευθέριο, Ομορφοχώρι, Μελισσοχώρι, Χάλκη, Μέλισσα),
- ομάδα 2 (Δελέρια, Αργυροπούλι, Λυγαριά),
- ομάδα 4 (Λάρισα, Δέντρα, Πλατανούλια, Γιάννουλη, Δασοχώρι),
- ομάδα 3 (Τύρναβος, Δαμάσι, Αμπελώνας),
- ομάδα 6 (Κρήνη, Βαμβακού, Σταυρός, Χτούρι, Φάρσαλα, Βρυσιά),
- ομάδα 9 (Κανάλια, Ριζόμυλος),
- ομάδα 5 (Μαυροβούνι, Κάστρο, Αγ. Γεώργιος, Κραννώνας, Κοιλιάδα)
- και 1 (Κεφαλόβρυσο).

Αναφορικά με τη δυνατότητα διάγνωσης εμφάνισης περιοδικότητας στα επεισόδια ξηρασίας, δεν προέκυψε σύνδεση της εναλλαγής των περιόδων χαμηλής και υψηλής υδροφορία, με συγκεκριμένη χρονική περίοδο, σύμφωνα με τον δείκτη ξηρασίας SRI της παροχής ποταμών και απορροής πηγών.

Αντιθέτως, παρουσιάστηκε υποψία περιοδικότητας εναλλαγής των περιόδων χαμηλής και υψηλής υδροφορίας στα αποτελέσματα του δείκτη SDI των εξεταζόμενων γεωτρήσεων της τάξης:

- των 12 με 15 ετών στις γεωτρήσεις 445YEB, AD3, LB70, PZ46, SR31, SR77, SR30,
- και των 9 με 11 ετών στις γεωτρήσεις AD2, Γ1B, LB99, LB119, LB185, Π6Λ, Π14Λ, Π16Λ, PZ7, PZ11, PZ67, PZT1, SR4, SR63A, SR63B και SR86.

Η παρατηρούμενη εναλλαγή μπορεί να συνδεθεί μόνο με την διακύμανση της πολικότητας των ηλιακών κηλίδων, ο οποίος αποτελείται από δύο 11-ετής κύκλους αντίθετης πολικότητας. Απαιτείται όμως περαιτέρω διερεύνηση των αποτελεσμάτων με την ενσωμάτωση επιπλέον χρονοσειρών.

Ολοκληρώνοντας με τα συμπεράσματα της μελέτης, πρέπει να αναφερθεί ότι, από τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης, υπάρχει αρνητική γραμμική σχέση μεταξύ των αθροιστικών παροχών των Γόννων και της Αμπελιάς, ενώ αντίθετως εμφανίζεται θετική γραμμική σχέση μεταξύ των αθροιστικών παροχών των Γόννων και του Μεσοχωρίου, για διάστημα εμπιστοσύνης 95%, επιβεβαιώνοντας την αρχική διαπίστωση ότι η παροχή του Πηνειού στην έξοδό του συσχετίζεται με την παροχή του Τιταρήσιου για το σύνολο των χρονικών περιόδων.

9 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

9.1 Γενικά

Η πολιτική της Ε.Ε. σε θέματα ξηρασίας, αρχικά (Ε.Ε., 2007), επιδίωκε την αντιμετώπιση των εξής ζητημάτων:

- προώθηση της πλήρους εφαρμογής της οδηγίας πλαισίου για τα ύδατα,
- αντιμετώπιση των αναποτελεσματικών πολιτικών τιμολόγησης του νερού,
- μία πραγματική αλλαγή των πρακτικών χάραξης πολιτικών και την προώθηση αποδοτικού σχεδιασμού χρήσης γης σε κατάλληλο επίπεδο,
- διερεύνηση των δυνατοτήτων εξοικονόμησης υδατικών πόρων σε σαφή ιεράρχηση των προτεραιοτήτων εξυπηρέτησης των αναγκών,
- περαιτέρω ενσωμάτωση των σχετικών με το νερό προβληματισμών σε τομεακές πολιτικές που σχετίζονται με τους υδατικούς πόρους,
- προώθηση μέτρων πολιτικής για τη λειψυδρία και τη ξηρασία τα οποία θα πρέπει να βασίζονται σε υψηλής ποιότητας γνώσεις και πληροφορίες για την έκταση του προβλήματος και τις προβλεπόμενες τάσεις.

Με βάση τις παραπάνω πολιτικές, εξειδικεύτηκαν τα μέτρα αντιμετώπισης της ξηρασίας και της λειψυδρίας σύμφωνα με τα κατωτέρω:

- 1) Τιμολόγηση του νερού μετά από ορθολογική οικονομική αξιολόγηση των χρήσεων του νερού και της τιμής του, με κατάλληλα κίνητρα για την αποδοτική χρήση των υδάτινων πόρων και με κατάλληλη συμβολή των διαφόρων χρήσεων του νερού στην ανάκτηση του κόστους των παρεχόμενων υδατικών υπηρεσιών, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της ΟΠΥ.
- 2) Μεγαλύτερη σημασία στην αειφόρο γεωργία που προσφέρει χρήσιμη βάση διαλόγου για τις πολιτικές που πρέπει να ασκηθούν ώστε να αυξηθεί η αειφορία της διαχείρισης των υδάτινων πόρων.
- 3) Περαιτέρω αξιολόγηση της σχέσης μεταξύ της ανάπτυξης βιοκαυσίμων και της διαθεσιμότητας των υδατικών πόρων.
- 4) Εξασφάλιση της αυστηρής εφαρμογής της ΟΠΥ σχετικά με την στρατηγική περιβαλλοντική εκτίμηση σε όλους τους οικονομικούς τομείς.

- 5) Ενθάρρυνση των κρατών μελών στην κατεύθυνση του εντοπισμού των λεκανών απορροής ποταμών, που αντιμετωπίζουν σχεδόν μόνιμη πίεση φαινομένων ξηρασίας ή λειψυδρίας.
- 6) Θέσπιση του κατάλληλου κανονιστικού πλαισίου, ούτως ώστε να αποκατασταθεί μια αειφόρος ισορροπία.
- 7) Περαιτέρω επεξεργασία των κοινοτικών κατευθυντηρίων γραμμών, στο πλαίσιο των πολιτικών που αφορούν την αγροτική και περιφερειακή ανάπτυξη, θέσπιση περιβαλλοντικών προϋποθέσεων, προτού καταστεί δυνατή η χρηματοδότηση κάθε επιπλέον εξοπλισμού ή υποδομής υδροδότησης.
- 8) Εξασφάλιση της αποδοτικής χρήσης των κοινοτικών και εθνικών χρηματοδοτικών πόρων για τη βελτίωση της διαχείρισης της ζήτησης νερού, μέσω συστημάτων παρακολούθησης και προσαρμοσμένων μέσων διαχείρισης των κινδύνων.
- 9) Ανάπτυξη φορολογικών κινήτρων για την προαγωγή συστημάτων και πρακτικών, που ευνοούν μια αποδοτικότερη χρήση του νερού, λαμβάνοντας υπόψη το κοινωνικό πλαίσιο και τις ενδεχόμενες ανομοιομορφίες μεταξύ των διαφόρων περιφερειών.
- 10) Σύσταση παρατηρητηρίου και συστήματος έγκαιρης προειδοποίησης για τα φαινόμενα ξηρασίας.
- 11) Περαιτέρω βελτιστοποίηση της χρήσης του ταμείου αλληλεγγύης της Ευρωπαϊκής Ένωσης και του ευρωπαϊκού μηχανισμού πολιτικής προστασίας.
- 12) Μελέτη πρόσθετων υποδομών υδροδότησης, που συνδέονται με οιαδήποτε πρόσθετη υποδομή υδροδότησης, όπως είναι τα φράγματα ή οι εγκαταστάσεις αφαλάτωσης, λαμβάνονται πλήρως υπόψη στην περιβαλλοντική εκτίμηση.
- 13) Εξέταση του ενδεχομένου διαμόρφωσης προτύπων για τις συσκευές που χρησιμοποιούν νερό, όπως τα αρδευτικά συστήματα και άλλα γεωργικά μηχανήματα που καταναλώνουν ενέργεια.
- 14) Εξέταση του ενδεχομένου κατάρτισης νομοθεσίας που θα καλύπτει τα προϊόντα που δεν καταναλώνουν ενέργεια, συμπεριλαμβανομένων των συσκευών που χρησιμοποιούν νερό (βρύσες, «τηλέφωνα» ντους, τουαλέτες).

- 15) Συνεκτίμηση των κριτηρίων αποδοτικής χρήσης του νερού στα πρότυπα επιδόσεων που αφορούν τα κτίρια, κατά την εναρμόνιση των αξιολογήσεων του κύκλου ζωής και των περιβαλλοντικών δηλώσεων προϊόντων.
- 16) Εθελοντικές συμφωνίες με όλους τους οικονομικούς κλάδους που χρειάζονται νερό για τον σχεδιασμό φιλικότερων προς το περιβάλλον προϊόντων, κτιρίων, δικτύων και για την υιοθέτηση πρακτικών που σέβονται περισσότερο το περιβάλλον.
- 17) Διερεύνηση, από κοινού με την ευρωπαϊκή επιχειρηματική συμμαχία για την εταιρική κοινωνική ευθύνη (CSR), της δυνατότητας δρομολόγησης σχετικής πρωτοβουλίας για την ορθολογική χρήση του νερού.
- 18) Προώθηση της υπαγωγής κανόνων σχετικών με τη διαχείριση του νερού στα υφιστάμενα και μελλοντικά συστήματα ποιότητας και πιστοποίησης.
- 19) Διερεύνηση της δυνατότητας επέκτασης των υφιστάμενων συστημάτων κοινοτικής επισήμανσης, εφόσον είναι αναγκαίο, για να προωθηθούν τα συστήματα που ευνοούν την ορθολογική χρήση του νερού και τα προϊόντα χαμηλής κατανάλωσης υδάτινων πόρων.
- 20) Ετήσια ευρωπαϊκή αξιολόγηση, βασισμένη σε δείκτες που συνιστούν απόρροια κοινής συμφωνίας και σε δεδομένα που διαβιβάζονται σε ετήσια βάση από τα κράτη μέλη και τα ενδιαφερόμενα μέρη στην Επιτροπή ή στον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος.
- 21) Πλήρη αξιοποίηση των υπηρεσιών της πρωτοβουλίας GMES (παγκόσμια παρακολούθηση του περιβάλλοντος και της ασφάλειας) για την παροχή δορυφορικών δεδομένων και εργαλείων παρακολούθησης ικανών να συμβάλουν στη χάραξη πολιτικών για τα ύδατα, στο σχεδιασμό χρήσεων γης και στη βελτίωση των αρδευτικών πρακτικών.
- 22) Διάδοση των αποτελεσμάτων των ερευνών σχετικά με τα προβλήματα λειψυδρίας και ξηρασίας και διευκόλυνση της χρήσης και εκμετάλλευσης των αποτελεσμάτων.
- 23) Διερεύνηση, ενίσχυση και προώθηση των ερευνητικών και τεχνολογικών δραστηριοτήτων με τα αποτελέσματα των ερευνών να αξιοποιούνται και να ενσωματώνονται στις σχετικές πολιτικές.

9.2 Πολιτική κατά της λειψυδρίας και της ξηρασίας στην Ε.Ε.

Εξετάζοντας, η Επιτροπή (Ε.Ε., 2012), την πρόοδο που σημείωσε η εφαρμογή των εν λόγω επιλογών άσκησης πολιτικής, σε ετήσιες εκθέσεις παρακολούθησης τα έτη 2008, 2009 και 2010, οριοθέτησε τις επτά (7) κύριες επιλογές άσκησης πολιτικής για την αντιμετώπιση των προβλημάτων της λειψυδρίας και της ξηρασίας.

9.2.1 Σωστή τιμολόγηση του νερού

Η εφαρμογή των απαιτήσεων της ΟΠΥ συχνά δεν είναι εναρμονισμένη με την ερμηνεία της Επιτροπής, καθώς περιορίζει την έκτασή τους στην παροχή πόσιμου νερού και στην επεξεργασία λυμάτων, εξαιρώντας τη βιομηχανική υδροληψία, την αντιπλημμυρική προστασία, την υδροηλεκτρική ενέργεια, τη ναυσιπλοΐα κ.λπ.. Επίσης, δεν εφαρμόζεται η ανάκτηση του οικονομικού κόστους των υπηρεσιών διαχείρισης των υδατικών πόρων, το δε περιβαλλοντικό κόστος συχνά δεν λαμβάνεται υπόψη.

Βασικό πρόβλημα, που θα πρέπει να αντιμετωπιστεί άμεσα, αποτελεί το υψηλό ποσοστό χρήσης των υδατικών πόρων στη γεωργία το οποίο δεν τιμολογείται, ακόμη και σε περιοχές όπου οι υδατικοί πόροι δέχονται πίεση, και δεν υπάρχει χρηματοοικονομικός μηχανισμός για την ανάκτηση του περιβαλλοντικού κόστους και του κόστους πόρων των επιμέρους υδροληψιών ούτε για την παροχή κινήτρων με σκοπό την αποδοτικότερη χρήση του νερού. Επομένως, η μέτρηση της κατανάλωσης αποτελεί προϋπόθεση για την αποτελεσματική κατανομή και τιμολόγηση του νερού.

9.2.2 Αποδοτικότερη κατανομή του νερού και των σχετικών με το νερό χρηματοδοτικών πόρων

Μολονότι, κατά κανόνα, όλα τα κράτη μέλη εφαρμόζουν διαδικασίες αδειοδότησης για άντληση ή χρήση νερού, οι διαδικασίες αυτές παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές και η παράνομη υδροληψία εξακολουθεί να αποτελεί σοβαρό πρόβλημα σε πολλά τμήματα της Ευρώπης.

Οι περιορισμοί κυρίως καθορίζονται σύμφωνα με ιεράρχηση των χρηστών νερού, η οποία μερικές φορές περιλαμβάνει το περιβάλλον ως χωριστό κλάδο. Χρησιμοποιούνται ολοένα περισσότερο καθεστώτα οικολογικής ροής ως στοιχείο της κατανομής νερού, με σκοπό τον περιορισμό

της χρήσης του, τον καθορισμό των ανωτάτων ορίων μεταβολής των υδάτινων μαζών, τη διατήρηση συγκεκριμένης βιολογικής κατάστασης και τη συμβολή στην διόρθωση του αντίκτυπου παλαιότερων μέτρων (Ε.Ε., 2007).

Επιπροσθέτως, έχει σημειωθεί πρόοδος όσον αφορά την ένταξη των ποσοτικών πτυχών του νερού στην Κοινή Αγροτική Πολιτική (ΚΑΠ), και επιβάλλεται να καθοριστούν προϋποθέσεις για τη χρήση κονδυλίων της αγροτικής ανάπτυξης για αρδευτικά έργα, με επενδύσεις του Ευρωπαϊκού Ταμείου Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και του Ταμείου Συνοχής στη διαχείριση των υδάτων.

Απαιτείται επίσης, προσαρμογή των χρήσεων γης ώστε να μειωθεί η τρωτότητα των υδατικών πόρων και αναλύσεις κόστους-αποτελεσματικότητας και κόστους-οφέλους για την ιεράρχηση των επενδύσεων στο τομέα των υδατικών πόρων.

9.2.3 Βελτίωση της διαχείρισης των κινδύνων ξηρασίας

Γενικότερα παρατηρήθηκε πρόοδος στα σχέδια διαχείρισης της ξηρασίας, συμβάλλοντας στον περιορισμό της τρωτότητας στην ξηρασία, πλην όμως επικεντρώνονται στην αντιμετώπιση της λειψυδρίας.

Απαιτείται επομένως, ενσωμάτωση και επεξεργασία δεικτών ξηρασίας για το σύνολο της Ε.Ε., οι οποίοι θα καλύπτουν τον υετό, την υγρασία του εδάφους και την απόκριση της βλάστησης, καθώς και ένας συνδυασμένος δείκτης, ειδικά για την ξηρασία στη γεωργία, που θα στοχεύει σε μεσομακροπρόθεσμες προγνώσεις ξηρασίας για τη διενέργεια αναλύσεων κινδύνου και επικινδυνότητας.

9.2.4 Μελέτη πρόσθετων υποδομών υδροδότησης

Δυστυχώς, σε ορισμένα κράτη μέλη αναπτύχθηκαν υποδομές υδροδότησης προτού αξιοποιηθεί το πλήρες δυναμικό των μέτρων εξοικονόμησης νερού, γεγονός που αντιβαίνει στην ιεράρχηση των υδατικών πόρων.

Σε ποσοστό περίπου 30% των σχεδίων διαχείρισης της λειψυδρίας, προβλέπεται η ανάπτυξη ή αναβάθμιση ταμιευτήρων και άλλων υποδομών υδροδότησης για την αύξηση του διαθέσιμου νερού και τον περιορισμό των κοινωνικοοικονομικών επιπτώσεων της μείωσης του διαθέσιμου νερού, ενώ το 25% περιλαμβάνει την ανάπτυξη ή αναβάθμιση συστημάτων μεταφοράς

νερού. Παράλληλα στα προηγούμενα σχέδια διαχείρισης ένα 50% περιλαμβάνει την επαναχρησιμοποίηση λυμάτων και ένα 30% την τεχνητή επαναπλήρωση υδροφορέων και τη συλλογή ομβρίων.

Παράλληλα, στο 80% των σχεδίων δεν εκτιμάται η αβεβαιότητα των δεδομένων και στο 90% δεν προσδιορίζονται οι πηγές χρηματοδότησης των σχετικών μέτρων. Εν κατακλείδι, σε ελάχιστα σχέδια διαχείρισης εμφανίζεται η ανάπτυξη ή αναβάθμιση εγκαταστάσεων αφαλάτωσης, η οποία ωστόσο έχει μεγάλη σημασία για τις λεκάνες απορροής της νότιας Ευρώπης. Ταυτόχρονα, δυστυχώς, οι δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις της αφαλάτωσης δεν εξετάζονται πάντα επαρκώς στα σχέδια.

Επομένως, η Ε.Ε. λαμβάνοντας υπόψη της τα συγκεκριμένα λάθη του παρελθόντος, αποφάσισε, ως πρώτη προτεραιότητα, την επιβολή περιορισμών σε νέα υδροβόρα αναπτυξιακά έργα, με εξαίρεση λίγες λεκάνες απορροής, που αντιμετωπίζουν σημαντικά προβλήματα με τη λειψυδρία.

9.2.5 Προώθηση των τεχνολογιών και πρακτικών που προάγουν την αποδοτική χρήση των υδατικών πόρων

Η βελτίωση των προγραμμάτων άρδευσης και ο εκσυγχρονισμός των τεχνολογιών μπορούν ακόμη να αποφέρουν σημαντική εξοικονόμηση νερού, με αξιολόγηση της αβεβαιότητας όσον αφορά τον τρόπο με τον οποίο η εξοικονόμηση νερού στην αγροτική παραγωγή μετατρέπεται σε συνολική εξοικονόμηση νερού σε επίπεδο λεκάνης απορροής.

Άμεσα θα πρέπει επίσης να ελέγχει η αποδοτικότητα των συστημάτων παροχής πόσιμου νερού, καθώς υφίστανται επί το πλείστον συστήματα διανομής νερού με χαμηλή αποδοτικότητα (υψηλά ποσοστά διαρροών), το οποίο συνεπάγεται ότι οι πρόσθετες επενδύσεις για τον περιορισμό των διαρροών θα είχαν ως αποτέλεσμα την αύξηση του κόστους για το κοινό, χωρίς όμως πρόσθετα οφέλη είτε για το κοινό είτε για το περιβάλλον.

Σημαντική παράμετρος επίσης αποτελεί ο ομαδικός συντονισμός των σχεδίων ανάπτυξης, καθώς σε μεγάλο ποσοστό αποτελούν ανεξάρτητες δράσεις, σε χωροταξικό και κοινωνικοοικονομικό επίπεδο.

9.2.6 Προαγωγή νοοτροπίας εξοικονόμησης νερού στην Ευρώπη

Στο πεδίο της αιεφόρου κατανάλωσης αναδύονται δύο κύριες τάσεις, όσον αφορά τα συστήματα πιστοποίησης και επισήμανσης των τροφίμων και των γεωργικών προϊόντων:

- συστήματα με άξονα την παροχή πληροφοριών σχετικά με το υδατικό αποτύπωμα των προϊόντων,
- και συστήματα που εστιάζουν στην υπεύθυνη διαχείριση του νερού.

Η επισήμανση με βάση το υδατικό αποτύπωμα δεν συνιστάται επί του παρόντος, δεδομένου ότι οι περισσότεροι καταναλωτές δεν διαθέτουν επαρκείς γνώσεις για να ερμηνεύουν τις σχετικές πληροφορίες και ότι παραμένουν ανεπίλυτα τα ζητήματα της διαφάνειας και αξιοπιστίας των δεδομένων στα οποία βασίζεται το αποτύπωμα και της αδυναμίας του τελευταίου να καλύψει τις επιπτώσεις του νερού που καταναλώνεται.

9.2.7 Βελτίωση των γνώσεων και συγκέντρωση δεδομένων

Είναι γενικά γνωστό ότι, υπάρχει ακόμη και σήμερα, έλλειψη μεγάλων χρονοσειρών δεδομένων για την ποσότητα του νερού, που να καλύπτουν το σύνολο της ΕΕ και, ως εκ τούτου, το βασικό στάδιο του προσδιορισμού των λεκανών απορροής, που διαθέτουν λιγοστούς υδατικούς πόρους, εξακολουθεί να αποτελεί πρόκληση. Επομένως, χρειάζεται ακόμη μεγαλύτερος εξορθολογισμός των δεδομένων, που αφορούν, την κατάσταση και τις πιέσεις, τις επιπτώσεις και την αποτελεσματικότητα των αντιδράσεων στη λειψυδρία και την ξηρασία.

Παράλληλα έχει διαπιστωθεί ότι σημειώθηκε πρόοδος στην εφαρμογή κοινών δεικτών λειψυδρίας και ξηρασίας, στο πλαίσιο της κοινής στρατηγικής για την εφαρμογή της ΟΠΥ, όπως ο τυποποιημένος δείκτης υετού (SPI) για τη μετεωρολογική ξηρασία, το κλάσμα της απορροφώμενης φωτοσυνθετικά ενεργού ηλιακής ακτινοβολίας (fraction of Absorbed Photosynthetically Active Solar Radiation/FAPAR), για τις επιπτώσεις της ξηρασίας στη βλάστηση, και του επαυξημένου δείκτη εκμετάλλευσης νερού (Water Exploitation Index Plus/WEI+), για την πίεση που ασκούν οι υδροληψίες στους υδατικούς πόρους.

Συμπερασματικά η έρευνα με αντικείμενο τη λειψυδρία, τη ξηρασία και την αποδοτική χρήση του νερού είναι διάσπαρτη και απαιτούνται μεγαλύτερες προσπάθειες για την επίτευξη συνεργασιών με τις ερευνητικές δραστηριότητες

των κρατών μελών, μεταξύ άλλων, εκείνες που αφορούν την εξοικονόμηση νερού και την αποδοτική χρήση του και την εξασφάλιση κατάλληλου συντονισμού με τις ανάγκες της ασκούμενης πολιτικής.

9.3 Διαχείριση της Ξηρασίας σε Εθνικό επίπεδο

Η Ξηρασία διαφέρει από τις άλλες φυσικές καταστροφές καθώς:

- πλήττει πολύ περισσότερους ανθρώπους από κάθε άλλη φυσική καταστροφή,
- είναι φαινόμενο που εξελίσσεται σιωπηλά και είναι δύσκολο να προσδιοριστεί η αρχή και το τέλος του,
- οι επιδράσεις του συσσωρεύονται αργά μέσα σε μεγάλο χρονικό διάστημα και μπορεί να παραμείνουν για αρκετά χρόνια μετά τη λήξη του,
- και οι κοινωνικές επιδράσεις είναι λιγότερο ορατές και εκτείνονται σε πολύ μεγαλύτερες γεωγραφικές περιοχές από ότι οι άλλες φυσικές καταστροφές.

Η διαχείριση των υδατικών πόρων, που σχετίζονται με το ισοζύγιο φυσικής προσφοράς και ζήτησης του νερού, περιλαμβάνει τρία κύρια στάδια (Turton and Ohlsson, 1999).

- Στο πρώτο στάδιο η φυσική προσφορά υπερβαίνει κατά πολύ τη ζήτηση (αφθονία νερού) και η διαχείριση περιορίζεται στη διανομή των υδατικών πόρων.
- Στο δεύτερο στάδιο η φυσική προσφορά είναι μικρότερη από τη ζήτηση (σπανιότητα νερού) και είναι απαραίτητη η αύξηση της φυσικής προσφοράς νερού με τεχνικά έργα.
- Στο τρίτο στάδιο η φυσική προσφορά παραμένει μικρότερη από τη ζήτηση (έλλειμμα νερού), παρά τα συμβατικά τεχνικά έργα. Σε αυτό το στάδιο αναπόφευκτα η προσπάθεια στρέφεται στον έλεγχο της ζήτησης και την ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων, εφόσον η εναλλακτική λύση είναι η κατασκευή εξαιρετικά ακριβών ή εξεζητημένων τεχνικών έργων.

Η διαχείριση της ξηρασίας και η αντιμετώπιση της λειψυδρίας, με έμφαση στην περιοχή της Μεσογείου, είναι αντικείμενα που έχουν μελετηθεί από ομάδες εργασίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και μεμονωμένους ερευνητές. Σε αναφορές της Ε.Ε. (MED WS&D WG, 2007) παρουσιάζονται οι οργανωτικές, μεθοδολογικές και επιχειρησιακές συνιστώσες της διαχείρισης, ο σχεδιασμός και η υλοποίηση των μέτρων αντιμετώπισης, καθώς και η συμβατότητα των μέτρων με τους στόχους της Ευρωπαϊκής Οδηγίας-Πλαίσιο 2000/60 για τα νερά.

Ειδικότερα, για την επιλογή των μέτρων εξετάζονται παράγοντες, όπως το θεσμικό και νομικό πλαίσιο, η εκτίμηση του ρίσκου και της τρωτότητας, η συμμετοχή των ενδιαφερομένων (stakeholders) στη διαχείριση, καθώς και η ετοιμότητα της κοινωνίας μέσω του μακροπρόθεσμου σχεδιασμού. Τέλος, έχουν καταγραφεί και αξιολογηθεί συγκεκριμένες πρακτικές και μέτρα που εφάρμοσαν χώρες της Μεσογείου, όπως η Ισπανία, η Κύπρος, η Αίγυπτος, η Γαλλία, η Τυνησία και η Παλαιστίνη (MED WS&D WG, 2007).

Τα μέτρα μπορούν να διακριθούν σε αυτά που σκοπό έχουν:

- ✓ να περιορίσουν τη ζήτηση,
- ✓ να αυξήσουν την διαθεσιμότητα νερού,
- ✓ να ανακουφίσουν τις επιπτώσεις της λειψυδρίας.

Τα μέτρα μπορεί να είναι:

- τεχνολογικά, εφόσον πρόκειται για τεχνικά έργα ή τεχνολογίες,
- οικονομικά, εφόσον αντιμετωπίζουν το νερό ως οικονομικό αγαθό,
- κοινωνικά, εφόσον αναφέρονται σε δράσεις που συνδέονται με τη συμμετοχή και ευαισθητοποίηση της κοινωνίας.

Οι αναζητούμενες στρατηγικές θα πρέπει να επιδιώκουν:

- την προστασία της γεωργικής παραγωγής,
- την αποφυγή έλλειψης τροφής,
- την διατήρηση των υδατικών αποθεμάτων,
- την αναστολή της υπερεκμετάλλευσης του διαθέσιμου νερού,
- τη διατήρηση της ποιότητας του περιβάλλοντος και της ζωής,
- τη στήριξη μίας εύρωστης οικονομίας.

Τα βασικότερα μέτρα περιορισμού της ζήτησης νερού είναι:

- η εισαγωγή νέων τεχνολογιών και αλλαγή της νοοτροπίας στη γεωργία,
- η μείωση των διαρροών στα δίκτυα διανομής,
- η εισαγωγή τεχνολογιών εξοικονόμησης οικιακού νερού,
- η μέτρηση των καταναλισκόμενων ποσοτήτων,
- η εισαγωγή νέων τεχνολογιών και η αλλαγή διαδικασιών στη βιομηχανία,
- η θεσμοθέτηση πρακτικών διαχείρισης με οικονομικές προσεγγίσεις,
- και η κοινωνική συμμετοχή.

Τα κυριότερα μέτρα αύξησης της διαθεσιμότητας νερού είναι:

- η κατασκευή νέων ταμιευτήρων ή η αύξηση της αποθηκευτικότητας των ήδη υπαρχόντων,
- η κατασκευή μικρών λιμνοδεξαμενών,
- ο εμπλουτισμός των κυριότερων υδροφορέων,
- η ανάπτυξη οικονομικότερης και φιλικότερης προς το περιβάλλον τεχνολογίας αφαλάτωση θαλασσινού ή υφάλμυρου νερού,
- η συλλογή ομβρίων υδάτων σε οικίες,
- η ανάπτυξη τεχνολογίας επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων και κατάλληλο δίκτυο διανομής,
- η φυσική αποθήκευση στις λεκάνες απορροής (υγρότοποι, πλημμυρικά πεδία),
- η κατασκευή δικτύων μεταφοράς νερού από γειτονικές λεκάνες (ως έσχατη λύση),
- και ο καθορισμός της οικολογικής παροχής.

Τα βασικότερα μέτρα προστασίας από τη ξηρασία στη γεωργία είναι:

- η επιλογή κατάλληλων καλλιεργειών προσαρμοσμένων στο συγκεκριμένο κλίμα, καθώς και ανθεκτικών στη ξηρασία καλλιεργειών και ποικιλιών,
- να επιχειρείται πλήρης εκμετάλλευση του νερού κατακρήμνισης,
- αντικατάσταση της εντατικής άρδευσης και χρήση του διαθέσιμου νερού στα κρίσιμα στάδια ανάπτυξης, σε περιόδους ξηρασίας και λειψυδρίας,
- η χρήση σύγχρονων συστημάτων εξοικονόμησης αρδευτικού νερού,
- εφαρμογή της πρακτικής της επιφανειακής υδροσυλλογής,

- ελαχιστοποίηση του ανταγωνισμού στις καλλιέργειες με τη καταπολέμηση των ζιζανίων,
- αναστολή της υπερβολικής χρήσης λιπασμάτων, που αυξάνουν τη ζήτηση σε αρδευτικό νερό,
- προστασία των καλλιεργειών με ανεμοθραύστες (μείωση της εξατμοδιαπνοής),
- τεχνική κάλυψη των φυτών με ανακλαστικά υλικά (μείωση διαπνοής),
- εφαρμογή της μεθόδου της 0 – γεωργίας («ελάχιστης καλλιεργητικής φροντίδας»), σε ανθεκτικές σε ζιζάνια και ασθένειες καλλιέργειες.

(Τερζίδης, 1992 ; Γλέζος, 1992 ; Χριστοδούλου και συνεργάτες, 1998 ; Paralexis et. al., 2012)

Βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα μέτρα αντιμετώπισης της ξηρασίας και λειψυδρίας

Τα κυριότερα βραχυπρόθεσμα μέτρα αντιμετώπισης της ξηρασίας και της λειψυδρίας είναι:

- η συντήρηση αρδευτικών και στραγγιστικών δικτύων για τον περιορισμό των απωλειών νερού,
- η επανεξέταση των διασυνδέσεων προσφοράς και ζήτησης νερού,
- η χρησιμοποίηση οικονομικών σε νερό μεθόδων άρδευσης,
- η κατασκευή εγγειοβελτιωτικών έργων αποθήκευσης νερού,
- η εκπαίδευση στην εξοικονόμηση νερού κάθε χρήσης,
- η έγκαιρη αποζημίωση των αγροτικών παραγωγών,
- η μείωση ή/και καθυστέρηση καταβολής φόρων των πληγέντων,
- η δυνατότητα προμήθεια αντλητικού εξοπλισμού για επείγουσα χρήση,
- ο καθαρισμός και ανόρυξη γεωτρήσεων με αντικατάσταση,
- η στελέχωση των υπηρεσιών που σχετίζονται με τη διαχείριση των υδάτων με ειδικούς επιστήμονες και κατάλληλο λογισμικό,
- και η αλλαγή νομοθετικού πλαισίου των Οργανισμών διαχείρισης του νερού.

Τα κυριότερα μακροπρόθεσμα μέτρα αντιμετώπισης της ξηρασίας και της λειψυδρίας είναι:

- η εκπόνηση σχεδίων διαχείρισης της ξηρασίας και της λειψυδρίας,
- η υλοποίηση συστημάτων προειδοποίησης,
- η ανάπτυξη και εφαρμογή νέων τεχνολογιών άρδευσης,
- η αντιμετώπιση της διάβρωσης των εδαφών και της υπαλμύρωσης των υπογείων νερών
- η διατήρηση της χλωρίδας και της πανίδας,
- η μελέτη υδατικού δυναμικού ανά υδατικό διαμέρισμα,
- η εκτίμηση των αποθεμάτων των υπόγειων νερών,
- η κατασκευή μεγάλων εγγειοβελτιωτικών έργων πολλαπλής χρήσης,
- η διερεύνηση δυνατότητας μεταφοράς νερού από πλούσιες σε νερό λεκάνες απορροής και οι νέες διακρατικές συμφωνίες αξιοποίησης και διαχείρισης των διακρατικών υδάτων,
- η εφαρμογή προγραμμάτων τροποποίησης καιρού,
- οι εναλλακτικοί τρόποι παραγωγής εισοδήματος σε περιπτώσεις ακραίων ξηρασιών,
- η αναδιάρθρωση με ανταγωνιστικές σε εξαγωγές καλλιέργειες ποιοτικού χαρακτήρα με φιλικές προς το περιβάλλον τεχνικές,
- η διαφοροποίηση των καλλιεργειών με σκοπό την κατανομή του κινδύνου,
- και η χάραξη στρατηγικής διαχείρισης που θα βασίζεται σε ορθολογικές αρχές διοίκησης, κόστους, κέρδους και ποιότητας.

(Τερζίδης, 1992 ; Γλέζος, 1992 ; Μαμάσης και Κουτσογιάννης, 2007 ; Pereira, 2002 ; Hamdy and Trisorio-Liussi, 2008)

Σε κάθε περίπτωση οι αναζητούμενοι τρόποι διαχείρισης θα πρέπει να χαρακτηρίζονται από ορθολογικότητα (δηλαδή να είναι επιστημονικά θεμελιωμένοι), αποδοτικότητα (δηλαδή να αξιοποιούν τους υδατικούς πόρους στο μέγιστο δυνατό βαθμό), και βιωσιμότητα (δηλαδή να μη δημιουργούν πρόβλημα εξάντλησης των υδατικών πόρων στο μέλλον για την κάλυψη των αναγκών του σήμερα).

Ειδικότερα, η έννοια της αξιοπιστίας αναφέρεται πρωτίστως στη μείωση της αβεβαιότητας που προκαλεί η μεταβλητότητα της φυσικής προσφοράς

υδατικών πόρων (ξηρασίες) αλλά περιλαμβάνει και άλλες πηγές αβεβαιότητας, όπως τα δυσμενή έκτακτα περιστατικά (βλάβες) στα έργα του συστήματος.

9.4 Γενικό πλαίσιο δράσεων για την αντιμετώπιση της ξηρασίας στη περιοχή μελέτης

Το προτεινόμενο επιχειρησιακό πλαίσιο διαχείρισης των ξηρασιών στην περιοχή μελέτης περιλαμβάνει δύο διαδικασίες:

- (α) την έγκαιρη αναγνώριση της επερχόμενης ξηρασίας, καθώς και την ποσοτικοποίηση της επικινδυνότητάς της,
- (β) την έγκαιρη λήψη μέτρων, για την αντιμετώπιση των δυνητικών επιπτώσεων.

Η πρώτη διαδικασία γίνεται σε δύο χρονικές φάσεις. Αρχικά, αμέσως μετά την παρέλευση του πρώτου τριμήνου του υδρολογικού έτους (Οκτώβριος-Δεκέμβριος), και με βάση τα υδρολογικά δεδομένα του τριμήνου (αθροιστική απορροή και διακύμανση της στάθμης, στην κατάλληλη χωρική κλίμακα) γίνεται μια πρώτη, σχετικά αδρομερής αναγνώριση της κατάστασης του υδρολογικού έτους, δηλαδή αν αναμένεται να έχουμε υψηλή ή χαμηλή υδροφορία. Εφόσον διαφαίνεται ότι το έτος θα είναι ξηρό, λαμβάνεται ένα πρώτο πλαίσιο μέτρων, που κυρίως αποσκοπούν στην προετοιμασία του κρατικού μηχανισμού και των συναφών φορέων για το ενδεχόμενο επιβολής θεσμικών μέτρων και λοιπών διαχειριστικών περιορισμών στη χρήση του νερού, εφόσον επιβεβαιωθεί το καθεστώς ξηρασίας.

Η επιβεβαίωση γίνεται στο εξάμηνο, οπότε η πρόγνωση των ετήσιων υδρολογικών μεγεθών με βάση τα μεγέθη του εξαμήνου (αθροιστική απορροή και διακύμανση της στάθμης Οκτωβρίου-Μαρτίου) είναι πολύ πιο αξιόπιστη σε σχέση με τις προγνώσεις που βασίζονται στα αντίστοιχα μεγέθη του τριμήνου. Αμέσως μετά την παρέλευση του εξαμήνου, είναι δυνατή όχι μόνο η αναγνώριση του ενδεχομένου ξηρασίας, αλλά και η αρκετά ακριβής εκτίμηση των ετήσιων δεικτών SRI (δείκτης υδρολογικής ξηρασίας) και SDI (δείκτης ξηρασίας με βάση τα υπόγεια αποθέματα).

Μεταξύ των δύο δεικτών, ο SRI είναι πιο αντιπροσωπευτικός, καθώς συνδέεται με την παραγωγή των υδατικών πόρων, δηλαδή τη διαθεσιμότητα του νερού, ενώ ο SDI περιγράφει το καθεστώς διατήρησης των υπόγειων αποθεμάτων. Για κάθε εύρος διακύμανσης των δεικτών, έχει αναπτυχθεί μια λίστα διαχειριστικών μέτρων, τα οποία λαμβάνονται από τους αρμόδιους

φορείς προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι δυνητικές επιπτώσεις της ξηρασίας. Προφανώς, όσο πιο έντονη αναμένεται να είναι η ξηρασία, τόσο πιο αυστηρά είναι τα μέτρα που θα πρέπει να ληφθούν, κατά περίπτωση (Μαμάσης και Ευστρατιάδης, 2012).

9.5 Μέτρα πρόληψης της υδρολογικής ξηρασίας στη περιοχή μελέτης

Οι υδάτινοι πόροι στην Θεσσαλία υπόκεινται σε εκμετάλλευση, η οποία χαρακτηρίζεται από ανεπαρκή διαχείριση, για κάλυψη κυρίως περιστασιακών αναγκών, με περιορισμένη εφαρμογή σχεδιασμών και με έλλειψη συντονισμού και συνεργασίας των φορέων που ασχολούνται με τον γενικό ή τον τοπικό σχεδιασμό των απαιτούμενων έργων.

Απώτερος σκοπός μιας ολοκληρωμένης διαχείρισης υδατικών πόρων είναι, να επιτευχθεί η βιώσιμη, συντονισμένη διαχείριση στα όρια μιας λεκάνης απορροής, με στόχο τον έλεγχο και την προστασία του νερού, και την ελαχιστοποίηση των δυσμενών επιπτώσεων καθώς και την επίτευξη των συγκεκριμένων και συμφωνημένων διαχειριστικών και κοινωνικών σκοπών.

9.5.1 Τιμολόγηση του νερού

Βασική προτεραιότητα για την βέλτιστη λειτουργία και συντήρηση των υπαρχόντων έργων συγκράτησης και διανομής του αρδευτικού νερού είναι η ορθή τιμολόγησή του.

Αναφορικά με τους Τοπικούς Οργανισμούς Εγγείων Βελτιώσεων (Τ.Ο.Ε.Β.), υπάρχει σημαντικό πρόβλημα με την εισπρακτική πολιτική, καθώς μετά την ιδιωτικοποίηση της Αγροτικής Τράπεζας (Α.Τ.Ε.) στις αρχές της δεκαετίας του 2000, αντιμετωπίζεται το πρόβλημα της διαχείρισης των υδάτων με περιστασιακά και πελατειακά μέτρα, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη τα υφιστάμενα ιδιωτικοοικονομικά κριτήρια. Η ανυπαρξία σύγχρονου νομοθετικού πλαισίου, όσον αφορά τους Οργανισμούς Εγγείων Βελτιώσεων, οδήγησε σε απαξίωση των έργων και σε βασικές πλέον ελλείψεις λειτουργίας.

Η εγκαθίδρυση μηχανισμών αγοράς/εμπορίας δικαιωμάτων στον τομέα των υδάτων, με καθορισμένο ανώτατο όριο για το περιβάλλον, μπορεί να προσφέρει τη δυνατότητα πληρωμής για οικοσυστημικές υπηρεσίες και, κατ' επέκταση, επίτευξης διατηρήσιμου ισοζυγίου στις περιοχές με υδατικό έλλειμμα.

Τα σημαντικότερα επομένως μέτρα που θα πρέπει να ληφθούν για την ελαχιστοποίηση των κινδύνων ξηρασίας και λειψυδρίας είναι:

- ✓ τιμολόγηση του αρδευτικού νερού ατομικά με βάση τις τιμές παροχής νερού ή κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος και όχι των στρεμμάτων ή των καλλιεργειών που εφαρμόζεται σήμερα,
- ✓ εγκατάσταση σε κάθε γεώτρηση πίνακα μέτρησης της παροχής ρεύματος με ατομικά κλειδιά - η συγκεκριμένη τακτική εφαρμόστηκε από τον Γενικό Οργανισμό Εγγείων Βελτιώσεων Στραγγιστικών Έργων Θεσσαλίας ήδη από το 2008 με εκμηδενισμό των αρδεύσεων από παραγωγούς που δεν είχαν τακτοποιήσει τις οφειλές τους προς τον Οργανισμό και μείωση του κόστους σε ποσοστό περίπου 50%,
- ✓ προσαρμογή των τιμολογίων κατανάλωσης κατά το θέρος και σε περιόδους εκτεταμένης ξηρασίας,
- ✓ απαγόρευση της παράνομης υδροληψίας από τους στραγγιστικούς ταμιευτήρες,
- ✓ κατασκευή έργων διανομής του αρδευτικού νερού με κλειστούς υπό πίεση αγωγούς με αυτοχρηματοδότηση,
- ✓ επιβολή προστίμων σε όσους υπερκαταναλώνουν αρδευτικό νερό, ρυπαίνουν τους υπόγειους υδροφορείς και καταστρέφουν την αγροτική οδοποιία,
- ✓ ανανέωση του νομοθετικού πλαισίου στον τομέα της εισπρακτικής πολιτικής περί δημοσίων εσόδων,
- ✓ αναδιάρθρωση των Οργανισμών Εγγείων Βελτιώσεων και αλλαγή των καταστατικών ειδικότερα της ιδιότητας των μελών που συμπεριλαμβάνονται ως μέλη των Διοικητικών Συμβουλίων με επιστημονικής κατάρτισης υπαλλήλους,
- ✓ ισονομία και ισοπολιτεία στη διαχείριση των αποθεματικών με σκοπό την αντικατάσταση και συντήρηση των υπαρχόντων δικτύων άρδευσης,
- ✓ εφαρμογή προγραμμάτων άρδευσης σύμφωνα με τις πραγματικές ανάγκες των καλλιεργειών με σκοπό την εξοικονόμηση του αρδευτικού νερού,
- ✓ και εσωτερίκευση του περιβαλλοντικού κόστους και του κόστους πόρων στις αποφάσεις των χρηστών νερού.

9.5.2 Αναδιοργάνωση Υπηρεσιών και Οργανισμών Διαχείρισης Υδατικών Πόρων

Βασικός άξονας ελαχιστοποίησης των αρνητικών επιπτώσεων της υδρολογικής ξηρασίας και λειψυδρίας αποτελεί η αναδιάρθρωση των Υπηρεσιών και Οργανισμών διαχείρισης των υδατικών πόρων.

Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, οι νόμιμες γεωτρήσεις προϋποθέτουν έκδοση άδειας λειτουργίας, η οποία υπογράφεται από τον Γενικό Γραμματέα της Περιφέρειας και διέπονται από συγκεκριμένες τεχνικές προδιαγραφές.

Η άρνηση έκδοσης άδειας γεώτρησης καθώς και η ολοένα αυξανόμενη ζήτηση νερού άρδευσης, ιδιαίτερα στις περιοχές όπου υπάρχει μεγάλη αύξηση των αρδευόμενων εκτάσεων και μάλιστα με ιδιαίτερα υδροβόρες θερινές ετήσιες καλλιέργειες, οδήγησαν τους γεωργούς στην διάνοιξη πολλών παράνομων γεωτρήσεων.

Οι γεωτρήσεις αυτές οδηγούν συνήθως σε υπεράντληση νερού, πολλαπλάσια της ποσότητας συγκράτησης νερού, που έχει ο υπόγειος υδροφόρας, όσο και από τον ρυθμό ανανέωσης του νερού που αυτός έχει σε ετήσια βάση. Αποτέλεσμα του γεγονότος αυτού είναι η υπεράντληση των υδροφόρων και η εμφάνιση φαινομένων υφαλμύρωσης των παράκτιων περιοχών και τελικά της εν γένει ερημοποίησης.

Οι δράσεις επομένως που θα πρέπει να επιταχυνθούν στο τομέα αυτό είναι:

- ✓ ουσιαστική εφαρμογή του οργανογράμματος των υπηρεσιών που ασχολούνται με τη διαχείριση των υδατικών πόρων σε Εθνικό επίπεδο (συμβούλιο Υπουργών – Υπηρεσία Υδατικών Πόρων),
- ✓ πλήρη εφαρμογή του νομοθετικού πλαισίου που διέπει την οργάνωση και λειτουργία των Δ/νσεων Υδάτων της Περιφέρειας και των Δ/νσεων Εγγείων Βελτιώσεων,
- ✓ αποκατάσταση ή διατήρηση του υδατικού ισοζυγίου στη λεκάνη απορροής, με ταυτόχρονη συνεκτίμηση των αναγκών των υδάτινων οικοσυστημάτων σε νερό,
- ✓ αναδιοργάνωση του προσωπικού με πρόσληψη ειδικών επιστημόνων σχετικών με τη διαχείριση των υδατικών πόρων και χρηματοδότηση προγραμμάτων έρευνας και τεχνολογίας,

- ✓ αξιολόγηση και μελέτη έργων πολλαπλής ωφελιμότητας, συντονισμός με άλλα χωροταξικά και κοινωνικοοικονομικά σχέδια, πριν από την έγκρισή τους, και προσδιορισμός των χρηματοοικονομικών πόρων για την εφαρμογή των σχεδίων, για την επίτευξη των στόχων με το ελάχιστο δυνατό κόστος,
- ✓ ενίσχυση του προσωπικού συγκέντρωσης δεδομένων παροχής ποταμών, πηγών και διακύμανσης της στάθμης των γεωτρήσεων,
- ✓ χρηματοδότηση για την εγκατάσταση σύγχρονων συστημάτων μέτρησης παροχής των ποταμών (μικροϋπολογιστές) σε πολλαπλά σημεία ανά την Περιφέρεια και εγκατάσταση κατάλληλου λογισμικού επεξεργασίας και αξιολόγησης των δεδομένων,
- ✓ πρόσθετες επενδύσεις των υπηρεσιών υδάτων στον έλεγχο των διαρροών, συμβάλλοντας τόσο στην πλήρη ανάκτηση του κόστους, όσο και στη μακροπρόθεσμη αειφορία και αποδοτικότητα της παροχής υπηρεσιών υδάτων,
- ✓ αύξηση των ελέγχων για τη τήρηση των κανονιστικών διατάξεων σχετικά με τη διαχείριση των υδατικών πόρων και τη λειτουργία των Οργανισμών,
- ✓ στοχοθεσία η οποία θα καθορίζεται σε τοπικό επίπεδο από ενδιαφερόμενους φορείς, που γνωρίζουν άριστα τους διάφορους τομείς χρήσης νερού και τις συνιστώσες του υδρολογικού κύκλου, και οι οποίοι μπορούν να εξασφαλίζουν την συνοχή των στόχων και την εφαρμογή μέτρων αποδοτικής χρήσης με το ελάχιστο δυνατό κοινωνικοοικονομικό κόστος,
- ✓ συνεργασία με τους Οργανισμούς Εγγείων Βελτιώσεων της Περιφέρειας και με τις ανάλογες Δ/σεις όμορων Περιφερειών,
- ✓ άμεση θεσμοθέτηση του πλαισίου λειτουργίας των φορέων διαχείρισης όπου υφίσταται έλλειψη (αντλιοστάσιο Κάρλας, Γυρτώνης κ.α.),
- ✓ ενημέρωση του κοινού για την ανάγκη και τους τρόπους εξοικονόμησης νερού και υποστήριξη με την κατασκευή συλλογικών έργων στις περιοχές που βρίσκονται σε άμεσο κίνδυνο και άμεση αποζημίωση των πληγέντων.

9.5.3 Κατασκευή μεγάλων και μικρών εγχειοβελτιωτικών έργων

Η γεωργική ανάπτυξη είναι ο κύριος άξονας προόδου σε πολλές περιοχές της χώρας μας και δεν είναι δυνατή χωρίς σύγχρονα και αποδοτικά εγχειοβελτιωτικά – αρδευτικά έργα και χωρίς ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων.

Η «Έκκληση της Χαϊδελβέργης» αποτελεί μια ήπια επίκληση της λογικής και μια αναγνώριση της επιστημονικής προόδου ως λύσης και όχι ως αιτίας των προβλημάτων περιβάλλοντος και υγείας που αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα, υποστηρίζοντας ότι η ζημιά στο περιβάλλον που προκαλείται από την επιστήμη «μπορεί να θεραπευτεί με περισσότερη επιστήμη και όχι με λιγότερη επιστήμη».

Οι συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες σε νερό, γεγονός που αποτελεί σήμερα και το βασικό πρόβλημα, έχει ως αποτέλεσμα:

- την υπεράντληση των υπόγειων υδροφορέων, με αποτέλεσμα τη μεταβίβαση των αντλήσεων σε όλο και βαθύτερους ορίζοντες,
- την δημιουργία ταμιευτήρων ή και άλλων έργων ταμίευσης επιφανειακών υδάτων σε ανεπαρκείς από πλευράς υδατικών αποθεμάτων ή και σε ακατάλληλες θέσεις,
- την αναγκαιότητα μεταφοράς νερού σε όλο και μεγαλύτερες αποστάσεις, γεγονός που απαιτεί κατασκευή και συντήρηση εκτεταμένων και πλέον πολύπλοκων τεχνικών έργων,
- και τη χρήση νερού σε τομείς έξω και πέραν των προσδιορισθέντων από το έργο, χωρίς κανένα σχεδιασμό, με αποτέλεσμα τη συχνή χρήση νερού ύδρευσης για ανάγκες τόσο άρδευσης, όσο και βιομηχανικές ή βιοτεχνικές.

Οι αναγκαίες επομένως δράσεις που πρέπει να πραγματοποιηθούν άμεσα είναι:

- λειτουργία έστω και επικουρικά του έργου της εκτροπής του άνω ρου του Αχελώου, μετά από εκτίμηση σε ετήσια βάση, με τη χρήση των δεικτών ξηρασίας SRI και SDI, του καθεστώτος υδροφορίας, καθώς και του υδροηλεκτρικού έργου της Μεσοχώρας που μπορεί να αποφέρει έως και 23 εκ. € ετησίως στην Εθνική Οικονομία,
- επαναλειτουργία του Ταμιευτήρα της Κάρλας με τη διοχέτευση των απορροών του Πηνειού κατά τους χειμερινούς μήνες και την

επαναπλήρωση των κενών που έχουν δημιουργηθεί στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα από την πολυετή άντληση (κίνδυνος υποχώρησης του εδάφους),

- κατασκευή μικρών χωμάτινων φραγμάτων εντός της κοίτης του Τιταρήσιου, καθώς και έργων εκτροπής, που θα μπορούσαν να παίξουν σημαντικό ρόλο στην αύξηση των υδατικών αποθεμάτων της συγκεκριμένης υποπεριοχής,
- η συντήρηση (καθαρισμός – εκβάθυνση) των ήδη υπαρχόντων έργων αποστράγγισης, τα οποία πλημμυρίζουν ειδικότερα τους χειμερινούς μήνες, λόγω της μετάλλαξης που έχουν υποστεί στη χρήση τους, αλλά και εξαιτίας των παράνομων χωμάτινων φραγμάτων, που έχουν κατά καιρούς κατασκευαστεί εντός της κοίτης των, με σκοπό τη συγκράτηση των χειμερινών υδάτων και την αξιοποίησή τους κατά τους θερινούς μήνες,
- χρηματοδότηση για τη συντήρηση των μεγάλων αποστραγγιστικών αντλιοστασίων, τόσο σε τεχνολογικό υπόβαθρο όσο και σε κτηριακή δομή, στις περιοχές Κεραμίδι, Βλοχός και Πέτρινο,
- έλεγχος και αντικατάσταση των δικτύων βαρύτητας με δίκτυα υπό πίεση (το ποσό που απαιτείται για την ολοκλήρωση των βασικών έργων διόδευσης των υδάτων πριν την ολοκλήρωση της εκτροπής του Αχελώου αγγίζει τα 6 δις €),
- κατασκευή μικρών τεχνητών λιμνοδεξαμενών κατά μήκος της κοίτης του Πηνειού και των υπολοίπων παραποτάμων σε δημοτικές εκτάσεις που δεν χρησιμοποιούνται ή με απαλλοτρίωση αυτών,
- κατασκευή δικτύου για τη διανομή στην άρδευση των ανακυκλώσιμων υγρών αστικών αποβλήτων,
- εφαρμογή συστημάτων τεχνητού εμπλουτισμού ειδικότερα σε περιοχές με έντονο το πρόβλημα της λειψυδρίας κατά τους θερινούς μήνες (Ανατολικές, Βορειοανατολικές και Κεντρικές περιοχές του Ν. Λάρισας),
- χορήγηση χαμηλότοκων δανείων στους αγρότες για την απόκτηση σύγχρονων συστημάτων άρδευσης (υπόγεια και επιφανειακή άρδευση με σταγόνες),
- οριοθέτηση και προστασία φυσικών οικοσυστημάτων που κινδυνεύουν άμεσα,

- και εφαρμογή μεθόδων εδαφοβελτίωσης για να σταματήσει η σημαντική υποβάθμιση των εδαφών, λόγω οξίνισης, αλκαλίωσης αλλά και νατρίωσης των καλλιεργούμενων εκτάσεων στη περιοχή μελέτης.

9.5.4 Χρήση σύγχρονων συστημάτων άρδευσης

Όσον αφορά το κομμάτι των σύγχρονων συστημάτων άρδευσης, ειδική αναφορά θα πρέπει να γίνει για την ουσιαστική συμβολή της υπόγειας στάγδην άρδευσης στην εξοικονόμηση του αρδευτικού νερού, ως την πλέον σύγχρονη μέθοδο άρδευσης, όπως καταγράφεται στην διεθνή βιβλιογραφία.

Η υπόγεια στάγδην άρδευση αποτέλεσε μέρος της σύγχρονης γεωργικής πρακτικής από τις αρχές της δεκαετίας του 1960. Πειράματα με τη χρήση της επιφανειακής και της υπόγειας στάγδην άρδευσης σε καλλιέργειες πορτοκαλιών και πατάτας έλαβαν χώρα από το 1959 από τον Sterling Davis, μηχανικό των αρδεύσεων του United States Salinity Laboratory (Davis, 1974; Hall, 1985). Την ίδια περίπου χρονική περίοδο στο Ισραήλ ο Blass, το 1964, πειραματιζόταν με την υπόγεια στάγδην άρδευση.

Η πρώτη μελέτη έρευνας και επίδειξης πραγματοποιήθηκε σε έναν οπωρώνα με αβοκάντο στο Σαν Ντιέγκο της Καλιφόρνια το 1969. Την ίδια σχεδόν περίοδο ξεκίνησαν και οι δοκιμές με τη χρήση της υπόγειας στάγδην άρδευσης σε καλλιέργειες φράουλας και τομάτας υπό πλαστική (υψηλή) προστασία στο Σαν Ντιέγκο των Η.Π.Α. (Davis and Bucks, 1983).

Η βελτίωση της μεθόδου οφείλεται κυρίως σε Ισραηλινές εταιρίες οι οποίες επένδυσαν σημαντικό χρόνο και χρήμα στην εξέλιξη της. Έτσι, οι Shani et al. (1996) απέδειξαν ότι η παροχή του σταλακτήρα εξαρτάται από την τιμή της υδραυλικής αγωγιμότητας.

Ήδη από το 1959 χρησιμοποιείται κατά κόρον σε μεγάλες εκτάσεις της Καλιφόρνιας, της Χαβάης και του Τέξας των Η.Π.Α. εξαιτίας του σημαντικού ελλείμματος σε αρδευτικό νερό των περιοχών αυτών (Phene et al., 1992).

Την επίδραση της υπόγειας στάγδην άρδευσης σε ζαχαρότευτλα μελετούν οι Amaducci et al. (1989) στη Βόρεια και Νότια Ιταλία. Παρατηρούν αύξηση της συνολικής παραγωγής ζάχαρης και του ζαχαρικού τίτλου.

Σε πειράματα που πραγματοποιήθηκαν στο Τέξας των Η.Π.Α. αυξήθηκε η συνολική παραγωγή τομάτας κατά 22% και ταυτόχρονα μειώθηκαν οι συνολικές εφαρμογές σε νερό κατά 75% με τη χρήση υπόγειας στάγδην

άρδευσης σε σχέση με την παραδοσιακή άρδευση με αυλάκια (Bogle et al., 1989).

Οι Sterrett et al., το 1990, παρατήρησαν αύξηση της παραγωγής σε καλλιέργεια σπαραγγιών στην Βιρτζίνια των Η.Π.Α. διαμέσου της αύξησης των φυτών που μεταφυτεύτηκαν με τη χρήση της υπόγειας στάγδην άρδευσης σε σχέση με τη μέθοδο άρδευσης με επιφανειακούς εκτοξευτήρες.

Στο Ισραήλ οι Oron et al. (1990) αρδεύουν υπογείως με σταγόνα καλλιέργειες λαχανικών και φρούτων με τη χρήση απόβλητου ύδατος επεξεργασμένο δευτεροβάθμια με ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Οι παραγωγές τομάτας αυξήθηκαν κατά 30%, με την υπόγεια στάγδην άρδευση, συγκρίνοντας την με την επιφανειακή στάγδην, σε αμμώδες έδαφος στη Φλόριντα των Η.Π.Α., μειώνοντας στο μέγιστο δυνατό την βαθιά διήθηση καθώς η τομάτα θεωρείται, και όχι αδίκως, επιπολαιόριζο φυτό (Clark et al., 1993).

Οι Zoldoske et al. (1998) στα συμπεράσματα τους αναφέρουν σημαντική αύξηση σε παραγωγή σταφυλιών ανά συστάδα σε καλλιέργεια αμπέλου η οποία αρδεύτηκε με υπόγεια στάγδην άρδευση, σε αντίθεση με την επιφανειακή στάγδην, και μάλιστα με μειωμένες δόσεις άρδευσης σε ποσοστό 20% επί της συνολικής ημερήσιας τιμής της εξατμοδιαπνοής. Επιτεύχθηκε επίσης με την υπόγεια άρδευση μεγαλύτερη ισορροπία στο χρόνο ωρίμανσης της καλλιέργειας.

Σε πείραμα των Lamm et al. (1999), οι μεγαλύτερες αποδόσεις σε παραγωγή καλαμποκιού είχαν τα πειραματικά τεμάχια που αρδεύτηκαν υπογείως με σταγόνα και μάλιστα με δόσεις άρδευσης μειωμένες σε ποσοστό 25% επί του συνόλου της εξατμοδιαπνοής.

Η παραγωγή πατάτας αυξήθηκε κατά 27% με τη χρήση της υπόγειας στάγδην άρδευσης σε σχέση με την άρδευση επιφανειακά με εκτοξευτές και ταυτόχρονα μειώθηκαν κατά 29% οι απαιτήσεις σε αρδευτικό νερό, χρησιμοποιώντας έναν υπόγειο αγωγό άρδευσης ανά σειρά φύτευσης (DeTar et al., 1996).

Αντίστοιχα σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Clark και Stanley, το 1992, αποφασίστηκε ότι η ελάχιστη δόση άρδευσης που απαιτείται ώστε οι καλλιέργειες να βρίσκονται σε περιβάλλον ικανοποιητικής υγρασίας πρέπει να είναι μεγαλύτερη των $4,6 \text{ mm d}^{-1}$. Εφαρμογές της τάξης των $6,4$ έως και $7,7 \text{ mm d}^{-1}$ θεωρούνται ικανοποιητικές ακόμη και σε αμμώδη εδάφη, εξοικονομώντας ταυτόχρονα αρδευτικό νερό σε ποσοστά 30-40% σε σχέση με

τις παραδοσιακές μεθόδους άρδευσης, με απώτερο σκοπό την διατήρηση ικανοποιητικών τιμών εδαφικής υγρασίας.

Η μεγάλη συχνότητα των αρδεύσεων παράλληλα με μικρότερες εφαρμογές σε νερό, που επιτυγχάνεται με την υπόγεια στάγδην άρδευση, μειώνει σημαντικά τη βαθιά διήθηση και ταυτόχρονα αυξάνει την αποδοτικότητα της άρδευσης στις περισσότερες καλλιέργειες στην Καλιφόρνια των Η.Π.Α. (Ayars et al., 1999).

Για την άρδευση με δευτερογενώς επεξεργασμένα υγρά αστικά απόβλητα οι σταλακτήρες, που είναι προσκολλημένοι (ένα σώμα) με τους αγωγούς άρδευσης, αποδίδουν καλύτερα από τους αντίστοιχους με οδοντωτή διάταξη (Hills and Brenes, 2001).

Σε πείραμα που πραγματοποίησαν οι Phene et al. (1992) σε αργιλοπηλώδες έδαφος παρατήρησαν ότι η τοποθέτηση του υπόγειου δικτύου άρδευσης στα 45 cm βάθος από την επιφάνεια του εδάφους, είχε ως αποτέλεσμα τη διατήρηση της εδαφικής υγρασίας κοντά στο κομμάτι του ενεργού ριζοστρώματος σε απολύτως ικανοποιητικές τιμές (πλησίον της υδατοϊκανότητας). Μάλιστα το εδαφικό νερό σε καμία περίπτωση δεν χανόταν με διήθηση στα βαθύτερα στρώματα της εδαφοτομής, καθώς η κλίση του υδραυλικού φορτίου στο συγκεκριμένο κομμάτι είχε ανοδική κατεύθυνση.

Μικρότερες, σε ποσότητα ύδατος, και συχνότερες εφαρμογές αρδευτικού νερού συνιστώνται σε αμμώδη εδάφη με επιπολαιόριζες καλλιέργειες για την αποφυγή απωλειών νερού με τη μορφή βαθιάς διήθησης (Camp, 1998).

Μικρότερες συγκεντρώσεις αλάτων παρατηρήθηκαν στη ζώνη του ενεργού ριζοστρώματος καλλιεργειών τομάτας και αγγουριού, με τη χρήση της υπόγειας στάγδην σε αντίθεση με την επιφανειακή στάγδην άρδευση, σε ασβεστούχο έδαφος στην Αίγυπτο (El-Gindy and El-Araby, 1996).

Ανάλογη έρευνα με τη χρήση αρδευτικού νερού με υψηλή αλατότητα ($4,4 \text{ dS m}^{-1}$), σε δέντρα αχλαδιάς, απέδωσε υψηλότερα κατά 32 – 42% με τη χρήση της υπόγειας στάγδην άρδευσης (Oron et al., 2002).

Η χρήση της υπόγειας στάγδην άρδευσης αυξάνει την αφομοίωση του φωσφόρου στα φυτά, του βασικού αυτού στοιχείου, καθώς επιταχύνει την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και βελτιώνει τις αποδόσεις σε παραγωγές, τομάτας (Phene et al., 1990 ; Ayars et al., 1999), καλαμποκιού (Bar-Yosef et al., 1989 ; Martinez-Hernandez, et al., 1991), βαμβακιού (Aloni et al., 2000), και κολοκυθίου (Rubeiz et al., 1989).

Οι Schwankl et al., το 2000, αναφέρουν ότι τα περισσότερα συστήματα επιφανειακής στάγδην άρδευσης έχουν χρόνο ζωής από 15 έως 20 χρόνια.

Μείωση της ανάπτυξης ζιζανίων, με τη χρήση της υπόγειας στάγδην άρδευσης, παρατηρήθηκε σε καλλιέργειες, αμυγδαλιάς (Edstrom and Schwankl, 1998a και b), βαμβακιού (Henggeller, 1995 ; Khalilian, et al., 2000), καλαμποκιού (Lamm and Trooien, 2005), και τομάτας (Grattan et al., 1990).

Πλεονεκτήματα της υπόγειας στάγδην άρδευσης σε σχέση με την διαχείριση του νερού και την συμπεριφορά του εδάφους

- Μεγαλύτερη αποδοτικότητα της άρδευσης – η επιφανειακή εξάτμιση και η βαθιά διήθηση εξαλείφονται ή τουλάχιστον μειώνονται. Αυξάνεται από την άλλη η δυνατότητα, από το έδαφος, της απορρόφησης και αποθήκευσης του νερού της βροχής, ειδικότερα σε ξηρά κλίματα, με την ταυτόχρονη μείωση της εμφάνισης επιφανειακής κρούστας. Παρατηρήθηκε σε πολλές μελέτες μείωση των απωλειών λόγω εξάτμισης (5 – 10% στην υπόγεια άρδευση, από 25% στην επιφανειακή στάγδην άρδευση και από 40 – 45% στις παραδοσιακές επιφανειακές μεθόδους) και της βαθιάς διήθησης ειδικότερα σε ελαφρύς σύστασης εδάφη (εντοπισμένη άρδευση).
- Μείωση της επιφανειακής απορροής και της συγκέντρωσης χημικών στην επιφάνεια του εδάφους με παράλληλη αύξηση της διάθεσης των λιπασμάτων στα φυτά. Είναι γενικά αποδεκτό ότι με την υπόγεια στάγδην άρδευση επιτυγχάνεται καλύτερη μεταφορά των υδατοδιαλυτών λιπασμάτων στη ζώνη του ενεργού ριζοστρώματος των φυτών και παράλληλα αυξάνεται η πρόσληψη των δυσκίνητων στοιχείων όπως ο φώσφορος και το κάλιο, με τις διαδικασίες της μαζικής ροής και της διάχυσης, και των απαραίτητων για τα φυτά ιχνοστοιχείων (Solomon, 1993). Η ελαχιστοποίηση της βαθιάς διήθησης και απορροής δίνει τη δυνατότητα μείωσης των εισροών σε χημικές ουσίες με τη χρήση της υπόγειας στάγδην άρδευσης (Phene et al., 1993 ; Ayars et al., 1999).
- Σημαντική ωφέλεια και από την χρήση υποβαθμισμένων υδάτων. Μικρότερες δόσεις αλλά μεγαλύτερης συχνότητας αρδεύσεις μειώνουν τις συγκεντρώσεις αλάτων στο εδαφικό διάλυμα, καθώς είναι δυνατή η χρήση αρδευτικού νερού με αυξημένη αλατότητα με παράλληλη μείωση

της συγκέντρωσης των αλάτων στην επιφάνεια του εδάφους έως και το βάθος του ενεργού ριζοστρώματος (Devitt and Miller, 1988).

- Η υπόγεια στάγδην άρδευση με απόβλητο ύδωρ μειώνει την άμεση επαφή των ανθρώπων και των ζώων με τους παθογόνους οργανισμούς. Μέχρι και σήμερα θεωρείται η πλέον αποδεκτή επιστημονικά, κοινωνικόπολιτικόοικονομικά και ψυχολογικά μέθοδος διάθεσης των υγρών αστικών αποβλήτων για γεωργική χρήση παράλληλα με τη σημαντική μείωση των οσμών χωρίς την ανάγκη τριτογενούς επεξεργασίας.
- Ομοιομορφία στην άρδευση, στην διαχείριση του νερού, των λιπασμάτων και των αλάτων. Ειδικά σε περιπτώσεις εκτεταμένης φύτευσης οι καλλιέργειες αποδίδουν καλύτερα καθώς η άρδευση είναι πλήρως εντοπισμένη.
- Μείωση της εδαφολογικής διάβρωσης ειδικότερα σε επικλινή εδάφη.

Πλεονεκτήματα της υπόγειας στάγδην άρδευσης σε σχέση με τις καλλιεργητικές τεχνικές

- Μεγιστοποίηση αναπτυξιακής διαδικασίας των καλλιεργειών, αύξηση της παραγωγικότητας και της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων (βλ. παραπάνω – πειράματα σε καλλιέργειες).
- Βελτίωση της υγείας των καλλιεργειών – τα προβλήματα με τις παθογένειες, που αναπτύσσονται κατά την άρδευση, μειώνονται διατηρώντας σε χαμηλές τιμές εδαφικής υγρασίας την επιφάνεια του εδάφους και τη ζώνη ανάπτυξης των ζιζανίων. Εξάλειψη της ανάπτυξης ζιζανίων (διατηρείται στεγνή η εδαφική επιφάνεια), των ασθενειών και του σαπίσματος της ρίζας σε συνδυασμό με τον καλύτερο αερισμό, την αποφυγή σχηματισμού επιφανειακής ' ' κρούστας' ' και την επιτυχέστερη διήθηση του νερού της βροχής.
- Επιτυχέστερη χορήγηση λιπασμάτων χρονικά και χωρικά (βλ. παραπάνω – χορήγηση λιπασμάτων).
- Ευκολία χρήσης της υπόγεια στάγδην άρδευσης σε αγροκτήματα εναλλαγής καλλιεργειών (εαρινές – χειμερινές καλλιέργειες). Η διατήρηση των αγωγών εφαρμογής της υπόγεια στάγδην άρδευσης από τη σπορά έως και την ολοκλήρωση όλων των εργασιών στο χωράφι, αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα οικονομικά πλεονεκτήματα της καλλιέργειας.

- Δυνατότητα εργασιών σε ολόκληρη την αρδευόμενη επιφάνεια ακόμη και όταν αυτή αρδεύεται.

Πλεονεκτήματα της υπόγειας στάγδην άρδευσης σε σχέση με τη λειτουργία του συστήματος

- Ο αυτοματισμός της άρδευσης βελτιώνει την ομοιομορφία της άρδευσης και της χορήγησης των λιπασμάτων στο έδαφος. Ο πλήρης αυτοματισμός της άρδευσης βάση των ημερήσιων αναγκών σε εξατμοδιαπνοή της καλλιέργειας (Sakellariou, et al., 2007) και η μείωση των αναγκών σε ενέργεια για τη λειτουργία του συστήματος, αποτελούν από τα βασικότερα πλεονεκτήματα της υπόγειας στάγδην άρδευσης.
- Μείωση του κόστους λειτουργίας, πρώτον εξαιτίας των χαμηλότερων πιέσεων λειτουργίας και δεύτερον διότι κάθε εξοικονόμηση σε αρδευτικό νερό λογίζεται βεβαίως ως μείωση του κόστους.
- Μείωση των βλαβών στα παρελκόμενα (δίκτυο άρδευσης) του συστήματος εξαιτίας της μη άμεσης επαφής με αυτά. Σημαντική είναι η μείωση της φθοράς των υλικών άρδευσης εξαιτίας των καιρικών συνθηκών (κρύο – ζέστη – ήλιος) και των συνηθισμένων καλλιεργητικών τεχνικών.
- Ευκολία στην κατασκευή ενός ολοκληρωμένου δικτύου άρδευσης σε ολόκληρη την έκταση του αγρού, κυρίως εξαιτίας της ευλυγισίας (πλαστικότητας) των αγωγών εφαρμογής του δικτύου.
- Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής του συστήματος και δυνατότητα αύξησης του κέρδους ακόμη και σε απαιτητικές καλλιέργειες. Η αύξηση του οικονομικού οφέλους μακροπρόθεσμα από τη χρήση της μεθόδου (σε συνάρτηση με την 15ετη έως και 20ετη διάρκεια ζωής του συστήματος) και το μειωμένο σχετικά κόστος συντήρησης (πλεονέκτημα το οποίο έχει να κάνει βέβαια με τον σωστή σχεδίαση και τοποθέτηση του δικτύου).
- Ελαχιστοποίηση των ζημιών από την υπέργεια πανίδα. Αντίθετα ζημιές από την πανίδα του εδάφους απαιτεί μεγαλύτερη εργασία για την επισκευή λόγω της αδυναμίας επιθεώρησης.
- Ελαχιστοποίηση των απωλειών από τη κατεύθυνση και τις ταχύτητες του ανέμου.

9.5.5 Συστήματα έγκαιρης και έγκυρης προειδοποίησης

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα της μελέτης απαιτείται άμεσα:

- η εγκατάσταση μηχανισμού έγκαιρης και έγκυρης προειδοποίησης για την εμφάνιση επεισοδίων ξηρασίας και λειψυδρίας,
- εγκατάσταση, επεξεργασία, αξιολόγηση και επέκταση των χρονοσειρών δεδομένων παροχής, απορροής και διακύμανσης της στάθμης και των στοιχείων των καλλιεργούμενων εκτάσεων, στη περιοχή μελέτης, με σκοπό να υπολογιστεί η πιθανότητα αστοχίας των διαχειριστικών μέτρων,
- μεγαλύτερη διαφάνεια στα αποτελέσματα και στα δεδομένα, τα οποία θα πρέπει να δείχνουν τις χρονικές εκτάσεις και τις πηγές για τις επιρροές σε ξηρασία περιοχές, καθώς και τις σχετικές με την ξηρασία αβεβαιότητα και μεταβλητότητα,
- και καθορισμός δεικτών επικινδυνότητας της ξηρασίας, σύμφωνα με τα όσα επιτάσσει η Ε.Ε., και συναξιολόγηση.

9.5.6 Καλλιεργητικές τεχνικές και αναδιάρθρωση καλλιεργειών

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η περιοχή μελέτης του Ν. Λάρισας πάσχει από σημαντικά επιφανειακά τεχνικά έργα αξιοποίησης των υδατικών πόρων (έργα σύλληψης, αποθήκευσης, μεταφοράς και διανομής νερού) και επομένως, ακόμα και σε συνθήκες απεριόριστης προσφοράς νερού, δεν μπορεί να ικανοποιηθεί η ζήτηση.

Διαδικασίες, που περιορίζουν το ριζόστρωμα, που μπορεί να προσφέρει το έδαφος στα φυτά (καταστροφή δομής, συμπίεση κ.α.), που μειώνουν το διαθέσιμο νερό στα φυτά και επιδρούν δυσμενώς στο χημικό περιβάλλον του ριζοστρώματος (αλάτωση - αλκαλίωση, χημική ρύπανση και οξίνιση), έχουν ως αποτέλεσμα την μείωση της παραγωγικής διαδικασίας των καλλιεργειών.

Απαιτείται επομένως, η καθιέρωση και χρηματοδότηση νέων καλλιεργειών λιγότερο απαιτητικών στην κατανάλωση αρδευτικού νερού.

Επιπροσθέτως οι παρακάτω λανθασμένες ενέργειες οδηγούν σε περαιτέρω όξυνση του προβλήματος:

- εγκατάλειψη της γης,
- αύξηση της εντατικής άρδευσης στις αγροτικές περιοχές,
- υπερβόσκηση,

- αποψίλωση δασών,
- ακατάλληλες γεωργικές πρακτικές σε ξηρά και οριακά σε απόδοση εδάφη,
- αλλαγές στην οικονομική δραστηριότητα περιοχών που έχουν επηρεασθεί από την ξηρασία και τη λειψυδρία,
- υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος (συμπεριλαμβάνεται η εδαφική διάβρωση, η αλκαλίωση, και η πυρκαγιά),
- και αλλαγές στην διαθέσιμη ποσότητα των υδατικών πόρων

Στις ξηρικές καλλιέργειες, η πιο σημαντική εργασία είναι η άροση κατά τέτοιο τρόπο ώστε να συγκρατείται το μέγιστο δυνατό ποσοστό βροχοπτώσεως (οι περίοδοι των βροχοπτώσεων είναι το φθινόπωρο, Σεπτέμβριος- Οκτώβριος και η άνοιξη, Μάρτιος-Μάιος). Ωστόσο, ο τρόπος που γίνεται είναι αντίθετα στην διατήρηση έστω και ορισμένης βλάστησης. Οι αγρότες υιοθετούν την συγκεκριμένη τεχνική ώστε να σπαταλήσουν λιγότερο χρόνο και χρήμα για εργατικά (δεν χρειάζεται να μεριμνήσουν ώστε να αφήσουν κάποιες ακαλλιέργητες λωρίδες) και επειδή πιστεύουν ότι η φυσική βλάστηση δρα ανταγωνιστικά προς τα καλλιεργούμενα φυτά για το νερό (<300 mm βροχοπτώσεως ετησίως). Η κατασκευή αναβαθμίδων θεωρείται πολύ δαπανηρή και μόνο οι παλιοί αναβαθμοί διατηρούνται. Επίσης, δεν γίνονται αρκετές εργασίες συντήρησης.

Μερικά από τα σημαντικότερα λάθη στα οποία υποπίπτουν οι παραγωγοί είναι:

- η αλλαγή χρήσης γης σε αρδευόμενες καλλιέργειες - σε μερικές περιπτώσεις, η λύση που υιοθετούν οι αγρότες συνίσταται στην αλλαγή από ξηρικές σε αρδευόμενες καλλιέργειες, ακόμα κι αν οι εδαφικές συνθήκες δεν είναι επαρκείς για αυτήν την εντατικοποίηση,
- καλλιέργεια σε μεγάλες κλίσεις - η καλλιέργεια σε μεγάλες κλίσεις καθιστά τις διεργασίες διάβρωσης γρηγορότερες, ειδικότερα όταν η κατεύθυνση οργώματος δεν είναι παράλληλη αλλά κάθετη στις ισοϋψείς, λόγω των τεχνικών συγκομιδής,
- άρδευση με υφάλμυρο νερό - σε μερικές περιπτώσεις, οι πρακτικές που εφαρμόζονται στις ξηρικές καλλιέργειες εντατικοποιούνται από τους αγρότες που αρδεύουν, καθώς η άρδευση με νερό υψηλής αλατότητας επιταχύνει τις διαδικασίες υποβάθμισης του εδάφους,
- υπερβολικές διαδικασίες οργώματος – ορισμένοι παραγωγοί θεωρούν ότι είναι απαραίτητο να γίνουν όσο το δυνατόν περισσότερες διαδικασίες

κατεργασίας του εδάφους, με συνέπεια το έδαφος να χάσει την φυτοκάλυψη του και να διευκολυνθούν οι απώλειες εδάφους,

- εντατική βόσκηση - η ανεξέλεγκτη βόσκηση κάνει το έδαφος να χάσει την προστασία που του παρέχει η βλάστηση. Αυτή η μείωση της βλάστησης οδηγεί σε διαδικασία υποβάθμισης του μη προστατευμένου εδάφους,
- καλλιέργεια των δασών (θάμνοι και δέντρα) - τα δασικά εδάφη στις μεσογειακές περιοχές έχουν μια πολύ ευαίσθητη ισορροπία, η οποία μπορεί να διαταραχτεί εύκολα,
- αφαίρεση της φυτοκάλυψης - οι παραγωγοί θεωρούν ότι η χαμηλή βλάστηση ανταγωνίζεται τα καλλιεργούμενα φυτά για το νερό της βροχής και έτσι την αφαιρούν κατά την κατεργασία του εδάφους,
- πυρκαγιά - ορισμένοι αγρότες, καίνε τις καλαμιές στο τέλος της περιόδου ανάπτυξης προκειμένου να προετοιμαστεί το έδαφος για την επόμενη καλλιεργητική περίοδο, έχοντας ως αποτέλεσμα, εκτός από τον κίνδυνο των ανεξέλεγκτων πυρκαγιών, την μείωση της βιομάζα που θα μπορούσε να ενσωματωθεί στο έδαφος και το έδαφος παραμένει απροστάτευτο στη διάβρωση κατά τη διάρκεια έντονων βροχοπτώσεων.

Οι βασικότερες δράσεις στον τομέα αυτό που θα πρέπει άμεσα να υιοθετηθούν είναι:

- ✓ ο περιορισμός του χρόνου άρδευσης και ο συνεχής έλεγχος κατά την άντληση από γεωτρήσεις, ώστε να μην υπάρξει μεγάλος υποβιβασμός στον υπόγειο υδροφόρο, γεγονός που θα προκαλέσει, πέραν των άλλων και καταστροφή της ίδιας της γεώτρησης,
- ✓ καλλιέργεια πρώιμων ή/και όψιμων ποικιλιών οι οποίες θα μπορέσουν να ανταποκριθούν καλύτερα στον ανταγωνισμό και να έχουν καλύτερες τιμές,
- ✓ εγκατάσταση ανθεκτικών στην ξηρασία καλλιεργειών και ποικιλιών με παράλληλη τη υιοθέτηση της βιολογικής γεωργίας για αύξηση της οικονομικής ωφέλειας,
- ✓ μείωση των χημικών λιπασμάτων, ειδικά των αζωτούχων, στα επιτρεπτά όρια, μετά από σχετική εδαφολογική μελέτη, που αυξάνουν την ανάγκη των φυτών και δέντρων για περαιτέρω ποσά αρδευτικού νερού και καθιέρωση της οργανικής λίπανσης,

- ✓ διαχείριση των ζιζανίων με νέα προϊόντα και τεχνικές όπως η κάλυψη του εδάφους με πλαστικά, ή η ελάχιστη δυνατή άροση μειώνοντας την πρακτική εφαρμογή ζιζανιοκτόνων,
- ✓ εφαρμογή σύγχρονων συστημάτων στάγδην άρδευσης (βλ. και παραπάνω – υπόγεια στάγδην άρδευση),
- ✓ εφαρμογή αναδάσμου σε περιοχές με κατακερματισμένο κλήρο,
- ✓ καλλιέργεια κατά μήκος των ισοϋψών γραμμών και να αποφεύγεται η καλλιέργεια σε επικλινείς περιοχές,
- ✓ προώθηση της αναδάσωσης και να δίνεται μεγαλύτερη προσοχή στην διατήρηση της φυτοκάλυψης και την χρήση χλωράς λίπανσης,
- ✓ χορήγηση κατάλληλου νερού άρδευσης ώστε να αποφεύγεται η μόλυνση των υπόγειων υδάτων και η υποβάθμιση των εδαφών,
- ✓ και μείωση της υπερβόσκησης με τον χαρακτηρισμό εγκαταλελειμμένων περιοχών που μπορούν να μετατραπούν σε βοσκοτόπια.

Κλείνοντας πρέπει να τονιστεί ότι, παρ' όλο που το φαινόμενο της ξηρασίας έχει μελετηθεί αρκετά, δεν έχει κατανοηθεί πλήρως, αλλά φαίνεται ότι έχει σχέση με τη φυσική και μαθηματική αρχή της μέγιστης εντροπίας (Koutsoyiannis, 2005). Αν, λοιπόν, στη θέση των μεθόδων της κλασικής στατιστικής, χρησιμοποιήσουμε κατάλληλα τροποποιημένες μεθόδους που παίρνουν υπόψη αυτό το φαινόμενο (Koutsoyiannis, 2003) τότε η απάντηση που παίρνουμε στο πιο πάνω ερώτημα, σχετικά με την πιθανότητα επανάληψης της ξηρασίας, είναι πολύ διαφορετική. Έτσι, η έμμονη αυτή ξηρασία δεν είναι πια εξαιρετικά απίθανη και άρα σε ανάλογης σημασίας υδροσυστήματα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη για την κατάρτιση μακροχρόνιας διαχειριστικής πολιτικής.

Η υπόθεση της κλιματικής αλλαγής και η μεγαλύτερη αβεβαιότητα που αυτή συνεπάγεται μπορεί να καταστήσει ακόμη πιο πιθανό το ενδεχόμενο έμμονης ξηρασίας. Η όλη στάση μας απέναντι σε αυτό μπορεί να συνοψιστεί στα εξής: (α) συμφιλίωση με την αβεβαιότητα και προσαρμοστικότητα στις φυσικές συνθήκες·(β) προγραμματισμός και κατασκευή κατάλληλων έργων για περιοχές ελλειμματικές και τρωτές στην ξηρασία·και (γ) ανάπτυξη και εφαρμογή ορθολογικών διαχειριστικών προγραμμάτων που θα ελαχιστοποιούν τη διακινδύνευση και τις επιπτώσεις της ξηρασίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνόγλωσση βιβλιογραφία

- 1.** Γκίκα, Σ., και Ρίζου, Χ., 1992. Μελέτη της ξηρασίας κατά την υγρή περίοδο στον Ελληνικό χώρο. Πρακτικά 1ου Πανελληνίου Συνεδρίου Μετεωρολογίας, Κλιματ. και Φυσ. Ατμ. σελ 79-86.
- 2.** Γλέζος, Μ., 1992. Η λειψυδρία και οι τρόποι αντιμετώπισής της. Πρακτικά συμποσίου «Λειψυδρία και Πλημμύρες», ΓΕΩΤ.Ε.Ε., 17-18 Μαρτίου 1992, Θεσσαλονίκη, σελ. 377-291.
- 3.** Δαλέζιος, Ν.Ρ. (2004). Φυσικοί Περιβαλλοντικοί Κίνδυνοι. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.
- 4.** Διεύθυνση Υδάτων Περιφέρειας Θεσσαλίας, 2013. Προσωπική επαφή.
- 5.** Ε.Ε., Ευρω-Μεσογειακό Περιφερειακό Πρόγραμμα για Τοπική Διαχείριση Υδάτων (MEDAWater), 2006. Μεσογειακή Ετοιμότητα και Σχεδιασμός Περιορισμού της Ξηρασίας (MEDROPLAN). Οδηγίες Διαχείρισης της Ξηρασίας.
- 6.** Ελληνική Επιτροπή για την Καταπολέμηση της Ερημοποίησης, 2001. Ελληνικό Εθνικό Σχέδιο Δράσης κατά της Ερημοποίησης. Αθήνα, 2001.
- 7.** Ελληνική Ζωολογική Εταιρεία, 1992. Το κόκκινο βιβλίο των απειλούμενων σπονδυλόζων της Ελλάδας, Καρανδεινός, Μ. (υπεύθυνος προγρ.), Αθήνα, 1992.
- 8.** ΕΣΥΕ, 2001. Βασική Έρευνα Διάρθρωσης Γεωργικών και Κτηνοτροφικών Εκμεταλλεύσεων (Απογραφή Γεωργίας – Κτηνοτροφίας έτους 1999-2000).
- 9.** ΕΣΥΕ, 2001. Απογραφές Πληθυσμού 1981-2001.

- 10.** ΕΣΥΕ, 2001. Εκμεταλλεύσεις και εκτάσεις αυτών κατά είδος καλλιέργειας, 1999-2000.
- 11.** ΕΣΥΕ, 2001. Κατανομή εκτάσεων της Ελλάδας κατά βασικές κατηγορίες χρήσεων, 1991 και 1999-2000.
- 12.** ΕΣΥΕ, 2006. Η Ελλάδα σε αριθμούς.
- 13.** Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2000. Οδηγία Πλαίσιο για τα Ύδατα (ΟΠΥ) 2000/60/ΕΚ. Θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων. ΕΕ L 327 (22.12.2000).
- 14.** Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2007. Ανακοίνωση της Επιτροπής στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο. Η αντιμετώπιση του προβλήματος της λειψυδρίας και της ξηρασίας στην Ευρωπαϊκή Ένωση. COM (2007) 414 τελικό.
- 15.** Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2012. Ανακοίνωση της Επιτροπής στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, το Συμβούλιο, την Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και την Επιτροπή των Περιφερειών. Έκθεση σχετικά με την επανεξέταση της ευρωπαϊκής πολιτικής για την αντιμετώπιση της λειψυδρίας και της ξηρασίας. COM(2012) 672 τελικό.
- 16.** Καραμπουρνιώτης Κ., 2012. Επισκόπηση δεικτών ξηρασίας: Εφαρμογή του δείκτη Palmer στον Ελληνικό χώρο. Δ.Π.Μ.Σ. «Επιστήμη και τεχνολογία υδατικών πόρων», Ε.Μ.Π. Αθήνα.
- 17.** Μαμάσης, Ν., 1997. Ανάλυση βροχοπτώσεων κατά τύπο καιρού. Διδακτορική διατριβή, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 1997.
- 18.** Μαμάσης Ν. και Κουτσογιάννης Δ., 2002. Υδρομετεωρολογία και Κατακρημνίσεις, Μαθήματα Υδρομετεωρολογίας, Τομέας Υδατικών Πόρων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα 2002.

- 19.** Μαμάσης Ν. και Κουτσογιάννης Δ., 2007. Ξηρασία: φυσικές, κοινωνικές και τεχνολογικές πτυχές – το παράδειγμα της Αθήνας. Εθνικό και Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- 20.** Μαμάσης Ν. και Κουτσογιάννης Δ. 2010. Υδρομετεωρολογία Κλιματολογία και κλιματική αλλαγή Τομέας Υδατικών Πόρων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο Αθήνα.
- 21.** Μαμάσης Ν., 2011. Ξηρασία. Διαφάνειες του μαθήματος - Υδατικό περιβάλλον και ανάπτυξη. Εργαστήριο Υδρολογίας και Αξιοποίησης Υδατικών Πόρων - Αθήνα 2011.
- 22.** Μαμάσης, Ν., και Α. Ευστρατιάδης, 2012. Μελέτη ξηρασίας και λειψυδρίας Πελοποννήσου, Κατάρτιση Σχεδίων Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών των Υδατικών Διαμερισμάτων Δυτικής Πελοποννήσου, Βόρειας Πελοποννήσου & Ανατολικής Πελοποννήσου σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ κατ' εφαρμογή του Ν.3199/2003 και του ΠΔ 51/2007, Εργοδότης: Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, Ανάδοχος: Υδροεξυγιαντική, 145 σελίδες, Ιούνιος 2012.
- 23.** Μαχαίρας Π., 1992. Αίτια και μετεωρολογικά χαρακτηριστικά της ξηρασίας στον ελληνικό χώρο. Πρακτικά Συμποσίου «Λειψυδρία και Πλημμύρες». Γεωτεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Θεσσαλονίκη 17-18 Μαρτίου 1992. 159-169.
- 24.** Μαχαίρας, Π., και Κολύβα-Μαχαίρα Φ., 1993. Ξηρασία και τα δυναμικά της αίτια στον Ελληνικό χώρο. 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο Γεωργικό Συνέδριο.
- 25.** Μιγκίρος, Γ., 2008. Ολοκληρωμένος προσδιορισμός ισοζυγίου και φυσικών - κοινωνικών συνθηκών που επιδρούν σε αυτό για τις υδρολογικές λεκάνες "Κάρλας" και "Λάρισας" του Νομού Λάρισας. Ανάδοχος Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

- 26.** Μιγκίρος, Γ., 2009. Μελέτη εντοπισμού και αξιολόγησης πηγών και εστιών ρύπανσης του Πηνειού και επιχειρησιακό σχέδιο διαμόρφωσης συστήματος στον Πηνειό και τους παραποτάμους του και αποδέκτες (παράκτιες ζώνες και λίμνες) και λήψης μέτρων παρακολούθησης, ελέγχων των εκροών. Ανάδοχος Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- 27.** Μιμίκου Μ.Α., και Φωτόπουλος Φ.Σ. 2004. Σημειώσεις στο Μεταπτυχιακό Μάθημα υδατικό περιβάλλον και ανάπτυξη, Εθνικό και Μετσόβιο Πολυτεχνείο ΔΠΜΣ περιβάλλον και ανάπτυξη, Αθήνα.
- 28.** Ναλμπάντης, Ι., Ν. Μαμάσης, Δ. Κουτσογιάννης, Ε. Μπαλτάς, Μ. Αφτιάς, Μ. Μιμίκου, και Θ. Ξανθόπουλος, 1994. Υδρολογικά χαρακτηριστικά της λειψυδρίας, Πρακτικά της ημερίδας: Το υδροδοτικό πρόβλημα της Αθήνας, Αθήνα, 13-28, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- 29.** Ομάδα εργασίας ΙΙ για την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης - IPCC WGII – τέταρτη έκθεση αξιολόγησης / Fourth Assessment Report, 6 Απριλίου 2007.
- 30.** Τερζίδης, Γ., 1992. Λειψυδρία – Αίτια, δυνατότητες πρόβλεψης και τρόποι αντιμετώπισής της στην αστική και αγροτική ανάπτυξη της χώρας μας. Πρακτικά συμποσίου «Λειψυδρία και Πλημμύρες», ΓΕΩΤ.Ε.Ε., 17-18 Μαρτίου 1992, Θεσσαλονίκη, σελ. 25-42.
- 31.** ΥΠΑΝ, ΕΜΠ, ΙΓΜΕ, και ΚΕΠΕ, 2003. Σχέδιο προγράμματος διαχείρισης των υδατικών πόρων της χώρας, Συμπλήρωση της ταξινόμησης ποσοτικών και ποιοτικών παραμέτρων των υδατικών πόρων στα υδατικά διαμερίσματα της χώρας, Ανάδοχος: Τομέας Υδατικών Πόρων-ΕΜΠ, 549 σελίδες, Υπουργείο Ανάπτυξης, Αθήνα.
- 32.** Χριστοδούλου Μ.Μ., 1991. Συμβολή στο φαινόμενο της ξηρασίας που παρατηρήθηκε στην Αθήνα και τη Θεσσαλονίκη και πιθανά αίτια. Διπλωματική Εργασία, Ενδεικτικό Μετεωρολογίας, Ε.Κ.Π.Α., Αθήνα.

- 33.** Χριστοδούλου, Μ.Μ., Χατζή, Α.Ε., Φόρης Β.Δ., και Βέτσος Ε.Ι., 1998. Ο φυσικός κίνδυνος της ξηρασίας. Οργανισμός Ελληνικών Γεωργικών Ασφαλίσεων – Κέντρο Τροποποίησης Καιρού. Θεσσαλονίκη 1998.

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- 1.** Ahrens, C. D., 1993. Essentials of Meteorology, An Invitation to the Atmosphere, West Publishing, Minneapolis.
- 2.** Alley, W. M., 1984. The Palmer Drought Severity Index: limitations and assumptions. Journal of Climate and Applied Meteorology, 23:1100-1109.
- 3.** Aloni, N. I., A. Eizencot, Y. Steinberg, U. Levy, Y. Yotal, and Z. Golan. 2000. Fertigation management and salinity monitoring of cotton cultivated in deep subsurface drip irrigation system. In: Proc. Irrig. Assoc. Australia, May 23-25, 2000, Melbourne, Australia. pp. 153-157.
- 4.** Amaducci, M. T., Gucci, G., Caro De, A., Gherbin, P., Mambelli, S., Venturi, G., 1989. Sugar beet yield response to irrigation in different environmental conditions. Irrigazione E drainaggio Vol. 36.
- 5.** Ayars, J. E., C. J. Phene, R. B. Hutmacher, K. R. Davis, R. A. Schoneman, S. S. Vail, and R. M. Mead, 1999. Subsurface drip irrigation of row crops: A review of 15 years of research at the Water Management Research Laboratory. Agric. Water Manage. 42:1-27.
- 6.** Bar-Yosef, B., B. Sagiv, and T. Markovitch. 1989. Sweet corn response to surface and subsurface trickle phosphorus fertigation. Agron. J. 81:443-447.
- 7.** Bogle, C. R., T. K. Hartz, and C. Nunez. 1989. Comparison of subsurface trickle and furrow irrigation on plastic-mulched and bare soil for tomato production. J. Am. Soc. Hort. Sci. 114(1):40-43.

- 8.** Boinde, R.M., 1997. The consequences of desertification on agricultural production in Chad. Preprints of the workshop on Drought and Desertification, 26-30 May 1997, Bet-Dagan, Israel.
- 9.** Brooks, C.E.P. and Carruthers N., 1953. Handbook of Statistical Methods in Meteorology. Her Majesty's Stationery Office, London, 412pp.
- 10.** Brunini, O., 1997. A general approach and methodologies on assessing and monitoring drought and desertification in Brazil. Preprints of the workshop on Drought and Desertification, 26-30 May 1997, Bet-Dagan, Israel.
- 11.** Bryant EA, 1991: Natural Hazards. Cambridge University Press, 85-107.
- 12.** Bryson R and Murray T, 1979: Climates and Hunger. Australian National University Press, Canberra, 171p.
- 13.** Camp, C. R. 1998. Subsurface drip irrigation: A review. Trans. ASAE 41(5):1353-1367.
- 14.** Christopherson, W.R., 2000. Geosystems, Prentice Hall, New Jersey.
- 15.** Clark, G. A., C. D. Stanley, and D. N. Maynard. 1993. Surface vs. Subsurface drip irrigation of tomatoes on a sandy soil. In: Proc. Florida State Hort. Soc. 106:210-212.
- 16.** Clark, G. A. and C. D. Stanley. 1992. Subirrigation by microirrigation. Appl. Engr. Agric. 8(5):647-652.
- 17.** Comby, J., 1993. Deficit pluviométrique en France au cours de l'hiver 1992-1993. Dans «La sécheresse en Méditerranée et dans les pays environnants», Vol. 6, pp. 57-68.

- 18.** Currie RG, 1981. Evidence of 18.6 year MN signal in temperature and drought conditions in N. America since 1800A.D. *Journal Geophysical Research*, 86, 11055-11064.
- 19.** Currie RG, 1984. Periodic (18.6 year) and cyclic (11 year) induced drought and flood in western North America. *Journal Geophysical Research*, 89, 7215-7250.
- 20.** Davis, S. 1974. History of drip irrigation. *Agribusiness News* 10(7):1.
- 21.** Davis, S. and D. A. Bucks. 1983. Drip irrigation. In *Irrigation (formerly Sprinkler Irrigation)*, Fifth Edition, C. H. Pair, W.W.Hinz, R. E. Sneed, K. R. Frost, and T. J. Schiltz, (Eds.), Irrigation Assoc., Silver Spring, Maryland, pp. 528-546.
- 22.** Demessie, A., 1997. Some aspects of drought and desertification and early warning activities in Ethiopia. Preprints of the workshop on Drought and Desertification, 26-30 May 1997, Bet-Dagan, Israel.
- 23.** DeTar, W. R., G. T. Browne, C. J. Phene, and B. L. Sanden. 1996. Real-time irrigation scheduling of potatoes with sprinkler and subsurface drip systems. In: *Proc. Int'l Conf. on Evapotranspiration and Irrigation Scheduling*, Nov. 3-6, 1996, San Antonio, Texas. ASAE. pp. 812-824.
- 24.** *Developments in Agricultural Engineering 13, Microirrigation for Crop Production Design, Operation, and Management*, ELSEVIER 2007.
- 25.** Devitt, D. and Miller, W., 1988. Subsurface Drip Irrigation of Bermudagrass with Saline Water. *Applied Agricultural Res.* Vol. 3, No 3, pp. 133-143.
- 26.** Doorenbos, J. and W.O.Pruitt, 1977. Crop water requirements. FAO, *Irrig. and Drain*, paper 24 (revised), 156 p.

- 27.** Edstrom, J. and L. Schwankl. 1998a. Micro-irrigation system comparison for almonds. In: Proc. 19th Int'l Irrig. Assoc. Tech. Conf., Nov. 1-3, 1998, San Diego, California. Irrig. Assoc. pp. 63-66.
- 28.** Edstrom, J. and L. Schwankl. 1998b. Weed suppression in almond orchards using subsurface drip irrigation. Abstr. 51st Mtg. of Western Society of Weed Science, Mar. 9, 1998, Kona, Hawaii. pp. 35-36.
- 29.** El-Gindy, A. M. and A. M. El-Araby. 1996. Vegetable crop response to surface and subsurface drip under calcareous soil. In: Proc. Int'l Conf. on Evapotranspiration and Irrigation Scheduling, Nov. 3-6, 1996, San Antonio, Texas. ASAE, St. Joseph, Michigan. pp. 1021-1028.
- 30.** Emberger, L. 1930. Sur une formule climatique applicable en geogrfic botanique. About a formula application to plant geography. Comptes Rendus Hebdomadaires des Seances. Academie des Sciences, Paris 191: 389-391.
- 31.** FAO, 1998. Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Papers 56. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- 32.** Farat, R. and Mager, P., 1997. Droughts in regions of intensive agricultural production in Poland during 1982-1992. Preprints of the workshop on Drought and Desertification, 26-30 May 1997, Bet-Dagan, Israel.
- 33.** Friedman, D. G., 1957. The prediction of long-continuing drought in south and southwest Texas. Occasional Papers in Meteorology, No. 1, The Travelers Weather Research Center, Hartford, CT, 182 pp.
- 34.** Gelbrud, D. E. 1985. Managing salinity, lessons from the past. J. Soil and Water Cons. 40(4):329-331.

- 35.** Gibbs, W. J. and J. V. Maher, 1967. Rainfall deciles as drought indicators. Bureau of Meteorology Bulletin, No. 48, Commonwealth of Australia, Melbourne.
- 36.** Grabtree, G. W. and N. S. Lewis, 2007. Solar energy conversion, *Physics Today*, 60(3), 37-42, ([http:// link.aip.org/ link/PHTOAD /v60 /i3/p37 /s1/ pdf](http://link.aip.org/link/PHTOAD/v60/i3/p37/s1/pdf)).
- 37.** Grattan, S. R., L. J. Schwankl, and W. T. Lanini. 1990. Distribution of annual weeds in relation to irrigation method. In: Proc. Third Nat'l. Irrigation Symp., Oct. 28-Nov. 1, 1990, Phoenix, Arizona. ASAE. pp. 148-153.
- 38.** Gribbin J, 1978: *The Climatic Threat*. Fontana, Glasgow.
- 39.** Guttman B.N, 1998. Comparing the Palmer Drought Index and Standardized Precipitation Index. *Journal of the American Water Resources Association*, 34(1), 113-121.
- 40.** Guttman B.N, 1999. Accepting the Standardized Precipitation Index: A calculation Algorithm. *Journal of the American Water Resources Association*, 35(2), 311-322.
- 41.** Hall, B. J. 1985. History of drip/trickle irrigation. In: Proc. Third Int'l. Drip/Trickle Cong., Nov. 18-21, 1985, Fresno, California. ASAE, St. Joseph, Michigan. pp.1-7.
- 42.** Hamdy A., and G. Trisorio-Liussi, 2008. Drought planning and drought mitigation measures in the Mediterranean region, *Options Mediterraneennes*, A, 80.
- 43.** Hayes M, 2000. Revising the SPI: clarifying the process. *Drought Network News*, 12(1), 13-14.

- 44.** Henggeller, J.C. 1995. A history of drip irrigated cotton in Texas. In: Proc. Fifth Int'l. Microirrigation Cong., F. R. Lamm (Ed.), Apr. 2-6, 1995, Orlando Florida. ASAE, St. Joseph, Michigan. pp. 669-674.
- 45.** Hills, D. J. and M. J. Brenes. 2001. Microirrigation of wastewater effluent using drip tape. *Appl. Engr. Agric.* 17(3):303-308.
- 46.** Karl, T. R. and R. W. Knight, 1985. Atlas of Monthly Palmer Hydrological Drought Indices (1931-1983) for the Contiguous United States. Historical Climatology Series 3-7, National Climatic Data Center, Asheville, NC.
- 47.** Khalilian, A., M. J. Sullivan, and W. B. Smith. 2000. Lateral depth placement and deep tillage effects in a subsurface drip irrigation system for cotton. In: Proc. Fourth Nat'l. Irrigation Symp., Nov 14-16, 2000, Phoenix, Arizona. ASAE. pp. 641-646.
- 48.** Komuscu, A., 1997. Agricultural drought in Southeast Anatolia region. Preprints of the workshop on Drought and Desertification, 26-30 May 1997, Bet-Dagan, Israel.
- 49.** Komuscu UA, 1999. Using the SPI to Analyze Spatial and Temporal Patterns of Drought in Turkey. *Drought Network News.* 11, 7-13. Available online at <http://www.drought.unl.edu/pubs/dnn.html>.
- 50.** Koutsoyiannis, D., 2003. Climate change, the Hurst phenomenon, and hydrological statistics, *Hydrological Sciences Journal*, 48(1), 3-24.
- 51.** Koutsoyiannis, D., 2005. Uncertainty, entropy, scaling and hydrological stochastics, 2, Time dependence of hydrological processes and time scaling, *Hydrological Sciences Journal*, 50(3), 405-426.
- 52.** Lamb HH, 1982: *Climate, History, and Modern World*. Methuen, London.

- 53.** Lamm, F. R. and T. P. Trooien, 1999. SDI research in Kansas after ten years. In Proc. Irrigation Assoc. International Irrigation Show and Conf., pp. 1-8., Fairfax, Va.:Irrigation Assoc.
- 54.** Lamm, F. R. and T. P. Trooien. 2005. Dripline depth effects on corn production when crop establishment is nonlimiting. Appl. Engr. Agric. 21(5):835-840.
- 55.** Lana X, Serra C and Burgueno A, 2001. Patterns of Monthly rainfall shortage and excess in terms of the Standardized Precipitation Index for Catalonia (Spain). International Journal of Climatology, 21, 1669-1691.
- 56.** Leroux, M., 1993. Secheresse et dynamique de la circulation dans l'hémisphère nord. Dans «La secheresse en Mediterranee et dans les pays environnants», Vol. 6, pp. 69-82.
- 57.** Lloyd-Hughes B and Saunders AM, 2002. A drought Climatology for Europe. International Journal of Climatology, 22, 1571-1592.
- 58.** Martinez-Hernandez, J. J., B. Bar-Yosef, and U. Kafkafi. 1991. Effect of surface and subsurface drip fertigation on sweet corn rooting, uptake, dry matter production and yield. Irrig. Sci. 12:153-159.
- 59.** Marume, W., 1997. Drought management in Zimbabwe during the 1980's and 1990's drought period. Preprints of the workshop on Drought and Desertification, 26-30 May 1997, Bet-Dagan, Israel.
- 60.** McKee T.B., N. J. Doesken, and J. Kliest, 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales, Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology, American Meteorological Society, Boston, MA, 179-184.

- 61.** Mediterranean water scarcity & drought working group (MED WS&D WG), 2007. Technical report on water scarcity and drought management in the Mediterranean and the Water Framework Directive.
- 62.** Min S-K, Kwon W-T, Park EH and Choi Y, 2003. Spatial and temporal comparisons of Droughts over Korea with East Asia. *International Journal of Climatology*, 23, 223-233.
- 63.** Navarra, J.G., 1979. *Atmosphere, Weather and Climate – An introduction to Meteorology*. W.B. Saunders Co.
- 64.** Nicholls, N., 1988. El Nino – Southern Oscillation and Rainfall Variability. *Journal of Climate*, Vol. 1, No 4, pp 418-421.
- 65.** Oron, G., DeMalach, Y., Hoffman, Z. Karen, H. Hartman, HY., and Planzer, H., 1990. Waste water disposal by subsurface trickle irrigation. *Water Science Technology*, 23:2149-2158.
- 66.** Oron, G., Y. DeMalach, L. Gillerman, I. David, and S. Lurie. 2002. Effect of water salinity and irrigation technology on yield and quality of pears. *Biosystems Engr.* 81(2):237-247.
- 67.** Palmer, W. C., 1965. *Meteorological Drought*. Research Paper No. 45, U.S. Department of Commerce Weather Bureau, Washington, D.C.
- 68.** Panofsky HA and Brier WG, 1958. *Some Applications of Statistics to Meteorology*. Pennsylvania State University, University Park, 224p.
- 69.** Papalexis D., Tsiapali E., and Sakellariou – Makrantonaki M., 2012. Production of Sweet Sorghum with different drip irrigation systems. Elsevier – Biomass and Bioenergy (in press).
- 70.** Penman, H.L., 1948. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. *Roy. Soc. London Proc., A* 193:120-146.

- 71.** Pereira L. S., T. Oweis, and A. Zairi, 2002. Irrigation management under water scarcity. *Agricultural Water Management*, 57, 175-206.
- 72.** Pfeiffer, D. A., 2004 *Eating Fossil Fuels*, From the Wilderness Publications, (http://www.fromthewilderness.com/free/ww3/100303_eating_oil.html).
- 73.** Phene, C. J., R. B. Hutmacher, J. E. Ayars, and J. Ben-Asher. 1993. Subsurface drip irrigation, A BMP for controlling drainage outflow and reducing groundwater contamination. In: *Industrial and Agricultural Impacts on the Hydrologic Environment*, Proc. Second USA/CIS Conference on Environmental Hydrology and Hydrogeology, Y. Eckstein and A. Zaporazec (Eds.). Water Environment Federation, Alexandria, Virginia. pp. 51-69.
- 74.** Phene, C.J., Hutmacher, R.B., Ayars, J.E., Davis, K.R., Mead, R.M., and Schoneman, R.A., 1992. Maximizing water use efficiency with subsurface drip irrigation. International summer meeting of the American Society of Agricultural Engineers, Paper No. 922090. St. Joseph Michigan.
- 75.** Phene, C.J., R. B. Hutmacher, K. R. Davis, and R. L. McCormick. 1990. Water fertilizer management of processing tomatoes. *Acta Hort.* 277:137-143.
- 76.** Pita FM, 2000. Un nouvel indice de sécheresse pour les domaines Méditerranéens. Application au bassin du Guadalquivir (Sud-Ouest de l'Espagne). *Publications de l'Association Internationale de Climatologie*. 14, 1-9.
- 77.** Postel, S. 1999. *Pillar of Sand*. New York, New York, W.W. Norton. 313 pp.

- 78.** Ritchie. J.T., 1974. Evaluating irrigation needs for Southeastern U.S.A., Proc., Am. Soc. Civ. Engr./ Irrig. and Drain. Div., Spec. Conf. Biloxi, M.S.
- 79.** Rubeiz, I. G. and M. M. Freiwat. 1989. Rowcover and black plastic mulch effects on tomato production. Biol. Agric. and Hort. 12:113-118.
- 80.** Sakellariou - Makrantonaki, M., D. Papalexis, N. Nakos, I.K. Kalavrouziotis, 2007. Effect of modern irrigation methods on growth and energy production of sweet sorghum (var. Keller) on a dry year in Central Greece. Agricultural Water Management, vol. 90, no3, pp. 181-189.
- 81.** Schwankl, L. J., T. L. Prichard., B. R. Hanson, and I. Wellman. 2000. Costs of pressurized irrigation systems for tree crops. Univ. of California, Div. of Agric. and Natural Resources. Pub. 21585. 22 pp.
- 82.** Seiler AR, Hayes M and Bressan L, 2002. Using Standardized Precipitation Index for Flood Risk Monitoring. International Journal of Climatology, 22, 1365-1376.
- 83.** Shafer, B. A. and L. E. Dezman, 1982. Development of a Surface Water Supply Index (SWSI) to assess the severity of drought conditions in snowpack runoff areas. Proceedings of the Western Snow Conference, pp. 164-175.
- 84.** Shaha, S.K., 1997. Agricultural droughts in India. Preprints of the workshop on Drought and Desertification, 26-30 May 1997, Bet-Dagan, Israel.
- 85.** Shani, U., S. Xue, R. Gordin-Katz, and A. W. Warrick. 1996. Soil-limiting flow from subsurface emitters. I. Pressure measurements. ASCE J. Irrig. Drain. Engr. 122:291 - 295.

- 86.** Smith, D. I., M. F. Hutchinson, and R. J. McArthur, 1993. Australian climatic and agricultural drought: payments and policy. *Drought Network News*, 5(3): 11-12.
- 87.** Solomon, K., 1993. Subsurface drip irrigation: Product selection and performance. In: *subsurface Drip Irrigation Theory, Practices and Application*, Jorgansen, G. S. and K.N. Norum (Eds.). CATI Publication, No 921001.
- 88.** Sterrett, S. B., B. B. Ross, and C. P. Savage, Jr. 1990. Establishment and yield of asparagus as influenced by planting and irrigation method. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 115(1):29-33.
- 89.** Shukla, S. and Wood, A. W., 2008. Use of a standardized runoff index for characterizing hydrologic drought, *Geophys. Res. Lett.*, 35, L02405, doi:10.1029/2007GL032487.
- 90.** Szalai S and Szinell Cs, 2000. Comparison of Two Drought indices for Drought monitoring in Hungary – A case study. *Drought and Drought Mitigation in Europe*, J.V. Vogt and Somma F. (eds), 161-166.
- 91.** Thom HCS, 1958. A note on the gamma distribution. *Mon. Weatehr Rev.*, 86, 117-122.
- 92.** Thornthwaite WC and Mather JR, 1957: Instructions and tables for computing petential evapotranspiration and water balance. *Publication of Climatology*, John Hopkins University, Vol, 10.
- 93.** Thornthwaite WC, 1948: An approach toward a rational classification of climate. *Geogr. Rev.* 38, 55-94.
- 94.** Tsakiris G. and Pangalou D., 2009. *Drought Characterisation in the Mediterranean*. Springer Science and Business Media B.V.

- 95.** Turton, A.R. and L. Ohlsson, 1999. Water scarcity and social stability: towards a deeper understanding of the key concepts needed to manage water scarcity in developing countries, in Proceedings of the ninth Stockholm water conference, 24 pp, Stockholm, Sweden.
- 96.** Twomey, S., 1959. Quantitative aspects of seeding rates for use in supercooled clouds. Puy-de-Dome Observatoire, Bulletin 2 (2), pp. 33-42.
- 97.** Wallen CC, 1967: Aridity definition and their applicability. Geographiska Annaler, Stockholm, 49A, 367-384.
- 98.** Whipple WJ, 1966. Regional drought frequency analysis. Proceedings of the American Society of the Civil Engineers, 11-31.
- 99.** White, D. H. and B. O'Meagher, 1995. Coping with exceptional droughts in Australia. Drought Network News, 7(2):13-17.
- 100.** Wilhite AD and Glantz NH, 1985: Understanding the drought phenomenon: The role of definitions. Water International, 10, pp. 111-120.
- 101.** Wilhite, D. A., 1995. Developing a precipitation-based index to assess climatic conditions across Nebraska. Final report submitted to the Natural Resources Commission, Lincoln, Nebraska.
- 102.** Wilhite, D.A., 2005. Planning for drought: Moving from crisis response to Risk Management. Invited presentation at EWRA 2005, Sep 6-10, Menton, France.
- 103.** Willeke, G., J. R. M. Hosking, J. R. Wallis, and N. B. Guttman, 1994. The National Drought Atlas. Institute for Water Resources Report 94-NDS-4, U.S. Army Corps of Engineers.

- 104.**World Meteorological Organization, 1975. Drought and agriculture. WMO Note 138, Publ. WMO-392, Geneva, Switzerland, 127 pp.
- 105.**World Meteorological Organization, 1986. Report on Drought and countries affected by drought during 1975-1985. WCP-118, WMO, Geneva, Switzerland.
- 106.**Wu H, Hayes JM, Weiss A and Hu Q. 2001. An evaluation of the Standardized Precipitation Index, the China z-Index and the Statistical z-Score. International Journal of Climatology, 21, 745-758.
- 107.**Yamoah FC, Walters TD, Shapiro AC, Francis AC and Hayes JM. 2000. Standardized precipitation Index and nitrogen rate effects on crop yields and risk distribution in maize. Agriculture, Ecosystems and Environment, 80, 113-120.
- 108.**Yevjevich, V., 1967. An objective approach to definitions and investigations of continental hydrologic droughts. Hydrology Papers, Colorado State Univ., Fort Collins, Colorado, No 23, 18pp.
- 109.**Zoldoske, D. Striegler, R.K. Berg, G.T. Jorgenson, G. . Lake, C. BS. Graves, G. and Burnett. D.M. 1998. Evaluation of Trellis System and Subsurface Drip Irrigation for Wine Grape Production. Viticulture and Enology Resh. Center. CATI Publicationb # 980401.

Διαδικτυακή βιβλιογραφία

- 1.** www.tedklarisas.gr/nomos/hi.php
- 2.** www.sepp.org/policy%20declarations/heidelberg_appeal.html.
- 3.** <http://europa.eu.int/scadplus/leg/el/lvb/l60023.htm>.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Στατιστικά μεγέθη - Παροχές Ποταμών

ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέση τιμή	25,562	43,672	56,117	115,870	111,194	125,211	72,852	37,111	15,237	7,763	3,182	13,256	52,25
τυπική απόκλιση	56,546	61,017	44,065	193,968	115,466	170,552	78,092	35,019	19,635	14,274	3,569	26,988	68,27
μέγιστο	360,380	271,500	179,310	1254,200	532,349	1044,000	380,500	172,065	94,737	80,139	13,836	171,206	1254,20
ελάχιστο	0,880	0,870	10,320	12,300	12,400	4,500	1,480	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00

ΑΛΗ ΕΦΕΝΔΗ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέση τιμή	12,457	50,869	57,004	63,841	68,287	88,167	70,851	26,787	12,079	4,957	2,667	4,976	38,58
τυπική απόκλιση	24,007	116,817	56,493	55,611	48,940	128,004	112,004	14,973	12,416	4,001	1,973	10,115	48,78
μέγιστο	131,240	584,900	280,800	224,750	260,300	637,280	608,260	56,350	55,220	16,890	8,040	58,800	637,28
ελάχιστο	0,550	0,880	5,860	7,770	9,460	5,650	6,170	1,790	2,180	0,000	0,000	0,330	0,00

ΑΛΚΑΖΑΡ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέση τιμή	28,073	72,954	76,369	140,577	134,123	146,749	111,061	40,223	18,840	7,640	5,375	6,589	65,71
τυπική απόκλιση	79,683	153,827	64,288	172,193	154,907	221,620	157,098	24,430	16,725	6,367	4,363	5,092	88,38
μέγιστο	416,140	776,500	246,930	678,300	737,260	1120,000	623,740	86,820	66,600	19,200	15,890	18,830	1120,00
ελάχιστο	0,000	0,050	14,190	14,300	13,540	5,930	3,350	2,640	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00

ΑΜΠΕΛΙΑ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέση τιμή	0,466	0,898	1,491	3,008	4,738	5,704	3,843	1,516	0,720	0,306	0,141	0,210	1,92
τυπική απόκλιση	0,802	1,377	1,219	3,890	8,867	10,644	7,424	1,068	0,671	0,403	0,220	0,330	3,08
μέγιστο	3,850	6,420	6,070	24,750	50,650	51,500	47,710	4,320	3,150	1,340	0,840	1,650	51,50
ελάχιστο	0,000	0,000	0,050	0,120	0,120	0,310	0,360	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00

ΑΜΥΓΔΑΛΕΑ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέση τιμή	23,188	44,435	67,332	123,951	123,262	144,243	99,027	37,782	21,004	9,554	7,318	8,164	59,11
τυπική απόκλιση	55,233	66,986	61,660	200,397	127,579	232,809	133,461	31,719	21,639	5,638	4,870	6,637	79,05
μέγιστο	279,090	312,630	211,530	1034,720	554,210	1093,500	533,270	138,560	89,630	21,940	22,440	25,120	1093,50
ελάχιστο	1,850	2,640	2,850	5,850	3,580	5,390	7,890	6,920	1,940	2,020	1,720	1,310	1,31

ΒΛΟΧΟΣ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέση τιμή	7,342	37,625	21,491	43,568	37,161	26,792	23,221	6,345	1,829	0,036	0,018	0,296	17,14
τυπική απόκλιση	28,644	86,758	56,888	102,128	101,479	49,095	35,280	7,936	3,922	0,118	0,098	1,035	39,45
μέγιστο	156,450	375,230	307,530	463,600	553,780	231,640	152,650	26,430	14,580	0,480	0,530	5,560	553,78
ελάχιστο	0,000	0,000	0,000	0,050	0,150	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00

ΓΟΝΝΟΙ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέση τιμή	24,785	57,624	51,423	114,219	98,017	114,583	76,770	34,743	14,161	4,311	1,655	5,559	49,82
τυπική απόκλιση	68,078	127,843	38,098	210,163	92,695	162,766	83,558	29,751	20,432	7,340	2,637	6,752	70,84
μέγιστο	435,340	750,000	182,450	1367,500	502,770	1052,000	422,130	100,502	100,429	33,754	9,166	30,000	1367,50
ελάχιστο	0,000	0,000	10,450	10,330	10,500	3,320	0,240	0,135	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00

ΤΙΤΑΡΗΣΙΟΣ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέση τιμή	1,764	2,291	4,743	6,368	7,800	5,509	5,980	4,366	2,333	1,270	1,061	1,246	3,73
τυπική απόκλιση	1,366	1,711	4,943	6,403	9,466	4,153	5,176	5,122	2,323	1,384	1,082	1,207	3,69
μέγιστο	5,300	6,720	30,700	28,400	44,090	18,450	23,250	30,440	12,180	5,450	3,760	4,670	44,09
ελάχιστο	0,000	0,175	0,230	0,900	0,820	0,590	0,410	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00

ΠΗΝΕΙΑΔΑ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέση τιμή	39,903	58,853	71,820	133,838	102,641	119,443	83,770	34,388	19,487	6,938	5,587	7,606	57,02
τυπική απόκλιση	114,106	86,689	56,242	163,890	81,368	125,617	87,125	20,706	18,701	4,508	3,938	13,031	64,66
μέγιστο	621,700	406,800	248,500	760,000	362,680	548,000	507,800	81,630	87,610	18,600	17,640	72,980	760,00
ελάχιστο	0,520	0,790	11,790	12,000	10,900	6,380	6,730	2,800	2,650	0,000	0,000	0,000	0,00

ΣΚΟΠΙΑ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέση τιμή	0,265	0,727	1,026	1,984	2,794	2,662	2,251	1,233	0,625	0,239	0,165	0,188	1,18
τυπική απόκλιση	0,213	1,220	0,961	1,812	2,337	1,987	2,000	0,809	0,633	0,252	0,212	0,180	1,05
μέγιστο	0,970	6,570	5,390	7,900	8,910	7,820	9,460	3,180	3,540	1,060	1,000	0,810	9,46
ελάχιστο	0,040	0,060	0,180	0,230	0,300	0,270	0,230	0,160	0,050	0,000	0,000	0,000	0,00

Στατιστικά μεγέθη - Απορροές Πηγών

ΑΓ ΑΝΝΑ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέση τιμή	0,050	0,069	0,110	0,132	0,167	0,227	0,238	0,237	0,148	0,076	0,037	0,036	0,13
τυπική απόκλιση	0,105	0,119	0,224	0,191	0,158	0,199	0,204	0,224	0,199	0,160	0,078	0,076	0,16
μέγιστο	0,430	0,450	1,230	0,980	0,760	0,890	0,810	0,890	0,880	0,820	0,300	0,340	1,23
ελάχιστο	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00

ΑΜΟΥΡΙΟΥ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέση τιμή	0,325	0,303	0,365	0,397	0,432	0,459	0,460	0,458	0,433	0,372	0,348	0,323	0,39
τυπική απόκλιση	0,265	0,198	0,263	0,199	0,191	0,193	0,212	0,215	0,210	0,229	0,292	0,235	0,23
μέγιστο	1,560	0,770	1,520	0,870	0,770	0,820	0,830	0,950	0,850	0,850	1,430	0,990	1,56
ελάχιστο	0,000	0,000	0,000	0,000	0,030	0,120	0,120	0,130	0,030	0,000	0,000	0,000	0,00

ΑΜΥΓΔΑΛΕΑ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέση τιμή	0,027	0,040	0,064	0,111	0,153	0,190	0,197	0,156	0,097	0,040	0,019	0,016	0,09
τυπική απόκλιση	0,049	0,070	0,095	0,128	0,174	0,184	0,204	0,190	0,125	0,089	0,039	0,033	0,12
μέγιστο	0,210	0,340	0,410	0,560	0,700	0,760	0,840	0,770	0,430	0,450	0,150	0,120	0,84
ελάχιστο	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00

ΒΕΛΕΣΤΙΝΟΥ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέση τιμή	0,176	0,178	0,183	0,185	0,191	0,190	0,192	0,200	0,192	0,185	0,183	0,174	0,19
τυπική απόκλιση	0,127	0,128	0,127	0,127	0,131	0,122	0,122	0,117	0,118	0,123	0,131	0,129	0,13
μέγιστο	0,343	0,343	0,344	0,363	0,424	0,378	0,386	0,344	0,356	0,367	0,362	0,382	0,42
ελάχιστο	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00

ΚΕΦΑΛΟΒΡΥΣΟ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέση τιμή	0,775	0,905	1,145	1,527	1,758	1,948	2,086	1,989	1,805	1,270	0,972	0,811	1,42
τυπική απόκλιση	0,436	0,526	0,854	0,951	0,974	0,974	1,106	1,160	1,164	0,917	0,817	0,510	0,87
μέγιστο	2,670	2,430	5,120	4,780	5,340	3,700	4,230	5,640	4,740	4,520	4,430	2,880	5,64
ελάχιστο	0,200	0,220	0,380	0,500	0,420	0,480	0,470	0,290	0,140	0,130	0,120	0,170	0,12

ΜΑΤΙ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέση τιμή	0,913	1,151	1,406	1,896	2,187	2,400	2,579	2,245	1,768	1,082	0,703	0,754	1,59
τυπική απόκλιση	1,083	1,073	1,084	1,171	1,284	1,057	1,512	1,318	1,265	1,093	0,976	0,983	1,16
μέγιστο	3,820	3,640	3,840	4,780	5,340	4,810	7,300	5,830	5,360	3,920	3,490	3,510	7,30
ελάχιστο	0,000	0,000	0,000	0,000	0,040	0,080	0,480	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00

Στατιστικά μεγέθη - Στάθμες Γεωτρήσεων

445ΥΕΒ-ΚΡΗΝΗ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	53,600	52,060	51,550	51,220	51,080	50,580	50,540	51,000	52,420	53,670	55,080	54,120	55,08
ελάχιστο	7,940	6,740	3,370	2,630	3,710	4,130	4,600	6,100	7,570	7,400	7,800	7,810	2,63
απόλυτη διαφορά	45,660	45,320	48,180	48,590	47,370	46,450	45,940	44,900	44,850	46,270	47,280	46,310	48,59

540Β-ΒΡΥΣΙΑ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	48,700	44,220	41,950	41,180	35,550	31,550	30,290	30,100	40,490	45,820	48,700	48,700	48,70
ελάχιστο	20,110	17,650	13,820	5,330	3,660	3,570	3,470	3,810	6,000	10,420	17,140	24,500	3,47
απόλυτη διαφορά	28,590	26,570	28,130	35,850	31,890	27,980	26,820	26,290	34,490	35,400	31,560	24,200	35,85

AD2- ΑΜΠΕΛΩΝΑΣ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	8,320	6,770	6,540	6,410	6,250	8,650	10,050	10,090	8,560	11,630	13,950	13,340	13,95
ελάχιστο	0,130	0,390	0,400	0,470	0,230	0,100	0,740	0,650	0,180	1,380	1,160	0,600	0,10
απόλυτη διαφορά	8,190	6,380	6,140	5,940	6,020	8,550	9,310	9,440	8,380	10,250	12,790	12,740	12,79

AD3- ΑΡΓΥΡΟΠΟΥΛΙ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	5,780	4,810	4,280	3,110	2,560	2,250	2,010	2,530	3,400	4,760	5,430	6,430	6,43
ελάχιστο	0,310	0,240	0,200	0,150	0,150	0,050	0,000	0,000	0,000	0,200	0,200	0,350	0,00
απόλυτη διαφορά	5,470	4,570	4,080	2,960	2,410	2,200	2,010	2,530	3,400	4,560	5,230	6,080	6,08

AD6-ΔΑΣΟΧΩΡΙ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	17,650	16,230	15,520	14,000	13,490	12,770	12,310	13,080	14,220	17,960	20,180	21,060	21,06
ελάχιστο	4,170	2,270	1,570	0,840	0,650	0,380	0,250	0,450	0,420	4,300	5,250	5,350	0,25
απόλυτη διαφορά	13,480	13,960	13,950	13,160	12,840	12,390	12,060	12,630	13,800	13,660	14,930	15,710	15,71

AG10- ΠΛΑΤΑΝΟΥΛΙΑ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	23,160	22,670	21,780	20,930	20,360	19,630	19,640	19,700	21,750	23,180	24,430	24,250	24,43
ελάχιστο	18,700	17,650	16,940	16,570	15,430	15,270	15,120	15,860	16,320	19,040	21,310	19,670	15,12
απόλυτη διαφορά	4,460	5,020	4,840	4,360	4,930	4,360	4,520	3,840	5,430	4,140	3,120	4,580	5,43

G1- ΠΑΡΑΠΟΤΑΜΟΣ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	13,480	13,080	12,360	12,280	11,480	11,700	11,560	13,650	14,270	15,600	15,830	14,740	15,83
ελάχιστο	10,370	10,100	9,950	9,170	8,620	8,500	8,020	9,180	10,130	10,980	12,530	11,500	8,02
απόλυτη διαφορά	3,110	2,980	2,410	3,110	2,860	3,200	3,540	4,470	4,140	4,620	3,300	3,240	4,62

Γ1B-ΚΕΦΑΛΟΒΡΥΣΟ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	162,000	162,000	162,000	162,000	162,000	162,000	162,000	162,000	162,000	162,000	162,000	162,000	162,00
ελάχιστο	2,670	2,900	2,650	2,620	2,680	2,370	1,840	0,510	0,820	1,500	2,050	2,460	0,51
απόλυτη διαφορά	159,330	159,100	159,350	159,380	159,320	159,630	160,160	161,490	161,180	160,500	159,950	159,540	161,49

Γ3-ΚΟΙΛΑΔΑ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	87,000	87,000	87,000	87,000	87,000	87,000	87,000	87,000	87,000	87,000	87,000	87,000	87,00
ελάχιστο	73,450	70,020	69,740	69,350	63,940	63,320	65,530	67,430	67,270	82,600	85,840	83,330	63,32
απόλυτη διαφορά	13,550	16,980	17,260	17,650	23,060	23,680	21,470	19,570	19,730	4,400	1,160	3,670	23,68

Γ3-ΜΑΚΡΥΧΩΡΙ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	21,730	20,300	19,780	19,260	18,850	18,710	18,840	20,350	21,410	24,780	26,950	23,640	26,95
ελάχιστο	6,530	5,130	4,850	4,680	4,490	4,520	3,120	3,730	7,880	8,400	9,450	9,650	3,12
απόλυτη διαφορά	15,200	15,170	14,930	14,580	14,360	14,190	15,720	16,620	13,530	16,380	17,500	13,990	17,50

Κ1-ΚΕΦΑΛΟΒΡΥΣΟ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	6,280	6,270	6,190	6,180	6,160	6,200	6,200	6,230	6,320	6,370	6,850	6,350	6,85
ελάχιστο	5,810	5,640	5,240	4,450	4,080	4,630	4,480	4,780	4,630	5,460	5,610	5,750	4,08
απόλυτη διαφορά	0,470	0,630	0,950	1,730	2,080	1,570	1,720	1,450	1,690	0,910	1,240	0,600	2,08

LB70-ΣΤΑΥΡΟΣ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	30,880	28,050	26,040	24,350	23,400	21,480	24,890	32,960	39,100	56,690	61,200	45,280	61,20
ελάχιστο	3,700	3,150	2,150	1,850	1,250	1,140	1,300	1,230	1,500	3,000	6,950	5,750	1,14
απόλυτη διαφορά	27,180	24,900	23,890	22,500	22,150	20,340	23,590	31,730	37,600	53,690	54,250	39,530	54,25

LB99-ΔΕΝΤΡΑ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	23,000	21,030	20,180	19,030	18,530	21,780	22,430	23,080	27,050	31,150	35,970	33,590	35,97
ελάχιστο	11,050	10,000	9,520	9,330	9,150	8,680	8,910	8,950	9,050	12,450	12,350	12,150	8,68
απόλυτη διαφορά	11,950	11,030	10,660	9,700	9,380	13,100	13,520	14,130	18,000	18,700	23,620	21,440	23,62

LB119-ΦΑΡΣΑΛΑ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	38,900	37,890	35,640	34,700	33,440	31,860	31,150	31,140	37,190	39,550	44,720	41,670	44,72
ελάχιστο	2,350	2,700	2,500	2,420	1,980	1,000	0,400	1,000	0,900	1,500	2,070	2,650	0,40
απόλυτη διαφορά	36,550	35,190	33,140	32,280	31,460	30,860	30,750	30,140	36,290	38,050	42,650	39,020	42,65

LB172-ΚΡΑΝΝΩΝΑΣ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,00
ελάχιστο	51,850	47,180	44,420	43,710	39,380	38,550	40,670	44,520	40,300	57,300	61,450	59,290	38,55
απόλυτη διαφορά	13,150	17,820	20,580	21,290	25,620	26,450	24,330	20,480	24,700	7,700	3,550	5,710	26,45

LB185-ΚΑΣΤΡΟ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	18,450	17,640	16,670	14,800	14,000	13,620	14,270	15,520	17,420	20,000	23,880	20,400	23,88
ελάχιστο	9,550	9,350	7,650	6,400	5,500	5,900	5,240	4,500	5,600	8,200	10,350	9,850	4,50
απόλυτη διαφορά	8,900	8,290	9,020	8,400	8,500	7,720	9,030	11,020	11,820	11,800	13,530	10,550	13,53

LB273-ΑΜΠΕΛΩΝΑΣ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	19,670	17,360	15,260	14,200	13,600	12,770	12,150	12,750	18,520	21,630	25,600	25,030	25,60
ελάχιστο	4,110	4,350	4,000	3,470	3,200	2,780	2,640	1,430	2,490	4,580	7,430	8,350	1,43
απόλυτη διαφορά	15,560	13,010	11,260	10,730	10,400	9,990	9,510	11,320	16,030	17,050	18,170	16,680	18,17

Π6Α-ΕΛΕΥΘΕΡΙΟ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	3,120	3,070	3,090	3,030	3,130	3,180	3,200	3,150	3,200	3,170	3,200	3,190	3,20
ελάχιστο	1,000	0,880	0,710	0,550	0,540	0,670	0,600	0,600	0,800	1,000	1,000	1,050	0,54
απόλυτη διαφορά	2,120	2,190	2,380	2,480	2,590	2,510	2,600	2,550	2,400	2,170	2,200	2,140	2,60

Π14Α-ΔΑΜΑΣΙ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	38,600	37,920	37,050	36,500	35,830	35,170	37,630	36,530	37,960	43,060	43,340	41,020	43,34
ελάχιστο	29,990	29,620	29,130	28,190	26,340	26,410	26,490	27,840	27,640	30,240	30,970	30,480	26,34
απόλυτη διαφορά	8,610	8,300	7,920	8,310	9,490	8,760	11,140	8,690	10,320	12,820	12,370	10,540	12,82

Π16Α-ΣΥΚΟΥΡΙΟ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	48,850	48,040	47,270	46,070	45,730	45,350	46,830	48,350	51,620	52,740	54,720	49,900	54,72
ελάχιστο	14,680	14,630	14,550	14,720	14,510	14,480	13,950	14,350	14,250	17,700	19,000	14,850	13,95
απόλυτη διαφορά	34,170	33,410	32,720	31,350	31,220	30,870	32,880	34,000	37,370	35,040	35,720	35,050	37,37

ΠΑ-ΓΙΑΝΝΟΥΛΗ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	24,580	21,530	22,620	19,650	16,920	17,940	18,080	19,330	23,250	42,720	38,850	35,400	42,72
ελάχιστο	9,730	9,420	9,410	9,670	9,150	9,600	8,760	8,900	8,740	9,950	11,430	11,850	8,74
απόλυτη διαφορά	14,850	12,110	13,210	9,980	7,770	8,340	9,320	10,430	14,510	32,770	27,420	23,550	32,77

ΠΒ-ΑΜΠΕΛΩΝΑΣ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	35,170	29,210	26,190	25,250	23,240	24,450	31,390	33,220	40,490	48,350	55,280	52,480	55,28
ελάχιστο	22,210	19,350	17,920	12,900	12,390	15,890	14,710	14,730	14,720	22,970	31,130	26,640	12,39
απόλυτη διαφορά	12,960	9,860	8,270	12,350	10,850	8,560	16,680	18,490	25,770	25,380	24,150	25,840	25,84

ΡΖ7-ΛΑΡΙΣΑ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	19,350	17,430	15,940	14,490	13,740	12,580	12,100	14,480	17,140	23,480	29,020	23,310	29,02
ελάχιστο	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00
απόλυτη διαφορά	19,350	17,430	15,940	14,490	13,740	12,580	12,100	14,480	17,140	23,480	29,020	23,310	29,02

ΡΖ11-ΣΤΑΥΡΟΣ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	33,120	29,700	25,550	25,840	24,840	22,950	24,370	27,400	39,600	52,070	55,930	42,800	55,93
ελάχιστο	5,700	5,070	4,300	4,240	4,190	3,770	3,440	4,430	4,650	5,990	8,950	8,800	3,44
απόλυτη διαφορά	27,420	24,630	21,250	21,600	20,650	19,180	20,930	22,970	34,950	46,080	46,980	34,000	46,98

ΡΖ46-ΧΤΟΥΡΙ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	35,370	32,680	30,120	28,840	27,840	25,570	25,250	30,450	37,710	44,310	48,000	40,760	48,00
ελάχιστο	4,500	4,230	4,000	2,980	2,750	1,220	2,190	3,770	3,400	4,200	5,800	4,900	1,22
απόλυτη διαφορά	30,870	28,450	26,120	25,860	25,090	24,350	23,060	26,680	34,310	40,110	42,200	35,860	42,20

ΡΖ64-ΚΑΝΑΛΙΑ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	23,800	23,880	22,600	21,530	21,520	22,800	22,800	22,800	22,800	24,090	22,800	23,700	24,09
ελάχιστο	15,400	14,440	6,250	9,100	5,280	4,960	5,400	6,900	7,820	11,020	14,020	16,050	4,96
απόλυτη διαφορά	8,400	9,440	16,350	12,430	16,240	17,840	17,400	15,900	14,980	13,070	8,780	7,650	17,84

ΡΖ65-ΚΑΝΑΛΙΑ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	29,730	29,790	29,450	26,960	27,070	27,510	27,780	28,070	28,560	28,900	29,280	29,530	29,79
ελάχιστο	13,450	14,370	12,360	4,300	1,200	1,220	1,420	1,750	2,720	5,200	8,000	10,680	1,20
απόλυτη διαφορά	16,280	15,420	17,090	22,660	25,870	26,290	26,360	26,320	25,840	23,700	21,280	18,850	26,36

ΡΖ67-ΜΕΛΙΣΣΑ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	14,710	14,830	15,270	14,980	14,550	16,320	15,120	14,280	14,850	16,520	19,640	17,770	19,64
ελάχιστο	1,200	1,160	1,350	1,230	0,000	0,580	1,350	1,400	1,370	1,350	1,750	1,270	0,00
απόλυτη διαφορά	13,510	13,670	13,920	13,750	14,550	15,740	13,770	12,880	13,480	15,170	17,890	16,500	17,89

ΡΖΤ1-ΤΥΡΝΑΒΟΣ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	20,600	20,650	20,210	21,200	21,280	21,320	21,400	21,100	19,450	19,620	19,750	20,300	21,40
ελάχιστο	4,760	4,810	4,890	5,580	6,050	5,810	5,260	5,530	6,000	6,880	4,870	4,880	4,76
απόλυτη διαφορά	15,840	15,840	15,320	15,620	15,230	15,510	16,140	15,570	13,450	12,740	14,880	15,420	16,14

ΡΖΤ3Α-ΤΥΡΝΑΒΟΣ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	34,730	33,900	32,800	30,830	29,920	29,220	28,760	29,170	29,600	32,500	34,230	35,560	35,56
ελάχιστο	26,300	25,980	25,280	24,020	23,840	24,030	23,050	21,950	22,550	23,750	25,450	26,930	21,95
απόλυτη διαφορά	8,430	7,920	7,520	6,810	6,080	5,190	5,710	7,220	7,050	8,750	8,780	8,630	8,78

SR4-ΒΑΜΒΑΚΟΥ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	46,260	44,410	43,960	43,470	43,020	42,030	41,440	40,810	41,290	46,640	51,530	49,350	51,53
ελάχιστο	5,320	5,300	5,240	5,200	4,630	3,740	3,000	3,940	4,100	4,490	5,250	5,730	3,00
απόλυτη διαφορά	40,940	39,110	38,720	38,270	38,390	38,290	38,440	36,870	37,190	42,150	46,280	43,620	46,28

SR6-ΑΓ ΓΕΩΡΓΙΟΣ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	53,160	48,800	41,090	36,650	31,350	26,890	25,670	25,230	35,360	48,380	62,000	55,550	62,00
ελάχιστο	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00
απόλυτη διαφορά	53,160	48,800	41,090	36,650	31,350	26,890	25,670	25,230	35,360	48,380	62,000	55,550	62,00

SR30-ΧΑΛΚΗ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	74,410	72,520	71,460	70,970	70,900	69,520	71,010	70,230	71,790	76,260	78,830	77,450	78,83
ελάχιστο	6,320	5,670	5,450	5,130	3,790	4,480	4,250	4,310	5,110	6,110	7,030	6,370	3,79
απόλυτη διαφορά	68,090	66,850	66,010	65,840	67,110	65,040	66,760	65,920	66,680	70,150	71,800	71,080	71,80

SR31-ΜΕΛΙΣΣΑ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	49,080	47,600	46,260	45,060	44,400	43,030	43,850	45,000	46,500	49,300	54,120	52,000	54,12
ελάχιστο	1,290	0,880	0,540	0,350	0,160	0,100	0,150	0,200	0,600	2,000	2,480	2,340	0,10
απόλυτη διαφορά	47,790	46,720	45,720	44,710	44,240	42,930	43,700	44,800	45,900	47,300	51,640	49,660	51,64

SR35-ΕΛΕΥΘΕΡΙΟ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	6,640	6,560	6,330	6,150	6,060	5,900	6,150	6,100	6,080	6,120	7,420	7,000	7,42
ελάχιστο	4,280	3,490	4,120	3,760	3,800	3,300	3,150	3,350	3,250	3,400	3,500	4,040	3,15
απόλυτη διαφορά	2,360	3,070	2,210	2,390	2,260	2,600	3,000	2,750	2,830	2,720	3,920	2,960	3,92

SR39-ΔΕΛΕΡΙΑ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	19,600	18,050	17,450	16,030	15,500	14,620	14,300	21,490	21,750	23,650	22,730	21,930	23,65
ελάχιστο	5,690	6,240	6,010	5,400	5,130	4,820	4,230	4,250	4,000	4,440	5,180	5,800	4,00
απόλυτη διαφορά	13,910	11,810	11,440	10,630	10,370	9,800	10,070	17,240	17,750	19,210	17,550	16,130	19,21

SR63-ΡΙΖΟΜΥΛΟΣ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	32,450	32,570	32,420	32,330	32,200	31,700	31,700	31,980	32,160	32,430	32,550	33,040	33,04
ελάχιστο	31,400	31,180	31,220	31,050	31,020	31,200	30,910	30,990	31,230	31,460	31,650	31,970	30,91
απόλυτη διαφορά	1,050	1,390	1,200	1,280	1,180	0,500	0,790	0,990	0,930	0,970	0,900	1,070	1,39

SR63B- ΡΙΖΟΜΥΛΟΣ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	32,070	32,270	31,830	31,750	31,750	31,420	31,350	31,450	31,460	31,750	32,630	32,090	32,63
ελάχιστο	12,750	12,700	12,820	12,800	12,840	12,730	12,700	12,580	12,810	13,570	13,960	13,420	12,58
απόλυτη διαφορά	19,320	19,570	19,010	18,950	18,910	18,690	18,650	18,870	18,650	18,180	18,670	18,670	19,57

SR63A- ΡΙΖΟΜΥΛΟΣ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	55,260	52,180	50,210	48,610	48,120	49,770	50,580	54,110	59,700	62,650	65,000	64,680	65,00
ελάχιστο	20,980	19,740	22,060	22,110	22,120	21,670	21,550	21,760	22,100	19,600	24,320	23,550	19,60
απόλυτη διαφορά	34,280	32,440	28,150	26,500	26,000	28,100	29,030	32,350	37,600	43,050	40,680	41,130	43,05

SR72- ΟΜΟΡΦΟΧΩΡΙ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	34,100	31,920	29,380	28,700	27,650	27,350	26,680	27,040	28,180	34,530	39,470	36,600	39,47
ελάχιστο	1,670	2,220	1,990	1,880	1,550	1,310	0,970	0,870	0,700	0,710	1,720	1,720	0,70
απόλυτη διαφορά	32,430	29,700	27,390	26,820	26,100	26,040	25,710	26,170	27,480	33,820	37,750	34,880	37,75

SR77- ΜΕΛΙΣΣΟΧΩΡΙ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	34,220	32,290	30,120	28,980	28,200	27,060	27,950	29,930	31,120	36,780	38,880	36,800	38,88
ελάχιστο	6,410	5,890	5,800	5,670	5,530	5,360	5,330	5,560	4,580	5,030	6,240	6,590	4,58
απόλυτη διαφορά	27,810	26,400	24,320	23,310	22,670	21,700	22,620	24,370	26,540	31,750	32,640	30,210	32,64

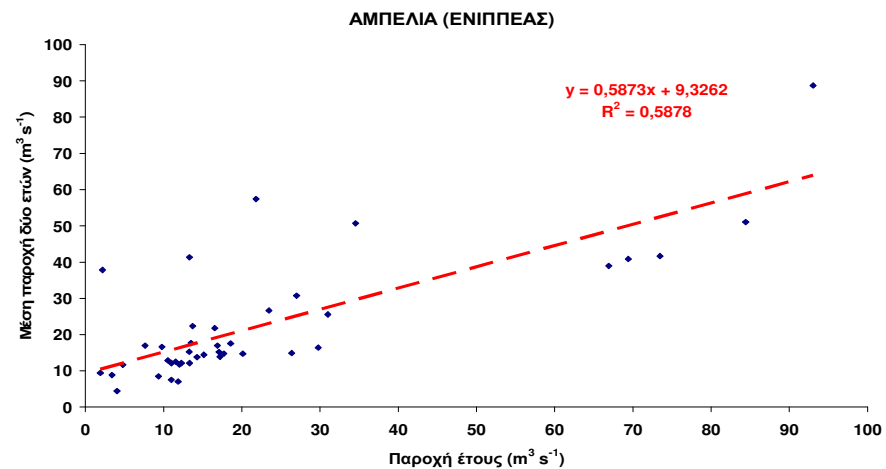
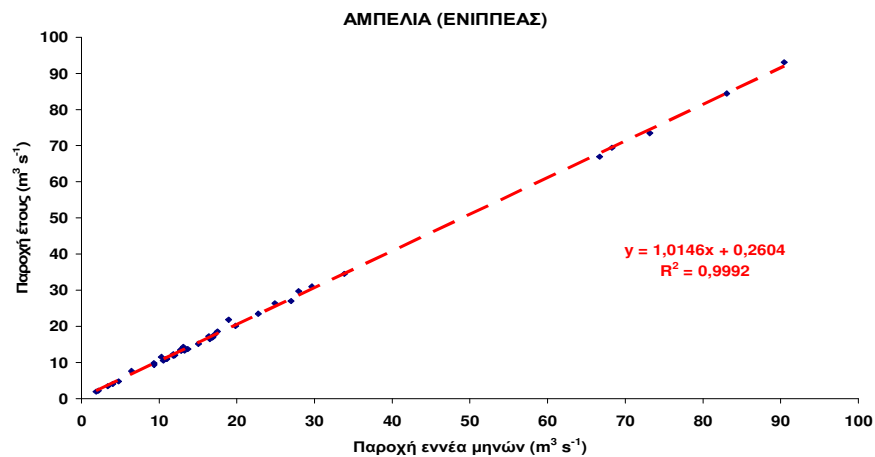
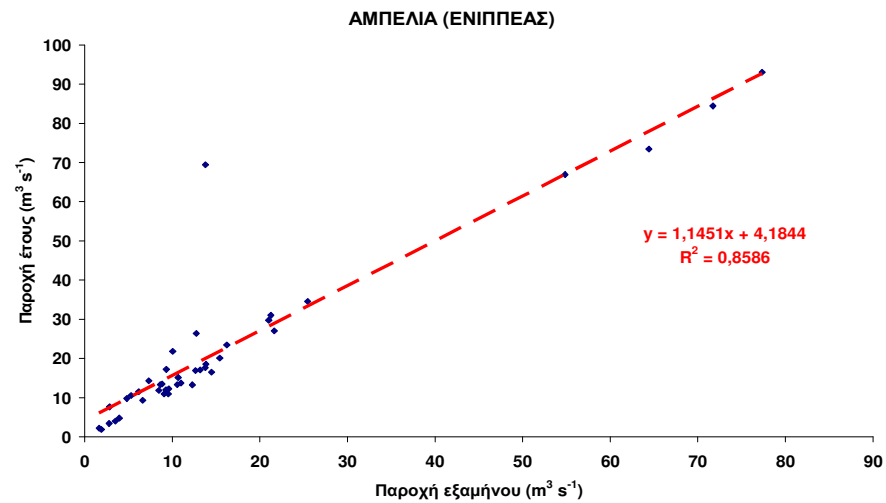
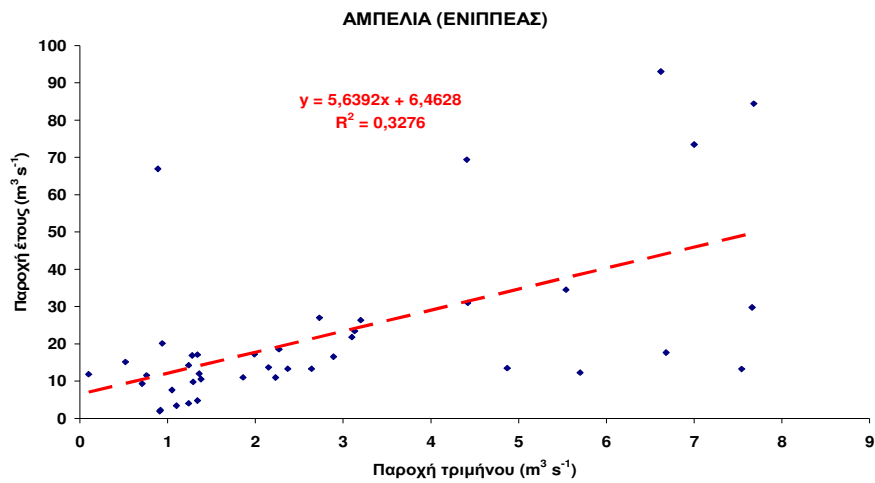
SR86- ΜΑΥΡΟΒΟΥΝΙ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	67,600	50,140	46,470	44,050	43,850	41,580	44,700	47,100	52,230	70,200	75,230	75,230	75,23
ελάχιστο	10,690	10,650	10,150	9,640	8,800	8,960	8,810	9,000	5,890	5,980	12,560	11,450	5,89
απόλυτη διαφορά	56,910	39,490	36,320	34,410	35,050	32,620	35,890	38,100	46,340	64,220	62,670	63,780	64,22

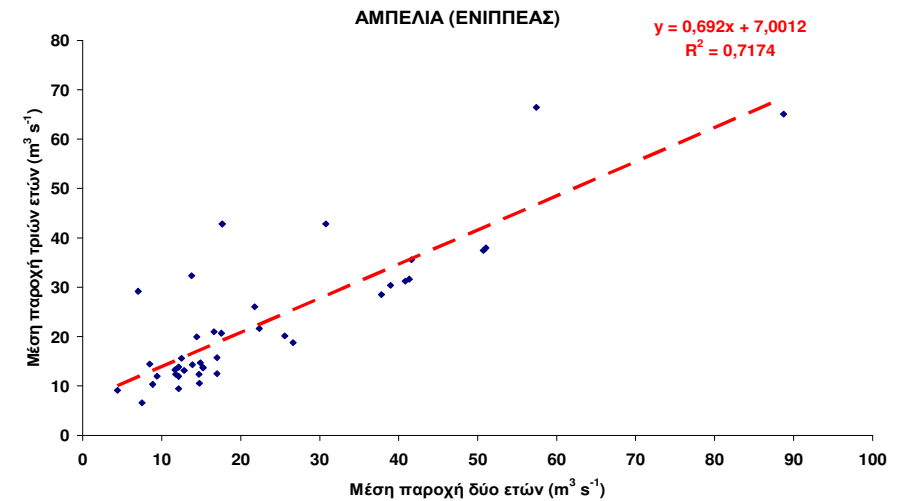
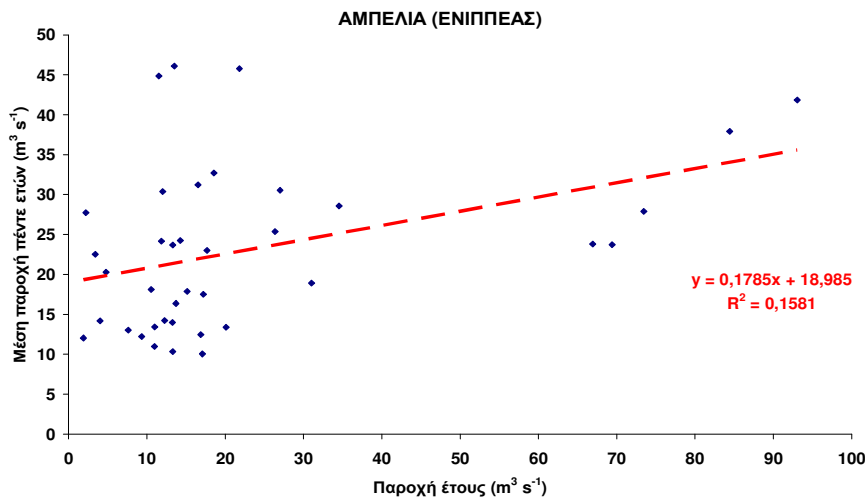
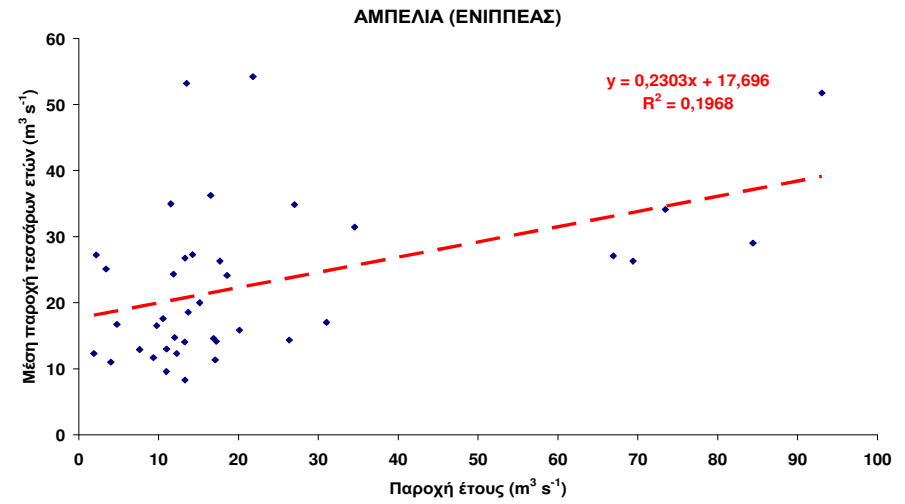
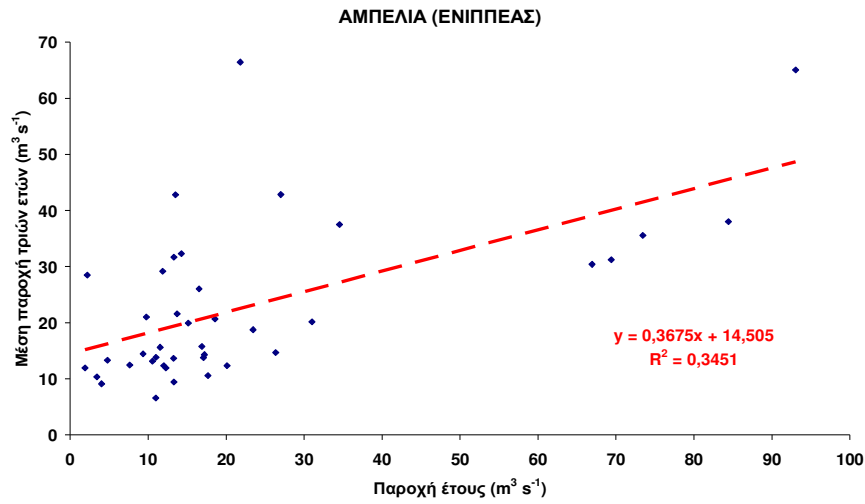
SR110-ΛΥΓΑΡΙΑ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	30,550	30,020	29,370	28,100	27,300	26,650	26,390	26,580	27,120	29,340	30,550	30,550	30,55
ελάχιστο	25,800	25,730	25,000	25,080	24,620	24,120	23,780	23,270	23,980	25,610	24,820	25,980	23,27
απόλυτη διαφορά	4,750	4,290	4,370	3,020	2,680	2,530	2,610	3,310	3,140	3,730	5,730	4,570	5,73

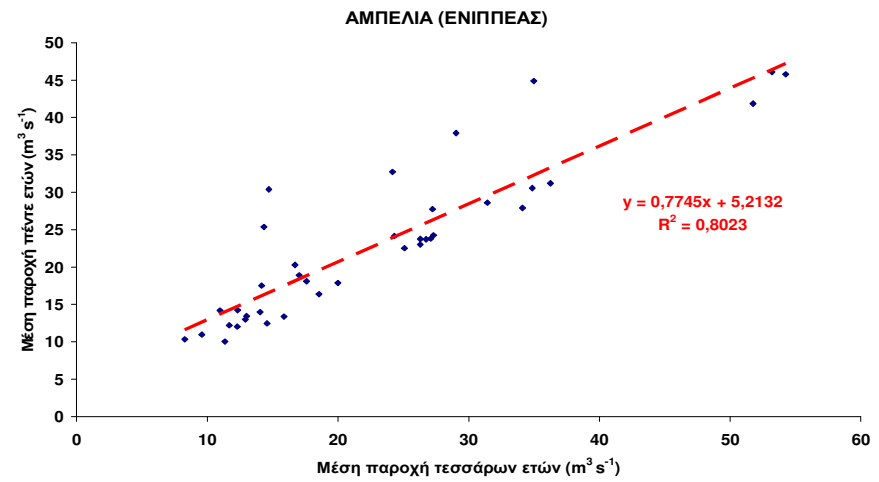
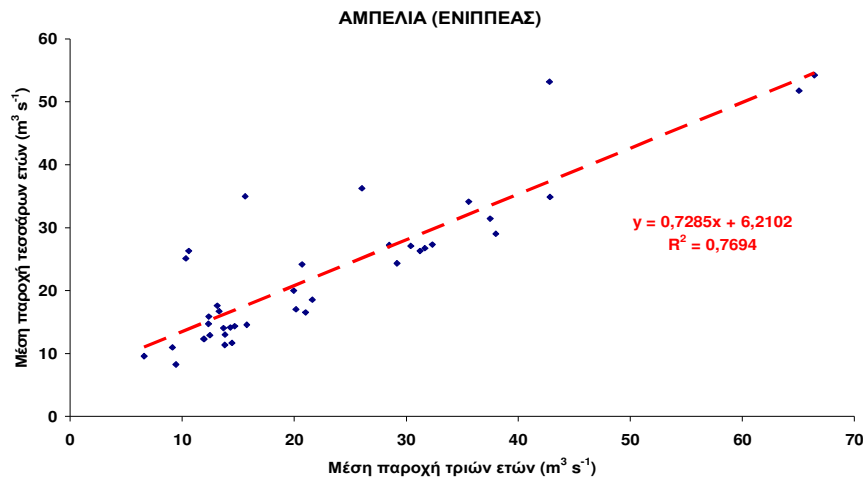
SR111-ΛΥΓΑΡΙΑ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	22,360	21,380	19,620	18,480	17,630	16,980	17,500	20,620	18,310	23,350	23,310	25,800	25,80
ελάχιστο	15,880	15,120	14,630	13,290	13,110	12,890	12,750	13,350	13,970	15,050	16,320	16,070	12,75
απόλυτη διαφορά	6,480	6,260	4,990	5,190	4,520	4,090	4,750	7,270	4,340	8,300	6,990	9,730	9,73

SR118-ΛΥΓΑΡΙΑ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	13,650	12,610	11,180	9,850	9,160	8,420	8,040	8,440	8,840	11,530	13,370	14,270	14,27
ελάχιστο	7,600	7,400	6,840	7,000	6,600	6,680	6,220	5,550	6,690	7,380	7,660	7,800	5,55
απόλυτη διαφορά	6,050	5,210	4,340	2,850	2,560	1,740	1,820	2,890	2,150	4,150	5,710	6,470	6,47

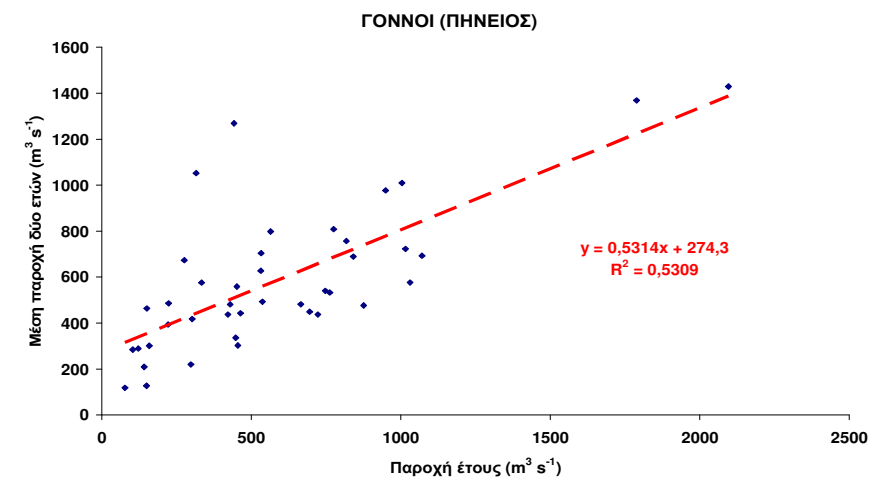
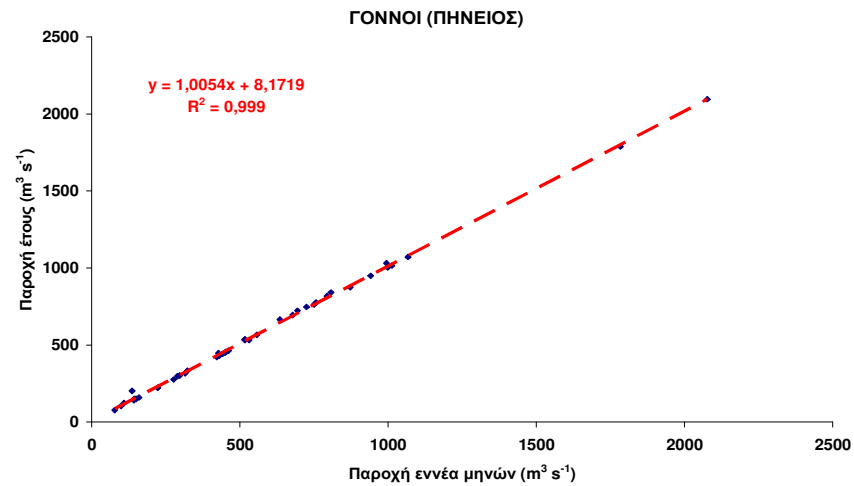
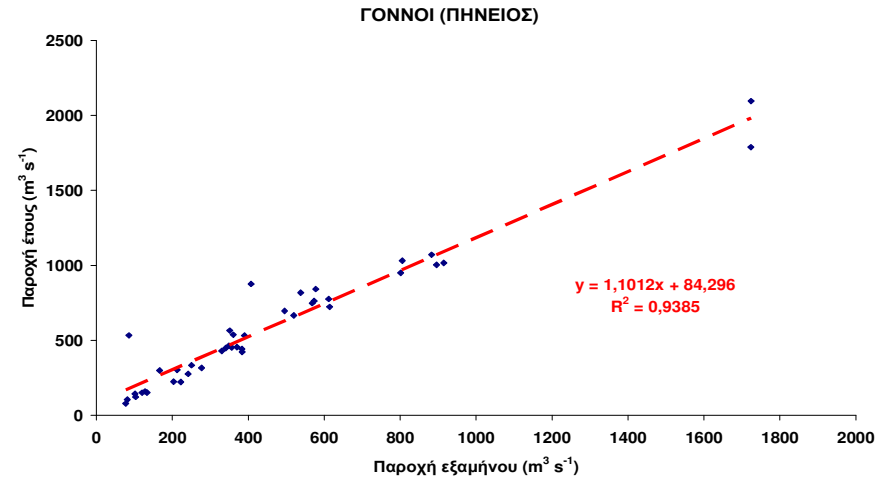
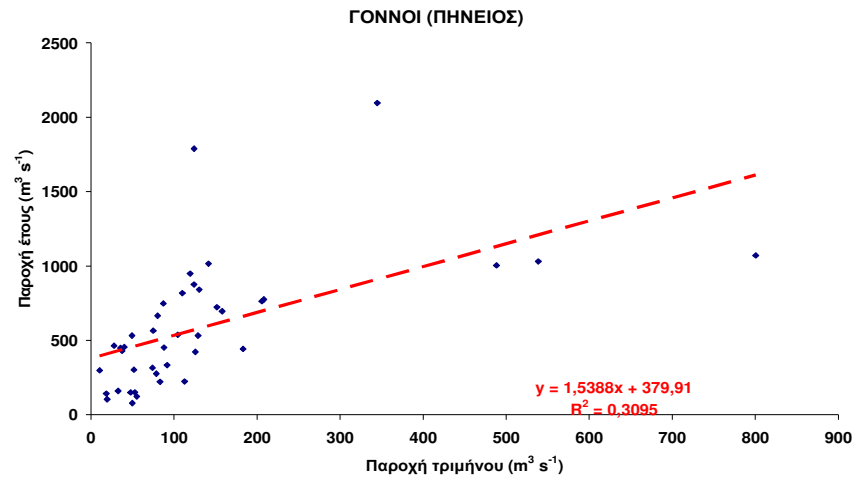
SR119-ΛΥΓΑΡΙΑ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ
μέγιστο	59,860	58,820	56,750	55,800	55,100	54,450	54,220	56,680	54,960	57,580	59,500	60,520	60,52
ελάχιστο	53,470	53,280	52,920	52,550	51,840	51,870	51,520	51,970	51,920	52,990	52,470	53,650	51,52
απόλυτη διαφορά	6,390	5,540	3,830	3,250	3,260	2,580	2,700	4,710	3,040	4,590	7,030	6,870	7,03

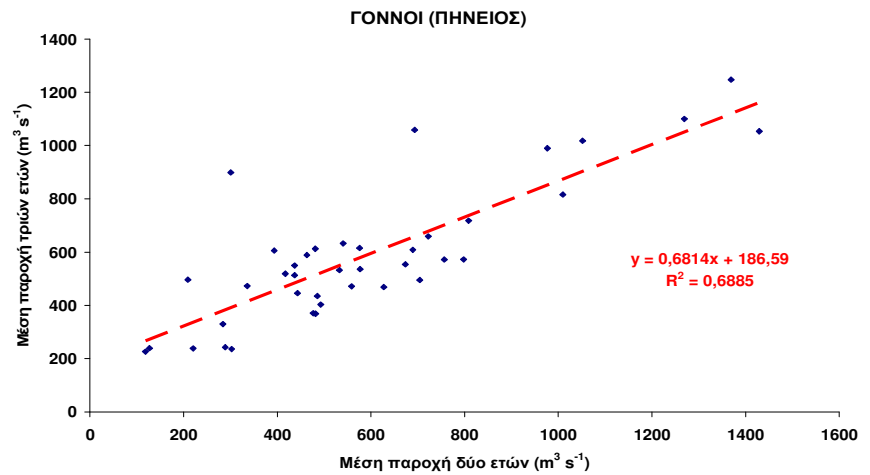
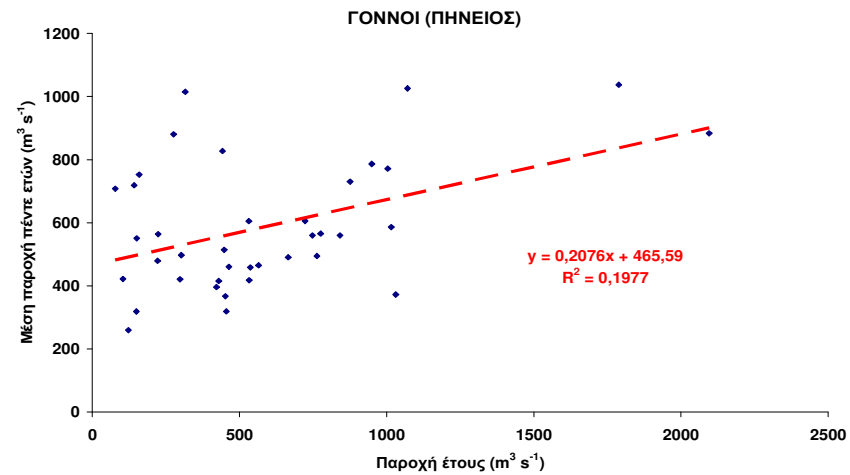
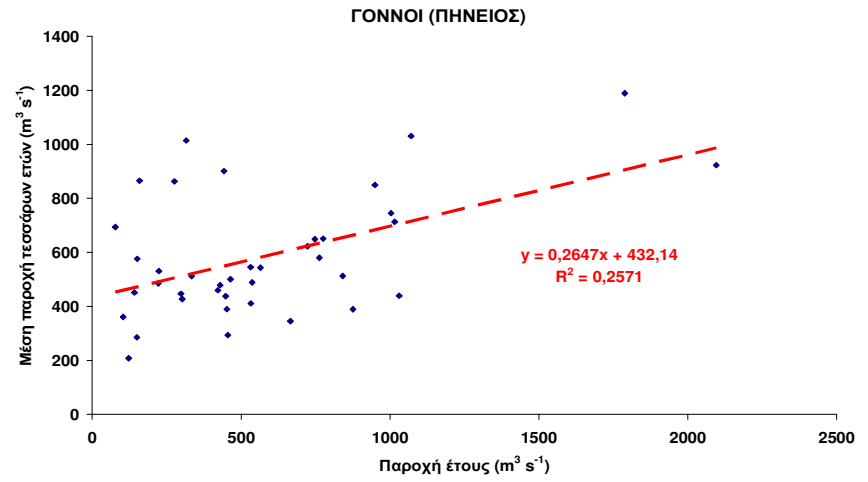
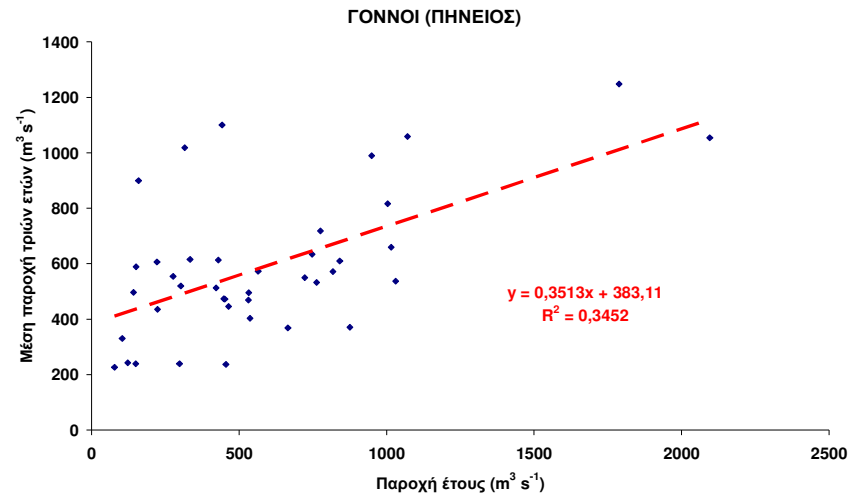


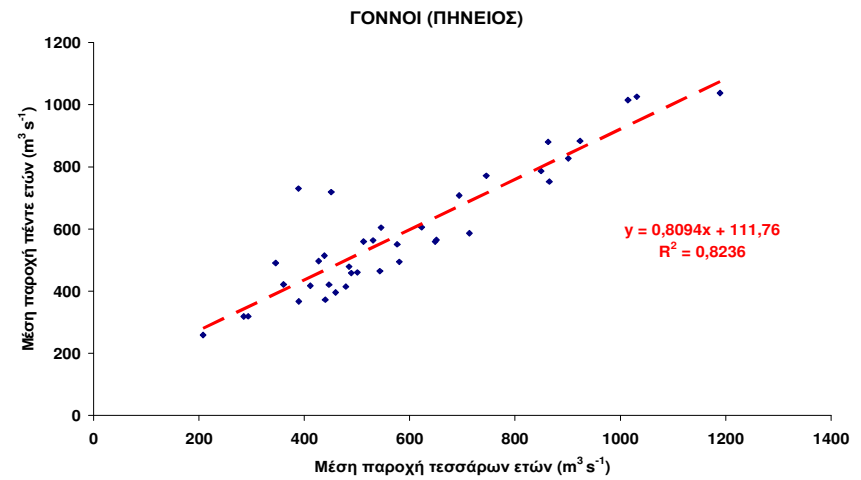
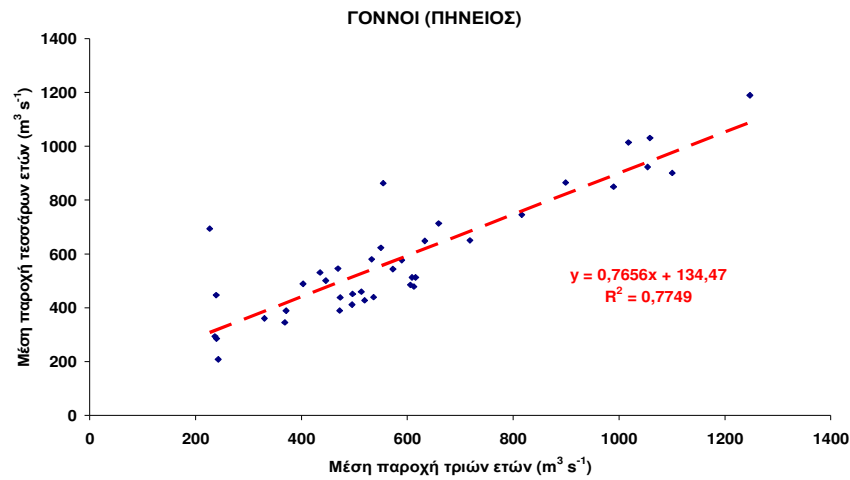




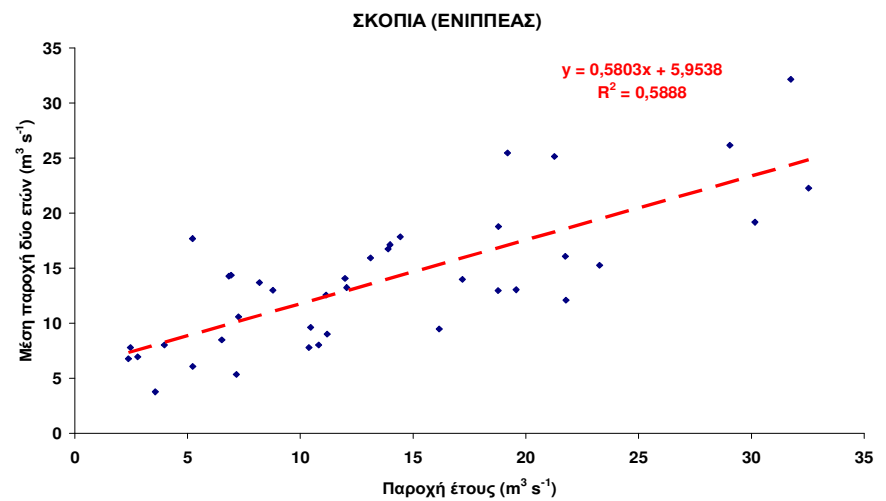
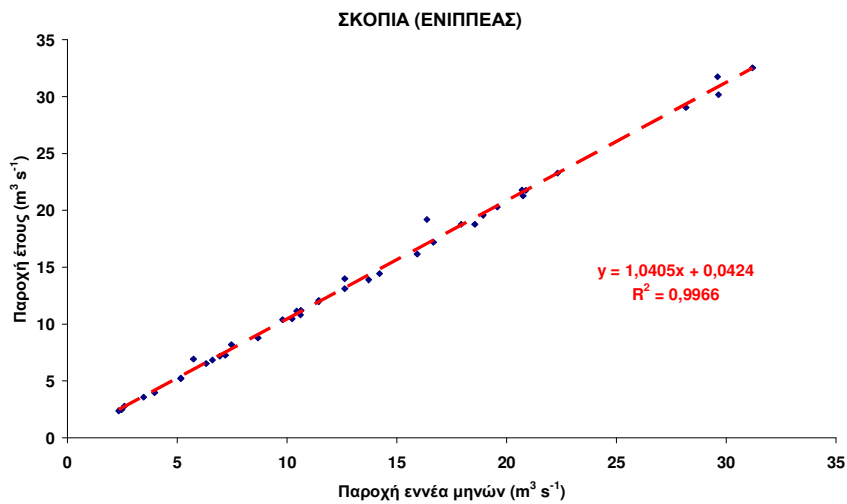
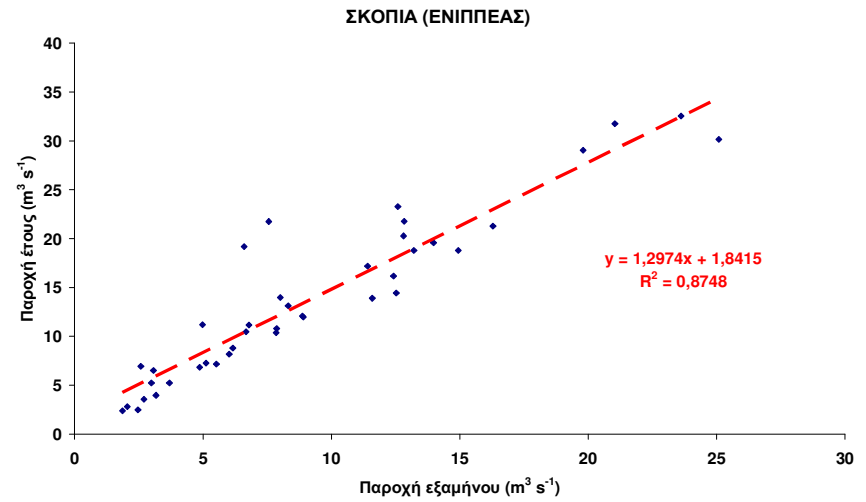
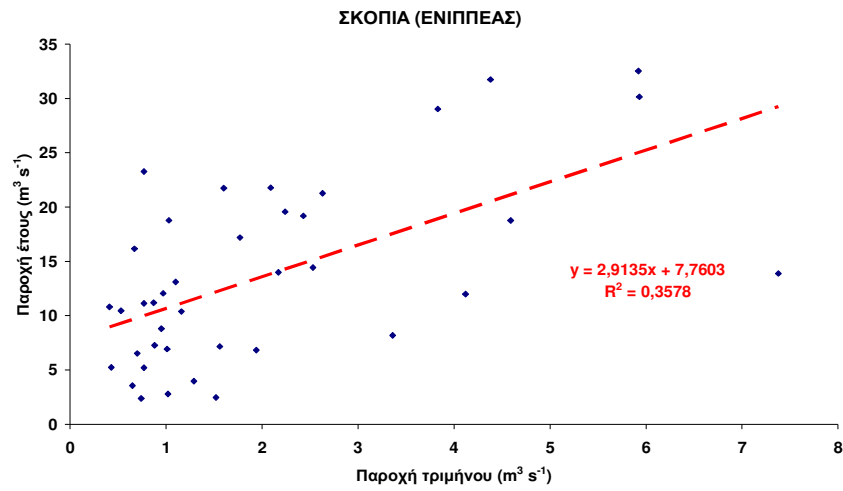
Διαγράμματα διασποράς αθροιστικής παροχής του ποταμού Ενιπέα στη θέση Αμπελιά, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις

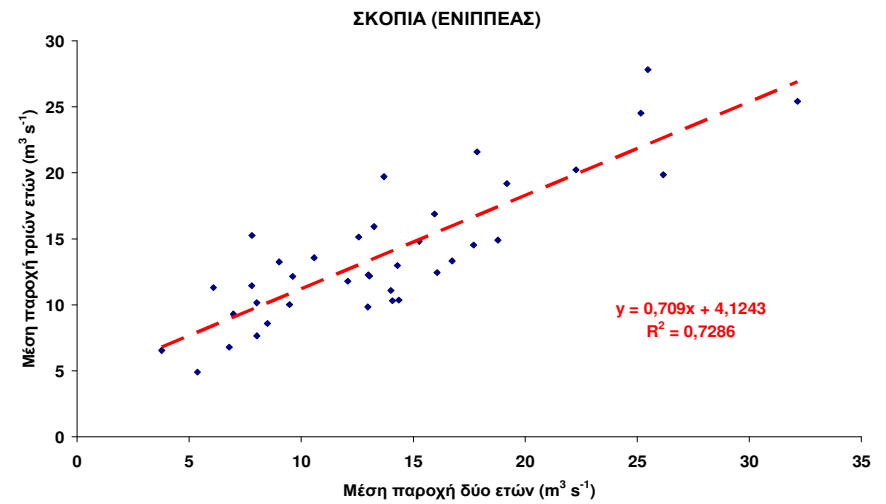
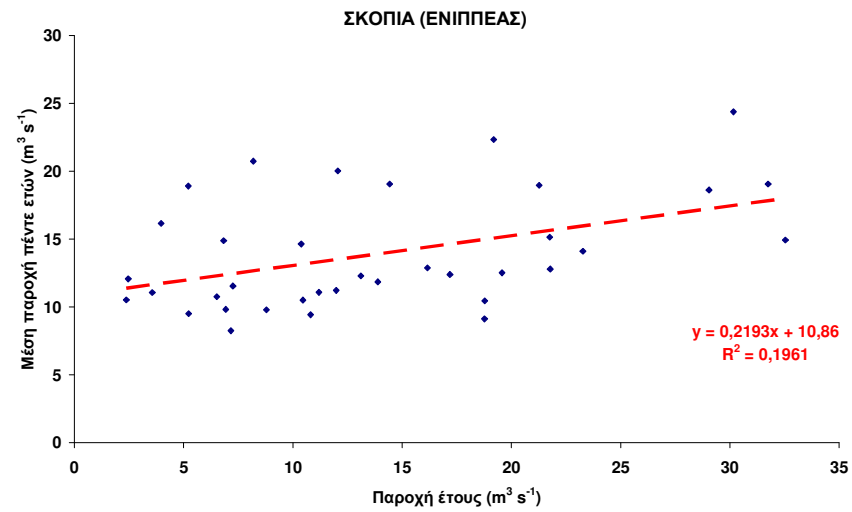
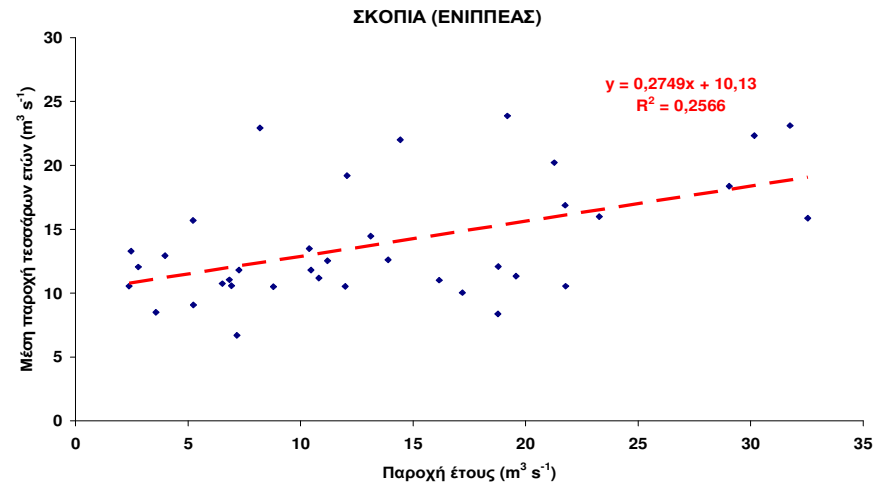
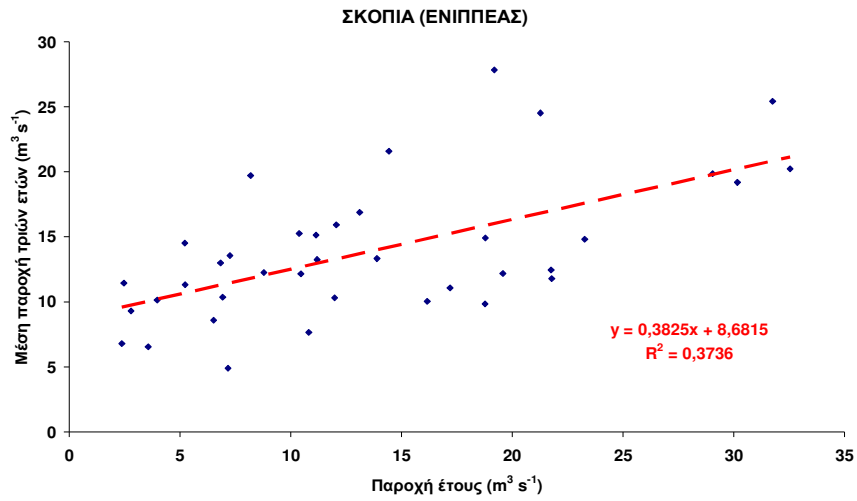


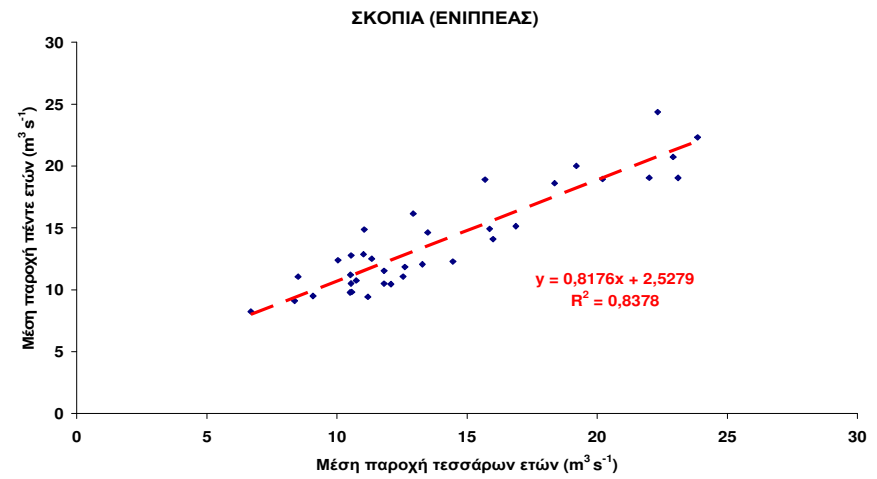
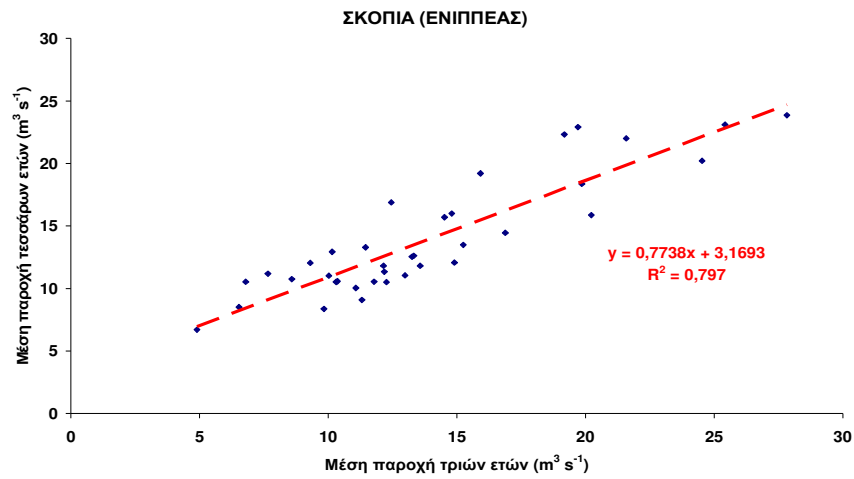




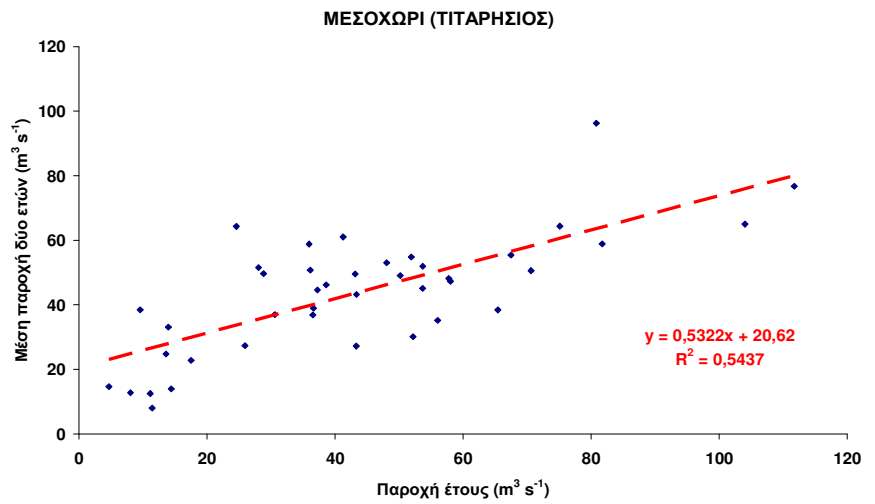
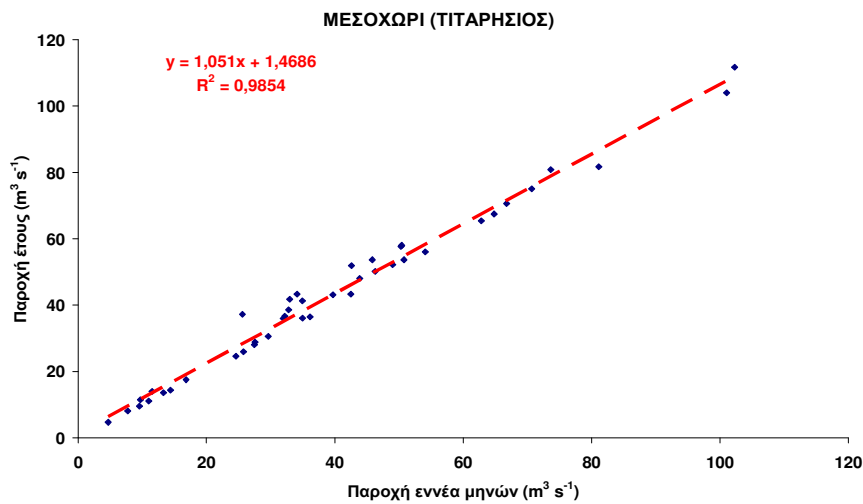
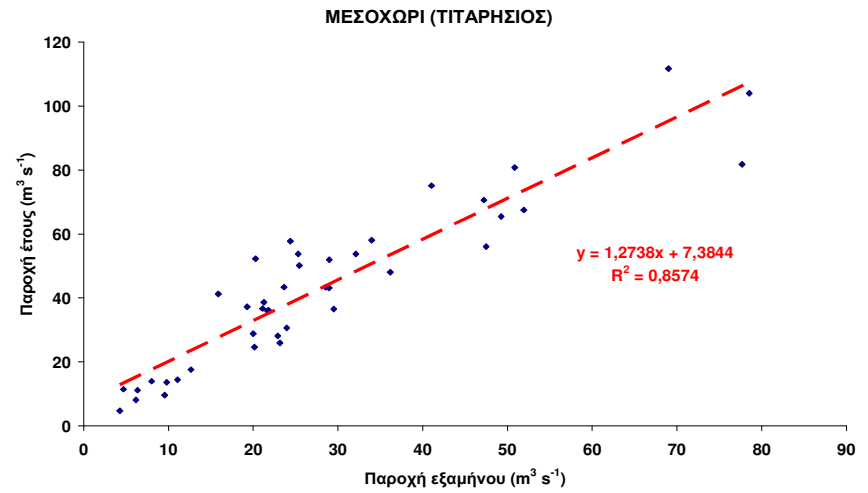
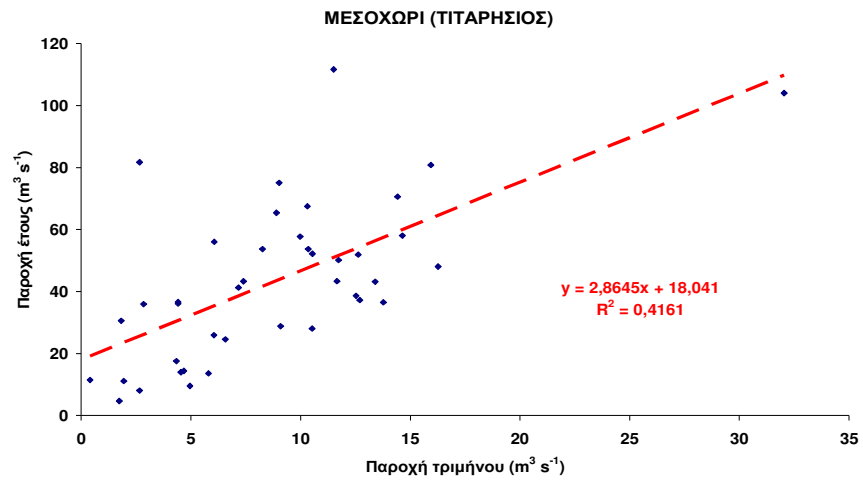
Διαγράμματα διασποράς αθροιστικής παροχής του ποταμού Πηνειού στη θέση Γόννοι, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις

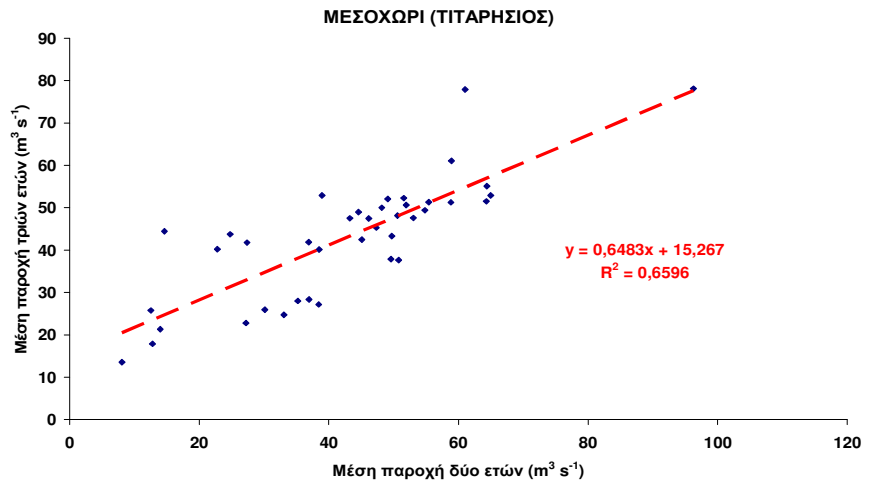
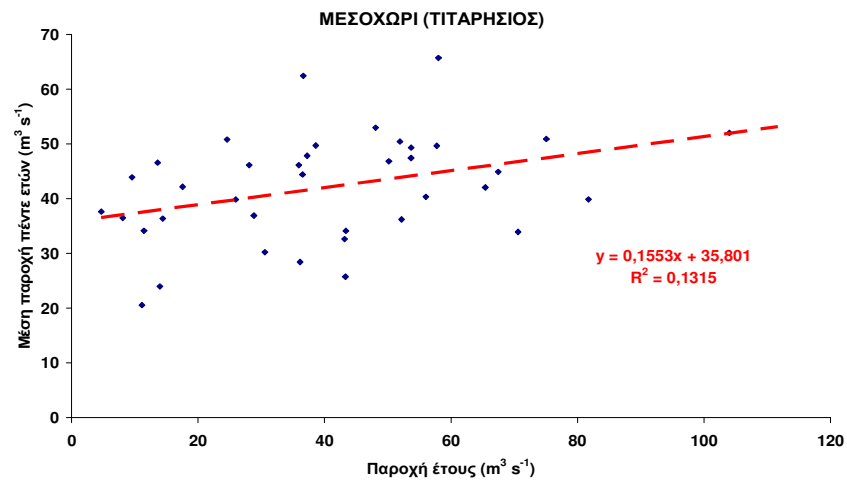
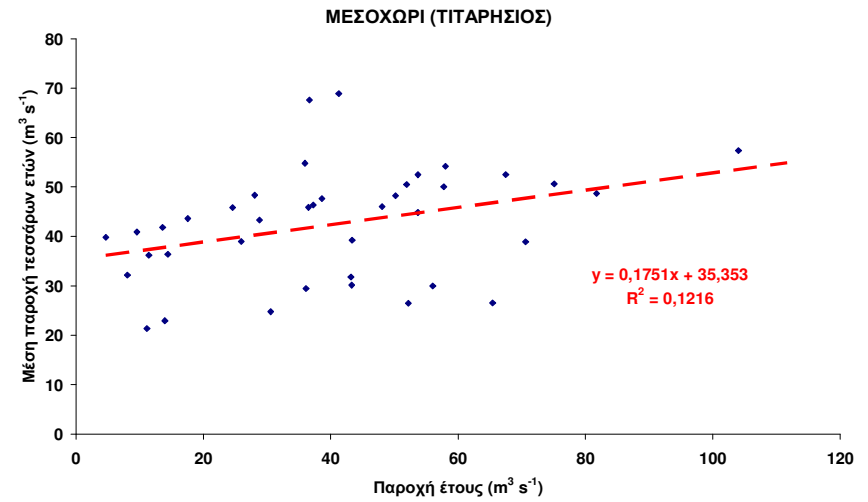
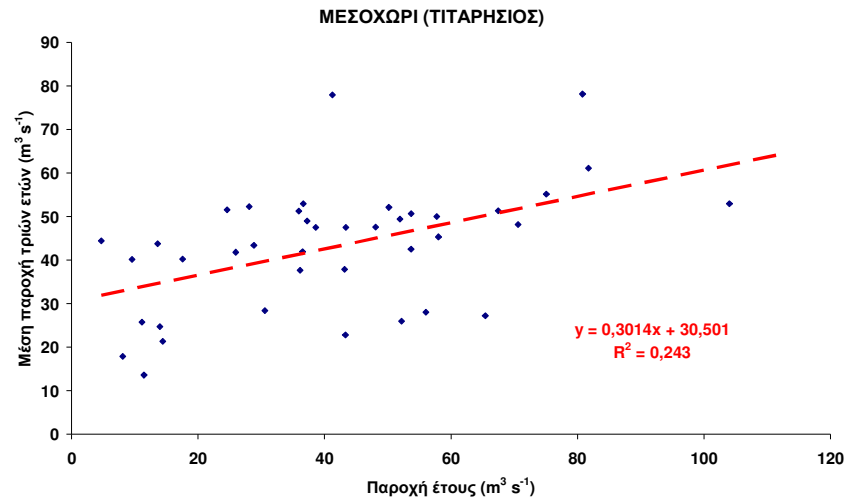


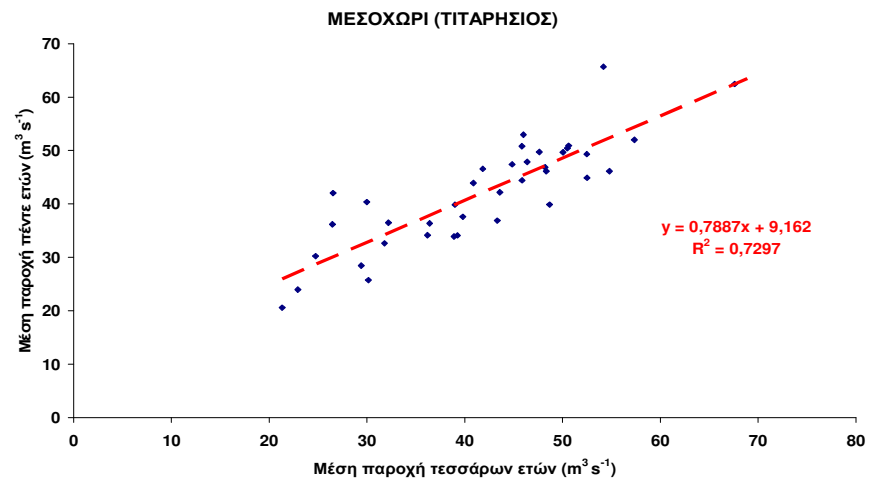
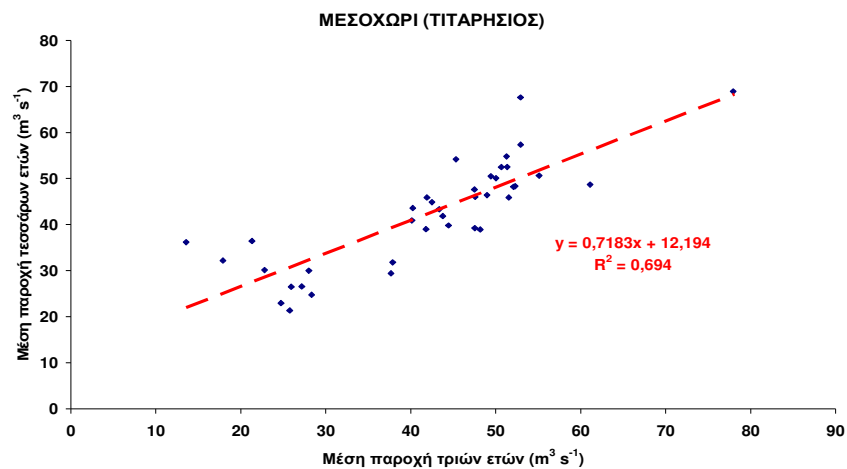




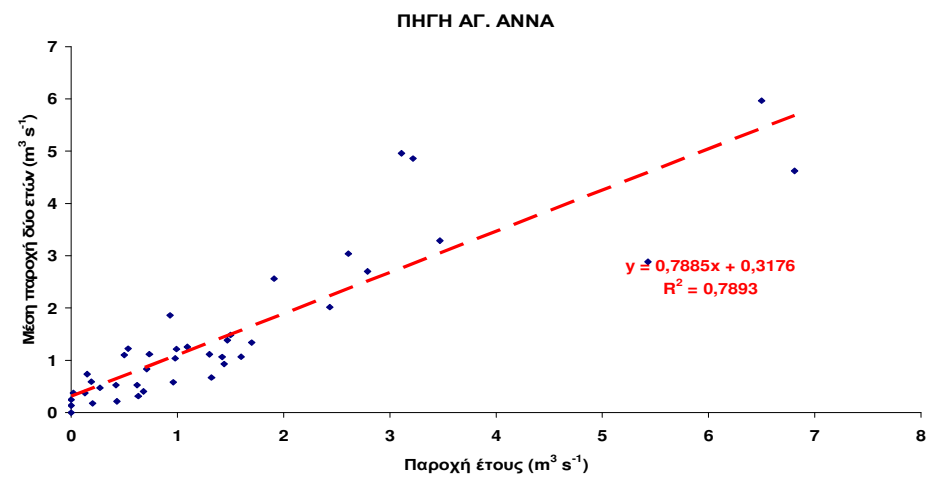
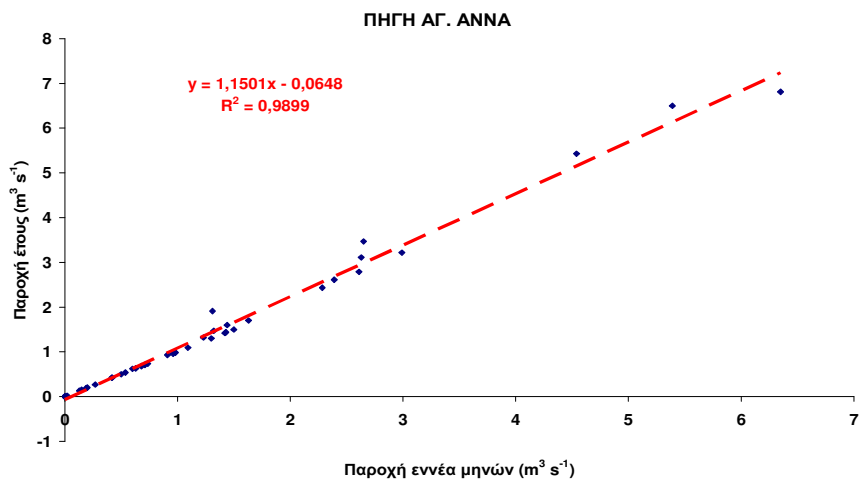
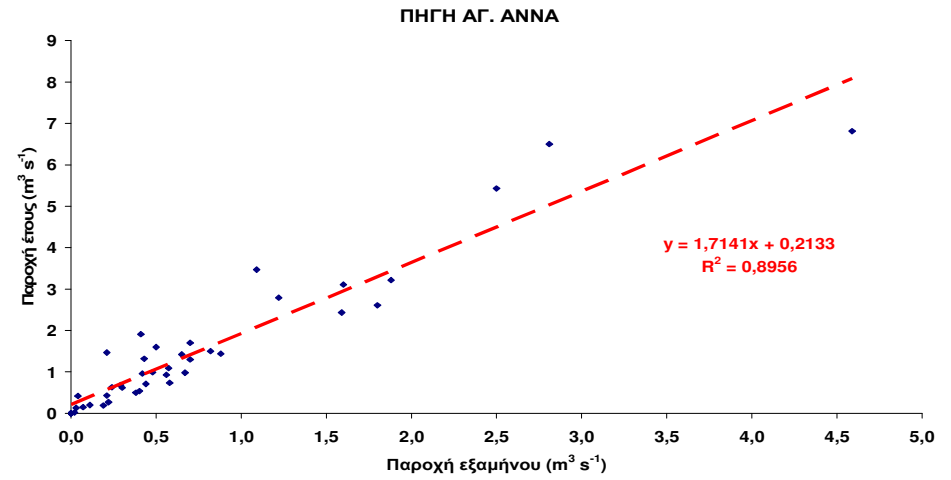
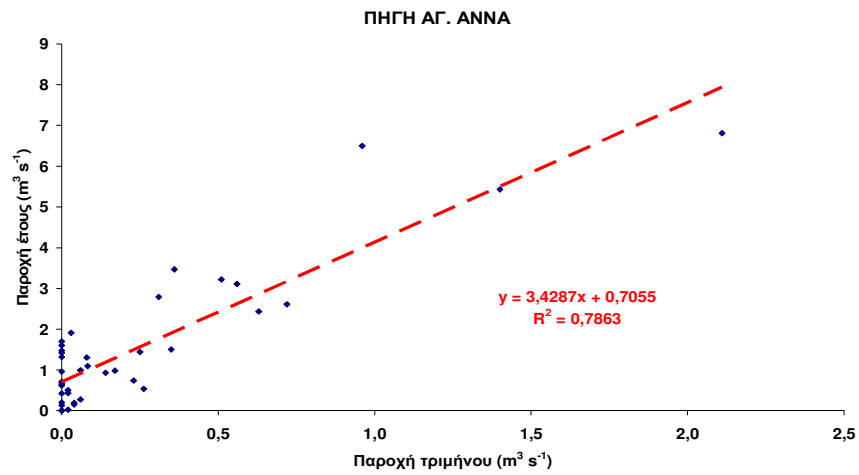
Διαγράμματα διασποράς αθροιστικής παροχής του ποταμού Ενιπέα στη θέση Σκοπιά, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις

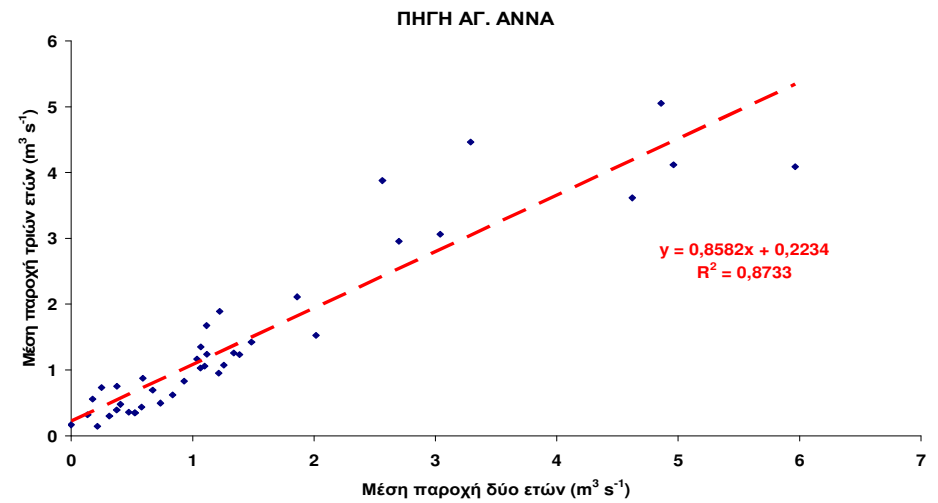
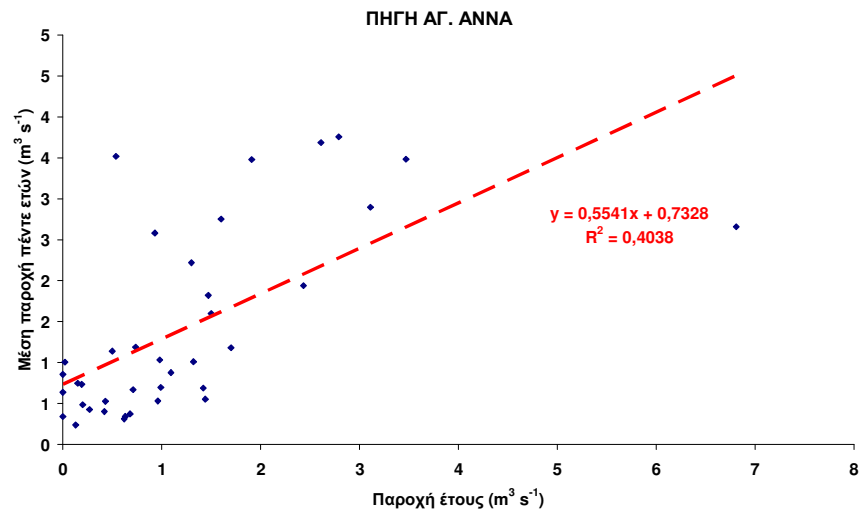
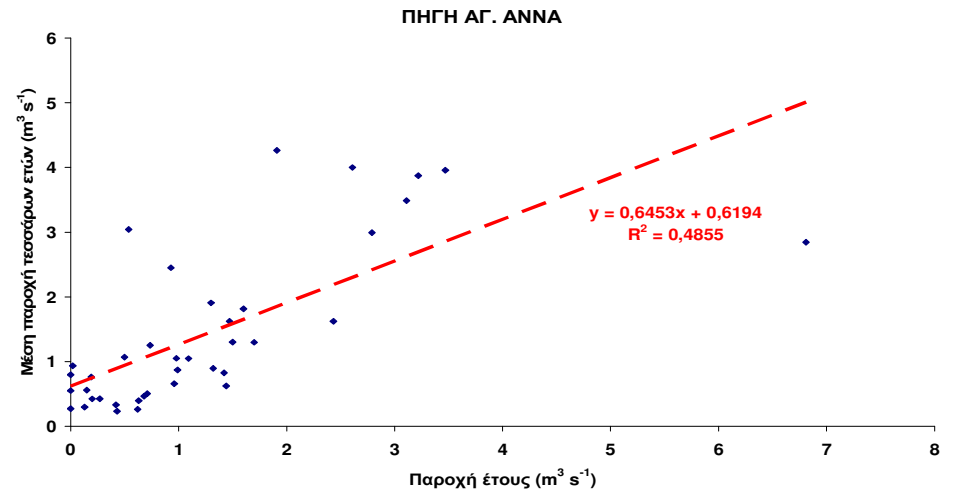
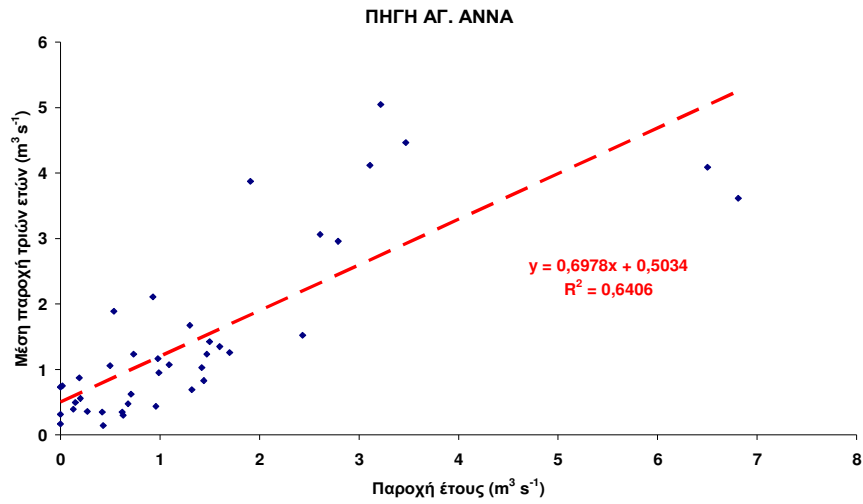


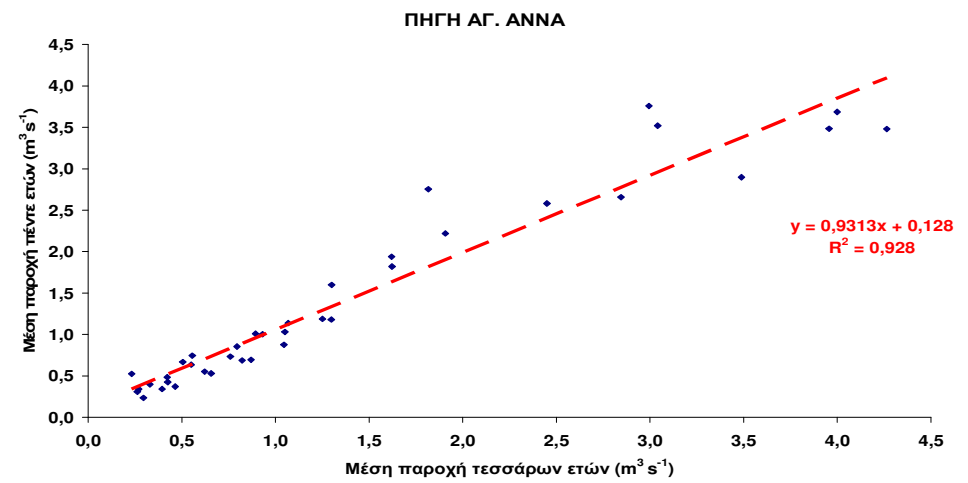
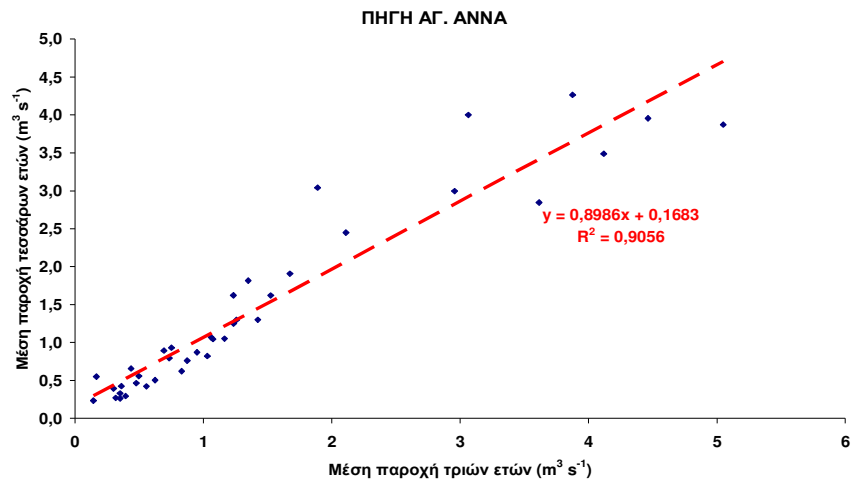




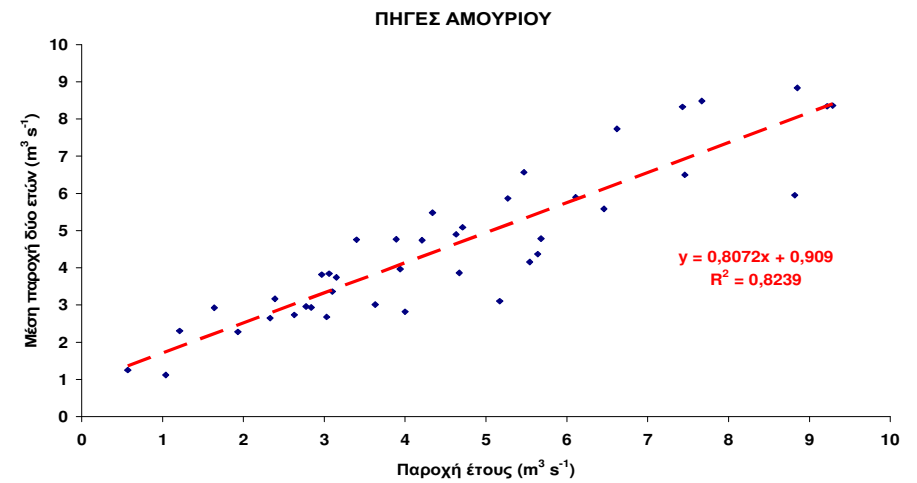
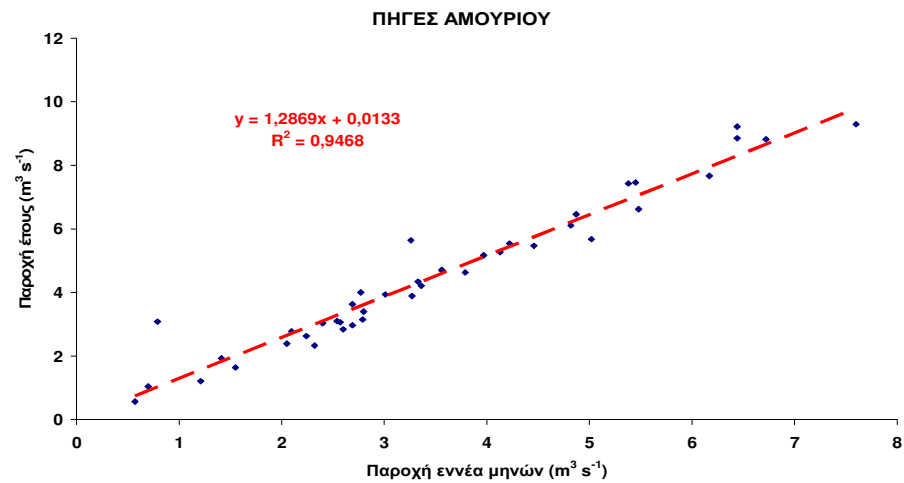
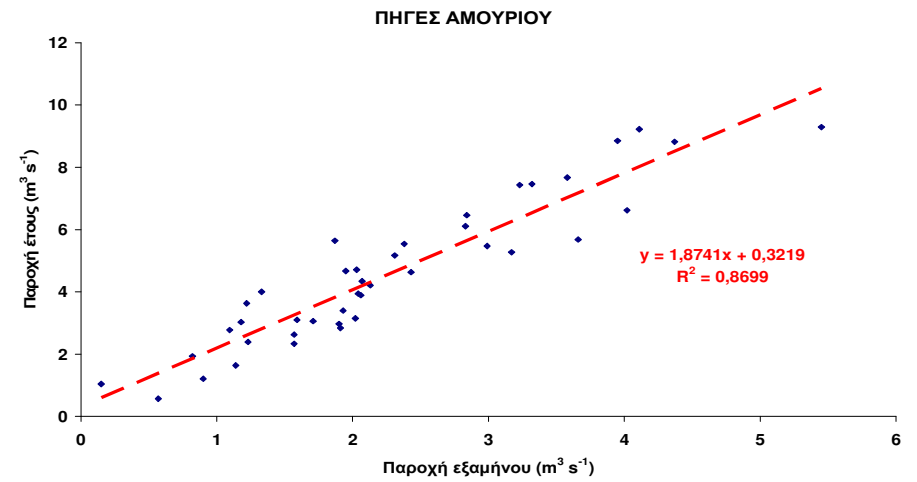
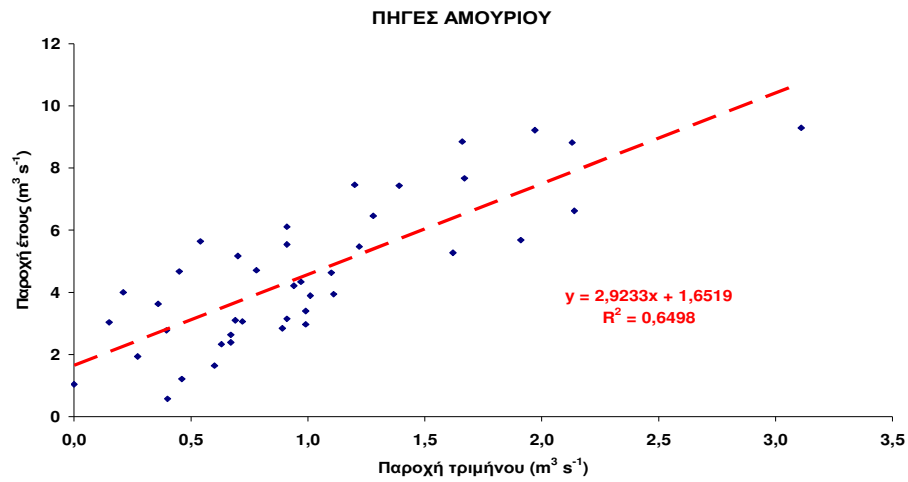
Διαγράμματα διασποράς αθροιστικής παροχής του ποταμού Τιταρήσιου στη θέση Μεσοχώρι, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις

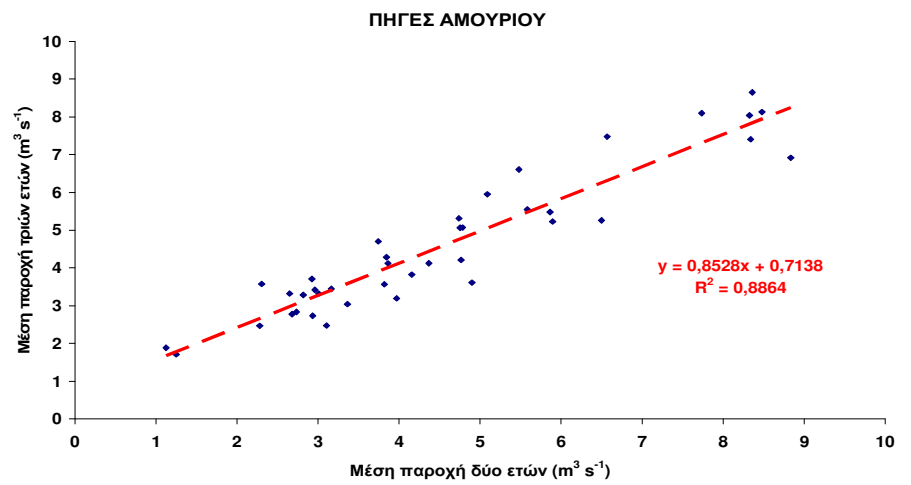
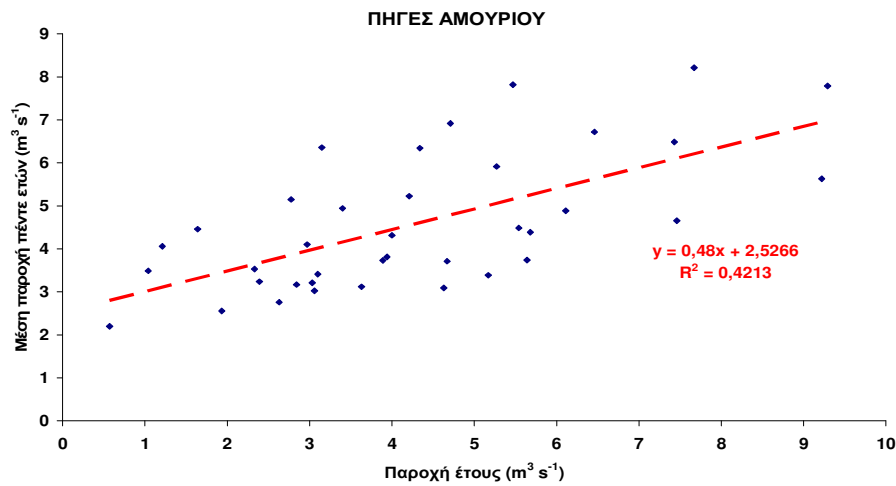
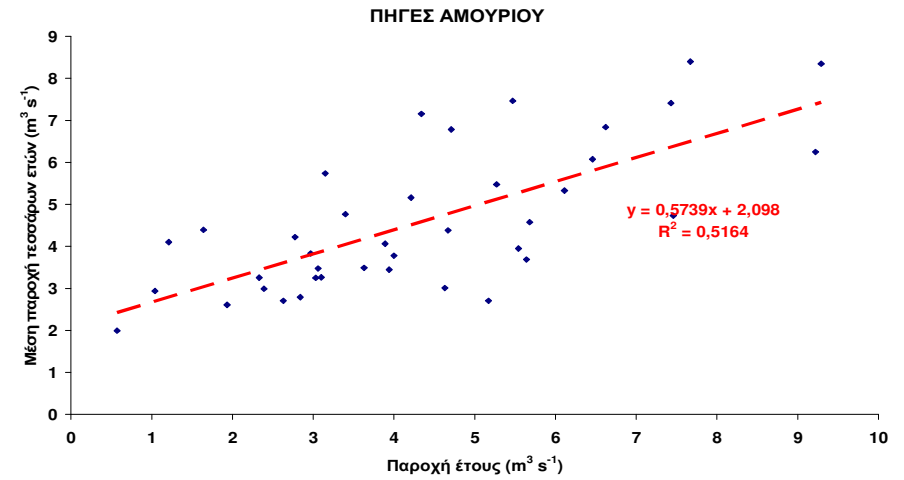
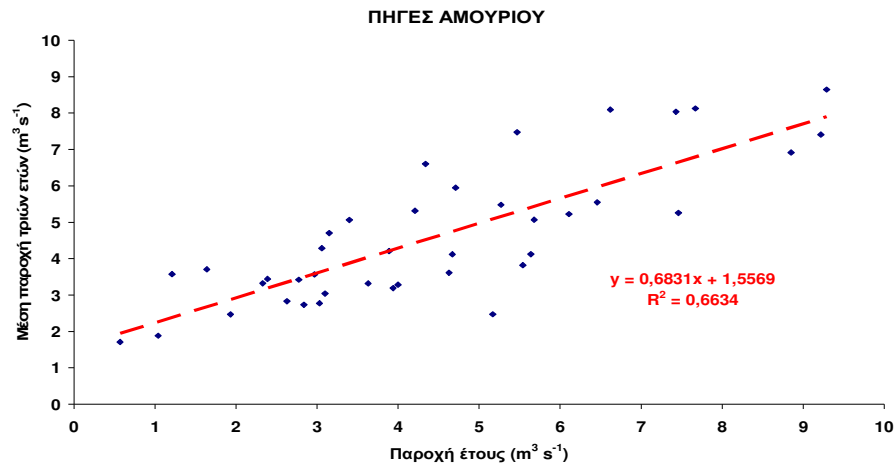


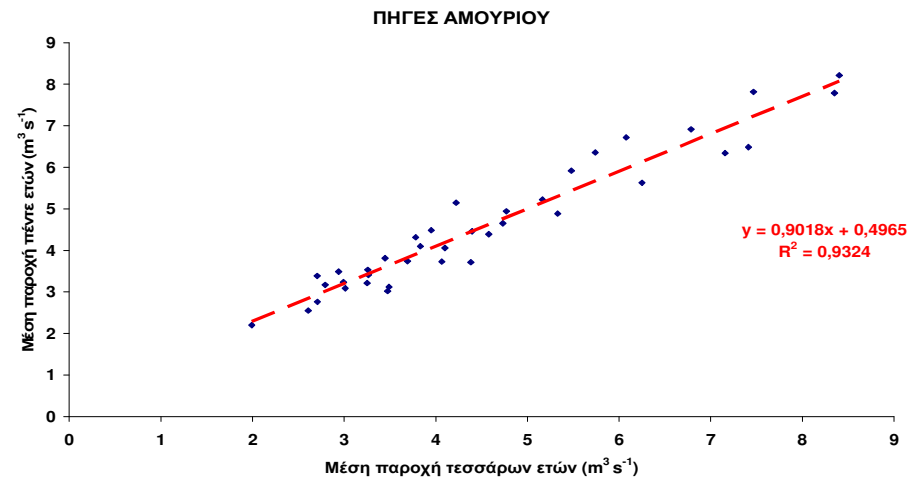
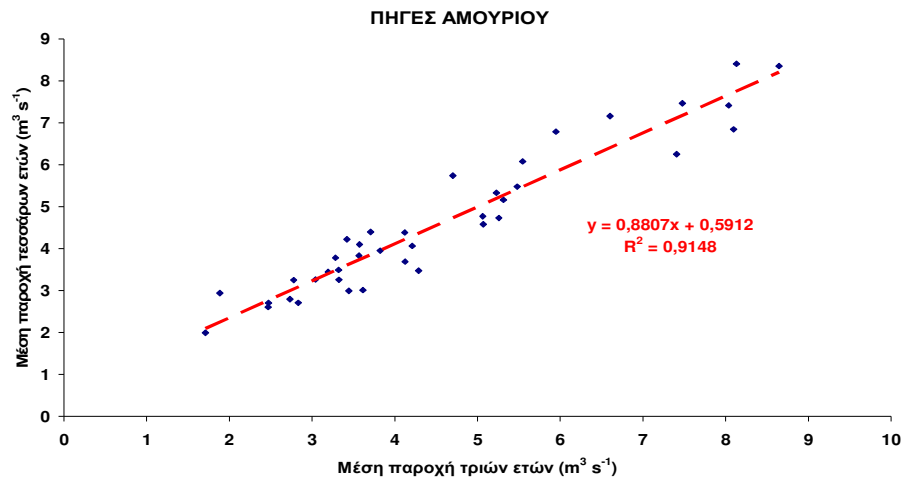




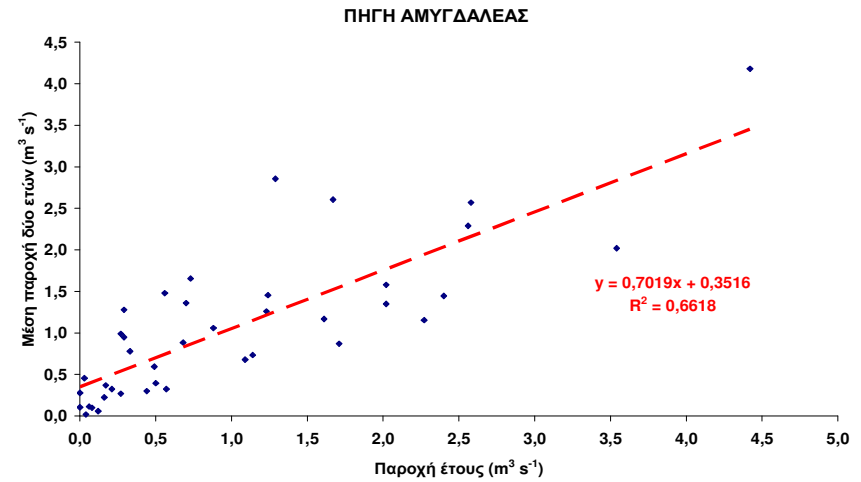
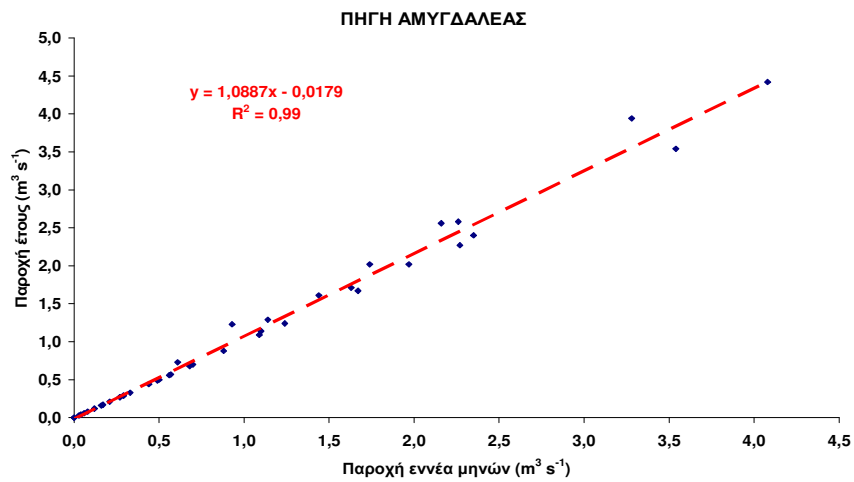
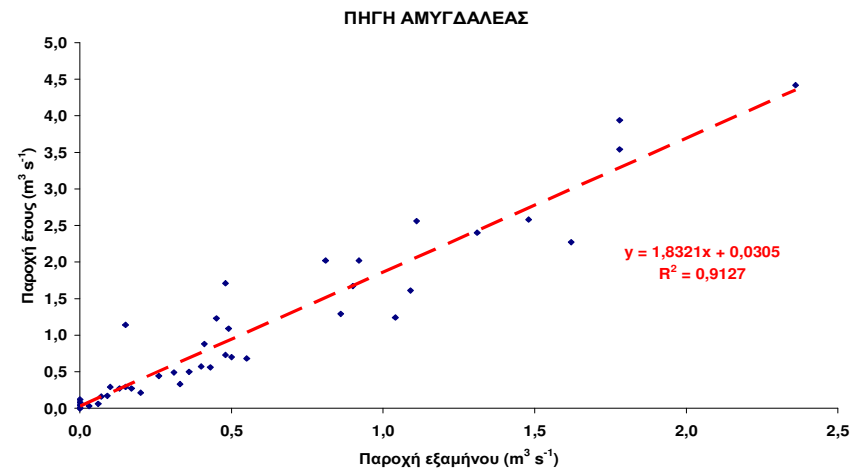
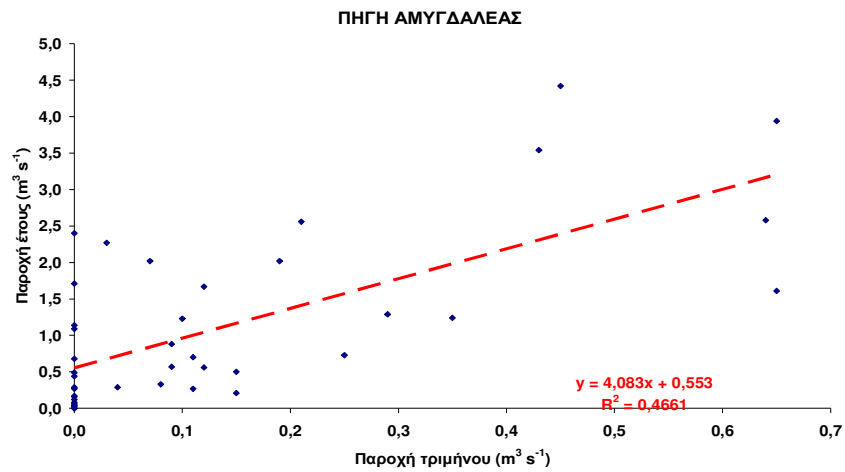
Διαγράμματα διασποράς αθροιστικής απορροής πηγής Αγ. Άννας, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις

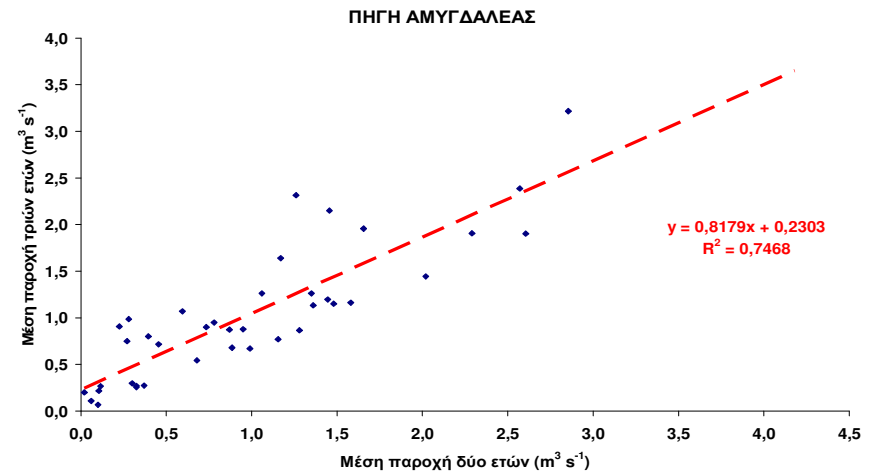
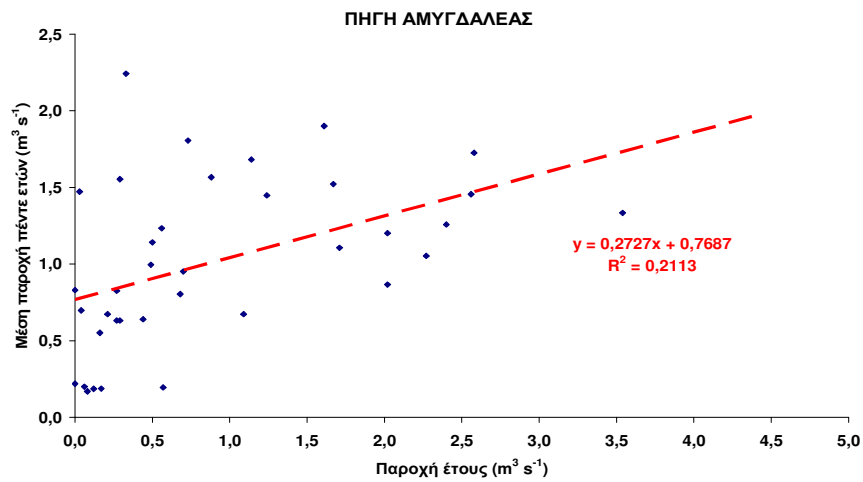
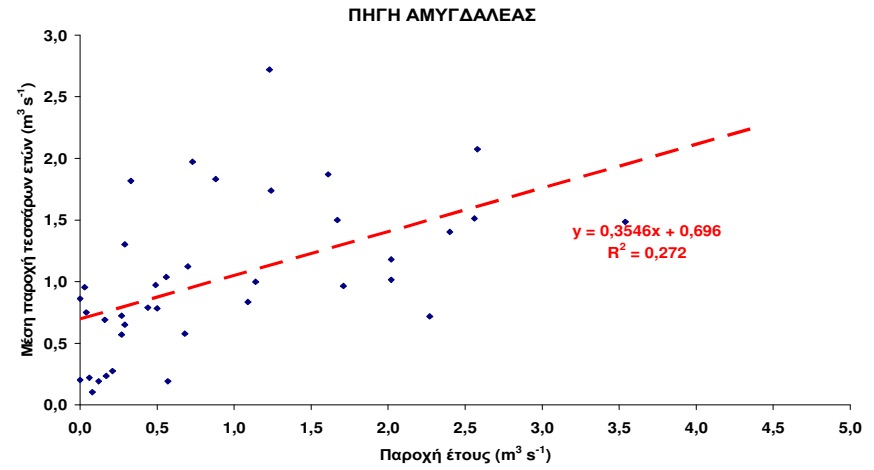
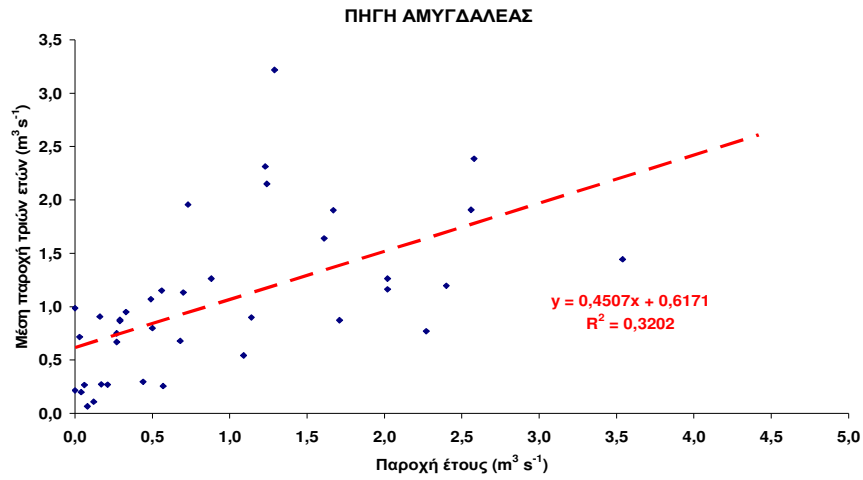


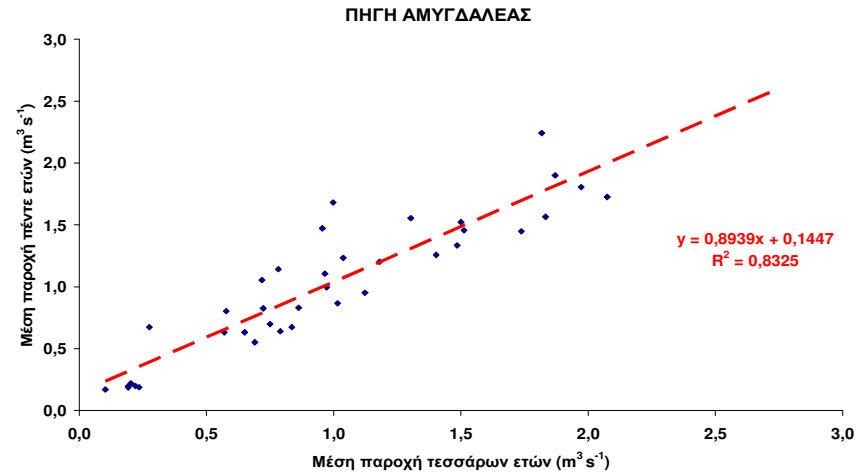
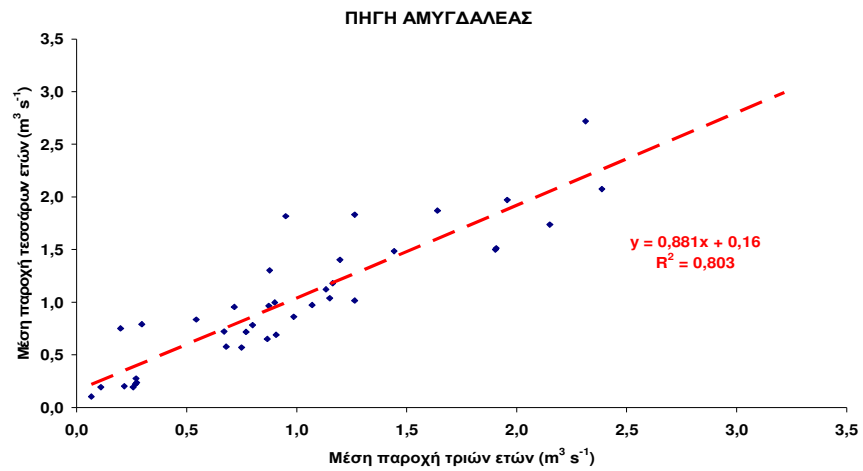




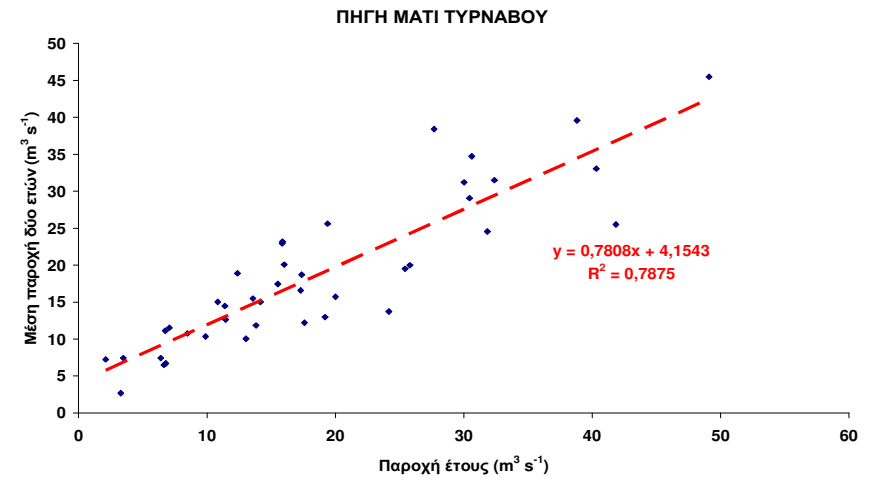
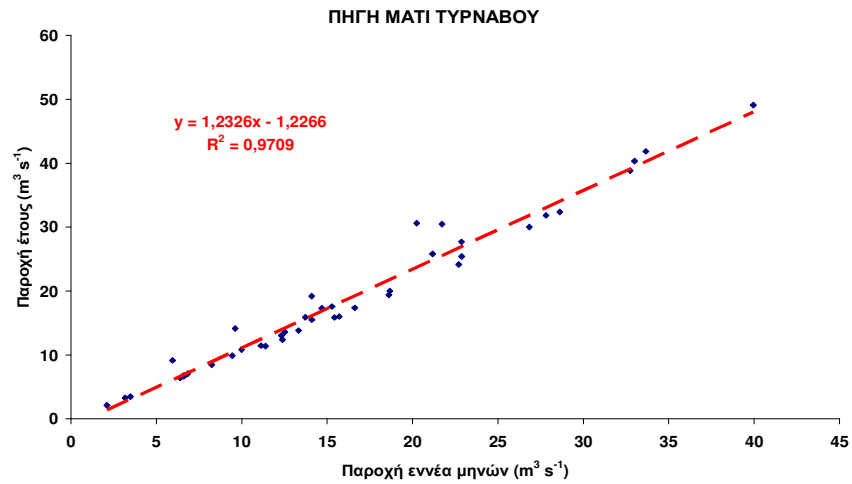
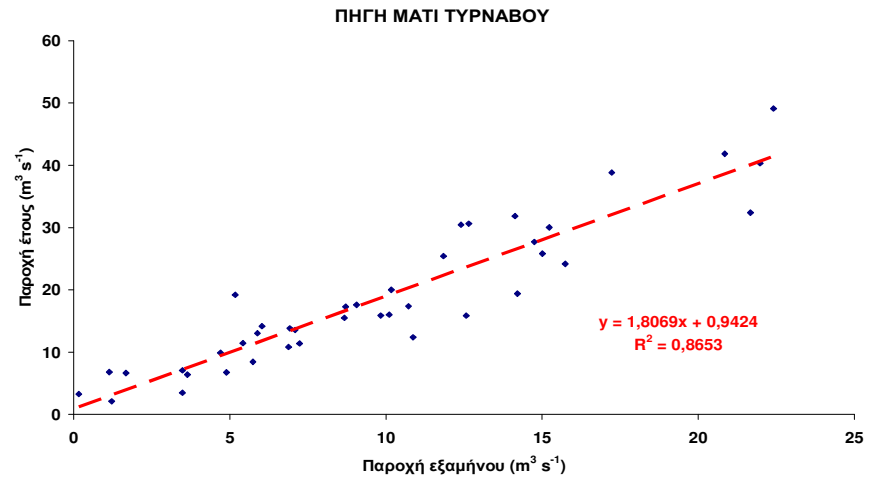
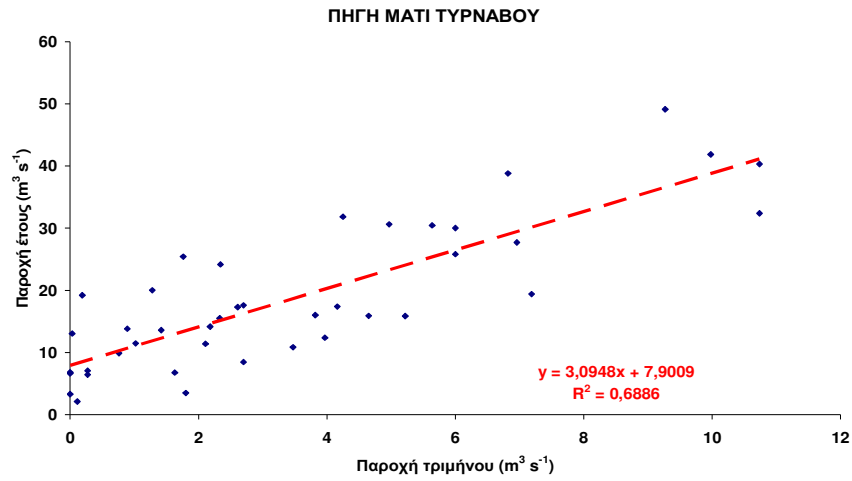
Διαγράμματα διασποράς αθροιστικής απορροής πηγών Αμουρίου, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις

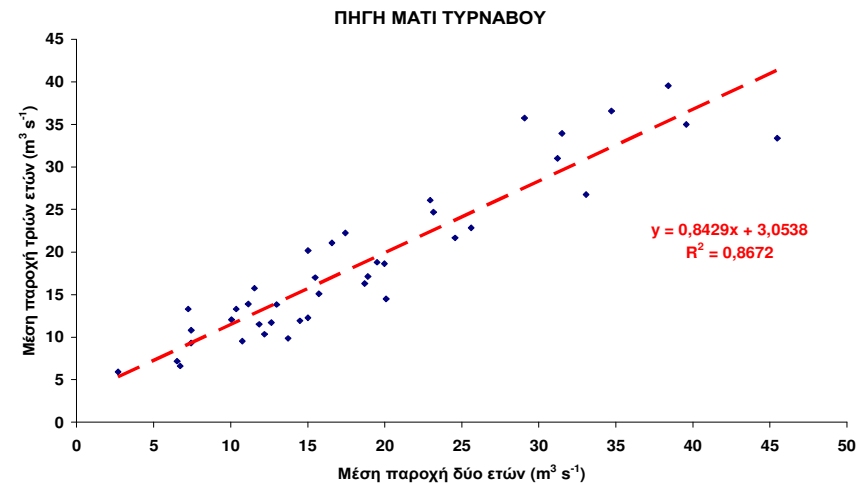
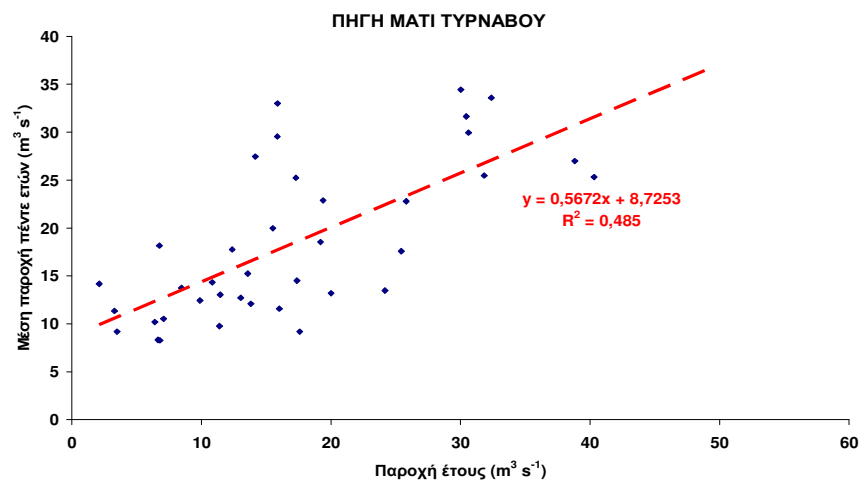
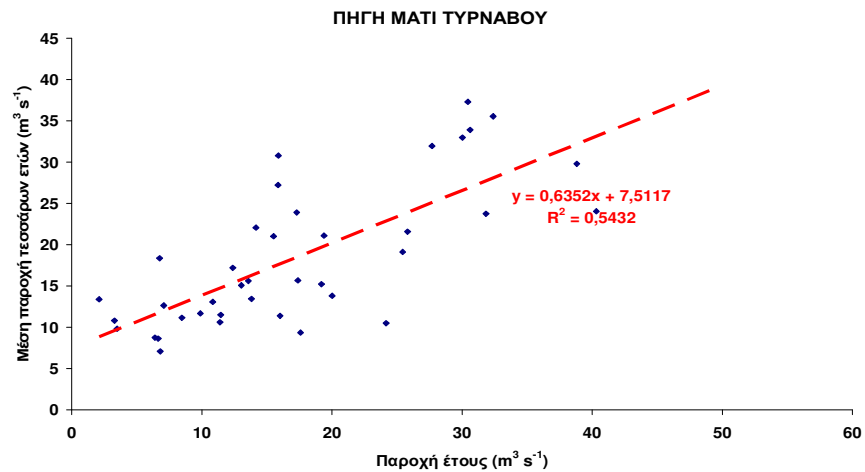
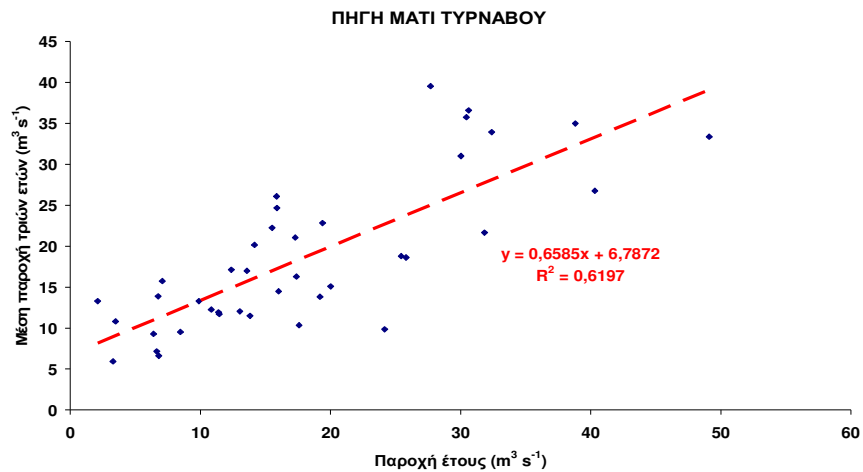


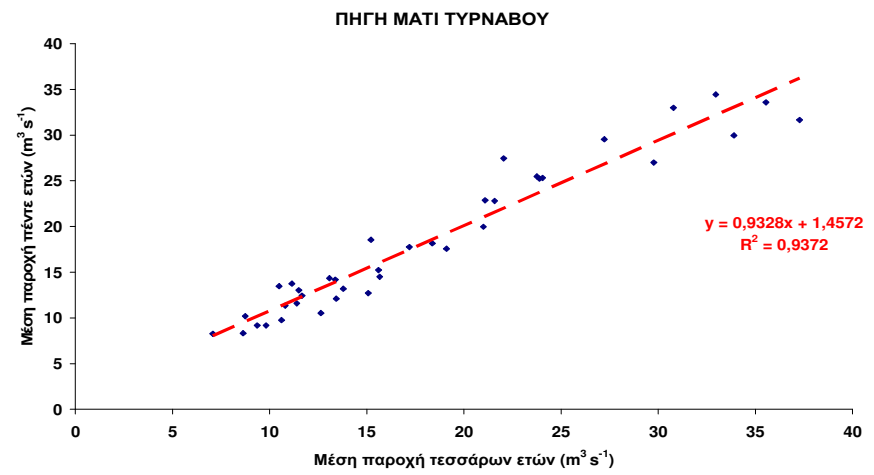
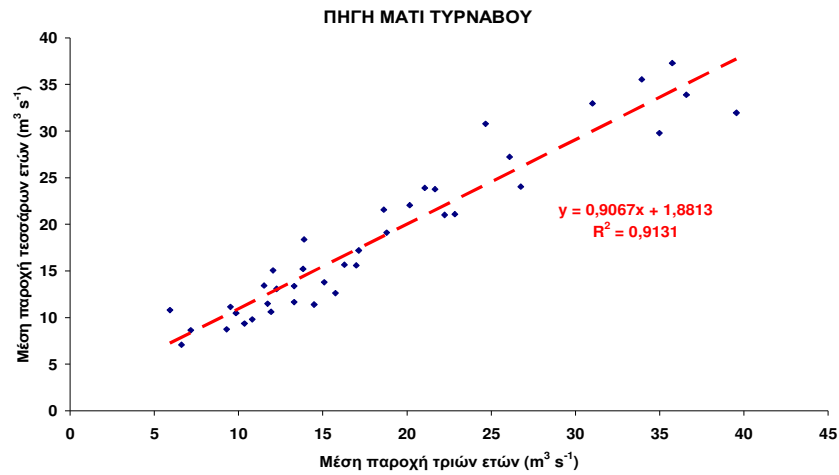




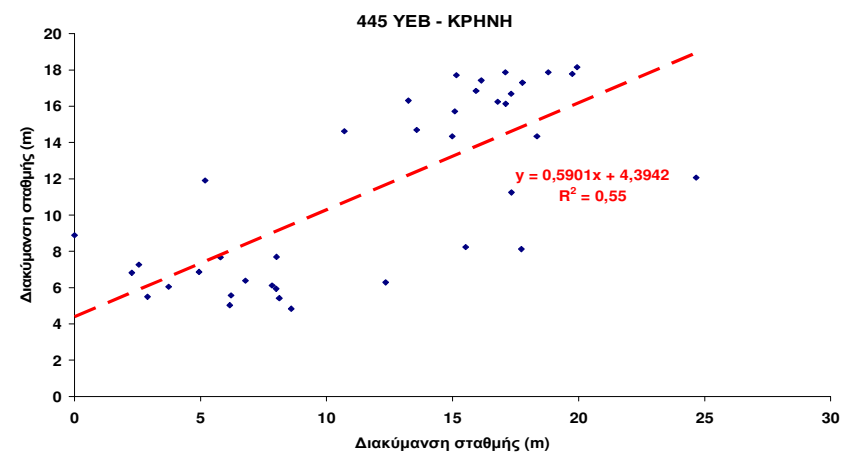
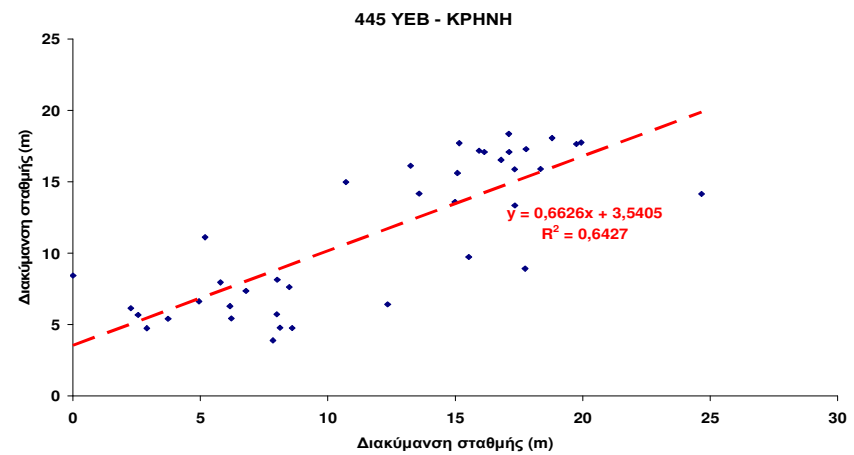
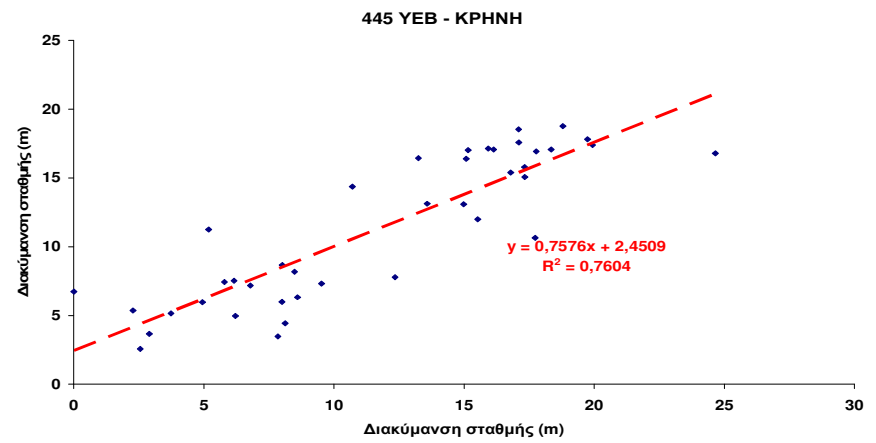
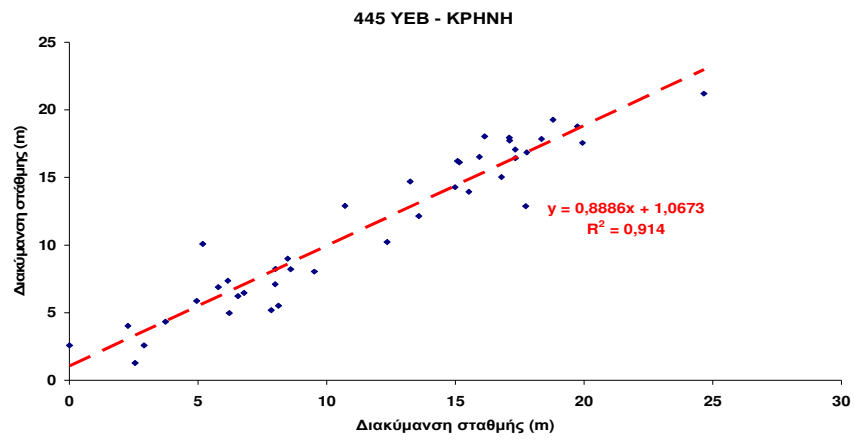
Διαγράμματα διασποράς αθροιστικής απορροής πηγής Αμυγδαλέας, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις

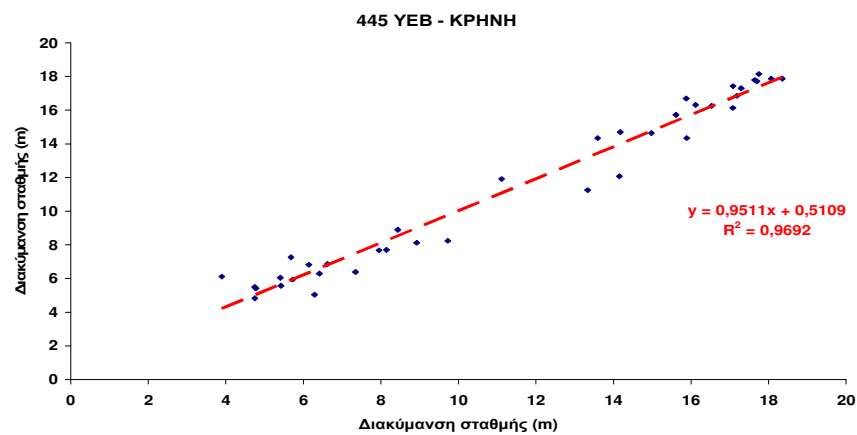
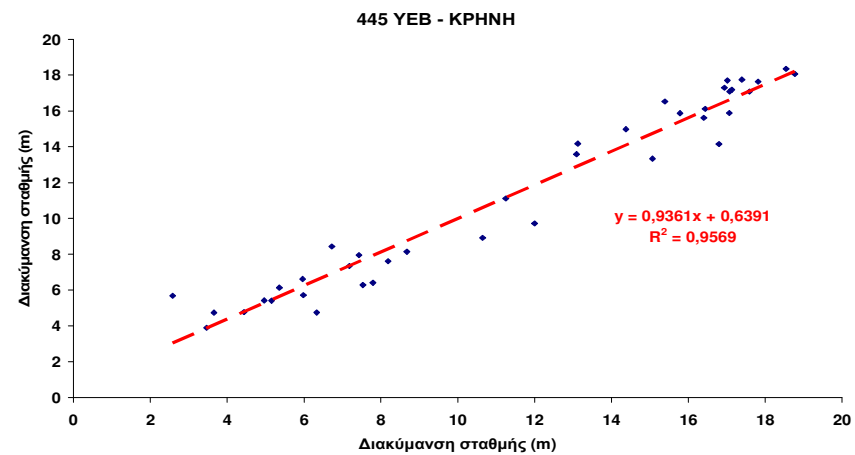
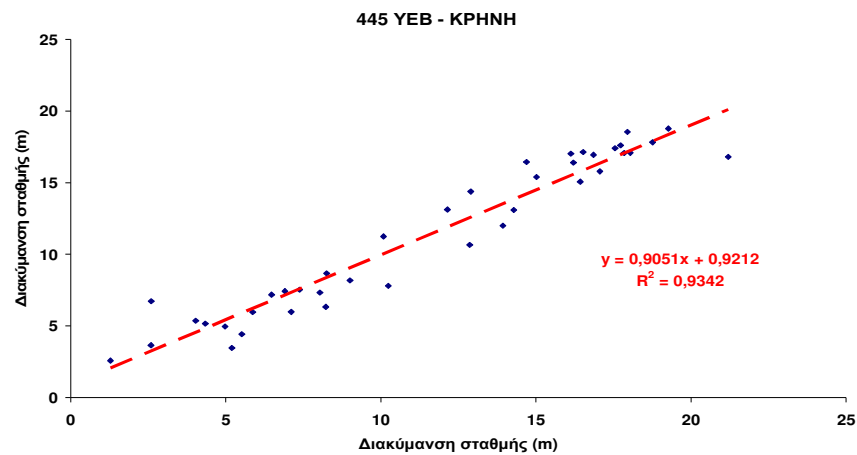




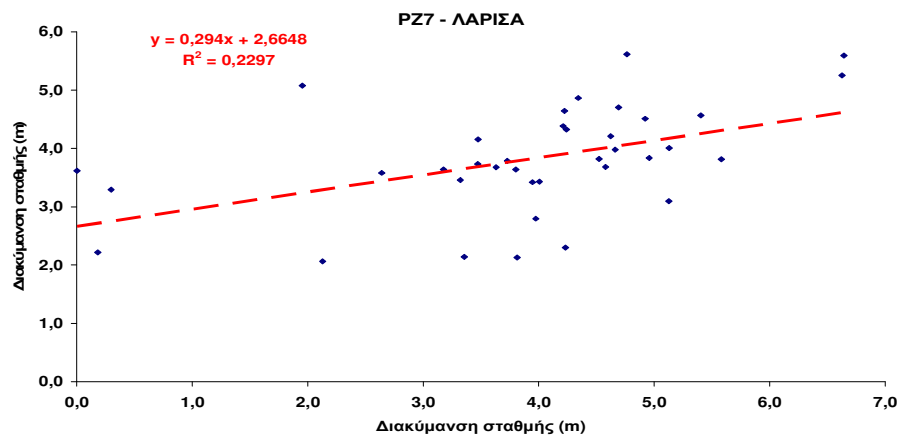
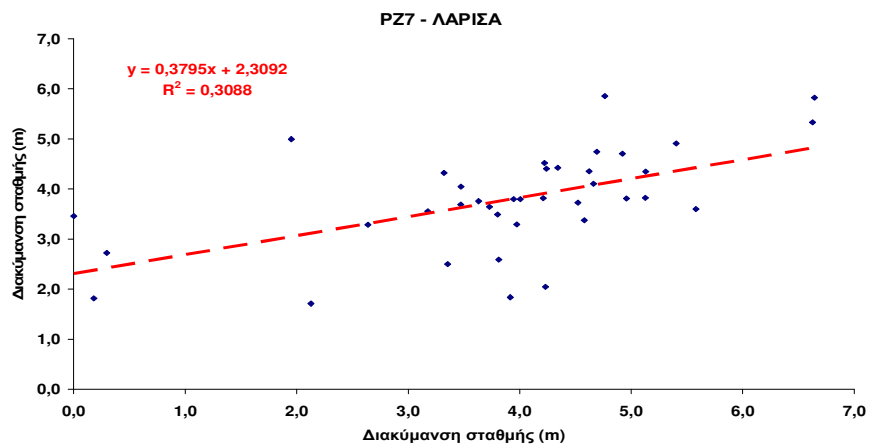
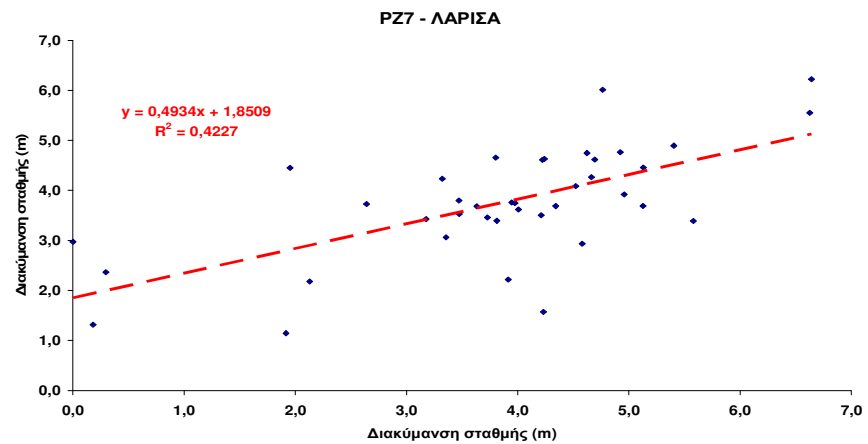
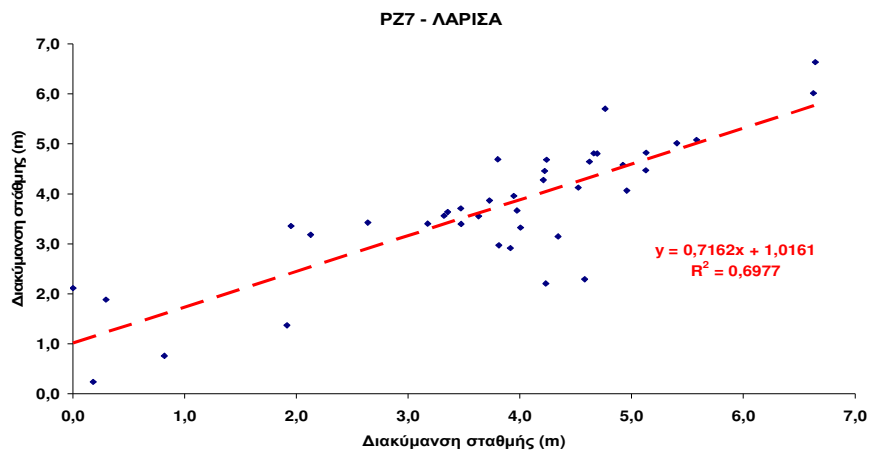


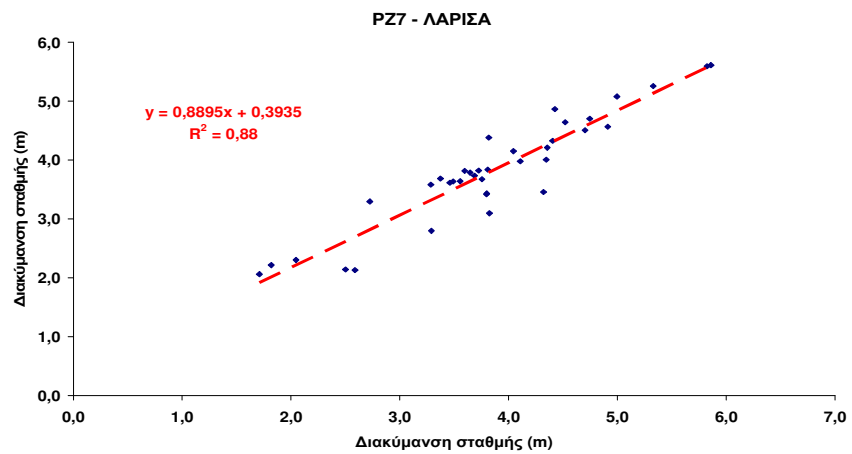
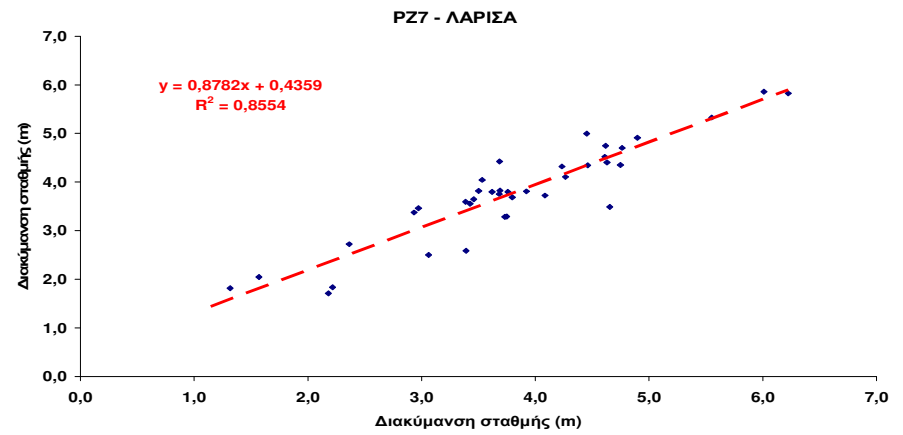
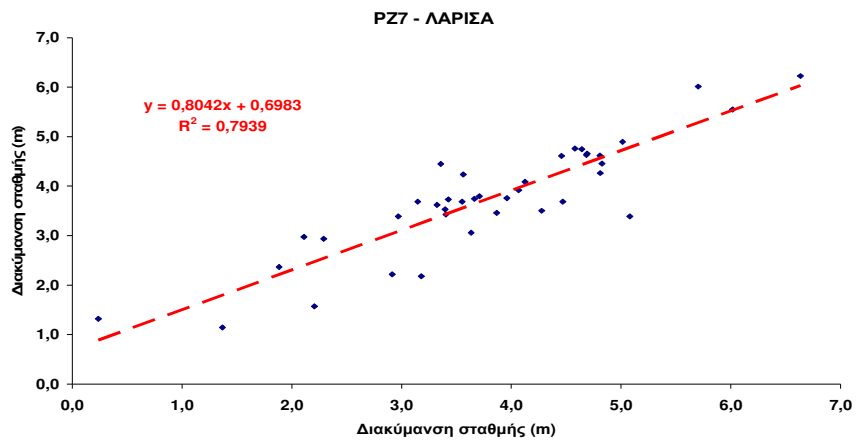
Διαγράμματα διασποράς αθροιστικής απορροής πηγής Μάτι Τυρνάβου, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις



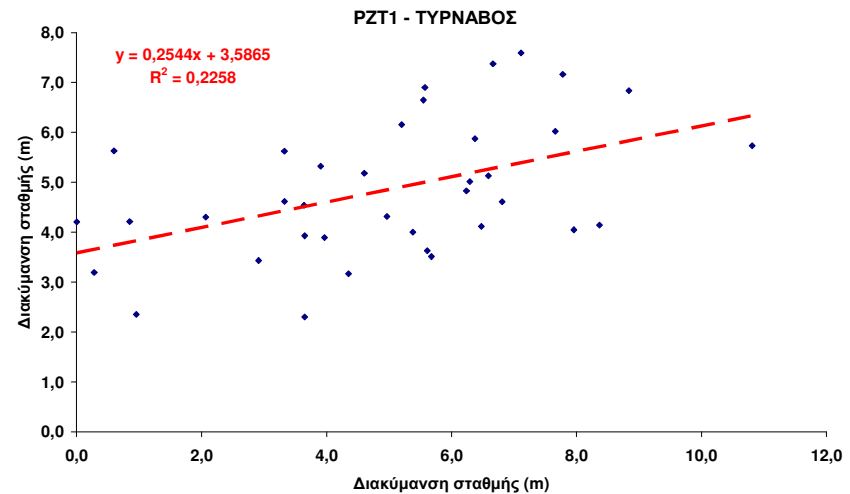
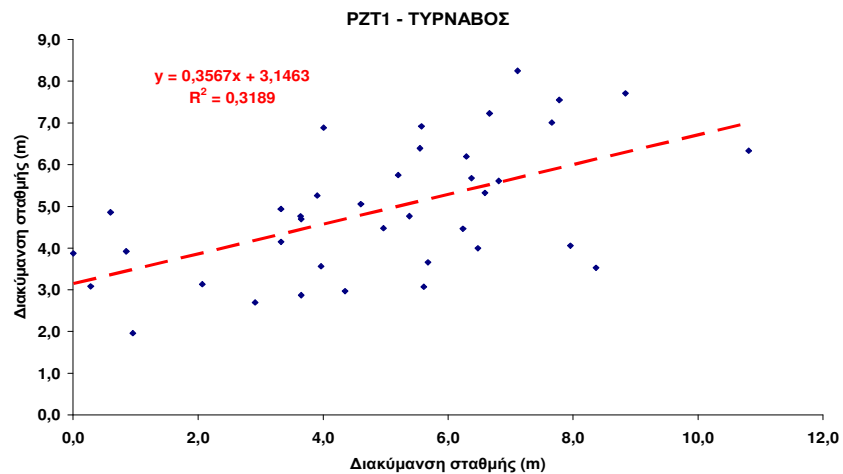
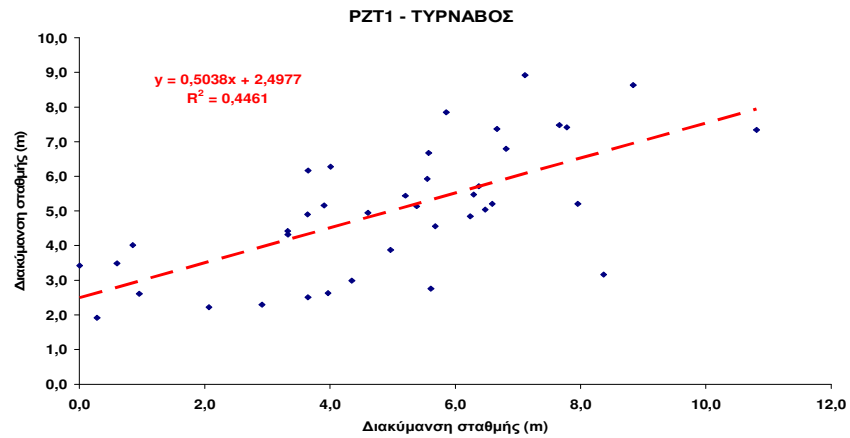
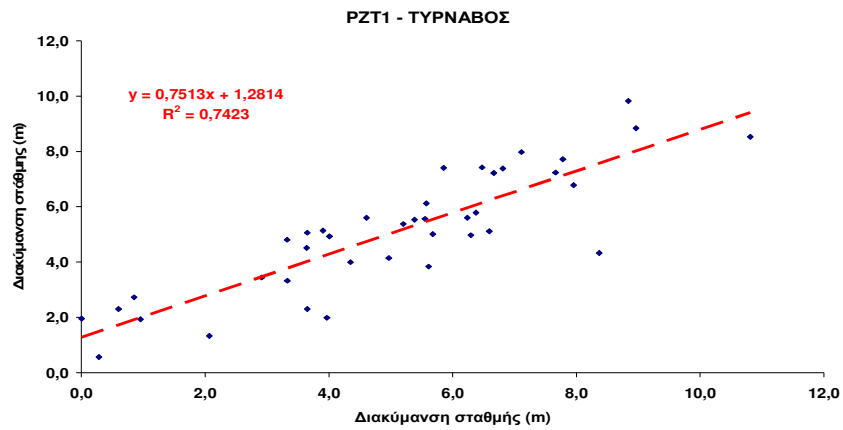


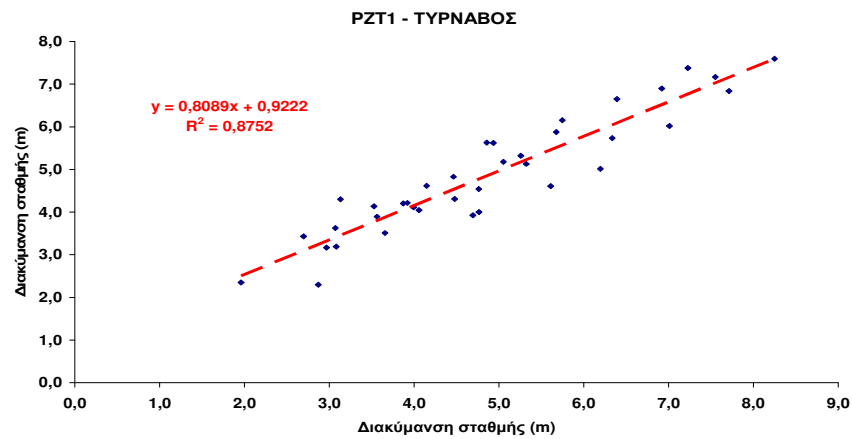
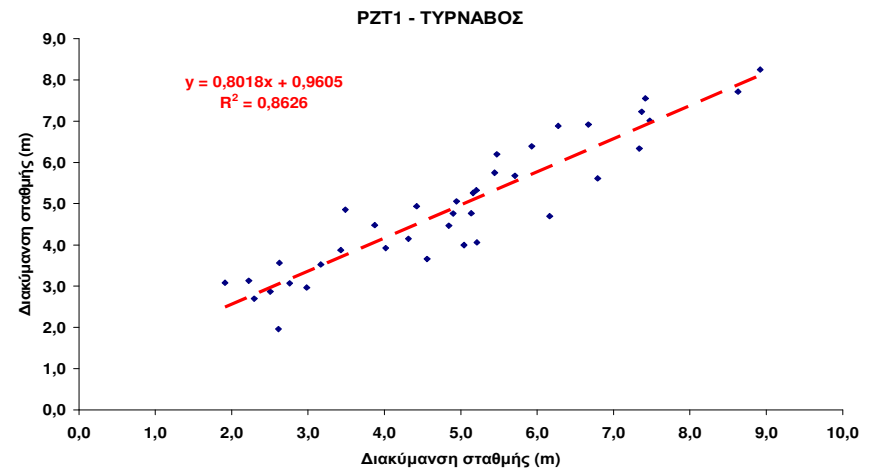
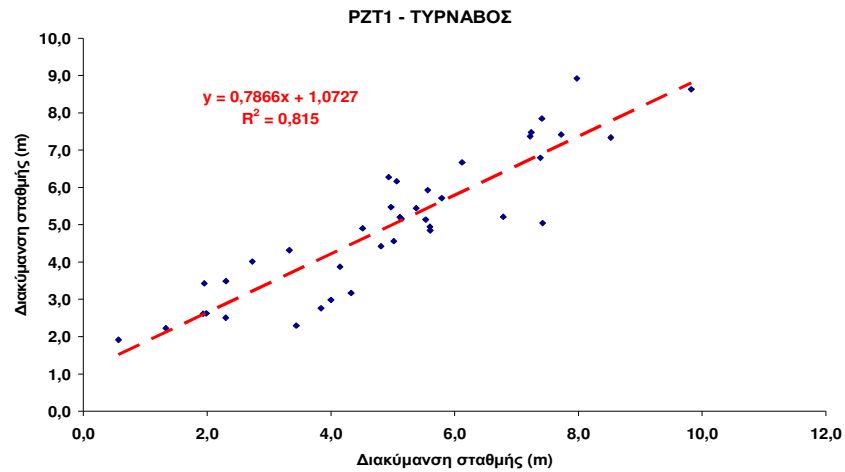
Διαγράμματα διασποράς αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης 445YEB - Κρήνη, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις



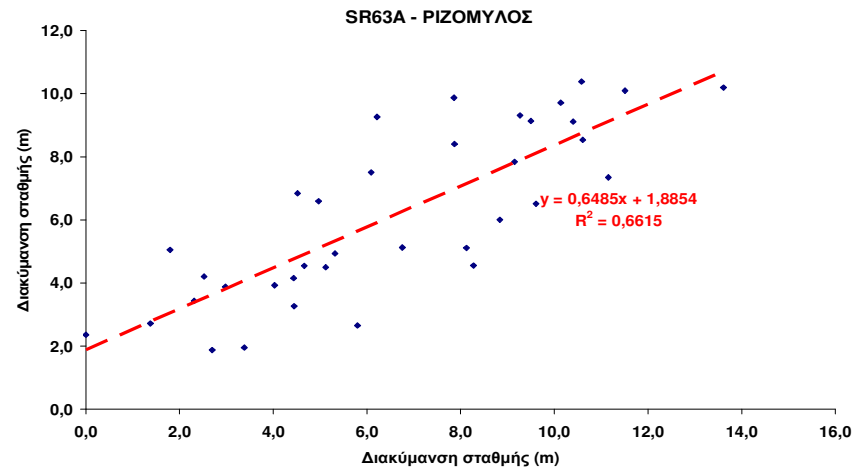
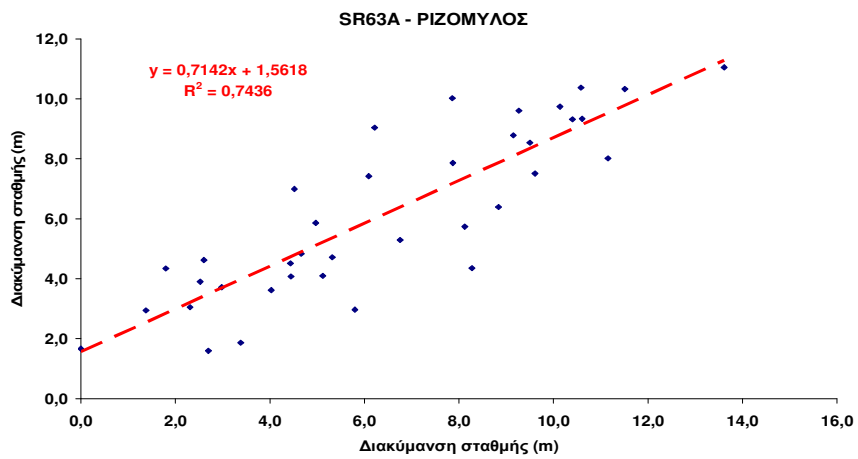
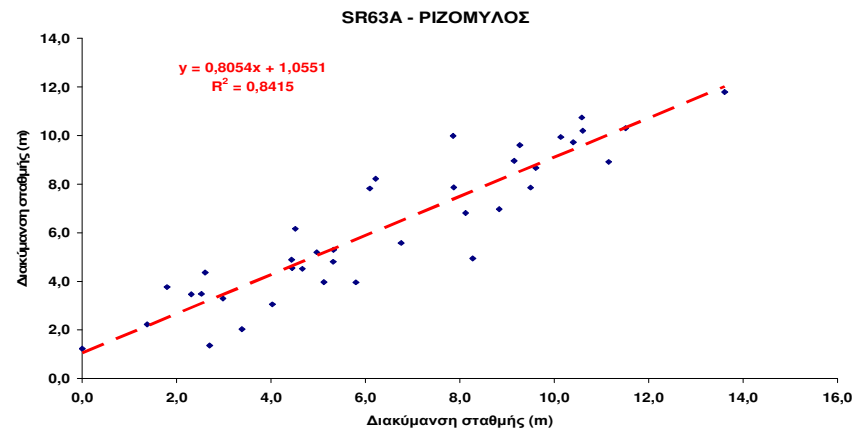
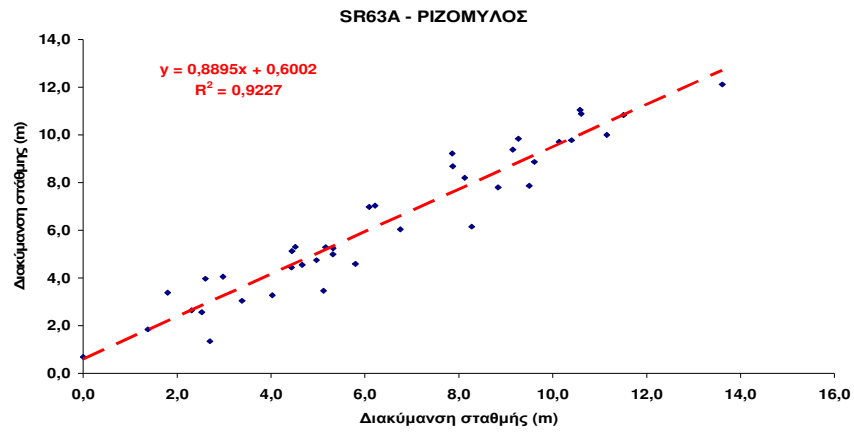


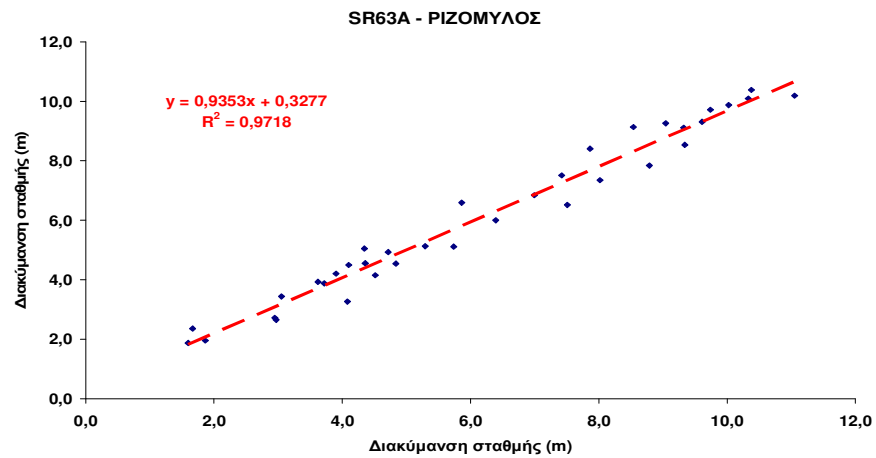
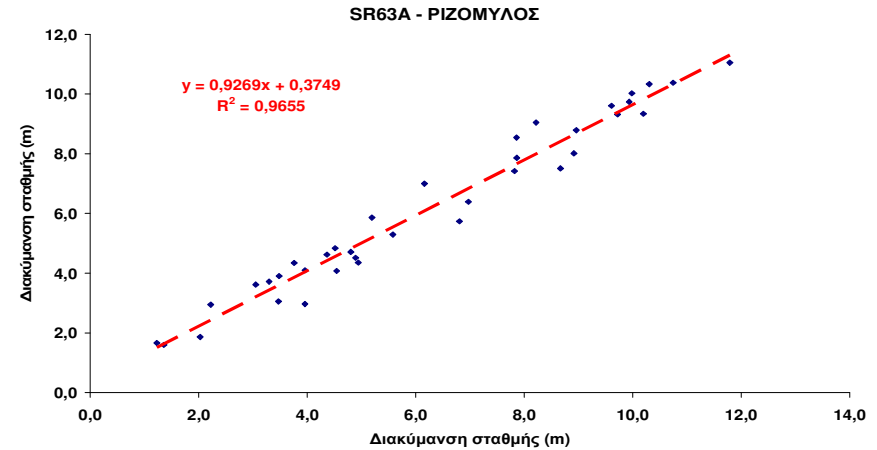
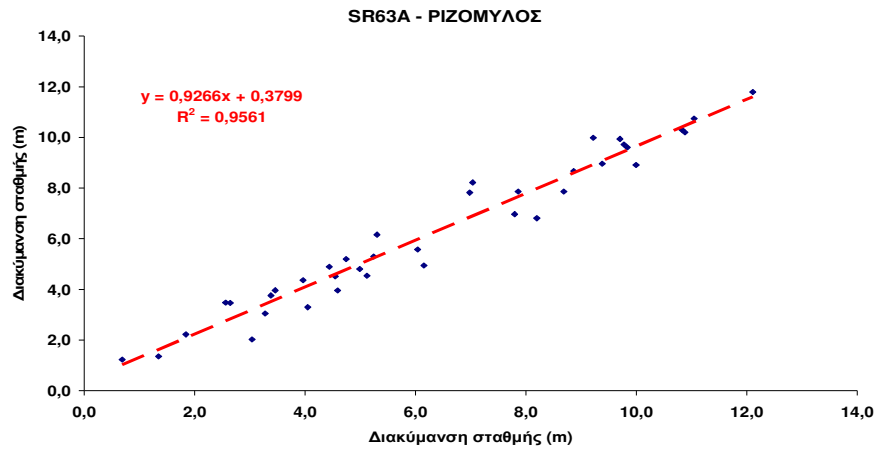
Διαγράμματα διασποράς αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης PZ7 - Λάρισα, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις



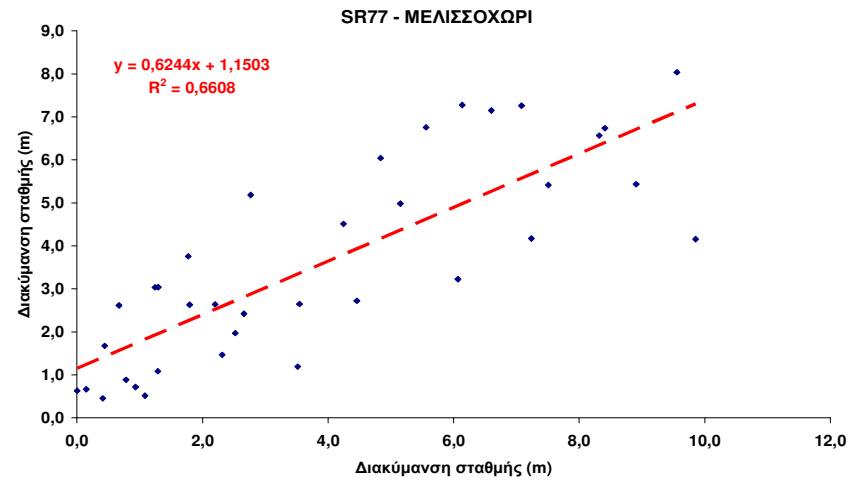
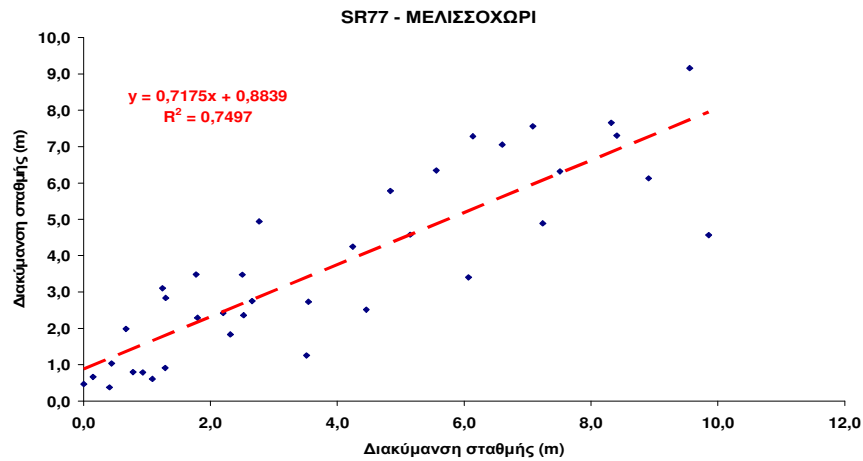
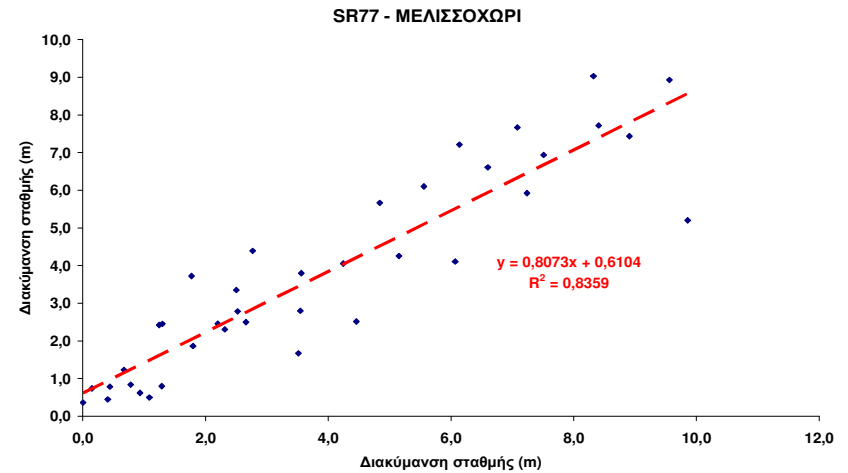
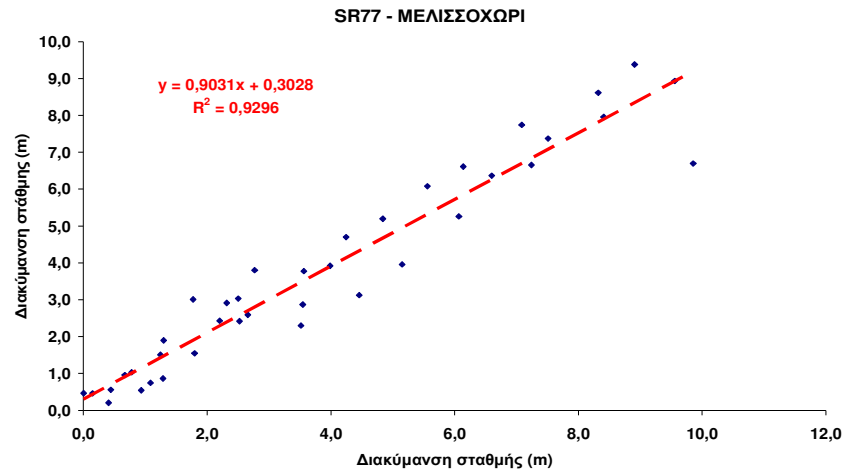


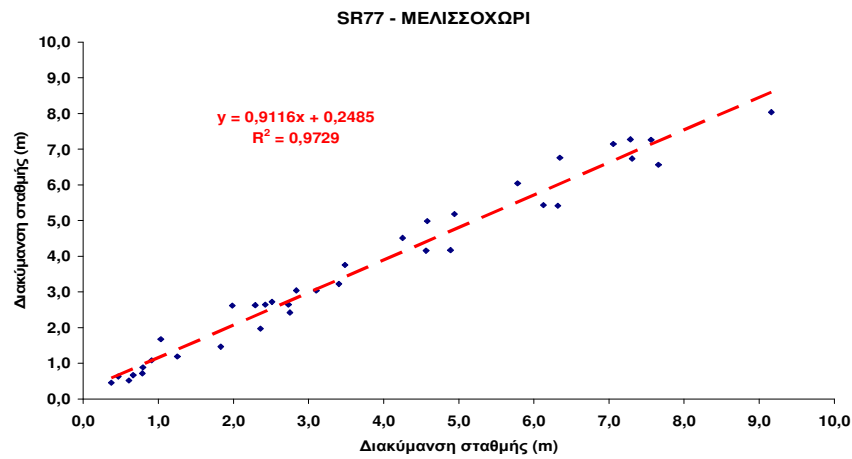
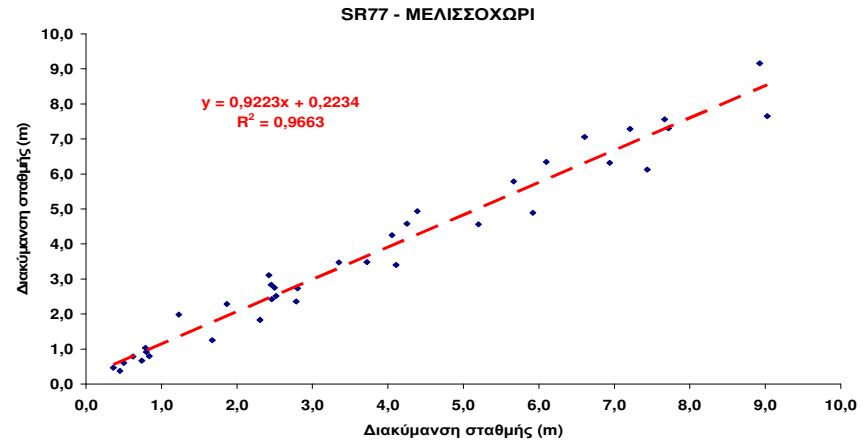
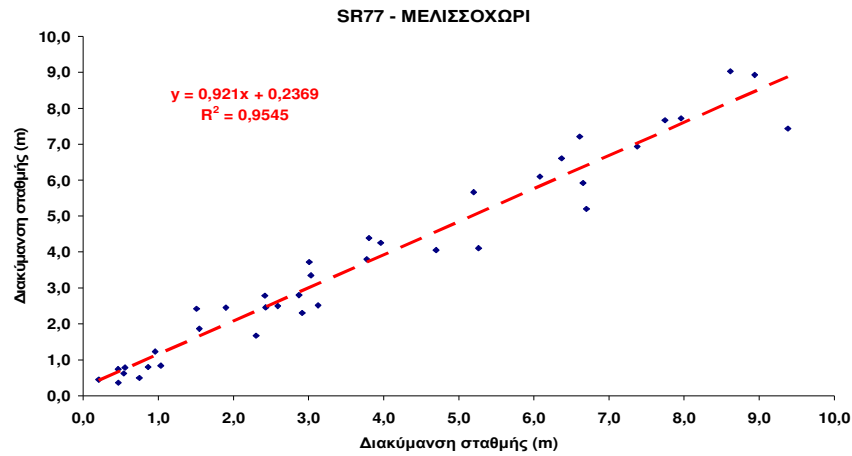
Διαγράμματα διασποράς αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης PZT1 - Τύρναβος, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις



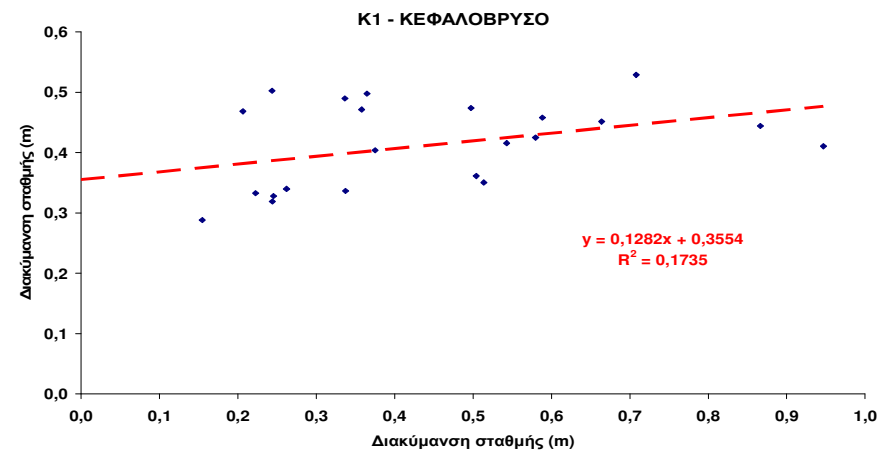
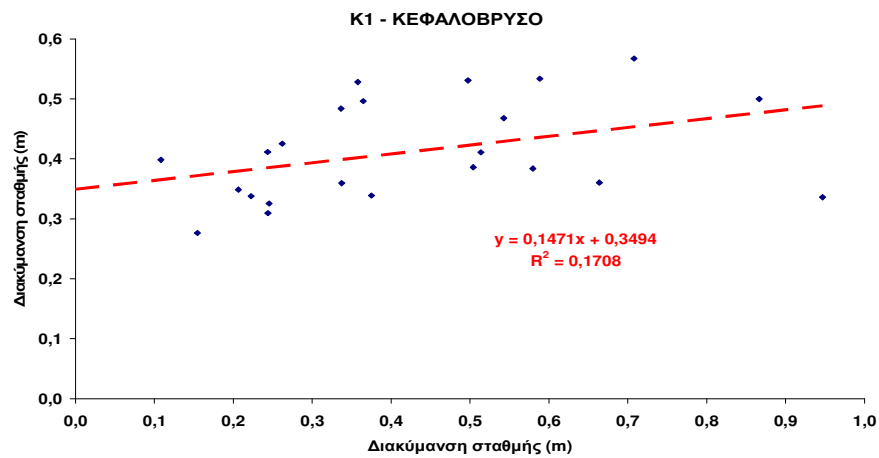
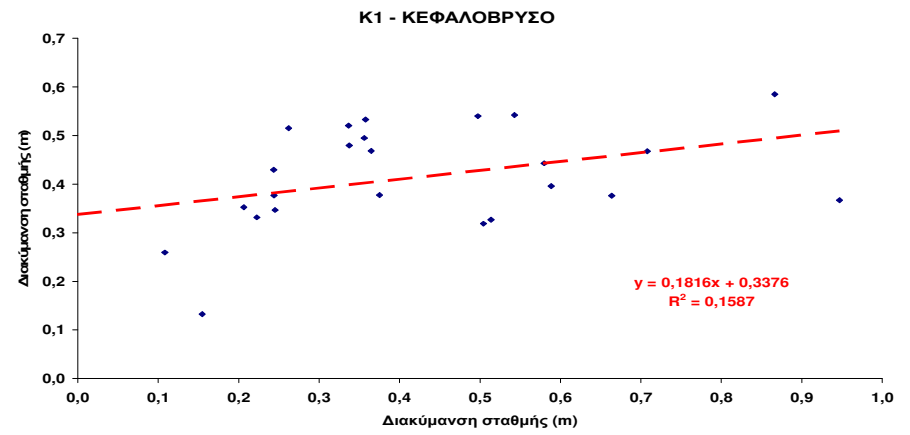
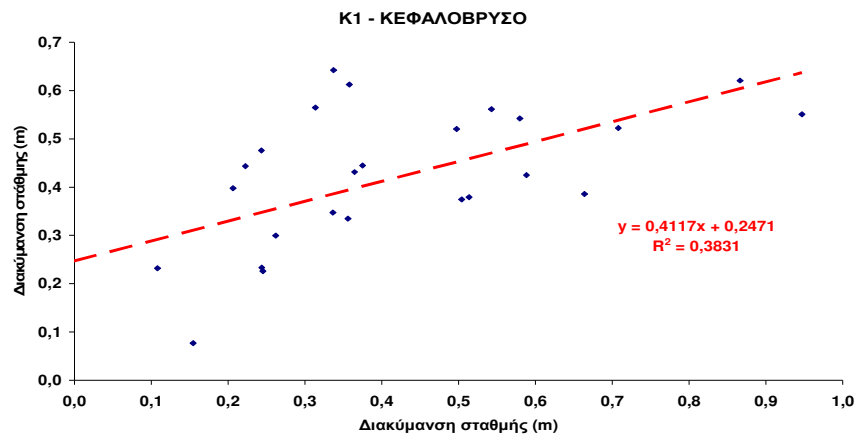


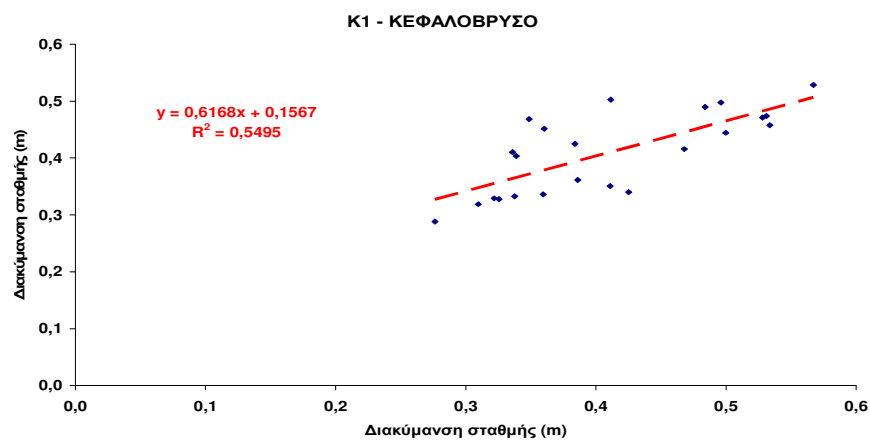
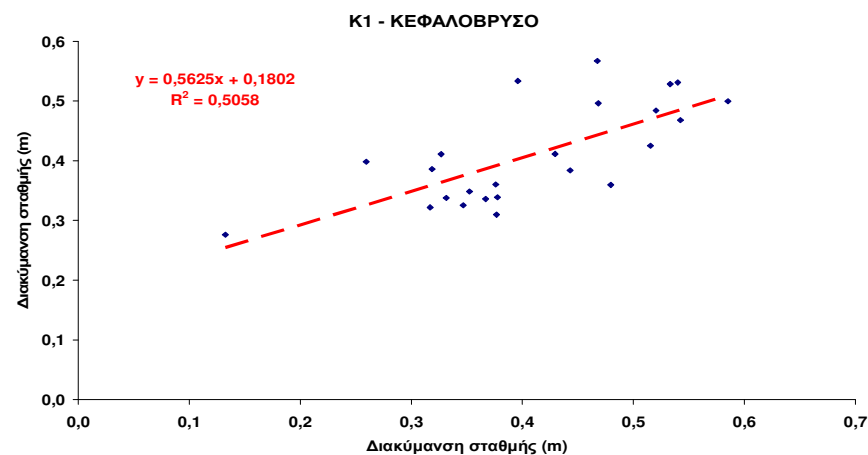
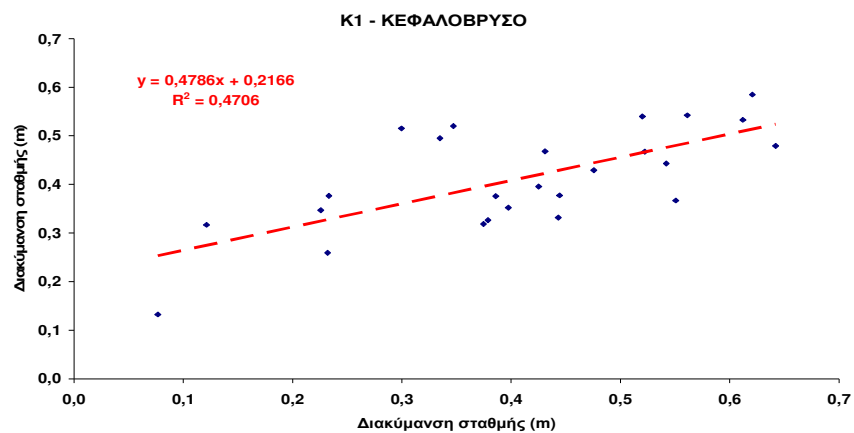
Διαγράμματα διασποράς αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης SR63A - Ριζόμυλος, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις



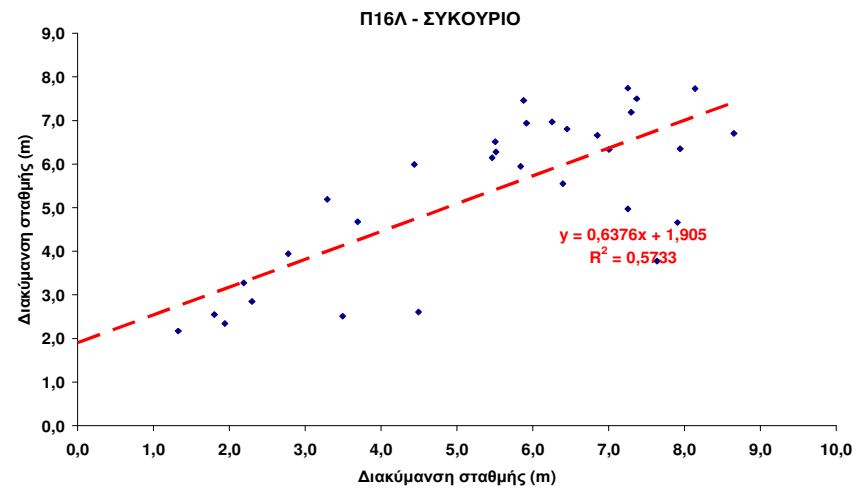
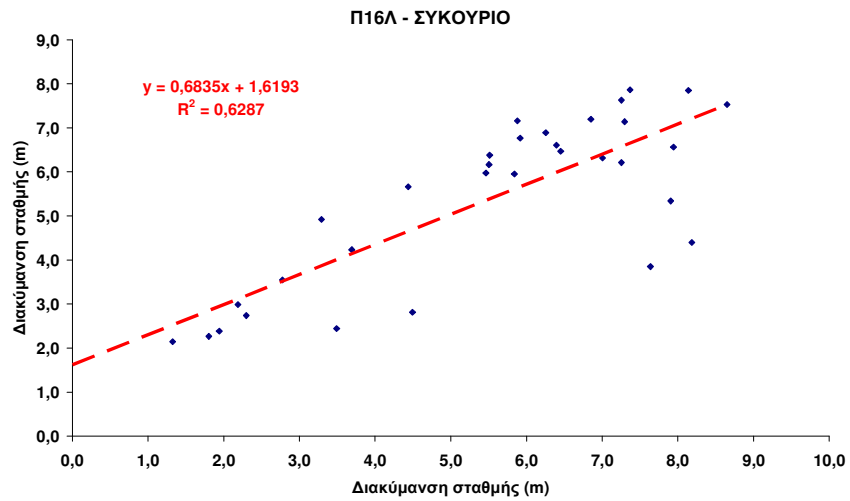
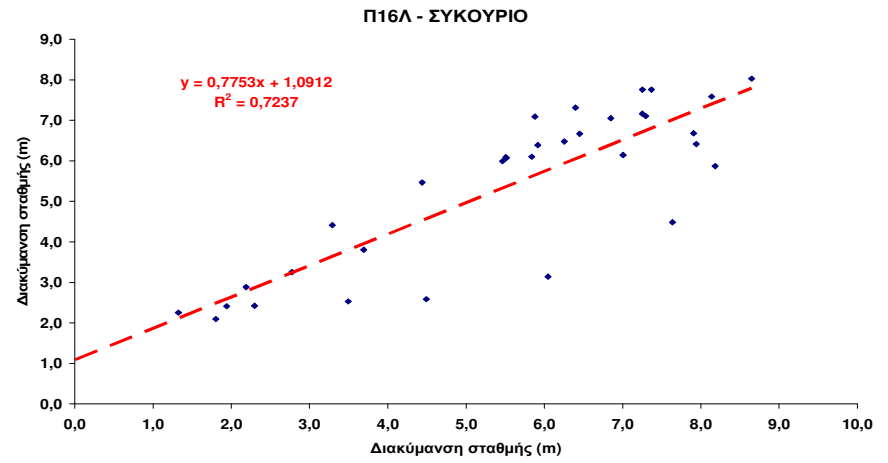
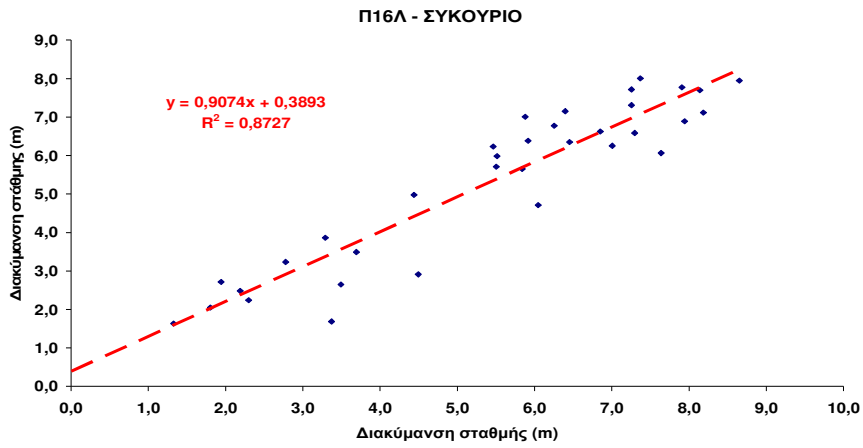


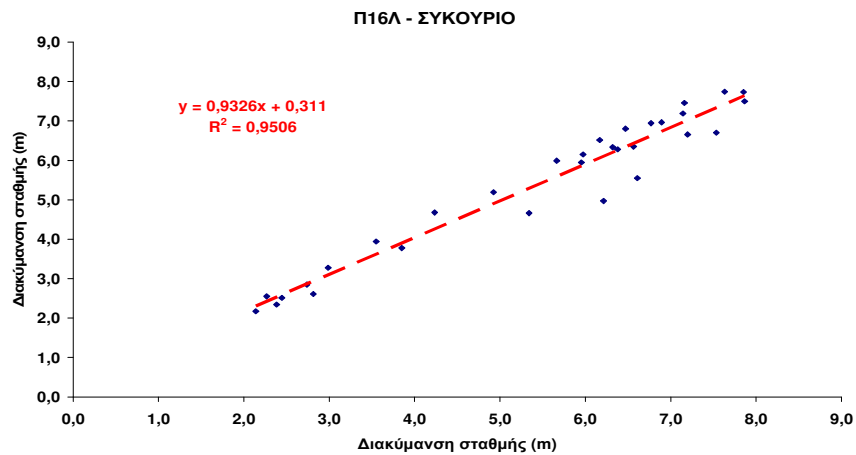
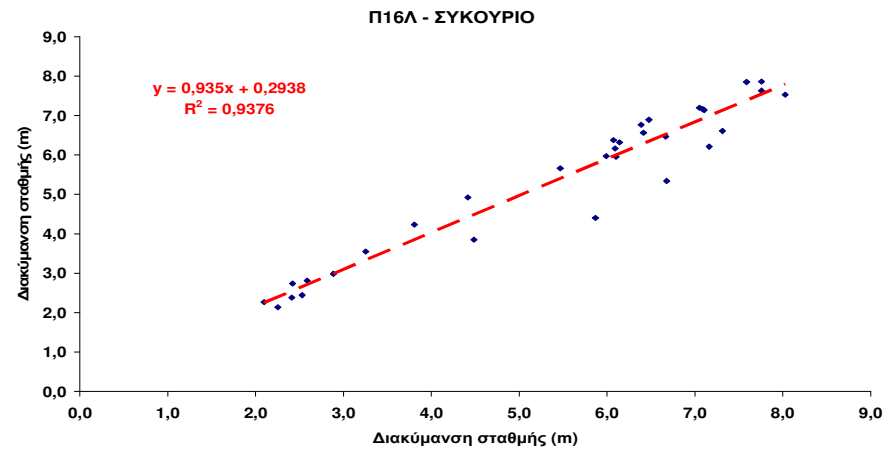
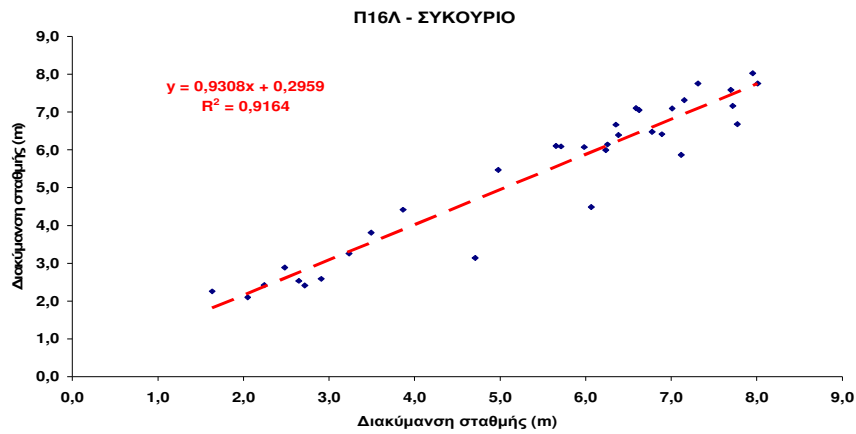
Διαγράμματα διασποράς αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης SR77 - Μελισσοχώρι, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις



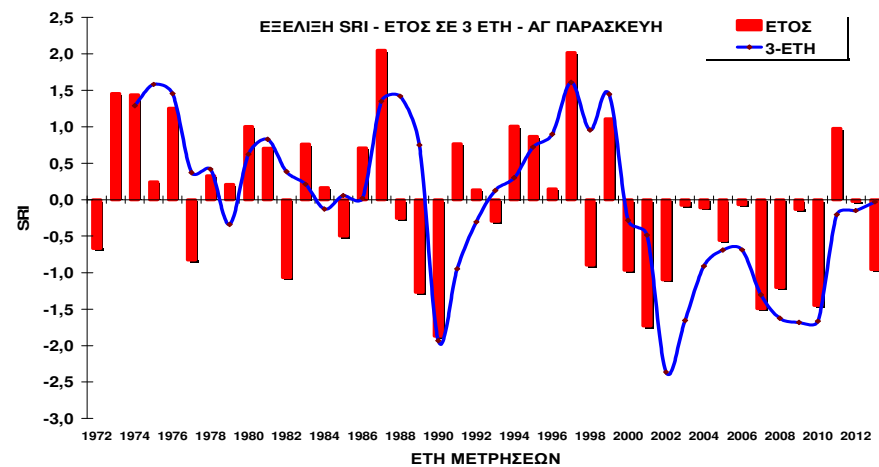
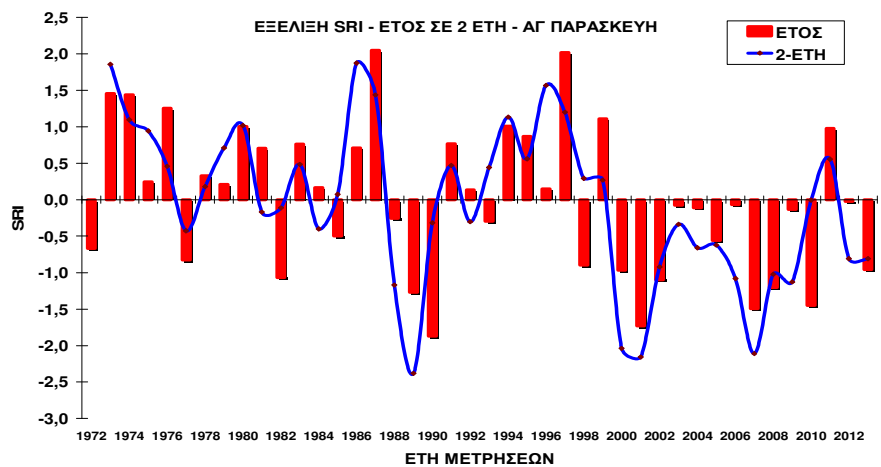
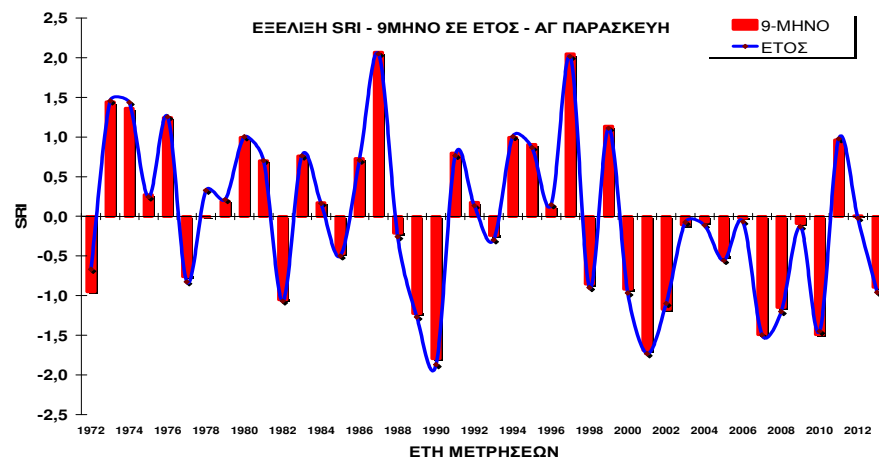
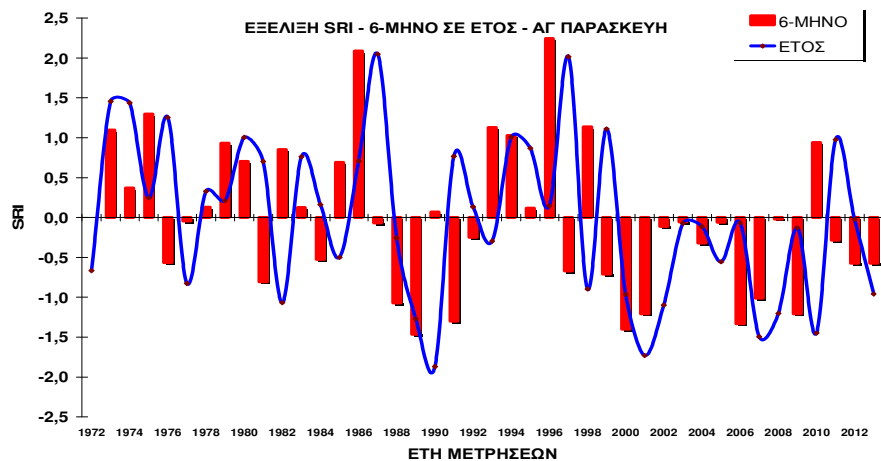


Διαγράμματα διασποράς αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης K1 - Κεφαλόβρυσο, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις

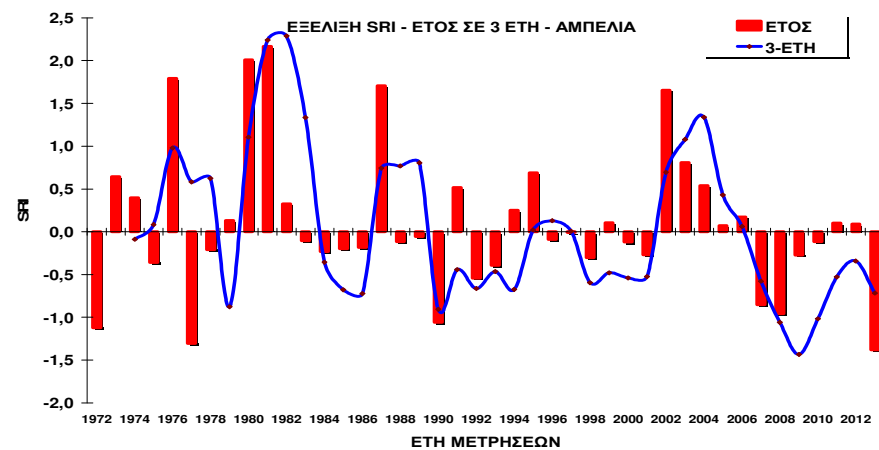
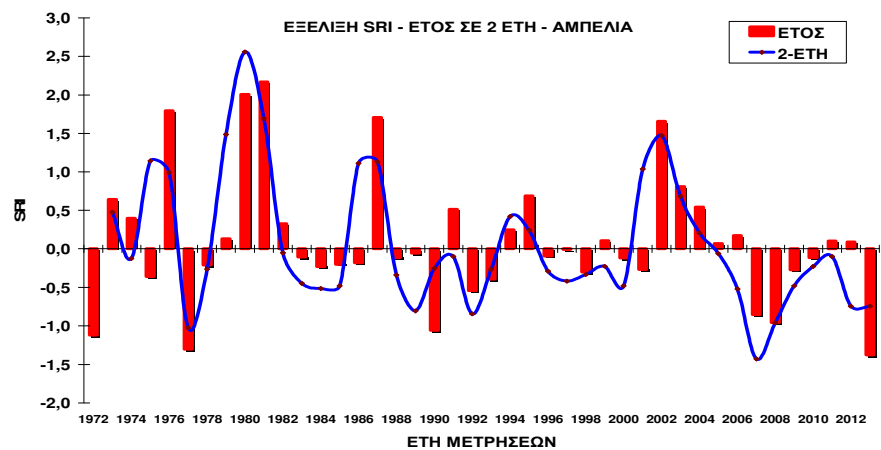
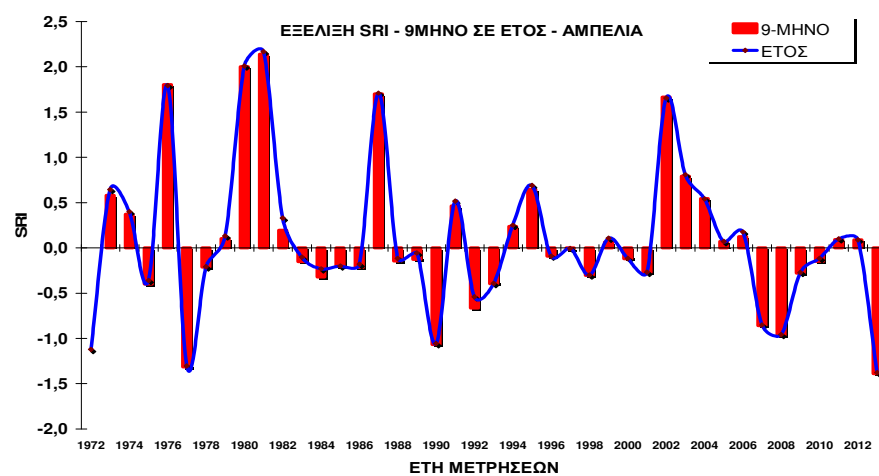
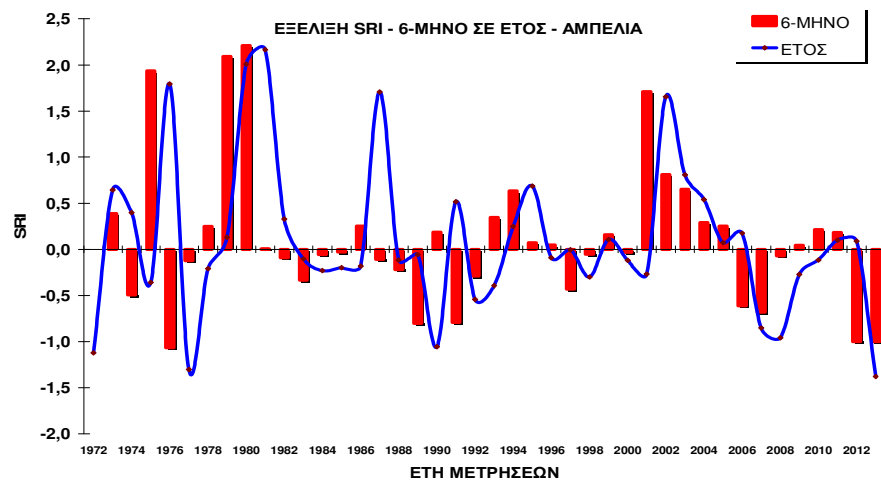




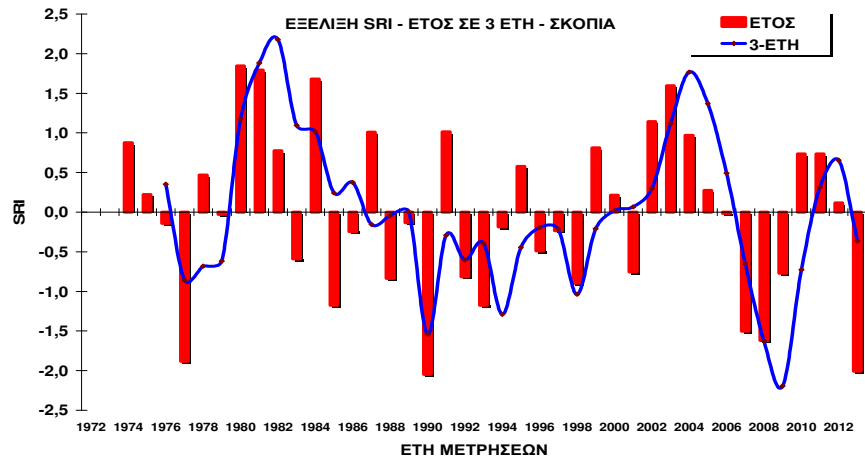
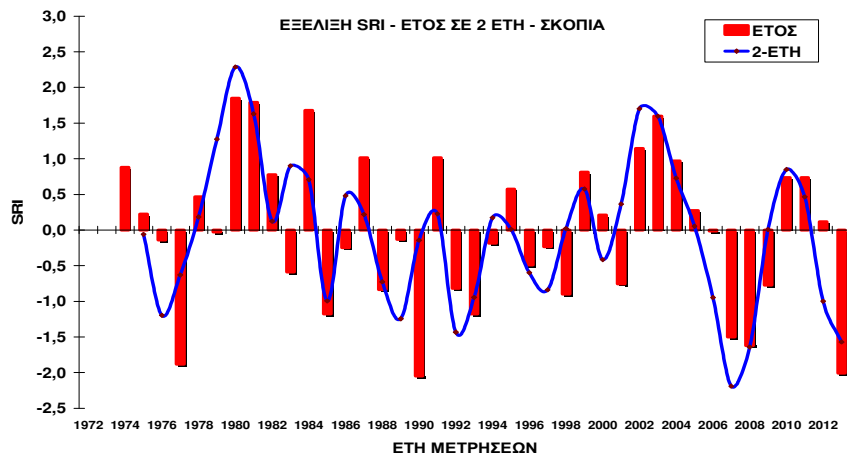
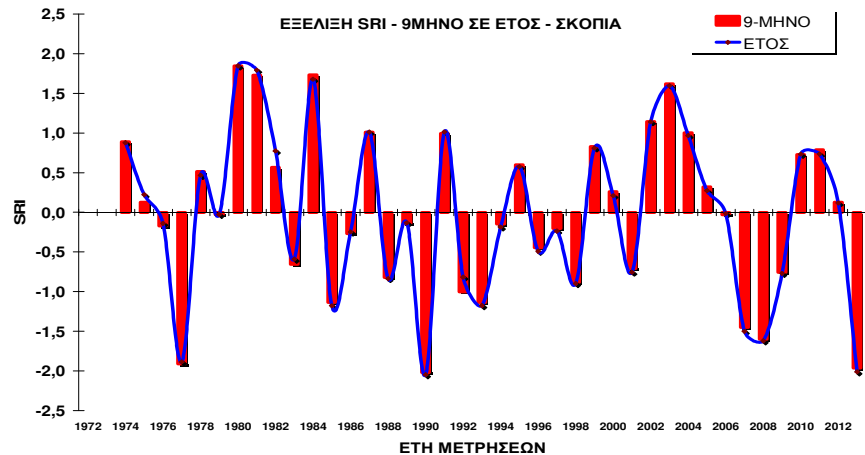
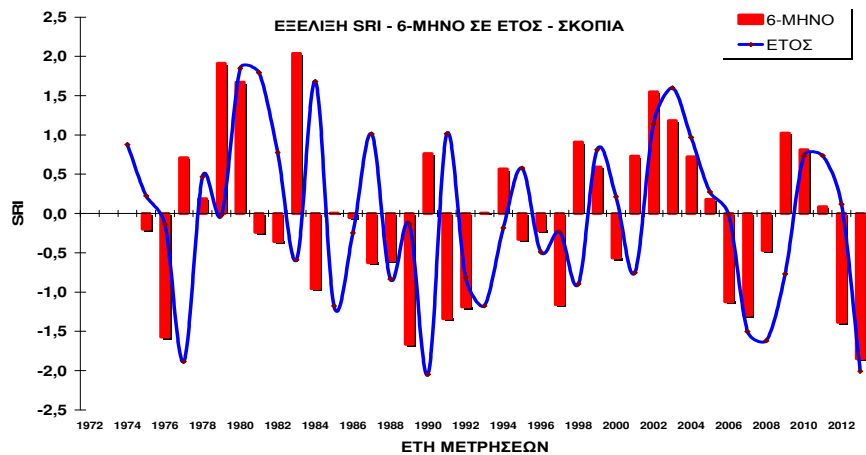
Διαγράμματα διασποράς αθροιστικής διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης Π16Λ - Συκούριο, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις



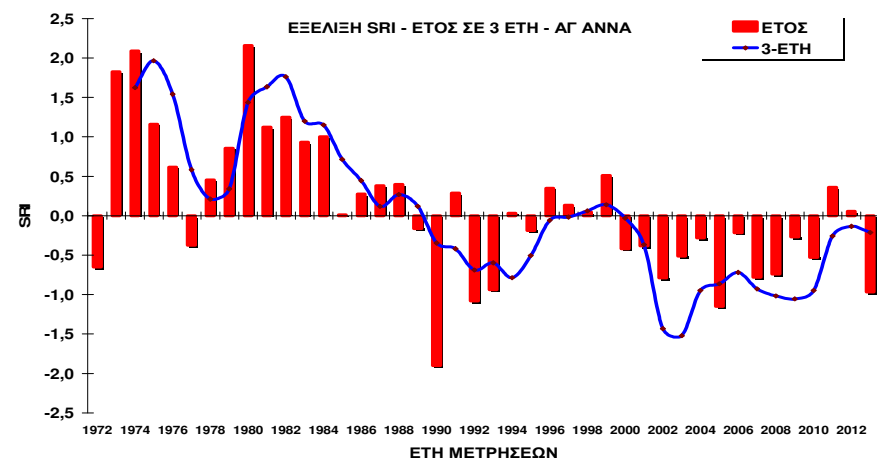
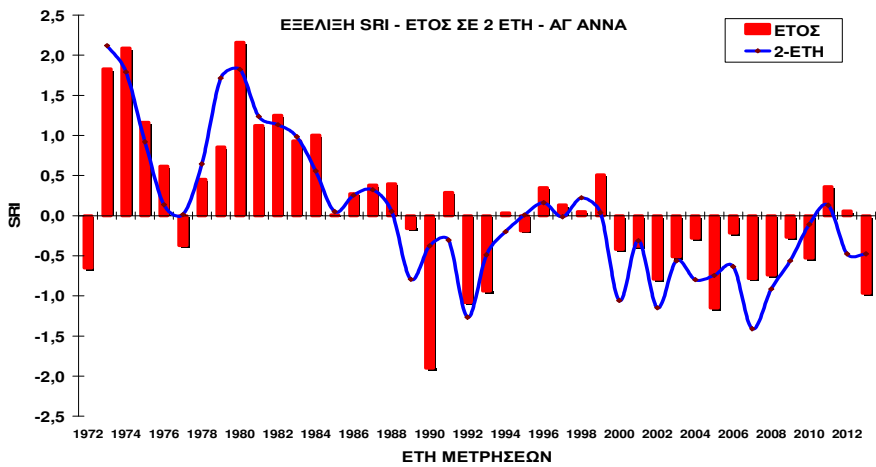
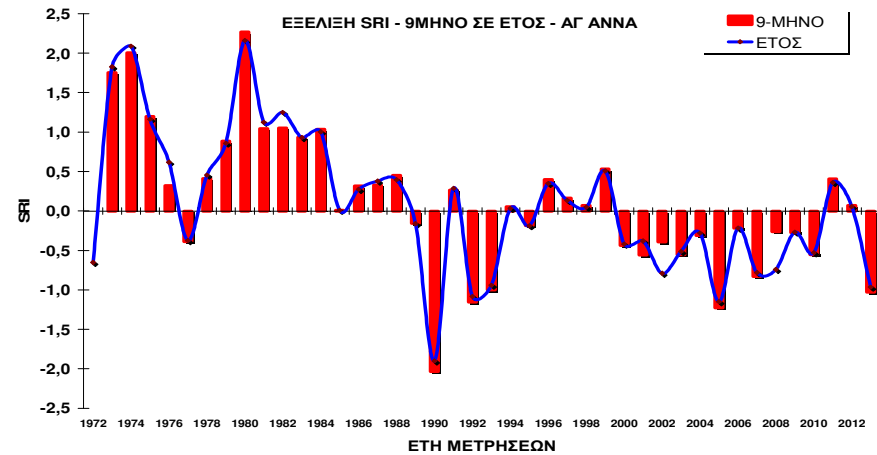
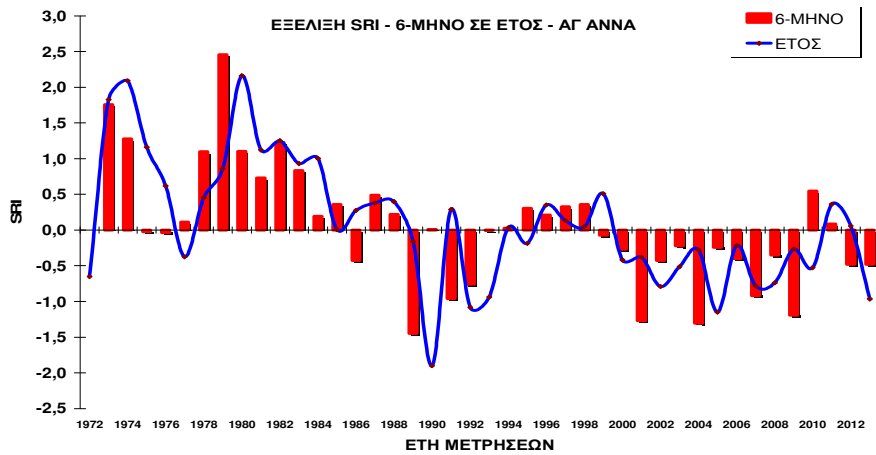
Χρονική εξέλιξη 6-μηνου, 9-μηνου (κολώνες), ετήσιου SRI (κολώνες-γραμμές) και SRI 2 και 3 ετών (γραμμές) για το σημείο μέτρησης Αγ. Παρασκευή του Πηνειού



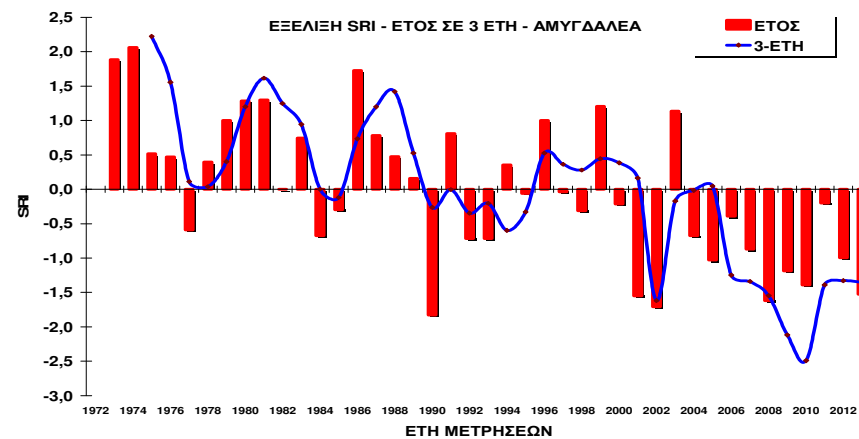
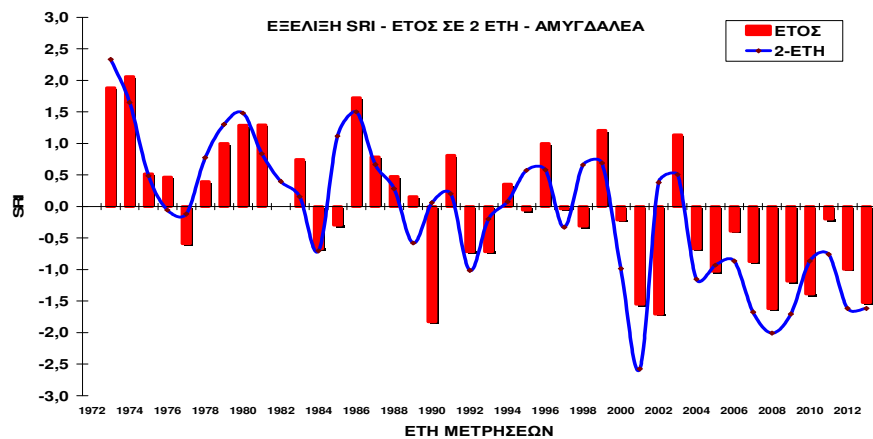
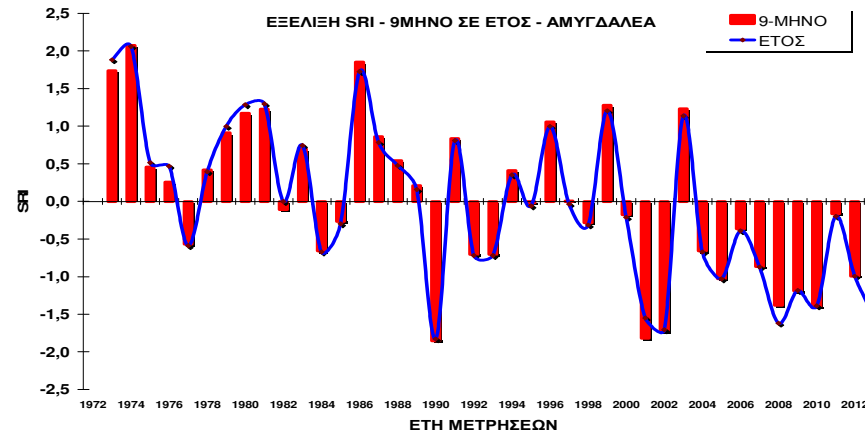
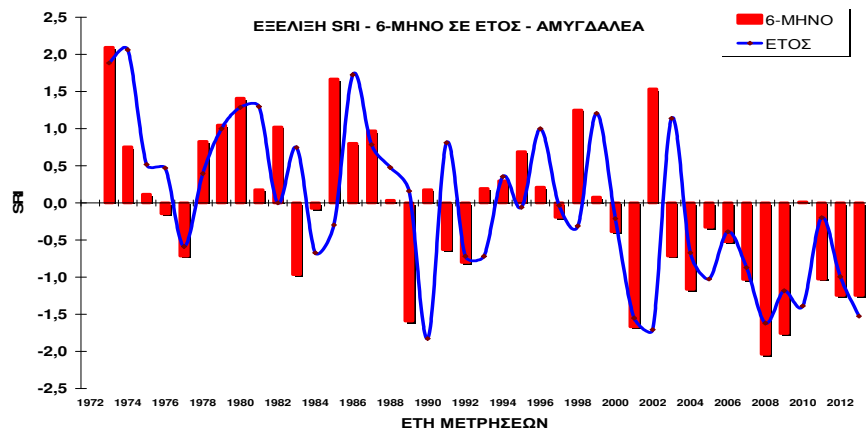
Χρονική εξέλιξη 6-μηνου, 9-μηνου (κολώνες), ετήσιου SRI (κολώνες-γραμμές) και SRI 2 και 3 ετών (γραμμές) για το σημείο μέτρησης Αμπελιά του Ενιππέα



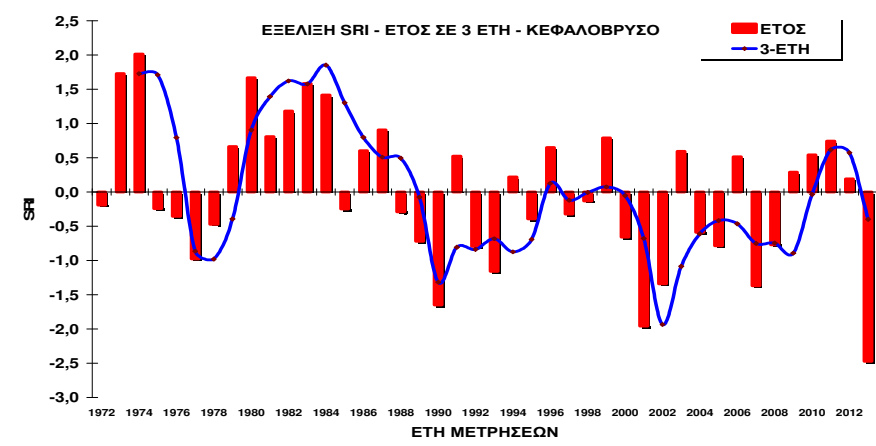
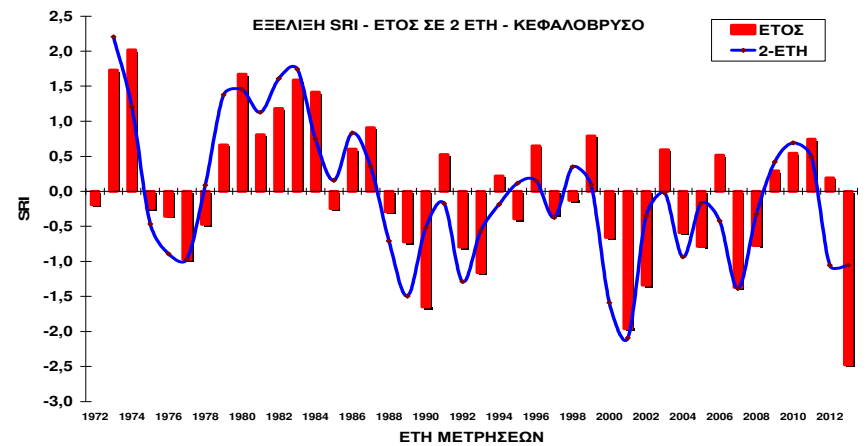
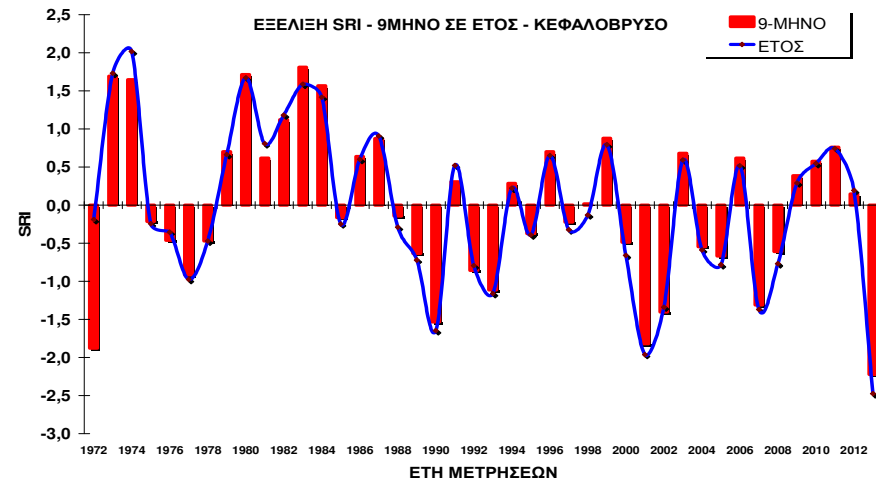
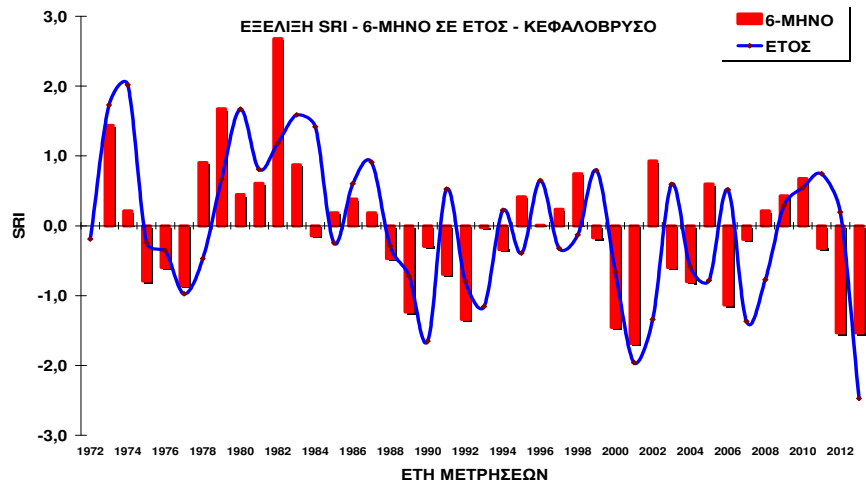
Χρονική εξέλιξη 6-μηνου, 9-μηνου (κολώνες), ετήσιου SRI (κολώνες-γραμμές) και SRI 2 και 3 ετών (γραμμές) για το σημείο μέτρησης Σκοπιά του Ενιππέα



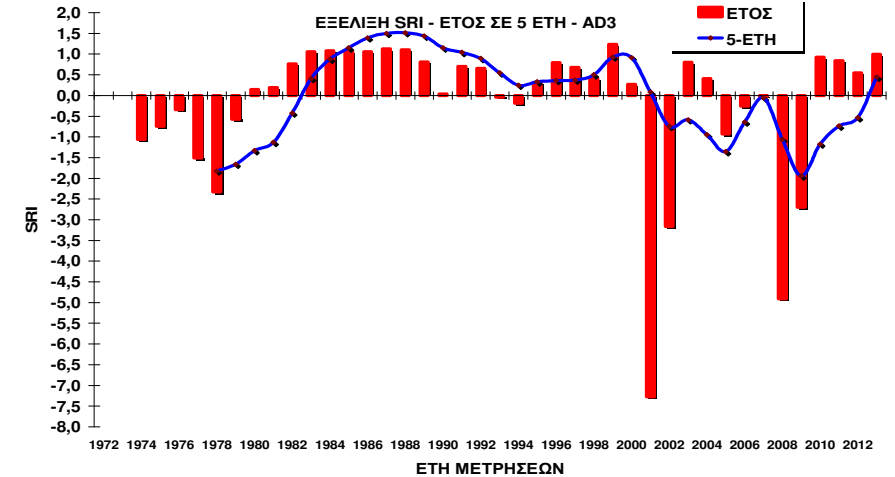
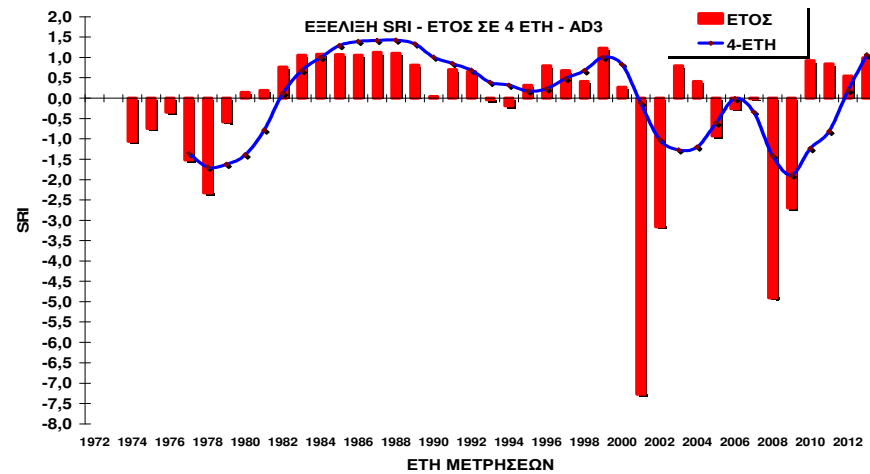
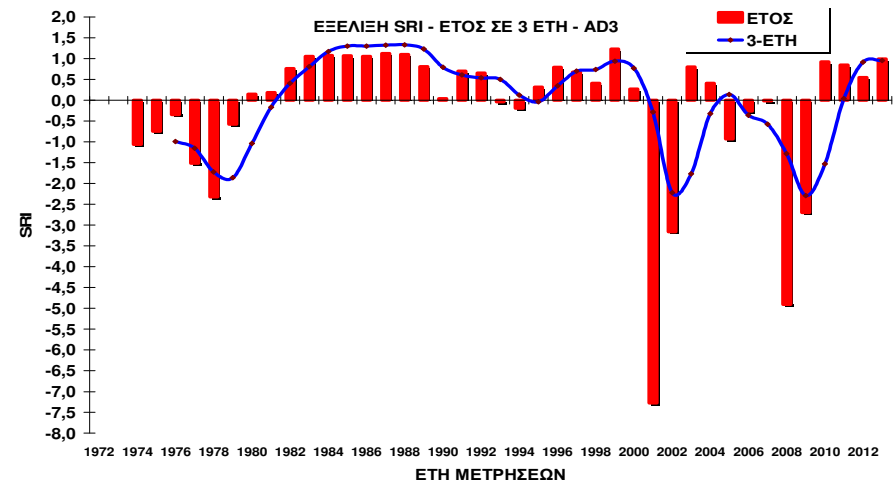
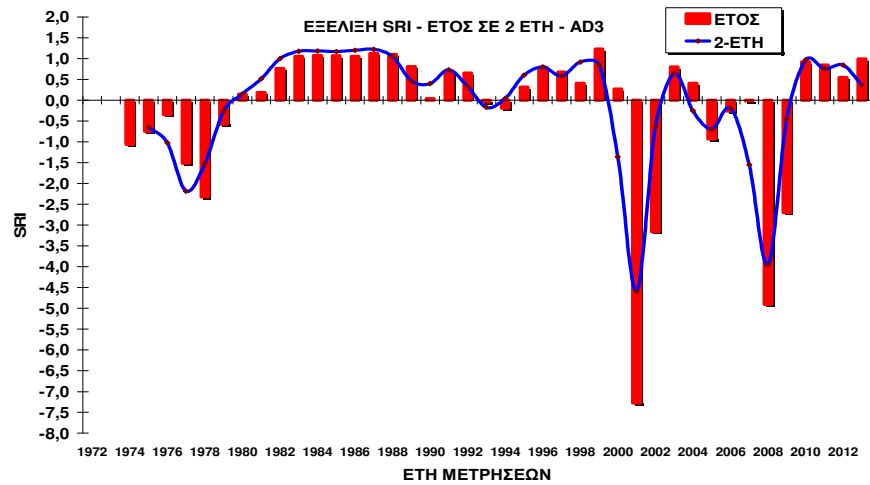
Χρονική εξέλιξη 6-μηνου, 9-μηνου (κολώνες), ετήσιου SRI (κολώνες-γραμμές) και SRI 2 και 3 ετών (γραμμές) για τη πηγή Αγ. Άννα



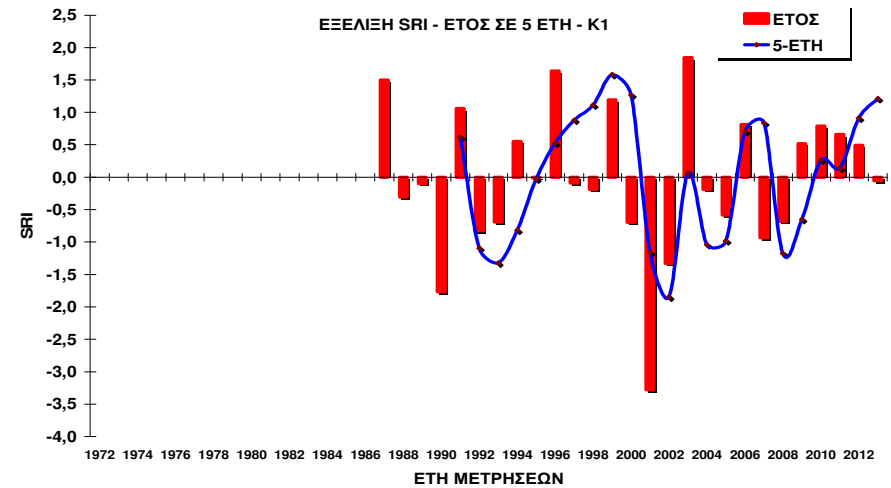
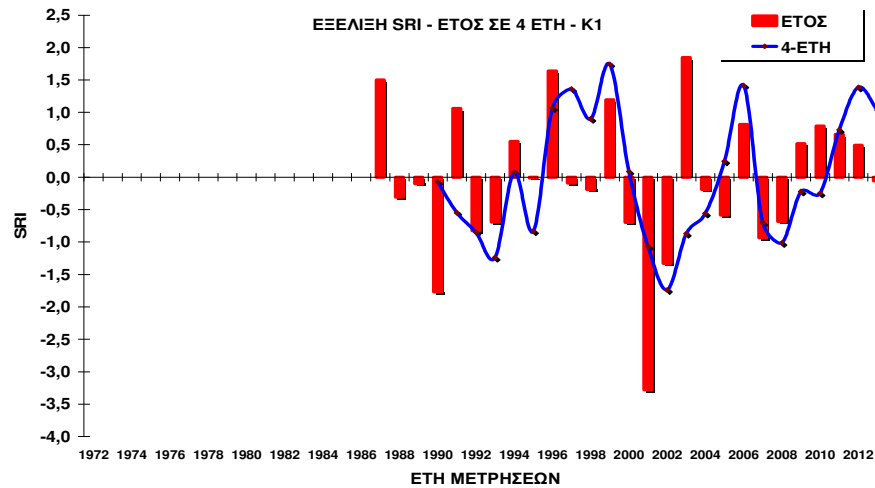
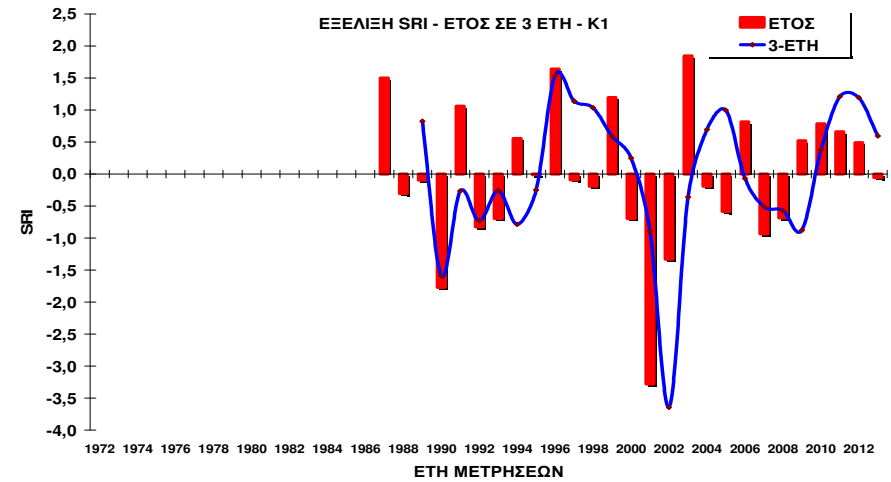
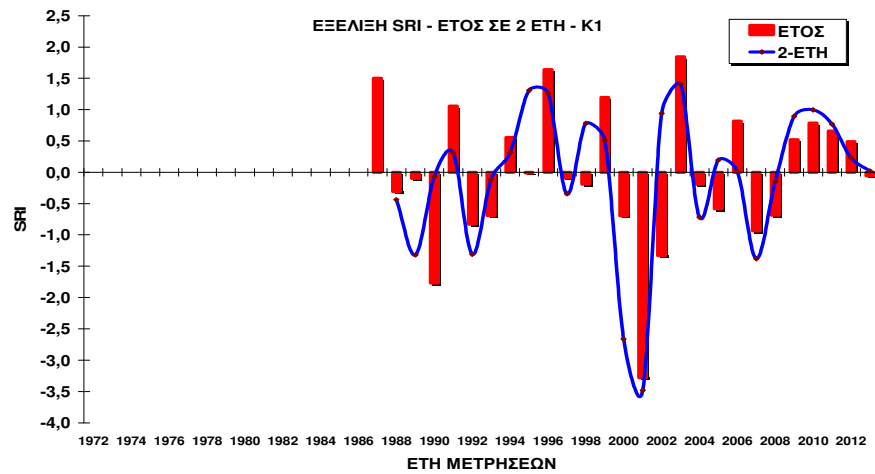
Χρονική εξέλιξη 6-μηνου, 9-μηνου (κολώνες), ετήσιου SRI (κολώνες-γραμμές) και SRI 2 και 3 ετών (γραμμές) για τη πηγή Αμυγδαλέας



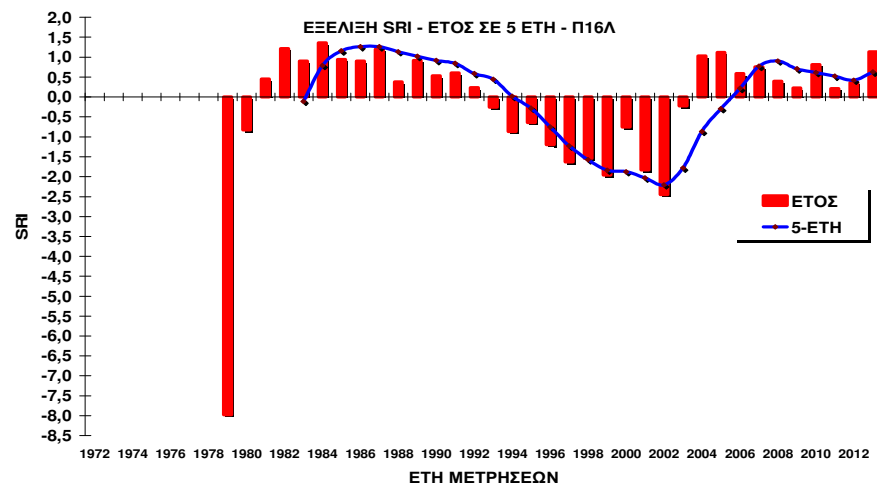
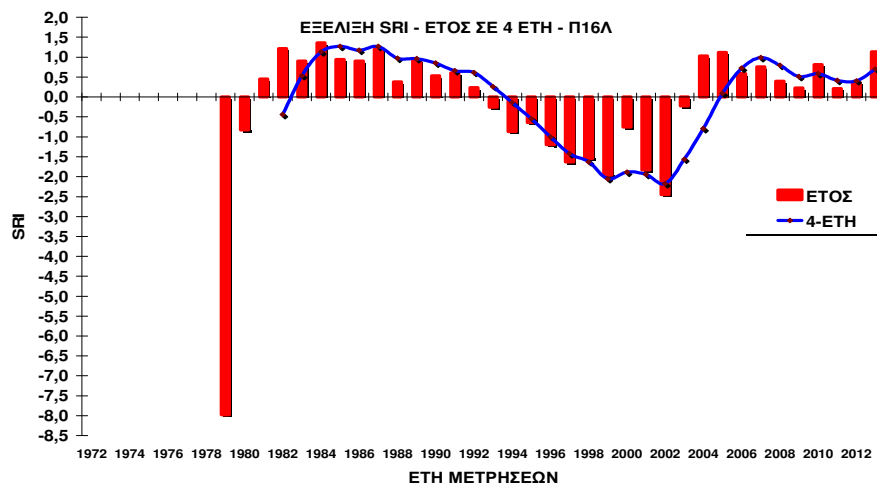
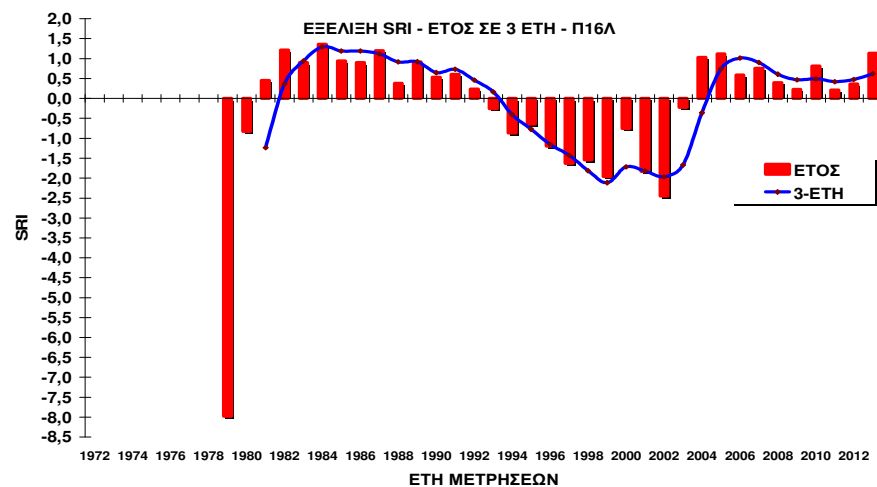
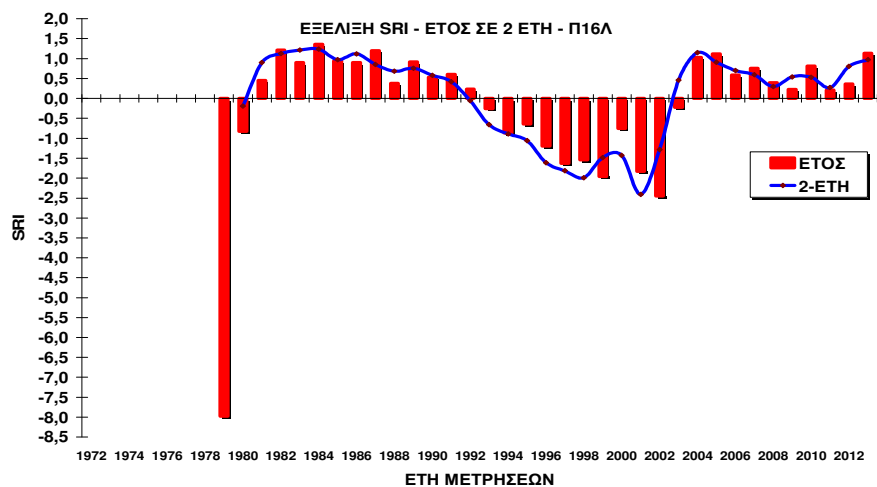
Χρονική εξέλιξη 6-μηνου, 9-μηνου (κολώνες), ετήσιου SRI (κολώνες-γραμμές) και SRI 2 και 3 ετών (γραμμές) για τη πηγή Κεφαλόβρυσου



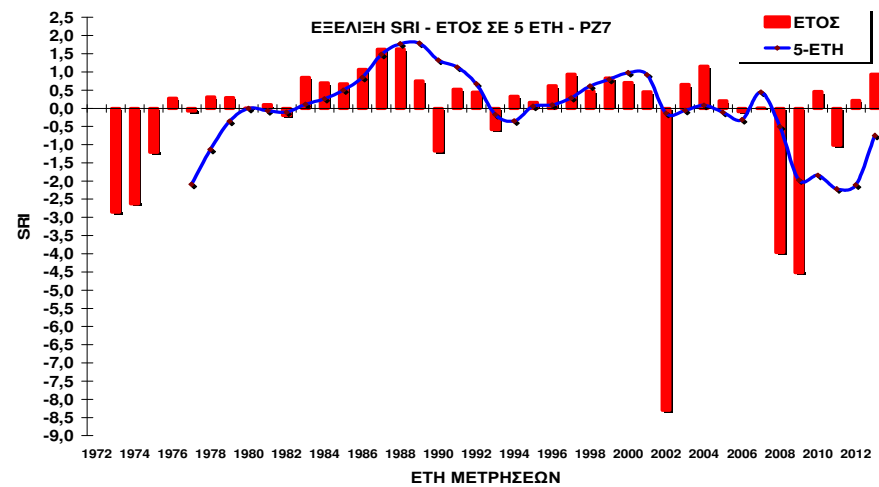
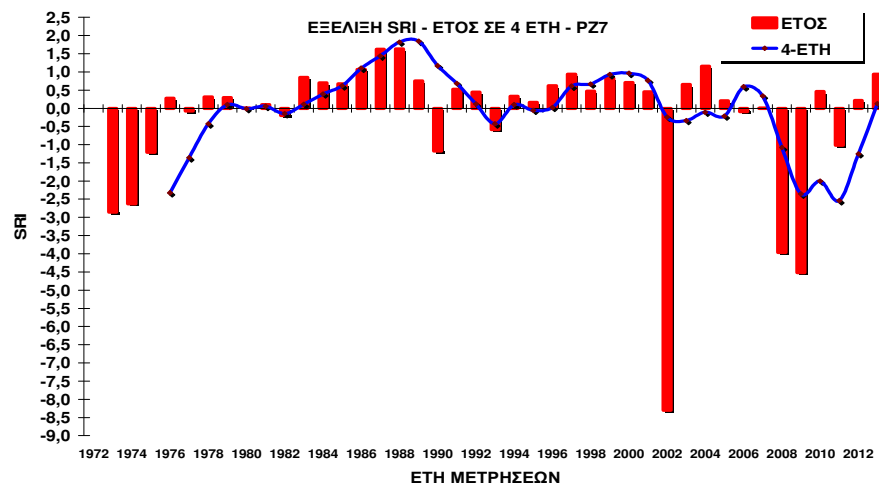
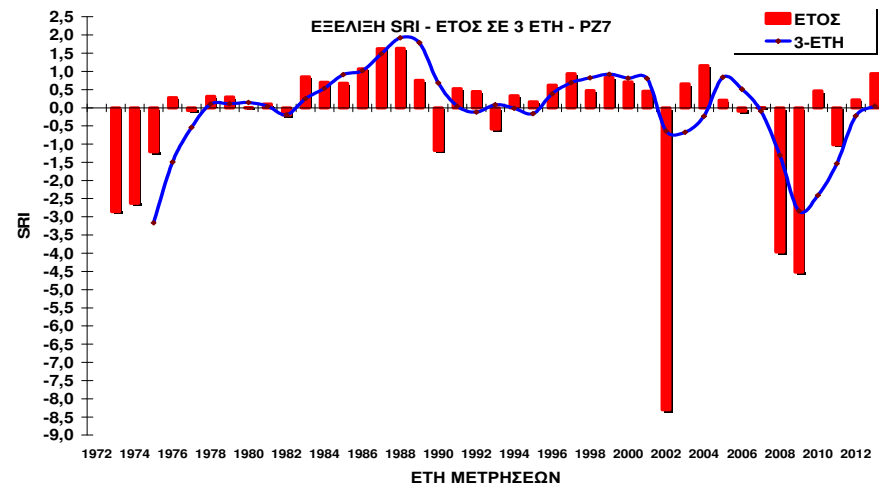
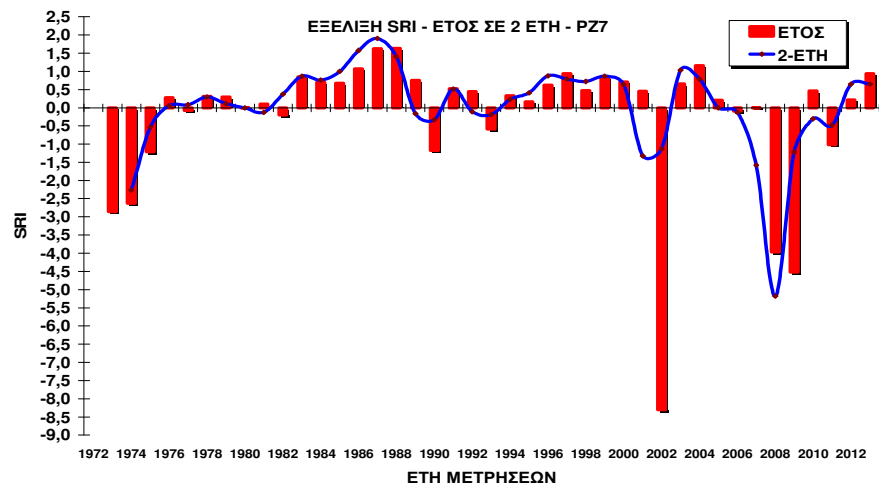
Χρονική εξέλιξη ετήσιου SDI (κολώνες) και SDI 2, 3, 4 και 5 ετών (γραμμές) για τη γεώτρηση AD3



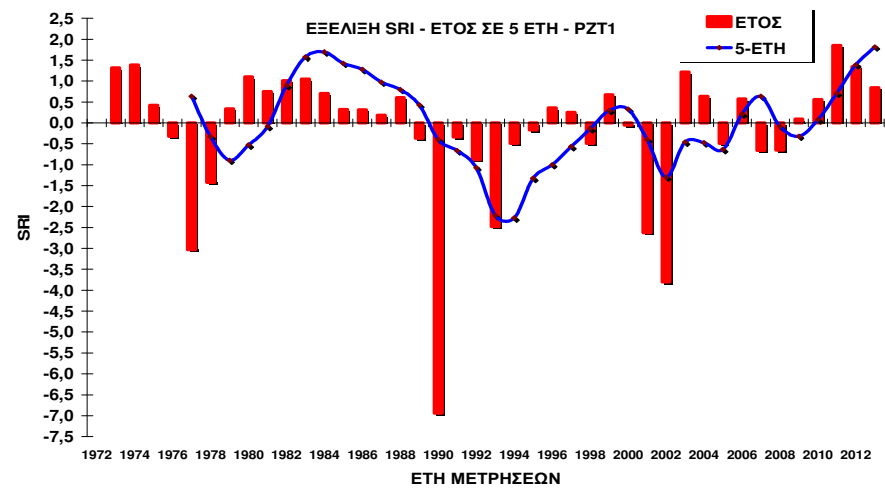
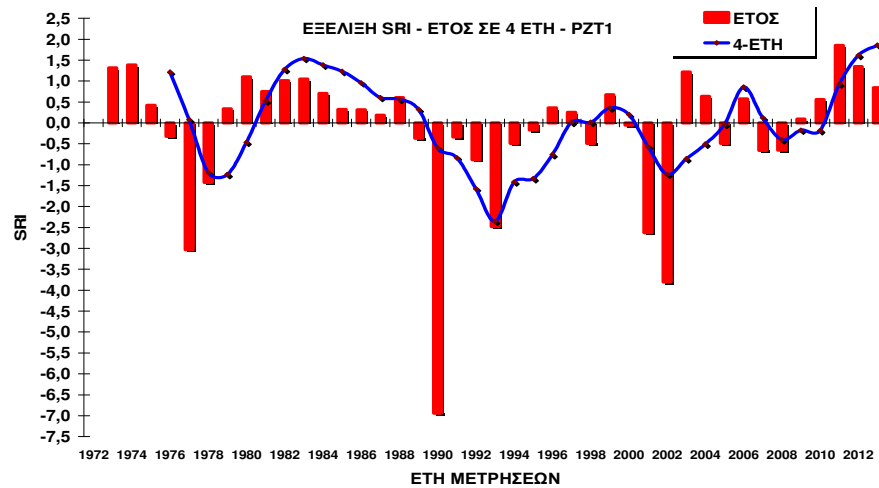
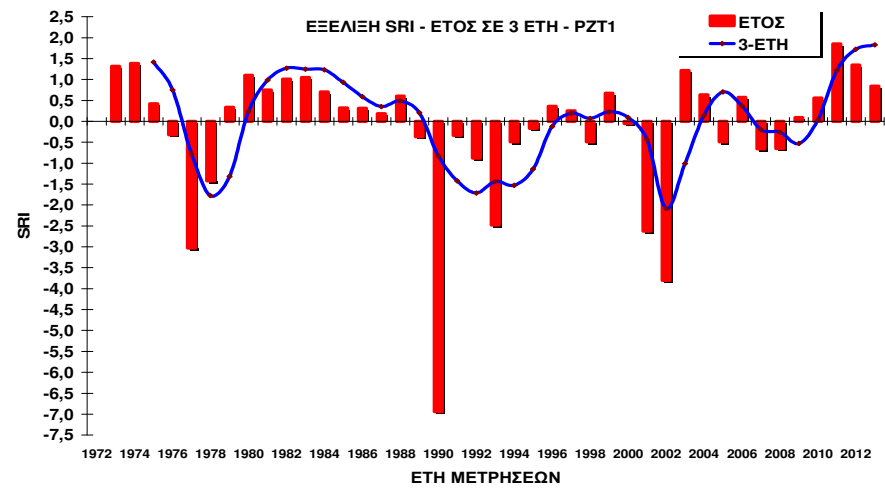
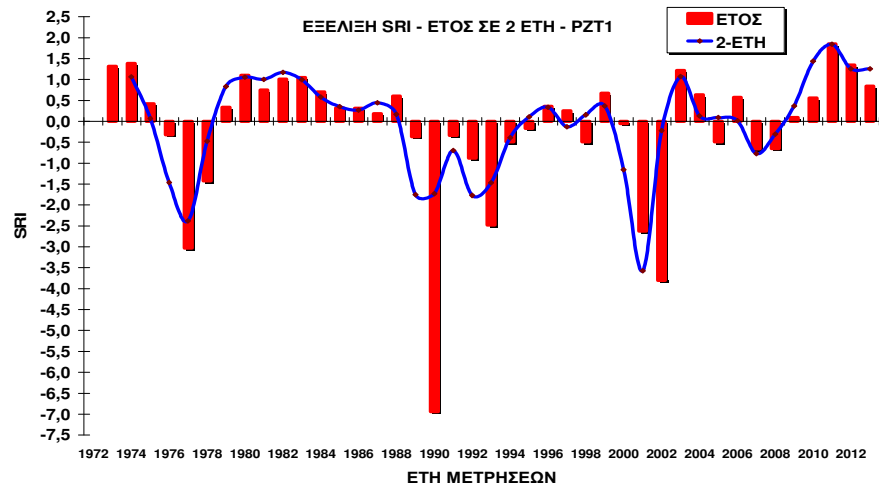
Χρονική εξέλιξη ετήσιου SDI (κολώνες) και SDI 2, 3, 4 και 5 ετών (γραμμές) για τη γεώτρηση Κ1



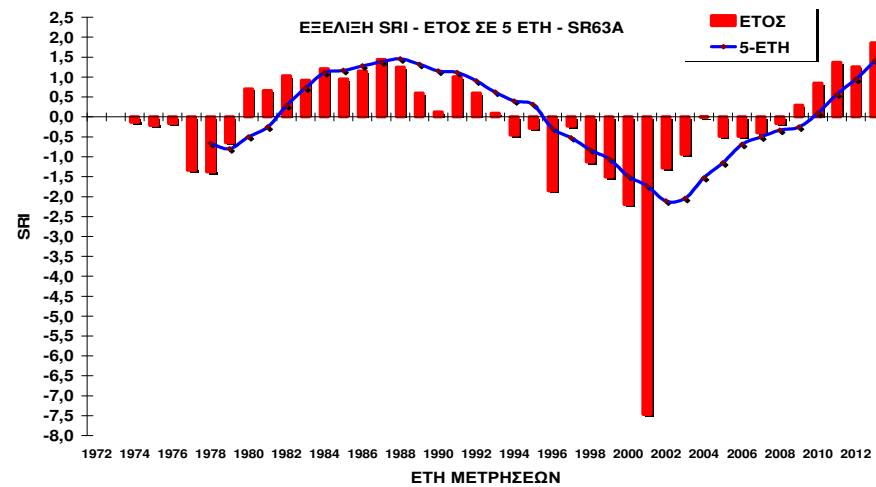
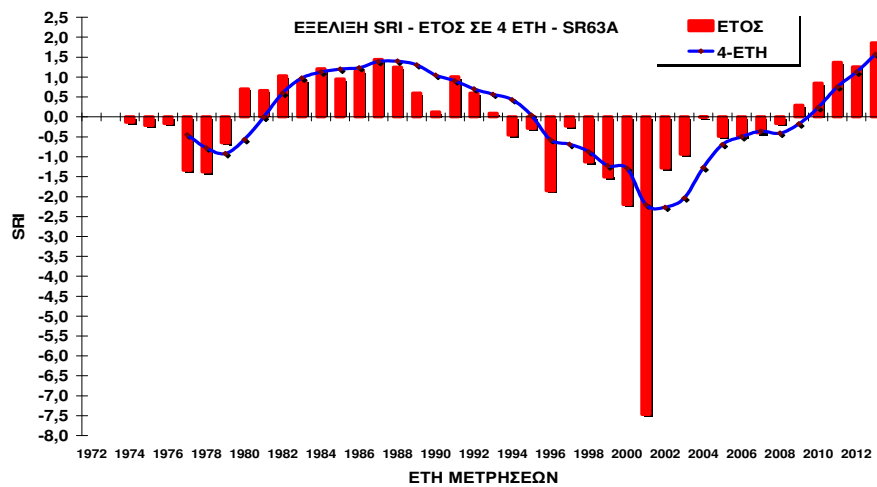
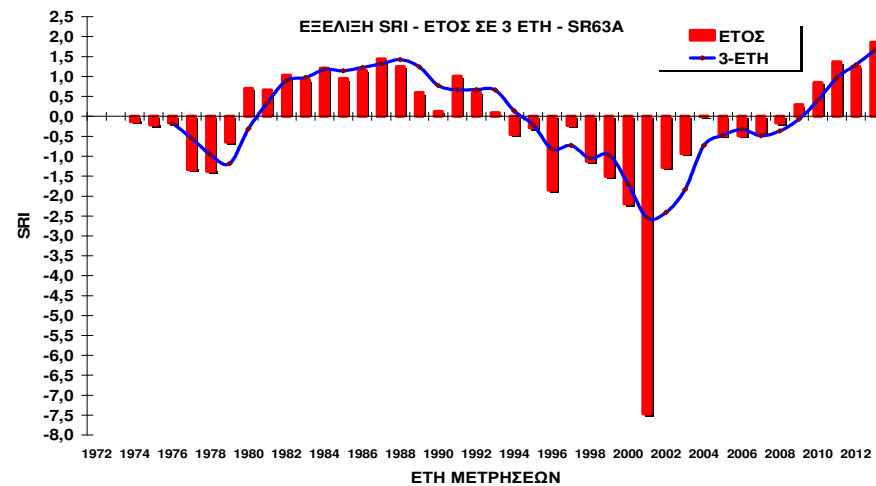
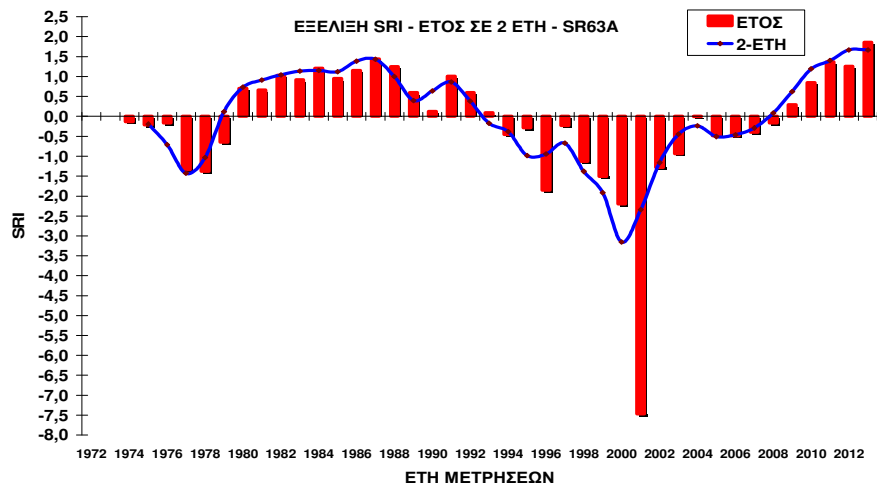
Χρονική εξέλιξη ετήσιου SDI (κολώνες) και SDI 2, 3, 4 και 5 ετών (γραμμές) για τη γεώτρηση Π16Α



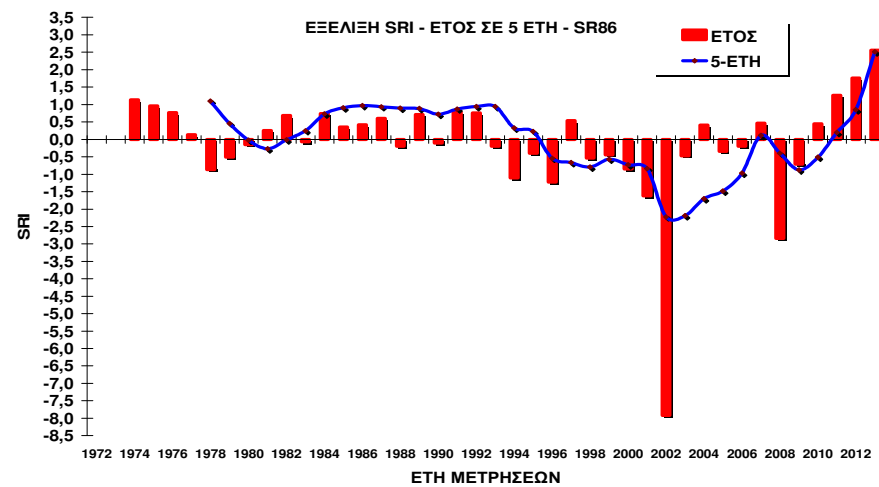
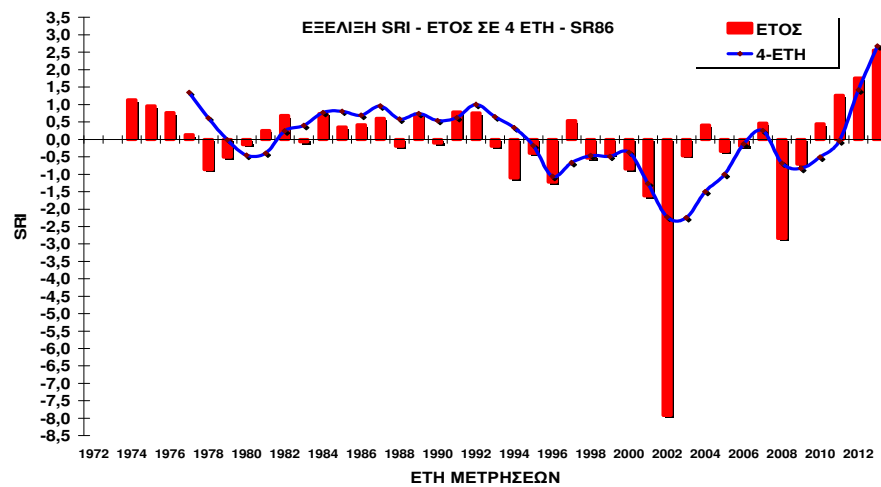
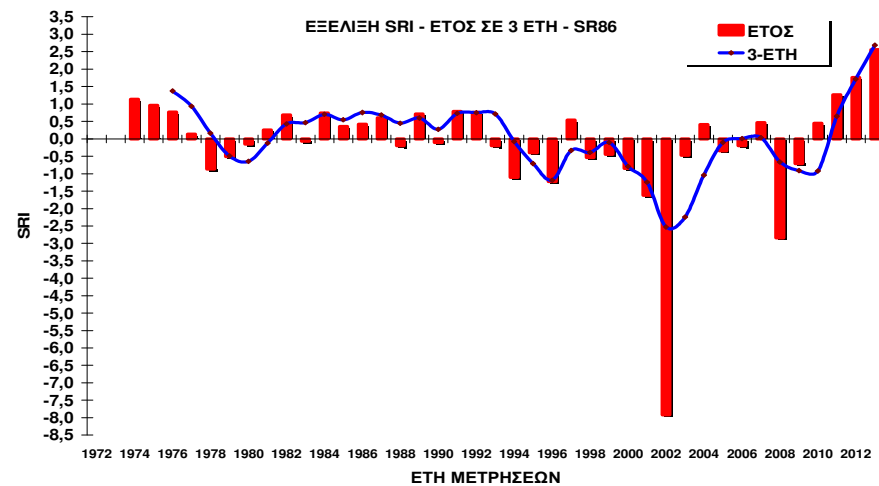
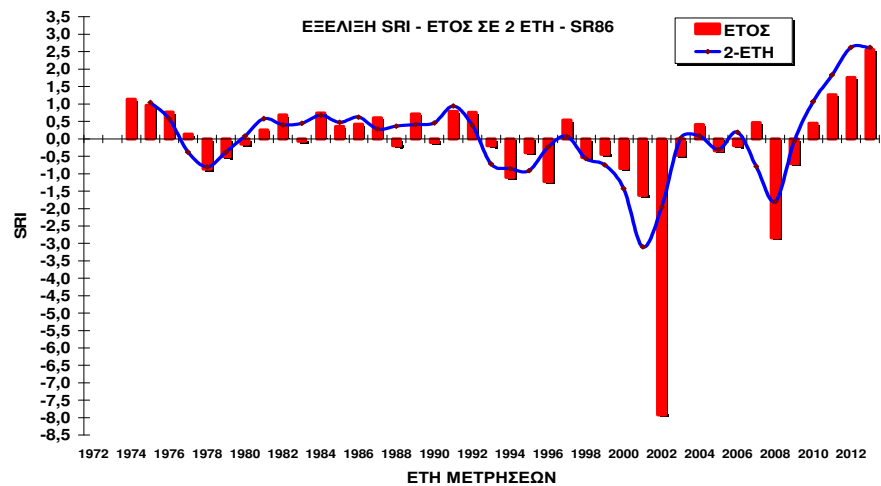
Χρονική εξέλιξη ετήσιου SDI (κολώνες) και SDI 2, 3, 4 και 5 ετών (γραμμές) για τη γεώτρηση PZ7



Χρονική εξέλιξη ετήσιου SDI (κολώνες) και SDI 2, 3, 4 και 5 ετών (γραμμές) για τη γεώτρηση PZT1



Χρονική εξέλιξη ετήσιου SDI (κολώνες) και SDI 2, 3, 4 και 5 ετών (γραμμές) για τη γεώτρηση SR63A



Χρονική εξέλιξη ετήσιου SDI (κολώνες) και SDI 2, 3, 4 και 5 ετών (γραμμές) για τη γεώτρηση SR86

Πιθανότητες μετάβασης σε διάφορες κατηγορίες ξηρασίας σύμφωνα με τα δεδομένα απορροής των πηγών – Πηγή Αγ. Άννας

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 3 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή)

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	4,9	0,0	2,4	9,8	4,9	0,0	0,0	0,0	22,0
-Γ	0,0	2,4	2,4	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3
-B	0,0	0,0	0,0	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9
-A	2,4	0,0	0,0	4,9	7,3	2,4	0,0	0,0	17,1
+A	0,0	0,0	0,0	4,9	19,5	4,9	0,0	0,0	29,3
+B	0,0	0,0	0,0	2,4	4,9	2,4	0,0	4,9	14,6
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	2,4
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	2,4
	7,3	2,4	4,9	29,3	39,0	9,8	2,4	4,9	100

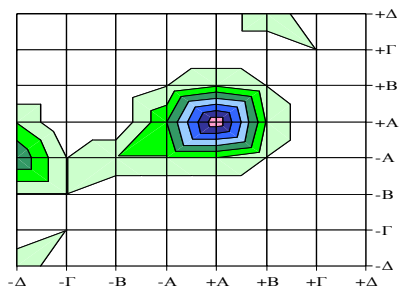
Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 6 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή).

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,44
-Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
-B	0,0	0,0	0,0	9,8	0,0	0,0	0,0	0,0	9,76
-A	4,9	0,0	4,9	9,8	12,2	2,4	0,0	0,0	34,15
+A	0,0	2,4	0,0	9,8	22,0	4,9	0,0	0,0	39,02
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	2,4	0,0	4,9	9,76
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	2,44
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	2,44
	7,3	2,4	4,9	29,3	39,0	9,8	2,4	4,9	100

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 9 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή)

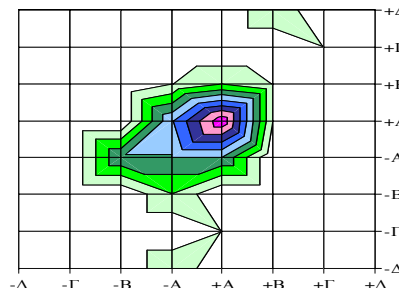
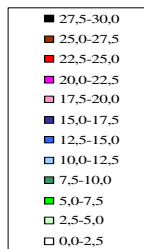
	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	7,3	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,8
-Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-B	0,0	0,0	4,9	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	9,8
-A	0,0	0,0	0,0	24,4	0,0	0,0	0,0	0,0	24,4
+A	0,0	0,0	0,0	0,0	39,0	0,0	0,0	0,0	39,0
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,8	0,0	0,0	9,8
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	2,4
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	4,9
	7,3	2,4	4,9	29,3	39,0	9,8	2,4	4,9	100

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3, 6 και 9 μηνών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας υδρολογικού έτους



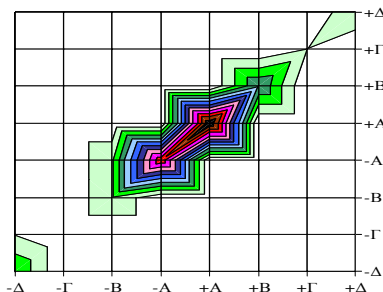
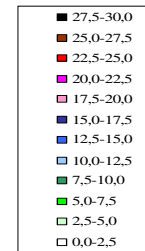
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 3 ΜΗΝΩΝ

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΕΤΟΥΣ



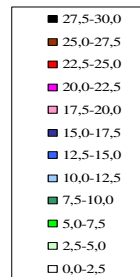
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 6 ΜΗΝΩΝ

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΕΤΟΥΣ



ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 9 ΜΗΝΩΝ

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΕΤΟΥΣ



Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας έτους σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	2,4	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3
-Γ	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4
-B	0,0	0,0	0,0	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9
-A	2,4	0,0	2,4	14,6	7,3	0,0	0,0	2,4	29,3
+A	0,0	0,0	4,9	9,8	19,5	0,0	4,9	0,0	39,0
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3	2,4	0,0	0,0	9,8
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	2,4
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	2,4	0,0	0,0	4,9
	2,4	0,0	9,8	36,6	36,6	4,9	7,3	2,4	100

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5
-Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-B	0,0	2,5	2,5	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0
-A	0,0	0,0	2,5	30,0	2,5	0,0	0,0	0,0	35,0
+A	0,0	0,0	0,0	10,0	22,5	2,5	2,5	0,0	37,5
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	2,5	0,0	5,0
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	5,0	0,0	7,5
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	2,5
	0,0	2,5	7,5	45,0	25,0	7,5	12,5	0,0	100

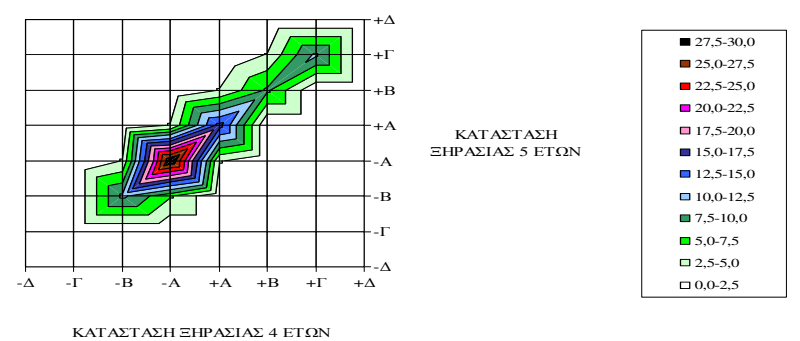
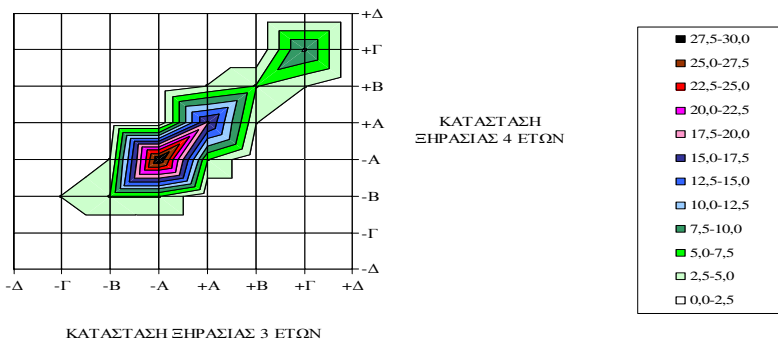
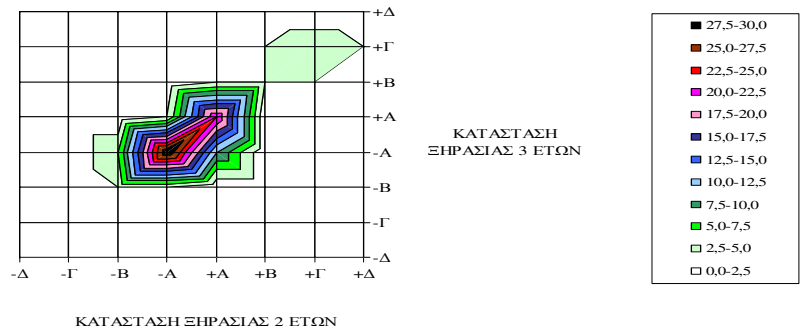
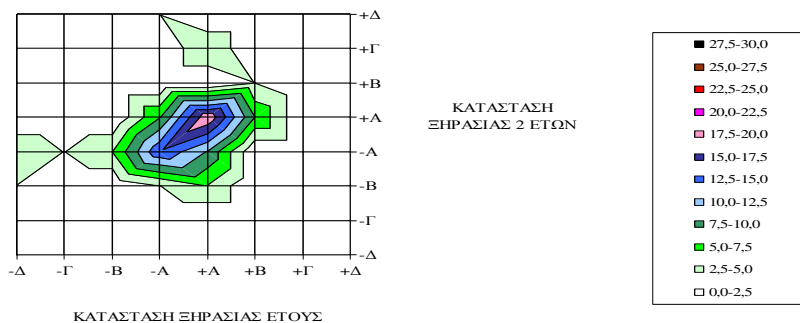
Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-Γ	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6
-B	0,0	0,0	5,1	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7
-A	0,0	0,0	5,1	38,5	0,0	0,0	0,0	0,0	43,6
+A	0,0	0,0	0,0	5,1	17,9	2,6	0,0	0,0	25,6
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	5,1	0,0	0,0	7,7
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	10,3	0,0	12,8
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	0,0	12,8	46,2	20,5	10,3	10,3	0,0	100

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 5 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-B	0,0	0,0	10,5	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	13,2
-A	0,0	0,0	5,3	36,8	2,6	0,0	0,0	0,0	44,7
+A	0,0	0,0	0,0	2,6	15,8	2,6	0,0	0,0	21,1
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,9	2,6	0,0	10,5
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,5	0,0	10,5
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	0,0	15,8	42,1	18,4	10,5	13,2	0,0	100

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας έτους σε κατηγορία ξηρασίας 2 ετών, 2 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 3 ετών, 3 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 4 ετών και 4 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 5 ετών



Πιθανότητες μετάβασης σε διάφορες κατηγορίες ξηρασίας σύμφωνα με τα δεδομένα απορροής των πηγών Αμουρίου

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 3 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή)

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	2,4	2,4	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3
-Γ	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4
-B	2,4	0,0	2,4	7,3	0,0	0,0	0,0	0,0	12,2
-A	2,4	0,0	0,0	17,1	7,3	0,0	0,0	0,0	26,8
+A	0,0	0,0	0,0	4,9	24,4	2,4	2,4	0,0	34,1
+B	0,0	0,0	0,0	2,4	2,4	2,4	4,9	0,0	12,2
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	2,4
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	2,4
	4,9	4,9	4,9	34,1	34,1	7,3	9,8	0,0	100

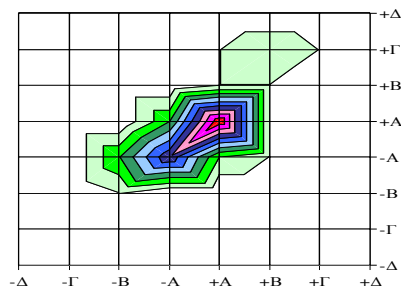
Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 6 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή).

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	2,4	2,4	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,32
-Γ	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	2,44
-B	0,0	0,0	0,0	4,9	2,4	0,0	0,0	0,0	7,32
-A	0,0	2,4	2,4	22,0	14,6	0,0	0,0	0,0	41,46
+A	2,4	0,0	0,0	2,4	17,1	2,4	2,4	0,0	26,83
+B	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	2,4	7,3	0,0	12,20
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	2,44
	4,9	4,9	4,9	34,1	34,1	7,3	9,8	0,0	100

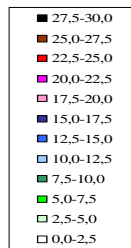
Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 9 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή)

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	4,8	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1
-Γ	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4
-B	0,0	2,4	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8
-A	0,0	0,0	2,4	31,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,3
+A	0,0	0,0	0,0	2,4	31,0	0,0	0,0	0,0	33,3
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	7,1	0,0	0,0	9,5
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,5	0,0	9,5
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	4,8	4,8	4,8	35,7	33,3	7,1	9,5	0,0	100

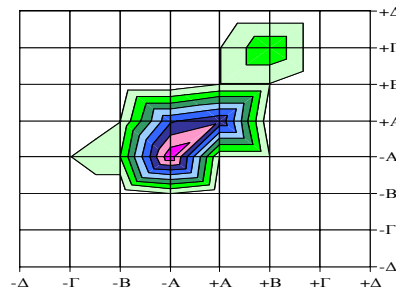
Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3, 6 και 9 μηνών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας υδρολογικού έτους



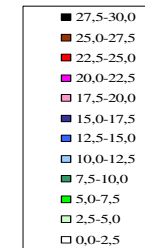
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΕΤΟΥΣ



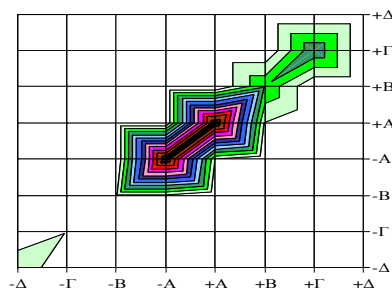
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 3 ΜΗΝΩΝ



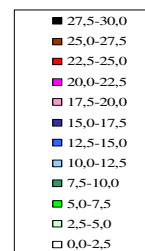
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΕΤΟΥΣ



ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 6 ΜΗΝΩΝ



ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΕΤΟΥΣ



ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 9 ΜΗΝΩΝ

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας έτους σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	2,4
-Γ	0,0	0,0	0,0	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9
-B	2,4	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9
-A	4,9	0,0	2,4	17,1	9,8	0,0	2,4	0,0	36,6
+A	0,0	0,0	2,4	17,1	12,2	0,0	2,4	0,0	34,1
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	4,9	0,0	7,3
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	4,9	2,4	0,0	9,8
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	7,3	0,0	4,9	41,5	29,3	4,9	12,2	0,0	100

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0
-Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-B	0,0	0,0	2,5	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0
-A	0,0	0,0	7,5	32,5	2,5	0,0	0,0	0,0	42,5
+A	0,0	0,0	0,0	7,5	20,0	2,5	0,0	0,0	30,0
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	2,5	0,0	5,0
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	7,5	0,0	12,5
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	5,0	10,0	42,5	22,5	10,0	10,0	0,0	100

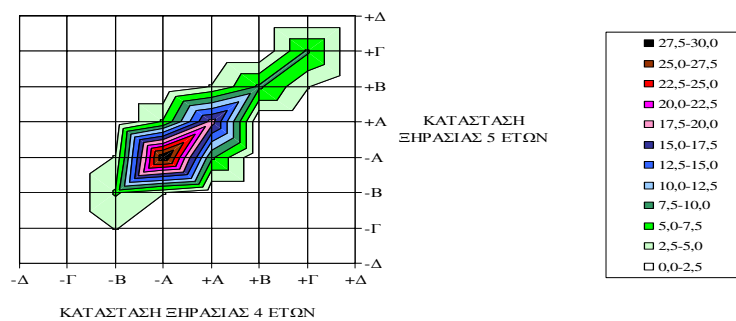
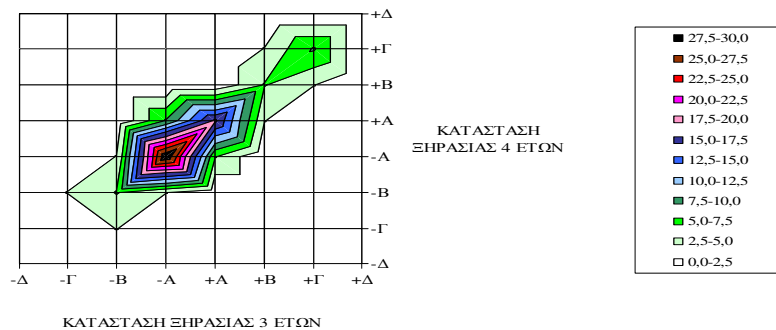
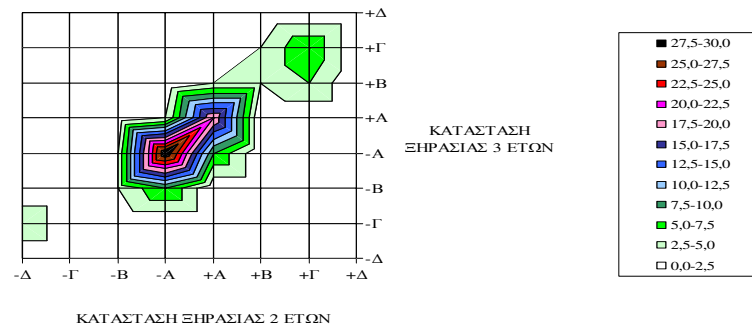
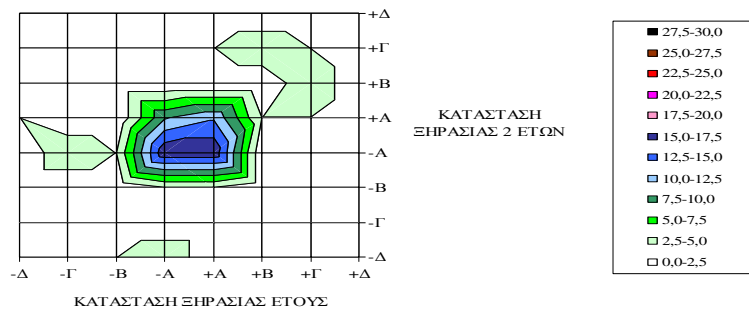
Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-Γ	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6
-B	0,0	2,6	5,1	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	10,3
-A	0,0	0,0	2,6	33,3	7,7	0,0	0,0	0,0	43,6
+A	0,0	0,0	0,0	5,1	17,9	0,0	0,0	0,0	23,1
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	5,1	2,6	0,0	10,3
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	7,7	0,0	10,3
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	2,6	10,3	41,0	28,2	7,7	10,3	0,0	100

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 5 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-B	0,0	2,6	5,3	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	10,5
-A	0,0	0,0	2,6	34,2	5,3	0,0	0,0	0,0	42,1
+A	0,0	0,0	0,0	7,9	18,4	2,6	0,0	0,0	28,9
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,9	0,0	0,0	7,9
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	7,9	0,0	10,5
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	2,6	7,9	44,7	23,7	13,2	7,9	0,0	100

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας έτους σε κατηγορία ξηρασίας 2 ετών, 2 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 3 ετών, 3 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 4 ετών και 4 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 5 ετών



Πιθανότητες μετάβασης σε διάφορες κατηγορίες ξηρασίας σύμφωνα με τα δεδομένα απορροής της πηγής Αμυγδαλέας

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 3 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή)

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	4,9	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3
-Γ	0,0	0,0	2,4	2,4	2,4	0,0	0,0	0,0	7,3
-B	0,0	4,9	0,0	7,3	0,0	0,0	0,0	0,0	12,2
-A	0,0	2,4	0,0	0,0	2,4	2,4	0,0	0,0	7,3
+A	0,0	0,0	2,4	14,6	19,5	4,9	2,4	0,0	43,9
+B	0,0	0,0	0,0	9,8	2,4	0,0	0,0	2,4	14,6
+Γ	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	2,4	2,4	0,0	7,3
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	12,2	7,3	36,6	26,8	9,8	4,9	2,4	100

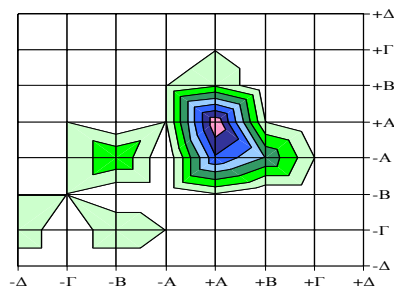
Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 6 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή).

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,44
-Γ	0,0	2,4	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	4,88
-B	0,0	4,9	0,0	7,3	0,0	0,0	0,0	0,0	12,20
-A	0,0	0,0	2,4	12,2	7,3	2,4	0,0	0,0	24,39
+A	0,0	2,4	2,4	9,8	14,6	4,9	2,4	2,4	39,02
+B	0,0	0,0	0,0	4,9	2,4	2,4	0,0	0,0	9,76
+Γ	0,0	2,4	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	4,88
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	2,44
	0,0	12,2	7,3	36,6	26,8	9,8	4,9	2,4	100

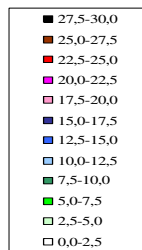
Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 9 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή)

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-Γ	0,0	12,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,2
-B	0,0	0,0	7,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3
-A	0,0	0,0	0,0	34,1	0,0	0,0	0,0	0,0	34,1
+A	0,0	0,0	0,0	2,4	24,4	0,0	0,0	0,0	26,8
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	9,8	0,0	0,0	12,2
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	0,0	4,9
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	2,4
	0,0	12,2	7,3	36,6	26,8	9,8	4,9	2,4	100

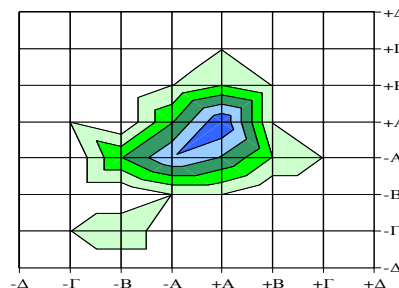
Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3, 6 και 9 μηνών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας υδρολογικού έτους



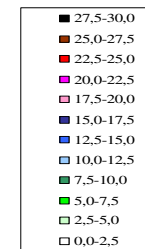
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΕΤΟΥΣ



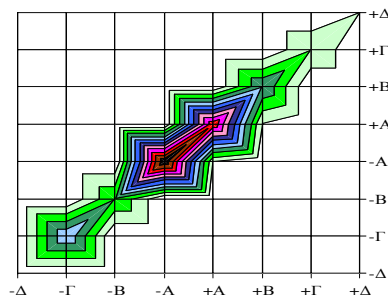
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 3 ΜΗΝΩΝ



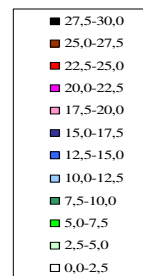
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΕΤΟΥΣ



ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 6 ΜΗΝΩΝ



ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΕΤΟΥΣ



ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 9 ΜΗΝΩΝ

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας έτους σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-Γ	0,0	2,5	0,0	0,0	7,5	0,0	0,0	0,0	10,0
-B	0,0	0,0	0,0	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5
-A	5,0	7,5	0,0	5,0	15,0	2,5	2,5	0,0	37,5
+A	0,0	0,0	2,5	12,5	7,5	5,0	0,0	0,0	27,5
+B	0,0	0,0	2,5	2,5	5,0	0,0	0,0	0,0	10,0
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	2,5	0,0	5,0
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	2,5
	5,0	10,0	5,0	27,5	40,0	7,5	5,0	0,0	100

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	2,6	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1
-Γ	2,6	2,6	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7
-B	0,0	0,0	0,0	2,6	2,6	0,0	0,0	0,0	5,1
-A	0,0	0,0	10,3	7,7	10,3	0,0	0,0	0,0	28,2
+A	0,0	0,0	0,0	12,8	20,5	5,1	2,6	0,0	41,0
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	2,6	2,6	0,0	7,7
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	2,6	5,1
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	5,1	5,1	12,8	23,1	35,9	10,3	5,1	2,6	100

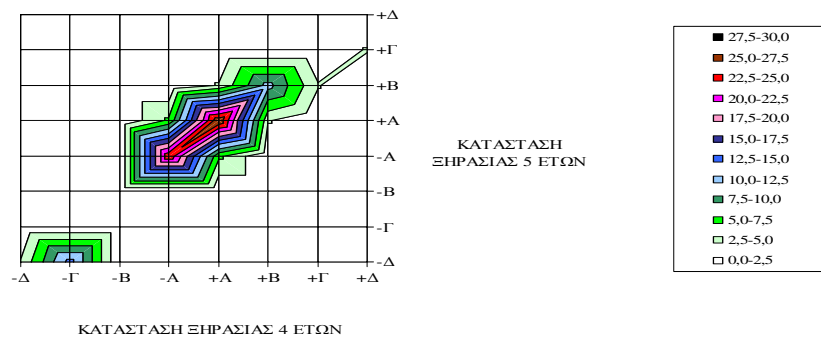
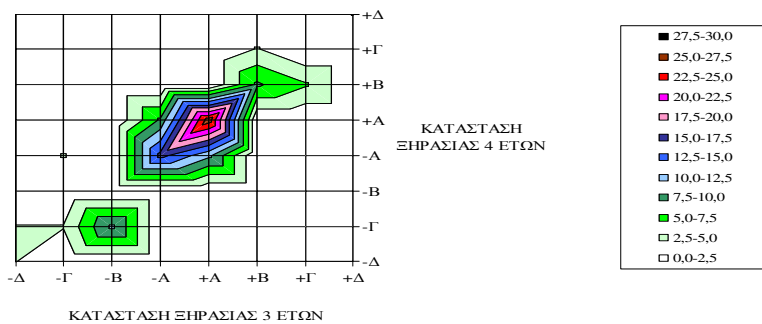
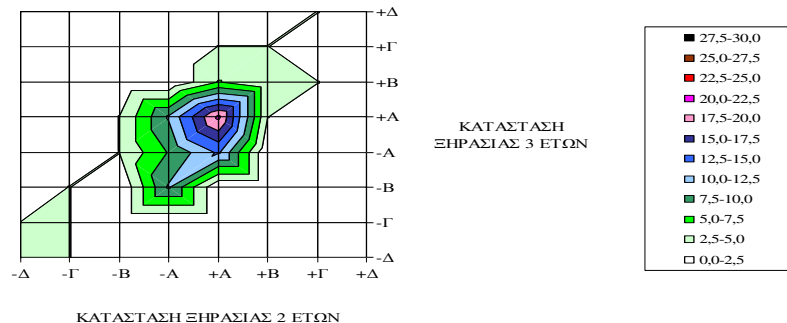
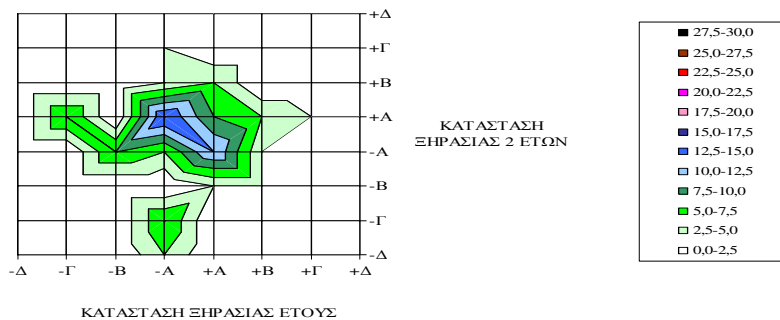
Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	2,6	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3
-Γ	0,0	2,6	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3
-B	0,0	10,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,5
-A	0,0	0,0	0,0	15,8	7,9	0,0	0,0	0,0	23,7
+A	0,0	0,0	0,0	10,5	26,3	0,0	0,0	0,0	36,8
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,9	2,6	0,0	10,5
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	0,0	0,0	5,3
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	2,6
	2,6	15,8	0,0	28,9	34,2	13,2	2,6	2,6	100

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 5 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7
-Γ	13,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,5
-B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-A	0,0	0,0	0,0	24,3	5,4	0,0	0,0	0,0	29,7
+A	0,0	0,0	0,0	5,4	27,0	2,7	0,0	0,0	35,1
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	10,8	0,0	0,0	13,5
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	0,0	0,0	2,7
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	0,0	2,7
	16,2	0,0	0,0	29,7	35,1	16,2	2,7	0,0	100

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας έτους σε κατηγορία ξηρασίας 2 ετών, 2 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 3 ετών, 3 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 4 ετών και 4 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 5 ετών



Πιθανότητες μετάβασης σε διάφορες κατηγορίες ξηρασίας σύμφωνα με τα δεδομένα απορροής της πηγής Κεφαλόβρυσου

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 3 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή)

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	2,4	0,0	2,4	2,4	0,0	0,0	0,0	7,3
-Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-B	0,0	2,4	2,4	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	9,8
-A	2,4	0,0	0,0	24,4	12,2	2,4	0,0	0,0	41,5
+A	0,0	0,0	4,9	4,9	14,6	0,0	4,9	0,0	29,3
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	0,0	2,4	2,4	9,8
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	2,4
	2,4	4,9	7,3	36,6	34,1	4,9	7,3	2,4	100

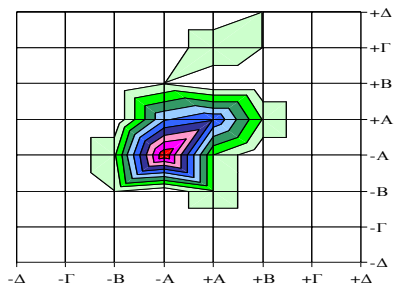
Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 6 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή).

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
-Γ	2,4	2,4	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	7,32
-B	0,0	0,0	0,0	7,3	2,4	0,0	0,0	0,0	9,76
-A	0,0	2,4	4,9	12,2	12,2	2,4	0,0	0,0	34,15
+A	0,0	0,0	2,4	17,1	14,6	0,0	4,9	2,4	41,46
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	2,44
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	2,44
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	2,44
	2,4	4,9	7,3	36,6	34,1	4,9	7,3	2,4	100

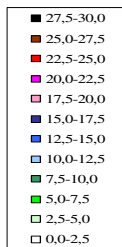
Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 9 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή)

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4
-Γ	0,0	4,8	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1
-B	0,0	0,0	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1
-A	0,0	0,0	0,0	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	33,3
+A	0,0	0,0	0,0	2,4	33,3	0,0	0,0	0,0	35,7
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	2,4
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	7,1	2,4	11,9
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2,4	4,8	7,1	38,1	33,3	4,8	7,1	2,4	100

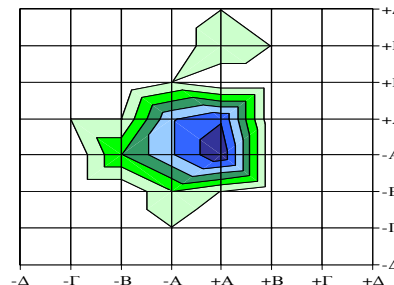
Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3, 6 και 9 μηνών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας υδρολογικού έτους



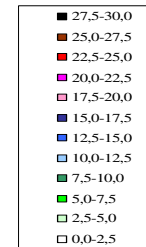
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΕΤΟΥΣ



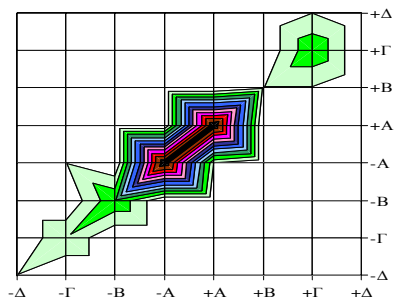
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 3 ΜΗΝΩΝ



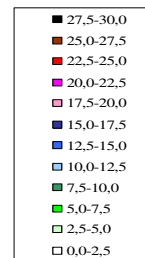
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΕΤΟΥΣ



ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 6 ΜΗΝΩΝ



ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΕΤΟΥΣ



ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 9 ΜΗΝΩΝ

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας έτους σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-Γ	0,0	0,0	0,0	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9
-B	0,0	0,0	0,0	7,3	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3
-A	2,4	0,0	2,4	14,6	14,6	2,4	0,0	2,4	39,0
+A	0,0	2,4	9,8	7,3	9,8	2,4	2,4	0,0	34,1
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	2,4	0,0	4,9
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	4,9	0,0	0,0	7,3
+Δ	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4
	2,4	2,4	12,2	36,6	29,3	9,8	4,9	2,4	100

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5
-Γ	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5
-B	0,0	0,0	2,5	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0
-A	0,0	0,0	2,5	32,5	2,5	0,0	0,0	0,0	37,5
+A	0,0	0,0	0,0	10,0	17,5	2,5	0,0	0,0	30,0
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	2,5	5,0	0,0	10,0
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	5,0
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	2,5
	0,0	2,5	5,0	52,5	22,5	5,0	12,5	0,0	100

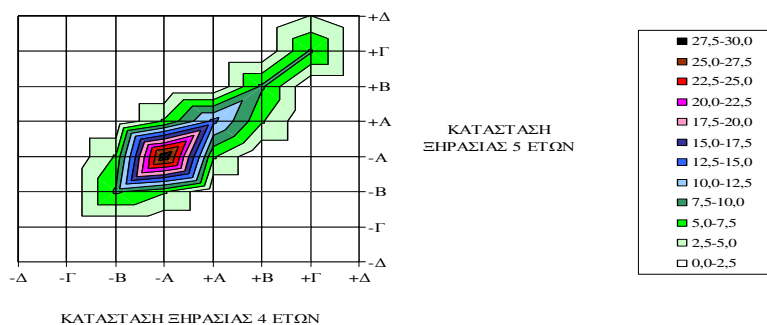
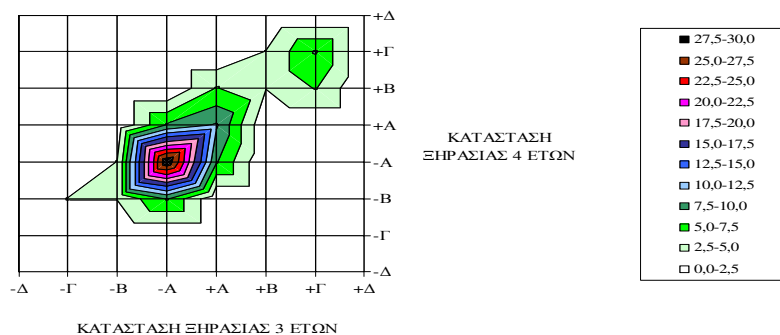
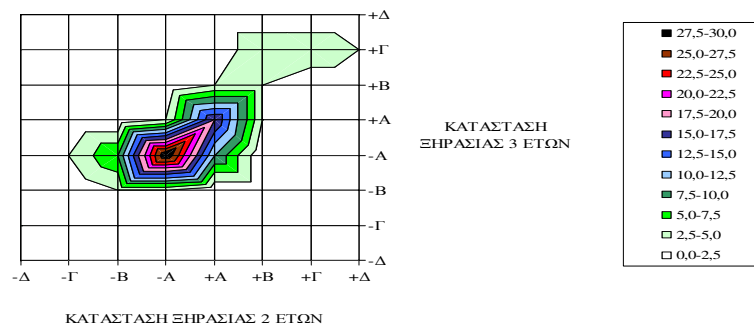
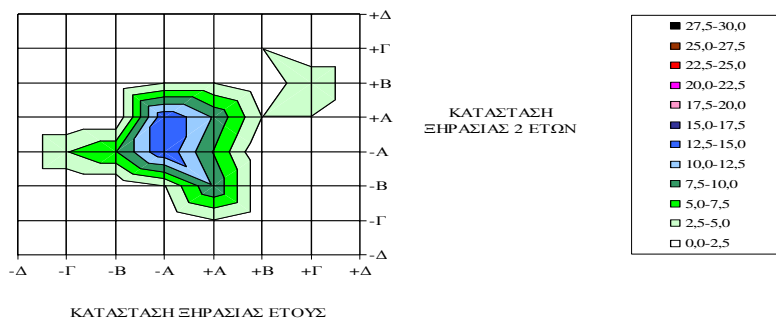
Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-Γ	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6
-B	0,0	0,0	2,6	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1
-A	0,0	0,0	7,7	35,9	7,7	0,0	0,0	0,0	51,3
+A	0,0	0,0	0,0	7,7	10,3	5,1	0,0	0,0	23,1
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	2,6	0,0	5,1
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	7,7	0,0	12,8
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	0,0	12,8	46,2	17,9	12,8	10,3	0,0	100

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 5 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-B	0,0	0,0	7,9	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	13,2
-A	0,0	0,0	5,3	34,2	5,3	0,0	0,0	0,0	44,7
+A	0,0	0,0	0,0	5,3	13,2	0,0	0,0	0,0	18,4
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	7,9	0,0	0,0	13,2
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,9	2,6	10,5
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	0,0	13,2	44,7	23,7	7,9	7,9	2,6	100

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας έτους σε κατηγορία ξηρασίας 2 ετών, 2 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 3 ετών, 3 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 4 ετών και 4 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 5 ετών



Πιθανότητες μετάβασης σε διάφορες κατηγορίες ξηρασίας σύμφωνα με τα δεδομένα απορροής της πηγής Μάτι Τυρνάβου

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 3 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή)

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	2,4	0,0	7,3	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	12,2
-Γ	0,0	0,0	2,4	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3
-B	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4
-A	0,0	4,9	0,0	17,1	7,3	0,0	0,0	0,0	29,3
+A	0,0	0,0	2,4	7,3	14,6	7,3	2,4	0,0	34,1
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	2,4	2,4	7,3
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	2,4	2,4	0,0	7,3
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2,4	4,9	12,2	34,1	24,4	12,2	7,3	2,4	100

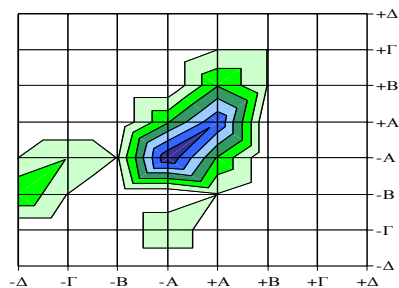
Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 6 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή).

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	2,4	0,0	4,9	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	9,76
-Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
-B	0,0	2,4	0,0	7,3	0,0	0,0	0,0	0,0	9,76
-A	0,0	0,0	4,9	14,6	7,3	0,0	0,0	0,0	26,83
+A	0,0	0,0	2,4	9,8	14,6	9,8	2,4	2,4	41,46
+B	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	4,88
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	2,4	2,4	0,0	7,32
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
	2,4	4,9	12,2	34,1	24,4	12,2	7,3	2,4	100

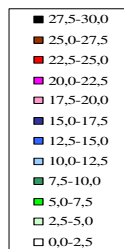
Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 9 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή)

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	2,4	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8
-Γ	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4
-B	0,0	0,0	11,9	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	14,3
-A	0,0	0,0	0,0	28,6	2,4	0,0	0,0	0,0	31,0
+A	0,0	0,0	0,0	4,8	21,4	4,8	0,0	0,0	31,0
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1	0,0	0,0	7,1
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1	0,0	7,1
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	2,4
	2,4	4,8	11,9	35,7	23,8	11,9	7,1	2,4	100

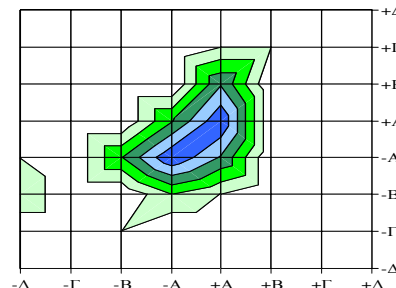
Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3, 6 και 9 μηνών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας υδρολογικού έτους



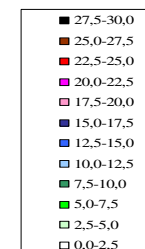
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΕΤΟΥΣ



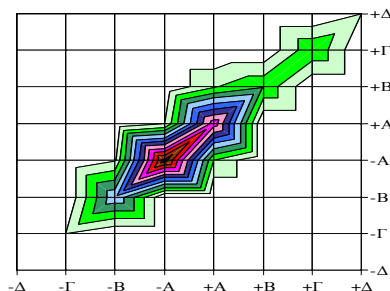
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 3 ΜΗΝΩΝ



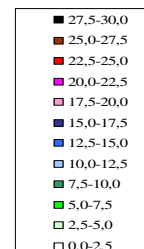
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΕΤΟΥΣ



ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 6 ΜΗΝΩΝ



ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΕΤΟΥΣ



ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 9 ΜΗΝΩΝ

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας έτους σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4
-Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	2,4
-B	0,0	0,0	2,4	9,8	0,0	0,0	0,0	0,0	12,2
-A	2,4	0,0	7,3	12,2	9,8	2,4	0,0	2,4	36,6
+A	0,0	0,0	4,9	9,8	7,3	0,0	2,4	0,0	24,4
+B	0,0	0,0	0,0	4,9	4,9	2,4	0,0	0,0	12,2
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	2,4	0,0	7,3
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	2,4
	2,4	0,0	14,6	39,0	24,4	12,2	4,9	2,4	100

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5
-Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-B	0,0	2,5	5,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5
-A	0,0	0,0	2,5	32,5	5,0	0,0	0,0	0,0	40,0
+A	0,0	0,0	0,0	7,5	17,5	0,0	0,0	0,0	25,0
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	5,0	5,0	0,0	12,5
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	5,0
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	2,5
	0,0	5,0	7,5	45,0	25,0	7,5	10,0	0,0	100

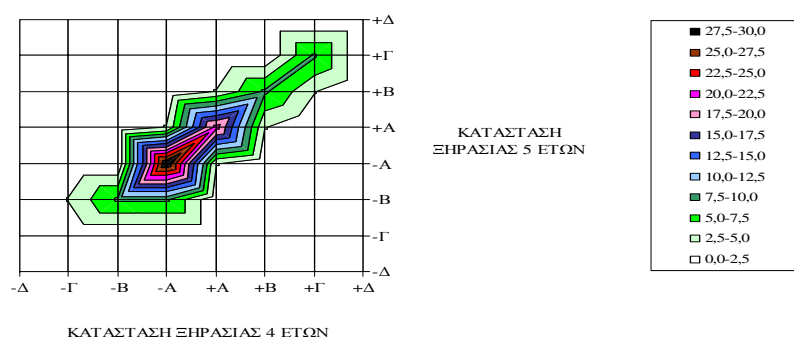
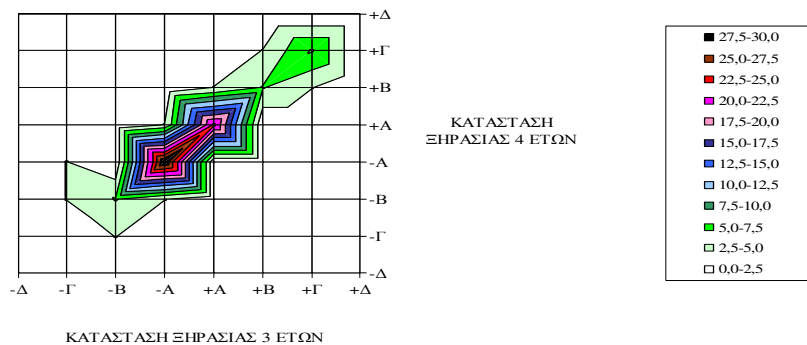
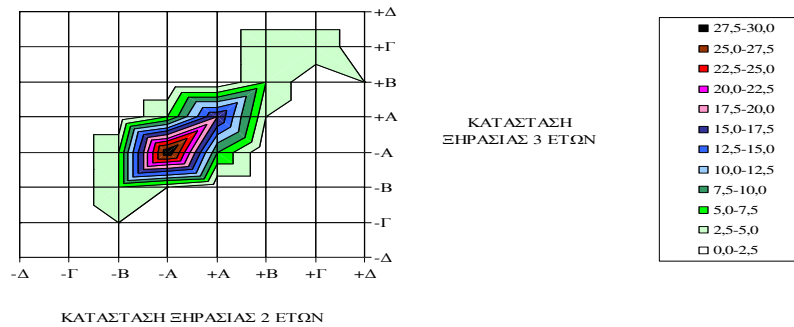
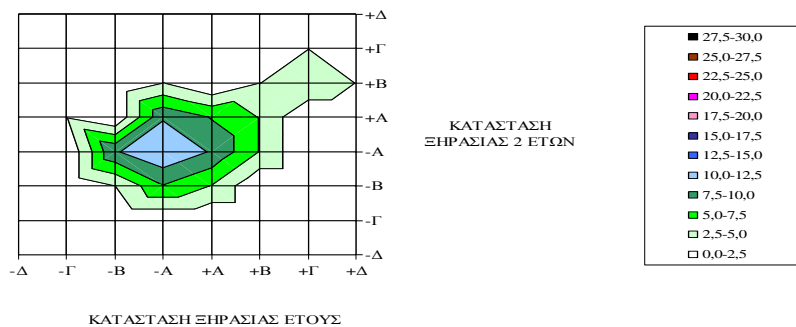
Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-Γ	0,0	0,0	2,6	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1
-B	0,0	2,6	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7
-A	0,0	0,0	2,6	38,5	2,6	0,0	0,0	0,0	43,6
+A	0,0	0,0	0,0	0,0	23,1	2,6	0,0	0,0	25,6
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	2,6	0,0	7,7
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	7,7	0,0	10,3
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	2,6	10,3	41,0	25,6	10,3	10,3	0,0	100

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 5 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-Γ	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6
-B	0,0	0,0	7,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,9
-A	0,0	0,0	7,9	31,6	2,6	0,0	0,0	0,0	42,1
+A	0,0	0,0	0,0	2,6	21,1	2,6	0,0	0,0	26,3
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	7,9	0,0	0,0	10,5
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	7,9	0,0	10,5
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	0,0	18,4	34,2	26,3	13,2	7,9	0,0	100

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας έτους σε κατηγορία ξηρασίας 2 ετών, 2 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 3 ετών, 3 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 4 ετών και 4 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 5 ετών



Πιθανότητες μετάβασης σε διάφορες κατηγορίες ξηρασίας σύμφωνα με τα δεδομένα διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης 445ΥΕΒ

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας έτους σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	4,9	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3
-Γ	0,0	0,0	0,0	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9
-B	2,4	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9
-A	2,4	4,9	2,4	14,6	4,9	0,0	2,4	0,0	31,7
+A	2,4	0,0	0,0	2,4	12,2	14,6	0,0	0,0	31,7
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	9,8	7,3	2,4	0,0	19,5
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	7,3	4,9	9,8	24,4	26,8	22,0	4,9	0,0	100

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	2,5	2,5	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5
-Γ	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0
-B	0,0	5,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0
-A	0,0	0,0	2,5	20,0	2,5	0,0	0,0	0,0	25,0
+A	0,0	0,0	0,0	0,0	22,5	5,0	0,0	0,0	27,5
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	20,0	0,0	0,0	22,5
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	2,5
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2,5	7,5	12,5	22,5	27,5	27,5	0,0	0,0	100

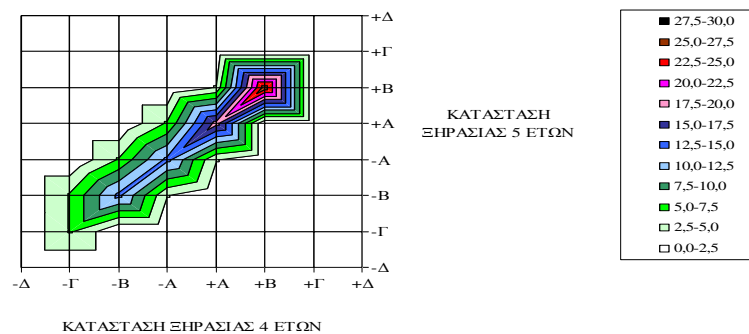
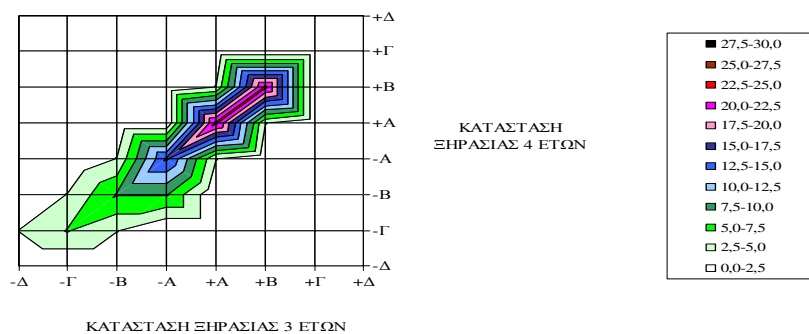
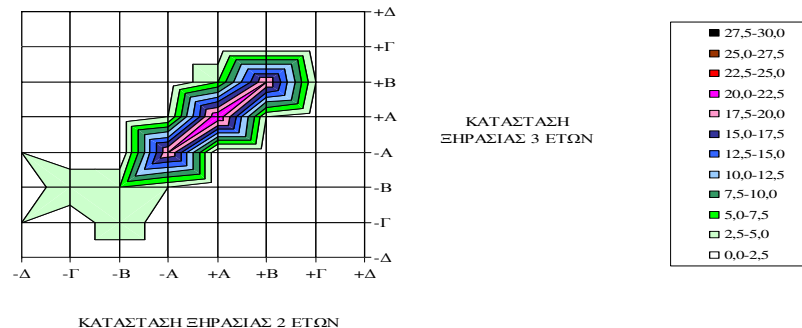
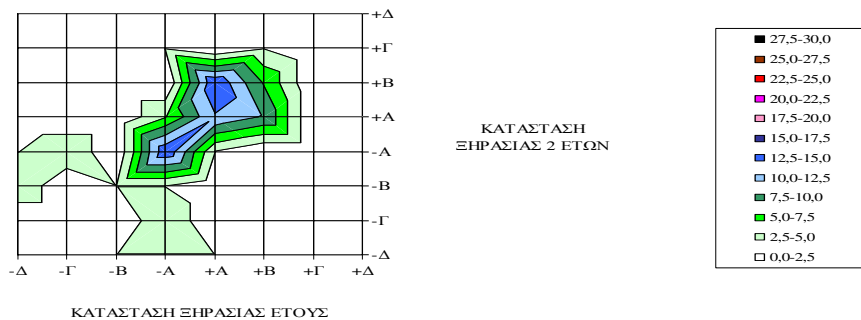
Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6
-Γ	0,0	5,1	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7
-B	0,0	2,6	7,7	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	12,8
-A	0,0	0,0	7,7	15,4	0,0	0,0	0,0	0,0	23,1
+A	0,0	0,0	0,0	2,6	23,1	2,6	0,0	0,0	28,2
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	23,1	0,0	0,0	25,6
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	10,3	17,9	20,5	25,6	25,6	0,0	0,0	100

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 5 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-Γ	0,0	5,3	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,5
-B	0,0	0,0	13,2	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	18,4
-A	0,0	0,0	2,6	13,2	5,3	0,0	0,0	0,0	21,1
+A	0,0	0,0	0,0	2,6	18,4	2,6	0,0	0,0	23,7
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,3	0,0	0,0	26,3
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	5,3	21,1	21,1	23,7	28,9	0,0	0,0	100

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας έτους σε κατηγορία ξηρασίας 2 ετών, 2 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 3 ετών, 3 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 4 ετών και 4 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 5 ετών



Πιθανότητες μετάβασης σε διάφορες κατηγορίες ξηρασίας σύμφωνα με τα δεδομένα διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης AD3

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας έτους σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	0,0	7,7	5,1	0,0	0,0	0,0	12,8
-Γ	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6
-B	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6
-A	5,1	2,6	2,6	2,6	7,7	0,0	0,0	0,0	20,5
+A	2,6	0,0	0,0	7,7	30,8	2,6	0,0	0,0	43,6
+B	0,0	0,0	2,6	0,0	2,6	12,8	0,0	0,0	17,9
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	7,7	5,1	5,1	20,5	46,2	15,4	0,0	0,0	100

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	5,3	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,9
-Γ	0,0	2,6	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3
-B	0,0	0,0	2,6	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3
-A	0,0	5,3	2,6	7,9	5,3	0,0	0,0	0,0	21,1
+A	0,0	0,0	0,0	7,9	36,8	0,0	0,0	0,0	44,7
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,8	0,0	0,0	15,8
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	5,3	10,5	7,9	18,4	42,1	15,8	0,0	0,0	100

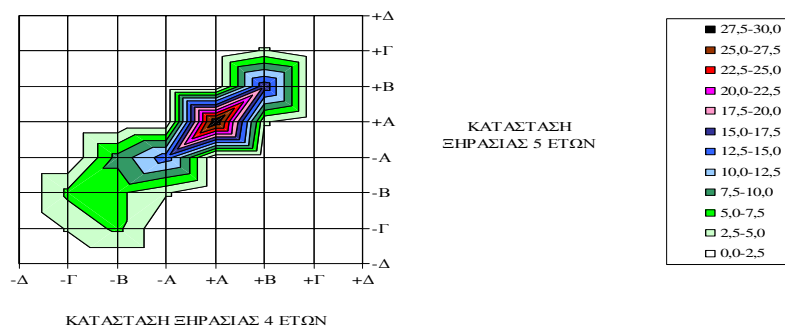
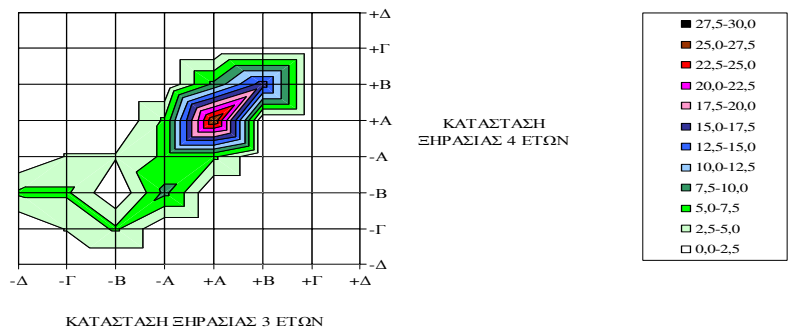
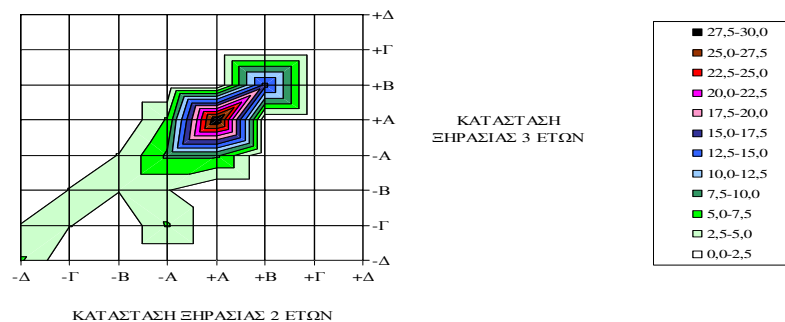
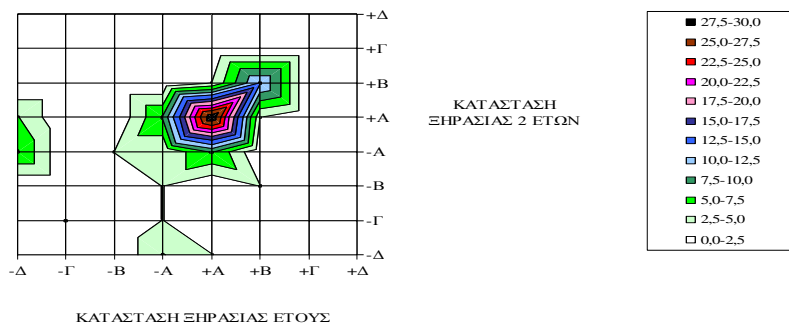
Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4
-Γ	0,0	2,7	5,4	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	10,8
-B	0,0	5,4	0,0	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	8,1
-A	0,0	0,0	8,1	5,4	5,4	0,0	0,0	0,0	18,9
+A	0,0	0,0	0,0	5,4	27,0	8,1	0,0	0,0	40,5
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,2	0,0	0,0	16,2
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	8,1	18,9	16,2	32,4	24,3	0,0	0,0	100

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 5 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-Γ	0,0	2,8	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3
-B	0,0	5,6	5,6	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	19,4
-A	0,0	0,0	2,8	13,9	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7
+A	0,0	0,0	0,0	0,0	33,3	0,0	0,0	0,0	33,3
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	16,7	2,8	0,0	22,2
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	8,3	13,9	22,2	36,1	16,7	2,8	0,0	100

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας έτους σε κατηγορία ξηρασίας 2 ετών, 2 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 3 ετών, 3 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 4 ετών και 4 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 5 ετών



Πιθανότητες μετάβασης σε διάφορες κατηγορίες ξηρασίας σύμφωνα με τα δεδομένα διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης K1

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας έτους σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	3,8
-Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	3,8
-B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	0,0	0,0	3,8
-A	3,8	0,0	3,8	11,5	23,1	3,8	0,0	0,0	46,2
+A	0,0	0,0	3,8	0,0	15,4	3,8	0,0	0,0	23,1
+B	3,8	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7
+Γ	0,0	0,0	0,0	11,5	0,0	0,0	0,0	0,0	11,5
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	7,7	0,0	11,5	23,1	46,2	11,5	0,0	0,0	100

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	4,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0
-Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-B	0,0	4,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0
-A	0,0	0,0	0,0	12,0	8,0	4,0	0,0	0,0	24,0
+A	0,0	0,0	0,0	20,0	16,0	8,0	0,0	0,0	44,0
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	4,0	4,0	0,0	12,0
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	4,0	4,0	0,0	44,0	28,0	16,0	4,0	0,0	100

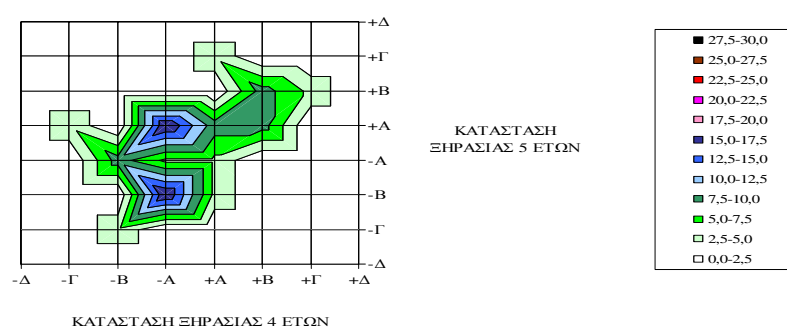
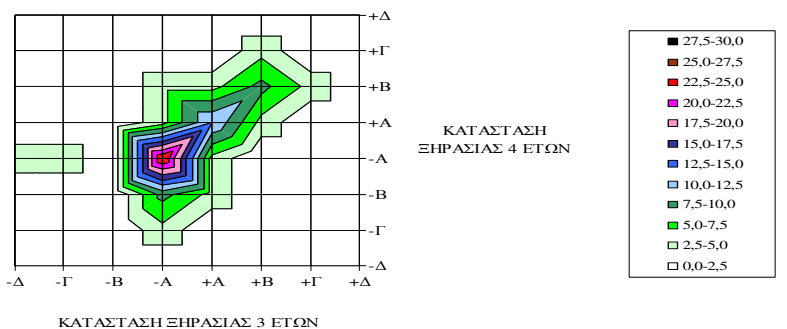
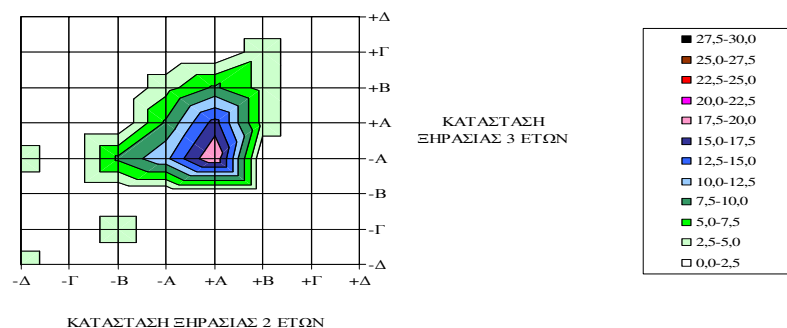
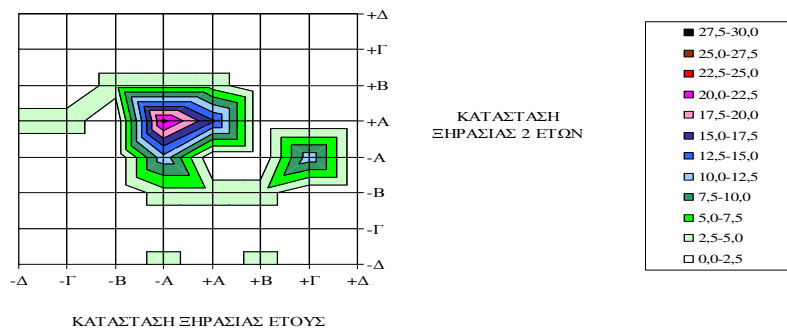
Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2
-Γ	0,0	0,0	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2
-B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-A	0,0	4,2	8,3	25,0	4,2	4,2	0,0	0,0	45,8
+A	0,0	0,0	4,2	4,2	12,5	4,2	0,0	0,0	25,0
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	8,3	4,2	0,0	16,7
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	0,0	0,0	4,2
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	4,2	12,5	37,5	20,8	20,8	4,2	0,0	100

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 5 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	0,0	0,0	0,0	4,3
-B	0,0	4,3	0,0	8,7	0,0	0,0	0,0	0,0	13,0
-A	0,0	0,0	17,4	4,3	17,4	0,0	0,0	0,0	39,1
+A	0,0	0,0	4,3	4,3	8,7	0,0	4,3	0,0	21,7
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	8,7	8,7	0,0	0,0	17,4
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	0,0	0,0	4,3
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	4,3	21,7	17,4	39,1	13,0	4,3	0,0	100

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας έτους σε κατηγορία ξηρασίας 2 ετών, 2 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 3 ετών, 3 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 4 ετών και 4 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 5 ετών



Πιθανότητες μετάβασης σε διάφορες κατηγορίες ξηρασίας σύμφωνα με τα δεδομένα διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης SR63A

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας έτους σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	2,6	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1
-Γ	2,6	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1
-B	0,0	2,6	2,6	2,6	2,6	0,0	0,0	0,0	10,3
-A	0,0	0,0	5,1	20,5	7,7	0,0	0,0	0,0	33,3
+A	0,0	0,0	0,0	5,1	7,7	12,8	0,0	0,0	25,6
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	10,3	5,1	0,0	20,5
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	5,1	2,6	10,3	30,8	23,1	23,1	5,1	0,0	100

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3
-Γ	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6
-B	0,0	2,6	2,6	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	10,5
-A	0,0	0,0	2,6	26,3	2,6	0,0	0,0	0,0	31,6
+A	0,0	0,0	0,0	5,3	18,4	0,0	0,0	0,0	23,7
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	18,4	0,0	0,0	23,7
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	2,6
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	5,3	5,3	5,3	36,8	26,3	18,4	2,6	0,0	100

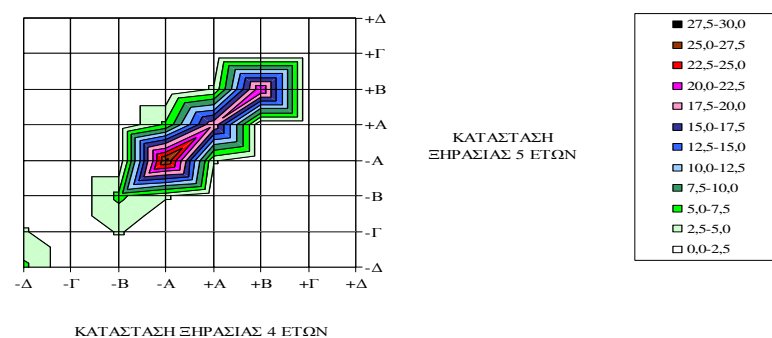
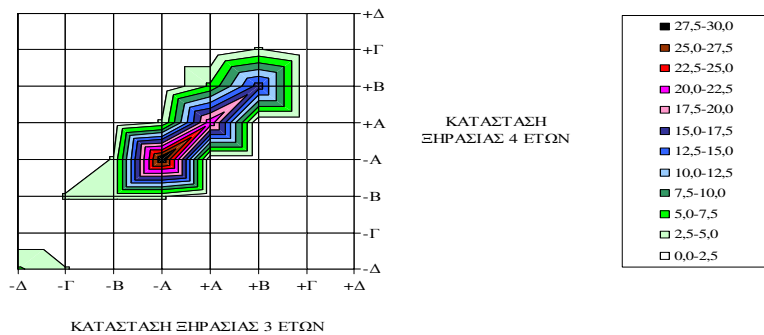
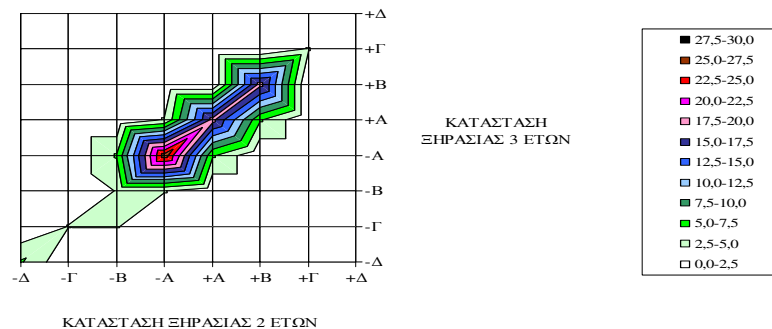
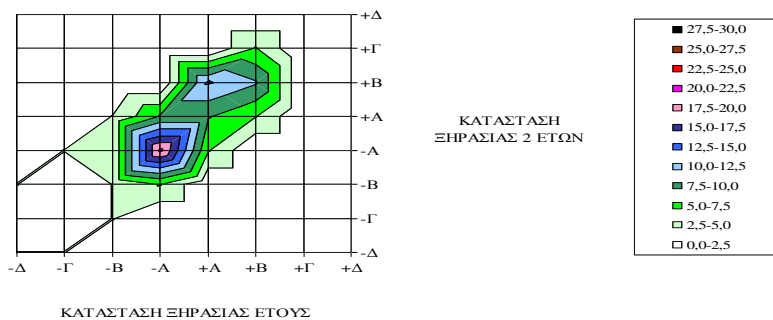
Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4
-Γ	2,7	0,0	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4
-B	0,0	0,0	2,7	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4
-A	0,0	0,0	2,7	32,4	2,7	0,0	0,0	0,0	37,8
+A	0,0	0,0	0,0	0,0	21,6	5,4	0,0	0,0	27,0
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,2	2,7	0,0	18,9
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	8,1	0,0	8,1	35,1	24,3	21,6	2,7	0,0	100

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 5 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	5,6	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3
-Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-B	0,0	2,8	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3
-A	0,0	0,0	2,8	27,8	5,6	0,0	0,0	0,0	36,1
+A	0,0	0,0	0,0	2,8	19,4	2,8	0,0	0,0	25,0
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,2	0,0	0,0	22,2
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	5,6	5,6	8,3	30,6	25,0	25,0	0,0	0,0	100

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας έτους σε κατηγορία ξηρασίας 2 ετών, 2 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 3 ετών, 3 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 4 ετών και 4 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 5 ετών



Πιθανότητες μετάβασης σε διάφορες κατηγορίες ξηρασίας σύμφωνα με τα δεδομένα διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης SR77

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας έτους σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1
-Γ	0,0	0,0	5,1	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7
-B	2,6	5,1	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	10,3
-A	0,0	2,6	2,6	12,8	5,1	2,6	0,0	0,0	25,6
+A	0,0	0,0	0,0	12,8	10,3	5,1	2,6	0,0	30,8
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	10,3	2,6	0,0	15,4
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	0,0	5,1
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2,6	12,8	7,7	30,8	17,9	17,9	10,3	0,0	100

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6
-Γ	2,6	10,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,2
-B	0,0	2,6	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,9
-A	0,0	0,0	0,0	26,3	5,3	0,0	0,0	0,0	31,6
+A	0,0	0,0	0,0	0,0	18,4	0,0	0,0	0,0	18,4
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	13,2	0,0	0,0	18,4
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	5,3	0,0	7,9
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	5,3	13,2	5,3	26,3	28,9	15,8	5,3	0,0	100

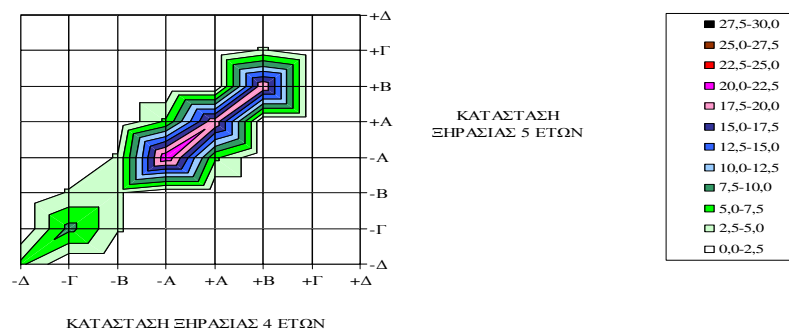
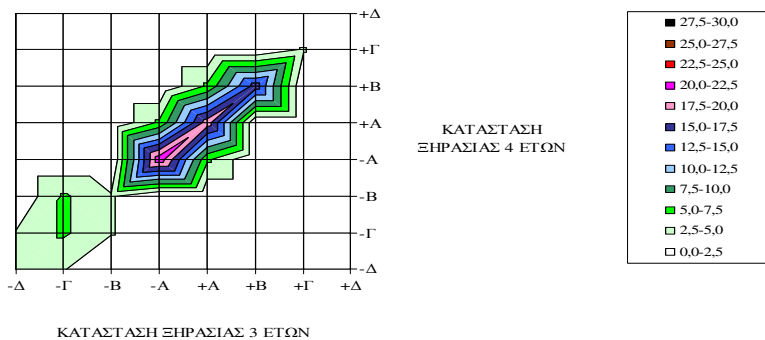
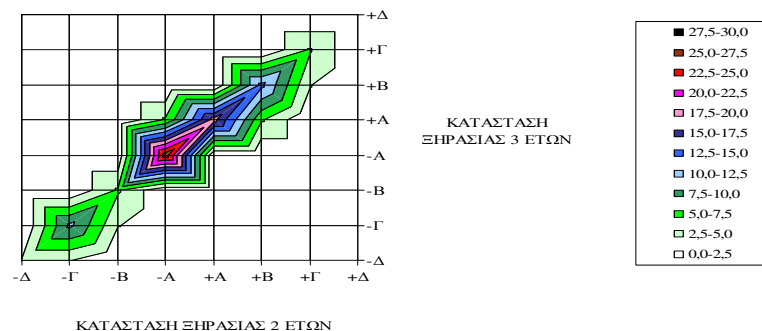
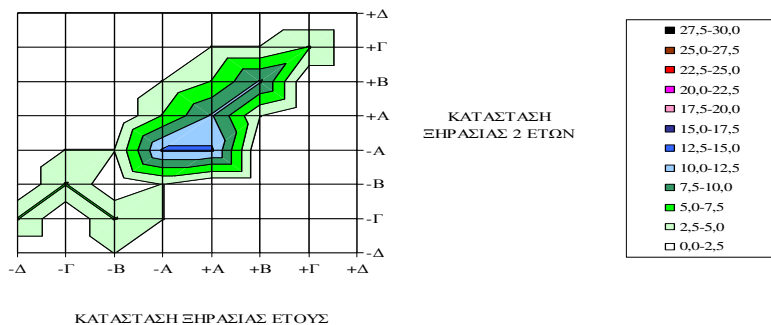
Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	2,7	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4
-Γ	2,7	5,4	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,5
-B	0,0	2,7	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4
-A	0,0	0,0	0,0	21,6	5,4	0,0	0,0	0,0	27,0
+A	0,0	0,0	0,0	5,4	18,9	5,4	0,0	0,0	29,7
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,2	0,0	0,0	16,2
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	0,0	2,7
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	5,4	10,8	8,1	27,0	24,3	21,6	2,7	0,0	100

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 5 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6
-Γ	0,0	8,3	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1
-B	0,0	2,8	2,8	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3
-A	0,0	0,0	0,0	22,2	5,6	0,0	0,0	0,0	27,8
+A	0,0	0,0	0,0	5,6	19,4	0,0	0,0	0,0	25,0
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,4	2,8	0,0	22,2
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	5,6	11,1	5,6	30,6	25,0	19,4	2,8	0,0	100

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας έτους σε κατηγορία ξηρασίας 2 ετών, 2 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 3 ετών, 3 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 4 ετών και 4 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 5 ετών



Πιθανότητες μετάβασης σε διάφορες κατηγορίες ξηρασίας σύμφωνα με τα δεδομένα διακύμανσης της στάθμης της γεώτρησης SR86

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας έτους σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	0,0	0,0	0,0	2,6	2,6	0,0	0,0	0,0	5,1
-Γ	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6
-B	0,0	0,0	0,0	2,6	2,6	0,0	0,0	0,0	5,1
-A	2,6	0,0	2,6	12,8	17,9	2,6	0,0	0,0	38,5
+A	0,0	2,6	0,0	12,8	23,1	0,0	2,6	0,0	41,0
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	2,6	5,1
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	2,6
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2,6	5,1	2,6	30,8	46,2	5,1	2,6	5,1	100

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 2 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6
-Γ	2,6	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3
-B	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6
-A	0,0	0,0	2,6	23,7	5,3	0,0	0,0	0,0	31,6
+A	0,0	0,0	2,6	7,9	36,8	0,0	0,0	0,0	47,4
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	2,6	0,0	0,0	5,3
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	2,6
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	2,6
	5,3	0,0	7,9	34,2	44,7	2,6	2,6	2,6	100

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	2,7	0,0	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4
-Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-B	2,7	0,0	2,7	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	8,1
-A	0,0	0,0	5,4	27,0	2,7	0,0	0,0	0,0	35,1
+A	0,0	0,0	0,0	5,4	35,1	5,4	0,0	0,0	45,9
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	0,0	0,0	2,7
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	2,7
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	5,4	0,0	10,8	35,1	37,8	8,1	0,0	2,7	100

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 4 ετών σε κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 5 ετών

	-Δ	-Γ	-B	-A	+A	+B	+Γ	+Δ	
-Δ	2,8	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6
-Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-B	2,8	0,0	2,8	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1
-A	0,0	0,0	0,0	27,8	8,3	0,0	0,0	0,0	36,1
+A	0,0	0,0	0,0	2,8	36,1	0,0	0,0	0,0	38,9
+B	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	2,8	0,0	2,8	8,3
+Γ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
+Δ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	5,6	2,8	2,8	36,1	47,2	2,8	0,0	2,8	100

Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας έτους σε κατηγορία ξηρασίας 2 ετών, 2 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 3 ετών, 3 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 4 ετών και 4 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 5 ετών

