



ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

των Λεκανών Απορροής Ποταμών
του Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Η

**2. ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ
ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ
(ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4 Β Φάσης)**

ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2013



ΕΙΔΙΚΗ
ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ
ΥΔΑΤΩΝ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΥΔΑΤΩΝ

ΕΡΓΟ: ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ ΣΧΕΔΙΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΤΑΜΩΝ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ ΔΥΤΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ, ΒΟΡΕΙΑΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ ΚΑΙ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ, ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΤΗΣ ΟΔΗΓΙΑΣ 2000/60/ΕΚ, ΚΑΤ' ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ Ν.3199/2003 ΚΑΙ ΤΟΥ ΠΔ 51/2007

ΣΥΜΠΡΑΞΗ:

- «ΥΔΡΟΕΞΥΓΙΑΝΤΙΚΗ Ε.Ε.» Λ.Σ. ΛΑΖΑΡΙΔΗΣ & ΣΙΑ ΕΕ
- ΛΑΖΑΡΙΔΗΣ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ ΑΤΕΜ
- ΤΕΜ - ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΜΕΛΕΤΩΝ ΑΕ
- ΗΡC-ΡΑΣΕCΟ, ΕΡΕΥΝΕΣ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ, ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΕΡ/ΝΤΟΣ & ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ Μ/ΕΠΕ
- ΛΙΟΝΗΣ ΜΙΧΑΛΗΣ του ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΥΣ
- ΔΡΑΚΟΠΟΥΛΟΥ ΕΥΣΤΑΘΙΑ του ΛΕΩΝΙΔΑ
- ΒΑΚΑΚΗΣ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΑΕ
- ΕΦΗ ΚΑΡΑΘΑΝΑΣΗ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ «ΧΩΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΕ»
- ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΚΟΤΖΑΜΠΟΠΟΥΛΟΣ του ΓΕΩΡΓΙΟΥ
- ΑΝΑΓΝΟΠΟΥΛΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ του ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
- TERRA NOVA ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΕ

ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΤΑΜΩΝ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (GR03)

Β ΦΑΣΗ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4: – ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Ημερομηνία πρώτης Δημοσίευσης: 21/05/2012

ΦΕΚ Έγκρισης Σχεδίου Διαχείρισης: 1004 Β'/24.04.2013

ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ ΣΧΕΔΙΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΤΑΜΩΝ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΤΗΣ ΟΔΗΓΙΑΣ 2000/60/ΕΚ, ΚΑΤ' ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ
Ν.3199/2003 ΚΑΙ ΤΟΥ Π.Δ.51/2007

ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ ΦΑΣΗ 2

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4: ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1-1
1.1	Γενικά.....	1-1
1.2	Αντικείμενο του σχεδίου αντιμετώπισης φαινομένων λειψυδρίας και ξηρασίας	1-1
1.3	Διάρθρωση του τεύχους.....	1-3
2	Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ - ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ	2-1
2.1	Ορισμοί ξηρασίας και λειψυδρίας.....	2-1
2.2	Κατηγορίες ξηρασίας.....	2-1
2.3	Παράμετροι εκτίμησης ξηρασίας.....	2-2
2.4	Παράγοντες που επιδρούν στην εμφάνιση ξηρασίας	2-3
2.5	Διαχείριση ξηρασίας.....	2-4
2.6	Δείκτες ξηρασίας	2-5
2.6.1	Γενικά.....	2-5
2.6.2	Στατιστικοί δείκτες.....	2-6
2.6.3	Δείκτες υδρολογικού ισοζυγίου	2-7
2.6.4	Δείκτες κατάστασης βλάστησης.....	2-8
2.7	Επισκόπηση διεθνούς εμπειρίας στην αντιμετώπιση των ξηρασιών.....	2-8
2.7.1	Κατηγορίες μέτρων αντιμετώπισης της ξηρασίας	2-8
2.7.2	Ανάλυση μέτρων περιορισμού της ζήτησης νερού.....	2-9
2.7.3	Ανάλυση μέτρων αύξησης της διαθεσιμότητας νερού.....	2-10
2.7.4	Ανάλυση μέτρων περιορισμού των επιπτώσεων της λειψυδρίας.....	2-11
2.7.5	Σύνδεση με την Οδηγία Πλαίσιο 2000/60/ΕΚ	2-11

3	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	3-1
3.1	Περιοχή μελέτης.....	3-1
3.2	Γεωγραφικά Δεδομένα.....	3-2
3.3	Δεδομένα βροχομετρικών σταθμών.....	3-3
3.4	Υδρομετρικά δεδομένα	3-5
3.5	Δεδομένα μετρήσεων παροχής πηγών	3-6
3.6	Δεδομένα μετρήσεων σταθμών νερού σε γεωτρήσεις.....	3-7
3.7	Δεδομένα διαχειριστικού ενδιαφέροντος.....	3-8
4	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΩΝ	4-1
4.1	Γενικό μεθοδολογικό πλαίσιο.....	4-1
4.2	Επεξεργασία χρονοσειρών βροχόπτωσης.....	4-1
4.2.1	Σημειακές χρονοσειρές.....	4-1
4.2.2	Επιφανειακές χρονοσειρές.....	4-2
4.3	Επεξεργασίες χρονοσειρών απορροής	4-7
4.3.1	Χρονοσειρά απορροής Λάδωνα	4-7
4.3.2	Προσομοιωμένες χρονοσειρές απορροής επιλεγμένων λεκανών.....	4-8
4.3.3	Χρονοσειρές απορροής πηγών.....	4-12
5	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΔΕΙΚΤΩΝ ΞΗΡΑΣΙΑΣ	5-1
5.1	Σκοπός και μεθοδολογία	5-1
5.2	Δείκτης περιόδου επαναφοράς βροχόπτωσης.....	5-1
5.2.1	Ορισμός	5-1
5.2.2	Λογαριθμοκανονική κατανομή.....	5-3
5.2.3	Κατανομή Weibull.....	5-4
5.2.4	Υπολογιστική διαδικασία	5-4
5.2.5	Θεωρητική τεκμηρίωση.....	5-5
5.2.6	Αναγωγή σε όρους τυποποιημένης κανονικής μεταβλητής	5-10
5.2.7	Κατάταξη ξηρασιών	5-10
5.3	Υπολογισμοί δεικτών μετεωρολογικής ξηρασίας.....	5-11
5.3.1	Δείκτης μετεωρολογικής ξηρασίας Πελοποννήσου	5-11
5.3.2	Ανάλυση στο Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Πελοποννήσου (ΥΔ 03).....	5-13
5.3.3	Ανάλυση σταθμών ΕΜΥ.....	5-17
5.4	Υπολογισμοί δεικτών υδρολογικής ξηρασίας	5-20
5.4.1	Ανάλυση χρονοσειράς απορροής Λάδωνα	5-20

5.4.2	Σύγκριση υδρολογικής και μετεωρολογικής ξηρασίας στην λεκάνη του Λάδωνα.....	5-24
5.4.3	Σύγκριση υδρολογικής και μετεωρολογικής ξηρασίας στις χρονοσειρές απορροής του μοντέλου	5-25
5.4.4	Σύγκριση μετεωρολογικής ξηρασίας με μετρήσεις παροχών πηγών	5-28
5.4.5	Σύγκριση μετεωρολογικής ξηρασίας με μετρήσεις σταθμών νερού σε γεωτρήσεις των ΥΥΣ.....	5-30
6	ΑΝΑΛΥΣΗ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΞΗΡΑΣΙΩΝ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	6-1
6.1	Αναγνώριση ιστορικών ξηρασιών.....	6-1
6.1.1	Μεθοδολογία αναγνώρισης ξηρασιών	6-1
6.1.2	Αναγνώριση μετεωρολογικών ξηρασιών περιόδου 1980-2002	6-1
6.1.3	Αναγνώριση μετεωρολογικών ξηρασιών περιόδου 1965-2011	6-6
6.1.4	Αναγνώριση υδρολογικών ξηρασιών λεκάνης απορροής Λάδωνα	6-8
6.2	Ανάλυση χαρακτηριστικών πρόσφατων περιόδων ξηρασίας στην Πελοπόννησο.....	6-11
6.2.1	Ανάλυση ξηρασίας περιόδου 1988-1994.....	6-11
6.2.2	Ανάλυση ξηρασίας περιόδου 2000	6-12
6.2.3	Ανάλυση ξηρασίας περιόδου 2006-2008.....	6-12
7	ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΞΗΡΑΣΙΩΝ	7-1
7.1	Κριτική Επισκόπηση βασικών εννοιών	7-1
7.2	Τρωτότητα σε φαινόμενα ξηρασίας - λειψυδρίας	7-2
7.2.1	Κοινωνικοοικονομική τρωτότητα	7-4
7.2.2	Επιρροή των χρήσεων γης στη τρωτότητα μιας περιοχής σε ξηρασία	7-4
7.2.3	Επιρροή της μεταβολής του πληθυσμού στη τρωτότητα σε ξηρασία	7-11
7.2.4	Επιρροή της ζήτησης και απόληψης νερού στη τρωτότητα σε ξηρασία	7-12
7.2.5	Επιρροή της ποσότητας των απολήψεων από επιφανειακά ΥΣ	7-16
7.2.6	Επιρροή της ποσοτικής κατάστασης των ΥΥΣ στη τρωτότητα σε ξηρασία	7-18
7.3	Δείκτης WEI	7-19
7.3.1	Μεθοδολογία υπολογισμού δείκτη WEI	7-19
7.3.2	Γενικευμένος δείκτης αξιοποίησης νερού	7-21
7.4	Εκτίμηση μέσου δείκτη αξιοποίησης νερού (WEI).....	7-24
7.4.1	Εκτίμηση WEI ανά Υδατικό Διαμέρισμα.....	7-26
7.5	Διαχειριστικές αναλύσεις με βάση τον ετήσιο δείκτη αξιοποίησης νερού	7-26
7.5.1	Βασικές παραδοχές	7-26
7.5.2	Ανάλυση στις ΛΑΠ του ΥΔ03.....	7-27
7.5.3	Στατιστική ανάλυση δείκτη WEI	7-31
7.5.4	Σύνοψη δεικτών τρωτότητας.....	7-32

8	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ - ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΠΙΤΕΥΞΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΣΤΟΧΩΝ ΤΩΝ ΥΣ	8-1
9	ΠΡΟΓΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΞΗΡΑΣΙΩΝ.....	9-1
9.1	Η έννοια της πρόγνωσης ξηρασιών	9-1
9.2	Πρόγνωση μετεωρολογικών ξηρασιών.....	9-2
9.2.1	Χρήση δεικτών ξηρασίας βροχόπτωσης ως προγνωστικά εργαλεία	9-2
9.2.2	Υπολογισμός πιθανοτήτων μετάβασης.....	9-4
9.2.3	Διερεύνηση συντελεστών συσχέτισης μέσης βροχόπτωσης σταθμών ΕΜΥ	9-11
9.3	Πρόγνωση υδρολογικών ξηρασιών λεκάνης Λάδωνα.....	9-16
9.3.1	Διερεύνηση συντελεστών συσχέτισης απορροών	9-16
9.3.2	Διερεύνηση συντελεστών ετεροσυσχέτισης βροχόπτωσης Τρίπολης και απορροής Λάδωνα.....	9-20
9.3.3	Υπολογισμός πιθανοτήτων μετάβασης.....	9-25
10	ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΞΗΡΑΣΙΩΝ	10-1
10.1	Περιγραφή του επιχειρησιακού πλαισίου	10-1
10.1.1	Γενική Μεθοδολογία	10-1
10.1.2	Μαθηματική διαδικασία πρόγνωσης δεικτών ξηρασίας.....	10-2
10.2	Χαρακτηριστικά παραδείγματα.....	10-3
10.2.1	Μεθοδολογία επαλήθευσης	10-3
10.2.2	Εφαρμογή μοντέλου πρόγνωσης δείκτη SPI στην Πελοπόννησο	10-4
10.2.3	Εφαρμογή μοντέλου πρόγνωσης δεικτών SPI και SRI στη λεκάνη του Λάδωνα	10-8
10.3	Επιχειρησιακή πρόγνωση.....	10-18
10.3.1	Πρόγνωση δείκτη μετεωρολογικής ξηρασίας ανά Υδατικό Διαμέρισμα	10-18
10.3.2	Πρόγνωση δείκτη μετεωρολογικής ξηρασίας ανά λεκάνη απορροής ποτάμιων ΥΣ ..	10-19
10.3.3	Συνοπτικά βήματα επιχειρησιακού πλαισίου Διαχείρισης ξηρασιών	10-22
11	ΕΠΙΠΕΔΑ ΕΠΙΦΥΛΑΚΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΡΩΝ ΞΗΡΑΣΙΑΣ.....	11-1
11.1	Επίπεδα επιφυλακής ξηρασίας.....	11-1
11.2	Συσχέτιση μέτρων και επιπέδων επιφυλακής ξηρασίας	11-2
11.3	Πρόγραμμα πρόσθετων μέτρων πρόληψης και αντιμετώπισης επιπτώσεων από λειψυδρία – ξηρασία.....	11-3
11.4	Πρόσθετα μέτρα εκπαίδευσης και ενημέρωσης πρόληψης και αντιμετώπισης επιπτώσεων από λειψυδρία - ξηρασία	11-11
11.5	Ενέργειες πρόληψης και αντιμετώπισης επιπτώσεων από λειψυδρία - ξηρασία μέσα από το πρόγραμμα βασικών και συμπληρωματικών μέτρων των Σχεδίων Διαχείρισης	11-12

11.5.1 Μέτρα για την εφαρμογή της Κοινοτικής και Εθνικής νομοθεσίας για την προστασία των υδάτων σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ.....	11-12
11.5.2 Άλλα Βασικά Μέτρα πρόληψης και αντιμετώπισης επιπτώσεων φαινομένων λειψυδρίας-ξηρασίας.....	11-13
11.5.3 Οριζόντια Συμπληρωματικά Μέτρα πρόληψης και αντιμετώπισης επιπτώσεων φαινομένων λειψυδρίας-ξηρασίας.....	11-17
11.5.4 Συμπληρωματικά μέτρα πρόληψης και αντιμετώπισης επιπτώσεων από λειψυδρία-ξηρασία.....	11-19
12 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	12-1

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 3-1. Διαχειριστικές ενότητες (Λεκάνες Απορροής Ποταμών) Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (ΥΔ03).	3-3
Πίνακας 3-2. Χαρακτηριστικά βροχομετρικών σταθμών που ανακτήθηκαν από τη βάση δεδομένων της μελέτης εργαλείων του ΥΠΑΝ για το Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Πελοποννήσου (ΥΔ03) και μέση ετήσια βροχόπτωση (Μ.Τ.) περιόδου 1980-81 έως 2001-02.	3-5
Πίνακας 3-3. Χαρακτηριστικές θέσεις ποταμών Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (ΥΔ03), όπου παρήχθησαν νέες τεχνητές χρονοσειρές μικτής απορροής για την περίοδο 1980-2011.....	3-6
Πίνακας 3-4. Χαρακτηριστικά πηγών που ανακτήθηκαν από τη βάση δεδομένων της μελέτης εργαλείων του ΥΠΑΝ για το Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Πελοποννήσου (ΥΔ03).	3-7
Πίνακας 3-5. Μέσο ετήσιο υδατικό ισοζύγιο Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου ΥΔ 03 (τιμές σε μ ³).	3-8
Πίνακας 3-6. Μέση ετήσια ζήτηση νερού για διάφορες χρήσεις στο Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Πελοποννήσου ΥΔ 03 (τιμές σε μ ³).	3-8
Πίνακας 4-1. Βασικά στατιστικά μεγέθη μηνιαίας απορροής υπολεκάνης ανάντη φράγματος Λάδωνα, για τα υδρολογικά έτη 1956-57 έως 2010-11 (mm).	4-7
Πίνακας 4-2. Στατιστικά χαρακτηριστικά απορροής υπολεκάνης ανάντη φράγματος Λάδωνα, σε διάφορες χρονικές κλίμακες, για τα υδρολογικά έτη 1956-57 έως 2010-11.	4-8
Πίνακας 4-3. Στοιχεία απορροών χαρακτηριστικών ποταμών Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (ΥΔ03).	4-9
Πίνακας 4-4. Στατιστικά χαρακτηριστικά μέσων μηνιαίων παροχών πηγών (m ³ /s).	4-12

Πίνακας 5-1.	Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (Θησείο) σε διάφορες χρονικές κλίμακες, για τα υδρολογικά έτη 1857-58 έως 2010-11.....	5-6
Πίνακας 5-2.	Κατάταξη ξηρασιών κατά McKee et al. (1993).....	5-11
Πίνακας 5-3.	Δείκτης RPPi επιφανειακής βροχόπτωσης Πελοποννήσου, για διάφορες χρονικές κλίμακες (οι αρνητικές τιμές υποδηλώνουν περίοδο επαναφοράς τιμών μικρότερων της διαμέσου).	5-11
Πίνακας 5-4.	Δείκτης RPPi μέσης σημειακής βροχόπτωσης σταθμών ΕΜΥ, για διάφορες χρονικές κλίμακες (οι αρνητικές τιμές υποδηλώνουν περίοδο επαναφοράς τιμών μικρότερων της διαμέσου).	5-18
Πίνακας 5-5.	Δείκτης RPRI απορροής Λάδωνα, για διάφορες χρονικές κλίμακες (οι αρνητικές τιμές υποδηλώνουν περίοδο επαναφοράς τιμών μικρότερων της διαμέσου).	5-21
Πίνακας 6-1.	Χαρακτηρισμός ξηρασιών με βάση τον δείκτη SPI (McKee et al. , 1993).	6-1
Πίνακας 6-2.	Αξιολόγηση ετήσιας ξηρασίας στις διαχειριστικές ενότητες του ΥΔ03.	6-2
Πίνακας 6-3.	Αξιολόγηση ξηρασίας δύο ετών στις διαχειριστικές ενότητες του ΥΔ03.	6-3
Πίνακας 6-4.	Αξιολόγηση ξηρασίας τριών ετών στις διαχειριστικές ενότητες του ΥΔ03.	6-3
Πίνακας 6-5.	Αξιολόγηση ξηρασίας τεσσάρων ετών στις διαχειριστικές ενότητες του ΥΔ03.	6-4
Πίνακας 6-6.	Αξιολόγηση ξηρασίας πέντε ετών στις διαχειριστικές ενότητες του ΥΔ03.	6-4
Πίνακας 6-7.	Αξιολόγηση μετεωρολογικών ξηρασιών Πελοποννήσου, με βάση τη μέση σημειακή βροχόπτωση των σταθμών ΕΜΥ, για διάφορες χρονικές κλίμακες.	6-7
Πίνακας 6-8.	Αξιολόγηση υδρολογικών ξηρασιών λεκάνης απορροής Λάδωνα, για διάφορες χρονικές κλίμακες.	6-8
Πίνακας 7-1.	Στοιχεία κοινωνικοοικονομικής τρωτότητας και αντιπροσωπευτικές μεταβλητές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον χαρακτηρισμό ευάλωτων περιοχών σε ξηρασία.....	7-4
Πίνακας 7-2.	Συσχέτιση χρήσεων γης με τρωτότητα ξηρασίας.....	7-11
Πίνακας 7-3.	Συσχέτιση μεταβολής πληθυσμού για τα έτη 1991-2001 με τρωτότητα ξηρασίας.....	7-12
Πίνακας 7-4.	Στοιχεία και εκτίμηση πληθυσμού για το έτος 2011	7-12
Πίνακας 7-5.	Στοιχεία και δείκτης τρωτότητας της ζήτησης νερού.....	7-13

Πίνακας 7-6.	Στοιχεία και δείκτης τρωτότητας της απόληψης νερού.....	7-13
Πίνακας 7-7.	Κατάσταση επιφανειακών ΥΣ που καλύπτουν υδατικές ανάγκες ως προς την τρωτότητά τους στη ξηρασία	7-17
Πίνακας 7-8.	Κατάσταση ΥΥΣ που καλύπτουν υδατικές ανάγκες ως προς την τρωτότητά τους στη ξηρασία	7-18
Πίνακας 7-9.	Βασικά μεγέθη μέσου ετήσιου υδατικού ισοζυγίου Πελοποννήσου.....	7-20
Πίνακας 7-10.	Υπολογισμός δείκτη WEI στις ΛΑΠ Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (ΥΔ 03).	7-24
Πίνακας 7-11.	Μέσο ετήσιο υδατικό ισοζύγιο στις ΛΑΠ Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (ΥΔ 03) (τιμές σε mm)	7-25
Πίνακας 7-12.	Υπολογισμός δείκτη WEI και επίπεδο τρωτότητας στις τρία ΥΔ της Πελοποννήσου	7-26
Πίνακας 7-13.	Μέσο ετήσιο υδατικό ισοζύγιο ανά ΥΔ (τιμές σε mm)	7-26
Πίνακας 7-14.	Εκτίμηση της κατανομής των επιφανειακών και υπόγειων υδατικών πόρων στο Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Πελοποννήσου (ΥΔ03).	7-27
Πίνακας 7-15.	Στατιστικά χαρακτηριστικά δείκτη WEI για την περίοδο 1965-66 έως 2010-11.	7-32
Πίνακας 7-16.	Συχνότητα εμφάνισης δείκτη WEI.....	7-32
Πίνακας 7-17.	Χαρακτηρισμός τρωτότητας ανά ΛΑΠ του ΥΔ03.....	7-33
Πίνακας 8-1.	Στοιχεία απορροών χαρακτηριστικών ποταμών Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (ΥΔ03).....	8-2
Πίνακας 8-2.	Οικολογική παροχή με τη μέθοδο βασικής παροχής διατήρησης	8-4
Πίνακας 9-1.	Στατιστικά χαρακτηριστικά επιφανειών συντελεστών συσχέτισης.....	9-4
Πίνακας 9-2.	Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 3 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή) για την ΛΑΠ 30.....	9-5
Πίνακας 9-3.	Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 6 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή) για την ΛΑΠ 30.....	9-5
Πίνακας 9-4.	Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 9 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή) για την ΛΑΠ 30.....	9-5
Πίνακας 9-5.	Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 3 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή) για την ΛΑΠ 31.....	9-5

Πίνακας 9-6.	Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 6 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή) για την ΛΑΠ 31.....	9-6
Πίνακας 9-7.	Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 9 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή) για την ΛΑΠ 31.....	9-6
Πίνακας 9-8.	Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 3 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή) για την ΛΑΠ 33.....	9-6
Πίνακας 9-9.	Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 6 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή) για την ΛΑΠ 33.....	9-6
Πίνακας 9-10.	Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 9 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή) για την ΛΑΠ 33.....	9-7
Πίνακας 9-11.	Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 3 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή) για την Πελοπόννησο.	9-7
Πίνακας 9-12.	Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 6 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή) για την Πελοπόννησο.	9-7
Πίνακας 9-13.	Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 9 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή) για την Πελοπόννησο.	9-7
Πίνακας 9-14.	Πιθανότητες μετάβασης (%) διατήρησης της ξηρασίας στην ίδια κατηγορία.	9-8
Πίνακας 9-15.	Πιθανότητες μετάβασης (%) μετάβασης της ξηρασίας σε ευμενέστερη κατηγορία.	9-8
Πίνακας 9-16.	Πιθανότητες μετάβασης (%) μετάβασης της ξηρασίας σε δυσμενέστερη κατηγορία.	9-8
Πίνακας 9-17.	Συντελεστές συσχέτισης μέσης βροχόπτωσης σταθμών ΕΜΥ, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις.	9-12
Πίνακας 9-18.	Τομή μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης μέσης βροχόπτωσης σταθμών ΕΜΥ, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις.	9-12
Πίνακας 9-19.	Κλίση μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης μέσης βροχόπτωσης σταθμών ΕΜΥ, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις.	9-12
Πίνακας 9-20.	Συντελεστές συσχέτισης δείκτη SPI μέσης βροχόπτωσης σταθμών ΕΜΥ, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις.	9-15
Πίνακας 9-21.	Τομή μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης δείκτη SPI μέσης βροχόπτωσης σταθμών ΕΜΥ, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις.....	9-15

Πίνακας 9-22.	Κλίση μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης δείκτη SPI μέσης βροχόπτωσης σταθμών ΕΜΥ, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις.....	9-16
Πίνακας 9-23.	Συντελεστές συσχέτισης αθροιστικού ύψους απορροής λεκάνης Λάδωνα, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις.	9-16
Πίνακας 9-24.	Τομή μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης ύψους απορροής λεκάνης Λάδωνα, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις.	9-16
Πίνακας 9-25.	Κλίση μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης ύψους απορροής λεκάνης Λάδωνα, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις.	9-17
Πίνακας 9-26.	Συντελεστές συσχέτισης δείκτη SRI απορροής λεκάνης Λάδωνα, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις.	9-19
Πίνακας 9-27.	Τομή μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης δείκτη SRI απορροής λεκάνης Λάδωνα, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις.	9-19
Πίνακας 9-28.	Κλίση μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης δείκτη SRI απορροής λεκάνης Λάδωνα, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις.	9-20
Πίνακας 9-29.	Συντελεστές συσχέτισης αθροιστικού ύψους βροχόπτωσης Τρίπολης και αθροιστικού ύψους απορροής λεκάνης Λάδωνα, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις.	9-21
Πίνακας 9-30.	Τομή μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικού ύψους βροχόπτωσης Τρίπολης και αθροιστικού ύψους απορροής λεκάνης Λάδωνα, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις.	9-21
Πίνακας 9-31.	Κλίση μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικού ύψους βροχόπτωσης Τρίπολης και αθροιστικού ύψους απορροής λεκάνης Λάδωνα, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις.	9-21
Πίνακας 9-32.	Συντελεστές συσχέτισης δεικτών μετεωρολογικής και υδρολογικής ξηρασίας στη λεκάνη του Λάδωνα (SPI, SRI), για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις.	9-23
Πίνακας 9-33.	Τομή μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης δεικτών μετεωρολογικής και υδρολογικής ξηρασίας στη λεκάνη του Λάδωνα (SPI, SRI), για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις.	9-23
Πίνακας 9-34.	Κλίση μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης δεικτών μετεωρολογικής και υδρολογικής ξηρασίας στη λεκάνη του Λάδωνα (SPI, SRI), για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις.	9-23
Πίνακας 9-35.	Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή).	9-26

Πίνακας 9-36. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 6 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή).	9-26
Πίνακας 9-37. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 9 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή).	9-26
Πίνακας 9-38. Πιθανότητες μετάβασης (%) διατήρησης της υδρολογικής ξηρασίας στην ίδια κατηγορία.	9-26
Πίνακας 10-1. Εκτίμηση ετήσιων δεικτών RPPI και SPI στην Πελοπόννησο, με βάση το αθροιστικό ύψος βροχόπτωσης του τριμήνου Οκτωβρίου-Δεκεμβρίου (μέση βροχόπτωση σταθμών ΕΜΥ)	10-4
Πίνακας 10-2. Εκτίμηση ετήσιων δεικτών RPPI και SPI στην Πελοπόννησο, με βάση το αθροιστικό ύψος βροχόπτωσης του εξαμήνου Οκτωβρίου-Μαρτίου (μέση βροχόπτωση σταθμών ΕΜΥ).	10-5
Πίνακας 10-3. Εκτίμηση ετήσιων δεικτών RPPI και SPI στην λεκάνη του Λάδωνα, με βάση το αθροιστικό ύψος βροχόπτωσης του τριμήνου Οκτωβρίου-Δεκεμβρίου (σταθμός Τρίπολη).	10-8
Πίνακας 10-4. Εκτίμηση ετήσιων δεικτών RPPI και SPI στην Πελοπόννησο, με βάση το αθροιστικό ύψος βροχόπτωσης του εξαμήνου Οκτωβρίου-Μαρτίου (σταθμός Τρίπολη).	10-10
Πίνακας 10-5. Εκτίμηση ετήσιων δεικτών RPPI και SRI στη λεκάνη απορροής του Λάδωνα με βάση την αθροιστικό ύψος απορροής του τριμήνου Οκτωβρίου-Δεκεμβρίου.....	10-12
Πίνακας 10-6. Εκτίμηση ετήσιων δεικτών RPPI και SRI στη λεκάνη απορροής του Λάδωνα με βάση την αθροιστικό ύψος απορροής του εξαμήνου Οκτωβρίου-Μαρτίου.	10-14
Πίνακας 10-7. Εκτίμηση ετήσιων δεικτών RPPI και SRI στη λεκάνη απορροής του Λάδωνα με βάση την αθροιστικό ύψος βροχόπτωσης του εξαμήνου Οκτωβρίου-Μαρτίου. .	10-15
Πίνακας 10-8. Χαρακτηριστικά μεγέθη που απαιτούνται για την πρόγνωση της ετήσιας βροχόπτωσης και του δείκτη SPI με βάση την αθροιστική βροχόπτωση τριμήνου.	10-18
Πίνακας 10-9. Χαρακτηριστικά μεγέθη που απαιτούνται για την πρόγνωση της ετήσιας βροχόπτωσης και του δείκτη SPI με βάση την αθροιστική βροχόπτωση εξαμήνου.	10-18
Πίνακας 10-10. Χαρακτηριστικά μεγέθη που απαιτούνται για την πρόγνωση της ετήσιας βροχόπτωσης και του δείκτη SPI με βάση την αθροιστική βροχόπτωση τριμήνου.	10-19

Πίνακας 10-11. Χαρακτηριστικά μεγέθη που απαιτούνται για την πρόγνωση της ετήσιας βροχόπτωσης και του δείκτη SPI με βάση την αθροιστική βροχόπτωση εξαμήνου.	10-19
Πίνακας 10-12. Χαρακτηριστικά μεγέθη που απαιτούνται για την πρόγνωση της ετήσιας απορροής και του δείκτη SRI με βάση το αθροιστικό ύψος απορροής τριμήνου.	10-20
Πίνακας 10-13. Χαρακτηριστικά μεγέθη που απαιτούνται για την πρόγνωση της ετήσιας απορροής και του δείκτη SRI με βάση το αθροιστικό ύψος απορροής εξαμήνου.	10-20
Πίνακας 10-14. Χαρακτηριστικά μεγέθη που απαιτούνται για την πρόγνωση της ετήσιας απορροής και του δείκτη SRI με βάση την αθροιστική βροχόπτωση τριμήνου.	10-20
Πίνακας 10-15. Χαρακτηριστικά μεγέθη που απαιτούνται για την πρόγνωση της ετήσιας απορροής και του δείκτη SRI με βάση την αθροιστική βροχόπτωση εξαμήνου. ...	10-20
Πίνακας 10-16. Χαρακτηριστικά μεγέθη που απαιτούνται για την πρόγνωση της ετήσιας απορροής και του δείκτη SRI με βάση την ετήσια βροχόπτωση.	10-20
Πίνακας 11-1. Αντιστοίχιση δεικτών και ορίων επιφυλακής για τη ξηρασία - λειψυδρία	11-2
Πίνακας 11-2. Πίνακας υπόγειων στρατηγικών αποθεμάτων στο Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Πελοποννήσου (ΥΔ03).	11-4
Πίνακας 11-3. Καλλιεργήσιμες και αρδευθείσες εκτάσεις συλλογικών δικτύων με τις ετήσιες ανάγκες νερού στη ΛΑΠ Ρεμάτων Αργολικού Κόλπου (GR31)	11-7
Πίνακας 11-4. Καλλιεργήσιμες και αρδευθείσες εκτάσεις συλλογικών δικτύων με τις ετήσιες ανάγκες νερού στη ΛΑΠ Ευρώτα (GR33).	11-8
Πίνακας 11-5. Αντιστοίχιση κατάστασης επιφυλακής και πρόσθετων έκτακτων μέτρων για τη λειψυδρία/ξηρασία	11-10
Πίνακας 11-6. Συμπληρωματικά μέτρα πρόληψης και αντιμετώπισης επιπτώσεων από φαινόμενα λειψυδρίας/ξηρασίας.	11-19
Πίνακας Ι-1. Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης τριμήνου (Οκτώβριος-Δεκέμβριος) για την περίοδο 1980-81 έως 2001-02 (σταθμοί βάσης δεδομένων της μελέτης εργαλείων του ΥΠΑΝ) στο ΥΔ03	Ι-1
Πίνακας Ι-2. Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης τριμήνου (Οκτώβριος-Δεκέμβριος) για την περίοδο 1964-65 έως 2010-11 (σταθμοί ΕΜΥ) στα 3 ΥΔ Πελοποννήσου.	Ι-1
Πίνακας Ι-3. Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης εξαμήνου (Οκτώβριος-Μάρτιος) για την περίοδο 1980-81 έως 2001-02 (σταθμοί βάσης δεδομένων της μελέτης εργαλείων του ΥΠΑΝ) στο ΥΔ03	Ι-2

Πίνακας Ι-4.	Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης εξαμήνου (Οκτώβριος-Δεκέμβριος) για την περίοδο 1964-65 έως 2010-11 (σταθμοί ΕΜΥ) στα 3 ΥΔ Πελοποννήσου.	I-2
Πίνακας Ι-5.	Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης εννιαμήνου (Οκτώβριος-Μάρτιος) για την περίοδο 1980-81 έως 2001-02 (σταθμοί βάσης δεδομένων της μελέτης εργαλείων του ΥΠΑΝ) στο ΥΔ03	I-3
Πίνακας Ι-6.	Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης εννιαμήνου (Οκτώβριος-Δεκέμβριος) για την περίοδο 1964-65 έως 2010-11 (σταθμοί ΕΜΥ) στα 3 ΥΔ Πελοποννήσου.	I-3
Πίνακας Ι-7.	Στατιστικά χαρακτηριστικά ετήσιας βροχόπτωσης για την περίοδο 1980-81 έως 2001-02 (σταθμοί βάσης δεδομένων της μελέτης εργαλείων του ΥΠΑΝ) στο ΥΔ03	I-4
Πίνακας Ι-8.	Στατιστικά χαρακτηριστικά ετήσιας βροχόπτωσης για την περίοδο 1964-65 έως 2010-11 (σταθμοί ΕΜΥ) στα 3 ΥΔ Πελοποννήσου.	I-4
Πίνακας Ι-9.	Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης διετίας για την περίοδο 1980-82 έως 2000-02 (σταθμοί βάσης δεδομένων της μελέτης εργαλείων του ΥΠΑΝ) στο ΥΔ03	I-4
Πίνακας Ι-10.	Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης διετίας για την περίοδο 1964-66 έως 2009-11 (σταθμοί ΕΜΥ) στα 3 ΥΔ Πελοποννήσου.	I-5
Πίνακας Ι-11.	Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης τριετίας για την περίοδο 1980-83 έως 1999-02 (σταθμοί βάσης δεδομένων της μελέτης εργαλείων του ΥΠΑΝ) στο ΥΔ03	I-5
Πίνακας Ι-12.	Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης τριετίας για την περίοδο 1964-67 έως 2008-11 (σταθμοί ΕΜΥ) στα 3 ΥΔ Πελοποννήσου.	I-6
Πίνακας Ι-13.	Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης τετραετίας για την περίοδο 1980-84 έως 1998-02 (σταθμοί βάσης δεδομένων της μελέτης εργαλείων του ΥΠΑΝ) στο ΥΔ03	I-6
Πίνακας Ι-14.	Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης τετραετίας για την περίοδο 1964-68 έως 2007-11 (σταθμοί ΕΜΥ) στα 3 ΥΔ Πελοποννήσου.	I-7
Πίνακας Ι-15.	Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης πενταετίας για την περίοδο 1980-85 έως 1997-02 (σταθμοί βάσης δεδομένων της μελέτης εργαλείων του ΥΠΑΝ) στο ΥΔ03	I-7
Πίνακας Ι-16.	Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης πενταετίας για την περίοδο 1964-69 έως 2006-11 (σταθμοί ΕΜΥ) στα 3 ΥΔ Πελοποννήσου.	I-8
Πίνακας ΙΙ-17.	Χρονοσειρές επιφανειακής βροχόπτωσης Πελοποννήσου, συναθροισμένες σε διάφορες χρονικές κλίμακες, για την περίοδο 1980-81 έως 2001-02 (μέσες	

τιμές σημειακών χρονοσειρών σταθμών βάσης δεδομένων της μελέτης εργαλείων του ΥΠΑΝ).....	II-1
Πίνακας II-18. Χρονοσειρές επιφανειακής βροχόπτωσης Πελοποννήσου, συναθροισμένες σε διάφορες χρονικές κλίμακες, για την περίοδο 1965-66 έως 2010-11 (μέσες τιμές σημειακών χρονοσειρών σταθμών ΕΜΥ).....	II-1
Πίνακας II-19. Αθροιστικές χρονοσειρές επιφανειακής βροχόπτωσης τριμήνου Οκτωβρίου-Δεκεμβρίου, χωρικά ολοκληρωμένες στις διαχειριστικές ενότητες του ΥΔ03, για την περίοδο 1980-81 έως 2001-02 (εκτίμηση με τη μέθοδο Thiessen).....	II-2
Πίνακας II-20. Αθροιστικές χρονοσειρές επιφανειακής βροχόπτωσης εξαμήνου Οκτωβρίου-Μαρτίου, χωρικά ολοκληρωμένες στις διαχειριστικές ενότητες του ΥΔ03, για την περίοδο 1980-81 έως 2001-02 (εκτίμηση με τη μέθοδο Thiessen).....	II-3
Πίνακας II-21. Αθροιστικές χρονοσειρές επιφανειακής βροχόπτωσης εννιαμήνου Οκτωβρίου-Ιουνίου, χωρικά ολοκληρωμένες στις διαχειριστικές ενότητες του ΥΔ03, για την περίοδο 1980-81 έως 2001-02 (εκτίμηση με τη μέθοδο Thiessen).....	II-3
Πίνακας II-22. Ετήσιες χρονοσειρές επιφανειακής βροχόπτωσης, χωρικά ολοκληρωμένες στις διαχειριστικές ενότητες του ΥΔ03, για την περίοδο 1980-81 έως 2001-02 (εκτίμηση με τη μέθοδο Thiessen).	II-4
Πίνακας II-23. Μέσες ετήσιες χρονοσειρές επιφανειακής βροχόπτωσης δύο ετών, χωρικά ολοκληρωμένες στις διαχειριστικές ενότητες του ΥΔ03, για την περίοδο 1980-82 έως 2000-02 (εκτίμηση με τη μέθοδο Thiessen).....	II-5
Πίνακας II-24. Μέσες ετήσιες χρονοσειρές επιφανειακής βροχόπτωσης τριών ετών, χωρικά ολοκληρωμένες στις διαχειριστικές ενότητες του ΥΔ03, για την περίοδο 1980-83 έως 1999-02 (εκτίμηση με τη μέθοδο Thiessen).....	II-5
Πίνακας II-25. Μέσες ετήσιες χρονοσειρές επιφανειακής βροχόπτωσης τεσσάρων ετών, χωρικά ολοκληρωμένες στις διαχειριστικές ενότητες του ΥΔ03, για την περίοδο 1980-84 έως 1998-02 (εκτίμηση με τη μέθοδο Thiessen).	II-6
Πίνακας II-26. Μέσες ετήσιες χρονοσειρές επιφανειακής βροχόπτωσης πέντε ετών, χωρικά ολοκληρωμένες στις διαχειριστικές ενότητες του ΥΔ03, για την περίοδο 1980-85 έως 1997-02 (εκτίμηση με τη μέθοδο Thiessen).....	II-6
Πίνακας III-27. Πιθανότητα μη υπέρβασης (%) επιφανειακής βροχόπτωσης Πελοποννήσου, για διάφορες χρονικές κλίμακες, με την υπόθεση κανονικής κατανομής (μέσες τιμές σημειακών χρονοσειρών σταθμών βάσης δεδομένων της μελέτης εργαλείων του ΥΠΑΝ).....	III-1
Πίνακας III-28. Πιθανότητα μη υπέρβασης (%) επιφανειακής βροχόπτωσης Πελοποννήσου, για διάφορες χρονικές κλίμακες, με την υπόθεση λογαριθμοκανονικής	

κατανομής (μέσες τιμές σημειακών χρονοσειρών σταθμών βάσης δεδομένων της μελέτης εργαλείων του ΥΠΑΝ).....	III-1
Πίνακας III-29. Πιθανότητα μη υπέρβασης (%) επιφανειακής βροχόπτωσης Πελοποννήσου, για διάφορες χρονικές κλίμακες, με την υπόθεση κατανομής γάμα δύο παραμέτρων (μέσες τιμές σημειακών χρονοσειρών σταθμών βάσης δεδομένων της μελέτης εργαλείων του ΥΠΑΝ).	III-2
Πίνακας III-30. Πιθανότητα μη υπέρβασης (%) επιφανειακής βροχόπτωσης Πελοποννήσου, για διάφορες χρονικές κλίμακες, με την υπόθεση κατανομής Weibull (μέσες τιμές σημειακών χρονοσειρών σταθμών βάσης δεδομένων της μελέτης εργαλείων του ΥΠΑΝ).....	III-2
Πίνακας III-31. Πιθανότητα μη υπέρβασης (%) μέσης σημειακής βροχόπτωσης σταθμών ΕΜΥ, για διάφορες χρονικές κλίμακες (υπόθεση κανονικής κατανομής).	III-3
Πίνακας III-32. Πιθανότητα μη υπέρβασης (%) μέσης σημειακής βροχόπτωσης σταθμών ΕΜΥ, για διάφορες χρονικές κλίμακες (υπόθεση λογαριθμοκανονικής κατανομής).....	III-4
Πίνακας III-33. Πιθανότητα μη υπέρβασης (%) μέσης σημειακής βροχόπτωσης σταθμών ΕΜΥ, για διάφορες χρονικές κλίμακες (υπόθεση κατανομής γάμα δύο παραμέτρων). ...	III-5
Πίνακας III-34. Πιθανότητα μη υπέρβασης (%) μέσης σημειακής βροχόπτωσης σταθμών ΕΜΥ, για διάφορες χρονικές κλίμακες (υπόθεση κατανομής Weibull).	III-6
Πίνακας III-35. Πιθανότητα μη υπέρβασης (%) απορροής Λάδωνα, για διάφορες χρονικές κλίμακες (υπόθεση κανονικής κατανομής).....	III-7
Πίνακας III-36. Πιθανότητα μη υπέρβασης (%) απορροής Λάδωνα, για διάφορες χρονικές κλίμακες (υπόθεση λογαριθμοκανονικής κατανομής).	III-8
Πίνακας III-37. Πιθανότητα μη υπέρβασης (%) απορροής Λάδωνα, για διάφορες χρονικές κλίμακες (υπόθεση κατανομής γάμα δύο παραμέτρων).....	III-9
Πίνακας III-38. Πιθανότητα μη υπέρβασης (%) απορροής Λάδωνα, για διάφορες χρονικές κλίμακες (υπόθεση κατανομής Weibull).....	III-11

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2-1. Κατηγορίες ξηρασίας, προβλήματα και δράσεις.	2-5
Σχήμα 3-1. Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Πελοποννήσου (ΥΔ 03) και κύριο υδρογραφικό δίκτυο.	3-2
Σχήμα 3-2. Διαχωρισμός Πελοποννήσου σε διαχειριστικές ενότητες (Λεκάνες Απορροής Ποταμών).....	3-3

Σχήμα 3-3.	Βροχομετρικοί σταθμοί που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη.	3-4
Σχήμα 4-1.	Πολύγωνα Thiessen για τον υπολογισμό της επιφανειακής βροχόπτωσης στην περιοχή μελέτης.	4-3
Σχήμα 4-2.	Μέσο ετήσιο ύψος βροχής σταθμών ΕΜΥ και κινούμενοι μέσοι όροι πέντε ετών.	4-4
Σχήμα 4-3.	Σύγκριση χρονοσειρών μέσης ετήσιας βροχόπτωσης των δύο ομάδων σταθμών.	4-4
Σχήμα 4-4.	Γεωγραφική κατανομή μέσης βροχόπτωσης Πελοποννήσου, σε διάφορες χρονικές κλίμακες. Από άνω αριστερά προς κάτω δεξιά: τριμήνου, εξαμήνου, εννιαμήνου, έτους, διετίας, τριετίας, τετραετίας και πενταετίας.	4-5
Σχήμα 4-5.	Γεωγραφική κατανομή συντελεστή διασποράς βροχόπτωσης Πελοποννήσου, σε διάφορες χρονικές κλίμακες. Από άνω αριστερά προς κάτω δεξιά: τριμήνου, εξαμήνου, εννιαμήνου, έτους, διετίας, τριετίας, τετραετίας και πενταετίας.	4-6
Σχήμα 4-6.	Μέσα μηνιαία ύψη απορροής υπολεκάνης Λάδωνα ανάντη φράγματος.	4-7
Σχήμα 4-7.	Ετήσιες χρονοσειρές ύψους απορροής Λάδωνα και ύψους βροχής Τρίπολης.	4-8
Σχήμα 4-8.	Χρονοσειρά απορροής, μέση ετήσια απορροή, κυλιόμενος μέσος όρος και Q_{50} ελαχίστων για την περιοχή της εκβολής του π.Ευρώτα (Σημείο 3_101_0)	4-10
Σχήμα 4-9.	Χρονοσειρά απορροής, μέση ετήσια απορροή, κυλιόμενος μέσος όρος και Q_{50} ελαχίστων για την περιοχή της εκβολής του π.Ίναχου (Σημείο 3_601_0)	4-10
Σχήμα 4-10.	Χρονοσειρά απορροής, μέση ετήσια απορροή, κυλιόμενος μέσος όρος και Q_{50} ελαχίστων για την περιοχή της εκβολής του π.Τάνου (Σημείο 3_621_0)	4-11
Σχήμα 4-11.	Χρονοσειρά απορροής, μέση ετήσια απορροή, κυλιόμενος μέσος όρος και Q_{50} ελαχίστων για την περιοχή της εκβολής του π.Πλατύ (Σημείο 3_681_0)	4-11
Σχήμα 4-12.	Μέση ετήσια παροχή πηγών Λυκουργιάς (Λάδωνα), Μπαλτσακού (Παναγίτσα) και Στυμφαλίας, για τα υδρολογικά έτη 1960-61 έως 1974-75.	4-12
Σχήμα 5-1.	Παράδειγμα προσαρμογής σύνθετης κατανομής σε δείγμα ετήσιων υψών βροχής, στο οποίο οι τιμές πάνω από τη διάμεσο περιγράφονται από τη λογαριθμοκανονική κατανομή, ενώ οι τιμές κάτω από τη διάμεσο από την κατανομή Weibull.	5-2
Σχήμα 5-2.	Ετήσιο ύψος βροχής Αθηνών (Θησείο) και κινούμενοι μέσοι όροι πέντε ετών.	5-6
Σχήμα 5-3.	Προσαρμογή θεωρητικών κατανομών στα δείγματα μηνιαίων βροχοπτώσεων του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών για χρονικές κλίμακες τριών μηνών	

	(πάνω αριστερά), έξι μηνών (πάνω δεξιά), εννέα μηνών (κάτω αριστερά), και έτους (κάτω δεξιά).	5-7
Σχήμα 5-4.	Προσαρμογή θεωρητικών κατανομών στα ετήσια ύψη βροχής (σταθμοί ΕΜΥ).	5-8
Σχήμα 5-5.	Προσαρμογή θεωρητικών κατανομών στα δείγματα μηνιαίων υψών απορροής του Λάδωνα, για χρονικές κλίμακες τριών μηνών (πάνω αριστερά), έξι μηνών (πάνω δεξιά), εννέα μηνών (κάτω αριστερά), και έτους (κάτω δεξιά).....	5-9
Σχήμα 5-6.	Εκτίμηση δείκτη ξηρασίας Πελοποννήσου, για χρονικές κλίμακες από τρίμηνη έως ετήσια.	5-12
Σχήμα 5-7.	Εκτίμηση δείκτη ξηρασίας Πελοποννήσου, για χρονικές κλίμακες από ετήσια έως πενταετή.	5-12
Σχήμα 5-8.	Εκτίμηση δείκτη ξηρασίας διαχειριστικής ενότητας Οροπεδίου Τρίπολης, για χρονικές κλίμακες από τρίμηνη έως ετήσια.	5-14
Σχήμα 5-9.	Εκτίμηση δείκτη ξηρασίας διαχειριστικής ενότητας Οροπεδίου Τρίπολης, για χρονικές κλίμακες από ετήσια έως πενταετή.	5-14
Σχήμα 5-10.	Εκτίμηση δείκτη ξηρασίας διαχειριστικής ενότητας Ρεμάτων Αργολικού Κόλπου, για χρονικές κλίμακες από τρίμηνη έως ετήσια.	5-15
Σχήμα 5-11.	Εκτίμηση δείκτη ξηρασίας διαχειριστικής ενότητας Ρεμάτων Αργολικού Κόλπου, για χρονικές κλίμακες από ετήσια έως πενταετή.	5-15
Σχήμα 5-12.	Εκτίμηση δείκτη ξηρασίας διαχειριστικής ενότητας Ευρώτα, για χρονικές κλίμακες από τρίμηνη έως ετήσια.	5-16
Σχήμα 5-13.	Εκτίμηση δείκτη ξηρασίας διαχειριστικής ενότητας Ευρώτα, για χρονικές κλίμακες από ετήσια έως πενταετή.	5-16
Σχήμα 5-14.	Χρονική εξέλιξη δείκτη RPPI μέσης ετήσιας βροχόπτωσης σταθμών ΕΜΥ και των δεδομένων του προγράμματος ΗΥΜΟΣ της μελέτης ανάπτυξης εργαλείων του ΥΠΑΝ.	5-19
Σχήμα 5-15.	Χρονική εξέλιξη δείκτη RPPI μέσης βροχόπτωσης δύο ετών σταθμών ΕΜΥ και σταθμών βάσης δεδομένων ΗΥΜΟΣ της μελέτης ανάπτυξης εργαλείων του ΥΠΑΝ.	5-19
Σχήμα 5-16.	Χρονική εξέλιξη δείκτη RPPI σημειακής βροχόπτωσης σταθμών ΕΜΥ για χαρακτηριστικές χρονικές περιόδους.	5-20
Σχήμα 5-17.	Χρονική εξέλιξη δείκτη RPRI ετήσιας απορροής Λάδωνα.....	5-22
Σχήμα 5-18.	Χρονική εξέλιξη δείκτη RPRI μέσης απορροής δύο ετών Λάδωνα.	5-22

Σχήμα 5-19.	Χρονική εξέλιξη ανηγμένου δείκτη SRI ετήσιας απορροής Λάδωνα.	5-23
Σχήμα 5-20.	Χρονική εξέλιξη ανηγμένου δείκτη SRI μέσης ετήσιας απορροής δύο ετών.	5-24
Σχήμα 5-21.	Σύγκριση χρονικής εξέλιξης δείκτη RPRI ετήσιας απορροής Λάδωνα και δείκτη RPPI ετήσιας βροχόπτωσης Τρίπολης.	5-25
Σχήμα 5-22.	Σύγκριση χρονικής εξέλιξης δείκτη RPRI απορροής διετίας Λάδωνα και δείκτη RPPI βροχόπτωσης διετίας Τρίπολης.	5-25
Σχήμα 5-23.	Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά απορροής του μοντέλου Sacramento για την περιοχή της εκβολής του π.Ευρώτα (Σημείο 3_101_0).....	5-26
Σχήμα 5-24.	Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά απορροής του μοντέλου Sacramento για την περιοχή της εκβολής του π.Πλατύ (Σημείο 3_681_0).....	5-27
Σχήμα 5-25.	Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά απορροής του μοντέλου Sacramento για την περιοχή της εκβολής του π. Ίναχου (Σημείο 3_601_0).....	5-27
Σχήμα 5-26.	Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά απορροής του μοντέλου Sacramento για την περιοχή της εκβολής του π. Τάνου (Σημείο 3_621_0).....	5-28
Σχήμα 5-27.	Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά παροχής της πηγής Βιβάρι (Σελλασία).....	5-29
Σχήμα 5-28.	Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά παροχής της πηγής Λέρνης.....	5-30
Σχήμα 5-29.	Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στον Δήμο Άργους του ΥΥΣ GR0300040.....	5-31
Σχήμα 5-30.	Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στον Δήμο Νέας Τίρυνθας του ΥΥΣ GR0300040.....	5-31
Σχήμα 5-31.	Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στον Δήμο Μυκηναίων του ΥΥΣ GR0300040.....	5-32
Σχήμα 5-32.	Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στον Δήμο Κουτσοποδίου του ΥΥΣ GR0300040.....	5-32
Σχήμα 5-33.	Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στα σημεία Π1, Π4, AM2 του ΥΥΣ GR0300230.....	5-33

Σχήμα 5-34.	Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στη θέση Ζόρος Κονιδίτσας του ΥΥΣ GR0300250.....	5-34
Σχήμα 6-1.	Χρονική εξέλιξη ετήσιου SPI (κολώνες) και SPI 2, 3 4 και 5 ετών (γραμμές) για το σύνολο της Πελοποννήσου.....	6-5
Σχήμα 6-2.	Χρονική εξέλιξη ανηγμένου δείκτη SPI για χρονικές κλίμακες 3, 6, 9 και 12 μηνών της πενταετίας 1988-89 έως 1992-93, για το σύνολο της Πελοποννήσου.	6-6
Σχήμα 6-3.	Χρονοσειρά ετήσιου ύψους απορροής Λάδωνα και εύρος μιας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή.	6-10
Σχήμα 6-4.	Χρονοσειρά μέσου ετήσιου ύψους απορροής Λάδωνα περιόδου δύο ετών και εύρος μιας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή.	6-10
Σχήμα 6-5.	Χρονοσειρά μέσου ετήσιου ύψους απορροής Λάδωνα περιόδου πέντε ετών και εύρος μιας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή.	6-11
Σχήμα 7-1.	Χάρτης χρήσεων γης στη Λεκάνη Απορροής Οροπεδίου Τρίπολης (GR30).....	7-5
Σχήμα 7-2.	Κατανομή των χρήσεων γης στη Λεκάνη Απορροής Οροπεδίου Τρίπολης (GR30).....	7-6
Σχήμα 7-3.	Κατανομή των χρήσεων γης στις υπολεκάνες της ΛΑΠ Οροπεδίου Τρίπολης (GR30).....	7-6
Σχήμα 7-4.	Χάρτης χρήσεων γης στη Λεκάνη Απορροής Ρεμάτων Αργολικού Κόλπου (GR31).....	7-7
Σχήμα 7-5.	Κατανομή των χρήσεων γης στη Λεκάνη Απορροής Ρεμάτων Αργολικού Κόλπου (GR31).....	7-8
Σχήμα 7-6.	Κατανομή των χρήσεων γης στις υπολεκάνες της ΛΑΠ Ρεμάτων Αργολικού Κόλπου (GR31).....	7-8
Σχήμα 7-7.	Χάρτης χρήσεων γης στη Λεκάνη Απορροής Ευρώτα (GR33).....	7-9
Σχήμα 7-8.	Κατανομή των χρήσεων γης στη Λεκάνη Απορροής Ευρώτα (GR33).....	7-10
Σχήμα 7-9.	Κατανομή των χρήσεων γης στις υπολεκάνες της ΛΑΠ Ευρώτα (GR33).....	7-10
Σχήμα 7-10.	Κατανομή και ποσότητες ετήσιων αναγκών νερού στη ΛΑΠ Οροπεδίου Τρίπολης (GR30).....	7-13
Σχήμα 7-11.	Ετήσιες ανάγκες νερού ανά λεκάνη ΥΣ για τη ΛΑΠ Οροπεδίου Τρίπολης (GR30)...	7-14
Σχήμα 7-12.	Κατανομή και ποσότητες ετήσιων απολήψεων νερού στη ΛΑΠ Ρεμάτων Αργολικού Κόλπου (GR31).....	7-14

Σχήμα 7-13.	Ετήσιες ανάγκες νερού ανά λεκάνη ΥΣ για τη ΛΑΠ Ρεμάτων Αργολικού Κόλπου (GR31)	7-15
Σχήμα 7-14.	Κατανομή και ποσότητες ετήσιων αναγκών νερού στη ΛΑΠ Ευρώτα (GR33)	7-16
Σχήμα 7-15.	Ετήσιες ανάγκες νερού ανά λεκάνη ΥΣ για τη ΛΑΠ Ευρώτα (GR33)	7-16
Σχήμα 7-16.	Σύγκριση ετήσιων χρονοσειρών απορροής Λάδωνα, μετρημένων (υπολογισμός από το υδατικό ισοζύγιο του ταμιευτήρα) και εκτιμημένων, με βάση τη σχέση (7.7).....	7-22
Σχήμα 7-17.	Χρονική εξέλιξη του WEI για διάφορες εκτιμήτριες των ρυθμιστικών υπογείων αποθεμάτων (μέση ετήσια βροχόπτωση ενός έως πέντε ετών).....	7-23
Σχήμα 7-18.	Χρονική εξέλιξη του WEI για διάφορες σχέσεις αναλογίας μεταξύ των ετήσιων υπογείων αποθεμάτων προς την ετήσια απορροή.....	7-24
Σχήμα 7-19.	Τιμές δείκτη WEI ανά διαχειριστική ενότητα και συνιστώσες μέσου ετήσιου υδατικού ισοζυγίου (τιμές σε mm).	7-25
Σχήμα 7-20.	Ετήσια χρονοσειρά διαθεσιμότητας υδατικών πόρων και ζήτησης νερού (συνεχής γραμμή), στην ΛΑΠ Οροπεδίου Τρίπολης.	7-28
Σχήμα 7-21.	Ετήσια μεταβολή του δείκτη WEI, στην ΛΑΠ 30(με συνεχή γραμμή απεικονίζεται ο υπερετήσιος δείκτης που υπολογίστηκε με βάση τα μεγέθη του μέσου ετήσιου υδατικού ισοζυγίου της ΛΑΠ).....	7-28
Σχήμα 7-22.	Ετήσια χρονοσειρά διαθεσιμότητας υδατικών πόρων και ζήτησης νερού (συνεχής γραμμή), στην ΛΑΠ Ρεμάτων Αργολικού Κόλπου.....	7-29
Σχήμα 7-23.	Ετήσια μεταβολή του δείκτη WEI, στην ΛΑΠ 31 (με συνεχή γραμμή απεικονίζεται ο υπερετήσιος δείκτης που υπολογίστηκε με βάση τα μεγέθη του μέσου ετήσιου υδατικού ισοζυγίου της ΛΑΠ).....	7-29
Σχήμα 7-24.	Ετήσια χρονοσειρά διαθεσιμότητας υδατικών πόρων και ζήτησης νερού (συνεχής γραμμή), στην ΛΑΠ Ευρώτα.....	7-30
Σχήμα 7-25.	Ετήσια μεταβολή του δείκτη WEI, στη ΛΑΠ 33 (με συνεχή γραμμή απεικονίζεται ο υπερετήσιος δείκτης που υπολογίστηκε με βάση τα μεγέθη του μέσου ετήσιου υδατικού ισοζυγίου της ΛΑΠ).....	7-30
Σχήμα 7-26.	Ετήσια χρονοσειρά διαθεσιμότητας υδατικών πόρων και ζήτησης νερού (συνεχής γραμμή), στο σύνολο της Πελοποννήσου.	7-31
Σχήμα 7-27.	Ετήσια μεταβολή του δείκτη WEI στο σύνολο της Πελοποννήσου (με συνεχή γραμμή απεικονίζεται ο υπερετήσιος δείκτης που υπολογίστηκε με βάση τα μεγέθη του μέσου ετήσιου υδατικού ισοζυγίου της περιοχής μελέτης).	7-31

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Σχήμα 8-1.	Γράφημα απορροών στην εκβολή του π. Ίναχου (GR31).....	8-5
Σχήμα 8-2.	Γράφημα απορροών στην εκβολή του π. Τάνου (GR31).....	8-5
Σχήμα 8-3.	Γράφημα απορροών στην εκβολή του π. Ευρώτα (GR33)	8-6
Σχήμα 8-4.	Γράφημα απορροών στην εκβολή του π. Πλατύ (GR33).....	8-6
Σχήμα 9-1.	Επιφανειακή ολοκλήρωση συντελεστών συσχέτισης του δείκτη ξηρασίας μεταξύ των τιμών τριμήνου, εξαμήνου και εννιαμήνου και της αντίστοιχης ετήσιας τιμής.	9-2
Σχήμα 9-2.	Επιφανειακή ολοκλήρωση συντελεστών συσχέτισης δείκτη ξηρασίας: (α) από έτος σε διετία, (β) από διετία σε τριετία, (γ) από τριετία σε τετραετία και (δ) από τετραετία σε πενταετία.....	9-3
Σχήμα 9-3.	Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 3 μηνών σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους.....	9-8
Σχήμα 9-4.	Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 6 μηνών σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους.....	9-9
Σχήμα 9-5.	Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 9 μηνών σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους.....	9-9
Σχήμα 9-6.	Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας έτους σε κατηγορία ξηρασίας 2 ετών.	9-10
Σχήμα 9-7.	Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 2 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 3 ετών.	9-10
Σχήμα 9-8.	Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 3 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 4 ετών.	9-11
Σχήμα 9-9.	Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 4 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 5 ετών.	9-11
Σχήμα 9-10.	Διάγραμμα διασποράς αθροιστικής βροχόπτωσης Οκτωβρίου-Δεκεμβρίου και βροχόπτωσης υδρολογικού έτους.	9-13
Σχήμα 9-11.	Διάγραμμα διασποράς αθροιστικής βροχόπτωσης Μαρτίου-Δεκεμβρίου και βροχόπτωσης υδρολογικού έτους.	9-14
Σχήμα 9-12.	Διάγραμμα διασποράς ετήσιας βροχόπτωσης και μέσης ετήσιας βροχόπτωσης δύο ετών.	9-14
Σχήμα 9-13.	Διάγραμμα διασποράς ετήσιας βροχόπτωσης και μέσης ετήσιας βροχόπτωσης τριών ετών.	9-15

Σχήμα 9-14.	Διάγραμμα διασποράς ύψους απορροής Οκτωβρίου-Δεκεμβρίου και ύψους απορροής υδρολογικού έτους.	9-17
Σχήμα 9-15.	Διάγραμμα διασποράς ύψους απορροής Μαρτίου-Δεκεμβρίου και ύψους απορροής υδρολογικού έτους.	9-18
Σχήμα 9-16.	Διάγραμμα διασποράς ετήσιου ύψους απορροής και μέσου ετήσιου ύψους απορροής δύο ετών.....	9-18
Σχήμα 9-17.	Διάγραμμα διασποράς ετήσιου ύψους απορροής και μέσου ετήσιου ύψους απορροής τριών ετών.....	9-19
Σχήμα 9-18.	Διάγραμμα διασποράς τριμηνιαίου ύψους βροχής Τρίπολης και ετήσιου ύψους απορροής Λάδωνα.	9-22
Σχήμα 9-19.	Διάγραμμα διασποράς εξαμηνιαίου ύψους βροχής Τρίπολης και ετήσιου ύψους απορροής Λάδωνα.	9-22
Σχήμα 9-20.	Διάγραμμα διασποράς δείκτη SPI αθροιστικής βροχόπτωσης Τρίπολης και δείκτη SRI αθροιστικής απορροής Λάδωνα, για χρονικές κλίμακες τριών, έξι και εννέα μηνών και υδρολογικού έτους.....	9-24
Σχήμα 9-21.	Διάγραμμα διασποράς δείκτη SPI μέσης βροχόπτωσης Τρίπολης και δείκτη SRI μέσης απορροής Λάδωνα, για χρονικές κλίμακες δύο έως πέντε ετών.	9-25
Σχήμα 9-22.	Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 3 μηνών σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους.....	9-27
Σχήμα 9-23.	Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 6 μηνών σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους.....	9-27
Σχήμα 9-24.	Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 9 μηνών σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους.....	9-28
Σχήμα 9-25.	Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας έτους σε κατηγορία ξηρασίας 2 ετών.	9-28
Σχήμα 9-26.	Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 2 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 3 ετών.	9-29
Σχήμα 9-27.	Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 3 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 4 ετών.	9-29
Σχήμα 9-28.	Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 4 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 5 ετών.	9-30

Σχήμα 10-1.	Διάγραμμα διασποράς εκτιμημένου, με βάση την αθροιστική βροχόπτωση τριμήνου, και πραγματικού δείκτη SPI μέσης ετήσιας βροχόπτωσης των μετεωρολογικών σταθμών της ΕΜΥ.....	10-7
Σχήμα 10-2.	Διάγραμμα διασποράς εκτιμημένου, με βάση την αθροιστική βροχόπτωση εξαμήνου, και πραγματικού δείκτη SPI μέσης ετήσιας βροχόπτωσης των μετεωρολογικών σταθμών της ΕΜΥ.....	10-7
Σχήμα 10-3.	Διάγραμμα διασποράς εκτιμημένου, με βάση την αθροιστική βροχόπτωση τριμήνου, και πραγματικού δείκτη SPI μέσης ετήσιας βροχόπτωσης στην Τρίπολη.....	10-11
Σχήμα 10-4.	Διάγραμμα διασποράς εκτιμημένου, με βάση την αθροιστική βροχόπτωση εξαμήνου, και πραγματικού δείκτη SPI μέσης ετήσιας βροχόπτωσης στην Τρίπολη.....	10-11
Σχήμα 10-5.	Διάγραμμα διασποράς εκτιμημένου, με βάση την αθροιστική απορροή τριμήνου, SRI μέσης ετήσιας απορροής στη λεκάνη η του Λάδωνα.	10-16
Σχήμα 10-6.	Διάγραμμα διασποράς εκτιμημένου, με βάση την αθροιστική απορροή εξαμήνου, και SRI μέσης ετήσιας απορροής στη λεκάνη η του Λάδωνα.	10-17
Σχήμα 10-7.	Διάγραμμα διασποράς εκτιμημένου, με βάση την αθροιστική βροχόπτωση εξαμήνου (του σταθμού Τρίπολης), και πραγματικού δείκτη SRI μέσης ετήσιας απορροής στη λεκάνη η του Λάδωνα.	10-17
Σχήμα 11-1.	Επίπεδα επιφυλακής για τη ξηρασία - λειψυδρία.....	11-1
Σχήμα IV -1.	Χωρική κατανομή ετήσιου δείκτη ξηρασίας ανά υδρολογικό έτος για την περίοδο 1980-2002.	IV-4
Σχήμα IV -2.	Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας μέσου δείκτη ξηρασίας δύο ετών για την περίοδο 1988-1995.	IV-5
Σχήμα IV -3.	Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας μέσου δείκτη ξηρασίας τριών ετών για την περίοδο 1988-1995.	IV-6
Σχήμα IV -4.	Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας μέσου δείκτη ξηρασίας τεσσάρων ετών για την περίοδο 1988-1995.....	IV-7
Σχήμα IV -5.	Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας μέσου δείκτη ξηρασίας πέντε ετών για την περίοδο 1988-1995.	IV-8
Σχήμα V -6.	Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά παροχής της πηγής Λέρνης.....	V-1
Σχήμα V -7.	Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά παροχής της πηγής Κεφαλάρι.....	V-1

Σχήμα V -8.	Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά παροχής της πηγής Κρόης	V-2
Σχήμα V -9.	Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά παροχής της πηγής Κιβερίου (Ανάβαλος)	V-2
Σχήμα V -10.	Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά παροχής της πηγής Αγίου Γεωργίου	V-3
Σχήμα V -11.	Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά παροχής της πηγής Σκάλας (Θέση Μύλος)	V-3
Σχήμα V -12.	Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά παροχής της πηγής Βιβάρι (Σελλασία)	V-4
Σχήμα V-13.	Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά παροχής της πηγής στη θέση Π5 του ΥΥΣ GR0300220.....	V-4
Σχήμα VI-14.	Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στα σημεία Φ752 και Φ746 του ΥΥΣ GR0300030.....	VI-1
Σχήμα VI -15.	Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στο σημείο 03/Γ3 του ΥΥΣ GR0300150	VI-1
Σχήμα VI -16.	Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στον Δήμο Ναυπλίου και Νέας Κίου του ΥΥΣ GR0300040	VI-2
Σχήμα VI -17.	Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στον Δήμο Ασίνης και Λέρνας του ΥΥΣ GR0300040	VI-2
Σχήμα VI -18.	Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στον Δήμο Άργους (Α) του ΥΥΣ GR0300040.....	VI-3
Σχήμα VI -19.	Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στον Δήμο Άργους (Β) του ΥΥΣ GR0300040.....	VI-3
Σχήμα VI -20.	Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στον Δήμο Άργους (Γ) του ΥΥΣ GR0300040	VI-4
Σχήμα VI -21.	Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στον Δήμο Μιδέας του ΥΥΣ GR0300040.....	VI-4
Σχήμα VI -22.	Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στον Δήμο Μιδέας του ΥΥΣ GR0300040.....	VI-5
Σχήμα VI -23.	Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στον Δήμο Νέας Τίρυνθας του ΥΥΣ GR0300040.....	VI-5

- Σχήμα VI -24. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξης του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στον Δήμο Μυκηναίων του ΥΥΣ GR0300040 VI-6
- Σχήμα VI -25. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξης του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στον Δήμο Κουτσοποδίου (Α) του ΥΥΣ GR0300040..... VI-6
- Σχήμα VI -26. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξης του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στον Δήμο Κουτσοποδίου (Β) του ΥΥΣ GR0300040..... VI-7
- Σχήμα VI -27. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξης του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στο σημείο Γ505 του ΥΥΣ GR0300230 VI-7
- Σχήμα VI -28. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξης του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στο σημείο Γ483 του ΥΥΣ GR0300160 VI-8
- Σχήμα VI -29. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξης του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στα σημεία Π1, Π4, ΑΜ2 του ΥΥΣ GR0300230 VI-8
- Σχήμα VI -30. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξης του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στη θέση Ζόρος Κονιδίτσας του ΥΥΣ GR0300250 VI-9

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά

Το παρόν συντάσσεται στα πλαίσια εκπόνησης της μελέτης «Κατάρτιση Σχεδίων Διαχείρισης των λεκανών απορροής πόταμων των υδατικών διαμερισμάτων Δυτικής Πελοποννήσου, Βόρειας Πελοποννήσου και Ανατολικής Πελοποννήσου, σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ, κατ' εφαρμογή του Ν.3199/2003 και του Π.Δ.51/2007».

Την ανωτέρω μελέτη έχει αναλάβει, με βάση τη σχετική σύμβαση, η παρακάτω ομάδα συμπραττόντων μελετητικών εταιρειών και μελετητών:

- «ΥΔΡΟΞΥΓΙΑΝΤΙΚΗ Ε.Ε.» Λ.Σ. ΛΑΖΑΡΙΔΗΣ & ΣΙΑ ΕΕ
- ΛΑΖΑΡΙΔΗΣ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ ΑΤΕΜ
- ΤΕΜ - ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΜΕΛΕΤΩΝ ΑΕ
- ΗΡC-ΡΑΣΕCΟ, ΕΡΕΥΝΕΣ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ, ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΕΡ/ΝΤΟΣ & ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ Μ/ΕΠΕ
- ΛΙΟΝΗΣ ΜΙΧΑΛΗΣ του ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΥΣ
- ΔΡΑΚΟΠΟΥΛΟΥ ΕΥΣΤΑΘΙΑ του ΛΕΩΝΙΔΑ
- ΒΑΚΑΚΗΣ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΑΕ
- ΕΦΗ ΚΑΡΑΘΑΝΑΣΗ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ «ΧΩΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΕ»
- ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΚΟΤΖΑΜΠΟΠΟΥΛΟΣ του ΓΕΩΡΓΙΟΥ
- ΑΝΑΓΝΟΠΟΥΛΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ του ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
- ΤΕΡΡΑ ΝΟΒΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΕ

Εκτός της παραπάνω ομάδας συμπραττόντων γραφείων, για τη σύνταξη του παρόντος σχεδίου έχουν συμμετάσχει και οι:

- Νίκος Μαμάσης, Λέκτορας ΕΜΠ
- Ανδρέας Ευστρατιάδης, Δρ. Πολιτικός Μηχανικός

Το παρόν αποτελεί το σχέδιο αντιμετώπισης φαινομένων λειψυδρίας και ξηρασίας με βάση τις αρχές του προληπτικού σχεδιασμού για το Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Πελοποννήσου (ΥΔ 03).

1.2 Αντικείμενο του σχεδίου αντιμετώπισης φαινομένων λειψυδρίας και ξηρασίας

Για κάθε Υδατικό Διαμέρισμα της Πελοποννήσου, με βάση τα αποτελέσματα από δράσεις που εκπονήθηκαν στα Παραδοτέα της 1^{ης} φάσης του παρόντος διαχειριστικού σχεδίου, διαμορφώνεται σχέδιο αντιμετώπισης ακραίων φαινομένων λειψυδρίας και ξηρασίας λαμβάνοντας υπόψη:

- το Κείμενο Κατευθυντήριων γραμμών για την επίδραση της κλιματικής αλλαγής στην επίτευξη των στόχων της Οδηγίας (Guidance Document No 24: River Basin Management in a Changing Climate)
- Την ανακοίνωση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής της 18 Ιουλίου 2007 για την αντιμετώπιση του προβλήματος της λειψυδρίας και της ξηρασίας στην Ευρωπαϊκή Ένωση

- Την έκθεση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για τη διαχείριση της ξηρασίας που περιλαμβάνει δείκτες ξηρασίας και πτυχές της κλιματικής αλλαγής (Drought management plan report, Including Agricultural, Drought Indicators and Climate Change Aspects)
- Την έκθεση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για τη διαχείριση της ξηρασίας και λειψυδρίας στην Μεσόγειο (Mediterranean water scarcity and drought report. Technical report on water scarcity and drought management in the Mediterranean and the Water Framework Directive)
- Δημοσιεύσεις και βιβλιογραφία που σχετίζονται με το θέμα της ξηρασίας και της λειψυδρίας
- Εμπειρίες άλλων κυρίως μεσογειακών χωρών στην πρόληψη και αντιμετώπιση των επιπτώσεων ανάλογων φαινομένων

Τα σχέδια αυτά θα αποτελέσουν μέρος των Σχεδίων Διαχείρισης και περιλαμβάνουν κυρίως μέτρα πρόληψης (drought contingency planning), βάσει του συνδυασμού διάφορων εναλλακτικών λύσεων, καθώς και μέτρα για την αντιμετώπιση επιπτώσεων από τη λειψυδρία και την ξηρασία.

Πιο συγκεκριμένα στο πλαίσιο εκπόνησης του σχεδίου αντιμετώπισης φαινομένων λειψυδρίας και ξηρασίας υλοποιούνται οι παρακάτω ενέργειες:

- Καταγραφή ακραίων φαινομένων ξηρασίας που παρατηρήθηκαν στο πρόσφατο παρελθόν στην Πελοπόννησο και εκτίμηση των επιπτώσεών τους καθώς και των πολιτικών και μέτρων αντιμετώπισης.
- Αξιολόγηση της επικινδυνότητας από μελλοντικά φαινόμενα λειψυδρίας και ξηρασίας και των πιθανών επιπτώσεών τους. Προσδιορίζονται ζώνες τρωτότητας βάσει κοινωνικών, οικονομικών και περιβαλλοντικών κριτηρίων
- Εκτίμηση της πιθανής επίδρασης των φαινομένων λειψυδρίας και ξηρασίας στην επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων του άρθρου 4 της Οδηγίας 2000/60/ΕΕ
- Καθορίζεται ο δείκτης ξηρασίας (drought index) για την Πελοπόννησο, ο οποίος θα αποτελεί κριτήριο προσδιορισμού της έλευσης των φαινομένων λειψυδρίας και ξηρασίας. Για τον προσδιορισμό του δείκτη χρησιμοποιούνται διάφορες συνιστώσες όπως το υδρολογικό καθεστώς, οι μετεωρολογικές συνθήκες, η περιβαλλοντική κατάσταση, οι κοινωνικές συνθήκες, οι οικονομικές επιπτώσεις κτλ. Καθορίζονται επίσης διαβαθμίσεις των τιμών αυτού του δείκτη για τον χαρακτηρισμό των φαινομένων.
- Προσδιορίζονται τα βασικά και συμπληρωματικά μέτρα (μέτρα διαχείρισης της ζήτησης και μέτρα αποτελεσματικότητας και επαναχρησιμοποίησης) που είναι απαραίτητα για την πρόληψη καθώς και για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων από την λειψυδρία και ξηρασία. Όπου κρίνεται απαραίτητο, προτείνονται και πρόσθετα σχετικά μέτρα πρόληψης και καταγράφονται τα εκπαιδευτικά μέτρα και προτάσεις για πρόσθετα μέτρα εκπαίδευσης και ενημέρωσης.
- Προσδιορίζονται και προτείνονται εναλλακτικές πηγές για διάφορες χρήσεις νερού και «στρατηγικών υδατικών αποθεμάτων», τα οποία θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε κρίσιμες περιπτώσεις φαινομένων ξηρασίας και
- Γίνονται προτάσεις για τη δημιουργία ευέλικτου και αποτελεσματικού μηχανισμού έγκαιρης προειδοποίησης για φαινόμενα ξηρασίας, λαμβάνοντας υπόψη το δείκτη ξηρασίας που θα έχει καθοριστεί.

1.3 Διάρθρωση του τεύχους

Η τεχνική έκθεση αποτελείται, μαζί με την παρούσα εισαγωγή, από δώδεκα κεφάλαια και έξι παραρτήματα.

Στο **Κεφάλαιο 2** επιχειρείται μια συνοπτική επισκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας σε θέματα ορισμών και βασικών εννοιών, καθώς και της εμπειρίας, ιδιαίτερα των Μεσογειακών χωρών, στην αντιμετώπιση των φαινομένων ξηρασίας και λειψυδρίας.

Στο **Κεφάλαιο 3** ορίζεται η συνολική περιοχή μελέτης (Πελοπόννησος) και περιγράφονται τα πρωτογενή δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν, γεωγραφικά, υδρολογικά και διαχειριστικά.

Στο **Κεφάλαιο 4** περιγράφονται οι επεξεργασίες των μετεωρολογικών και υδρολογικών δεδομένων, που χρησιμοποιήθηκαν στις αναλύσεις.

Στο **Κεφάλαιο 5** περιγράφεται η μεθοδολογία εκτίμησης των δεικτών υδρολογικής και μετεωρολογικής ξηρασίας, που βασίζεται στη χρήση διαφορετικών στατιστικών κατανομών για την περιγραφή των υψηλών και χαμηλών τιμών των υδρολογικών δειγμάτων. Επιπλέον, παρουσιάζεται η εφαρμογή της μεθοδολογία για την εκτίμηση των δεικτών σε διάφορες χωρικές και χρονικές κλίμακες.

Στο **Κεφάλαιο 6** εντοπίζονται τα περιστατικά ξηρασίας του παρελθόντος στην περιοχή μελέτης, με εφαρμογή της μεθοδολογίας αξιολόγησης που βασίζεται στη χρήση των δεικτών ξηρασίας.

Στο **Κεφάλαιο 7** αξιολογείται η επικινδυνότητα των ξηρασιών, λαμβάνοντας υπόψη αφενός τη διαθεσιμότητα των υδατικών πόρων και αφετέρου τις υδατικές ανάγκες, τόσο στην κλίμακα της Πελοποννήσου όσο και σε μικρότερες κλίμακες (διαχειριστικές ενότητες). Για το σκοπό αυτό αναπτύσσεται μια επίσης πρωτότυπη μεθοδολογία, που βασίζεται στην εκτίμηση ενός χρονικά μεταβαλλόμενου δείκτη αξιοποίησης του νερού, ως γενίκευση του τυπικού δείκτη WEI.

Στο **Κεφάλαιο 8** παρουσιάζονται οι επιδράσεις ξηρασίας-λειψυδρίας στην επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων των επιφανειακών και υπόγειων ΥΣ.

Στο **Κεφάλαιο 9** 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.

Στο **Κεφάλαιο 10** παρουσιάζεται ένα επιχειρησιακό πλαίσιο πρόγνωσης των ξηρασιών, που βασίζεται στην αξιοποίηση της υδρολογικής πληροφορίας που συγκεντρώνεται τους τρεις και έξι πρώτους μήνες του υδρολογικού έτους. Το προγνωστικό μοντέλο συνδέεται με μέτρα διαχείρισης της ξηρασίας ανά Υδατικό Διαμέρισμα.

Στο **Κεφάλαιο 11** ορίζονται τα επίπεδα επιφυλακής και τα μέτρα ανά επίπεδο ξηρασίας/λειψυδρίας. Παρουσιάζονται επίσης οι ενέργειες/δράσεις μέσα από το πρόγραμμα βασικών και συμπληρωματικών μέτρων που αφορούν την πρόληψη ή και αντιμετώπιση του φαινομένου ξηρασίας και τέλος παρουσιάζονται εκπαιδευτικά μέτρα πλέον εκείνων που αναφέρονται στα βασικά και συμπληρωματικά μέτρα.

Στο **Κεφάλαιο 12** αναφέρεται η βιβλιογραφία του παρόντος τεύχους

Στο **Παράρτημα I** δίνονται τα στατιστικά χαρακτηριστικά των σημειακών χρονοσειρών βροχόπτωσης που συλλέχθηκαν στα πλαίσια της μελέτης, σε διάφορες χρονικές κλίμακες.

Στο **Παράρτημα II** δίνονται οι επιφανειακές χρονοσειρές που υπολογίστηκαν, σε διάφορες χρονικές και χωρικές κλίμακες.

Στο **Παράρτημα III** παρουσιάζονται οι στατιστικές αναλύσεις των υδρολογικών χρονοσειρών.

Στο **Παράρτημα IV** απεικονίζονται οι ετήσιοι χάρτες χωρικής κατανομής των δεικτών υδρολογικής ξηρασίας, σε διάφορες χρονικές κλίμακες.

Στο **Παράρτημα V** παρουσιάζονται διαγράμματα των χρονοσειρών παροχών των πηγών σε σχέση με τον δείκτη ξηρασίας SPI.

Τέλος στο **Παράρτημα VI** παρουσιάζονται διαγράμματα των χρονοσειρών σταθμών γεωτρήσεων ανά ΥΥΣ σε σχέση με τον δείκτη ξηρασίας SPI.

2 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ - ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 Ορισμοί ξηρασίας και λειψυδρίας

Η ξηρασία και η λειψυδρία είναι δύο θεμελιώδεις έννοιες στη διαχείριση των υδατικών πόρων, που ορίζονται ως εξής:

- Ο όρος **ξηρασία** (drought) περιγράφει μια μακρά χρονική περίοδο, κατά την οποία η παρουσία του γλυκού νερού σε μια γεωγραφική περιοχή είναι σημαντικά μικρότερη από την αναμενόμενη.
- Ο όρος **λειψυδρία** (water scarcity) περιγράφει την αδυναμία πλήρους κάλυψης των υδατικών αναγκών σε νερό που έχουν οι ανθρώπινες δραστηριότητες και το περιβάλλον.

Αν και θεωρητικά η ξηρασία προηγείται της λειψυδρίας, η τελευταία μπορεί να μετριαστεί με τη διαχείριση της προσφοράς και της ζήτησης του νερού. Επισημάνεται 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 (Μαμάσης και Κουτσογιάννης, 2007):

- 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 νερού 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.

Η ξηρασία διαφέρει από τις άλλες φυσικές καταστροφές σε τρία βασικά σημεία:

- 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, ενώ οι επιδράσεις του συσσωρεύονται αργά μέσα σε μεγάλο χρονικό διάστημα και μπορεί να παραμείνουν για αρκετά χρόνια μετά τη λήξη του·
- οι κοινωνικές επιδράσεις είναι λιγότερο ορατές (δεν καταλήγουν σε καταστροφή υποδομών) και εκτείνονται σε πολύ μεγαλύτερες γεωγραφικές περιοχές από ότι οι άλλες φυσικές καταστροφές (πλημμύρες, σεισμοί).

2.2 Κατηγορίες ξηρασίας

Στη βιβλιογραφία συναντώνται τέσσερις κύριες κατηγορίες ξηρασίας η μετεωρολογική, γεωργική η υδρολογική και η κοινωνικοοικονομική.

- Η **μετεωρολογική-κλιματική ξηρασία** ορίζεται με βάση την απόκλιση της βροχόπτωσης (συνολικό ύψος και αριθμός ημερών βροχής) από την αναμενόμενη, με βάση το κλίμα της περιοχής, τιμή της.

- 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. Οι ανάγκες σε νερό των φυτών εξαρτώνται από τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες, τα βιολογικά χαρακτηριστικά κάθε είδους, το στάδιο ανάπτυξης και τις φυσικές και βιολογικές ιδιότητες του εδάφους. Η κύρια παράμετρος που εξετάζεται είναι η διαφορά μεταξύ βροχόπτωσης και δυνητικής εξατμοδιαπνοής.
- Η **υδρολογική ξηρασία** 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.
- 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. 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.

2.3 Παράμετροι εκτίμησης ξηρασίας

Οι παράμετροι εκτίμησης της ξηρασίας είναι η ένταση, η χρονική διάρκεια η γεωγραφική έκταση και η καταστροφικότητα (Μαμάσης και Κουτσογιάννης, 2007). Αναλυτικότερα:

- Η **ένταση** συναρτάται με την απόκλιση της βροχόπτωσης και άλλων μεταβλητών που σχετίζονται με την εξάτμιση (θερμοκρασία, άνεμος, υγρασία) από τις αναμενόμενες κλιματικές τιμές. Η ποσοτικοποίηση της έντασης μπορεί να γίνει στατιστικά, με την εκτίμηση της πιθανότητας εμφάνισης των συγκεκριμένων τιμών των μεταβλητών.
- 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.
- Η **γεωγραφική έκταση** της ξηρασίας συναρτάται άμεσα με τα μετεωρολογικά και κλιματικά χαρακτηριστικά κάθε περιοχής αλλά και τα υπάρχοντα έργα μεταφοράς νερού. Ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα είναι η περίπτωση υδατικών συστημάτων που τροφοδοτούνται με νερό από διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές στις οποίες οι κλιματολογικές συνθήκες είναι διαφορετικές. Στα συστήματα αυτά, η γεωγραφική έκταση της ξηρασίας είναι παράμετρος ιδιαίτερα σημαντική, αφού μπορεί να επηρεάσει μόνο ένα τμήμα των υδατικών πόρων.
- Η **καταστροφικότητα** 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 την 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 με την αποτελεσματικότητα της

βροχής να καλύψει τις ανθρώπινες ανάγκες και κατά συνέπεια με την καταστροφικότητα της ξηρασίας.

2.4 Παράγοντες που επιδρούν στην εμφάνιση ξηρασίας

Η ξηρασία είναι φαινόμενο που μπορεί να συμβεί σχεδόν σε όλες τις κλιματικές ζώνες της γης, αλλά τα χαρακτηριστικά του διαφέρουν σημαντικά από τη μία περιοχή στην άλλη. Η πραγματοποίηση μετεωρολογικής ξηρασίας (μείωση της βροχόπτωσης) δεν σημαίνει απαραίτητα και την εμφάνιση ελλείμματος υδατικών πόρων σε μια περιοχή. Αυτό εξαρτάται από: (α) τα χαρακτηριστικά της βροχόπτωσης που τελικά πραγματοποιείται, (β) τα χαρακτηριστικά της δυνητικής εξατμοδιαπνοής, (γ) τα γεωμορφολογικά και τεχνικά χαρακτηριστικά της περιοχής, (δ) τη διαχείριση των υδατικών συστημάτων και (ε) άλλες κοινωνικές, οικονομικές και πολιτικές παραμέτρους. Συγκεκριμένα:

- Τα χαρακτηριστικά της **βροχόπτωσης** (ύψος, χρονική και χωρική κατανομή) αποτελούν θεμελιώδη κλιματικά χαρακτηριστικά που διαφέρουν σημαντικά στις διάφορες περιοχές της γης. Με βάση τα ιδιαίτερα αυτά χαρακτηριστικά έχουν κατά κανόνα προσαρμοστεί η τοπική χλωρίδα και πανίδα και διαμορφωθεί οι σχετικές με το νερό ανθρώπινες δραστηριότητες. Η χρονική κατανομή της βροχής είναι εξίσου σημαντική για την ποσότητα για το είδος της βλάστησης. Για παράδειγμα σε περιοχές με μεγάλα ετήσια ύψη βροχής αλλά με μια διαχωρισμένη ξηρή περίοδο αναπτύσσεται βλάστηση τύπου Σαβάννας η οποία είναι ανθεκτική σε αυτή την ολιγόμηνη «ξηρασία».
- Τα χαρακτηριστικά της **δυνητικής εξατμοδιαπνοής** εξαρτώνται από μετεωρολογικές παραμέτρους (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ταχύτητα ανέμου, ηλιακή ακτινοβολία) αλλά και τις βιολογικές λειτουργίες των φυτών στις συγκεκριμένες κλιματικές συνθήκες.
- Τα **γεωμορφολογικά και τεχνικά χαρακτηριστικά** κάθε περιοχής καθορίζουν σημαντικά την ποσότητα και τη χρονική εξέλιξη της επιφανειακής και υπόγειας απορροής. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι η γεωλογία, η εδαφολογία, οι χρήσεις γης και η παρουσία υδραυλικών έργων ταμίευσης ή μεταφοράς νερού. Τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά επιδρούν σημαντικά στο συντελεστή απορροής η αύξηση του οποίου μειώνει τα διαθέσιμα αποθέματα στο υδατικό σύστημα και κάνει πιο πιθανή την εμφάνιση υδρολογικής ξηρασίας. Η λειτουργία έργων ταμίευσης και μεταφοράς νερού που μπορούν να ρυθμίσουν την ξηρασία χωροχρονικά, σε κατάντη ή γειτονικές περιοχές για μήνες ή χρόνια.
- Η **διαχείριση των υδατικών συστημάτων** (που περιλαμβάνει και την κατασκευή υδραυλικών έργων), έχει ως στόχο την εξισορρόπηση της ανισοκατανομής μεταξύ της φυσικής προσφοράς και της ζήτησης νερού στο χώρο και το χρόνο. 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 **κοινωνικές, οικονομικές και πολιτικές παράμετροι** είναι αυτές που, στις περισσότερες περιπτώσεις, προκαλούν κοινωνικοοικονομική ξηρασία, ανεξάρτητα από την ύπαρξη και ορθολογική διαχείριση των υδραυλικών έργων, με τα οποία αποτρέπει προσωρινά η γεωργική και η υδρολογική ξηρασία (εφόσον έχει εκδηλωθεί μετεωρολογική ξηρασία). Στις παραμέτρους αυτές συγκαταλέγονται οι ανταγωνιστικές χρήσεις νερού και οι διαμάχες μεταξύ κοινωνικών ομάδων ή γειτονικών περιοχών για τη χρήση του. Ακόμη, περιλαμβάνονται ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού, η κατά κεφαλή κατανάλωση αγαθών, η

επιλογή των καλλιεργειών, η μετακίνηση πληθυσμών για πολιτικούς λόγους, η επιρροή κοινωνικών ομάδων και, κατ' επέκταση, η ισχύς των γειτονικών κρατών που εξυπηρετούνται από το ίδιο υδατικό σύστημα.

2.5 Διαχείριση ξηρασίας

Η πραγματοποίηση της ξηρασίας εξαρτάται από την αλληλεπίδραση ενός φυσικού φαινομένου (λιγότερη βροχή από την αναμενόμενη και κατά συνέπεια μικρότερη παρουσία νερού) με τη διαχείριση των υδατικών συστημάτων από τον άνθρωπο, ώστε να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις σε νερό.

Η διαχείριση της ξηρασίας γίνεται σε τρεις άξονες:

1. Την αύξηση του διαθέσιμου νερού,
 2. Την μείωση των υδατικών αναγκών και
 3. Τη βελτιστοποίηση της λειτουργίας υδροσυστημάτων.
- Η **αύξηση του διαθέσιμου νερού** γίνεται με την κατασκευή έργων άντλησης υπόγειων υδροφορέων, ταμίευσης επιφανειακών υδάτων (ώστε να είναι διαθέσιμα τις ξηρές περιόδους) και μεταφοράς νερού από γειτονικές περιοχές. Εναλλακτικά, υπάρχουν οι τεχνικές της αφαλάτωσης θαλάσσιου ή υφάλμυρου νερού και της τροποποίησης καιρού (τεχνητή βροχή), οι οποίες χρησιμοποιούνται σε συγκεκριμένες περιστάσεις.
 - Η **μείωση των υδατικών αναγκών** στα περισσότερα υδατικά συστήματα αφορά στην πιο αποδοτική χρήση του νερού που χρησιμοποιείται για άρδευση και ύδρευση. Η μείωση του αρδευτικού νερού μπορεί να επιτευχθεί με την ανακατανομή των καλλιεργειών, την εφαρμογή οικονομικότερων σε νερό αρδευτικών δικτύων και τη συντήρηση των έργων μεταφοράς και διανομής νερού. Η μείωση του υδρευτικού νερού μπορεί να επιτευχθεί με την μείωση της κατά κεφαλή κατανάλωσης (με ενημερωτική εκστρατεία για την χρήση του νερού ή την αύξηση της τιμής του) και την επισκευή των δικτύων.
 - Η **βελτιστοποίηση της λειτουργίας των υδροσυστημάτων** προϋποθέτει την μελέτη ορθολογικών, αποδοτικών και βιώσιμων τρόπων και μεθοδολογιών λειτουργίας με στόχο την ποσοτικά αξιόπιστη, ποιοτικά και περιβαλλοντικά ασφαλή, και οικονομικά πρόσφορη κάλυψη της ζήτησης, μέσω της κατάλληλης αξιοποίησης των υδατικών πόρων που είναι διαθέσιμοι για την κάλυψη της ζήτησης αυτής.

Η διαχείριση της ξηρασίας περιλαμβάνει τρία κύρια στάδια που σχετίζονται με το ισοζύγιο φυσικής προσφοράς και ζήτησης του νερού.

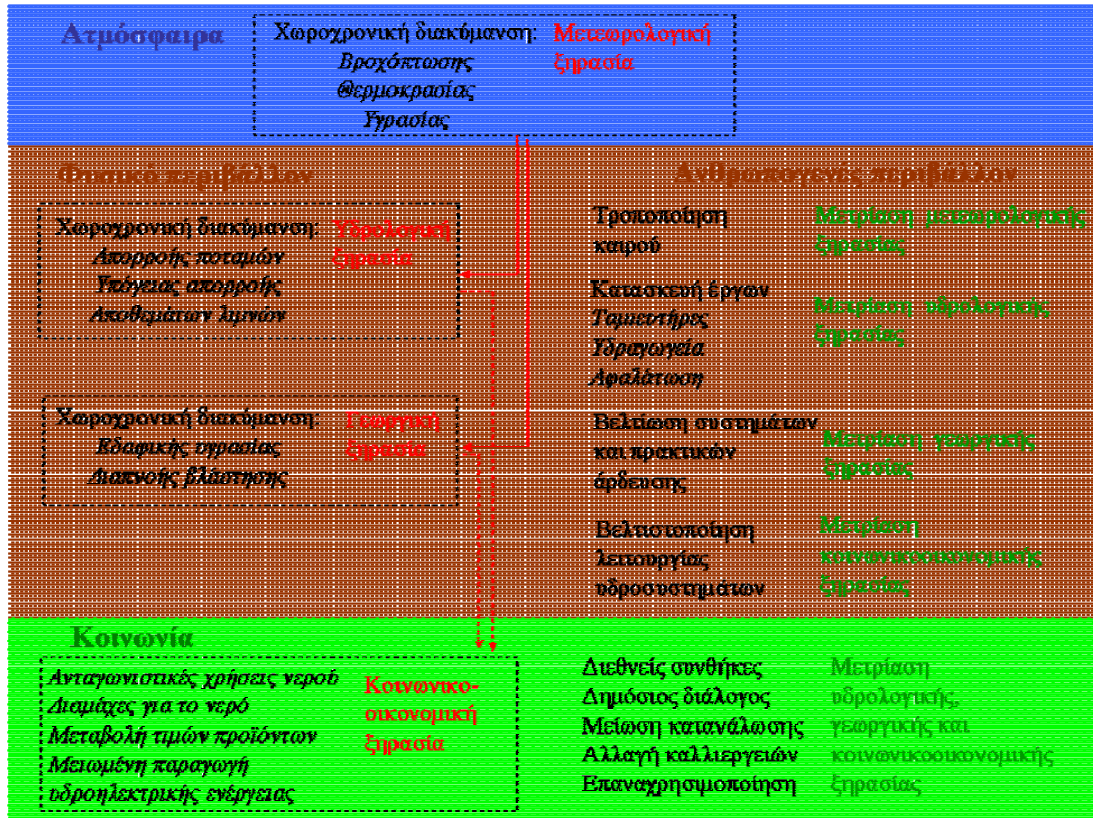
Στάδιο 1: Η φυσική προσφορά υπερβαίνει κατά πολύ τη ζήτηση (αφθονία νερού) και η διαχείριση περιορίζεται στη διανομή των υδατικών πόρων ή τη μεταφορά τους σε άλλες περιοχές.

Στάδιο 2: Η φυσική προσφορά είναι περιστασιακά μεγαλύτερη από τη ζήτηση (σπανιότητα νερού) και είναι απαραίτητη η αύξηση της φυσικής προσφοράς νερού και η ταμίευση του νερού με τεχνικά έργα.

Στάδιο 3: Η φυσική προσφορά είναι πάντα 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 μεταφορά νερού από άλλες περιοχές ή η κατασκευή εξαιρετικά ακριβών ή εξεζητημένων τεχνικών έργων.

Στο Σχήμα 2-1 απεικονίζεται μια κατηγοριοποίηση των τύπων ξηρασίας, των προβλημάτων που προκύπτουν και των σχετικών διαχειριστικών δράσεων.



Σχήμα 2-1. Κατηγορίες ξηρασίας, προβλήματα και δράσεις.

2.6 Δείκτες ξηρασίας

2.6.1 Γενικά

Στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται δεκάδες δείκτες (και παραλλαγές τους), μέσω των οποίων τυποποιείται ποσοτικά η ένταση της ξηρασίας. Οι δείκτες αυτοί έχουν εφαρμοστεί σε διάφορες γεωγραφικές περιοχές και για διαφορετικούς σκοπούς, όπως ο προσδιορισμός του ελλείμματος βροχόπτωσης, εδαφικής υγρασίας, απορροής ή αποθεμάτων ταμειυτήρων, η επίδραση της ξηρασίας στις καλλιέργειες, η εκτίμηση του κινδύνου δασικών πυρκαγιών και η αξιολόγηση της κατάστασης της βλάστησης.

Για την εκτίμηση των δεικτών, οι μεταβλητές εισόδου που κυρίως χρησιμοποιούνται είναι η βροχόπτωση, η θερμοκρασία, η εξατμοδιαπνοή, η επιφανειακή απορροή και η χιονόπτωση. Σε ορισμένες περιπτώσεις, χρησιμοποιούνται και άλλες μεταβλητές, όπως τα αποθέματα των ταμειυτήρων, η παραγωγή αγροτικών προϊόντων και η δορυφορική καταγραφή της ορατής και υπέρυθρης ακτινοβολίας που εκπέμπει η βλάστηση.

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 ΕΕ 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.

2.6.2 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. Οι σημαντικότεροι είναι οι εξής:

Δείκτης τυποποιημένης βροχόπτωσης (Standardized Precipitation Index, SPI): 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. 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. Ο δείκτης επιλέχθηκε από την επιτροπή των ειδικών για την ξηρασία και τη λειψυδρία.

Δείκτης δεκατημορίων: 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.

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. Ο δείκτης επιλέχθηκε από την ομάδα των ειδικών για την ξηρασία και τη λειψυδρία.

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).

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.

2.6.3 Δείκτες υδρολογικού ισοζυγίου

Οι δείκτες αυτοί βασίζονται στην κατάρτιση του υδρολογικού ισοζυγίου της περιοχής μελέτης, λαμβάνοντας υπόψη χρονοσειρές βροχής, εξατμοδιαπνοής, απορροής και εδαφικής υγρασίας. Το κύριο μειονέκτημα των δεικτών αυτής της κατηγορίας είναι ότι ο υπολογισμός τους απαιτεί μια μεγάλο αριθμό δεδομένων, προκειμένου να καταρτιστεί 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). Οι σημαντικότεροι δείκτες αυτής της κατηγορίας είναι:

Δείκτης Δριμύτητας Ξηρασίας Palmer (Palmer Drought Severity Index, PDSI): Πρόκειται για τον γνωστότερο δείκτη υδατικού ισοζυγίου, ο οποίος προτάθηκε από τον Palmer (1965) και αναθεωρήθηκε από τον Alley (1984). Ο δείκτης στηρίζεται στην εξίσωση του υδατικού ισοζυγίου και εκτιμάται με βάση τις βροχοπτώσεις, τα δεδομένα θερμοκρασίας και την διαθεσιμότητα νερού στο έδαφος. Συγκεκριμένα, υπολογίζονται η εξατμοδιαπνοή, η επαναφόρτιση του εδάφους, η απορροή και η απώλεια υγρασίας από το επιφανειακό εδαφικό στρώμα, ενώ δεν λαμβάνεται υπόψη η άρδευση.

Δείκτης Προσφοράς Επιφανειακού Νερού (Surface Water Supply Index, SWSI): Προτάθηκε από τους Shafer and Dezman (1982), και αποτελεί τροποποίηση του PDSI, ώστε να ενσωματώνει τη συνεισφορά του χιονιού. Ο δείκτης αυτός είναι κατάλληλος για ορεινές περιοχές.

Δείκτης Αξιοποίησης Νερού (Water Exploitation Index, WEI): Ορίζεται ως η μέση ετήσια συνολική ζήτηση γλυκού νερού προς τις μέσες υπερετιήσιες 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.

Η προαναφερθείσα 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:

- 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 (κατείσδυση) της περιοχής.
- Η ελάχιστη ροή που απαιτείται για περιβαλλοντικούς λόγους (Water Requirements), όπως η ελάχιστη συμφωνημένη παροχή στα διασυνοριακά ποτάμια.

- 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.
- Η «εξωτερική εισροή» (Actual External Inflow), η οποία οφείλεται από την επιφανειακή και υπόγεια απορροή που προέρχεται από άλλες υδρολογικές ενότητες.
- 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).
- Οι ποσότητες νερού που αφαιρούνται από την συγκεκριμένη περιοχή για να ικανοποιηθεί το σύνολο των καταναλωτικών χρήσεων.

Τελικά, ο δείκτης WEI+ υπολογίζεται ως το ποσοστό του όγκου νερού που διατίθεται για χρήσεις (6) προς τη διαθέσιμη ποσότητα ανανεώσιμου νερού (5).

2.6.4 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).

Στη βιβλιογραφία 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 (π.χ., Hayes and Decker, 1996· Unganai and Kogan, 1998). 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 MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer).

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 – MODIS) και επιδρά σημαντικά στην φωτοσύνθεση και την αφομοίωση του διοξειδίου του άνθρακα 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.

2.7 Επισκόπηση διεθνούς εμπειρίας στην αντιμετώπιση των ξηρασιών

2.7.1 Κατηγορίες μέτρων αντιμετώπισης της ξηρασίας

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 ΕΕ (MED WS&D WG, 2007· EC, 2007a· Guidance Document 24, 2009) 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.

Τέλος, τα μέτρα μπορούν να διακριθούν σε βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα.

2.7.2 Ανάλυση μέτρων περιορισμού της ζήτησης νερού

Τα μέτρα που σκοπό έχουν να περιορίσουν τη ζήτηση νερού κινούνται στους εξής άξονες οι οποίοι εξειδικεύονται στη συνέχεια:

- εισαγωγή νέων τεχνολογιών και αλλαγή διαδικασιών στη γεωργία·
- μείωση διαρροών στα δίκτυα διανομής·
- εισαγωγή τεχνολογιών εξοικονόμησης οικιακού νερού·
- μέτρηση των καταναλισκόμενων ποσοτήτων·
- εισαγωγή νέων τεχνολογιών και αλλαγή διαδικασιών στη βιομηχανία·
- οικονομικές προσεγγίσεις·
- κοινωνική συμμετοχή.

Η εισαγωγή νέων τεχνολογιών και η αλλαγή των μεθόδων άρδευσης περιλαμβάνει: (α) καλύτερο έλεγχο της άρδευσης, (β) τεχνολογικές αναβαθμίσεις, όπως αντικατάσταση των δικτύων βαρύτητας σε δίκτυα υπό πίεση, (γ) επανεξέταση των αρδευτικών αναγκών, (δ) έλεγχο της διήθησης και της εξάτμισης, (ε) δημιουργία μηχανισμού περικοπής κατανάλωσης σε έκτακτα περιστατικά, και (ζ) αντικατάσταση των υδροβόρων καλλιεργειών από ξηρικές.

Η μείωση των διαρροών στα δίκτυα διανομής δεν μπορεί να εξαιρεθεί ακόμη και στα πιο σύγχρονα και καλοσυντηρημένα δίκτυα. Παρόλα αυτά, οι δράσεις περιορισμού τους είναι ιδιαίτερα σημαντικές, δεδομένου ότι εκτιμώνται από 20-30% (Γαλλία, Ισπανία) έως 60-80% (Κροατία, Αλβανία).

Οι τεχνολογίες εξοικονόμησης νερού σε σπίτια, κήπους και άλλες εγκαταστάσεις σχετίζονται με τη ρύθμιση της πίεσης των υδρευτικών δικτύων, την διπλή επιλογή της ποσότητας νερού που θα χρησιμοποιηθεί σε τουαλέτες και τη ρύθμιση της ροής του νερού (στάγδην άρδευση). Ακόμη, είναι σκόπιμη η πρόβλεψη τέτοιων τεχνολογιών στους οικοδομικούς κανονισμούς. Η επίδραση των μέτρων αυτών είναι σχετικά περιορισμένη, καθώς η οικιακή κατανάλωση είναι γενικά μικρό ποσοστό της συνολικής, ενώ και το κόστος των τεχνολογιών αποσβένεται αργά.

Η μέτρηση της ποσότητας του καταναλισκόμενου νερού επιτρέπει τον εντοπισμό των διαρροών και ενισχύει την ευαισθητοποίηση του κοινού σε θέματα εξοικονόμησης νερού. Εκτιμάται ότι η μείωση της κατανάλωσης ανέρχεται σε 10-25%, όταν ξεκινήσουν προγράμματα μέτρησης (MED WS&D WG, 2007).

Η εισαγωγή νέων τεχνολογιών και η αλλαγή των διαδικασιών στη βιομηχανία συνίσταται κυρίως στην επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων, και μπορεί να μειώσει την κατανάλωση έως και 90% (MED WS&D WG, 2007).

Η οικονομική προσέγγιση των μέτρων κατά της λειψυδρίας συνδέεται με πολλούς παράγοντες, όπως η αγροτική οικονομία, το νομικό και θεσμικό πλαίσιο, και η κοινωνική και αγροτική πολιτική. Τα μέτρα μπορεί να κλιμακώνονται από απλά οικονομικά κίνητρα στο οικιακό τιμολόγιο, στην τιμολόγηση του αρδευτικού νερού, η ακόμη και στη δημιουργία «τραπεζών – αγορών», οι οποίες διαχειρίζονται τα δικαιώματα χρήσης νερού. Η τελευταία προσέγγιση εφαρμόζεται στην Αμερική (ΗΠΑ, Καναδάς, Χιλή) και στην Αυστραλία (στην Μεσόγειο μόνο στα Κανάρια νησιά) και τονίζεται ότι εμπεριέχει σημαντικούς κινδύνους

Τέλος, η κοινωνική συμμετοχή περιλαμβάνει: (α) ενημέρωση και εκπαίδευση του κοινού, (β) δημιουργία μηχανισμών για την επίλυση των κρίσεων και θεσμικών θεμάτων, (γ) συμμετοχή των χρηστών στις αποφάσεις μέσω διαβούλευσης, και (δ) εκστρατείες ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης.

2.7.3 Ανάλυση μέτρων αύξησης της διαθεσιμότητας νερού

Τα μέτρα που σκοπό έχουν να αυξήσουν την προσφορά νερού είναι κυρίως τεχνολογικά, αφού περιλαμβάνουν:

- κατασκευή νέων ταμιευτήρων ή αύξηση της αποθηκευτικότητάς τους·
- κατασκευή μικρών λιμνοδεξαμενών·
- εμπλουτισμός υδροφορέων·
- αφαλάτωση θαλασσινού ή υφάλμυρου νερού·
- συλλογή ομβρίων σε οικίες·
- επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων·
- φυσική αποθήκευση στις λεκάνες απορροής (υγρότοποι, πλημμυρικά πεδία)·
- μεταφορά νερού από γειτονικές λεκάνες (η τελευταία θεωρείται ως έσχατη λύση)·
- καθορισμός οικολογικής παροχής·

2.7.4 Ανάλυση μέτρων περιορισμού των επιπτώσεων της λειψυδρίας

Τα μέτρα που σκοπό έχουν να μετριάσουν τις επιπτώσεις της λειψυδρίας στη γεωργία, το περιβάλλον, την οικονομία και την κοινωνία περιλαμβάνουν:

- επανεξέταση των διασυνδέσεων προσφοράς και ζήτησης νερού·
- εκπόνηση σχεδίων διαχείρισης ξηρασίας·
- υλοποίηση συστημάτων προειδοποίησης·
- αποζημίωση αγροτικών παραγωγών·
- μείωση ή/και καθυστέρηση καταβολής φόρων των πληγέντων·
- εκπαίδευση στην εξοικονόμηση χρήσης νερού·
- αντιμετώπιση της διάβρωσης των εδαφών και της υφαλμύρισης των υπογείων νερών (π.χ., Pereira, 2002)·
- διατήρηση της χλωρίδας και της πανίδας (π.χ., Hamdy and Trisorio-Liussi, 2008).

2.7.5 Σύνδεση με την Οδηγία Πλαίσιο 2000/60/ΕΚ

Η σύνδεση των παραπάνω δράσεων με την Ευρωπαϊκή Οδηγία-Πλαίσιο για τα νερά γίνεται από το GD 24, το οποίο θέτει τις παρακάτω αρχές:

- χρήση της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2000/60 ως κύριο μεθοδολογικό πλαίσιο για την επίτευξη της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή των περιοχών ευάλωτων σε λειψυδρία, ώστε να μειωθούν οι επιπτώσεις της ξηρασίας
- διατήρηση των υπόγειων υδροφορέων σε καλή ποσοτική κατάσταση ώστε να είναι πιο εύρωστα τα υδατικά συστήματα στην επίδραση της κλιματικής αλλαγής
- διερεύνηση κατά περίπτωση του κατά πόσον η ξηρασία επιτρέπει την εφαρμογή του άρθρου 4.6 της οδηγίας 2000/60 λαμβάνοντας υπόψη τις κλιματικές προγνώσεις
- να ληφθούν υπόψη οι απαιτήσεις του άρθρου 4.7 της οδηγίας 2000/60 όταν λαμβάνονται μέτρα για την αντιμετώπιση της λειψυδρίας τα οποία μπορεί να προκαλέσουν υποβάθμιση της κατάστασης των νερών
- διάγνωση των αιτιών που προκάλεσαν λειψυδρία στο παρελθόν και μπορούν να προκαλέσουν και στο μέλλον
- παρακολούθηση της ζήτησης νερού και πρόβλεψή της στο μέλλον
- συλλογή ποσοτικών πληροφοριών ώστε να εκτιμηθεί η αξιοπιστία της προσφοράς νερού στο μέλλον σε καθεστώς κλιματικής αλλαγής
- ανίχνευση των κλιματικών αλλαγών στη φυσική μεταβλητότητα μέσα από χρονοσειρές μεγάλου μήκους (αξιοποίηση υπαρχόντων μετρητικών δικτύων)
- λήψη πρόσθετων μέτρων για την πρόληψη της λειψυδρίας και την αντιμετώπιση μελλοντικών ξηρασιών
- προσαρμογή της διαχείρισης των υδατικών πόρων σε καθεστώς κλιματικής αλλαγής, εστιάζοντας στην αειφορία
- ολοκληρωμένη προσέγγιση στον συνδυασμό των μέτρων που σχετίζονται με τη μείωση της ζήτησης και την αύξηση της προσφοράς
- υλοποίηση εύρωστων και ευέλικτων υδροσυστημάτων
- εμπλοκή των ενδιαφερομένων (stakeholders) στη λήψη μέτρων

- εκτίμηση της επίδρασης άλλων μέτρων για την κλιματική αλλαγή στην λειψυδρία και τον κίνδυνο ξηρασίας.

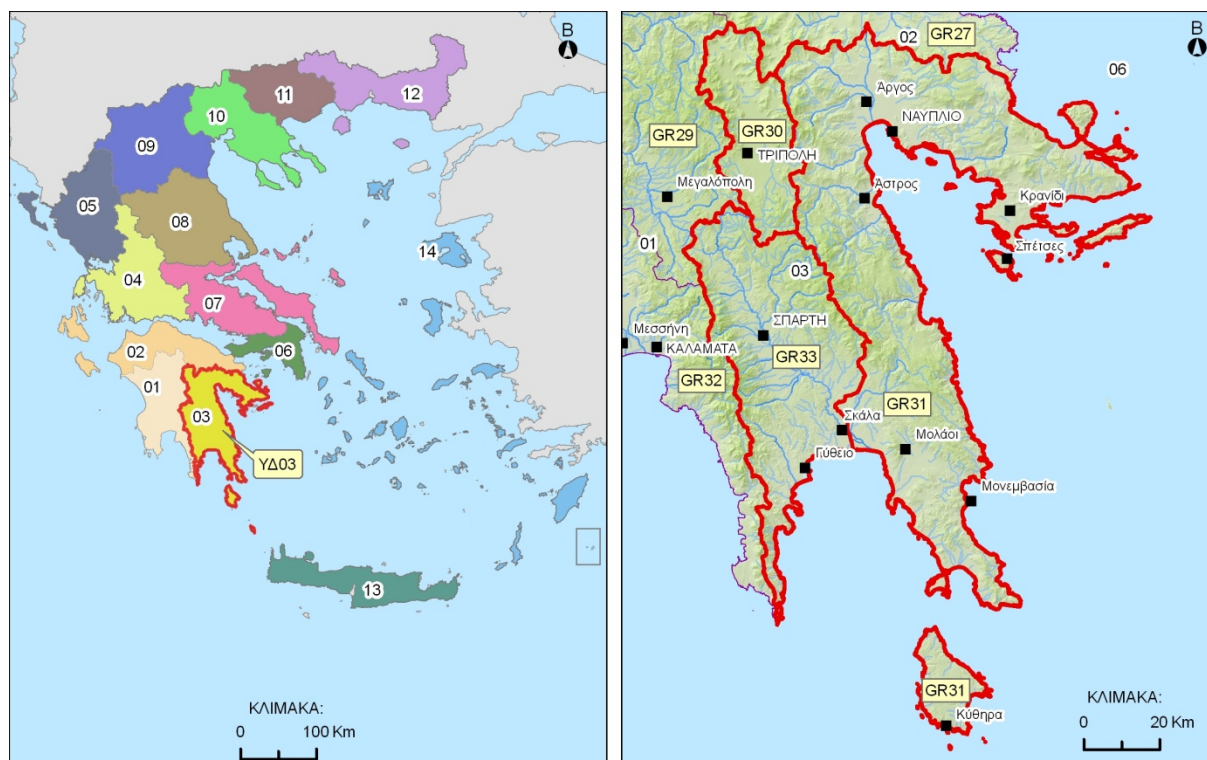
3 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

3.1 Περιοχή μελέτης

Η Πελοπόννησος αποτελείται από τρία Υδατικά Διαμερίσματα. Το Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Πελοποννήσου (ΥΔ 03) το οποίο απεικονίζεται στο Σχήμα 3-1, αποτελείται από τα τρεις λεκάνες απορροής ποταμών (ΛΑΠ), την Οροπεδίου Τρίπολης (GR30), Ρεμάτων Αργολικού Κόλπου (GR31) και Ευρώτα (GR33). Συγκεκριμένα:

Το **Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Πελοποννήσου (03)**, έκτασης 8 477 km², ορίζεται προς τα δυτικά από τον Ταΰγετο και το Μαίναλο, βόρεια από τον ορεινό άξονα Ολύγιπτου-Λυρκείων-Ονειών, ανατολικά από τον Πάρνωνα, τον Αργολικό Κόλπο και τον Κόλπο της Επιδαύρου και νότια από το Λακωνικό Κόλπο. Στο διαμέρισμα υπάγονται και οι νήσοι Κύθηρα, Σπέτσες, Ύδρα και Πόρος, καθώς και η χερσόνησος των Μεθάνων. Περιλαμβάνει το σύνολο σχεδόν των Ν. Αργολίδας και Λακωνίας, το ήμισυ σχεδόν του Ν. Αρκαδίας, και ένα μικρό μέρος των Ν. Αττικής και Κορινθίας. Οι σημαντικότερες υδρολογικές λεκάνες είναι αυτές του Ευρώτα (1 738 km²) και του Ίναχου (533 km²), καθώς και η κλειστή λεκάνη της Τρίπολης, έκτασης 907 km². Η τελευταία αποστραγγίζεται μέσω καταβοθρών στην παράκτια περιοχή Άστρους-Κιβερίου, ενώ μικρές ποσότητες διακινούνται δυτικά προς τη λεκάνη του Λάδωνα. Η κύρια χρήση νερού στο υδατικό διαμέρισμα είναι η άρδευση, ενώ δεν υπάρχουν αξιολογικά τεχνικά έργα για την αξιοποίηση των επιφανειακών νερών. Στις σημερινές συνθήκες, το ΥΔ δεν έχει αυτάρκεια σε νερό, και προβλέπεται ότι στο μέλλον θα έχει σοβαρά προβλήματα επάρκειας, αν δεν υλοποιηθούν έργα για την αξιοποίηση του υδατικού δυναμικού του διαμερίσματος ή και μεταφορά υδατικών πόρων από άλλες περιοχές (Κουτσογιάννης κ.ά., 2008).

Στην πραγματικότητα, λόγω του πολυσύνθετου υδρογεωλογικού καθεστώτος, μεταξύ των επιμέρους υδατικών διαμερισμάτων πραγματοποιούνται υπόγειες μεταφορές νερού, που είτε τροφοδοτούν πηγές είτε καταλήγουν τη θάλασσα. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με την πλημμελή παρακολούθηση των υδατικών πόρων, επιφανειακών και υπόγειων, καθιστά εξαιρετικά δύσκολη την κατάρτιση ενός αξιόπιστου υδατικού ισοζυγίου, που με τη σειρά του δημιουργεί δυσχέρειες στην λήψη ορθολογικών και τεκμηριωμένων διαχειριστικών μέτρων.



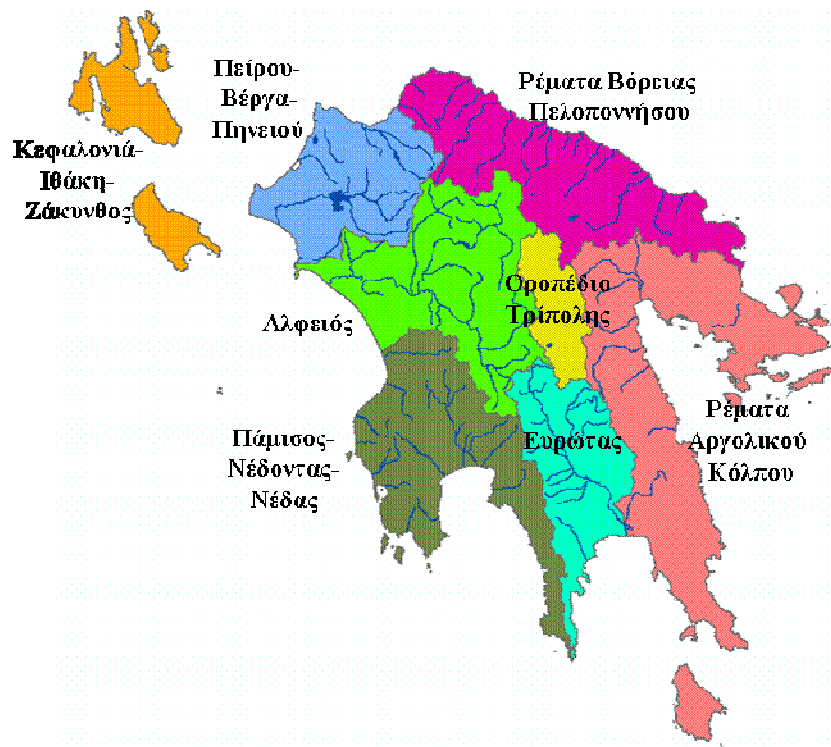
Σχήμα 3-1. Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Πελοποννήσου (ΥΔ 03) και κύριο υδρογραφικό δίκτυο.

3.2 Γεωγραφικά Δεδομένα

Τα γεωγραφικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στις αναλύσεις είναι:

- το ψηφιακό μοντέλο υψομέτρων της περιοχής μελέτης, σε κλίμακα 1:50 000.
- το κύριο υδρογραφικό δίκτυο.
- η διοικητική διαίρεση (νομοί, υδατικά διαμερίσματα).
- οι οκτώ διαχειριστικές ενότητες, όπως προσδιορίστηκαν στα πλαίσια των διαχειριστικών μελετών της Πελοποννήσου (Κ/Ξ Enveco κ.ά., 2005).
- οι θέσεις των βροχομετρικών σταθμών.
- τα σημεία καταγραφής της απορροής (υδρομετρικοί σταθμοί, πηγές).
- τα κύρια έργα ταμίευσης.

Οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν σε τρεις χωρικές κλίμακες, συγκεκριμένα στην κλίμακα της συνολικής περιοχής μελέτης, στην κλίμακα κάθε Υδατικού Διαμερίσματος, και στην κλίμακα κάθε Διαχειριστικής Ενότητας (Σχήμα 3-2 και Πίνακας 3-1).



Σχήμα 3-2. Διαχωρισμός Πελοποννήσου σε διαχειριστικές ενότητες (Λεκάνες Απορροής Ποταμών).

Πίνακας 3-1. Διαχειριστικές ενότητες (Λεκάνες Απορροής Ποταμών) Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (ΥΔ03).

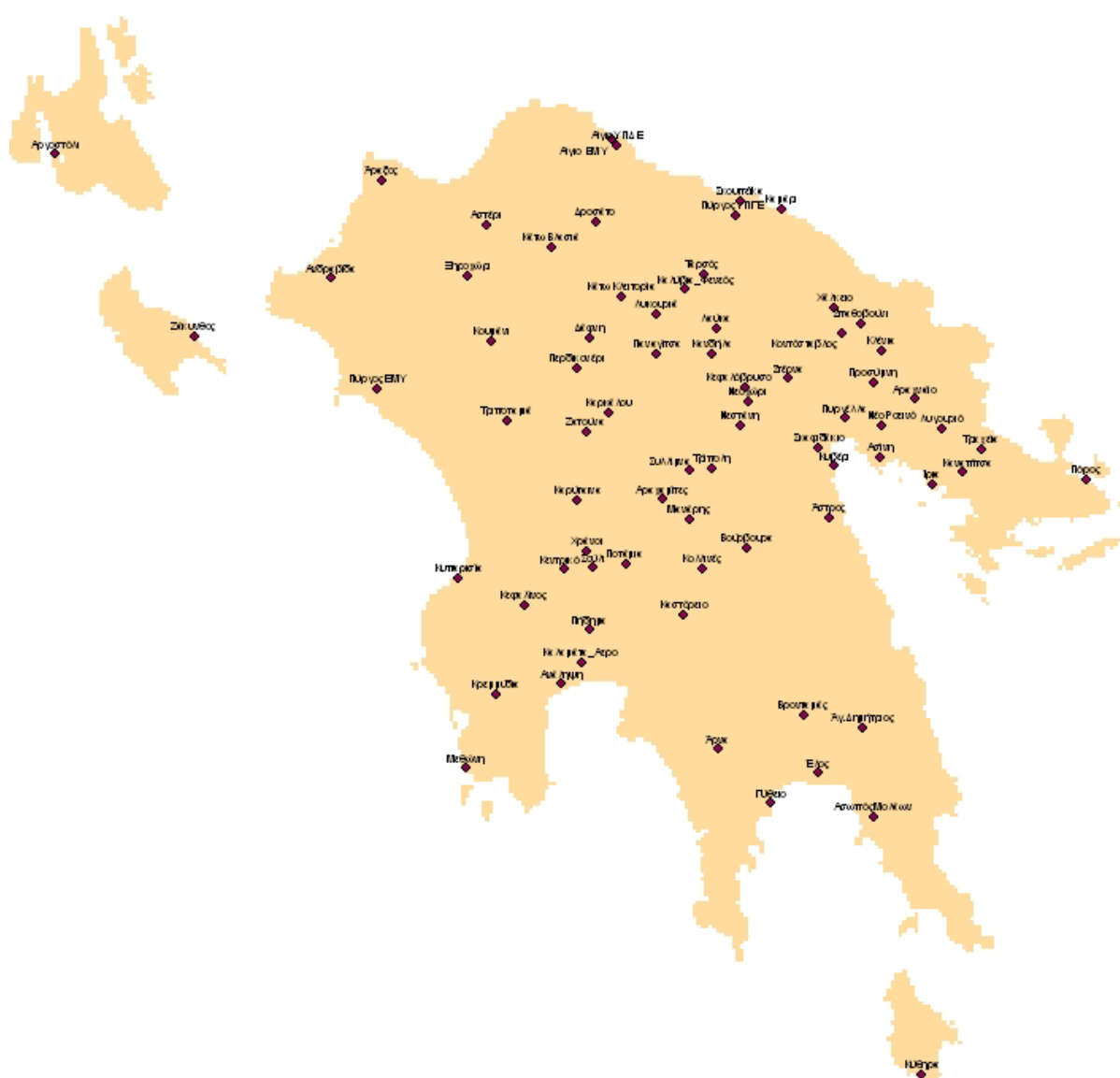
Κωδικός	Ονομασία	Υ.Δ.	Έκταση (km ²)
GR30	Οροπέδιο Τρίπολης	ΥΔ-3	907.4
GR31	Ρέματα Αργολικού Κόλπου	ΥΔ-3	5296.1
GR33	Ευρώτας	ΥΔ-3	2239.1
ΥΔ03	Ανατολικής Πελοποννήσου	ΥΔ-3	8442.6

3.3 Δεδομένα βροχομετρικών σταθμών

Στα πλαίσια των πρόσφατων διαχειριστικών μελετών της Πελοποννήσου (Κ/Ξ Envecο κ.ά., 2005), αποδελτιώθηκαν τα μηνιαία βροχομετρικά δείγματα 188 σταθμών της περιοχής μελέτης. Τα δείγματα αυτά προέρχονται από διαφορετικούς φορείς και καλύπτουν διαφορετικές χρονικές περιόδους. Μετά από τις συμπληρώσεις ενός μικρού, σχετικά, ποσοστού ελλειπουσών τιμών, προέκυψαν 67 πλήρεις χρονοσειρές, οι οποίες καλύπτουν το σύνολο της περιόδου 1980-2001. Όλες οι χρονοσειρές, πρωτογενείς και επεξεργασμένες, είναι οργανωμένες σε βάση δεδομένων, στο περιβάλλον του λογισμικού HYMOS της μελέτης εργαλείων του ΥΠΑΝ, από το οποίο ανακτήθηκαν για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης. Συγκεκριμένα, ελήφθησαν οι 67 προαναφερθείσες συμπληρωμένες χρονοσειρές βροχοπτώσεων, για τις οποίες δεν έγιναν περαιτέρω έλεγχοι, δηλαδή τα στοιχεία χρησιμοποιήθηκαν ως είχαν, μετά τις επεξεργασίες. Για το Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Πελοποννήσου (ΥΔ 03) ελήφθησαν 29 συμπληρωμένες χρονοσειρές. Τα χαρακτηριστικά των βροχομετρικών σταθμών του Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (ΥΔ 03) συνοψίζονται στον Πίνακα (Πίνακας 3-2).

Επιπλέον των παραπάνω χρονοσειρών, αναζητήθηκαν τα μηνιαία βροχομετρικά δεδομένα οκτώ ακόμη μετεωρολογικών σταθμών της ΕΜΥ, για όλη την περίοδο λειτουργίας τους, επικαιροποιημένα μέχρι και το υδρολογικό έτος 2010-11 (Αργασόλι, Ζάκυνθος, Καλαμάτα, Κόρινθος, Κύθηρα, Μεθώνη, Πάτρα, Τρίπολη). Αυτό έγινε επειδή τα δείγματα της ΕΜΥ καλύπτουν αρκετά μεγαλύτερη χρονική περίοδο σε σχέση με τα δείγματα των διαχειριστικών μελετών (1965-2011), το οποίο επιτρέπει ακριβέστερη εκτίμηση των διάφορων στατιστικών μεγεθών. Ακόμη, με την προσθήκη των συγκεκριμένων σταθμών της ΕΜΥ εξασφαλίστηκε πιο ομοιόμορφη χωρική κατανομή της βροχομετρικής πληροφορίας, περιλαμβάνοντας πλέον και νησιωτικές περιοχές, για τις οποίες δεν υπήρχαν δεδομένα.

Οι θέσεις όλων των βροχομετρικών σταθμών της περιοχής μελέτης, τα δεδομένα των οποίων χρησιμοποιήθηκαν στις αναλύσεις, απεικονίζονται στον χάρτη του Σχήματος (Σχήμα 3-3)



Σχήμα 3-3. Βροχομετρικοί σταθμοί που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη.

Πίνακας 3-2. Χαρακτηριστικά βροχομετρικών σταθμών που ανακτήθηκαν από τη βάση δεδομένων της μελέτης εργαλείων του ΥΠΑΝ για το Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Πελοποννήσου (ΥΔ03) και μέση ετήσια βροχόπτωση (Μ.Τ.) περιόδου 1980-81 έως 2001-02.

Κωδικός	Όνομασία	Υπηρεσία	z (m)	Νομός	Επαρχία	φ	λ	Μ.Τ. (mm)
3103vront	Βρονταμάς	ΥΠΕΧΩΔΕ	140.6	Λακωνίας	Λακεδαίμονος	22.39	36.58	543.7
3104kasto	Καστόρειο	ΥΠΓΕ	478.2	Λακωνίας	Λακεδαίμονος	22.18	37.10	1202.0
3213nesta	Νεστάνη	ΥΠΕΧΩΔΕ	647.5	Αρκαδίας	Μαντινείας	22.27	37.37	641.8
3234silim	Σιλίμνα	ΥΠΓΕ	898.0	Αρκαδίας				1079.9
3602pyrge	Πυργέλλα	ΕΜΥ	11.6	Αργολίδας	Άργους	22.45	37.39	487.7
3603neoho	Νεοχώριο	ΥΠΕΧΩΔΕ	703.5	Αργολίδας	Άργους	22.29	37.40	678.1
3604kefalo	Κεφαλόβρυσο	ΥΠΓΕ	772.5	Αργολίδας	Άργους	22.28	37.42	906.9
3604stern	Στερνά	ΥΠΓΕ	177.1	Αργολίδας	Άργους	22.36	37.43	598.7
3634nroei	Ν. Ροεινό	ΥΠΓΕ	173.3	Αργολίδας	Ναυπλίας	22.52	37.37	443.3
3634prosi	Προσύμνη	ΥΠΓΕ	251.1	Αργολίδας	Άργους	22.5	37.43	557.8
3654elos	Έλος	ΥΠΓΕ	4.5	Λακωνίας	Επ. Λιμηράς	22.42	36.50	504.4
3664adimi	Αγ. Δημήτριος	ΥΠΓΕ	344.2	Λακωνίας				652.8
3673kandi	Κανδήλα	ΥΠΕΧΩΔΕ	762.3	Αρκαδίας	Μαντινείας	22.23	37.46	840.2
3694iria	Ίρια	ΥΠΓΕ	20.1	Αργολίδας	Ναυπλίας	23.01	37.29	387.4
3704kiver	Κυβέριο	ΥΠΓΕ	27.6	Αργολίδας	Άργους	22.43	37.31	550.7
3713poros	Πόρος	ΥΠΕΧΩΔΕ	20.0	Αττικής				561.8
3994asini	Ασίνη	ΥΠΓΕ	31.4	Αργολίδας	Ναυπλίας	22.52	37.33	483.0
3994asopo	Ασωπός Μολάων	ΥΠΓΕ	64.7	Λακωνίας	Επ. Λιμηράς	22.51	36.44	510.9
3994lygou	Λυγουριό	ΥΠΓΕ	342.1	Αργολίδας	Ναυπλίας	23.02	37.37	581.1
3994skafi	Σκαφιδάκιο	ΥΠΓΕ	145.2	Αργολίδας	Άργους	22.41	37.34	548.0
3104kolli	Κολλίνες	ΥΠΓΕ	792.7	Αρκαδίας	Μαντινείας	22.22	37.17	791.7
3212tripo	Τρίπολη	ΕΜΥ	622	Αρκαδίας	Μαντινείας	22.23	37.31	725.5
3214vourv	Βουρβουρά	ΥΠΓΕ	1003.5	Αρκαδίας	Κυνουρίας	22.30	37.20	890.7
3634arahn	Αραχναίο	ΥΠΓΕ	567.8	Αργολίδας	Ναυπλίας	22.58	37.41	692.1
3683arna	Άρνα	ΥΠΕΧΩΔΕ	779.2	Λακωνίας	Λακεδαίμονος	22.25	36.53	1300.4
3694kanap	Καναπίτσα	ΥΠΓΕ	361.7	Αργολίδας	Ναυπλίας	23.06	37.31	574.1
3694traxe	Τραχεία	ΥΠΓΕ	278.5	Αργολίδας	Ναυπλίας	23.09	37.34	613.3
3992astro	Άστρος	ΕΜΥ	49.6	Αρκαδίας	Κυνουρίας	22.43	37.24	515.4
3992gythe	Γύθειο	ΕΜΥ	2.8	Λακωνίας	Επ. Λιμηράς	22.34	36.46	781.2

3.4 Υδρομετρικά δεδομένα

Η περιοχή μελέτης είναι πολύ φτωχή σε υδρομετρική πληροφορία, καθώς πραγματοποιούνται σποραδικές μόνο μετρήσεις παροχής, με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η κατάρτιση αξιόπιστων και ικανού μήκους χρονοσειρών απορροής, ακόμα και στα μεγάλα ποτάμια, όπως ο Αλφειός, ο Πηνειός, ο Ευρώτας, ο Πάμισος, κ.ά. Εξαιρεση αποτελεί ο Λάδωνας (που είναι παραπόταμος του Αλφειού), και συγκεκριμένα το τμήμα της λεκάνης ανάντη του φράγματος, για τον οποίο διατίθεται ένα μεγάλο δείγμα απορροών, που εκτιμώνται με βάση το μηνιαίο υδατικό ισοζύγιο του ταμειυτήρα. Τα δεδομένα ελήφθησαν από τη Διεύθυνση Ανάπτυξης Υδροηλεκτρικών Έργων της ΔΕΗ, και καλύπτουν μια πλήρη περίοδο 55 υδρολογικών ετών, από το 1956-57 έως το 2010-11.

Λόγω της έλλειψης επιφανειακών υδρομετρήσεων στην Πελοπόννησο, υιοθετείται η χρήση των χρονοσειρών μηνιαίας απορροής για την περίοδο 1980-2002, που παρήχθησαν με τη βοήθεια

μοντέλων υδρολογικής προσομοίωσης σε συγκεκριμένες θέσεις χαρακτηριστικών ποταμών του υπό εξέταση Υδατικού Διαμερίσματος (Πίνακας 3-3) στα πλαίσια του έργου «Ανάπτυξη συστημάτων και εργαλείων διαχείρισης υδατικών πόρων Υδατικών Διαμερισμάτων Δυτικής Πελοποννήσου, Βόρειας Πελοποννήσου και Ανατολικής Πελοποννήσου» για το ΥΠΑΝ. Στην παρούσα φάση της μελέτης, επεκτάθηκαν οι χρονοσειρές βροχόπτωσης βάσει νεότερων στοιχείων και διατηρώντας τις ρυθμίσεις του μοντέλου για τις υπό εξέταση υδρολογικές λεκάνες, υπολογίστηκαν εκ νέου οι απορροές έως και το 2011.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή του συγκεκριμένου μοντέλου, τα οποία αξιοποιήθηκαν περαιτέρω για τις ανάγκες του παρόντος Σχεδίου, αφορούν στη μικτή απορροή. Αυτή περιλαμβάνει την επιφανειακή απορροή, τις ποσότητες ύδατος που εκφορτίζονται μέσω πηγών στα υδατικά συστήματα καθώς και τις ποσότητες νερού που διαφεύγουν εκτός της λεκάνης απορροής.

Πίνακας 3-3. Χαρακτηριστικές θέσεις ποταμών Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (ΥΔ03), όπου παρήχθησαν νέες τεχνητές χρονοσειρές μικτής απορροής για την περίοδο 1980-2011

ΘΕΣΗ	ΛΑΠ	Σημείο	ΥΣ	Χ	Υ	Έκταση λεκάνης (km ²)
Εκβολή Ίναχου	GR31	3_601_0	GR0331R000201019H	391 021.47	4 161 090.04	767.10
Εκβολή Τάνου	GR31	3_621_0	GR0331R001900011N	390 424.35	4 142 036.68	264.97
Εκβολή Ευρώτα	GR33	3_101_0	GR0333R000201006H	383 408.67	4 074 531.65	1 673.59
Εκβολή Πλατύ	GR33	3_681_0	GR0333R000300001N	371 903.88	4 066 308.99	193.83

3.5 Δεδομένα μετρήσεων παροχής πηγών

Εκτός από τις επιφανειακές απορροές, αναζητήθηκαν μετρήσεις παροχής πηγών, που δίνουν μια αντιπροσωπευτική εικόνα της υδρολογικής δίαιτας των υπόγειων υδροφορέων, αλλά και της βασικής απορροής των ποταμών όπου εκφορτίζονται οι πηγές. Από τη βάση δεδομένων του έργου «Ανάπτυξη συστημάτων και εργαλείων διαχείρισης υδατικών πόρων Υδατικών Διαμερισμάτων Δυτικής Πελοποννήσου, Βόρειας Πελοποννήσου και Ανατολικής Πελοποννήσου» για το ΥΠΑΝ, ανακτήθηκαν δείγματα μέσω μηνιαίων παροχών από 24 σημαντικές πηγές της περιοχής μελέτης, 8 εκ των οποίων βρίσκονται στο Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Πελοποννήσου Πίνακας 3-4. Όσον αφορά τις χρονοσειρές κάλυψης, αυτές αφορούν κυρίως τις δεκαετίες του 1960 και του 1970 του ΥΠΑΑΤ (ΥΠ.ΓΕ.), ενώ για την υπόλοιπη περίοδο παρουσιάζουν μεγάλες ελλείψεις. Νέες μετρήσεις για το διάστημα 2004-2008 έγιναν από το ΙΓΜΕ στα πλαίσια του προγράμματος «Καταγραφή και αποτίμηση των υδρογεωλογικών χαρακτήρων των Υπόγειων νερών και των υδροφόρων συστημάτων της χώρας - Υδατικά Διαμερίσματα Δυτικής και Ανατολικής Πελοποννήσου (Π. Σαμπατακάκης-Δ.Μαραβέγιας, ΙΓΜΕ, 2010) που συμπληρώνουν τις παλαιότερες χρονοσειρές. Από τα υδρομετρικά δεδομένα των πηγών γίνεται προσπάθεια να αποτυπωθεί η εικόνα της υπερετήσιας διακύμανσης της υπόγειας απορροής και η συσχέτισή της με τη δίαιτα των βροχοπτώσεων.

Πίνακας 3-4. Χαρακτηριστικά πηγών που ανακτήθηκαν από τη βάση δεδομένων της μελέτης εργαλείων του ΥΠΑΝ για το Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Πελοποννήσου (ΥΔ03).

Όνομασία πηγής	Κωδικός	Νομός	X (m)	Y (m)	Περίοδος μετρήσεων	ΥΥΣ	Φορέας Μετρήσεων
Κεφαλάρι	P03ARG1	Αργολίδας	384 166	4 161 392	09/1965 – 01/2001*, 2005-2006	GR0300020	ΥΠΓΕ, ΙΓΜΕ
Λέρνη	P03ARG2	Αργολίδας	386 557	4 156 579	01/1966 – 04/2001*	GR0300020	ΥΠΓΕ, ΙΓΜΕ
Κρόη	P03ARG3	Αργολίδας	385 716	4 158 260	01/1966 – 05/1992*	GR0300020	ΥΠΓΕ
Κιβέρι (Ανάβαλος)	P03ARG4	Αργολίδας	387 684	4 153 627	03/1971 – 03/1972*	GR0300020	ΥΠΓΕ
Αγ. Γεωργίου	P03ARK59	Αρκαδίας	374 879	4 142 131	10/1972 – 12/1984	GR0300100	ΥΠΓΕ
Σκάλα (Μύλος)	P03LAK11	Λακωνίας	380 809	4 078 940	12/1972 – 11/1980*	GR0300180	ΥΠΓΕ
Βιβάρι (Σελλασία)	P03LAK5	Λακωνίας	356 471	4 113 496	05/1973 – 08/2001*	GR0300250	ΥΠΓΕ
ΠΗΓΗ Π5	ΠΗΓΗ Π5 (GR031103 10)	Αρκαδίας	353 129	4 106 130	2000-2008	GR0300220	ΙΓΜΕ

(*) Το δείγμα έχει μεγάλο ποσοστό ελλειπουσών τιμών ή βασίζεται σε σποραδικές μόνο μετρήσεις.

3.6 Δεδομένα μετρήσεων σταθμών νερού σε γεωτρήσεις

Εκτός από τις επιφανειακές απορροές και της μετρήσεις παροχών των πηγών, αναζητήθηκαν μετρήσεις από στάθμες νερού υπογείων ΥΣ, που δίνουν μια αντιπροσωπευτική εικόνα της υδρολογικής δίαιτας των υπόγειων υδροφορέων. Από τη βάση δεδομένων του έργου «Ανάπτυξη συστημάτων και εργαλείων διαχείρισης υδατικών πόρων Υδατικών Διαμερισμάτων Δυτικής Πελοποννήσου, Βόρειας Πελοποννήσου και Ανατολικής Πελοποννήσου» για το ΥΠΑΝ, ανακτήθηκαν για όλη την Πελοπόννησο δείγματα μηνιαίων μετρήσεων σταθμών νερού.

Τα δεδομένα βασίζονται στα στοιχεία μετρήσεων υπόγειας στάθμης που συλλέχθηκαν στα πλαίσια της μελέτης «Ανάπτυξη συστημάτων και εργαλείων διαχείρισης υδατικών πόρων Υδατικών Διαμερισμάτων Δυτικής Πελοποννήσου, Βόρειας Πελοποννήσου και Ανατολικής Πελοποννήσου» για το ΥΠΑΝ και σε μετρήσεις του ΙΓΜΕ για το διάστημα από το 2000-2008 στα πλαίσια του προγράμματος «Καταγραφή και αποτίμηση των υδρογεωλογικών χαρακτήρων των Υπόγειων νερών και των υδροφόρων συστημάτων της χώρας - Υδατικά Διαμερίσματα Δυτικής και Ανατολικής Πελοποννήσου (Π. Σαμπατακάκης-Δ.Μαραβέγιας, ΙΓΜΕ, 2010).

Για την περιοχή του Αργολικού Πεδίου υπάρχει πλήρης χρονοσειρά μετρήσεων στάθμης, σε πολλά υδροληπτικά έργα, για την περίοδο 1985-1996. Η παρακολούθηση της στάθμης είχε πραγματοποιηθεί στα πλαίσια της εφαρμογής ερευνητικού προγράμματος τεχνητού εμπλουτισμού ("Χρησιμοποίηση για άρδευση του νερού του φράγματος Κιβερίου Αργολίδας και παρακολούθηση και αντιμετώπιση της υφαλμύρισης των υπογείων νερού του Αργολικού Πεδίου" (Γ.Π.Α.-Αλ.Πουλοβασίλης 1996, Ν.Α. Αργολίδας - Π.Γιαννουλόπουλος).

Για την περιοχή της λεκάνης του Ευρώτα συλλέχθηκαν επίσης στοιχεία στάθμης από την Περιφερειακή Ενότητα Λακωνίας (Δ/ση Περιβάλλοντος και Υδροοικονομίας). Οι μετρήσεις αυτές ξεκινούν στα περισσότερα σημεία την περίοδο 1989-1990 ενώ σε κάποια το 2000 και φτάνουν μέχρι το 2011.

Από τα υφιστάμενα σποραδικά (πλην της ανωτέρω περιοχών) δεδομένα μετρήσεων στάθμης και πιο συστηματικά της περιόδου 2004-2008 (και 2000-2008 για κάποια σημεία) δεν είναι δυνατή η συσχέτιση μεταξύ τροφοδοσίας (βροχόπτωση) και δίαιτας της υπόγειας απορροής. Με τα δεδομένα αυτά δεν μπορούν να αξιολογηθούν με αξιοπιστία οι μετρήσεις στάθμης για ξηρές περιόδους.

Τα δεδομένα χρονοσειρών θα συγκριθούν, σε περίπτωση που συμπίπτουν, με τις περιόδους ξηρασίας που θα επιλεγούν. Δεδομένα διαχειριστικού ενδιαφέροντος

3.7 Δεδομένα διαχειριστικού ενδιαφέροντος

Από τις διαχειριστικές μελέτες της Πελοποννήσου (Κ/Ξ Enveco κ.ά., 2005), ελήφθησαν οι τιμές του μέσου ετήσιου υδατικού ισοζυγίου και των μέσων ετήσιων υδατικών αναγκών, που αναφέρονται στις οκτώ διαχειριστικές ενότητες. Τα δεδομένα για τις Λεκάνες Απορροής Οροπεδίου Τρίπολης (GR30), Ρεμάτων Αργολικού Κόλπου (GR31) και Ευρώτα (GR33) του Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (ΥΔ 03) δίνονται στους Πίνακες (Πίνακας 3-5 και Πίνακας 3-6), αντίστοιχα.

Το μέσο ετήσιο υδατικό ισοζύγιο δίνεται από τη σχέση:

$$P = ET + R - AEI \quad (3.1)$$

όπου P η επιφανειακή βροχόπτωση, ET οι απώλειες λόγω εξατμοδιαπνοής, R η συνολική απορροή, επιφανειακή και υπόγεια, και AEI οι εισροές νερού από γειτονικές λεκάνες.

Πίνακας 3-5. Μέσο ετήσιο υδατικό ισοζύγιο Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου ΥΔ 03 (τιμές σε μ^3).

Διαχειριστική ενότητα	Βροχόπτωση	Εξατμοδιαπνοή	Εξωτερικές εισροές	Απορροή
Οροπέδιο Τρίπολης	771.261	359.317	0.000	411.900
Ρέματα Αργολικού Κόλπου	4.123.038	2.346.296	0.000	1.776.700
Ευρώτας	2.021.134	1.113.100	10.079	918.100
Σύνολο ΥΔ03	6.915.433	3.818.713	10.079	3.106.700

Πίνακας 3-6. Μέση ετήσια ζήτηση νερού για διάφορες χρήσεις στο Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Πελοποννήσου ΥΔ 03 (τιμές σε μ^3).

Διαχειριστική ενότητα	Υδρευση	Άρδευση	Βιομηχανία	Κτηνοτροφία	Σύνολο
Οροπέδιο Τρίπολης	4.660.000	13.656.000	113.000	628.800	19.057.800
Ρέματα Αργολικού Κόλπου	20.117.000	233.246.000	6.311.000	2.810.700	262.484.700
Ευρώτας	6.626.000	82.856.000	1.270.000	1.120.600	91.872.600
Σύνολο ΥΔ03	31.403.000	329.758.000	7.694.000	4.560.100	373.415.100

Ως υπόγεια απορροή νοείται η ποσότητα της βροχής που κατεισδύει, και η οποία είτε επανεμφανίζεται εντός της λεκάνης, ως επιφανειακή εκφόρτιση πηγών, είτε κατευθύνεται υπόγεια προς τη θάλασσα ή προς γειτονικές λεκάνες. Ο όρος υπόγεια απορροή είναι πρακτικά ταυτόσημος με τα ρυθμιστικά αποθέματα, δηλαδή το ανανεώσιμο υπόγειο νερό. Τέλος, οι εξωτερικές εισροές

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

νερού αναφέρονται στην υπόγεια τροφοδοσία του υπόγειου υδροφορέα από τις κατεισδύσεις γειτονικών λεκανών, με τις οποίες υπάρχει υδραυλική επικοινωνία.

Τα δεδομένα των Πινάκων (Πίνακας 3-5 και Πίνακας 3-6) χρησιμοποιήθηκαν στους υπολογισμούς των δεικτών αξιοποίησης των υδατικών πόρων.

4 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΩΝ

4.1 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 βροχοπτώσεις των υδρολογικών ετών 1980-81 έως 2001-02, για τα οποία υπάρχουν δείγματα σε ένα αρκετά μεγάλο αριθμό βροχομετρικών σταθμών, ικανοποιητικά κατανεμημένων στην περιοχή μελέτης. Μάλιστα, για ορισμένους σταθμούς της ΕΜΥ, το μήκος της πληροφορίας είναι ακόμα μεγαλύτερο, και μάλιστα υπάρχουν επικαιροποιημένες χρονοσειρές έως τον Σεπτέμβριο του 2011. Υπενθυμίζεται ότι η βροχομετρική πληροφορία χρησιμοποιείται για την αναγνώριση της μετεωρολογικής και μόνο ξηρασίας, που δεν συνεπάγεται, κατ' ανάγκη και υδρολογική, γεωργική ή κοινωνικοοικονομική ξηρασία.

Αντίθετα, όσον αφορά στις μετρήσεις των επιφανειακών και υπόγειων νερών, η διαθέσιμη πληροφορία είναι πολύ περιορισμένη. Ειδικότερα, αξιόπιστες και ικανού μήκους χρονοσειρές επιφανειακής απορροής διατίθενται μόνο στο φράγμα του Λάδωνα. Τα δεδομένα στον Λάδωνα και επικουρικά οι χρονοσειρές απορροής για την περίοδο 1980-2002, που παρήχθησαν με τη βοήθεια μοντέλων υδρολογικής προσομοίωσης ήταν εκείνα που χρησιμοποιήθηκαν για την αναγνώριση και αξιολόγηση των ιστορικών υδρολογικών ξηρασιών στην Πελοπόννησο. Τέλος, για τη διερεύνηση της διαίτας των υπόγειων νερών, αξιοποιήθηκαν τα δεδομένα απορροής των πηγών και σταθμών νερού από χαρακτηριστικές γεωτρήσεις κατανεμημένες χωρικά σε όλη τη περιοχή μελέτης.

Για όλες τις μηνιαίες χρονοσειρές (σημειακές βροχοπτώσεις και απορροές), καταρτίστηκαν τα συναθροισμένα δείγματα τρίμηνης (Οκτώβριος-Δεκέμβριος), εξάμηνης (Οκτώβριος-Μάρτιος), εννεάμηνης (Οκτώβριος-Ιούνιος) και ετήσιας διάρκειας. Επιπλέον, καταρτίστηκαν οι χρονοσειρές μέσης ετήσιας βροχόπτωσης και απορροής, 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.

Για όλες τις χρονικές κλίμακες, από τη μηνιαία έως την πενταετή, υπολογίστηκαν τα βασικά στατιστικά μεγέθη (μέση τιμή, διάμεσος, τυπική απόκλιση, συντελεστής ασυμμετρίας, μέγιστη και ελάχιστη τιμή), και οι παράμετροι των ακόλουθων κατανομών: (α) κανονική, (β) λογαριθμοκανονική, (γ) διπαραμετρική γάμα, και (δ) Weibull. Ειδικά για τις βροχοπτώσεις, η ανάλυση έγινε τόσο σε σημειακή όσο και σε επιφανειακή βάση. Οι επιφανειακές βροχοπτώσεις παρήχθησαν με τυπικές τεχνικές χωρικής ολοκλήρωσης, τόσο στην κλίμακα της συνολικής περιοχής μελέτης όσο και στην κλίμακα των οκτώ διαχειριστικών ενοτήτων.

4.2 Επεξεργασία χρονοσειρών βροχόπτωσης

4.2.1 Σημειακές χρονοσειρές

Οι σημειακές χρονοσειρές των μηνιαίων υψών βροχής αναφέρονται στους 74 σταθμούς που φαίνονται στο χάρτη του Σχήματος (Σχήμα 4-1) για όλη τη Πελοπόννησο. Από τη βάση δεδομένων της μελέτης εργαλείων του ΥΠΑΝ ανακτήθηκαν 66 χρονοσειρές, για τις οποίες είχαν ήδη

πραγματοποιηθεί κατάλληλες επεξεργασίας (έλεγχοι κι συμπληρώσεις ελλειπουσών τιμών), που καλύπτουν μια περίοδο 22 υδρολογικών ετών (1980-81 έως 2001-02). Επιπλέον, από την ΕΜΥ ελήφθησαν οκτώ επιπλέον χρονοσειρές, που καλύπτουν μια ευρύτερη χρονική περίοδο 47 υδρολογικών ετών (1964-65 έως 2010-11). Οι περισσότεροι σταθμοί της ΕΜΥ (πλην της Κορίνθου) είχαν μικρής κλίμακας ελλείψεις, που συμπληρώθηκαν με την μέθοδο γραμμικής παλινδρόμησης, θεωρώντας εποχιακή μεταβολή των συντελεστών του μοντέλου παλινδρόμησης. Συγκεκριμένα, για κάθε μήνα, εντοπίστηκε ο βροχομετρικός σταθμός που παρουσιάζει την υψηλότερη γραμμική συσχέτιση με τον προς συμπλήρωση σταθμό. Γενικά, ο καταλληλότερος σταθμός ήταν και ο εγγύτερος, χωρίς να αποκλείονται εξαιρέσεις. Η Κόρινθος, ωστόσο, είχε πολλές ελλείψεις, και μάλιστα απουσίαζε όλη η κρίσιμη περίοδος της έμμονης ξηρασίας, στα τέλη της δεκαετίας του 1980. Για το λόγο αυτό, ο σταθμός αυτός αποκλείστηκε από τις περαιτέρω αναλύσεις.

Τελικά, για το σύνολο των 73 (= 66 + 7) μηνιαίων σημειακών δειγμάτων, καταρτίστηκαν τα αντίστοιχα δείγματα τρίμηνης (Οκτώβριος-Δεκέμβριος), εξάμηνης (Οκτώβριος-Μάρτιος), εννεάμηνης (Οκτώβριος-Ιούνιος) και δωδεκάμηνης (ετήσιας) βροχόπτωσης, καθώς και οι χρονοσειρές μέσης ετήσιας βροχόπτωσης για διαστήματα 24, 36, 48 και 60 μηνών, για την περίοδο 1980-81 έως 2001-02. Ειδικά για τους επτά σταθμούς της ΕΜΥ, οι αναλύσεις επεκτείνονται στην περίοδο 1964-65 έως 2010-11. Για κάθε χρονική κλίμακα, υπολογίστηκαν τα βασικά στατιστικά μεγέθη, που δίνονται στους πίνακες του Παραρτήματος Ι. Στο παράρτημα διαχωρίζονται οι 66 βροχομετρικοί σταθμοί που ανακτήθηκαν από τη βάση δεδομένων της μελέτης εργαλείων του ΥΠΑΝ και οι επτά σταθμοί την ΕΜΥ, καθώς καλύπτουν διαφορετικές χρονικές περιόδους.

4.2.2 Επιφανειακές χρονοσειρές

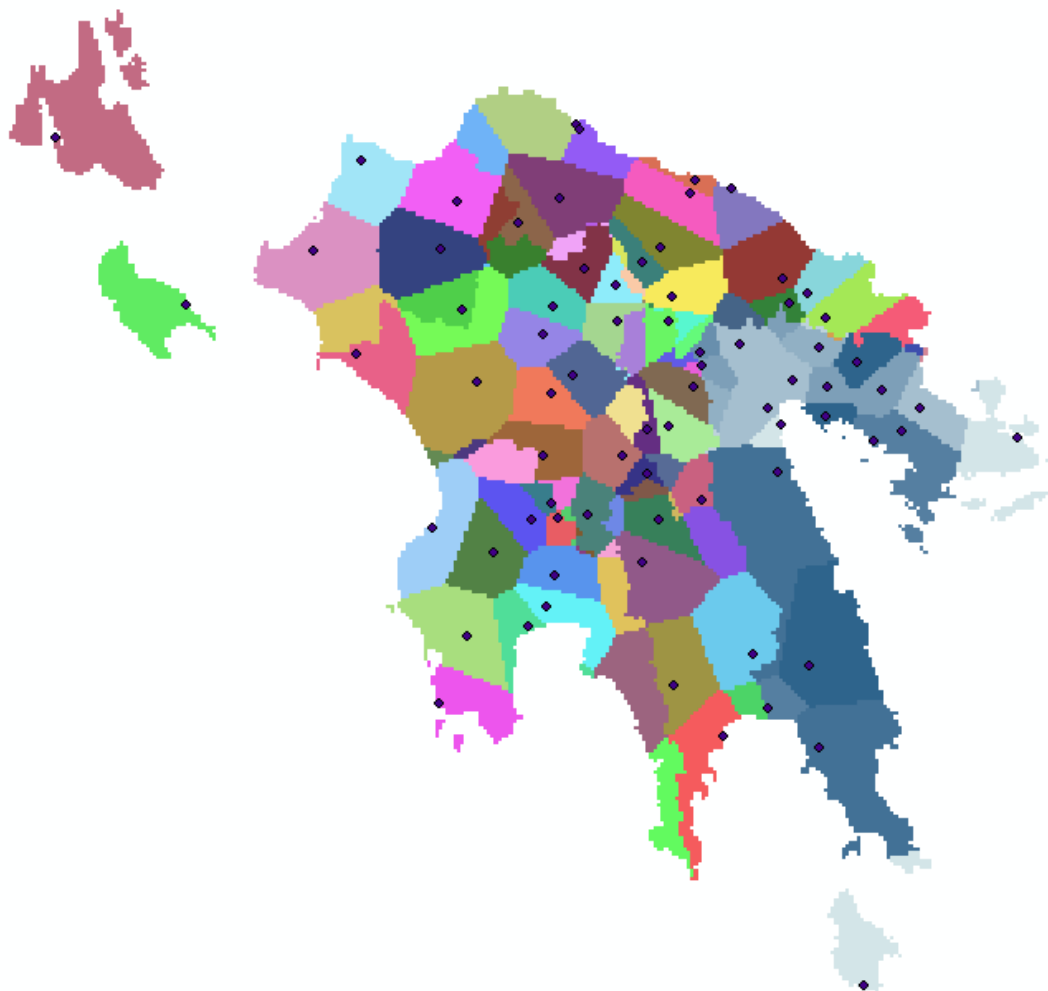
Με βάση τις σημειακές τιμές, έγινε επιφανειακή ολοκλήρωση της βροχόπτωσης. Για το σύνολο της περιοχής μελέτης, η ολοκλήρωση έγινε με τη στοιχειώδη μέθοδο του μέσου όρου, δηλαδή η επιφανειακή βροχόπτωση εκτιμήθηκε ως η μέση τιμή των σημειακών δειγμάτων όλων των σταθμών της Πελοποννήσου. Για τις οκτώ διαχειριστικές ενότητες, υιοθετήθηκε η προσέγγιση των πολυγώνων Thiessen, οπότε τα σημειακά δείγματα σταθμίστηκαν με βάση το εμβαδόν επιρροής του αντίστοιχου σταθμού. Τα εν λόγω εμβαδά υπολογίστηκαν με ειδική εφαρμογή, σε περιβάλλον ΣΓΠ, για κάθε διαχειριστική ενότητα (Σχήμα 4-1). Οι υπολογισμοί έγιναν με βάση τα δείγματα των 66 σταθμών, για την περίοδο 1980-81 έως 2001-02.

Ειδικά στην κλίμακα της Πελοποννήσου, οι υπολογισμοί επαναλήφθηκαν χρησιμοποιώντας και τις χρονοσειρές των επτά σταθμών της ΕΜΥ, που καλύπτουν μεγαλύτερη περίοδο (1964-65 έως 2010-11). Η μέση ετήσια επιφανειακή βροχόπτωση της εν λόγω περιόδου και ο κινούμενος μέσος όρος πενταετίας απεικονίζονται στο διάγραμμα του Σχήματος (Σχήμα 4-2). Η βροχόπτωση πενταετίας παρέχει καλύτερη εποπτεία για την αναγνώριση των έμμονων ξηρασιών. Όπως φαίνεται στο διάγραμμα, από το 1965 έως τώρα, η περιοχή επλήγη από μία μόνο σημαντική και μακράς διάρκειας ξηρασία, κατά τη γνωστή περίοδο 1988-1993.

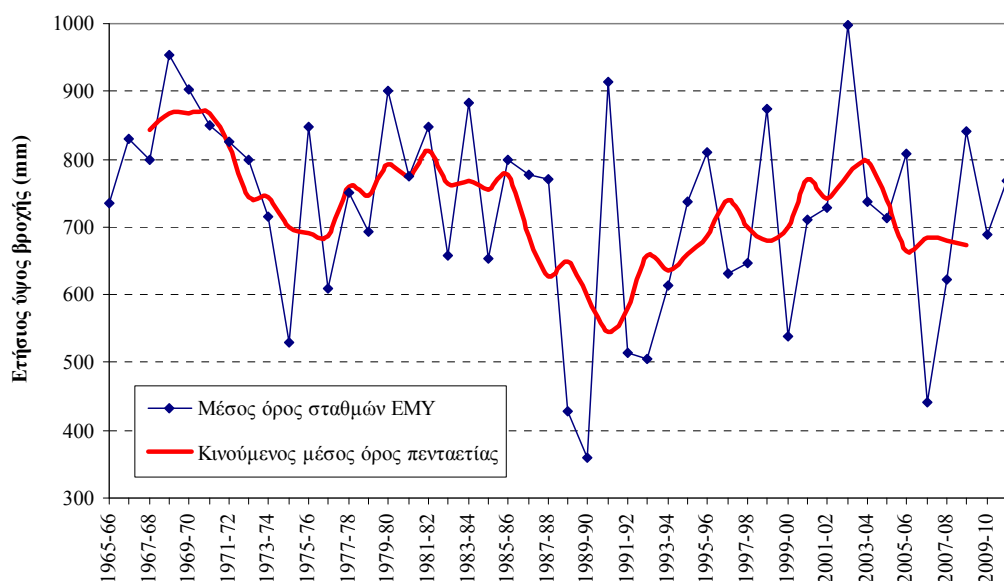
Στο Σχήμα 4-3 συγκρίνονται οι επιφανειακές χρονοσειρές βροχόπτωσης της Πελοποννήσου, όπως εκτιμώνται με βάση τις δύο ομάδες σταθμών. Παρατηρείται ότι το μικρό δείγμα των σταθμών της ΕΜΥ υποεκτιμά τη βροχόπτωση, το οποίο οφείλεται στο γεγονός ότι όλοι οι σταθμοί βρίσκονται σε χαμηλό υψόμετρο. Ωστόσο, η γενική εικόνα της ετήσιας διακύμανσης της βροχόπτωσης είναι

παρόμοια, και συνεπώς οι λίγοι αυτοί σταθμοί, που καλύπτουν πολύ μεγαλύτερη χρονική περίοδο, μπορούν να θεωρηθούν αντιπροσωπευτικοί του βροχομετρικού καθεστώτος της περιοχής μελέτης.

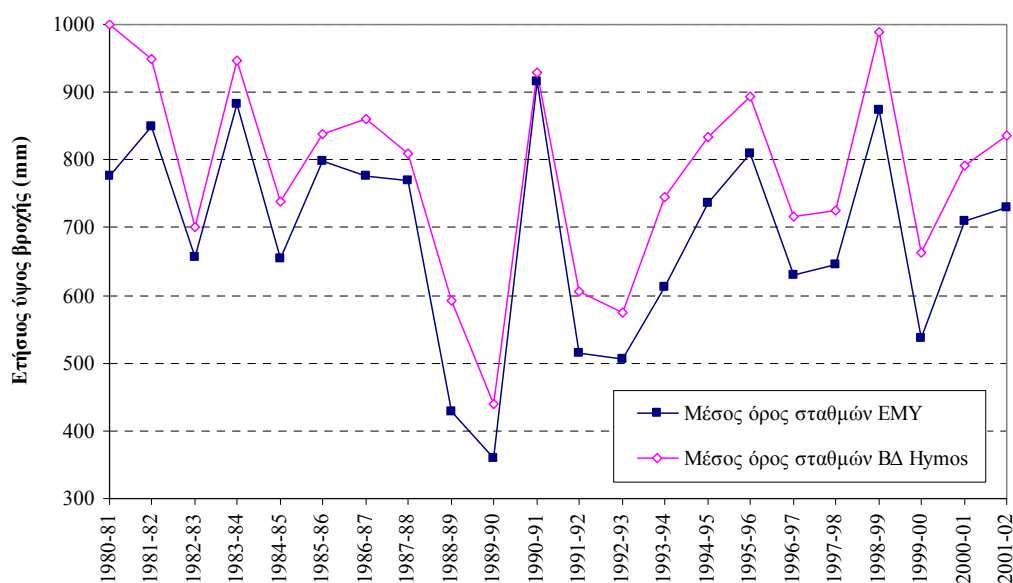
Όλες οι επιφανειακές χρονοσειρές βροχόπτωσης, στις διάφορες χρονικές κλίμακες (3, 6, 9 μηνών και από ετήσια έως πενταετή), δίνονται στους πίνακες του Παραρτήματος II.



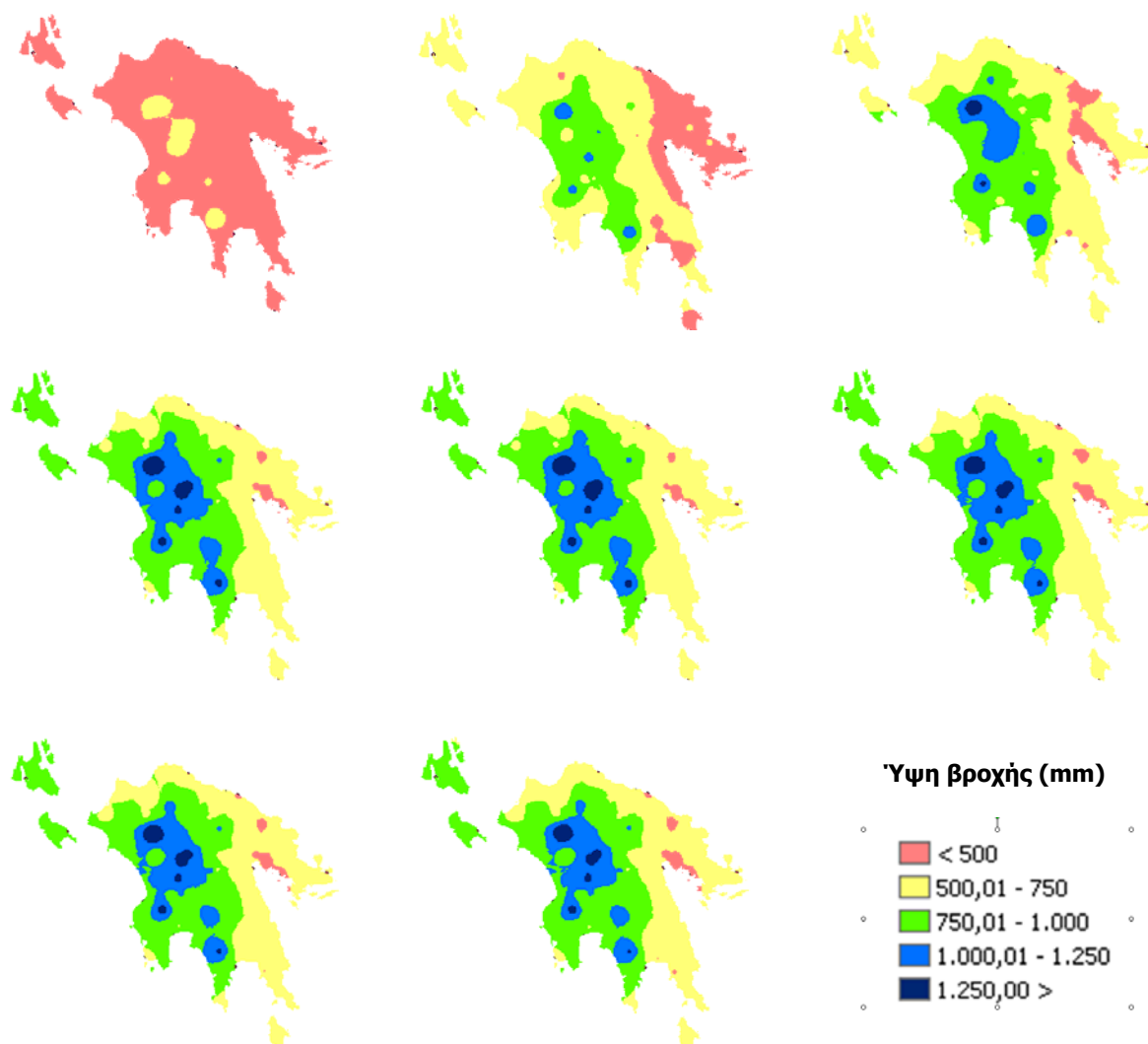
Σχήμα 4-1. Πολύγωνα Thiessen για τον υπολογισμό της επιφανειακής βροχόπτωσης στην περιοχή μελέτης.



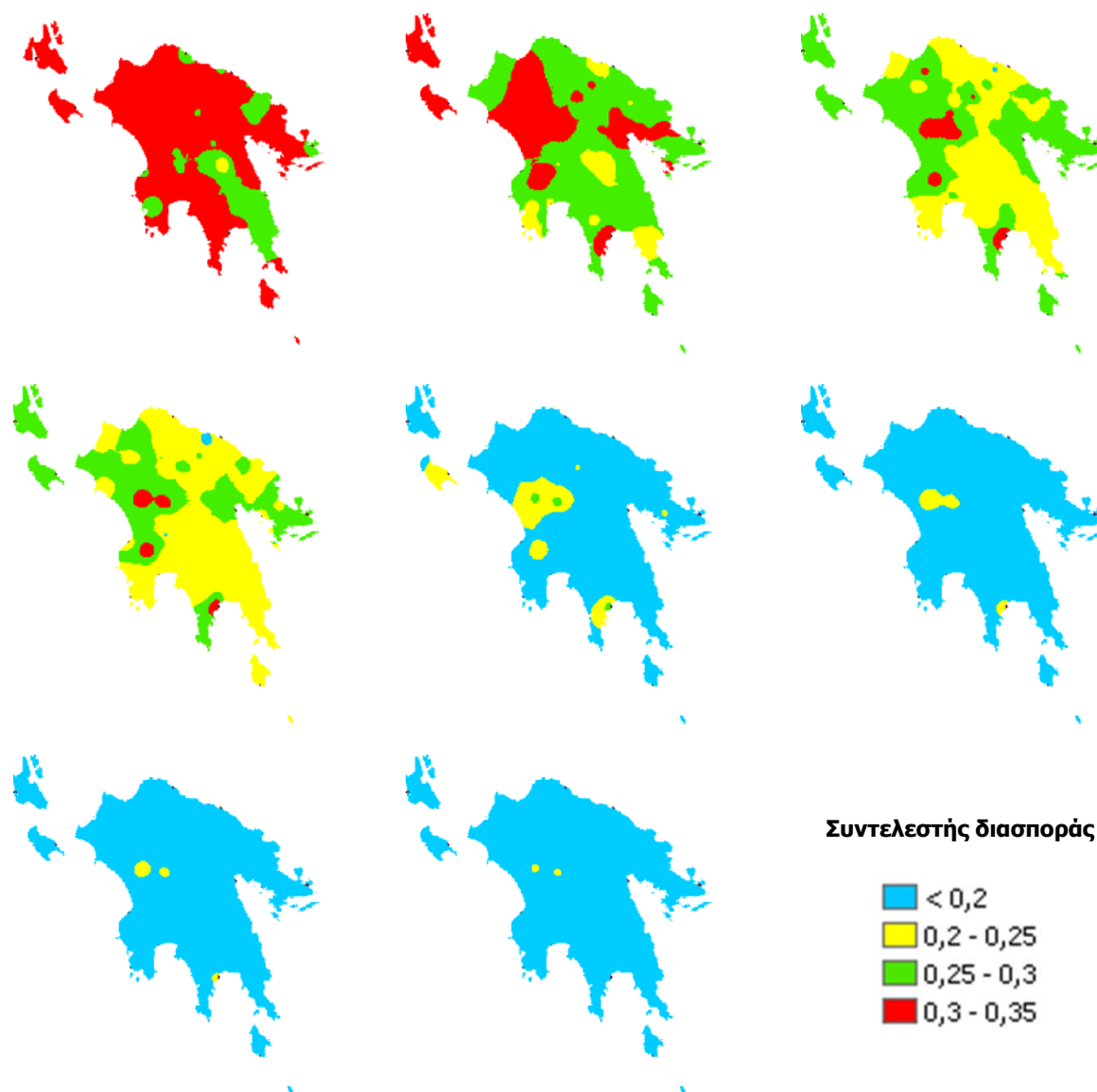
Σχήμα 4-2. Μέσο ετήσιο ύψος βροχής σταθμών EMY και κινούμενοι μέσοι όροι πέντε ετών.



Σχήμα 4-3. Σύγκριση χρονοσειρών μέσης ετήσιας βροχόπτωσης των δύο ομάδων σταθμών.



Σχήμα 4-4. Γεωγραφική κατανομή μέσης βροχόπτωσης Πελοποννήσου, σε διάφορες χρονικές κλίμακες. Από άνω αριστερά προς κάτω δεξιά: τριμήνου, εξαμήνου, εννιαμήνου, έτους, διετίας, τριετίας, τετραετίας και πενταετίας.



Σχήμα 4-5. Γεωγραφική κατανομή συντελεστή διασποράς βροχόπτωσης Πελοποννήσου, σε διάφορες χρονικές κλίμακες. Από άνω αριστερά προς κάτω δεξιά: τριμήνου, εξαμήνου, εννιαμήνου, έτους, διετίας, τριετίας, τετραετίας και πενταετίας.

Για κάθε υδρολογικό έτος της περιόδου 1980-81 έως 2001-02 παρήχθησαν χάρτες ετήσιας επιφανειακής βροχόπτωσης, που δίνονται στο Παράρτημα ΙΙΙ. Η παραγωγή των χαρτών έγινε με ειδική εφαρμογή χωρικής ανάλυσης, σε περιβάλλον ΣΓΠ, με βάση τις σημειακές τιμές των 66 βροχομετρικών σταθμών.

Στο Σχήμα 4-4 απεικονίζεται η γεωγραφική κατανομή της μέσης βροχόπτωσης, για όλες τις χρονικές κλίμακες που εξετάστηκαν. Παρατηρείται ότι η περιοχή μελέτης χωρίζεται σε τρεις, χονδρικά, κλιματικές ζώνες. Στο ανατολικό τμήμα τα ύψη βροχής, σε μέση ετήσια κλίμακα, κυμαίνονται από 500 έως 750 mm, στο κεντροδυτικό τμήμα κυμαίνονται μεταξύ 750 και 1000 mm, ενώ στα ορεινά ξεπερνά τα 1000 mm.

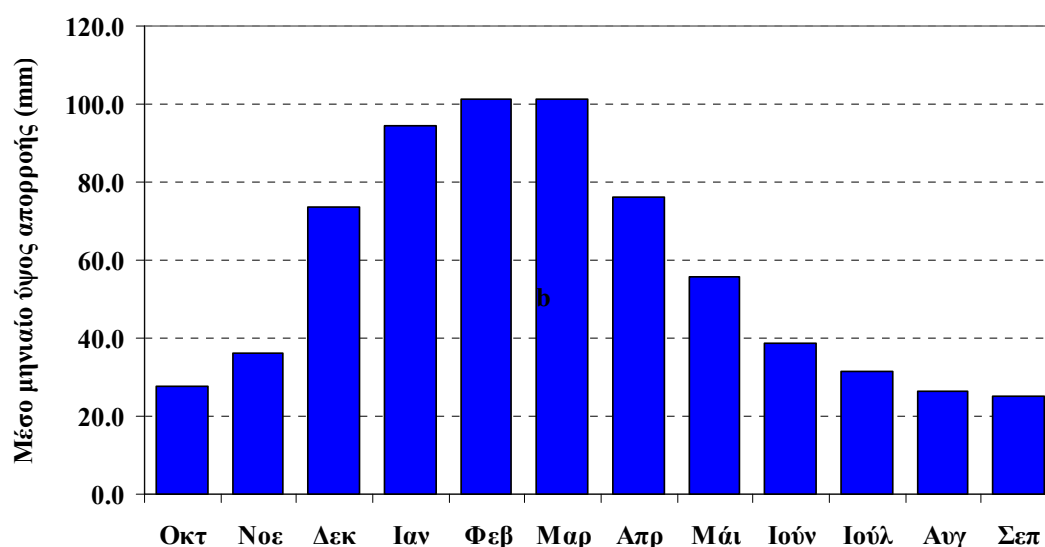
Τέλος, στο Σχήμα 4-5 παρουσιάζεται η γεωγραφική κατανομή του συντελεστή διασποράς της βροχόπτωσης, δηλαδή του λόγου της ετήσιας τυπικής απόκλιση προς τη μέση τιμή, για όλες τις

χρονικές κλίμακες. Όπως είναι αναμενόμενο, η μεταβλητότητα περιορίζεται όσο αυξάνει η χρονική κλίμακα. Ειδικότερα, για χρονικές κλίμακες από δύο έτη και άνω, ο συντελεστής διασποράς δεν ξεπερνά το 20-25%.

4.3 Επεξεργασίες χρονοσειρών απορροής

4.3.1 Χρονοσειρά απορροής Λάδωνα

Η χρονοσειρά μηνιαίας απορροής της υπολεκάνης ανάντη του φράγματος Λάδωνα, έκτασης 749 km², αποτελεί το μεγαλύτερο σε μήκος (56 έτη, από το υδρολογικό έτος 1955-56 έως το 2010-11) και πλέον αξιόπιστο υδρομετρικό δείγμα της Πελοποννήσου. Ο υπολογισμός της απορροής γίνεται από τη ΔΕΗ/ΔΑΥΕ, με βάση τα μηνιαία δεδομένα εισροών, εκροών και μεταβολής αποθέματος του ταμιευτήρα. Η μέση μηνιαία κατανομή της απορροής απεικονίζεται στο διάγραμμα του Σχήματος (Σχήμα 4-6).



Σχήμα 4-6. Μέσα μηνιαία ύψη απορροής υπολεκάνης Λάδωνα ανάντη φράγματος.

Στον Πίνακα (Πίνακας 4-1) δίνονται τα βασικά στατιστικά χαρακτηριστικά της απορροής κάθε μήνα (εκφρασμένα σε ισοδύναμο ύψος νερού), ενώ ο Πίνακας 4-2 παρουσιάζει τα μεγέθη στις οκτώ χρονικές κλίμακες που εξετάζονται στην παρούσα μελέτη (από τρίμηνη έως πενταετής). Όπως φαίνεται από τα ιδιαίτερα υψηλά επίπεδα του ύψους απορροής, η λεκάνη του Λάδωνα χαρακτηρίζεται από πολύ πλούσια υδροφορία (μέσο ετήσιο ύψος απορροής 681 mm), και επιπλέον ο ποταμός διατηρεί σημαντική ροή όλες τις εποχές του έτους. Οι διακυμάνσεις της απορροής μεταξύ υγρών και ξηρών ετών είναι μικρές, όπως αποτυπώνεται από τις χαμηλές τιμές της τυπικής απόκλισης προς τη μέση τιμή, αλλά και τους πολύ χαμηλούς συντελεστές ασυμμετρίας.

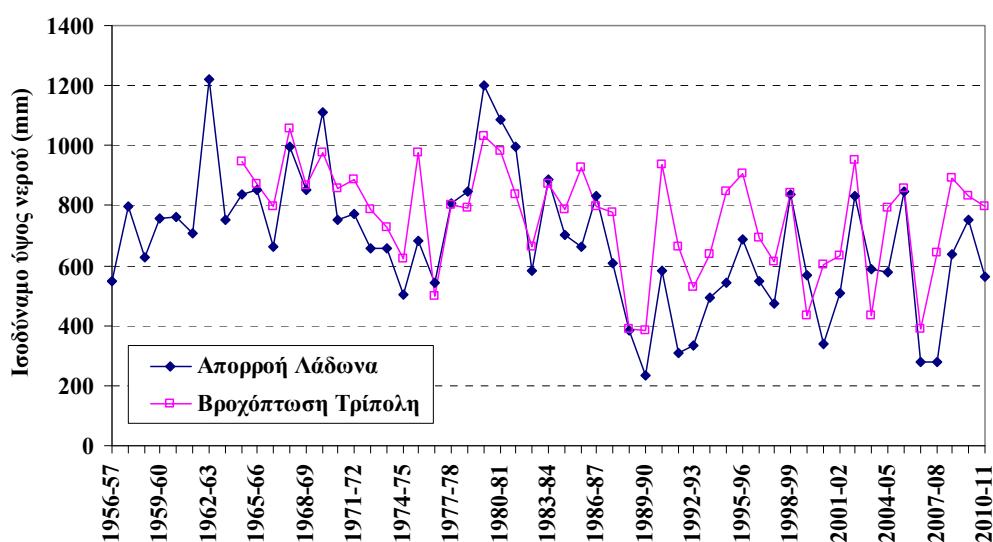
Πίνακας 4-1. Βασικά στατιστικά μεγέθη μηνιαίας απορροής υπολεκάνης ανάντη φράγματος Λάδωνα, για τα υδρολογικά έτη 1956-57 έως 2010-11 (mm).

	Οκτ	Νοέ.	Δεκ.	Ιαν.	Φεβ.	Μάρ.	Απρ.	Μάι.	Ιούν.	Ιούλ.	Αύγ.	Σεπ.
Μέση τιμή	27.6	36.3	73.8	94.7	101.2	101.2	76.1	55.9	38.9	31.3	26.6	24.9
Τυπ.	8.1	17.1	46.1	52.0	49.7	42.9	27.3	19.3	12.9	9.5	7.3	6.0

	Οκτ.	Νοέ.	Δεκ.	Ιαν.	Φεβ.	Μάρ.	Απρ.	Μάι.	Ιούν.	Ιούλ.	Αύγ.	Σεπ.
απόκλιση												
Ελάχιστο	13.6	16.1	19.6	21.3	22.1	21.3	19.4	18.8	13.3	13.3	13.5	13.7
Μέγιστο	56.6	116.3	224.4	239.0	237.3	198.9	131.8	105.1	75.6	60.7	44.5	37.4

Πίνακας 4-2. Στατιστικά χαρακτηριστικά απορροής υπολεκάνης ανάντη φράγματος Λάδωνα, σε διάφορες χρονικές κλίμακες, για τα υδρολογικά έτη 1956-57 έως 2010-11.

Χρονική κλίμακα	Μέση τιμή (mm)	Τυπική απόκλιση (mm)	Συντελεστής ασυμμετρίας	Διάμεσος τιμή (mm)	Ελάχιστη τιμή (mm)	Μέγιστη τιμή (mm)
Τρίμηνη	137.7	58.8	1.17	123.0	54.4	301.7
Εξάμηνη	430.8	157.0	0.37	423.9	140.5	810.7
Εννεάμηνη	599.3	203.8	0.23	584.1	192.0	1080.4
Ετήσια	681.2	223.9	0.23	665.0	232.8	1223.0
Διετής	683.5	191.1	0.06	693.8	278.8	1144.1
Τριετής	683.1	177.1	0.18	670.9	374.4	1094.3
Τετραετής	683.4	168.9	0.12	665.2	364.6	1031.9
Πενταετής	684.9	161.9	0.01	668.4	368.4	987.3



Σχήμα 4-7. Ετήσιες χρονοσειρές ύψους απορροής Λάδωνα και ύψους βροχής Τρίπολης.

Στο Σχήμα 4-7 απεικονίζεται η χρονοσειρά της ετήσιας απορροής, και η αντιπαραβολή της με τη χρονοσειρά βροχόπτωσης στο σταθμό Τρίπολης της ΕΜΥ. Τα δύο μεγέθη είναι εμφανώς συσχετισμένα (ετήσιος συντελεστής συσχέτισης 78%), παρόλο που τα ελάχιστα των δύο δειγμάτων δεν ταυτίζονται πάντοτε, χρονικά: σε ορισμένες περιπτώσεις, το ελάχιστο της ετήσιας απορροής εμφανίζεται με υστέρηση ενός έτους σε σχέση με το ελάχιστο της βροχής, δηλαδή η υδρολογική ξηρασία έπεται της μετεωρολογικής.

4.3.2 Προσομοιωμένες χρονοσειρές απορροής επιλεγμένων λεκανών

Το δείγμα της απορροής της υπολεκάνης ανάντη του φράγματος Λάδωνα δεν μπορεί να θεωρηθεί πλήρως αντιπροσωπευτικό του γενικού υδρολογικού καθεστώτος ιδιαίτερα για τις ημιάνυδρες περιοχές, του Υδατικού Διαμερίσματος 03 που είναι και οι πλέον ευάλωτες στις επιπτώσεις των ξηρασιών.

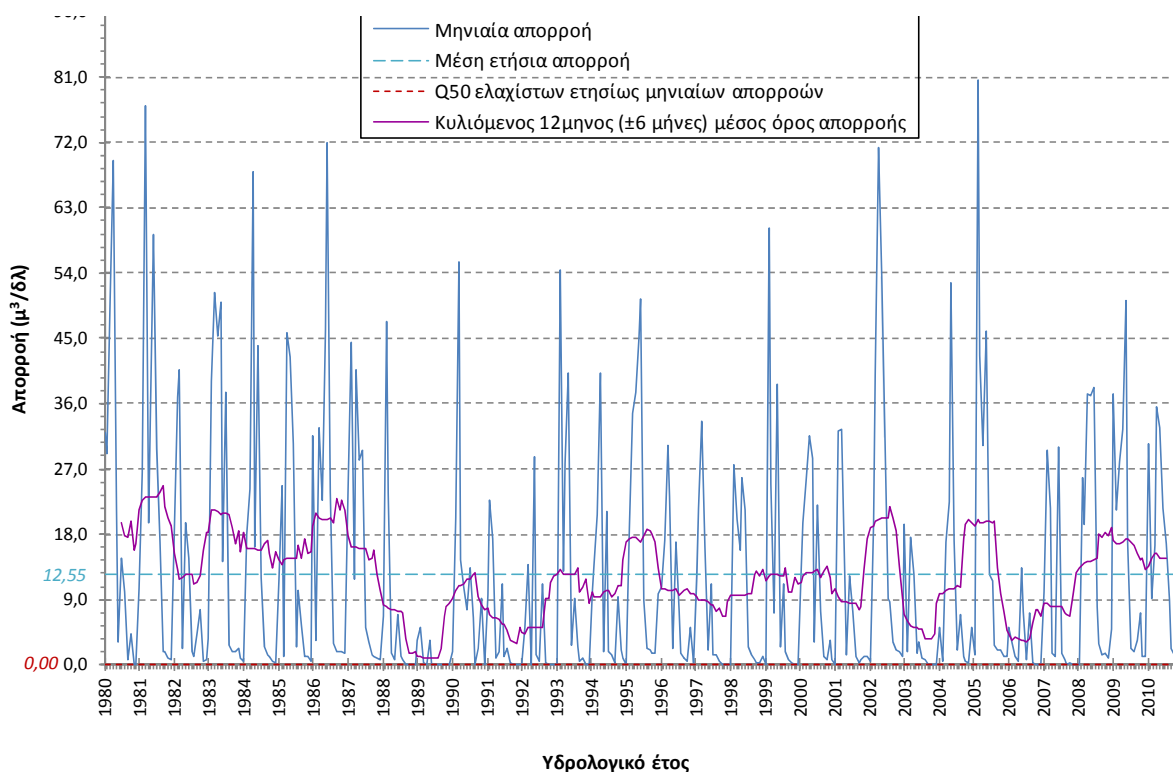
Για το λόγο αυτό εκτός της χρονοσειράς απορροής του Λάδωνα, στα πλαίσια των υδρολογικών αναλύσεων των Διαχειριστικών Μελετών Πελοποννήσου, εφαρμόστηκε το γνωστό υδρολογικό μοντέλο Sacramento (SAC-SMA) για την προσομοίωση της σχέσης βροχής-απορροής, σε 14 λεκάνες της περιοχής μελέτης. Αν και το μοντέλο έχει αναπτυχθεί για την προσομοίωση πλημμυρών σε λεπτές χρονικές κλίμακες (έως ημερήσια), στην εν λόγω μελέτη εφαρμόστηκε σε μηνιαία κλίμακα, με κατάλληλη προσαρμογή των παραμέτρων του, προκειμένου να εξαχθεί το μηνιαίο υδατικό ισοζύγιο κάθε λεκάνης (Μεθοδολογία Delft). Ειδικότερα, μέσω του μοντέλου, με είσοδο τις χρονοσειρές επιφανειακής βροχόπτωσης και δυνητικής εξατμοδιαπνοής, εκτιμήθηκαν η πραγματική εξατμοδιαπνοή, η συνολική απορροή, επιφανειακή και υπόγεια, και οι υπόγειες διαφυγές προς άλλες λεκάνες, για την περίοδο Οκτωβρίου 1980 έως Σεπτεμβρίου 2002. Στις θέσεις όπου υπήρχαν έστω και σποραδικές μετρήσεις παροχής, αυτές αξιοποιήθηκαν για τη βαθμονόμηση του μοντέλου, δηλαδή την βέλτιστη εκτίμηση των τιμών των παραμέτρων του.

Ο Πίνακας 3-3 παρουσιάζει τις θέσεις στις οποίες εφαρμόστηκε το μοντέλο στο υπό εξέταση Υδατικό Διαμέρισμα. Για τις δεδομένες τιμές των παραμέτρων, και με βάση τις επικαιροποιημένες χρονοσειρές επιφανειακής βροχόπτωσης και δυνητικής εξατμοδιαπνοής, υπολογίστηκαν οι χρονοσειρές απορροής μέχρι τον Σεπτέμβριο του 2011. Συνεπώς, για τις 14 λεκάνες απορροής διατίθενται οι προσομοιωμένες χρονοσειρές απορροής για μια περίοδο 30 υδρολογικών ετών (1980-81 έως 2010-11). Οι υδρολογικές χρονοσειρές του μοντέλου χρησιμοποιήθηκαν στα πλαίσια της παρούσας μελέτης για την ανάλυση των συσχετίσεων μεταξύ των εν λόγω υδρολογικών μεγεθών, σε διάφορες χρονικές κλίμακες. Ενδεικτικά στοιχεία απορροών για το Υδατικό Διαμέρισμα 03 παρουσιάζει ο Πίνακας 4-3. Οι χρονοσειρές απορροής η μέση ετήσια απορροή, ο κυλιόμενος μέσος όρος και η Q50 ελαχίστων για τις περιοχές του ΥΔ03 απεικονίζονται στα παρακάτω Σχήματα (Σχήμα 4-8 έως Σχήμα 4-11)

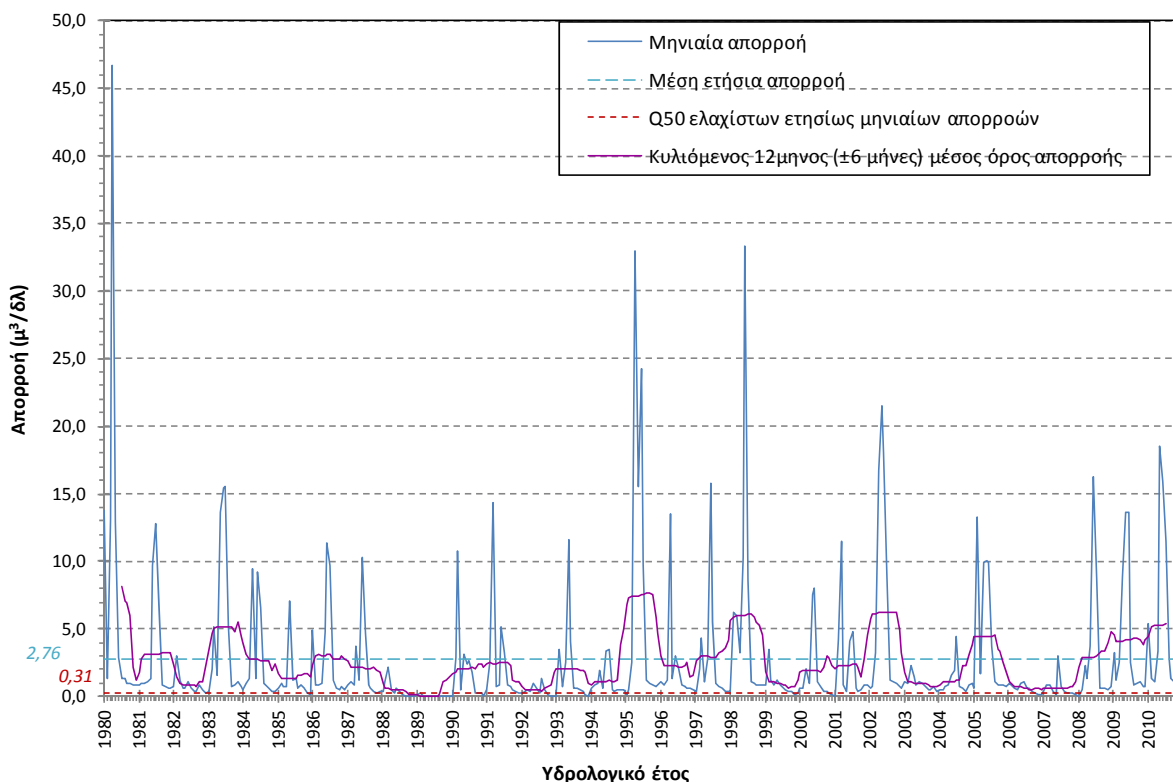
Πίνακας 4-3. Στοιχεία απορροών χαρακτηριστικών ποταμών Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (ΥΔ03)

ΘΕΣΗ	Εκβολή Ίναχου	Εκβολή Τάνου	Εκβολή Ευρώτα	Εκβολή Πλατύ
ΛΑΠ	GR31	GR31	GR33	GR33
Μέση ετήσια απορροή (μ³/δλ)	2,76	1,88	12,55	2,05
Μέση ελάχιστη μηνιαία απορροή ετησίως (μ³/δλ)	0,30	0,84	0,34	0,00

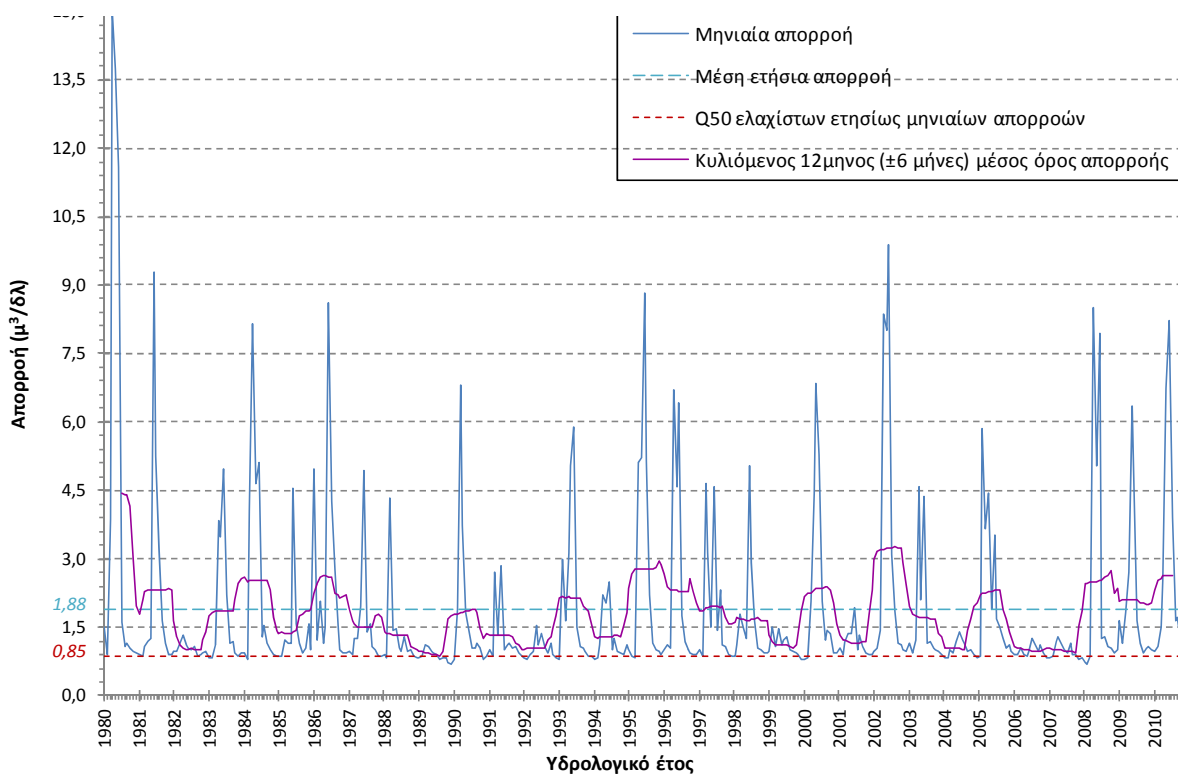
ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)
ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



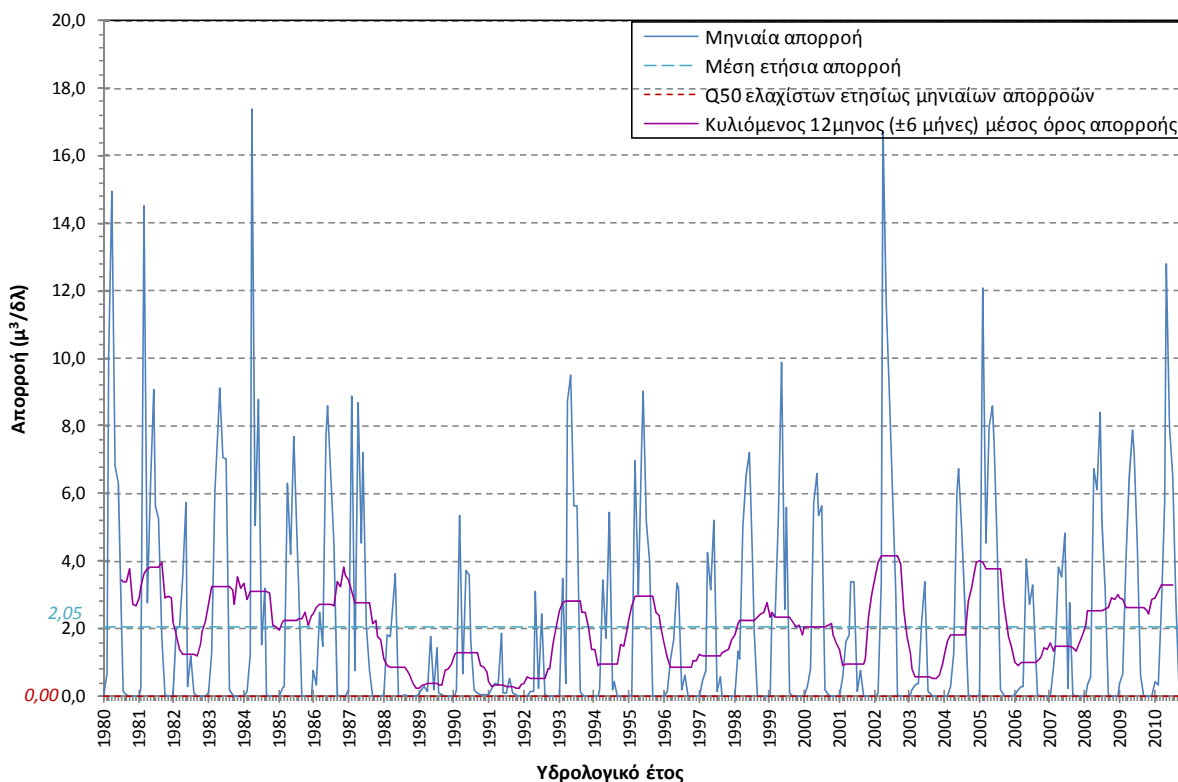
Σχήμα 4-8. Χρονοσειρά απορροής, μέση ετήσια απορροή, κυλιόμενος μέσος όρος και Q₅₀ ελαχίστων για την περιοχή της εκβολής του π.Ευρώτα (Σημείο 3_101_0)



Σχήμα 4-9. Χρονοσειρά απορροής, μέση ετήσια απορροή, κυλιόμενος μέσος όρος και Q₅₀ ελαχίστων για την περιοχή της εκβολής του π. Ίναχου (Σημείο 3_601_0)



Σχήμα 4-10. Χρονοσειρά απορροής, μέση ετήσια απορροή, κυλιόμενος μέσος όρος και Q₅₀ ελαχίστων για την περιοχή της εκβολής του π. Τάνου (Σημείο 3_621_0)



Σχήμα 4-11. Χρονοσειρά απορροής, μέση ετήσια απορροή, κυλιόμενος μέσος όρος και Q₅₀ ελαχίστων για την περιοχή της εκβολής του π.Πλατύ (Σημείο 3_681_0)

4.3.3 Χρονοσειρές απορροής πηγών

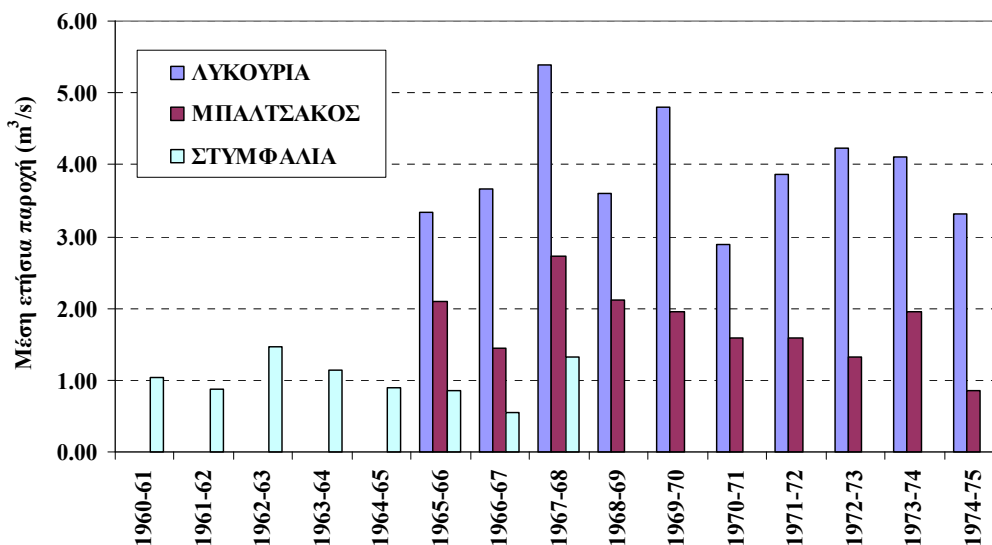
Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη παράγραφο, τα υδρομετρικά δεδομένα στις 8 πηγές του Πίνακα (Πίνακας 3-4), στις οποίες έχουν πραγματοποιηθεί μετρήσεις παροχών στο ΥΔ03, δεν επαρκούν για την κατάρτιση ικανού μήκους και επαρκούς αξιοπιστίας δειγμάτων, για τη διερεύνηση της μακροχρόνιας διαίτας της υπόγειας απορροής σε συνδυασμό με τις περιόδους μικρού ύψους βροχοπτώσεων. Για το 3ο Υδατικό Διαμέρισμα της Πελοποννήσου, τα βασικά στατιστικά χαρακτηριστικά των πηγών που διαθέτουν σχετικά πλήρη δείγματα, για τις αντίστοιχες χρονικές περιόδους, δίνονται στον Πίνακα (Πίνακας 4-4).

Πίνακας 4-4. Στατιστικά χαρακτηριστικά μέσων μηνιαίων παροχών πηγών (m³/s).

Όνομασία πηγής	Περίοδος μετρήσεων	Μέση τιμή	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή
Κεφαλάρι	09/1965 – 01/2001*, 2005-2006	1.92	0.00	10.5
Λέρνη	01/1966 – 04/2001*	1.41	0.25	3.82
Κρόη	01/1966 – 05/1992*	0.1	0.0	0.70
Κιβέρι (Ανάβαλος)	03/1971 – 03/1972*	14.0	12.2	12.7
Αγ. Γεωργίου	10/1972 – 12/1984	0.03	0.00	0.14
Σκάλα (Μύλος)	12/1972 – 11/1980*	2.24	0.68	3.67
Βιβάρι (Σελλασία)	05/1973 – 08/2001*	1.3	0.0	6.4
ΠΗΓΗ Π5	2000-2008	0.05	0.01	0.1

(*) Το δείγμα έχει μεγάλο ποσοστό ελλειπουσών τιμών ή βασίζεται σε σποραδικές μόνο μετρήσεις.

Ενδεικτικά οι σημαντικότερες στα 3 Υδατικά Διαμερίσματα της Πελοποννήσου από πλευράς υδατικού δυναμικού, πηγές για τις οποίες υπάρχουν επαρκή δεδομένα είναι αυτές της Λυκουριάς (πηγές Λάδωνα), του Μπαλτσακού (Παναγίτσα) και της Στυμφαλίας. Οι χρονοσειρές της μέσης ετήσιας παροχής των παραπάνω πηγών, για ένα περιορισμένο αριθμό ετών για τα οποία διατίθενται πλήρη στοιχεία για όλους τους μήνες του έτους, απεικονίζονται στο διάγραμμα (Σχήμα 4-12).



Σχήμα 4-12. Μέση ετήσια παροχή πηγών Λυκουριάς (Λάδωνα), Μπαλτσακού (Παναγίτσα) και Στυμφαλίας, για τα υδρολογικά έτη 1960-61 έως 1974-75.

5 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΔΕΙΚΤΩΝ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

5.1 Σκοπός και μεθοδολογία

Η έλλειψη επαρκούς, αξιόπιστης και ικανού μήκους υδρολογικής πληροφορίας σε όλη την περιοχή μελέτης, με εξαίρεση τα βροχομετρικά δείγματα που, ως επί το πλείστον, καλύπτουν μια πολύ περιορισμένη χρονική περίοδο (22 υδρολογικά έτη), καθιστούν εξαιρετικά δύσκολη την τεκμηριωμένη αξιολόγηση των ιστορικών ξηρασιών, που θα βασίζεται στη διερεύνηση ενός μεγάλου φάσματος σχετικών δεικτών που προτείνονται στη βιβλιογραφία. Αναγκαστικά, η μεθοδολογία που υλοποιήθηκε αφορά μόνο στη μετεωρολογική ξηρασία, και μάλιστα με την εφαρμογή των απλούστερων δυνατών στατιστικών προσεγγίσεων, και συγκεκριμένα τον γνωστό δείκτη SPI. Ωστόσο δίνονται και δεδομένα συσχέτισης του μετεωρολογικού δείκτη SPI με:

- τις υπολογισμένες απορροές από το μοντέλο Sacramento για επιλεγμένες περιοχές
- τις παροχές πηγών που διαθέτουν τις πιο πλήρεις μετρημένες χρονοσειρές
- τις στάθμες νερού υπόγειων υδροφορέων σε γεωτρήσεις με τα πιο επαρκή δεδομένα μετρήσεων

Ο δείκτης ξηρασίας SPI χρησιμοποιεί ιστορικά δεδομένα βροχόπτωσης, βάσει των οποίων αποτιμά, για τη χρονική κλίμακα των αναλύσεων, τη δριμύτητα του φαινομένου, για την αντίστοιχη χρονική περίοδο. Όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια, οι αναλύσεις βασίστηκαν στα δεδομένα των 73 βροχομετρικών σταθμών που επιλέχθηκαν, και έχουν ικανοποιητική χωρική κατανομή στην περιοχή μελέτης.

Όσον αφορά στην ανάλυση της υδρολογικής ξηρασίας (που ενδιαφέρει πολύ περισσότερο στην επιχειρησιακή αντιμετώπιση του φαινομένου), αλλά και την συσχέτισή της με την μετεωρολογική, χρησιμοποιήθηκε ένα δείγμα επιφανειακής απορροής, το οποίο αναφέρεται στην υδρολογική λεκάνη ανάντη του φράγματος Λάδωνα. Για την απορροή του Λάδωνα εφαρμόστηκε μια παρόμοια προσέγγιση, που βασίστηκε στον υπολογισμό του δείκτη SRI και της αντίστοιχης παραλλαγής του. Είναι προφανές ότι το εν λόγω δείγμα δεν μπορεί να θεωρηθεί αντιπροσωπευτικό της υδρολογικής διαίτας του συνόλου των υδατορευμάτων της Πελοποννήσου, ιδιαίτερα μάλιστα αν ληφθούν υπόψη η πολυπλοκότητα και αβεβαιότητα των υδρολογικών και υδρογεωλογικών μηχανισμών, καθώς και των αλληλεπιδράσεών τους, στην ευρύτερη περιοχή. Για το λόγο αυτό ελήφθησαν υπόψη και υπολογισμένες από το μοντέλο Sacramento απορροές σε επιλεγμένες θέσεις ποταμών στα Υδατικά Διαμερίσματα της Πελοποννήσου.

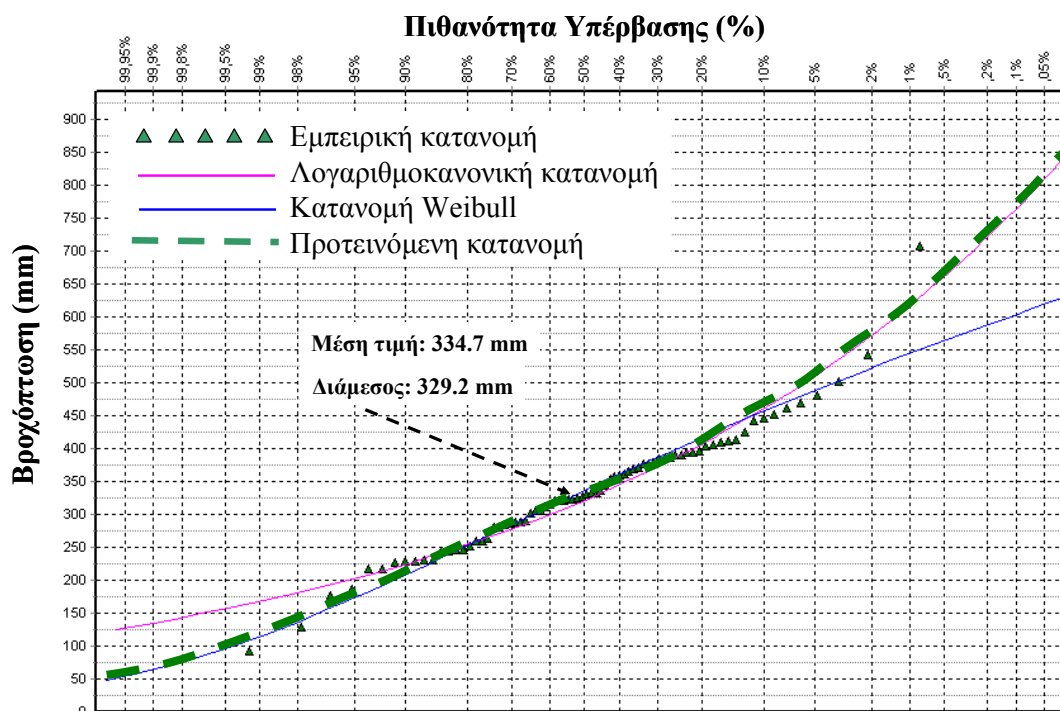
5.2 Δείκτης περιόδου επαναφοράς βροχόπτωσης

5.2.1 Ορισμός

Στα πλαίσια της μελέτης χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης μετεωρολογικής ξηρασίας SPI με κάποιες βελτιώσεις ως προς: (α) τη θεωρητική συνάρτηση κατανομής που εφαρμόζεται στα ιστορικά δείγματα βροχόπτωσης, και (β) τις τιμές που λαμβάνει ο δείκτης, που παραπέμπουν στην περίοδο επαναφοράς του επεισοδίου ξηρασίας και, συνεπώς, γίνονται άμεσα αντιληπτές. Ο δείκτης ξηρασίας SPI με τις επιμέρους βελτιώσεις αναφέρεται και ως **Δείκτης Περιόδου Επαναφοράς Βροχόπτωσης** (Return Period Precipitation Index, RPPI).

Οι τιμές του δείκτη παραπέμπουν στην περίοδο επαναφοράς που αντιστοιχεί στο ύψος βροχής του υπόψη χρονικού διαστήματος (μήνας, εποχή, έτος). Όπως φαίνεται στο παράδειγμα (Σχήμα 5-1), για τον υπολογισμό του δείκτη εφαρμόζονται δύο διαφορετικές συναρτήσεις κατανομής για τη μοντελοποίηση των υγρών και ξηρών χρονικών περιόδων, αντίστοιχα. Στην περιοχή μελέτης, με βάση τη διερεύνηση που περιγράφεται αναλυτικά παρακάτω, προέκυψε ότι οι καταλληλότερες στατιστικές κατανομές για την προσαρμογή των υψηλών και χαμηλών τιμών των δειγμάτων βροχόπτωσης, είναι η λογαριθμοκανονική και Weibull, αντίστοιχα. Υπενθυμίζεται ότι ο SPI χρησιμοποιεί μία και μόνο κατανομή για όλη το δείγμα (συνήθως την κανονική ή τη γάμα), ανεξάρτητα από τον αν αναφερόμαστε σε υγρή ή ξηρή χρονική περίοδο.

Για τον διαχωρισμό των υγρών και ξηρών περιόδων, αντί της μέσης τιμής χρησιμοποιείται η διάμεσος (δηλαδή η μεσαία τιμή του δείγματος ή ο μέσος όρος των δύο μεσαίων, ανάλογα με το αν έχουμε μονό ή ζυγό μέγεθος δείγματος), η οποία θεωρείται πως έχει πιθανότητα υπέρβασης 50% ή, ισοδύναμα, περίοδο επαναφοράς δύο ετών. Όσο μειώνεται η ασυμμετρία του δείγματος, η διάμεσος προσεγγίζει τη μέση τιμή. Για θετικά ασύμμετρες μεταβλητές, η διάμεσος είναι μικρότερη της μέσης τιμής, και αντίστροφα. Στις χρονικές περιόδους με ύψη βροχής μεγαλύτερα από την διάμεσο, ο δείκτης έχει θετικό πρόσημο και αντιστοιχεί στην περίοδο επαναφοράς με την οποία εμφανίζεται υγρότερη (από την ελεγχόμενη) χρονική περίοδος. Στις χρονικές περιόδους με ύψη βροχής μικρότερα από την διάμεσο τιμή του δείγματος ο δείκτης αντιστοιχεί σε περίοδο επαναφοράς με την οποία εμφανίζεται ξηρότερη (σε σχέση με την ελεγχόμενη) χρονική περίοδος, αλλά έχει αρνητικό πρόσημο.



Σχήμα 5-1. Παράδειγμα προσαρμογής σύνθετης κατανομής σε δείγμα ετήσιων υψών βροχής, στο οποίο οι τιμές πάνω από τη διάμεσο περιγράφονται από τη λογαριθμοκανονική κατανομή, ενώ οι τιμές κάτω από τη διάμεσο από την κατανομή Weibull.

Η χρήση της περιόδου επαναφοράς αντί κάποιου άλλου μεγέθους παρέχει καλύτερη εποπτεία, καθώς αποτελεί μια από τις πλέον διαδεδομένες έννοιες της υδρολογίας. Υπενθυμίζεται ότι η

περίοδος επαναφοράς T μιας δεδομένης τιμής x της τυχαίας μεταβλητής X ορίζεται ως ο μέσος αριθμός των χρονικών διαστημάτων (στην προκειμένη περίπτωση, υδρολογικών ετών) που μεσολαβεί μεταξύ δύο διαδοχικών εμφανίσεων της μεταβλητής, με μέγεθος μεγαλύτερο ή ίσο της δεδομένης τιμής x . Αποδεικνύεται ότι η περίοδος επαναφοράς της τιμής x είναι:

$$T = \frac{1}{P(X>x)} = \frac{1}{F1x(x)} = \frac{1}{1-Fx(x)} \quad (5.1)$$

Παρόμοιος είναι ο ορισμός της περιόδου επαναφοράς μιας μεταβλητής, με μέγεθος μικρότερο ή ίσο της δεδομένης τιμής x , που βρίσκει εφαρμογή στην ανάλυση των ξηρασιών.

Θεωρούμε ότι η σύνδεση των τιμών του δείκτη με την ένταση της ξηρασίας, μέσω της περιόδου επαναφοράς, γίνεται πολύ καλύτερα αντιληπτή από τον χρήστη. Για παράδειγμα, αν εξετάζοντας τα ετήσια ύψη βροχής εφαρμόσουμε τον τυπικό δείκτη SPI, η τιμή -2 (ακραία ξηρό) που θα υπολογίσουμε για κάποιο έτος αντιστοιχεί, με την υπόθεση ότι το δείγμα ακολουθεί κανονική κατανομή, σε πιθανότητα εμφάνισης ξηρότερου έτους ίση με 2.5%. Με τον προτεινόμενο δείκτη η τιμή είναι -40 (έτη) και αντιστοιχεί στο μέσο χρονικό διάστημα αναμονής εμφάνισης τόσο χαμηλής τιμής, αλλά με αρνητικό πρόσημο.

Ο δείκτης RPPI μπορεί να εφαρμοστεί και σε χρονοσειρές άλλων υδρομετεωρολογικών μεταβλητών (απορροή, εξάτμιση, σχετική υγρασία), με πιθανές τροποποιήσεις όσον αφορά στη θεωρητική συνάρτηση κατανομής που επιλέγεται για τη στατιστική περιγραφή των τιμών του δείγματος. Πάντως, για την στατιστική περιγραφή των υδρολογικών μεταβλητών της περιοχής μελέτης επιλέχθηκαν δύο κατανομές, η λογαριθμοκανονική, για τις υψηλές τιμές, και η Weibull, για τις χαμηλές. Συνοπτική παρουσίαση των δύο βασικών αυτών κατανομών γίνεται στα εδάφια που ακολουθούν (Κουτσογιάννης, 1997, σ. 135-141, 162-167).

5.2.2 Λογαριθμοκανονική κατανομή

Η λογαριθμοκανονική κατανομή προκύπτει από την κανονική, με τον μετασχηματισμό:

$$y = \ln x \Leftrightarrow x = \exp(y) \quad (5.2)$$

όπου x η τιμή του πρωτογενούς δείγματος. Σύμφωνα με τον ορισμό, η τυχαία μεταβλητή X ακολουθεί λογαριθμοκανονική κατανομή δύο παραμέτρων, εφόσον η τυχαία μεταβλητή Y ακολουθεί κανονική κατανομή $N(\bar{y}, \sigma_Y)$. Άμεση συνέπεια του παραπάνω μετασχηματισμού, είναι το γεγονός ότι η μεταβλητή X είναι πάντα θετική και, επιπλέον, έχει πάντα θετική ασυμμετρία. Κατά συνέπεια, το σχήμα της συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας είναι πάντα κωδωνοειδές και θετικά ασύμμετρο, το οποίο την καθιστά κατάλληλη για την περιγραφή των υψηλών τιμών των υδρολογικών μεγεθών.

Οι τυπικοί υπολογισμοί της λογαριθμοκανονικής κατανομής βασίζονται στους αντίστοιχους υπολογισμούς της κανονικής κατανομής. Η τυποποιημένη μεταβλητή ορίζεται ως:

$$y_u = \bar{y} + z_u \sigma_Y \Leftrightarrow x_u = \exp(\bar{y} + z_u \sigma_Y) \quad (5.3)$$

όπου z_u το u -ποσοστημόριο της τυποποιημένης κανονικής μεταβλητής. Το τελευταίο μπορεί να βρεθεί από πίνακες ή να υπολογιστεί αριθμητικά.

Για την εκτίμηση των παραμέτρων τη κατανομής, η μέθοδος των ροπών δίνει:

$$\sigma_Y = \sqrt{\ln(1 + \sigma^2 x / \bar{x}^2)^2} \quad (5.4)$$

$$\bar{y} = \ln \bar{x} - \sigma^2_Y / 2 \quad (5.5)$$

ενώ η μέθοδος της μέγιστης πιθανοφάνειας δίνει:

$$\bar{y} = \sum_{i=1}^n \ln x_i / n \quad (5.6)$$

$$\sigma_Y = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\ln x_i - \bar{y})^2 / n} \quad (5.7)$$

Κατά συνέπεια, ενώ η μέθοδος των ροπών υλοποιεί ένα μετασχηματισμό της μέσης τιμής και της τυπικής απόκλισης του αρχικού δείγματος, η μέθοδος της μέγιστης πιθανοφάνειας υπολογίζει τη μέση τιμή και την τυπική απόκλιση του μετασχηματισμένου δείγματος. Στις στατιστικές αναλύσεις, όλες οι εκτιμήσεις γίνονται με τη δεύτερη μέθοδο.

5.2.3 Κατανομή Weibull

Η κατανομή Weibull προέρχεται από την λεγόμενη κατανομής ελαχίστων τύπου III, που είναι μια τυπική ασυμπτωτική κατανομή ακροτάτων, η μαθηματική έκφραση της οποίας είναι:

$$F_X(x) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{x-c}{a-c}\right)^k\right] \quad (5.8)$$

Στη γενική περίπτωση, η κατανομή ελαχίστων τύπου III έχει τρεις παραμέτρους, a , κ και c . Η κατανομή Weibull αποτελεί απλούστευσή της, με μηδενισμό της παραμέτρου θέσης c .

Λόγω της απλής μαθηματικής έκφρασης της συνάρτησης κατανομής, οι τυπικοί υπολογισμοί είναι άμεσοι (δεν προϋποθέτουν τη χρήση πινάκων ή αριθμητικών μεθόδων). Η συνάρτηση κατανομής υπολογίζεται άμεσα, αν είναι γνωστή η τιμή της μεταβλητής x , ενώ η αντίστροφη συνάρτηση επίσης υπολογίζεται αναλυτικά, οπότε το u -ποσοστημόριο της κατανομής δίνεται από την:

$$x_u = a [-\ln(1-u)]^{1/\kappa} \quad (5.9)$$

Η εκτίμηση των παραμέτρων γίνεται με τη μέθοδο των ροπών, ως εξής:

$$\frac{\sigma_x^2}{\bar{x}^2} + 1 = \frac{\Gamma(1+2/\kappa)}{[\Gamma(1+1/\kappa)]^2} \quad (5.10)$$

$$a = \frac{\bar{x}}{\Gamma(1+1/\kappa)} \quad (5.11)$$

όπου Γ η συνάρτηση γάμα, που υπολογίζεται μόνο αριθμητικά. Η κατανομή Weibull είναι η πλέον συνηθισμένη στην τεχνική υδρολογία για την στατιστική ανάλυση παροχών ξηρασίας, ελάχιστων θερινών παροχών ποταμών, κτλ.

5.2.4 Υπολογιστική διαδικασία

Για τον υπολογισμό του δείκτη RPPI ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία:

Βήμα 1: Από το δείγμα $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ εξάγονται η μέση τιμή \bar{x} , η τυπική απόκλιση σ_x και η διάμεσος τιμή $medx$.

Βήμα 2: Εκτιμώνται οι παράμετροι των δύο προτεινόμενων διπαραμετρικών συναρτήσεων κατανομής, δηλαδή της λογαριθμοκανονικής και της Weibull, σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν στα εδάφια 5.2.2 και 5.2.3, αντίστοιχα.

Βήμα 3: Ελέγχεται αν η τιμή της μεταβλητής x_t υπερβαίνει ή όχι τη διάμεσο $medx$, οπότε υπολογίζεται ο δείκτης ξηρασίας, σε όρους περιόδου επαναφοράς, σύμφωνα με τη σχέση:

$$RPPI = \frac{1}{1 - F_{LOGNORMAL}(x)}, x \geq medx \quad (5.12)$$

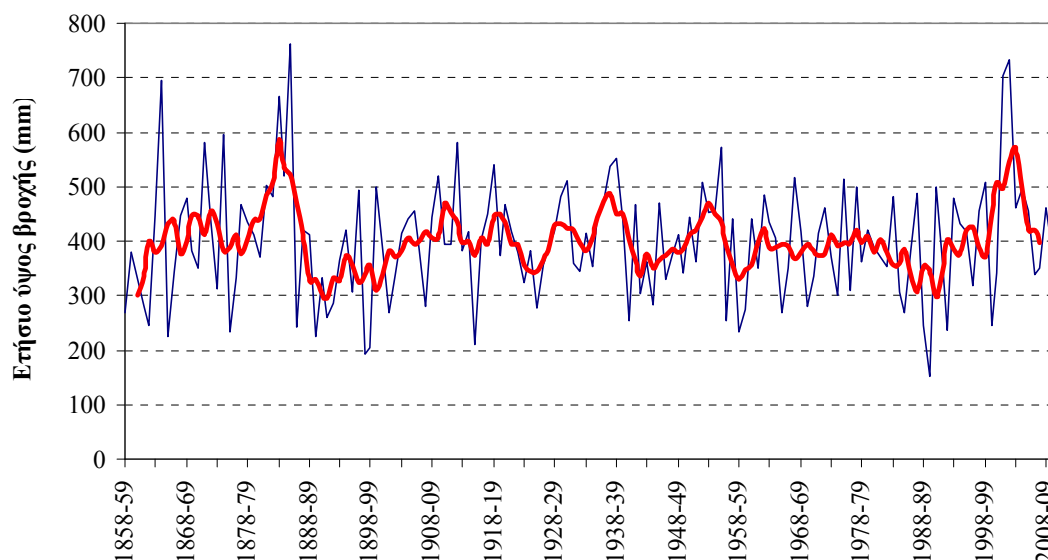
$$RPPI = \frac{1}{-F_{WEIBULL}(x)}, x < medx \quad (5.13)$$

όπου $F_{LOGNORMAL}$ και $F_{WEIBULL}$ οι θεωρητικές συναρτήσεις κατανομής (λογαριθμοκανονική και Weibull, αντίστοιχα). Ουσιαστικά, εάν η τιμή που εξετάζεται είναι μεγαλύτερη ή ίση από τη διάμεσο, ο δείκτης ταυτίζεται με τη περίοδο επαναφοράς της θεωρητικής κατανομής, ενώ αν είναι μικρότερη από τη διάμεσο είναι ο αντίθετος από την περίοδο επαναφοράς που δίνει η θεωρητική κατανομή για την πιθανότητα εμφάνισης τιμής μικρότερης από την εξεταζόμενη.

5.2.5 Θεωρητική τεκμηρίωση

Η αξιολόγηση των υπαρχόντων στατιστικών δεικτών και η τεκμηρίωση της καταλληλότητας των κατανομών βασίστηκε στην ανάλυση της χρονοσειράς μηνιαίου ύψους βροχής της Αθήνας, και των μεγαλύτερων υδρολογικών δειγμάτων της περιοχής μελέτης, δηλαδή των χρονοσειρών βροχόπτωσης των επτά σταθμών της ΕΜΥ και της χρονοσειράς απορροής του Λάδωνα. Τα δείγματα συναθροίστηκαν σε διάφορες χρονικές κλίμακες, από τριμηνιαία (Οκτώβριος-Δεκέμβριος) μέχρι ετήσια. Συγκεκριμένα, διαμορφώθηκαν τα εξής δείγματα:

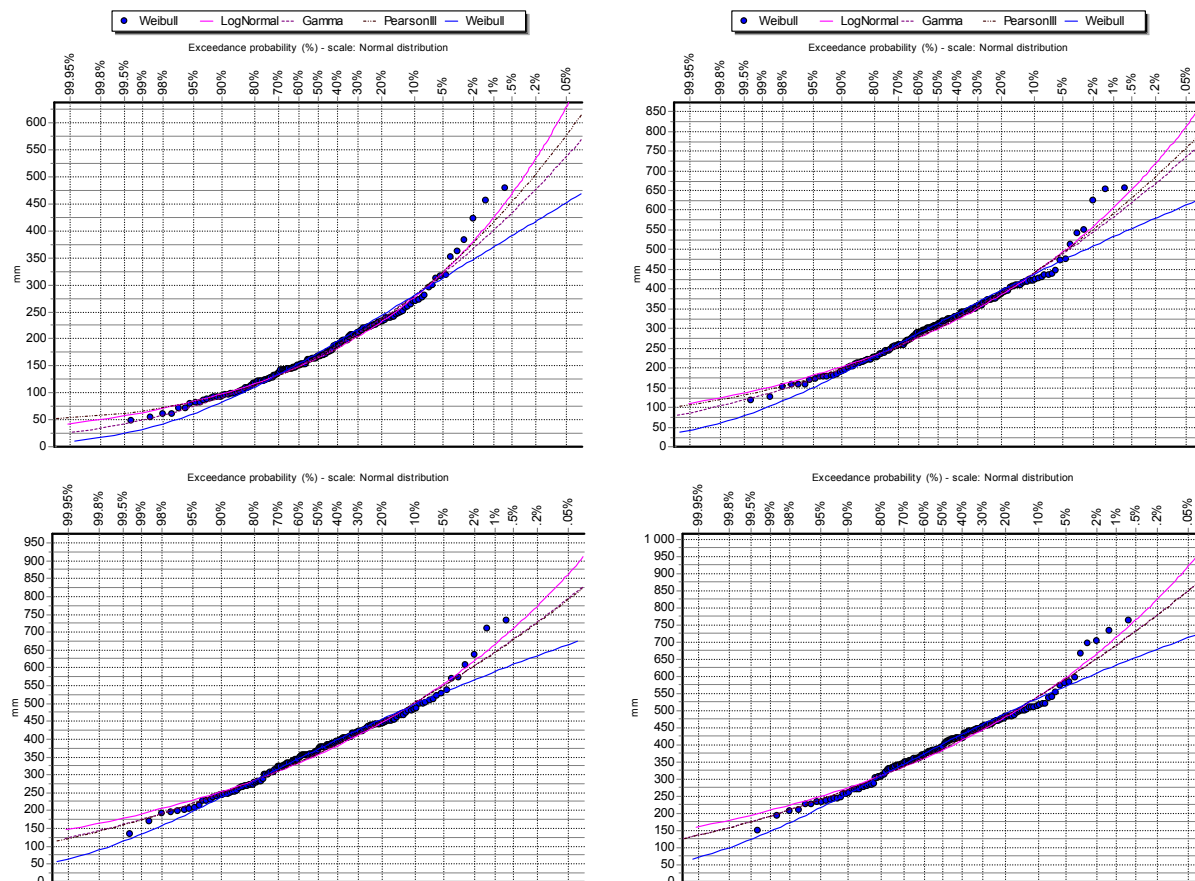
- Αθροιστικά ύψη βροχόπτωσης τριμήνου (Οκτώβριος-Δεκέμβριος), εξαμήνου (Οκτώβριος-Μάρτιος), εννιαμήνου (Οκτώβριος-Ιούνιος) και δωδεκαμήνου (ετήσια), στον σταθμό του Θησείου του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ), για μια περίοδο 154 υδρολογικών ετών (1857-58 έως 2010-11)
- Ετήσια ύψη βροχής σταθμών ΕΜΥ (Κύθηρα, Αργοστόλι, Ζάκυνθος, Πάτρα, Τρίπολη, Μεθώνη, Καλαμάτα), για μια περίοδο 46 υδρολογικών ετών (1965-66 έως 2010-11).
- Ετήσια απορροή υπολεκάνης ανάντη φράγματος Λάδωνα, για μια περίοδο 55 υδρολογικών ετών (1956-57 έως 2010-11).



Σχήμα 5-2. Ετήσιο ύψος βροχής Αθηνών (Θησείο) και κινούμενοι μέσοι όροι πέντε ετών.
 Πίνακας 5-1. Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (Θησείο) σε διάφορες χρονικές κλίμακες, για τα υδρολογικά έτη 1857-58 έως 2010-11.

Χρονική κλίμακα	Μέση τιμή (mm)	Τυπική απόκλιση (mm)	Συντελεστής ασυμμετρίας	Διάμεσος τιμή (mm)	Ελάχιστη τιμή (mm)	Μέγιστη τιμή (mm)
Τρίμηνη	178.8	76.0	1.17	166.0	47.8	480.0
Εξάμηνη	312.9	97.4	0.76	308.3	116.0	656.6
Εννεάμηνη	369.9	101.1	0.53	369.4	134.2	733.5
Ετήσια	399.8	107.6	0.53	393.0	150.8	763.5
Διετής	399.9	78.4	0.63	397.6	197.4	719.0
Τριετής	400.1	64.1	0.97	393.6	272.8	649.1
Τετραετής	400.2	56.7	0.90	396.1	276.4	607.2
Πενταετής	400.4	52.0	0.78	395.6	294.0	586.2

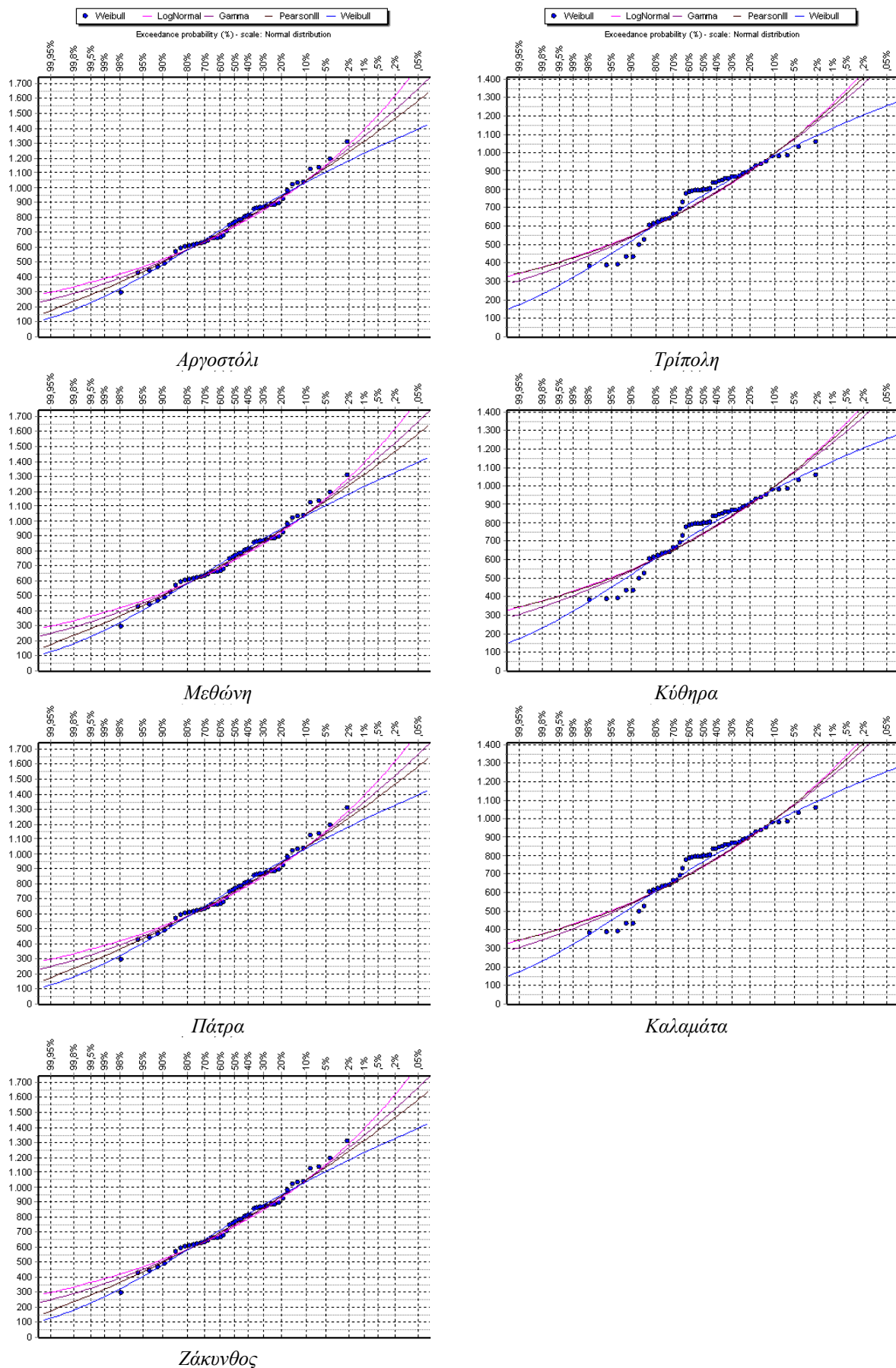
ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)
ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



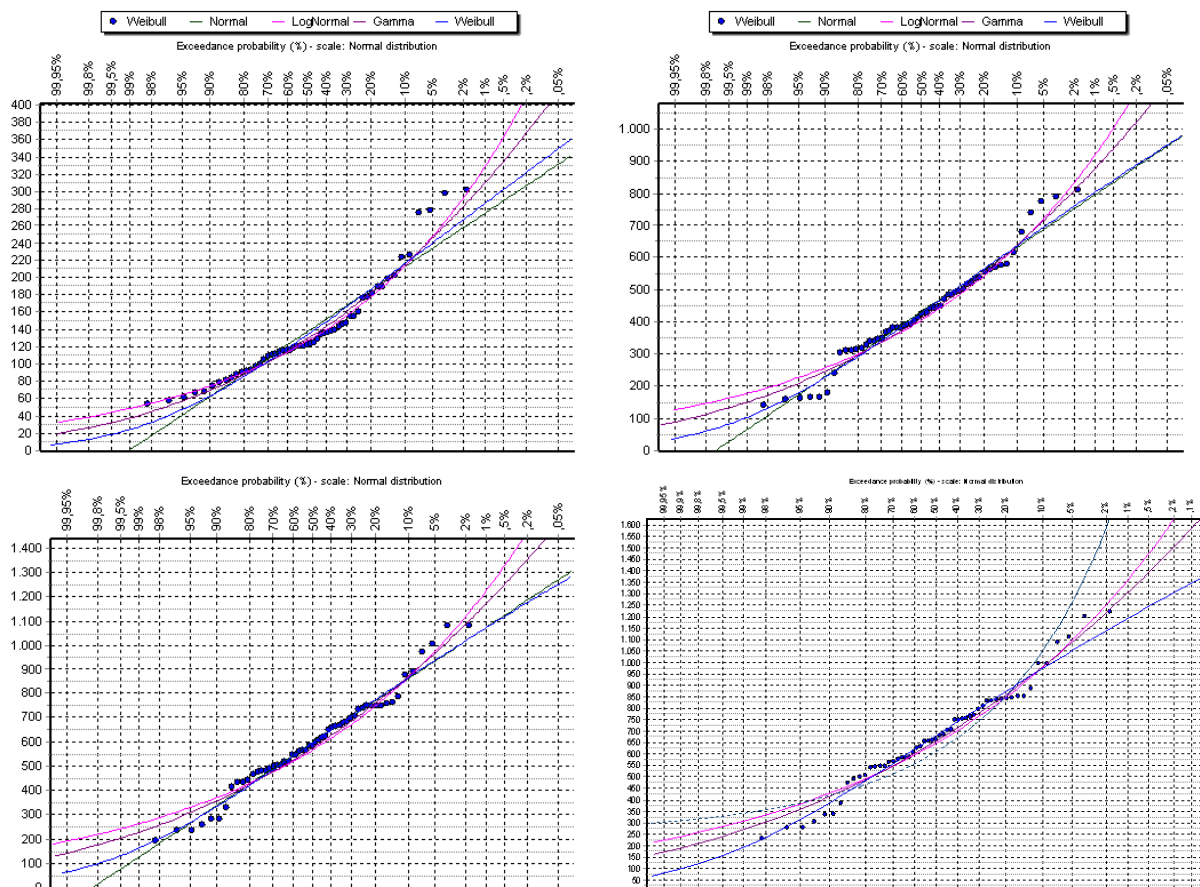
Σχήμα 5-3. Προσαρμογή θεωρητικών κατανομών στα δείγματα μηνιαίων βροχοπτώσεων του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών για χρονικές κλίμακες τριών μηνών (πάνω αριστερά), έξι μηνών (πάνω δεξιά), εννέα μηνών (κάτω αριστερά), και έτους (κάτω δεξιά).

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



Σχήμα 5-4. Προσαρμογή θεωρητικών κατανομών στα ετήσια ύψη βροχής (σταθμοί ΕΜΥ).



Σχήμα 5-5. Προσαρμογή θεωρητικών κατανομών στα δείγματα μηνιαίων υψών απορροής του Λάδωνα, για χρονικές κλίμακες τριών μηνών (πάνω αριστερά), έξι μηνών (πάνω δεξιά), εννέα μηνών (κάτω αριστερά), και έτους (κάτω δεξιά).

Ειδικότερα, η βροχόπτωση στο Θησείο του ΕΑΑ είναι το μεγαλύτερο υδρολογικό δείγμα που υπάρχει στην Ελλάδα (ο σταθμός λειτουργεί απρόσκοπτα και με υψηλή αξιοπιστία από το 1858). Η ετήσια χρονοσειρά βροχόπτωσης, καθώς και οι κυλιόμενοι μέσοι όροι πέντε ετών (οι διακυμάνσεις των οποίων βοηθούν καλύτερα στην αναγνώριση των μακροχρόνιων, έμμοων ξηρασιών) απεικονίζονται στο διάγραμμα του Σχήματος (Σχήμα 5-2). Λόγω της εγγύτητας του σταθμού με την περιοχή μελέτης, οι αναλύσεις που γίνονται θεωρούμε ότι παρέχουν μια αντιπροσωπευτική εικόνα της στατιστικής συμπεριφοράς των βροχοπτώσεων της περιοχής της Πελοποννήσου, και ειδικότερα του ΒΑ τμήματος που έχει παρόμοιο υδροκλιματικό καθεστώς με την Αθήνα. Τα στατιστικά χαρακτηριστικά του ύψους βροχής της Αθήνας, για διάφορες χρονικές κλίμακες, συνοψίζονται στον Πίνακα (Πίνακας 5-1). Για τα στατιστικά μεγέθη των υπόλοιπων μεταβλητών που εξετάστηκαν και τα σχετικά διαγράμματα παραπέμπουμε στα σχετικά παραπάνω εδάφια με τις βροχοπτώσεις ΕΜΥ και τις απορροές Λάδωνα.

Σε όλα τα δείγματα, και για τις χρονικές κλίμακες που εξετάστηκαν, προσαρμόστηκαν οι κατανομές λογαριθμοκανονική, και Weibull, καθώς και οι κατανομές γάμα δύο και τριών παραμέτρων (κατανομή Pearson), που συνήθως χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό του SPI. Τα διαγράμματα απεικονίζονται στο Σχήμα 5-3 (Θησείο, ύψη βροχόπτωσης), στο Σχήμα 5-4 (σταθμοί ΕΜΥ, ετήσια ύψη βροχής) και στο Σχήμα 5-5 (Λάδωνας, ύψη απορροής).

Από την παραπάνω διερεύνηση προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα, που είναι σε αρμονία με τις πλέον επίκαιρες εξελίξεις της βιβλιογραφίας (π.χ. Nalbantis and Tsakiris, 2009· Angelidis *et al.*, 2012):

- Καμία από τις κατανομές που χρησιμοποιούνται συνήθως για τον υπολογισμό του SPI, δεν περιγράφει ικανοποιητικά όλο το εύρος τιμών των παρατηρημένων δειγμάτων, σε όλες τις χρονικές κλίμακες που εξετάστηκαν.
- Γενικά, η λογαριθμοκανονική κατανομή περιγράφει ικανοποιητικά τις υψηλές τιμές της βροχόπτωσης και της απορροής, αλλά όχι τις χαμηλές.
- Αντίθετα, η κατανομή Weibull περιγράφει ικανοποιητικά τις χαμηλές βροχοπτώσεις και απορροές, αλλά όχι τις υψηλές.

Για το λόγο αυτό, δεν θεωρείται σκόπιμη η χρήση μιας ενιαίας κατανομής, και προτείνεται η προσαρμογή δύο διαφορετικών κατανομών, για τις υψηλές και χαμηλές τιμές του δείγματος.

5.2.6 Αναγωγή σε όρους τυποποιημένης κανονικής μεταβλητής

Προκειμένου να είναι άμεσα συγκρίσιμος ο νέος δείκτης ξηρασίας, που εκφράζεται σε όρους περιόδου επαναφοράς, με τον SPI, οι σχέσεις ($RPPI = \frac{1}{1-FLOGNORMAL(x)}$, $x \geq medx$) και ($RPPI = \frac{1}{-FWEIBULL(x)}$, $x < medx$) επιλύονται αντίστροφα, ώστε να εξαχθεί η αντίστοιχη τυποποιημένη κανονική μεταβλητή, z_u . Η υπολογιστική διαδικασία έχει ως εξής:

Βήμα 1: Ελέγχεται αν η τιμή του δείκτη RPPI υποδηλώνει περίοδο επαναφοράς μεγίστων ($x_t > medx$) ή ελαχίστων ($x_t < medx$).

Βήμα 2: Με βάση την ερμηνεία της περιόδου επαναφοράς, υπολογίζεται η τιμή F_Z της συνάρτησης κανονικής κατανομής, ως εξής:

$$F_Z = 1 - 1 / RPPI, \text{ αν ο RPPI υποδηλώνει περίοδο επαναφοράς μεγίστων} \quad (5.14)$$

$$F_Z = 1 / RPPI, \text{ αν ο RPPI υποδηλώνει περίοδο επαναφοράς ελαχίστων} \quad (5.15)$$

Βήμα 3: Υπολογίζεται η τυποποιημένη κανονική μεταβλητή z_u που αντιστοιχεί στη δεδομένη τιμή της συνάρτησης κατανομής $u = F_Z(z_u)$. Ως γνωστό, η επίλυση γίνεται μόνο αριθμητικά.

5.2.7 Κατάταξη ξηρασιών

Με βάση την υπολογισθείσα τιμή της μεταβλητής z_u , κάθε γεγονός χαμηλής υδροφορίας (δηλαδή, κάθε τιμή βροχόπτωσης ή απορροής για την οποία ισχύει $z_u < 0$) κατατάσσεται σε συγκεκριμένο επίπεδο κρισιμότητας, σύμφωνα με τα όρια του Πίνακα (Πίνακας 5-2), σύμφωνα με την διατύπωση των McKee *et al.* (1993). Επισημαίνεται ότι αν θεωρηθεί ότι το δείγμα ακολουθεί κανονική κατανομή, τότε η τιμή $z_u = 0$ αντιστοιχεί στη μέση τιμή του δείγματος, για την οποία λαμβάνεται περίοδος επαναφοράς δύο ετών. Στην προτεινόμενη προσέγγιση, ωστόσο, υιοθετούνται ασύμμετρες κατανομές για την περιγραφή του δείγματος, και θεωρείται ότι η τιμή $z_u = 0$ αντιστοιχεί στη διάμεσο και όχι στη μέση τιμή.

Πίνακας 5-2. Κατάταξη ξηρασιών κατά McKee et al. (1993)

Εύρος δείκτη ξηρασίας, SPI	Εύρος συνάρτησης κατανομής, F_z	Εύρος περιόδου επαναφοράς (δείκτης RPPI, σε έτη)	Χαρακτηρισμός ξηρασίας
$0.0 \geq SPI > -1.0$	$0.500 \geq F_z > 0.159$	$2.0 \geq T > 6.3$	Ήπια (mild)
$-1.0 \geq SPI > -1.5$	$0.159 \geq F_z > 0.067$	$6.3 \geq T > 15.0$	Μέτρια (moderate)
$-1.5 \geq SPI > -2.0$	$0.067 \geq F_z > 0.023$	$15.0 \geq T > 44.0$	Σφοδρή (severe)
$-2.0 \geq SPI$	$0.023 \geq F_z$	$44.0 \geq T$	Ακραία (extreme)

5.3 Υπολογισμοί δεικτών μετεωρολογικής ξηρασίας

5.3.1 Δείκτης μετεωρολογικής ξηρασίας Πελοποννήσου

Για τον υπολογισμό της ετήσιας μεταβολής του δείκτη μετεωρολογικής ξηρασίας SPI της περιοχής μελέτης, πραγματοποιήθηκε εκτενής στατιστική ανάλυση της μηνιαίας χρονοσειράς επιφανειακής βροχόπτωσης της Πελοποννήσου. Υπενθυμίζεται ότι η χρονοσειρά εκτιμήθηκε ως μέσος όρος των δειγμάτων 66 βροχομετρικών σταθμών της βάσης δεδομένων του προγράμματος της μελέτης «Ανάπτυξη συστημάτων και εργαλείων διαχείρισης υδατικών πόρων των ΥΔ Πελοποννήσου», ΥΠΑΝ (2003-2008), για τα υδρολογικά έτη 1980-81 έως 2001-02. Ακολούθως, η μηνιαία χρονοσειρά συναθροίστηκε σε διάφορες χρονικές κλίμακες, από τρίμηνη έως πενταετή.

Για κάθε χρονική κλίμακα υπολογίστηκαν οι πιθανότητες μη υπέρβασης που αντιστοιχούν σε τέσσερις κατανομές (κανονική, λογαριθμοκανονική, γάμα δύο παραμέτρων, Weibull), οι οποίες δίνονται στο Παράρτημα ΙΙΙ. Σύμφωνα με την προτεινόμενη μεθοδολογία, για την στατιστική περιγραφή των τιμών που υπερβαίνουν τη διάμεσο τιμή του αντίστοιχου δείγματος εφαρμόστηκε η λογαριθμοκανονική κατανομή, ενώ για την περιγραφή των τιμών που υπολείπονται της διαμέσου εφαρμόστηκε η κατανομή Weibull. Στη συνέχεια, εκτιμήθηκε η περίοδος επαναφοράς κάθε τιμής, δηλαδή ο δείκτης RPPI (Πίνακας 5-3). Τέλος, μέσω του αντίστροφου μετασχηματισμού ο εν λόγω δείκτης εκφράστηκε σε όρους SPI. Η ετήσια μεταβολή του SPI, για τις διάφορες χρονικές κλίμακες συνάθροισης της μέσης βροχόπτωσης, απεικονίζεται στα διαγράμματα (Σχήμα 5-6 και Σχήμα 5-7)

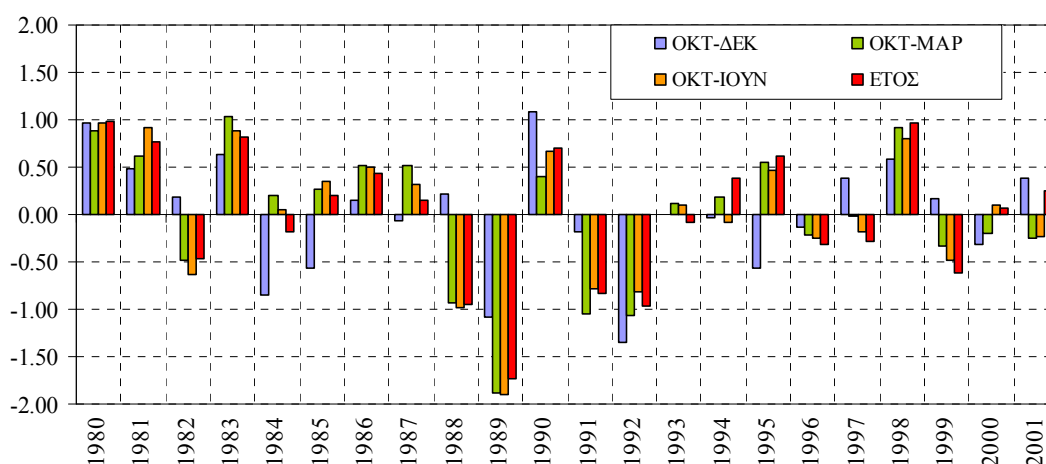
Πίνακας 5-3. Δείκτης RPPI επιφανειακής βροχόπτωσης Πελοποννήσου, για διάφορες χρονικές κλίμακες (οι αρνητικές τιμές υποδηλώνουν περίοδο επαναφοράς τιμών μικρότερων της διαμέσου).

Υδρολ. έτος	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
1980-81	14.5	7.9	9.9	10.3	20.9	11.3	20.5	14.0
1981-82	9.0	5.1	9.0	6.7	3.3	8.2	5.3	6.8
1982-83	3.1	-3.5	-4.6	-3.6	3.2	2.8	3.4	4.8
1983-84	5.0	11.4	7.6	6.7	3.9	5.4	6.7	7.3
1984-85	-10.4	2.7	2.3	-2.7	2.1	3.5	3.7	-2.1
1985-86	-5.9	3.2	3.7	3.0	4.2	4.9	-2.1	-5.0
1986-87	2.2	3.8	3.7	3.5	3.6	-2.6	-8.5	-3.8
1987-88	-2.3	4.0	3.1	2.5	-4.5	-21.8	-6.4	-8.9
1988-89	2.5	-8.9	-9.6	-9.1	-57.1	-11.0	-15.2	-22.1
1989-90	-13.0	-69.6	-75.4	-53.1	-5.3	-10.2	-16.6	-12.1
1990-91	19.6	3.5	5.3	5.7	-2.3	-5.1	-4.6	-3.2
1991-92	-3.2	-11.4	-7.4	-8.0	-18.2	-13.5	-6.7	-3.5

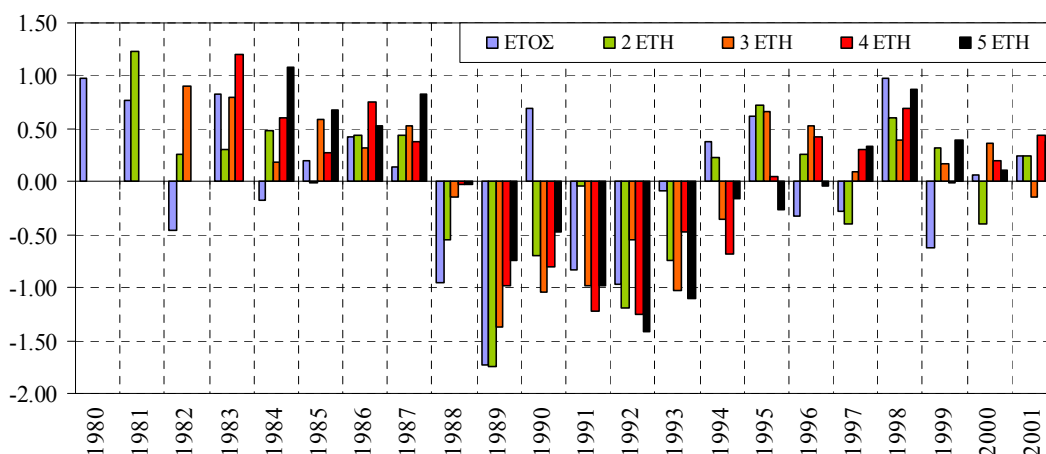
ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Υδρολ. έτος	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
1992-93	-29.4	-11.4	-7.5	-10.9	-7.2	-4.2	-2.4	-2.5
1993-94	-2.4	-2.1	-2.1	-2.7	2.1	4.2	3.0	2.7
1994-95	-2.8	2.3	-2.7	3.0	4.9	3.7	2.8	6.4
1995-96	-5.0	3.9	3.7	4.5	2.7	2.0	5.1	3.4
1996-97	-2.2	-2.7	-2.8	-3.2	-3.6	3.4	-2.1	2.5
1997-98	3.9	-2.2	-2.6	-3.0	4.6	2.3	2.8	3.6
1998-99	4.1	7.6	6.6	9.4	3.3	3.6	4.3	
1999-00	2.8	-2.9	-3.8	-4.8	-3.3	-2.3		
2000-01	-4.1	-3.1	2.3	2.0	3.0			
2001-02	3.4	-3.1	-3.0	3.0				



Σχήμα 5-6. Εκτίμηση δείκτη ξηρασίας Πελοποννήσου, για χρονικές κλίμακες από τρίμηνη έως ετήσια.



Σχήμα 5-7. Εκτίμηση δείκτη ξηρασίας Πελοποννήσου, για χρονικές κλίμακες από ετήσια έως πενταετή.

Με βάση τις τιμές του δείκτη RPP1 (Πίνακας 5-3) προκύπτει ότι η περίοδος επαναφοράς των ξηρών περιόδων διαφοροποιείται σημαντικά, ανάλογα με τη χρονική κλίμακα συνάθροισης της βροχόπτωσης. Για παράδειγμα, κατά το πρώτο τρίμηνο του υδρολογικού έτους 1989-90, παρατηρήθηκε μια μάλλον μέτριας έντασης μετεωρολογική ξηρασία, περίοδος επαναφοράς 13 ετών. Επισημαίνεται ότι το δυσμενέστερο τρίμηνο της περιόδου ελέγχου είναι η περίοδος

Οκτωβρίου-Δεκεμβρίου 1992, για την αθροιστική βροχόπτωση του οποίου εκτιμήθηκε περίοδος επαναφοράς 29 ετών. Ωστόσο, εξαιτίας των εξαιρετικά χαμηλών βροχοπτώσεων του επόμενου τριμήνου, για τη συνολική βροχόπτωση εξαμήνου (Οκτώβριος 1989 ως Μάρτιος 1990), προκύπτει μια πολύ μεγαλύτερη περίοδος επαναφοράς, της τάξης των 70 ετών, που προφανώς υποδηλώνει ένα εξαιρετικά σοβαρό γεγονός ξηρασίας. Η περίοδος επαναφοράς αυξάνει ακόμα λίγο, στα επίπεδα των 75 ετών, για τη βροχόπτωση εννιαμήνου (Οκτώβριος 1989 ως Ιούνιος 1990). Ωστόσο, λόγω των αξιόλογων βροχοπτώσεων της θερινής περιόδου του 1990, στην κλίμακα του πλήρους υδρολογικού έτους, η περίοδος επαναφοράς της ετήσιας βροχόπτωσης περιορίζεται, τελικά, στα 53 έτη (πιθανότητα μη υπέρβασης 1.9%, σύμφωνα με την κατανομή Weibull). Αυτή είναι η με διαφορά πιο ακραία ετήσια μετεωρολογική ξηρασία των 22 υδρολογικών ετών που εξετάζονται, ενώ έπεται η ξηρασία του 1992-93, με περίοδο επαναφοράς 11 έτη. Ακόμα πιο ακραία είναι η ξηρασία της διετίας 1988-1990, για την οποία εκτιμάται περίοδος επαναφοράς 57 ετών.

Στις μεγαλύτερες κλίμακες συνάθροισης, οι εκτιμήσεις του δείκτη είναι λιγότερο δυσμενείς. Ως πλέον δυσμενής εμφανίζεται η τριετία 1987-1990, με περίοδο επαναφοράς 22 έτη, ενώ παρόμοια είναι η περίοδος επαναφοράς της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης της πενταετίας 1988-1993. Αυτό που προκαλεί ενδιαφέρον είναι το γεγονός ότι από την κλίμακα των δύο ετών και άνω, ο δείκτης RPPI παραμένει αρνητικός από τα μέσα της δεκαετίας του 1980 μέχρι το υδρολογικό έτος 1992-93. Αυτό σημαίνει ότι τα αντίστοιχα μεγέθη βροχόπτωσης είναι συστηματικά μικρότερα της διαμέσου, και συνεπώς πρόκειται για ένα μακροχρόνιο φαινόμενο, που υποδηλώνει μια ιδιαίτερα έμμονη ξηρασία. Ανάλογη είναι η εικόνα για τον δείκτη SPI, η μεταβολή του οποίου απεικονίζεται στα διαγράμματα (Σχήμα 5-6 και Σχήμα 5-7).

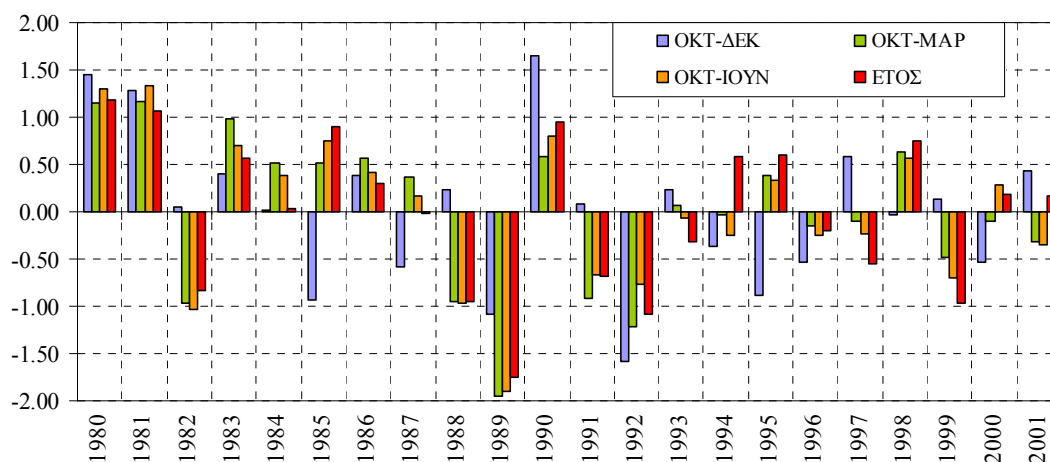
5.3.2 Ανάλυση στο Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Πελοποννήσου (ΥΔ 03)

Ο υπολογισμός του δείκτη SPI στις οκτώ διαχειριστικές ενότητες της Πελοποννήσου έγινε με βάση τη μηνιαία χρονοσειρά επιφανειακής βροχόπτωσης κάθε ενότητας, συναθροισμένη στις διάφορες χρονικές κλίμακες. Όπως προαναφέρθηκε, οι επιφανειακές βροχοπτώσεις εκτιμήθηκαν με τη μέθοδο Thiessen, με βάση τα σημειακά δείγματα των 66 βροχομετρικών σταθμών, για τα οποία εφαρμόστηκαν κατάλληλοι συντελεστές βάρους.

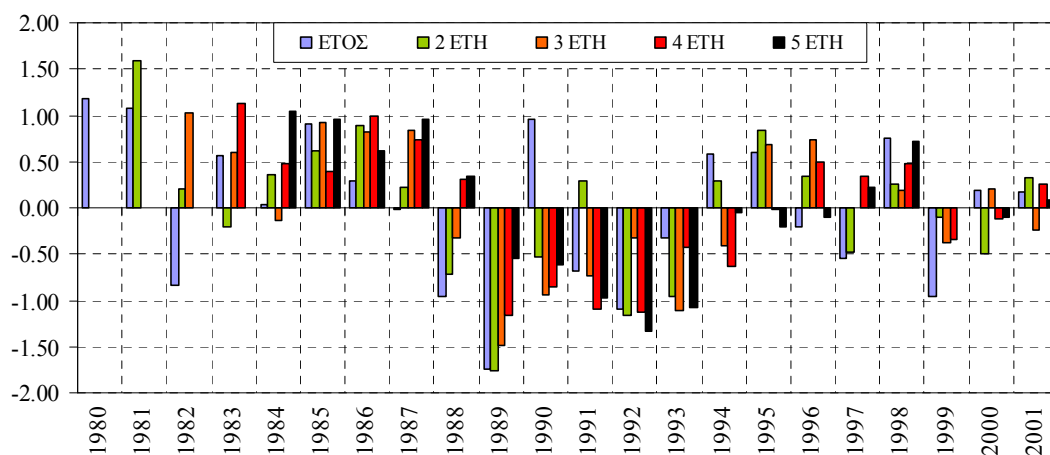
Τα τελικά αποτελέσματα για κάθε διαχειριστική ενότητα, δηλαδή η χρονική εξέλιξη του SPI στη διάρκεια των υδρολογικών ετών 1980-81 ως 2001-02, για τις εξεταζόμενες χρονικές κλίμακες, και για τις ΛΑΠ Οροπεδίου Τρίπολης, Ρεμάτων Αργολικού Κόλπου και Ευρώτα του Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (ΥΔ03) δίνονται σε μορφή διαγραμμάτων, στα παρακάτω σχήματα (έως).

Γενικά, η εικόνα των ξηρασιών δεν παρουσιάζει ορατές διαφοροποιήσεις ανά περιοχή. Ειδικότερα, κατά τη διάρκεια της έμμονης ξηρασίας της περιόδου 1988-1994, όλες οι διαχειριστικές ενότητες της Πελοποννήσου επλήγησαν, λίγο ως πολύ, το ίδιο, ως προς τη δραμύτητα του μετεωρολογικού φαινομένου. Βεβαίως, οι επιπτώσεις της ξηρασίας διέφεραν από περιοχή σε περιοχή, καθώς οι συνέπειές της εξαρτώνται όχι μόνο από τη δίαιτα των βροχοπτώσεων αλλά και από ένα συνδυασμό παραγόντων, που εξαρτώνται από τις τοπικές συνθήκες.

Λεκάνη Απορροής Οροπεδίου Τρίπολης (GR30)

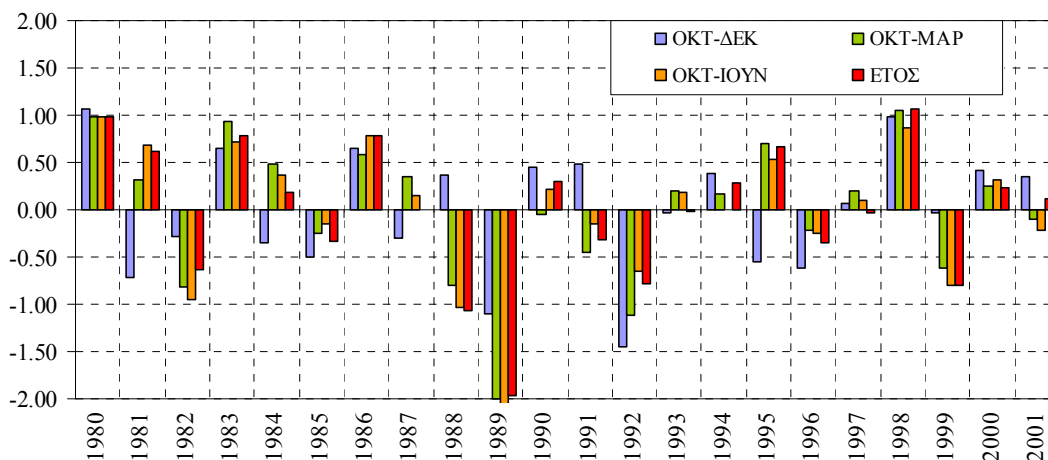


Σχήμα 5-8. Εκτίμηση δείκτη ξηρασίας διαχειριστικής ενότητας Οροπεδίου Τρίπολης, για χρονικές κλίμακες από τρίμηνη έως ετήσια.

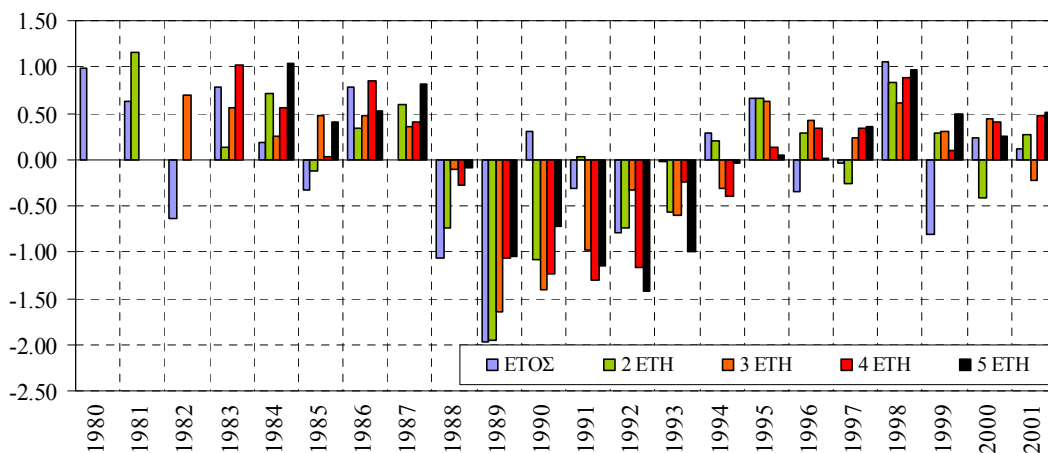


Σχήμα 5-9. Εκτίμηση δείκτη ξηρασίας διαχειριστικής ενότητας Οροπεδίου Τρίπολης, για χρονικές κλίμακες από ετήσια έως πενταετή.

Λεκάνη Απορροής Ρεμάτων Αργολικού Κόλπου (GR31)

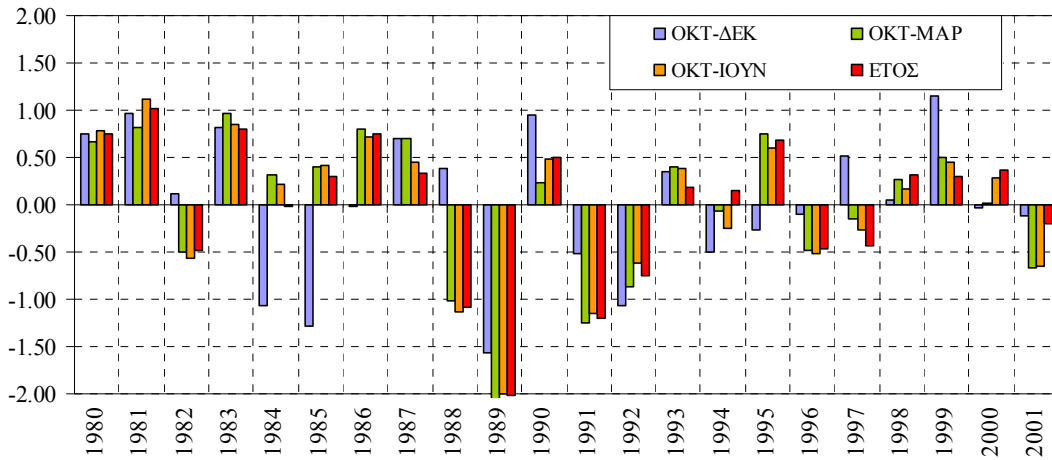


Σχήμα 5-10. Εκτίμηση δείκτη ξηρασίας διαχειριστικής ενότητας Ρεμάτων Αργολικού Κόλπου, για χρονικές κλίμακες από τρίμηνη έως ετήσια.

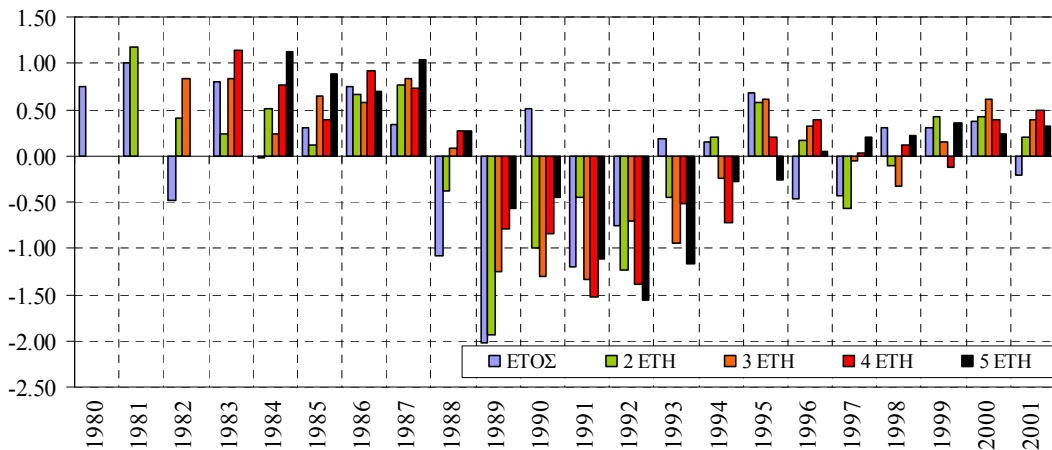


Σχήμα 5-11. Εκτίμηση δείκτη ξηρασίας διαχειριστικής ενότητας Ρεμάτων Αργολικού Κόλπου, για χρονικές κλίμακες από ετήσια έως πενταετή.

Λεκάνη Απορροής Ευρώτα (GR33)



Σχήμα 5-12. Εκτίμηση δείκτη ξηρασίας διαχειριστικής ενότητας Ευρώτα, για χρονικές κλίμακες από τρίμηνη έως ετήσια.



Σχήμα 5-13. Εκτίμηση δείκτη ξηρασίας διαχειριστικής ενότητας Ευρώτα, για χρονικές κλίμακες από ετήσια έως πενταετή.

5.3.3 Ανάλυση σταθμών ΕΜΥ

Οι 67 σταθμοί που χρησιμοποιήθηκαν στις προηγούμενες αναλύσεις διαθέτουν ένα σχετικά μικρό δείγμα, μήκους 22 υδρολογικών ετών (1980-81 ως 2001-02). Το δείγμα αυτό σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να κριθεί αντιπροσωπευτικό, για την αποτύπωση της στατιστικής συμπεριφοράς των βροχοπτώσεων και την εξαγωγή των σχετικών στατιστικών μεγεθών, που εισέρχονται στους υπολογισμούς των δεικτών ξηρασίας. Εξάλλου, η περίοδος που καλύπτει περιλαμβάνει ένα μόνο περιστατικό ξηρασίας, αυτό της περιόδου 1988-1994, το οποίο δεν μπορεί να συγκριθεί με άλλα ιστορικά γεγονότα, διαφορετικής έντασης και διάρκειας. Από την άλλη πλευρά, επειδή το περιστατικό αυτό είναι πολύ μεγάλο σε διάρκεια, οδηγεί σε σημαντική υποεκτίμηση της μέσης τιμής, σε σχέση με τη μέση τιμή μιας ευρύτερης χρονικής περιόδου. Όπως θα φανεί παρακάτω, η πραγματική μέση τιμή της βροχόπτωσης είναι αρκετά υψηλότερη, άρα η απόκλιση των χαμηλών τιμών είναι πιο έντονη, και τελικά η πιθανότητα μη υπέρβασης που αντιστοιχεί στις συγκεκριμένες τιμές είναι πολύ πιο μικρή.

Για το λόγο αυτό, η υπολογιστική διαδικασία που αναφέρθηκε σε προηγούμενες παραγράφους επαναλήφθηκε, για τη μέση βροχόπτωση που προκύπτει από τις χρονοσειρές των επτά σταθμών της ΕΜΥ (Κύθηρα, Αργοστόλι, Ζάκυνθος, Πάτρα, Καλαμάτα, Μεθώνη, Τρίπολη), που καλύπτουν μια ευρύτερη περίοδο 46 υδρολογικών ετών, από το 1965-66 ως το 2010-11. Οι πιθανότητες μη υπέρβασης που αντιστοιχούν στις κατανομές που εξετάζονται δίνονται στους Πίνακες του Παραρτήματος III, ενώ ο Πίνακας 5-4 παρουσιάζει τις τιμές του δείκτη RPPI, για κάθε χρονική κλίμακα και κάθε έτος.

Οι τιμές της περιόδου επαναφοράς που προκύπτουν για την περίοδο έμμονης ξηρασίας (1988-1994), με βάση τους σταθμούς της ΕΜΥ, είναι σαφώς πιο δυσμενείς σε σχέση με τις εκτιμήσεις που προκύπτουν από το δείγμα των 22 ετών. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι η περίοδος επαναφοράς της ετήσιας βροχόπτωσης του υδρολογικού έτους 1989-90 αντιστοιχεί σε ξηρασία της τάξης των 100 ετών (Σχήμα 5-14), ενώ η ξηρασία της διετίας 1988-90 εκτιμάται σε 175 έτη (Σχήμα 5-15), που υποδηλώνουν ακραία ξηρασία (οι αντίστοιχες τιμές του SPI είναι -2.32 και -2.53). Οι εκτιμήσεις του δείκτη RPPI δίνουν μόλις 53 και 57 έτη, αντίστοιχα. Η ασυμφωνία αυτή καταδεικνύει την κομβική σημασία της ύπαρξης υδρολογικών δειγμάτων ικανού μήκους και καλής αξιοπιστίας, ώστε να μπορούν να αξιολογηθούν οι κίνδυνοι από την εμφάνιση ακραίων γεγονότων.

Στην ετήσια κλίμακα, σημαντικές μετεωρολογικές ξηρασίες παρατηρήθηκαν, εκτός από το 1989-90, το αμέσως προηγούμενο έτος (περίοδος επαναφοράς 35 έτη), καθώς και το 2007-08. Για την πρόσφατη αυτή ξηρασία εκτιμάται περίοδος επαναφοράς της τάξης των 30 ετών. Στην κλίμακα της διετίας 2005-07, η τιμή της περιόδου επαναφοράς ανέρχεται σε 25 έτη.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η χωρική μεταβλητότητα του δείκτη RPPI, με βάση τα επιμέρους δείγματα των επτά βροχομετρικών σταθμών. Στο Σχήμα 5-16 απεικονίζεται η τιμή του δείκτη ξηρασίας για το υδρολογικό έτος 1989-90, τη διετία 1988-90 και την πενταετία 1988-93. Παρατηρείται ότι οι εκτιμώμενες περίοδοι επαναφοράς παρουσιάζουν τεράστιες αποκλίσεις. Η ελάχιστη τιμή της περιόδου επαναφοράς της βροχόπτωσης του υδρολογικού έτους 1989-90 είναι 14 έτη (Κύθηρα), ενώ η μέγιστη 110 έτη (Πάτρα). Εντυπωσιακές είναι οι αποκλίσεις στην κλίμακα των δύο ετών (1988-90), για την οποία προκύπτει ένα εύρος περιόδων επαναφοράς από μόλις 9 έτη (Ζάκυνθος) έως 628 έτη (Καλαμάτα). Αλλά και στην πενταετή κλίμακα, οι διαφορές κυμαίνονται από

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

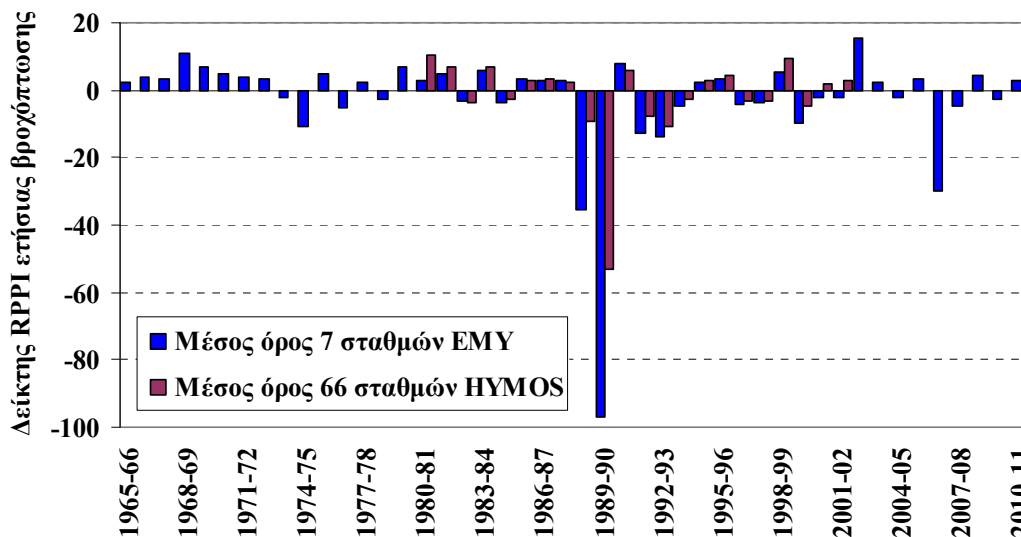
ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

8 έτη (Αργοστόλι) ως 63 έτη (Καλαμάτα). Γενικά, οι νησιωτικοί σταθμοί της ΕΜΥ (Ζάκυνθος, Αργοστόλι, Κύθηρα) δείχνουν να έχουν πληγεί από ένα σαφώς λιγότερο ακραία φαινόμενο ξηρασίας, σε σχέση με τους ηπειρωτικούς σταθμούς της Πελοποννήσου.

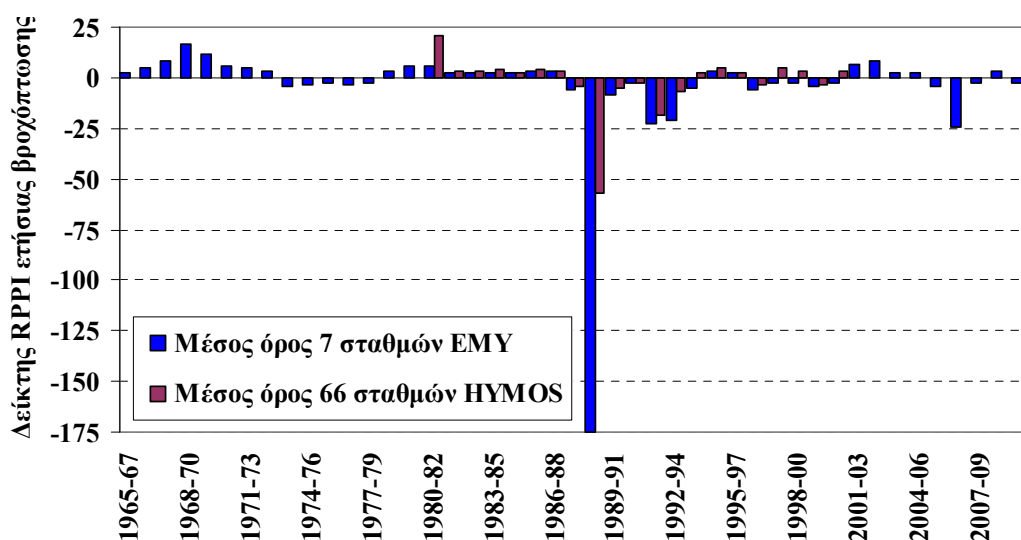
Πίνακας 5-4. Δείκτης RPPI μέσης σημειακής βροχόπτωσης σταθμών ΕΜΥ, για διάφορες χρονικές κλίμακες (οι αρνητικές τιμές υποδηλώνουν περίοδο επαναφοράς τιμών μικρότερων της διαμέσου).

Υδρολ. έτος	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
1965-66	-2.6	2.5	-2.1	-2.1	2.7	3.7	6.4	11.4
1966-67	10.2	3.3	3.6	4.1	5.1	9.9	19.3	22.5
1967-68	2.0	3.9	3.8	3.3	8.2	18.9	22.7	22.9
1968-69	31.1	13.7	11.7	10.7	16.5	22.3	22.6	21.2
1969-70	12.7	7.6	7.0	7.0	11.9	14.1	14.2	12.0
1970-71	-3.6	4.7	4.3	4.7	6.1	7.2	6.7	3.3
1971-72	-2.3	3.5	4.0	4.0	4.8	4.8	2.4	2.8
1972-73	-4.1	3.1	2.9	3.3	3.5	-2.6	2.2	-2.5
1973-74	-5.7	-2.8	-3.0	-2.3	-4.0	-2.7	-3.2	-3.0
1974-75	-5.1	-8.8	-9.0	-10.5	-3.5	-4.3	-3.7	-3.6
1975-76	5.0	2.8	5.8	4.6	-2.3	-2.3	-2.5	2.5
1976-77	4.5	-3.8	-4.6	-5.0	-3.1	-3.2	2.2	2.8
1977-78	-4.9	-2.1	2.5	2.4	-2.5	2.8	3.7	4.7
1978-79	-3.2	-3.4	-2.4	-2.7	3.0	4.2	5.5	4.2
1979-80	11.7	6.6	9.1	7.0	5.8	7.8	5.3	6.1
1980-81	3.1	2.7	2.8	2.8	5.5	3.9	4.7	4.0
1981-82	5.8	4.9	6.5	4.7	2.8	3.6	3.1	3.6
1982-83	3.6	-3.1	-3.6	-3.4	2.6	2.3	2.8	3.1
1983-84	10.0	7.4	7.7	6.0	2.7	3.4	3.7	4.0
1984-85	-10.9	-2.2	-2.6	-3.5	2.6	3.0	3.4	-2.7
1985-86	-4.2	3.2	3.4	3.3	3.6	4.0	-2.7	-7.6
1986-87	2.6	3.7	3.7	2.9	3.3	-3.7	-13.5	-6.2
1987-88	2.2	4.2	3.2	2.7	-5.9	-31.9	-9.6	-12.5
1988-89	-5.9	-55.6	-53.2	-35.7	-175.0	-20.2	-23.7	-36.4
1989-90	-26.1	-123.3	-97.0	-97.2	-8.2	-12.6	-22.3	-24.6
1990-91	31.7	5.2	8.5	7.8	-2.4	-6.1	-8.3	-7.2
1991-92	-4.9	-18.1	-11.3	-12.6	-22.8	-25.9	-16.5	-7.6
1992-93	-13.6	-11.6	-10.7	-13.9	-20.7	-13.0	-5.4	-6.3
1993-94	-4.9	-3.4	-3.4	-4.8	-5.4	-2.7	-3.5	-4.0
1994-95	-2.8	-2.2	-2.8	-2.0	3.1	2.0	-2.9	-2.2
1995-96	-5.7	3.1	2.7	3.5	-2.0	-2.8	2.2	-2.7
1996-97	-2.5	-4.4	-4.1	-4.2	-5.7	-3.2	-4.3	-4.1
1997-98	3.6	-2.9	-3.4	-3.7	-2.2	-3.4	-3.4	-3.1
1998-99	7.9	5.5	4.4	5.6	-2.5	-2.8	-2.6	3.2
1999-00	-2.0	-5.4	-7.1	-9.8	-4.5	-3.7	2.6	2.8
2000-01	-2.7	-2.7	-2.2	-2.4	-2.5	4.3	4.5	3.8
2001-02	2.6	-4.0	-4.6	-2.1	6.2	6.1	4.8	5.4
2002-03	10.3	11.9	13.3	15.6	8.0	5.6	6.4	2.8
2003-04	3.9	2.2	-2.1	-2.0	2.4	3.0	-3.0	-4.6
2004-05	-3.0	-2.0	-2.3	-2.3	2.7	-3.9	-6.5	-3.7
2005-06	3.4	3.0	2.6	3.5	-4.3	-8.4	-4.0	-3.6
2006-07	-26.3	-41.3	-25.5	-29.7	-24.5	-6.6	-5.3	-4.6

Υδρολ. έτος	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
2007-08	-2.0	-4.6	-5.0	-4.5	-2.9	-2.8	-2.7	
2008-09	-3.5	3.5	3.3	4.4	3.5	3.1		
2009-10	3.2	-2.2	-2.7	-2.7	-2.4			
2010-11	-3.2	2.5	3.1	2.7				



Σχήμα 5-14. Χρονική εξέλιξη δείκτη RPPI μέσης ετήσιας βροχόπτωσης σταθμών ΕΜΥ και των δεδομένων του προγράμματος ΗΥΜΟΣ της μελέτης ανάπτυξης εργαλείων του ΥΠΑΝ.

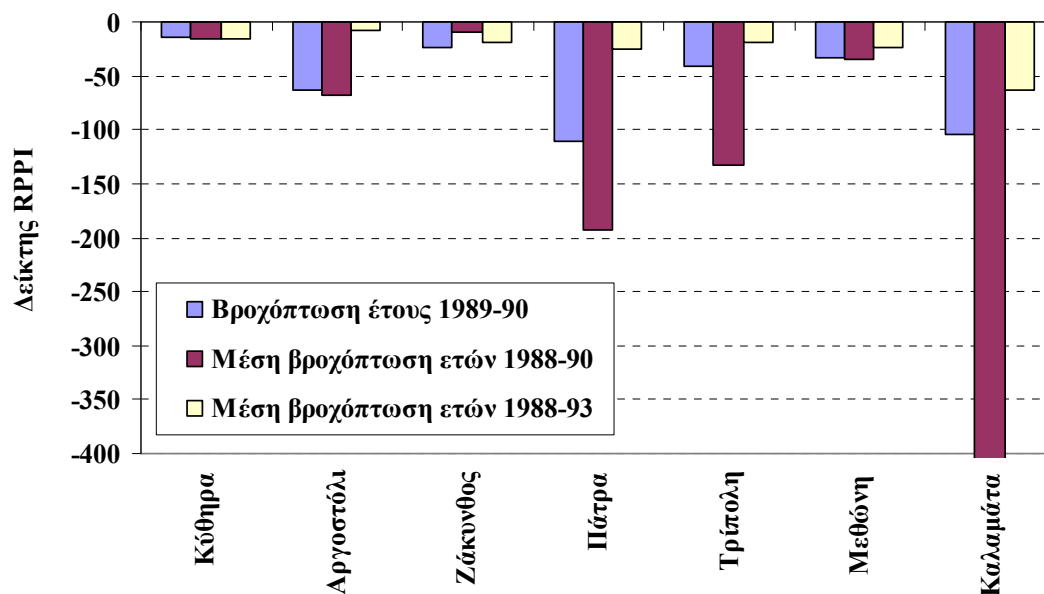


Σχήμα 5-15. Χρονική εξέλιξη δείκτη RPPI μέσης βροχόπτωσης δύο ετών σταθμών ΕΜΥ και σταθμών βάσης δεδομένων ΗΥΜΟΣ της μελέτης ανάπτυξης εργαλείων του ΥΠΑΝ.

Η ανάλυση καταδεικνύει ότι δείγματα διαφορετικού μεγέθους μπορούν να δώσουν πολύ διαφορετικές εκτιμήσεις όσον αφορά στην περίοδο επαναφοράς μιας ξηρασίας. Επιπλέον, στη σημειακή κλίμακα, η αξιολόγηση της μετεωρολογικής ξηρασίας μπορεί να διαφέρει δραστικά. Συνεπώς, μια μέτρια ξηρασία, περιόδου επαναφοράς της τάξης των δέκα ετών, η οποία παρατηρείται σε μια περιοχή, ενδεχομένως να αξιολογείται ως ιδιαίτερα σφοδρή ή ακόμα και

ακραία, σε μια γειτονική περιοχή. Όπως δείχνει η περίπτωση της Πελοποννήσου, η εκτιμώμενη περίοδος επαναφοράς της βροχόπτωσης μπορεί να διαφέρει ακόμα και μία τάξη μεγέθους, από σταθμό σε σταθμό.

Συμπερασματικά, η αξιολόγηση της επικινδυνότητας μιας ξηρασίας δεν μπορεί να καταστεί αξιόπιστη αν δεν υπάρχουν μεγάλοι μήκους χρονοσειρές, ώστε να περιγράψουν με ακρίβεια τη στατιστική δίαιτα των βροχοπτώσεων, και μάλιστα καλά κατανεμημένες χωρικά, ώστε να αποτυπώνουν την έντονη, ως φαίνεται, μεταβλητότητα των φαινομένων ξηρασίας.



Σχήμα 5-16. Χρονική εξέλιξη δείκτη RPPI σημειακής βροχόπτωσης σταθμών ΕΜΥ για χαρακτηριστικές χρονικές περιόδους.

5.4 Υπολογισμοί δεικτών υδρολογικής ξηρασίας

5.4.1 Ανάλυση χρονοσειράς απορροής Λάδωνα

Η υδρολογική ξηρασία, η οποία αναφέρεται στις απορροές, έχει μεγαλύτερο επιχειρησιακό ενδιαφέρον σε σχέση με τη μετεωρολογική, η οποία αναφέρεται στις βροχοπτώσεις. Στην περιοχή μελέτης, υπάρχει ένα και μόνο δείγμα απορροής ικανού μήκους, το οποίο αναφέρεται στις εισροές του φράγματος Λάδωνα. Το δείγμα αυτό καλύπτει μια περίοδο 55 υδρολογικών ετών, από το 1956-57 έως το 2010-11.

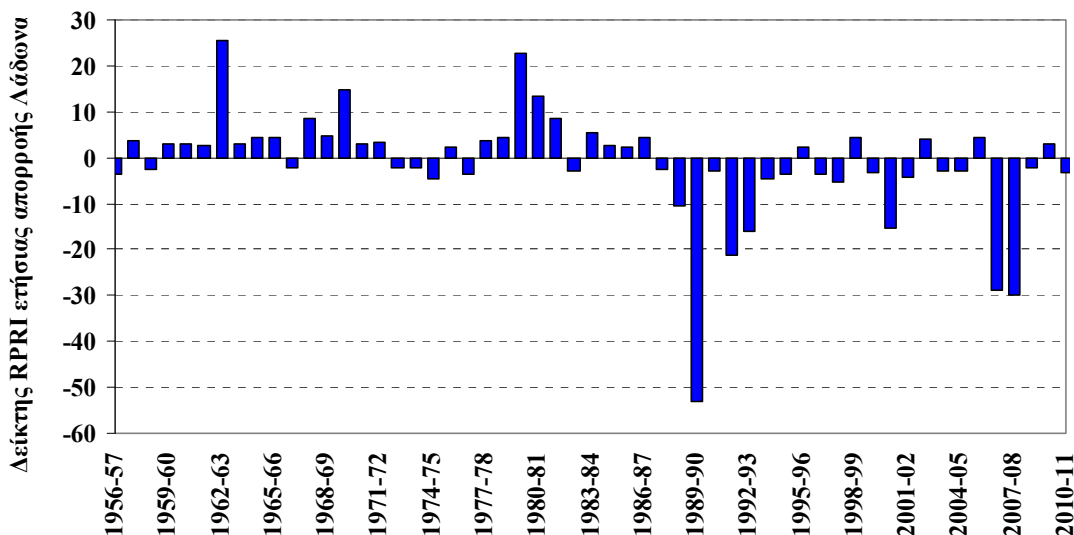
Για τη χρονοσειρά απορροής του Λάδωνα, συναθροισμένη στις διάφορες χρονικές κλίμακες, εκτιμήθηκαν οι πιθανότητες μη υπέρβασης για τις τέσσερις κατανομές της μεθοδολογίας, που δίνονται στους Πίνακες Γ9 έως Γ12 του Παραρτήματος Γ. Ακολουθώντας, και κατ' αντιστοιχία με τον δείκτη βροχόπτωσης RPPI, εκτιμήθηκε ο αντίστοιχος δείκτης RPPI για την απορροή (Return Period Runoff Index), με την υπόθεση ότι οι υπεράνω της απορροής που υπερβαίνουν τη δειγματική διάμεσο ακολουθούν λογαριθμοκανονική κατανομή, ενώ οι μικρότερες της διαμέσου τιμές ακολουθούν κατανομή Weibull (Πίνακας 5-5).

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

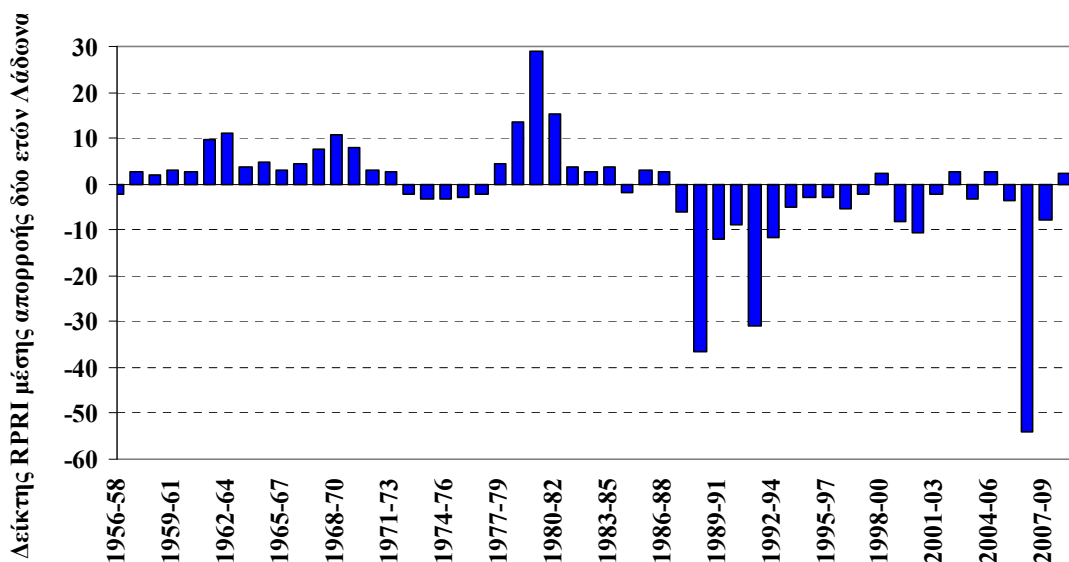
ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Πίνακας 5-5. Δείκτης RPRI απορροής Λάδωνα, για διάφορες χρονικές κλίμακες (οι αρνητικές τιμές υποδηλώνουν περίοδο επαναφοράς τιμών μικρότερων της διαμέσου).

Υδρολ. έτος	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
1956-57	2.3	-3.3	-3.5	-3.5	-2.1	-2.3	2.2	2.4
1957-58	2.1	3.2	3.5	3.6	2.5	2.8	2.9	2.8
1958-59	-2.9	-2.3	-2.5	-2.4	2.0	2.6	2.6	4.9
1959-60	2.8	3.1	3.0	3.1	3.2	3.0	6.6	5.8
1960-61	6.1	4.2	3.3	3.2	2.8	7.8	6.5	6.5
1961-62	-2.6	2.3	2.5	2.5	9.7	7.6	7.4	7.4
1962-63	12.4	18.6	22.7	25.4	11.0	10.2	9.6	6.9
1963-64	12.9	3.3	3.0	3.0	3.8	4.5	3.7	5.0
1964-65	-2.4	3.1	4.1	4.3	4.9	3.8	5.5	5.8
1965-66	3.2	5.4	4.4	4.6	3.1	5.2	5.6	8.6
1966-67	7.4	2.6	-2.1	-2.1	4.5	5.2	8.9	7.4
1967-68	-2.4	10.2	8.8	8.7	7.6	14.5	10.5	8.7
1968-69	8.0	5.3	4.6	4.6	10.6	8.2	7.0	5.3
1969-70	37.5	20.5	15.4	14.9	7.9	6.8	5.0	4.1
1970-71	-2.6	2.5	2.8	3.0	3.2	2.8	2.5	2.0
1971-72	-2.1	2.9	3.1	3.2	2.6	2.4	-2.5	-2.4
1972-73	-3.8	-2.7	-2.3	-2.2	-2.3	-3.0	-2.8	-3.2
1973-74	-3.0	-3.4	-2.3	-2.2	-3.4	-2.9	-3.3	-2.7
1974-75	2.3	-4.2	-4.6	-4.5	-3.2	-3.7	-2.7	2.1
1975-76	4.8	2.3	2.3	2.3	-2.8	2.2	2.7	4.9
1976-77	4.9	-2.6	-3.4	-3.6	-2.1	2.9	6.0	8.8
1977-78	-4.2	2.5	3.6	3.8	4.5	11.3	16.4	18.1
1978-79	2.8	3.8	4.2	4.4	13.6	22.1	23.6	12.5
1979-80	35.3	23.6	22.4	22.9	28.8	32.2	14.2	13.4
1980-81	56.3	15.0	12.9	13.3	15.2	7.3	7.9	6.3
1981-82	61.5	6.8	8.2	8.6	3.7	4.8	4.1	3.5
1982-83	3.6	-2.8	-3.1	-2.9	2.8	2.7	2.5	2.9
1983-84	6.2	5.1	5.3	5.3	3.8	3.2	3.6	3.0
1984-85	-4.1	2.5	2.5	2.5	-2.0	2.9	2.4	-2.7
1985-86	-4.4	2.3	2.2	2.2	3.0	2.4	-2.9	-5.1
1986-87	2.3	3.8	4.4	4.2	2.6	-3.0	-6.1	-5.8
1987-88	-2.6	-2.4	-2.5	-2.7	-5.9	-14.6	-10.6	-16.0
1988-89	-2.7	-8.4	-10.4	-10.4	-36.5	-15.9	-23.6	-30.5
1989-90	-8.4	-40.6	-57.0	-53.0	-12.2	-21.0	-27.3	-23.3
1990-91	5.3	-2.4	-2.8	-3.0	-8.8	-14.5	-13.2	-11.7
1991-92	-5.5	-28.7	-22.2	-21.3	-31.0	-20.1	-14.7	-9.5
1992-93	-14.4	-24.5	-16.4	-16.0	-11.6	-9.1	-6.1	-6.2
1993-94	-5.2	-4.5	-4.6	-4.8	-5.0	-3.7	-4.1	-4.9
1994-95	-6.6	-3.7	-3.7	-3.6	-2.8	-3.3	-4.2	-3.0
1995-96	-3.2	-2.1	2.4	2.4	-2.8	-3.8	-2.6	-2.9
1996-97	-2.1	-3.4	-3.5	-3.5	-5.3	-2.8	-3.1	-4.8
1997-98	-2.1	-4.2	-5.2	-5.4	-2.3	-2.7	-4.5	-5.1
1998-99	-2.4	3.5	4.4	4.3	2.4	-3.6	-4.2	-3.1
1999-00	2.4	-2.4	-3.0	-3.2	-8.2	-8.0	-4.2	-4.3
2000-01	-10.6	-19.0	-16.4	-15.4	-10.6	-4.1	-4.1	-4.2
2001-02	2.4	-4.1	-4.4	-4.3	-2.2	-2.5	-2.8	2.1



Σχήμα 5-17. Χρονική εξέλιξη δείκτη RPRI ετήσιας απορροής Λάδωνα.

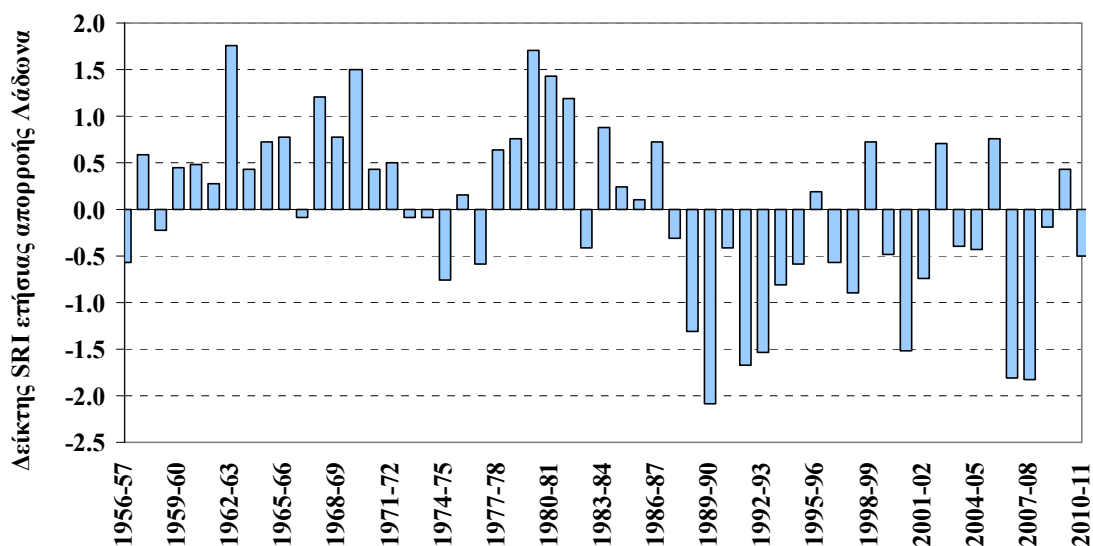


Σχήμα 5-18. Χρονική εξέλιξη δείκτη RPRI μέσης απορροής δύο ετών Λάδωνα.

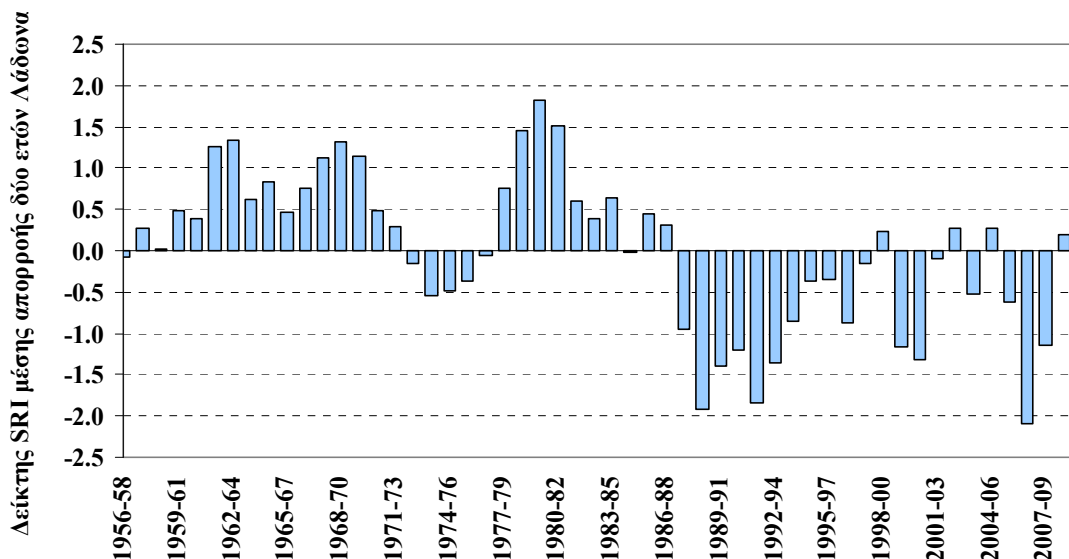
Στο Σχήμα 5-17 και Σχήμα 5-18 απεικονίζεται η χρονική εξέλιξη του δείκτη περιόδου επαναφοράς της απορροής RPRI, για δύο χαρακτηριστικές χρονικές κλίμακες (ετήσια, διετής), οι οποίες παρουσιάζουν μεγάλο διαχειριστικό ενδιαφέρον. Είναι φανερό ότι η συνολική περίοδος ελέγχου χωρίζεται σε δυο σαφώς οριοθετημένες υποπεριόδους υψηλής και χαμηλής υδροφορίας. Μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1980, οι περιπτώσεις αρνητικού δείκτη υδρολογικής ξηρασίας, δηλαδή η εμφάνιση ετήσιας (ομοίως, διετούς) απορροής μικρότερης της δειγματικής διαμέσου, είναι πολύ λίγες, και αντιστοιχούν σε περιόδους επαναφοράς της τάξης των πέντε ετών. Ακριβώς αντίθετη είναι η εικόνα των τελευταίων 25 περίπου ετών, με τον δείκτη ξηρασίας όχι μόνο να διατηρείται συστηματικά αρνητικός, αλλά να λαμβάνει και σχετικά ακραίες τιμές. Είναι χαρακτηριστικό ότι, στην ετήσια κλίμακα, το πλέον ξηρό έτος είναι το 1989-90, για το οποίο εκτιμάται περίοδος επαναφοράς της απορροής μεγαλύτερη της πενήκονταετίας. Ωστόσο, στην κλίμακα της διετίας, η οποία είναι εξαιρετικά κρίσιμη για την διαχείριση ταμειωτήρων υπερετήσιας ρύθμισης, η πλέον δυσμενής

περίοδος είναι η διετία 2006-08, για την οποία εκτιμάται περίοδος επαναφοράς 54 ετών, ενώ αρκετά μικρότερη είναι η περίοδος επαναφοράς της διετίας 1988-90, για την οποία προκύπτει περίοδος επαναφοράς 37 ετών. Επισημαίνεται, πάντως, ότι η αξιολόγηση αυτή αναφέρεται σε ένα και μόνο δείγμα απορροής, το οποίο δεν μπορεί να θεωρηθεί αντιπροσωπευτικό της γενικής υδρολογικής διαίτας των επιφανειακών υδατικών πόρων της Πελοποννήσου. Μάλιστα, η χρονοσειρά που εξετάζεται αναφέρεται σε μια ορεινή λεκάνη με πολύ πλούσιο υδατικό δυναμικό, που αναμένεται να είναι πολύ λιγότερο ευαίσθητη στις μετεωρολογικές ξηρασίας, σε σχέση π.χ. με τις ημιάνυδρες λεκάνες του ανατολικού τμήματος της περιοχής μελέτης.

Στο Σχήμα 5-19 και Σχήμα 5-20 απεικονίζεται ο ανηγμένος δείκτης SRI για την ετήσια και διετή κλίμακα, που προκύπτει από τον αντίστροφο μετασχηματισμό του RPRI. Παρατηρείται ότι η μεταβλητότητα του SRI είναι πολύ περιορισμένη, συγκριτικά με τον RPRI. Ο προτεινόμενος δείκτης, που βασίζεται στην εκτίμηση της περιόδου επαναφοράς, αποτυπώνει με πολύ καλύτερη ευκρίνεια τα ακραία γεγονότα ξηρασίας (όπως και υψηλής υδροφορίας), ενώ ο τυπικός δείκτης που βασίζεται στην τυποποιημένη κανονική μεταβλητή δίνει μια εμφανώς πιο εξομαλυμένη εικόνα της δριμύτητας των φαινομένων.



Σχήμα 5-19. Χρονική εξέλιξη ανηγμένου δείκτη SRI ετήσιας απορροής Λάδωνα.



Σχήμα 5-20. Χρονική εξέλιξη ανηγμένου δείκτη SRI μέσης ετήσιας απορροής δύο ετών.

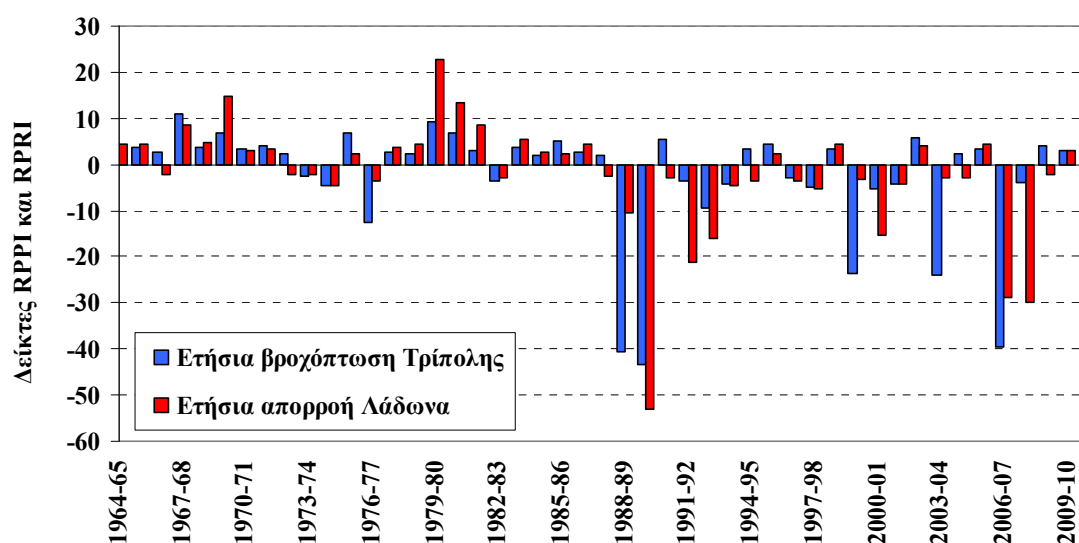
5.4.2 Σύγκριση υδρολογικής και μετεωρολογικής ξηρασίας στην λεκάνη του Λάδωνα

Προκειμένου να συγκριθούν τα στατιστικά μεγέθη της υδρολογικής ξηρασίας στη λεκάνη του Λάδωνα, με τη μετεωρολογική ξηρασία που οφείλεται στη μείωση των βροχοπτώσεων, χρησιμοποιήθηκε η χρονοσειρά μηνιαίας βροχόπτωσης του σταθμού Τρίπολης της ΕΜΥ, για την κοινή περίοδο των δύο δειγμάτων (1964-65 ως 2010-11). Συγκεκριμένα, για την εν λόγω χρονοσειρά υπολογίστηκαν ο δείκτης RPPI και ο ανηγμένος δείκτης SRI, σε όλες τις χρονικές κλίμακες που εξετάζονται (από τρίμηνη έως πενταετής).

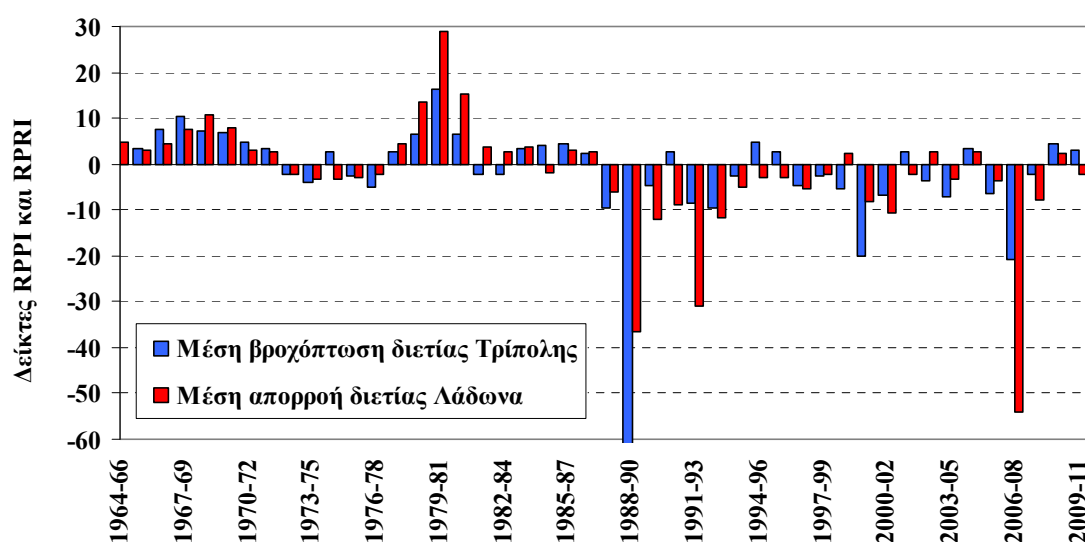
Στο Σχήμα 5-21 και Σχήμα 5-22 απεικονίζονται η χρονική εξέλιξη των δεικτών RPPI (περίοδος επαναφοράς σημειακής βροχόπτωσης Τρίπολης) και RPRI (περίοδος επαναφοράς απορροής Λάδωνα), για χρονικές κλίμακες ενός και δύο ετών. Γενικά, οι δύο δείκτες συμβαδίζουν, με ορισμένες εξαιρέσεις που κυρίως αναφέρονται στα ακραία γεγονότα. Για παράδειγμα, το έτος 1988-89 καταγράφεται μια πολύ χαμηλή τιμή του δείκτη μετεωρολογικής ξηρασίας (40 έτη), ωστόσο η αντίστοιχη περίοδος επαναφοράς της απορροής είναι πολύ μικρότερη (10 έτη). Την επόμενη χρονιά καταγράφεται εξίσου χαμηλή βροχόπτωση, περιόδου επαναφοράς 45 ετών, και τότε μόνο εμφανίζεται δριμυία υδρολογική ξηρασία, περιόδου επαναφοράς 55 ετών. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει ότι η λεκάνη του Λάδωνα αποκρίθηκε με υστέρηση ενός έτους στη μετεωρολογική ξηρασία, πιθανόν επειδή σημαντικό ποσοστό της απορροής προέρχεται από την εκφόρτιση πηγών. Δεδομένου ότι ο υδροφορέας λειτουργεί ως ταμιευτήρας υπερετήσιας ρύθμισης, οι επιπτώσεις μιας μεμονωμένης, αν και πολύ έντονης, μετεωρολογικής ξηρασίας, υπήρξαν σχετικά ήπιες. Ωστόσο, την επόμενη χρονιά, η εμμονή της μετεωρολογικής ξηρασίας (η περίοδος επαναφοράς της οποίας, στη διετή κλίμακα, εκτιμάται σε 137 έτη) είχε ως αποτέλεσμα την εμφάνιση μιας ακραίας υδρολογικής ξηρασίας.

Παρόλα αυτά, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η περίοδος 1988-90 δεν ήταν η πλέον δυσμενής για την απορροή. Η πιο ξηρή, από υδρολογική και όχι μετεωρολογική σκοπιά, ξηρασία, περιόδου επαναφοράς 54 ετών, παρατηρήθηκε τη διετία 2006-08. Θεωρούμε ότι η ξηρασία αυτή οφείλεται αφενός στην εξαιρετικά χαμηλή βροχόπτωση του μεμονωμένου έτους 2006-07 (με

περίοδο επαναφοράς 40 έτη), σε συνδυασμό με την προηγούμενη περίοδο συστηματικά χαμηλών βροχοπτώσεων. Ειδικότερα, οι χρονιές 1999-00 και 2003-04 υπήρξαν ιδιαίτερα φτωχά σε βροχοπτώσεις, η περίοδος επαναφοράς των οποίων εκτιμάται σε 25 έτη.



Σχήμα 5-21. Σύγκριση χρονικής εξέλιξης δείκτη RPRI ετήσιας απορροής Λάδωνα και δείκτη RPRI ετήσιας βροχόπτωσης Τρίπολης.



Σχήμα 5-22. Σύγκριση χρονικής εξέλιξης δείκτη RPRI απορροής διετίας Λάδωνα και δείκτη RPRI βροχόπτωσης διετίας Τρίπολης.

5.4.3 Σύγκριση υδρολογικής και μετεωρολογικής ξηρασίας στις χρονοσειρές απορροής του μοντέλου

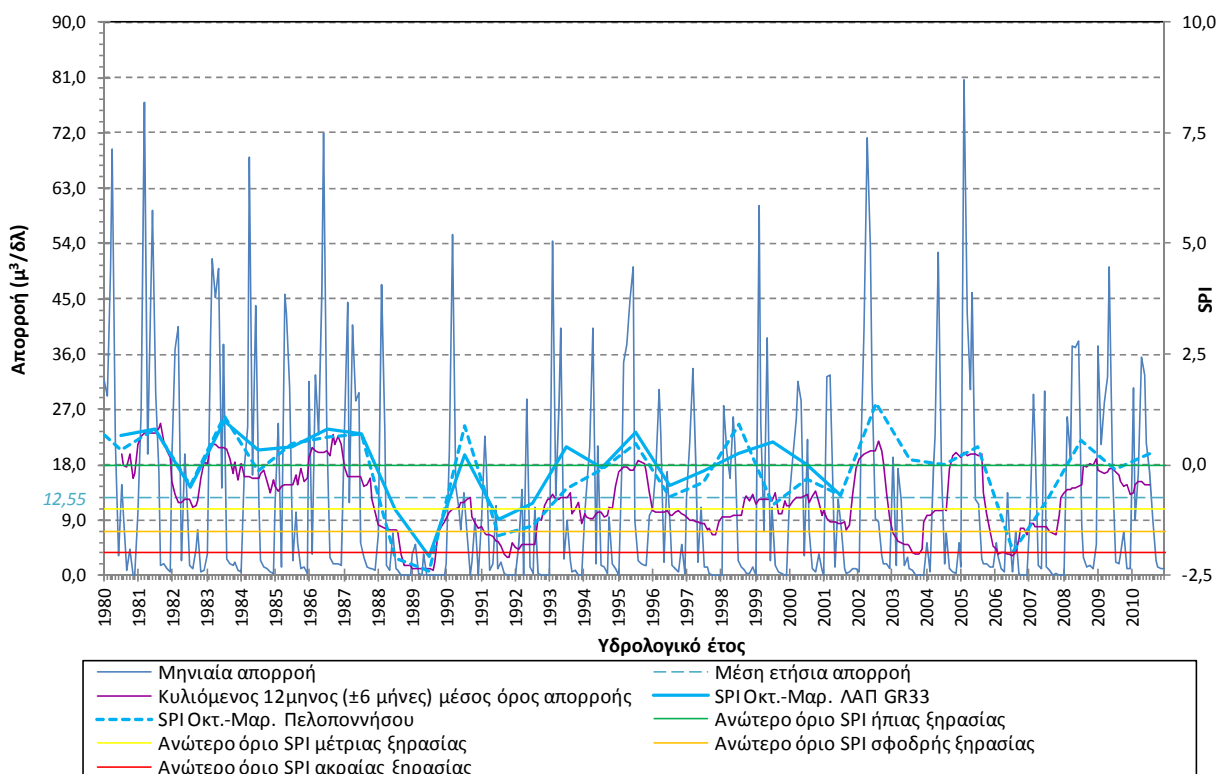
Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενη παράγραφο, το δείγμα απορροής της υπολεκάνης ανάντη του φράγματος Λάδωνα και η συσχέτισή του με τον μετεωρολογικό δείκτη ξηρασίας δεν μπορεί να θεωρηθεί αντιπροσωπευτικό του γενικού υδρολογικού καθεστώτος ιδιαίτερα στο Υδατικό Διαμέρισμα της Ανατολικής Πελοποννήσου, το οποίο χαρακτηρίζεται από ημιάνυδρες περιοχές.

Για το λόγο αυτό έγινε επί πρόσθετα η συσχέτιση του μετεωρολογικού δείκτη SPI με τις υδρολογικές χρονοσειρές του μοντέλου Sacramento για το συγκεκριμένο ΥΔ. Στα παρακάτω σχήματα (Σχήμα 5-23 έως Σχήμα 5-26) παρουσιάζονται οι χρονοσειρές απορροής, η μέση ετήσια απορροή, ο κυλιόμενος μέσος όρος απορροής, ο SPI 6 μηνών (Οκτώβριος-Μάρτιος) για τις ΛΑΠ που αντιστοιχεί κάθε περιοχή εξέτασης, ο SPI 6 μηνών της Πελοποννήσου και τα όρια κατάταξης του επιπέδου ξηρασίας (ήπια, μέτρια, σφοδρή και ακραία ξηρασία). Προκειμένου να συγκριθούν τα στατιστικά μεγέθη της υδρολογικής ξηρασίας, με τη μετεωρολογική ξηρασία, χρησιμοποιήθηκαν για το ΥΔ02, οι χρονοσειρές απορροής στις περιοχές των εκβολών των ποταμών Πηνειού, Πείρου, Σελινούντα, Ασωπού και Βουραϊκού. Ο SPI 6 μηνών για κάθε ΛΑΠ υπολογίστηκε στο χρονικό διάστημα 22 ετών (1980-2002) στο οποίο υπάρχουν μετεωρολογικά δεδομένα. Ο SPI 6 μηνών για τη Πελοπόννησο υπολογίστηκε για το χρονικό διάστημα 1965-2011 αφού ελήφθησαν υπόψη, τα μετεωρολογικά δεδομένα των σταθμών της ΕΜΥ, οι οποίοι διαθέτουν χρονοσειρές δεδομένων για το παραπάνω χρονικό διάστημα.

Δεδομένου του υπολογισμού των χρονοσειρών με το υδρολογικό μοντέλο προσομοίωσης Sacramento, τα στοιχεία-αποτελέσματα του μοντέλου που χρησιμοποιήθηκαν για περαιτέρω ανάλυση αφορούν, όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο, σε μικτή απορροή.

Αξιόλογες χρονικές υστερήσεις της απορροής σε σχέση με τον μετεωρολογικό δείκτη ξηρασίας SPI παρατηρούνται σε ποτάμια όπου μεγάλο τμήμα της παροχής τους προέρχεται από τις εκφορτίσεις πηγών από ΥΥΣ.

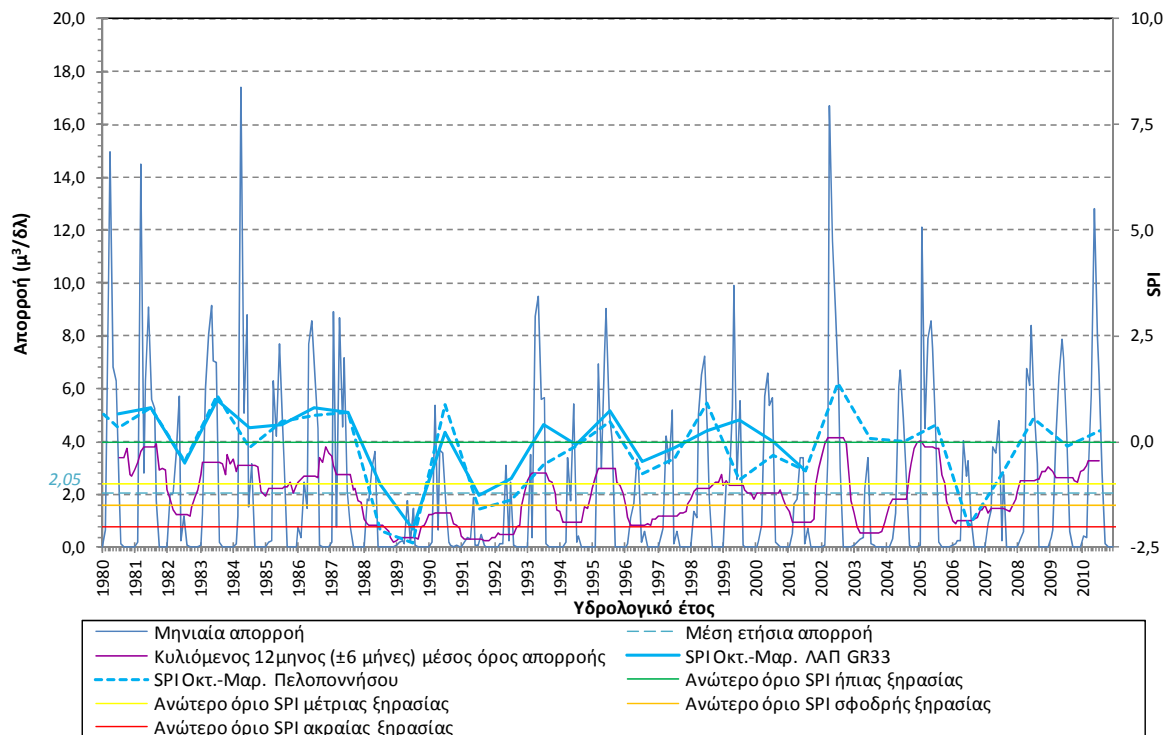
Λεκάνη Απορροής Ποταμού Ευρώτα (GR33)



Σχήμα 5-23. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξης του με τη χρονοσειρά απορροής του μοντέλου Sacramento για την περιοχή της εκβολής του π.Ευρώτα (Σημείο 3_101_0)

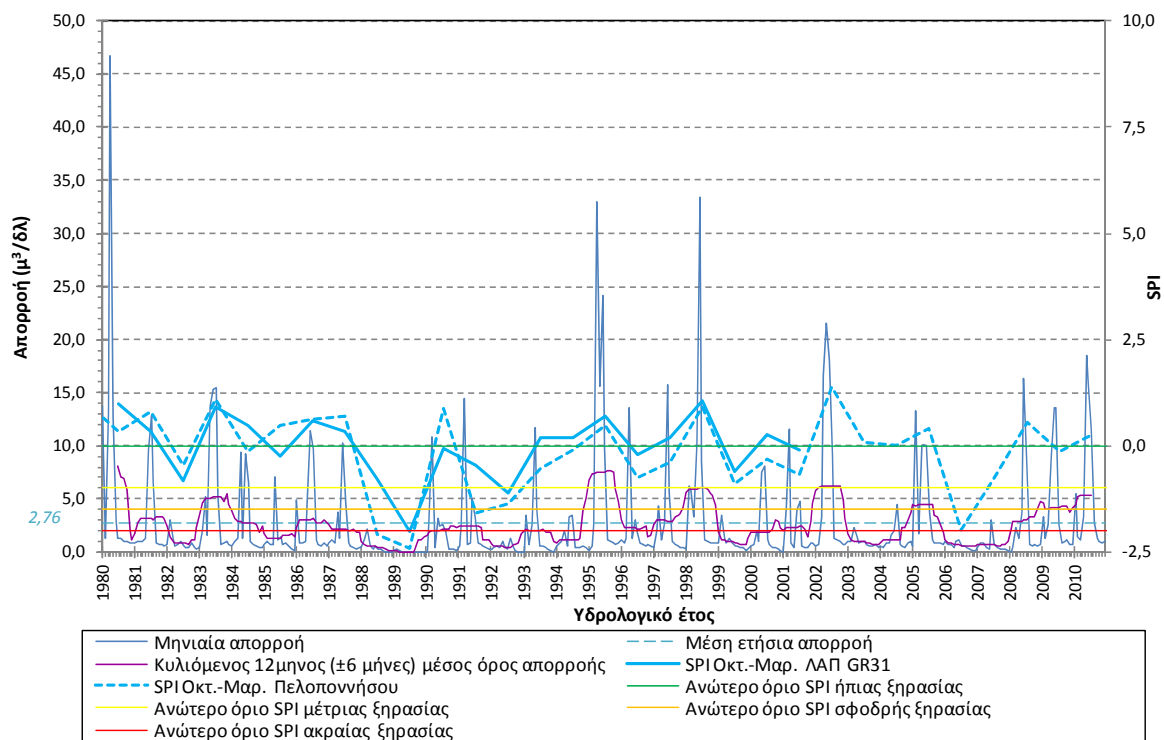
ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

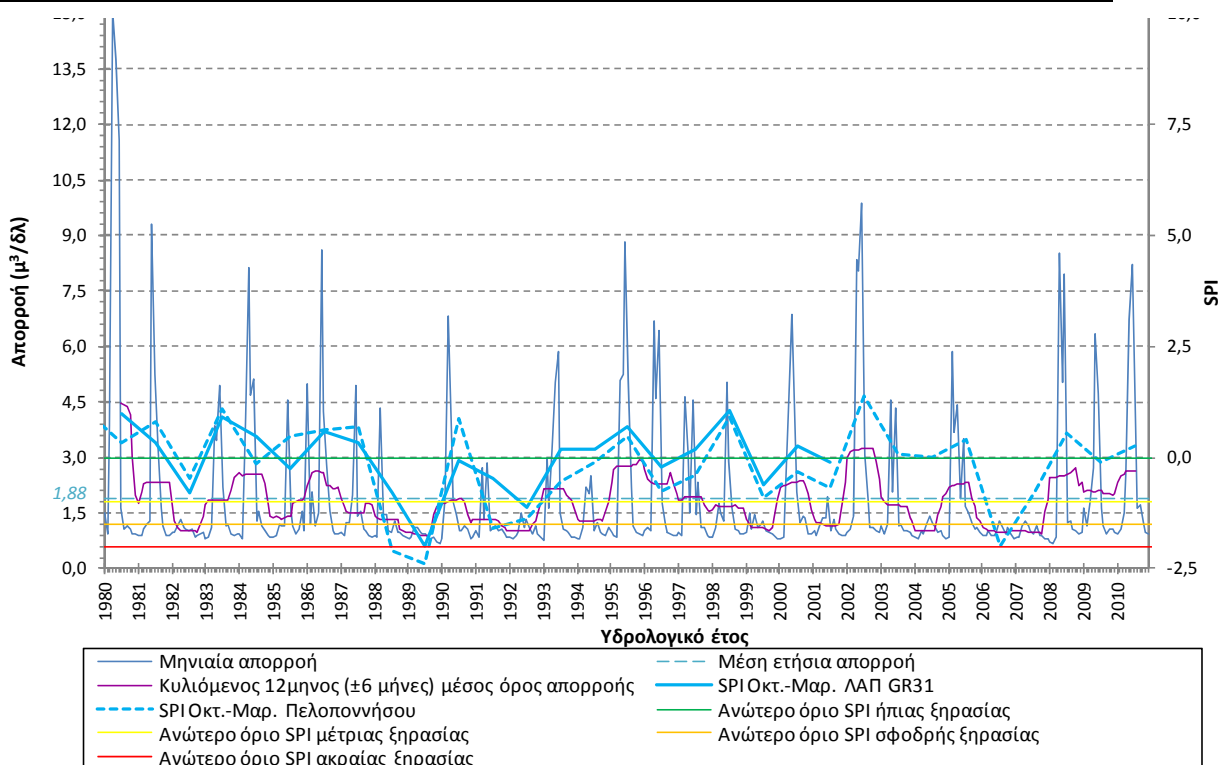


Σχήμα 5-24. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξης του με τη χρονοσειρά απορροής του μοντέλου Sacramento για την περιοχή της εκβολής του π.Πλατού (Σημείο 3_681_0)

Λεκάνη Απορροής ρεμάτων Αργολικού Κόλπου (GR31)



Σχήμα 5-25. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξης του με τη χρονοσειρά απορροής του μοντέλου Sacramento για την περιοχή της εκβολής του π.Ίναχου (Σημείο 3_601_0)



Σχήμα 5-26. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά απορροής του μοντέλου Sacramento για την περιοχή της εκβολής του π. Τάνου (Σημείο 3_621_0)

Από τα παραπάνω διαγράμματα μπορούν να εξαχθούν πολύτιμα συμπεράσματα για τη συσχέτιση της μετεωρολογικής με την υδρολογική ξηρασία στις ΛΑΠ οροπεδίου Τρίπολης (GR30), ρεμάτων Αργολικού Κόλπου (GR31) και ΛΑΠ Ευρώτα (GR 33). Πιο συγκεκριμένα τεκμηριώνονται και από τις χρονοσειρές απορροών πέραν του μετεωρολογικού δείκτη ξηρασίας, τα 2 πιο έντονα και πρόσφατα φαινόμενα ξηρασίας της περιοχής στα έτη 1988-1994 και 2006-2008. Επιπρόσθετα οι δείκτες SPI των ΛΑΠ GR30, GR31, GR33 και Πελοποννήσου συμβαδίζουν γενικά με τις χρονοσειρές και τον κυλιόμενο μέσο όρο των απορροών. Εξάιρεση αποτελούν ποτάμια της περιοχής που η παροχή τους σε μεγάλο ποσοστό εξαρτάται από εκφορτίσεις πηγών από υπόγειους υδροφορείς που λειτουργούν με υπερετήσια αναρρύθμιση των αποθεμάτων τους. Στις περιοχές αυτές εμφανίζεται μια χρονική υστέρηση της απορροής σε σχέση με την μετεωρολογική ξηρασία. Τέλος, λόγω των μικρών γενικά λεκανών απορροής και κατά συνέπεια και του μικρού χρόνου συρροής, η απόκριση του SPI σε σχέση με τις απορροές είναι σχεδόν άμεση, εμφανίζοντας τα ακρότατα περίπου τις ίδιες χρονικές περιόδους.

5.4.4 Σύγκριση μετεωρολογικής ξηρασίας με μετρήσεις παροχών πηγών

Τα ελλιπή δεδομένα μετρήσεων παροχών δεν μας επιτρέπουν πάντα τη σύγκρισή τους με την μετεωρολογική ξηρασία και την εξαγωγή συμπερασμάτων που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν διαχειριστικά στο μέλλον.

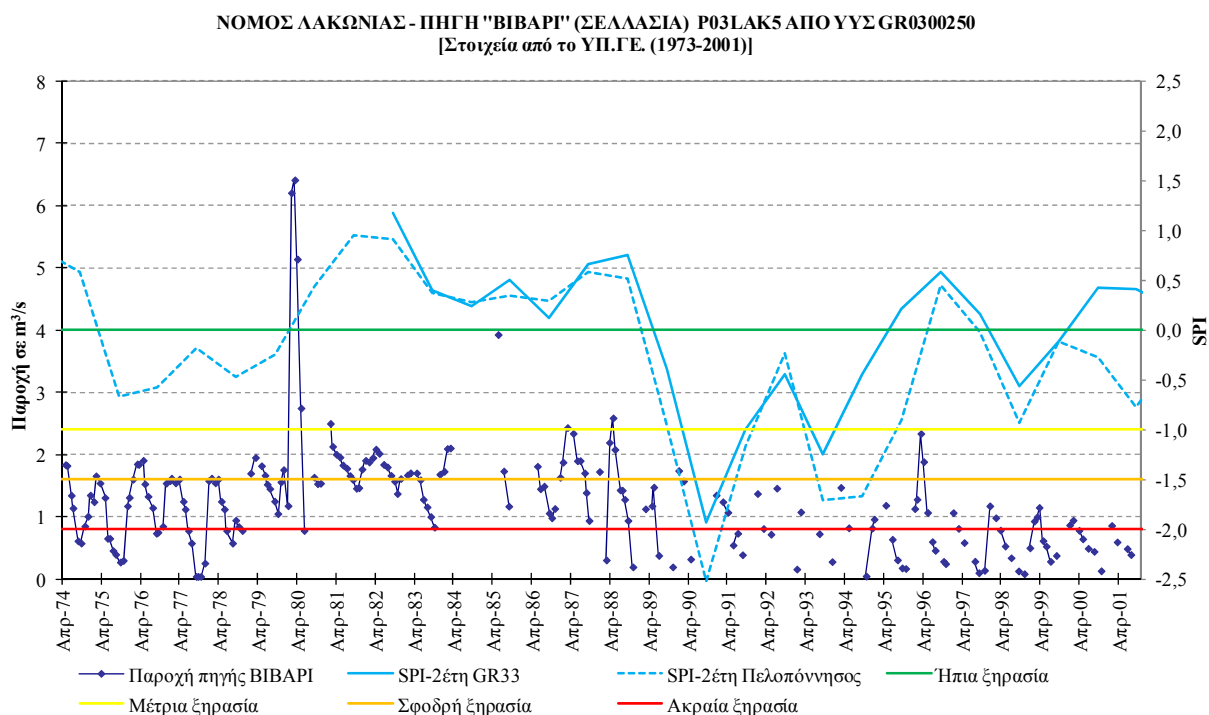
Στις μεγάλες πηγές με εκτεταμένη λεκάνη τροφοδοσίας όπως οι πηγές Αναβάλου Κιβερίου δεν παρατηρείται, άμεσα, για διάστημα 1-2 ετών ουσιαστική διαφοροποίηση των εκφορτίσεων μετά την ξηρασία.

Η μείωση των πηγαίων εκφορτίσεων μετατοπίζεται 1-2 χρόνια μετά εξαιτίας της ταχύτητας υπόγειας διακίνησης των νερών και της μεγάλης λεκάνης τροφοδοσίας. Στις μικρότερες πηγές, που εκφορτίζουν μικρότερες υδρογεωλογικές λεκάνες η συσχέτιση των συνθηκών τροφοδοσίας (βροχοπτώσεις) και των πηγαίων εκφορτίσεων είναι πλέον άμεση με κάποια υστέρηση κάποιων μηνών στην εμφάνιση των ελάχιστων τιμών. Η μη ύπαρξη όμως συνεχών χρονοσειρών δεν επιτρέπει την διατύπωση ασφαλών συμπερασμάτων.

Σε κάποιες πηγές που χρησιμοποιούνται για κάλυψη αναγκών άρδευσης και ύδρευσης μέσω αντλήσεων από γεωτρήσεις η συσχέτιση αυτή είναι δυσκολότερη γιατί στις περιόδους ξηρασίας αυξάνονται οι αντλήσεις και πλασματικά μειώνονται οι εκφορτίσεις λόγω αναρρύθμισης. Είναι σκόπιμο εδώ, να λαμβάνονται υπόψη και οι απολήψεις μέσω γεωτρήσεων για τον υπολογισμό των εκφορτίσεων.

Η συσχέτιση αυτή των εκφορτίσεων με τις ανάντη αντλήσεις μπορεί να αποτυπωθεί στο διάγραμμα της πηγής Βιβάρι (Σελλασία) όπου μετά το 1988-89, πιθανώς λόγω κατασκευής γεωτρήσεων ανάντη, των πηγών η συνολική εκφόρτιση της πηγής διαφοροποιήθηκε λόγω αντλήσεων οι οποίες ουσιαστικώς έχουν επιφέρει την αναρρύθμισή της.

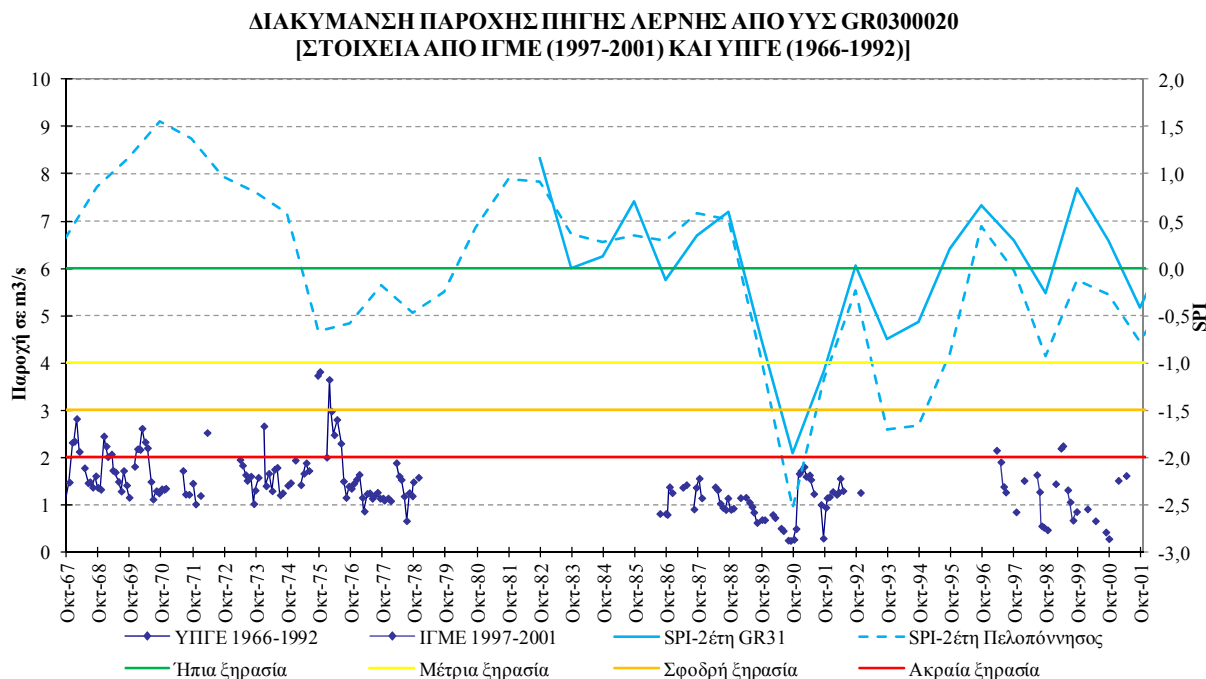
Λεκάνη Απορροής Ποταμού Ευρώτα (GR33)



Σχήμα 5-27. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά παροχής της πηγής Βιβάρι (Σελλασία)

Παρόμοια συμπεριφορά παρατηρείται στη σύγκριση των εκφορτίσεων της πηγής Λέρνης, όπου παρατηρείται μείωση των συνολικών παροχών λόγω κατασκευής γεωτρήσεων στον ανάντη της πηγής χώρο. Χαρακτηριστικά εδώ παρατηρείται μετά την χαμηλή τιμή SPI το 1989-90 και την κατασκευή των ανάντη γεωτρήσεων, ότι οι εκφορτίσεις δεν συσχετίζονται στη συνέχεια με την ανοδική τιμή SPI αλλά συνδέονται ουσιαστικώς με τις αντλήσεις.

Λεκάνη Απορροής ρεμάτων Αργολικού Κόλπου (GR31)



Σχήμα 5-28. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά παροχής της πηγής Λέρνης

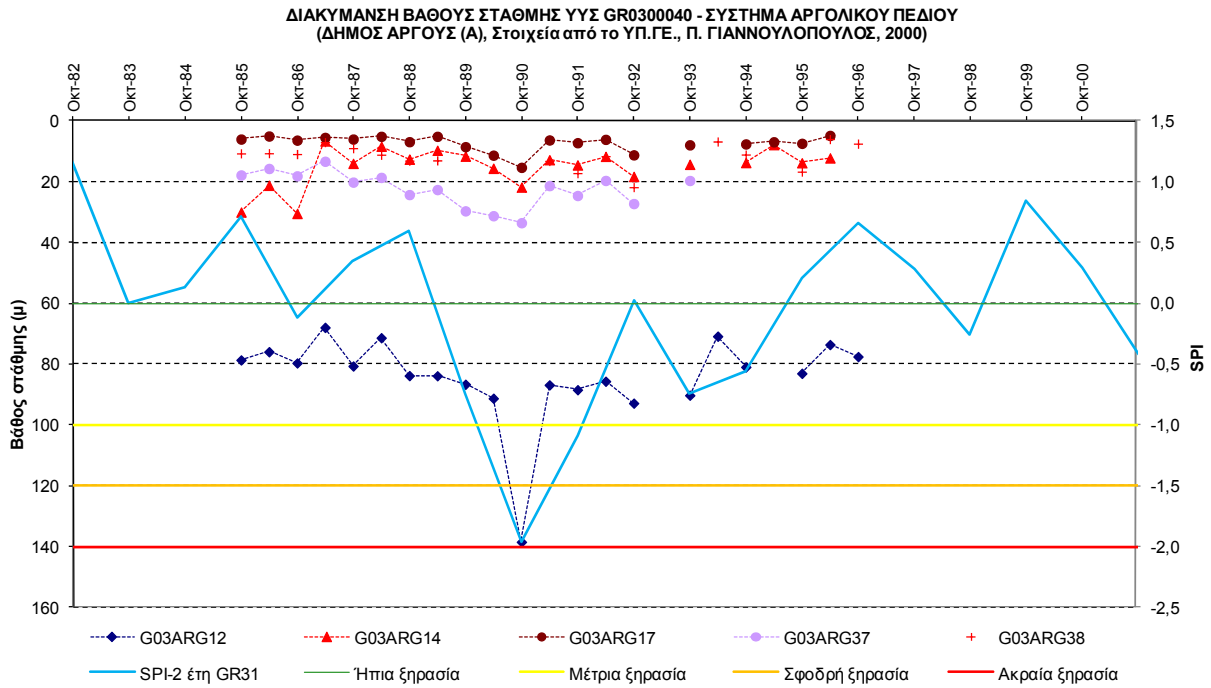
5.4.5 Σύγκριση μετεωρολογικής ξηρασίας με μετρήσεις σταθμών νερού σε γεωτρήσεις των ΥΥΣ

Στις περιπτώσεις που έχουμε χρονοσειρά μετρήσεων της υπόγειας στάθμης παρατηρείται άμεση συσχέτιση καμπύλης SPI με την υπόγεια διακύμανση του νερού. Κατά τη διάρκεια εμφάνισης μετεωρολογικής ξηρασίας, για να καλυφθούν οι αυξημένες ανάγκες των καλλιεργειών, αυξάνονται οι αντλήσεις από τους υπόγειους υδροφορείς. Η πρακτική αυτή της αύξησης των αντλήσεων, πολλές φορές παραμένει και τις επόμενες χρονιές με αποτέλεσμα να υπάρχει υστέρηση στην επαναφορά της στάθμης που συνδέεται φυσικά με τις συνθήκες επαναπλήρωσης των αντλούμενων ποσοτήτων.

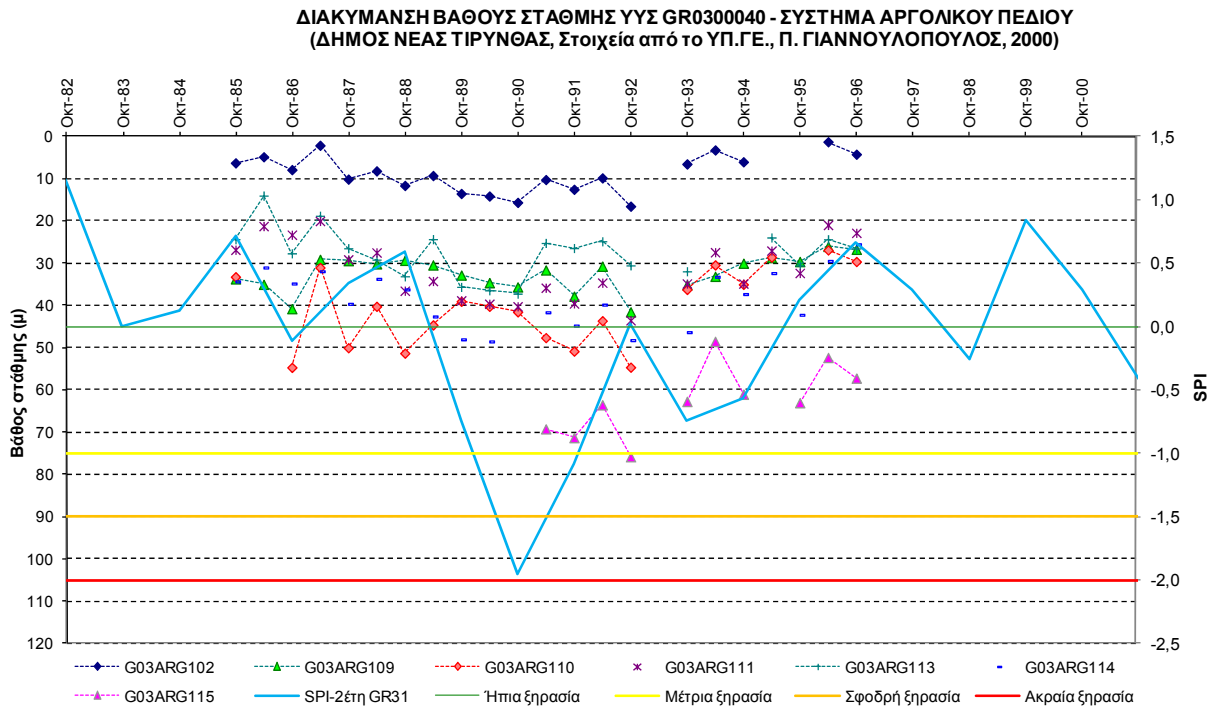
Στην περίπτωση ελεύθερης επιφάνειας (φρεάτιας) υπόγειας υδροφορίας η επαναπλήρωση γίνεται με σχετική ευκολία τις επόμενες πλέον υγρές περιόδους. Στην περίπτωση, αντιθέτως, ανάπτυξης υπό πίεση υδροφοριών η επαναπλήρωση είναι πλέον χρονοβόρα και επέρχεται με καθυστέρηση. Να τονιστεί επίσης, ότι η διακύμανση της υπόγειας εκφόρτισης δεν σχετίζεται μόνο με συνθήκες φυσικής υπόγειας εκφόρτισης των υπογείων συστημάτων αλλά και με τις ποσότητες και τους ρυθμούς αντλήσεων.

Με τη σύγκριση των μετρήσεων στάθμης με το δείκτη SPI στο Αργολικό πεδίο, στις περισσότερες από τις γεωτρήσεις παρατηρείται άμεση συσχέτιση της διακύμανσης με τις χαμηλές τιμές του δείκτη, ενώ η άνοδος της στάθμης είναι πλέον άμεση από αυτή της ανόδου του δείκτη SPI.

Λεκάνη Απορροής ρεμάτων Αργολικού Κόλπου (GR31)

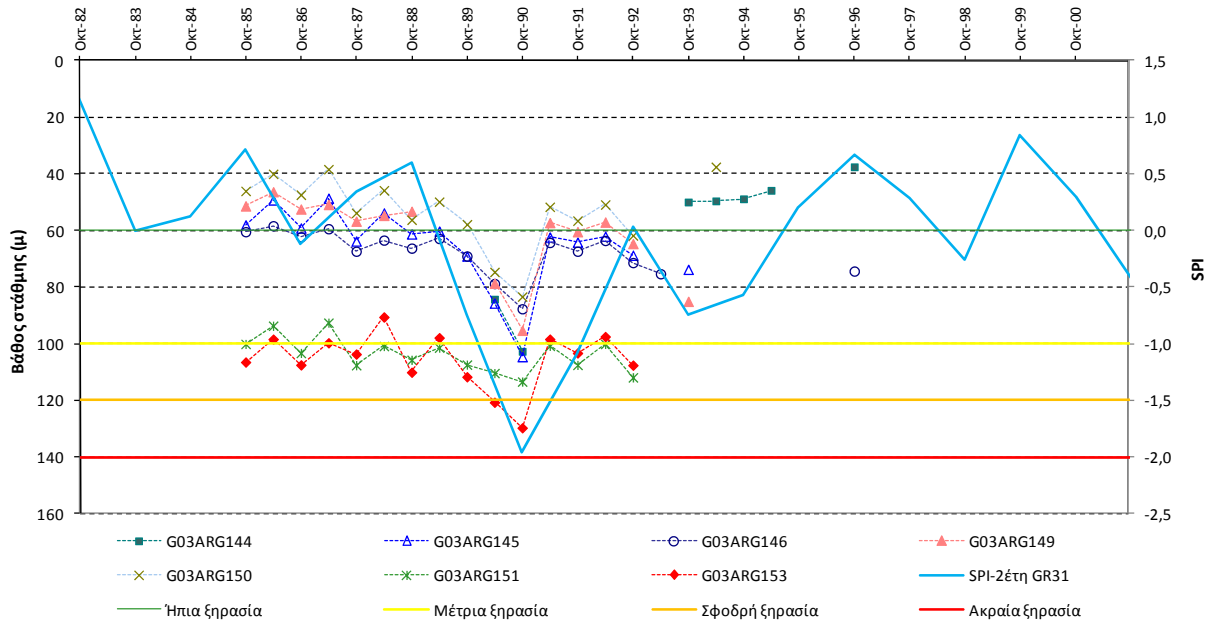


Σχήμα 5-29. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στον Δήμο Άργους του ΥΥΣ GR0300040



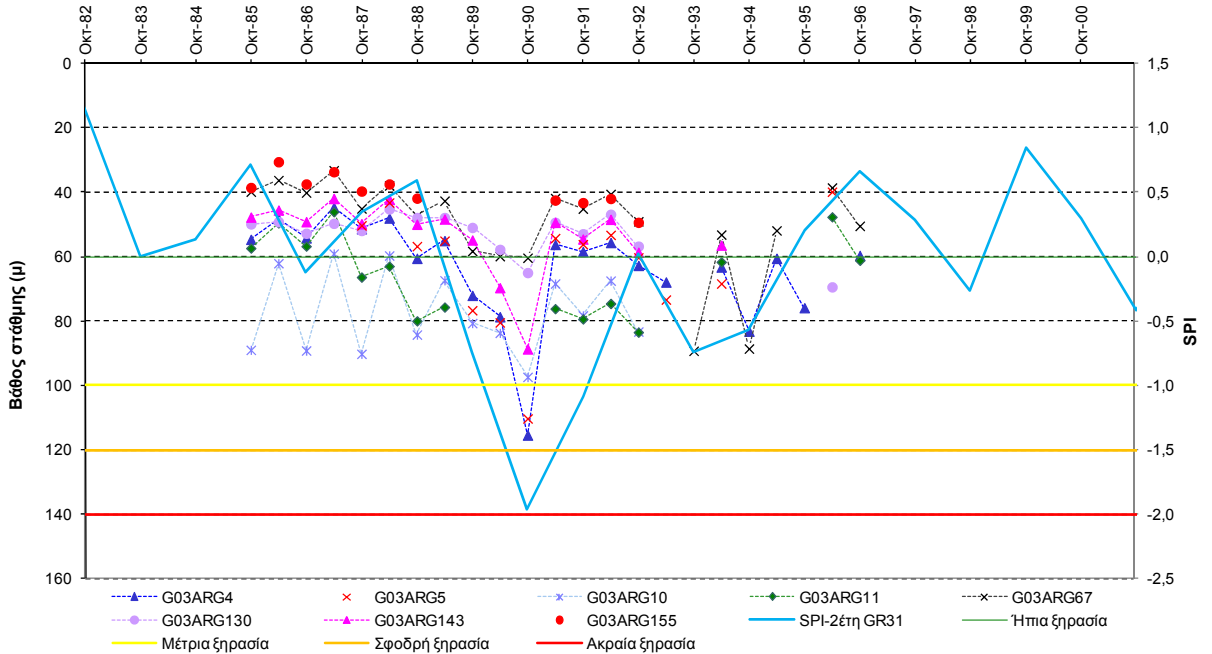
Σχήμα 5-30. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στον Δήμο Νέας Τίρυνθας του ΥΥΣ GR0300040

**ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΒΑΘΟΥΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΥΣ GR0300040 - ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΓΟΛΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ
 (ΔΗΜΟΣ ΜΥΚΗΝΑΙΩΝ, Στοιχεία από το ΥΠ.Α.Α.Τ., Π. ΓΙΑΝΝΟΥΛΟΠΟΥΛΟΣ, 2000)**



Σχήμα 5-31. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξης του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στον Δήμο Μυκηναιών του ΥΥΣ GR0300040

**ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΒΑΘΟΥΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΥΣ GR0300040 - ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΓΟΛΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ
 (ΔΗΜΟΣ ΚΟΥΤΣΟΠΟΔΙΟΥ (Α), Στοιχεία από το ΥΠ.Γ.Ε, Π. ΓΙΑΝΝΟΥΛΟΠΟΥΛΟΣ, 2000)**



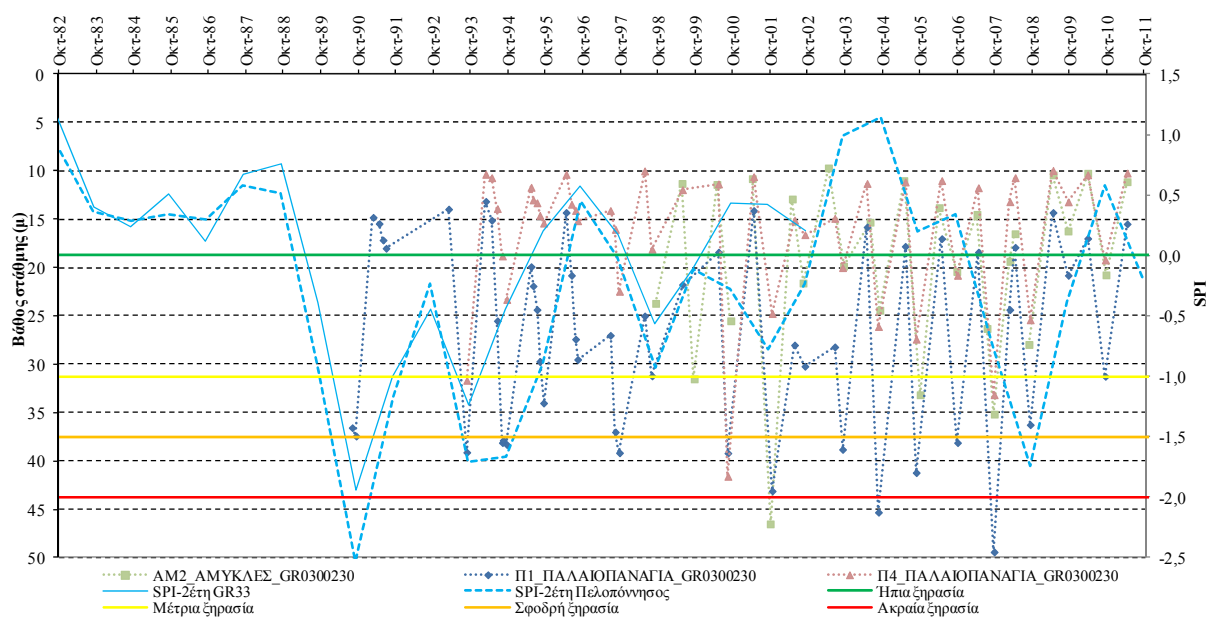
Σχήμα 5-32. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξης του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στον Δήμο Κουτσοποδίου του ΥΥΣ GR0300040

Από την διακύμανση της στάθμης που παρατηρείται στα πιεζόμετρα της περιοχής του Ευρώτα (GR0300230) δεν προκύπτει κάποια συσχέτιση με τη διακύμανση του δείκτη SPI. Η διακύμανση της υπόγειας στάθμης έχει μια τυπική συμπεριφορά μεγίστων και ελαχίστων το εύρος της οποίας ξεπερνά και τα 20-25μ. Η απόκλιση αυτή συνδέεται περισσότερο μάλλον με τις αντλήσεις και λιγότερο με τη διακύμανση του SPI. Είναι χαρακτηριστικό ότι τα ελάχιστα της στάθμης διαμορφώνονται κάθε έτος ανεξαρτήτως τιμής SPI. Οι μέγιστες τιμές της στάθμης φαίνεται να παρουσιάζουν μια υστέρηση το 2007 η οποία όμως τα δύο επόμενα χρόνια επανέρχεται.

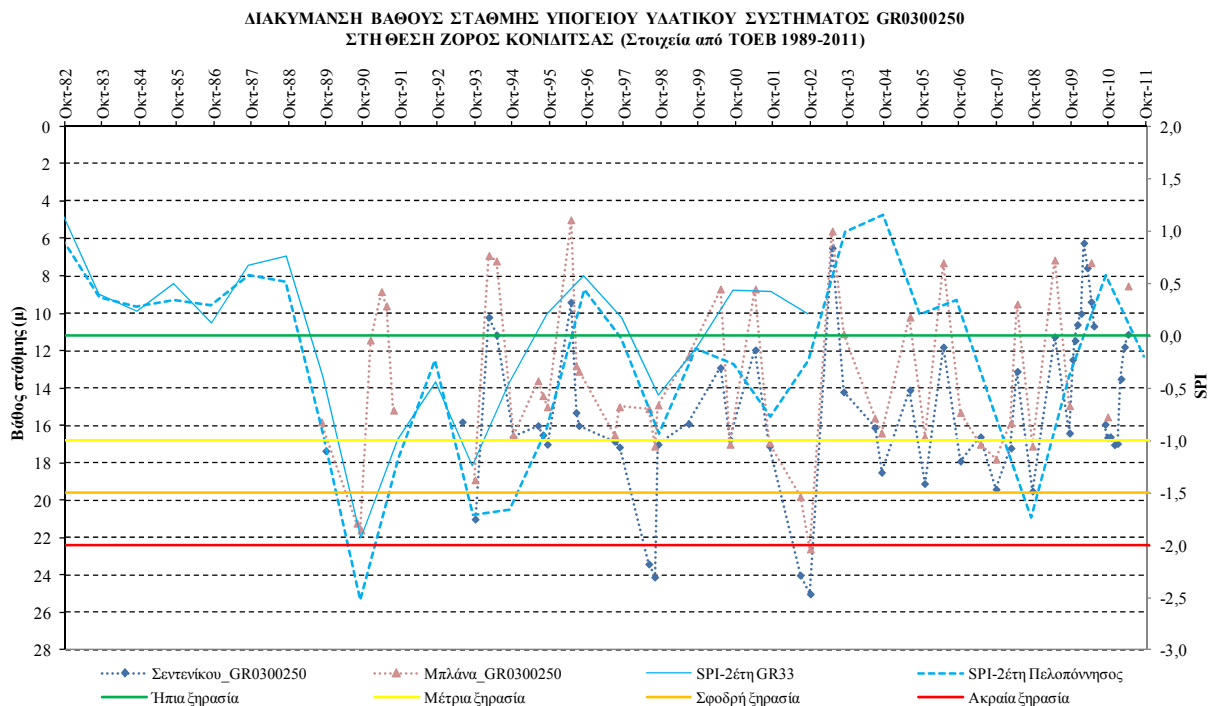
Στην περίπτωση του συστήματος Σελλασίας - Ζορού (GR0300250) οι γεωτρήσεις ουσιαστικώς μας δείχνουν τις συνθήκες εκφόρτισης του καρστικού συστήματος. Μέχρι το 2002 υπάρχει μια γενική συσχέτιση με το SPI ιδιαίτερα για τις ελάχιστες τιμές αυτού. Στις υψηλές τιμές του SPI η διακύμανση της στάθμης παρουσιάζει επιμέρους διαφοροποιήσεις και ελάχιστα μη ακολουθώντας την γενικά ανοδική πορεία του SPI. Οι διαφοροποιήσεις αυτές εκτιμάται ότι οφείλονται στις αντλήσεις κατά την αρδευτική περίοδο.

Λεκάνη Απορροής Ποταμού Ευρώτα (GR33)

ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΒΑΘΟΥΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ GR0300230
ΣΤΑ ΣΗΜΕΙΑ Π1, Π4, ΑΜ2 (Στοιχεία από ΤΟΕΒ 1989-2011)



Σχήμα 5-33. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στα σημεία Π1, Π4, ΑΜ2 του ΥΥΣ GR0300230



Σχήμα 5-34. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξης του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στη θέση Ζόρος Κονιδίτσας του ΥΓΣ GR0300250

6 ΑΝΑΛΥΣΗ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΞΗΡΑΣΙΩΝ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

6.1 Αναγνώριση ιστορικών ξηρασιών

6.1.1 Μεθοδολογία αναγνώρισης ξηρασιών

Με βάση την τιμή του SPI, οι McKee *et al.* (1993) κατέταξαν την ένταση της ξηρασίας στις κατηγορίες που παρουσιάζει ο Πίνακας 5-2. Οι ερευνητές χρησιμοποιούν τους ακόλουθους χαρακτηρισμούς:

- Ήπια, mild ($0 \geq \text{SPI} > -1$)
- Μέτρια, moderate ($-1 \geq \text{SPI} > -1.5$)
- Σφοδρή, severe ($-1.5 \geq \text{SPI} > -2$)
- Ακραία, extreme ($\text{SPI} \geq -2$)

Ενδιαφέρον παρουσιάζει και η κατάταξη των κατηγοριών ξηρασίας που πρότεινε ο Komuscu, (1999), οι οποίες σχετίζονται με την πιθανότητα εμφάνισης (τα όρια των κλάσεων είναι 5, 10, 20 και 50%), και είναι απολύτως συμβατά με τον RPPI. Στις αναλύσεις, για την αναγνώριση και αξιολόγηση των ξηρασιών, υιοθετήθηκε η κατάταξη των McKee *et al.* (1993), ενώ για τις υγρές περιόδους χρησιμοποιήθηκαν οι “συμμετρικοί” συμβολισμοί (Πίνακας 6-1).

Πίνακας 6-1. Χαρακτηρισμός ξηρασιών με βάση τον δείκτη SPI (McKee *et al.*, 1993).

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

6.1.2 Αναγνώριση μετεωρολογικών ξηρασιών περιόδου 1980-2002

Στους Πίνακες (Πίνακας 6-2 έως Πίνακας 6-6) δίνεται η αξιολόγηση των φαινομένων μετεωρολογικής ξηρασίας, για χρονικές κλίμακες από ετήσια ως πενταετή, σε όλες τις διαχειριστικές ενότητες και συνολικά. Η αξιολόγηση αφορά στην περίοδο 1980-2002, και βασίζεται στους ανηγμένους δείκτες SPI που υπολογίστηκαν με βάση τις επιφανειακές χρονοσειρές βροχόπτωσης. Η χρονική εξέλιξη του SPI, για το σύνολο της Πελοποννήσου και για τις παραπάνω χρονικές κλίμακες, απεικονίζεται στο Σχήμα 6-1.

Από τις αναλύσεις προκύπτει ότι κανένα περιστατικό ξηρασίας της περιόδου 1980-2002 δεν αξιολογείται ως ακραίο. Στην κλίμακα του μεμονωμένου υδρολογικού έτους, μόνο η ξηρασία του έτους 1989-90 χαρακτηρίζεται σφοδρή, και μάλιστα μόνο στις τέσσερις από τις οκτώ διαχειριστικές ενότητες. Στην κλίμακα των δύο ετών, η ξηρασία της περιόδου 1988-90 χαρακτηρίζεται σφοδρή, σε όλες τις διαχειριστικές ενότητες εκτός της GR27. Τέλος, στην κλίμακα των πέντε ετών, μεταξύ του 1987 και του 1994 περιλαμβάνονται πενταετίες χαμηλής υδροφορίας, οι οποίες χαρακτηρίζονται από ήπιες ως μέτριες.

Η αξιολόγηση καταδεικνύει ότι κατά την περίοδο 1980-2002, η περιοχή μελέτης επλήγη από την γνωστή ξηρασία που διήρκησε περίπου επτά χρόνια, από τα τέλη της δεκαετίας του 1980 έως το μέσο της επόμενης δεκαετίας. Στο Σχήμα 6-2 απεικονίζεται η χρονική εξέλιξη του μέσου δείκτη SPI

της περιοχή μελέτης, για χρονικές κλίμακες τριμήνου ως έτους, από όπου παρατηρείται η εμμονή του φαινομένου, με εξαίρεση το υγρό υδρολογικό έτος 1990-91.

Γενικά, η αξιολόγηση της δριμύτητας του φαινομένου, με βάση τους υπολογισθέντες δείκτες, είναι σχετικά ήπια. Το γεγονός αυτό οφείλεται στη χρήση ενός πολύ περιορισμένου δείγματος βροχοπτώσεων, μήκους 22 υδρολογικών ετών, το οποίο μάλιστα περιλαμβάνει μια σειρά ξηρών ετών. Στην πραγματικότητα, όπως προέκυψε από τη στατιστική επεξεργασία των χρονοσειρών βροχόπτωσης των επτά σταθμών της ΕΜΥ, οι οποίες καλύπτουν μια πολύ μεγαλύτερη χρονική περίοδο (1965-2011), οι δείκτες ξηρασίας που υπολογίστηκαν είναι σοβαρά υποεκτιμημένοι. Στην πραγματικότητα, η μέση τιμή της περιόδου 1980-2002 είναι αρκετά χαμηλότερη σε σχέση με τη μέση τιμή της περιόδου 1965-2011, οπότε η απόκλιση των πολύ χαμηλών τιμών είναι μικρότερη από την πραγματική. Αυτό έχει άμεσο αντίκτυπο στην εκτίμηση των πιθανοτήτων μη υπέρβασης των συγκεκριμένων τιμών, και των συναφών περιόδων επαναφοράς των ξηρασιών. Δεδομένου ότι οι περίοδοι επαναφοράς υποεκτιμώνται, ομοίως υποεκτιμώνται οι δείκτες ξηρασίας, και άρα ο χαρακτηρισμός των ξηρασιών.

Για το λόγο αυτό, η διαδικασία αναγνώρισης και αξιολόγησης των ξηρασιών επαναλήφθηκε, μόνο όμως για το σύνολο της περιοχής μελέτης, θεωρώντας ως αντιπροσωπευτική τη μέση βροχόπτωση των επτά σταθμών της ΕΜΥ. Για τις επιμέρους διαχειριστικές ενότητες, δεν ήταν δυνατό να γίνουν παρόμοιες αξιολογήσεις, δεδομένου ότι ο αριθμός των σταθμών αλλά και η χωρική τους κατανομή δεν επιτρέπει την εξαγωγή συμπερασμάτων σε τοπικό επίπεδο.

Πίνακας 6-2. Αξιολόγηση ετήσιας ξηρασίας στις διαχειριστικές ενότητες του ΥΔ03.

Περίοδος	GR30	GR31	GR33	Πελοπόννησος
1980-81				
1981-82				
1982-83	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια
1983-84				
1984-85				Ήπια
1985-86		Ήπια	Ήπια	
1986-87				
1987-88				
1988-89	Ήπια	Μέτρια	Ήπια	Ήπια
1989-90	Σφοδρή	Μέτρια	Μέτρια	Σφοδρή
1990-91				
1991-92	Ήπια	Ήπια	Μέτρια	Ήπια
1992-93	Μέτρια	Ήπια	Μέτρια	Μέτρια
1993-94	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια
1994-95				
1995-96				
1996-97	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια
1997-98	Ήπια	Ήπια	Ήπια	
1998-99				
1999-00	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια
2000-01				
2001-02				

Πίνακας 6-3. Αξιολόγηση ξηρασίας δύο ετών στις διαχειριστικές ενότητες του ΥΔ03.

Περίοδος	GR30	GR31	GR33	Πελοπόννησος
1980-82				
1981-83				
1982-84	Ήπια			
1983-85				
1984-86		Ήπια	Ήπια	
1985-87				
1986-88				
1987-89	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια
1988-90	Σφοδρή	Σφοδρή	Σφοδρή	Σφοδρή
1989-91	Ήπια	Μέτρια	Ήπια	Ήπια
1990-92			Ήπια	Ήπια
1991-93	Μέτρια	Ήπια	Σφοδρή	Μέτρια
1992-94	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια
1993-95			Ήπια	
1994-96				
1995-97				
1996-98	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια
1997-99				
1998-00				
1999-01	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια
2000-02				

Πίνακας 6-4. Αξιολόγηση ξηρασίας τριών ετών στις διαχειριστικές ενότητες του ΥΔ03.

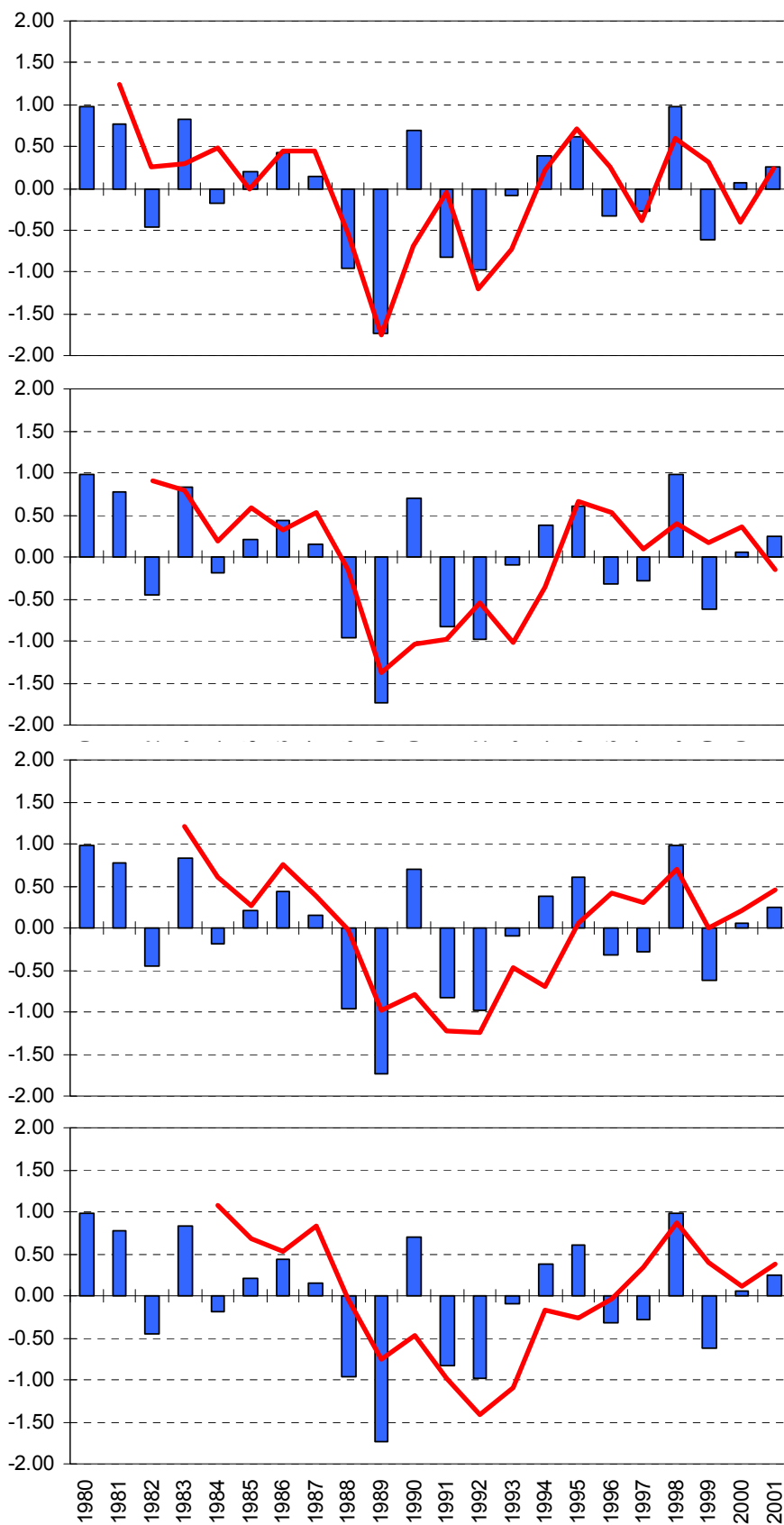
Περίοδος	GR30	GR31	GR33	Πελοπόννησος
1980-83				
1981-84				
1982-85	Ήπια		Ήπια	
1983-86				
1984-87				
1985-88				
1986-89	Ήπια	Ήπια		Ήπια
1987-90	Μέτρια	Σφοδρή	Μέτρια	Μέτρια
1988-91	Ήπια	Μέτρια	Ήπια	Μέτρια
1989-92	Ήπια	Ήπια	Μέτρια	Μέτρια
1990-93	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια
1991-94	Μέτρια	Ήπια	Μέτρια	Μέτρια
1992-95	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια
1993-96				
1994-97				
1995-98				
1996-99				
1997-00	Ήπια		Ήπια	
1998-01				
1999-02	Ήπια	Ήπια		Ήπια

Πίνακας 6-5. Αξιολόγηση ξηρασίας τεσσάρων ετών στις διαχειριστικές ενότητες του ΥΔ03.

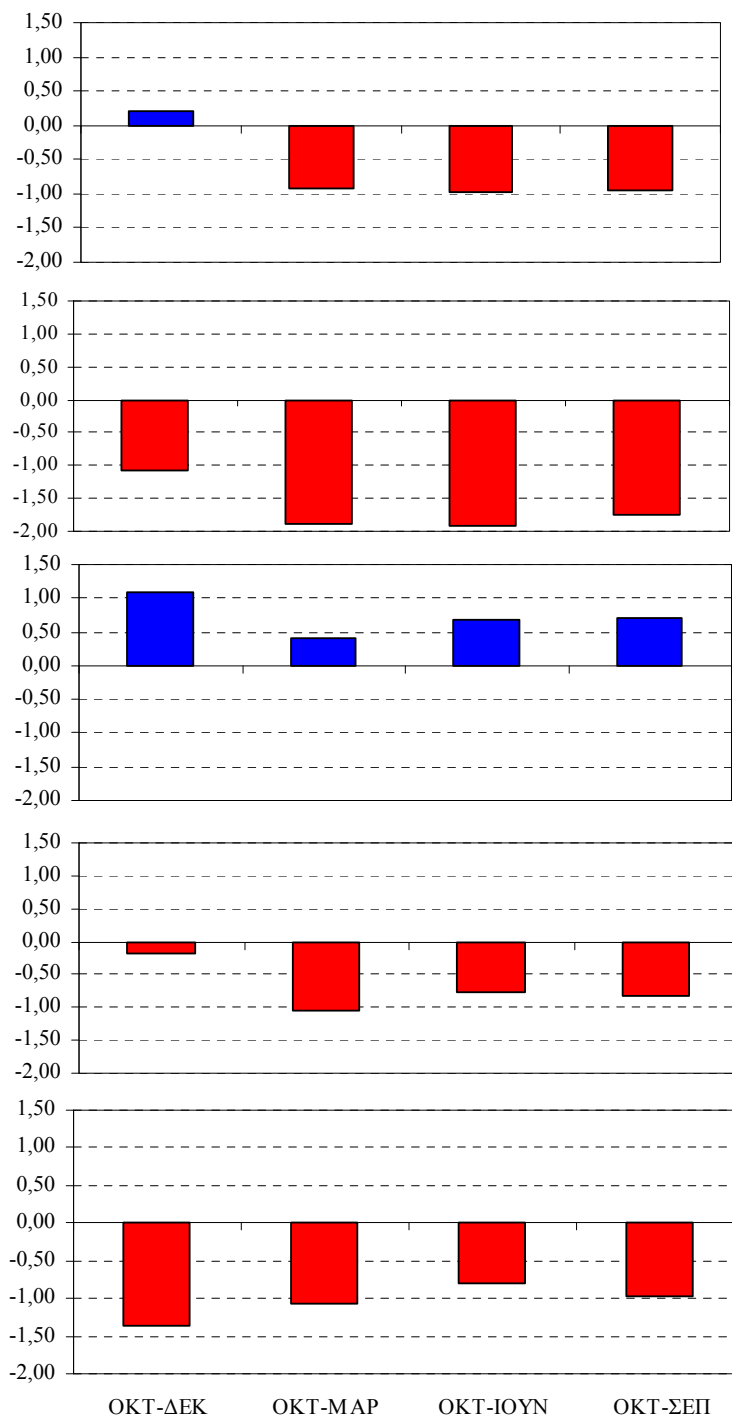
Περίοδος	GR30	GR31	GR33	Πελοπόννησος
1980-84				
1981-85				
1982-86				
1983-87				
1984-88				
1985-89		Ήπια		
1986-90	Μέτρια	Μέτρια	Ήπια	Ήπια
1987-91	Ήπια	Μέτρια	Ήπια	Ήπια
1988-92	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
1989-93	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
1990-94	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια
1991-95	Ήπια	Ήπια	Μέτρια	Ήπια
1992-96				
1993-97				
1994-98				
1995-99				
1996-00	Ήπια		Ήπια	
1997-01				
1998-02				

Πίνακας 6-6. Αξιολόγηση ξηρασίας πέντε ετών στις διαχειριστικές ενότητες του ΥΔ03.

Περίοδος	GR30	GR31	GR33	Πελοπόννησος
1980-85				
1981-86				
1982-87				
1983-88				
1984-89		Ήπια		
1985-90	Ήπια	Μέτρια	Ήπια	Ήπια
1986-91	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια
1987-92	Μέτρια	Μέτρια	Ήπια	Μέτρια
1988-93	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
1989-94	Μέτρια	Ήπια	Μέτρια	Μέτρια
1990-95	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια
1991-96	Ήπια		Ήπια	Ήπια
1992-97	Ήπια		Ήπια	Ήπια
1993-98				
1994-99				
1995-00				
1996-01	Ήπια			
1997-02				



Σχήμα 6-1. Χρονική εξέλιξη ετήσιου SPI (κολώνες) και SPI 2, 3 4 και 5 ετών (γραμμές) για το σύνολο της Πελοποννήσου.



Σχήμα 6-2. Χρονική εξέλιξη ανηγμένου δείκτη SPI για χρονικές κλίμακες 3, 6, 9 και 12 μηνών της πενταετίας 1988-89 έως 1992-93, για το σύνολο της Πελοποννήσου.

6.1.3 Αναγνώριση μετεωρολογικών ξηρασιών περιόδου 1965-2011

Ο Πίνακας 6-7 δίνει τον χαρακτηρισμό των ξηρασιών της περιόδου 1965-2011, με βάση τη μέση χρονοσειρά βροχόπτωσης των σταθμών της ΕΜΥ. Με βάση τις τέσσερις κατηγορίες αξιολόγησης, προκύπτει ότι η περιοχή μελέτης επλήγη από μια ήπια ξηρασία, στα μέσα της δεκαετίας του 1970, από την σφοδρή έως και ακραία ξηρασία, κατά την περίοδο 1988-1994, και από μια σφοδρή ξηρασία, τη διετία 2006-08.

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Πίνακας 6-7. Αξιολόγηση μετεωρολογικών ξηρασιών Πελοποννήσου, με βάση τη μέση σημειακή βροχόπτωση των σταθμών ΕΜΥ, για διάφορες χρονικές κλίμακες.

Υδρολ. έτος	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
1965-66	Ήπια		Ήπια	Ήπια				
1966-67								
1967-68								
1968-69								
1969-70								
1970-71	Ήπια							
1971-72	Ήπια							
1972-73	Ήπια					Ήπια		Ήπια
1973-74	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια
1974-75	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια
1975-76					Ήπια	Ήπια	Ήπια	
1976-77		Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια		
1977-78	Ήπια	Ήπια			Ήπια			
1978-79	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια				
1979-80								
1980-81								
1981-82								
1982-83		Ήπια	Ήπια	Ήπια				
1983-84								
1984-85	Μέτρια	Ήπια	Ήπια	Ήπια				Ήπια
1985-86	Ήπια						Ήπια	Μέτρια
1986-87						Ήπια	Μέτρια	Ήπια
1987-88					Ήπια	Σφοδρή	Μέτρια	Μέτρια
1988-89	Ήπια	Ακραία	Ακραία	Σφοδρή	Ακραία	Σφοδρή	Σφοδρή	Σφοδρή
1989-90	Σφοδρή	Ακραία	Ακραία	Ακραία	Μέτρια	Μέτρια	Σφοδρή	Σφοδρή
1990-91					Ήπια	Ήπια	Μέτρια	Μέτρια
1991-92	Ήπια	Σφοδρή	Μέτρια	Μέτρια	Σφοδρή	Σφοδρή	Σφοδρή	Μέτρια
1992-93	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Σφοδρή	Μέτρια	Ήπια	Μέτρια
1993-94	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια
1994-95	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια			Ήπια	Ήπια
1995-96	Ήπια				Ήπια	Ήπια		Ήπια
1996-97	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια
1997-98		Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια
1998-99					Ήπια	Ήπια	Ήπια	
1999-00	Ήπια	Ήπια	Μέτρια	Μέτρια	Ήπια	Ήπια		
2000-01	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια			
2001-02		Ήπια	Ήπια	Ήπια				
2002-03								
2003-04			Ήπια	Ήπια			Ήπια	Ήπια
2004-05	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια		Ήπια	Μέτρια	Ήπια
2005-06					Ήπια	Μέτρια	Ήπια	Ήπια
2006-07	Σφοδρή	Σφοδρή	Σφοδρή	Σφοδρή	Σφοδρή	Μέτρια	Ήπια	Ήπια
2007-08	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	
2008-09	Ήπια							
2009-10		Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια			
2010-11	Ήπια							

Παρατηρείται ότι η αξιολόγηση της έμμονης ξηρασίας της περιόδου 1988-94 διαφέρει σε σχέση με αυτή του προηγούμενου εδαφίου, που βασίζεται στη στατιστική ανάλυση των βροχοπτώσεων των ετών 1980-2002. Γενικά, η αξιολόγηση με βάση το μεγάλο μήκος δείγμα των σταθμών της ΕΜΥ εντάσσει τη σφοδρότητα των ιστορικών ξηρασιών ένα επίπεδο παραπάνω σε σχέση με την προσέγγιση που βασίζεται στο μικρότερο, σε μήκος, δείγμα. Επιπλέον, παρατηρείται ότι πρακτικά όλη τη δεκαετία του 1990 χαρακτηρίστηκε από ήπιας έντασης ξηρασία, κάτι το οποίο δεν προκύπτει από την ανάλυση που προηγήθηκε.

6.1.4 Αναγνώριση υδρολογικών ξηρασιών λεκάνης απορροής Λάδωνα

Η αναγνώριση και αξιολόγηση των υδρολογικών ξηρασιών που έπληξαν τη λεκάνη απορροής του Λάδωνα βασίζεται στην ίδια διαδικασία που εφαρμόζεται για την αξιολόγηση των μετεωρολογικών ξηρασιών. Συνεπώς, κάθε περίοδος ξηρασίας κατατάχθηκε σε μία από τις τέσσερις κατηγορίες που προτείνουν οι McKee *et al.* (1993), με κριτήριο την τιμή του ανηγμένου δείκτη SRI, που υπολογίστηκε στα πλαίσια των παραπάνω παραγράφων. Η αξιολόγηση των ξηρασιών, για διάφορες χρονικές κλίμακες, δίνεται στον Πίνακα (Πίνακας 6-8).

Τα στοιχεία του πίνακα επιβεβαιώνουν τα συμπεράσματα των αναλύσεων που αναφέρονται στην αξιολόγηση των μετεωρολογικών ξηρασιών της Πελοποννήσου, με βάση το δείγμα των σταθμών της ΕΜΥ. Μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1980, η περιοχή του Λάδωνα επλήγη από σποραδικά, μόνο, φαινόμενα ξηρασίας, ήπιας έντασης, με πλέον αξιόλογη την ξηρασία στα μέσα της δεκαετίας του 1970. Από τα μέσα της δεκαετίας του 1980, η υδροφορία της λεκάνης είναι συστηματικά χαμηλότερη του μέσου όρου. Μάλιστα, οι δύο περίοδοι που επισημάνθηκαν και προηγουμένως, δηλαδή η επταετία 1987-94, και η διετία 2006-08, ήταν ιδιαίτερα ξηρές, φτάνοντας ακόμα και σε ακραία επίπεδα.

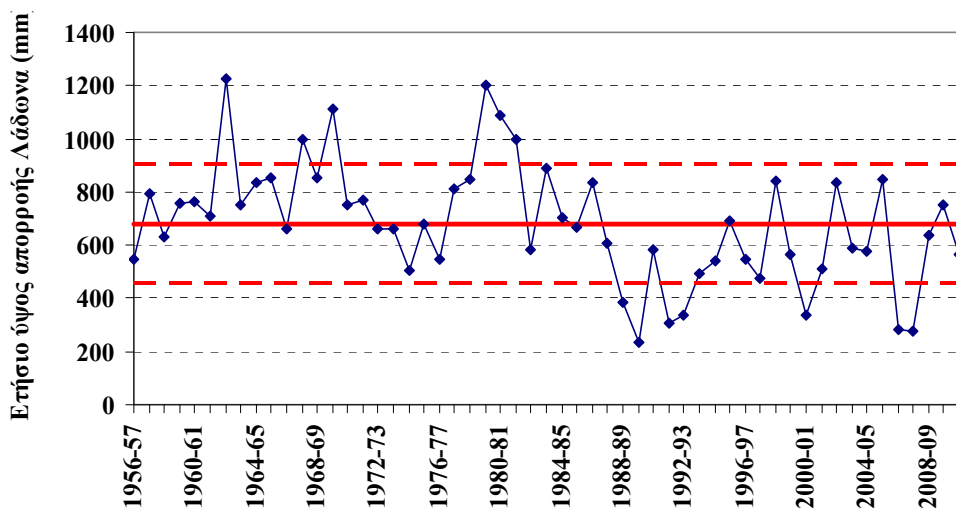
Πίνακας 6-8. Αξιολόγηση υδρολογικών ξηρασιών λεκάνης απορροής Λάδωνα, για διάφορες χρονικές κλίμακες.

Υδρολ. έτος	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
1956-57		Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια		
1957-58								
1958-59	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια				
1959-60								
1960-61								
1961-62	Ήπια							
1962-63								
1963-64								
1964-65	Ήπια							
1965-66								
1966-67			Ήπια	Ήπια				
1967-68	Ήπια							
1968-69								
1969-70								
1970-71	Ήπια							
1971-72	Ήπια						Ήπια	Ήπια
1972-73	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια
1973-74	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια

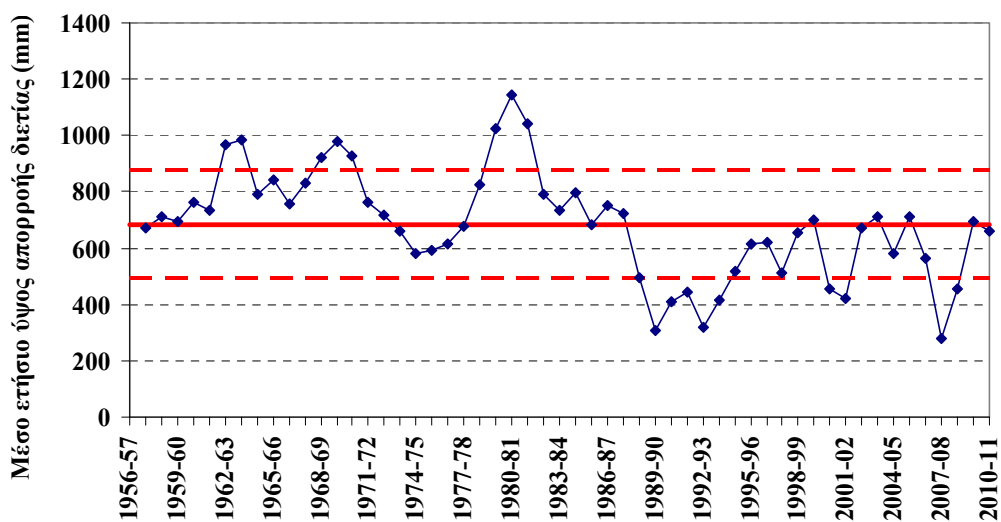
ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

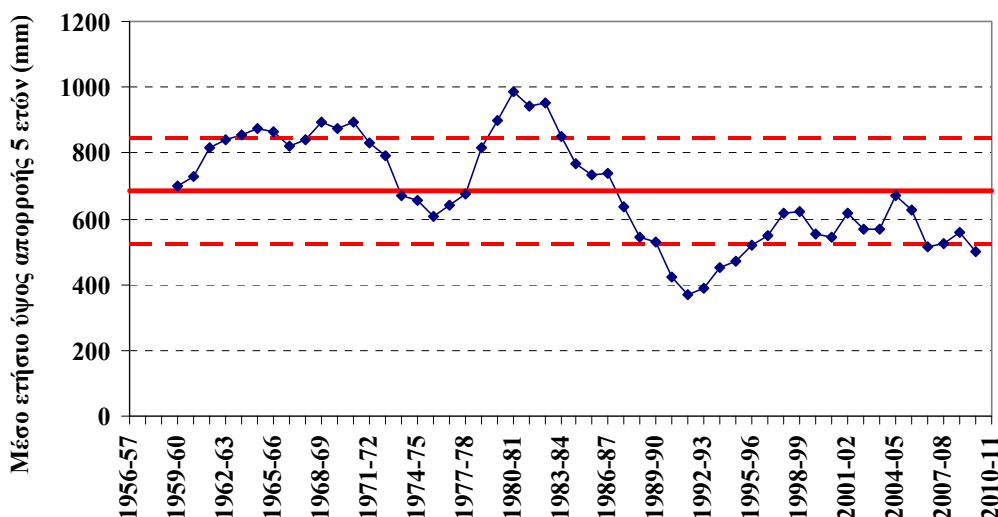
Υδρολ. έτος	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
1974-75		Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	
1975-76					Ήπια			
1976-77		Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια			
1977-78	Ήπια							
1978-79								
1979-80								
1980-81								
1981-82								
1982-83		Ήπια	Ήπια	Ήπια				
1983-84								
1984-85	Ήπια				Ήπια			Ήπια
1985-86	Ήπια						Ήπια	Ήπια
1986-87						Ήπια	Μέτρια	Ήπια
1987-88	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Μέτρια	Σφοδρή	Μέτρια	Σφοδρή
1988-89	Ήπια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Σφοδρή	Σφοδρή	Σφοδρή	Σφοδρή
1989-90	Μέτρια	Ακραία	Ακραία	Ακραία	Μέτρια	Σφοδρή	Σφοδρή	Σφοδρή
1990-91		Ήπια	Ήπια	Ήπια	Μέτρια	Σφοδρή	Μέτρια	Μέτρια
1991-92	Ήπια	Σφοδρή	Σφοδρή	Σφοδρή	Σφοδρή	Σφοδρή	Σφοδρή	Μέτρια
1992-93	Σφοδρή	Σφοδρή	Σφοδρή	Σφοδρή	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
1993-94	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια
1994-95	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια
1995-96	Ήπια	Ήπια			Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια
1996-97	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια
1997-98	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια
1998-99	Ήπια					Ήπια	Ήπια	Ήπια
1999-00		Ήπια	Ήπια	Ήπια	Μέτρια	Μέτρια	Ήπια	Ήπια
2000-01	Μέτρια	Σφοδρή	Σφοδρή	Σφοδρή	Μέτρια	Ήπια	Ήπια	Ήπια
2001-02		Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	
2002-03	Ήπια					Ήπια		Ήπια
2003-04	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια		Ήπια	Μέτρια
2004-05	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια		Ήπια	Μέτρια	Μέτρια
2005-06					Ήπια	Μέτρια	Μέτρια	Ήπια
2006-07	Ήπια	Σφοδρή	Σφοδρή	Σφοδρή	Ακραία	Σφοδρή	Μέτρια	Μέτρια
2007-08	Μέτρια	Σφοδρή	Σφοδρή	Σφοδρή	Μέτρια	Ήπια	Ήπια	
2008-09	Μέτρια	Ήπια	Ήπια	Ήπια		Ήπια		
2009-10					Ήπια			
2010-11	Ήπια	Ήπια	Ήπια	Ήπια				



Σχήμα 6-3. Χρονοσειρά ετήσιου ύψους απορροής Λάδωνα και εύρος μιας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή.



Σχήμα 6-4. Χρονοσειρά μέσου ετήσιου ύψους απορροής Λάδωνα περιόδου δύο ετών και εύρος μιας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή.



Σχήμα 6-5. Χρονοσειρά μέσου ετήσιου ύψους απορροής Λάδωνα περιόδου πέντε ετών και εύρος μιας τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση ετήσια τιμή.

Στα Σχήμα 6-3, Σχήμα 6-4 και Σχήμα 6-5 απεικονίζονται οι χρονοσειρές ετήσιας, μέσης διετούς και μέσης πενταετούς απορροής, αντίστοιχα. Σε κάθε διάγραμμα απεικονίζονται, ακόμη, η μέση τιμή και το εύρος μιας τυπικής απόκλισης γύρω από αυτή (είναι γνωστό ότι η τυπική απόκλιση μειώνεται, καθώς αυξάνει η χρονική κλίμακα). Αν υποθεθεί κανονική κατανομή, οι τιμές που κινούνται κάτω από το όριο της μίας τυπικής απόκλισης αντιστοιχούν σε τιμή του δείκτη SRI < 1.0, και συνεπώς χαρακτηρίζουν ξηρασίες μέτριας, σφοδρής ή και ακραίας έντασης.

Η μορφή της χρονοσειράς της μέσης απορροής πενταετίας (Σχήμα 6-5) είναι χαρακτηριστική μιας υδροκλιματικής διεργασίας που παρουσιάζει τη λεγόμενη *δυναμική Hurst-Kolmogorov* (Koutsoyiannis, 2011). Η δυναμική αυτή σχετίζεται με τη μακροπρόθεσμη εμμονή, η οποία αναγνωρίζεται από την έντονη μεταβλητότητα της μέσης απορροής, σε όλες τις χρονικές κλίμακες. Η ύπαρξη εμμονής οδηγεί σε δραματική αύξηση της αβεβαιότητας στις στατιστικές εκτιμήσεις, που με τη σειρά της συνεπάγεται αύξηση της επικινδυνότητας των ξηρασιών.

6.2 Ανάλυση χαρακτηριστικών πρόσφατων περιόδων ξηρασίας στην Πελοπόννησο

6.2.1 Ανάλυση ξηρασίας περιόδου 1988-1994

Κατά την περίοδο αυτή, παρατηρήθηκε παρατεταμένη ξηρασία, με τις βροχοπτώσεις να είναι πολύ κάτω από το μέσο όρο. Σε όλη την έκταση της Πελοποννήσου σημειώθηκε πτώση στις στάθμες πηγών και γεωτρήσεων. Αναφέρονται ενδεικτικά οι πηγές της Χώρας Μεσσηνίας. Ιδιαίτερα έντονες ήταν οι επιπτώσεις σε περιοχές με γενικά σημαντική υδροφορία (καρστικούς και κοκκώδεις υδροφορείς). Στις πηγές Αναβάλου αυξήθηκε σημαντικά η αλατότητα, ενώ υπήρξε επιδείνωση σε ότι αφορά τα χρονίζοντα προβλήματα του Αργολικού πεδίου. Πολυάριθμα ήταν τα αιτήματα εκβαθύνσεων των γεωτρήσεων που έγιναν, ιδιαίτερα στις περιοχές της Αχαΐας, Κορινθίας και Μεσσηνίας, ενώ στα έκτακτα μέτρα που εφαρμόστηκαν ήταν η έκδοση εγκυκλίων για την ταχύτερη αδειοδότηση νέων γεωτρήσεων.

6.2.2 Ανάλυση ξηρασίας περιόδου 2000

Αντίστοιχα έντονα ήταν τα προβλήματα στην περίοδο αυτή, ιδιαίτερα στο νομό Κορινθίας. Έγιναν πολυάριθμα αιτήματα εκβάθυνσης των γεωτρήσεων, ενώ προβλέφθηκε η παροχή πρόσθετων κονδυλίων σε ΟΤΑ για την αντιμετώπιση τοπικών προβλημάτων εξασφάλισης νερού ύδρευσης.

6.2.3 Ανάλυση ξηρασίας περιόδου 2006-2008

Έντονη ήταν η ξηρή περίοδος που κορυφώθηκε το καλοκαίρι του 2007. Στην περιοχή της Αργολίδας, η στείρευση των πηγών της Λέρνης οδήγησε στη λήψη έκτακτων μέτρων για την εξασφάλιση νερού ύδρευσης στο Ναύπλιο και το Άργος, με τη χρήση του υποδεέστερου ποιοτικά νερού από τις πηγές Αναβάλου. Το φράγμα Πηνειού άδειασε, ενώ έντονες ελλείψεις είχαμε και σε μικρότερες επιφανειακές υδροληψίες στον Ευρώτα. Αναφέρθηκε πτώση της υδροφορίας και μειωμένη παροχή σε άλλες πηγές (όπως για παράδειγμα στις πηγές Πηδήματος Μεσσηνίας). Στα μέτρα που λήφθηκαν την περίοδο εκείνη είναι δελτία τύπου και ημερίδες ενημέρωσης για την εξοικονόμηση του νερού, καθώς και έκτακτα κονδύλια προς ΟΤΑ.

7 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΞΗΡΑΣΙΩΝ

7.1 Κριτική Επισκόπηση βασικών εννοιών

Η επικινδυνότητα μιας μετεωρολογικής ξηρασίας, όπως αυτή αποτυπώνεται στους σχετικούς στατιστικούς δείκτες βροχόπτωσης, εξαρτάται από τη δριμύτητα του φαινομένου (ένταση, διάρκεια), τις επιπτώσεις στην «παραγωγή» των υδατικών πόρων, επιφανειακών και υπόγειων, τις πιέσεις που προκύπτουν στις διάφορες χρήσεις νερού και τα ελλείμματα που δημιουργούνται.

Ειδικότερα, μια ακολουθία συστηματικά χαμηλών υψών βροχής για ικανό χρονικό διάστημα (εξάμηνο ή μεγαλύτερο) δεν συνεπάγεται, απαραίτητα, μια στατιστικά ισοδύναμη υδρολογική ξηρασία. Η απόκριση μιας υδρολογικής λεκάνης στην μετεωρολογική ξηρασία εξαρτάται από πληθώρα παραγόντων, που έχουν να κάνουν τόσο με τη χωροχρονική κατανομή της βροχόπτωσης όσο και με τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της λεκάνης. Για παράδειγμα, τα έντονα καρστικοποιημένα συστήματα είναι πιο ευαίσθητα στις μετεωρολογικές ξηρασίες, καθώς η αναρρύθμιση των ρυθμιστικών αποθεμάτων τους, που προέρχονται από την κατείσδυση σημαντικού ποσοστού της βροχής, είναι πολύ πιο γρήγορη.

Εξάλλου, είναι προφανές ότι όσο πιο μεγάλο ποσοστό των υδατικών πόρων διατίθεται για διάφορες υδατικές χρήσεις, τόσο πιο έντονοι είναι οι κίνδυνοι που απορρέουν από μια έμμονη ξηρασία. Τονίζεται ότι οι υδατικές χρήσεις δεν περιορίζονται στις κλασικές ανθρωπογενείς καταναλώσεις νερού (ύδρευση, άρδευση, κτλ.), αλλά περιλαμβάνουν, έμμεσα, τις ανάγκες του φυσικού περιβάλλοντος και των οικοσυστημάτων. Οι τελευταίες, αντί να θεωρούνται συνιστώσα της ζήτησης νερού, αφαιρούνται από τους διαθέσιμους υδατικούς πόρους. Στη βιβλιογραφία, οι περιβαλλοντικές ανάγκες αποδίδονται με τον όρο «οικολογική παροχή». Θεωρούμε ότι όρος αυτός χρησιμοποιείται καταχρηστικά, καθώς η έννοια της οικολογικής παροχής συνδέεται με την ύπαρξη τεχνικών έργων που επιτρέπουν τη ρύθμιση της ροής, έτσι ώστε μια προκαθορισμένη ποσότητα να διοχετεύεται προς το περιβάλλον, και όχι για την ικανοποίηση άλλων χρήσεων νερού. Εφόσον δεν υπάρχουν έργα, ούτε κάποιος έστω υποτυπώδης έλεγχος των απολήψεων, οι έννοιες των περιβαλλοντικών χρήσεων και της οικολογικής ροής έχουν θεωρητική μόνο αξία.

Σε κάθε περίπτωση, η εκτίμηση των επιπτώσεων μιας ξηρασίας προϋποθέτει την κατάρτιση του υδατικού ισοζυγίου της περιοχής ενδιαφέροντος, που θα αποτυπώνει τη σχέση μεταξύ της φυσικής προσφοράς και της ζήτησης νερού. Η σχέση αυτή είναι εξ ορισμού δυναμική, δηλαδή μεταβάλλεται σε όλες τις χρονικές κλίμακες, καθώς, κατά μείζονα λόγο η φυσική προσφορά, αλλά και η ζήτηση νερού είναι τυχαίες μεταβλητές. Κατά κανόνα, οι υπολογισμοί αναφέρονται στην ετήσια κλίμακα, η οποία, ωστόσο, εξομαλύνει τις εποχιακές διακυμάνσεις της προσφοράς και ζήτησης νερού, οδηγώντας σε πιο ευνοϊκά αποτελέσματα. Ειδικά στην Ελλάδα, όπου η φυσική προσφορά νερού της θερινή περίοδο είναι ελάχιστη, ενώ αντίθετα μεγιστοποιείται η ζήτηση (δεδομένου ότι το μεγαλύτερο μέρος της αφορά στην ικανοποίηση των αρδευτικών αναγκών), η ετήσια κλίμακα είναι εντελώς ακατάλληλη για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων.

Επιπλέον, η ίδια η έννοια της προσφοράς νερού χρήζει περαιτέρω εμβάθυνσης, καθώς σε καμία περίπτωση δεν ταυτίζεται με τη διαθεσιμότητα του νερού, η οποία εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τα χαρακτηριστικά των τεχνικών έργων αξιοποίησης των υδατικών πόρων (έργα σύλληψης, αποθήκευσης, μεταφοράς και διανομής νερού). Αν δεν υπάρχουν καθόλου έργα, ακόμα και σε

συνθήκες απεριόριστης προσφοράς νερού, δεν μπορεί να ικανοποιηθεί η ζήτηση. Από την άλλη πλευρά, αν υπάρχουν έργα ικανής χωρητικότητας για την υπερετήσια αναρρύθμιση των απορροών (δηλαδή μεγάλα φράγματα), που έχουν διατηρήσει επαρκή αποθέματα νερού από προηγούμενες περιόδους υψηλής υδροφορίας, είναι δυνατό να ικανοποιηθεί πλήρως η ζήτηση, ακόμα και σε συνθήκες ακραίας ξηρασίας, στην κλίμακα ενός μεμονωμένου υδρολογικού έτους.

Από τα παραπάνω διαφαίνεται ότι η επικινδυνότητα μιας ξηρασίας δεν μπορεί να αποτιμηθεί χωρίς μια αναλυτική περιγραφή των υδρολογικών και ανθρωπογενών διεργασιών, που αφορούν στο τρίπτυχο φυσική προσφορά νερού, ζήτηση νερού και τεχνικά έργα. Επιπλέον, επειδή οι δυνητικές επιπτώσεις μιας ξηρασίας εξαρτώνται από τη διαχειριστική πολιτική που υιοθετείται, τίθεται το πρόβλημα της βέλτιστης διαχείρισης του συστήματος υδατικών πόρων, με στόχο, μεταξύ άλλων, την ελαχιστοποίηση της πιθανότητας εμφάνισης ελλειμμάτων (πιθανότητα αστοχίας), σε συνθήκες χαμηλής υδροφορίας. Ωστόσο, 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 και 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.

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης, δεδομένου ότι από τις προδιαγραφές δεν ζητείται η χρήση διαχειριστικών μοντέλων, η αποτίμηση της επικινδυνότητας των ξηρασιών έγινε με τη συμβατική προσέγγιση, δηλαδή μέσω δεικτών. Σε πρώτη φάση, παρουσιάζονται παράμετροι και κριτήρια όπως κοινωνικοοικονομικά, χρήσεις γης, μεταβολή πληθυσμού, ζητήσεις και απολήψεις νερού για κάθε Υδατικό Διαμέρισμα Πελοποννήσου που επηρεάζουν την τρωτότητα σε ξηρασία μιας περιοχής. Σε δεύτερη φάση υπολογίστηκε ο δείκτης WEI, που αποτυπώνει μια μέση εικόνα της κάθε περιοχής. Ακόμη, αναπτύχθηκε μια βελτιωμένη εκδοχή του δείκτη, που εκτιμά την ετήσια μεταβλητότητα της επικινδυνότητας, συναρτήσει της μεταβλητότητας της απορροής, επιφανειακής και υπόγειας. Στη συνέχεια εξηγούνται το μεθοδολογικό πλαίσιο και οι παραδοχές της κάθε προσέγγισης, συνοψίζονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα από την εφαρμογή των δεικτών και τέλος γίνεται ανάλυση της επικινδυνότητας των ξηρασιών, στην κλίμακα κάθε διαχειριστικής ενότητας.

7.2 Τρωτότητα σε φαινόμενα ξηρασίας - λειψυδρίας

Ορισμός

Τρωτότητα είναι το μέγεθος μέσω του οποίου αξιολογείται η επικινδυνότητα επιβλαβών επιπτώσεων από μελλοντικά φαινόμενα λειψυδρίας και ξηρασίας. Για τον ορισμό των ζωνών τρωτότητας λαμβάνονται υπόψη κοινωνικοί, οικονομικοί και περιβαλλοντικοί παράγοντες όπως οι χρήσεις γης, οι καλλιεργητικές πρακτικές, η κατανομή και η μεταβολή του πληθυσμού, η ζήτηση – χρήση νερού και οι τάσεις που παρουσιάζονται (αυξητικές ή πτωτικές).

Σκοπός

Ο σκοπός αξιολόγησης της τρωτότητας είναι ο προσδιορισμός των σημαντικότερων αιτιών του κινδύνου ξηρασίας – λειψυδρίας που μπορεί να προέρχονται από ανεπαρκείς υποδομές, κακή

διαχείριση και μη αξιοποίηση της τεχνολογίας ή από άλλους οικονομικούς, κοινωνικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες.

Μέθοδοι

Η αξιολόγηση περιλαμβάνει δυο συνιστώσες που προσδιορίζουν τις αιτίες κινδύνου ξηρασίας – λειψυδρίας:

- Τρωτότητα που προέρχεται από την άμεση έκθεση σε ξηρασία
- Τρωτότητα που προέρχεται από κοινωνικούς και οικονομικούς παράγοντες

Για παράδειγμα σε μια συγκεκριμένη αγροτική έκταση, η τρωτότητα σχετίζεται άμεσα με την ένταση μιας ξηρασίας. Αντίθετα σε ένα δεδομένο γεγονός ξηρασίας οι εκτάσεις που θα έχουν την μεγαλύτερη τρωτότητα θα είναι εκείνες που διαθέτουν παλαιότερο τεχνολογικά σύστημα καλλιέργειας, π.χ. σύστημα άρδευσης στ οποίο παρουσιάζονται απώλειες και δαπανώνται περισσότεροι υδάτινοι πόροι.

Αναμενόμενο αποτέλεσμα

Θα πρέπει να προσδιορίζονται οι πτυχές κάθε συστήματος που το καθιστά πιο ευάλωτο στις συνέπειες από ένα γεγονός ξηρασίας. Η εκτίμηση της τρωτότητας, καθορίζει και τη χάραξη πολιτικής την οποία κατευθύνει στα βαθύτερα αίτια αντί για τα αποτελέσματα που αποτελούν οι αρνητικές επιπτώσεις που ακολουθούν ένα γεγονός ξηρασίας (Ribot et al., 1996).

Δείκτης αξιολόγησης της τρωτότητας

Τα διαδοχικά βήματα που πρέπει να ληφθούν για την ποσοτικοποίηση της συνολικής ευαισθησίας του συστήματος στην ξηρασία είναι:

- Ο καθορισμός ενός συνολικού δείκτη από την ανάλυση της τρωτότητας που θα σχετίζεται άμεσα με το δείκτη ξηρασίας
- Ο καθορισμός ενός συνολικού δείκτη της κοινωνικοοικονομικής τρωτότητας με βάση την ανάλυση των επιμέρους μεταβλητών

Ο συνολικός δείκτης τρωτότητας μπορεί να οριστεί από το καλιμπράρισμα και την κλιμάκωση των ενδιάμεσων μεταβλητών σε σχέση με μια κοινή βάση αναφοράς.

Για τον καθορισμό της τρωτότητας για κάθε Υδατικό Διαμέρισμα της Πελοποννήσου, λαμβάνονται υπόψη κοινωνικοί, οικονομικοί και περιβαλλοντικοί παράγοντες όπως:

- Χρήσεις γης ανά λεκάνη απορροής Υδατικών Συστημάτων
- Κατανομή και μεταβολή πληθυσμού ανά λεκάνη απορροής συστήματος
- Ζήτηση – απόληψη νερού και τάσεις (αυξητικές ή πτωτικές) ανά ΛΑΠ
- Δείκτης τρωτότητας WEI

7.2.1 Κοινωνικοοικονομική τρωτότητα

Η συνιστώσα αυτή αναλύει τις βαθύτερες κοινωνικές και οικονομικές αιτίες της ευπάθειας που δεν συνδέονται άμεσα με την ευαισθησία του συστήματος στην ξηρασία. Ένα παράδειγμα για τις συνιστώσες της κοινωνικοοικονομικής τρωτότητας και των μεταβλητών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν δίνονται στο παρακάτω πίνακα (Πίνακας 7-1). Ένας τελικός δείκτης μπορεί να υπολογιστεί ως ο μέσος σταθμισμένος μέσος όρος όλων των επιμέρους μεταβλητών σε αυτή την κατηγορία.

Πίνακας 7-1. Στοιχεία κοινωνικοοικονομικής τρωτότητας και αντιπροσωπευτικές μεταβλητές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον χαρακτηρισμό ευάλωτων περιοχών σε ξηρασία

Κατηγορία	Μεταβλητές
Οικονομικά κριτήρια	Κατά κεφαλή ΑΕΠ
Ανθρώπινο δυναμικό	% Εργατικό δυναμικό % Πληθυσμός με πτυχίο τριτοβάθμιας εκπαίδευσης
Γεωργική καινοτομία και εκπαίδευση	Δημόσιες δαπάνες για γεωργική έρευνα
Ανανέωση φυσικών πόρων	Πληθυσμιακή πυκνότητα % χρήσεις γης ανεκμετάλλευτες

Λόγω της ρευστότητας της οικονομικής κατάστασης της χώρας μας, συνεπώς και των Υδατικών Διαμερισμάτων Πελοποννήσου, οικονομικά μεγέθη όπως η απασχόληση και ο ΑΕΠ ανά κάτοικο μεταβάλλονται με ραγδαίο ρυθμό σε μηνιαία βάση και οποιαδήποτε προσέγγιση αυτών των δεικτών ως προς την εξέλιξή τους μέχρι το 2015 θα περιείχε σοβαρά ποσοστά αβεβαιότητας και σφάλματος. Για τους παραπάνω λόγους, συνιστώσες του καθορισμού της τρωτότητας στην Πελοπόννησο αποτελούν οι χρήσεις γης, το υδατικό ισοζύγιο, οι ζητήσεις και απολήψεις νερού, η μεταβολή του πληθυσμού ανά ΛΑΠ και ο δείκτης WEI όπως αναλύονται στις επόμενες παραγράφους.

7.2.2 Επιρροή των χρήσεων γης στη τρωτότητα μιας περιοχής σε ξηρασία

Οι συνέπειες της κακής διαχείρισης της γης και οι μέθοδοι καλλιέργειας έχουν άμεση σχέση με τη τρωτότητα σε ξηρασία μιας περιοχής στην οποία ακόμη και μικρές μεταβολές στις συνθήκες μπορεί να έχουν καταστροφικές συνέπειες.

Η υποβάθμιση της γης και η μεταβολή της χρήσης της στις λεκάνες απορροής μπορεί να μειώσει τη ποσότητα του διαθέσιμου νερού στα κατάντη. Αντίθετα η μείωση της βλάστησης μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερες ποσότητες απορροής μειώνοντας τη διείσδυση νερού στα υπόγεια υδατικά συστήματα και την αποθηκευτικότητα των φραγμάτων. Η αποστράγγιση των υγροτόπων μεγάλης κλίμακας ή η αποψίλωση των δασών μπορεί να αλλάξει τοπικά το κλίμα μιας περιοχής.

Ένα άλλο θέμα που σχετίζεται με τις χρήσεις γης είναι η ανάπτυξη υδροχαρών καλλιεργειών ιδίως σε ευαίσθητες περιοχές όπως σε λεκάνες απορροής σε βουνά, σε υγροτοπικό περιβάλλον ή σε περιοχές που ήδη αντιμετωπίζουν προβλήματα λειψυδρίας.

Σε ότι αφορά την Ευρώπη έχει υπολογιστεί ότι περίπου το 42% των συνολικών εκτάσεων είναι καλλιεργήσιμη γη (εκ των οποίων 24% αροτραίες εκτάσεις, 16% μόνιμες καλλιέργειες και 2%

χορτολιβαδικές εκτάσεις), 33% δάση και 1% αστικές περιοχές. Η Ευρωπαϊκή Ένωση, έχει δεσμευτεί σε μια πολιτική αύξησης των δασικών εκτάσεων ως μέρος της μεταρρύθμισης της κοινής γεωργικής πολιτικής. Στην Ευρώπη στο σύνολό της η δασική κάλυψη αυξήθηκε κατά 10% τα τελευταία 30 χρόνια και υπολογίζεται ότι κάθε δεκαετία το 2% της γεωργικής γης θα χάνεται έναντι της αστικοποίησης. Οι δύο παραπάνω αλλαγές θα έχουν σημαντικές επιπτώσεις τα επόμενα χρόνια στην υδρολογία της ηπείρου.

Είναι γενικά αποδεκτό ότι μια δασωμένη λεκάνη μειώνει την μέση απορροή λόγω κυρίως της αυξημένης εξατμισοδιαπνοής. Ωστόσο επισημαίνεται ότι μια δασωμένη λεκάνη απορροής προστατεύεται από φαινόμενα διάβρωσης του εδάφους. Η ακριβής επίπτωση στην παροχή των ποταμών εξαρτάται και από τον τύπο του δάσους, τη πυκνότητα της φύτευσης και τις πρακτικές διαχείρισης της γης.

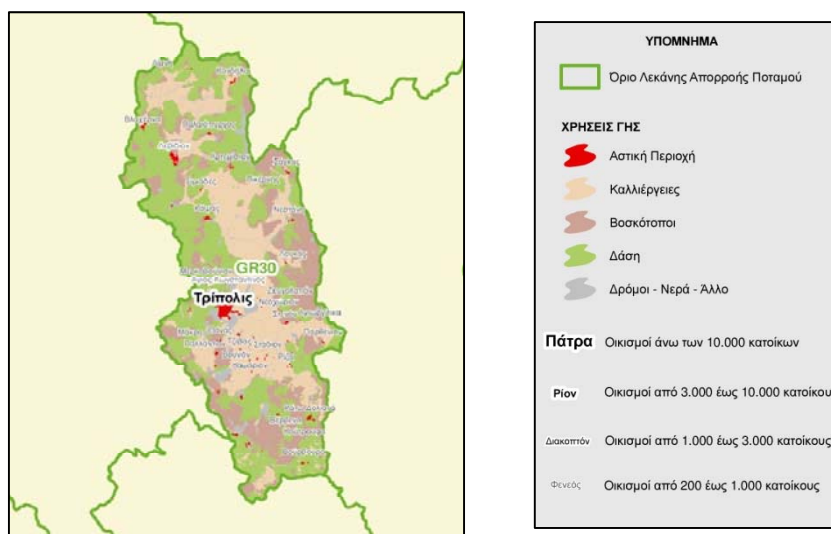
Η αστικοποίηση έχει δείξει ότι οδηγεί σε αυξημένη επιφανειακή απορροή και μειωμένη διήθηση. Σε περιοχές της Μεσογείου στην οποία ανήκει και η Πελοπόννησος, το ημίξηρο κλίμα σε συνδυασμό με την κακή διαχείριση της γης και των καλλιεργειών μπορεί να οδηγήσει σε υποβάθμιση της γης. Υπολογίζεται ότι πχ στην Ισπανία το 44% έχει επηρεαστεί από κάποιο είδος της διάβρωσης του εδάφους. Η διάβρωση του εδάφους μειώνει την ικανότητά του για διήθηση και αυξάνει την ευπάθεια μιας περιοχής από ξηρασία

Αναλυτικά στοιχεία χρήσεων γης για το Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Πελοποννήσου (03) δίνονται στις επόμενες παραγράφους.

Λεκάνη Απορροής Οροπεδίου Τρίπολης (GR30)

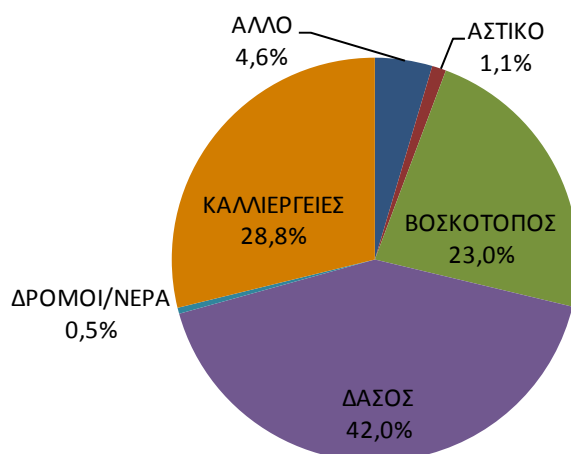
Στην περιοχή της λεκάνης, σε μια συνολική έκταση 907χλμ², διακρίνονται οι παρακάτω βασικές κατηγορίες χρήσεων γης:

- Δάση και δασικές εκτάσεις, σε ποσοστό 42%
- Γεωργική γη, σε ποσοστό 29%
- Βοσκότοποι, σε ποσοστό 23%
- Αστικές και άλλες χρήσεις, σε ποσοστό 6%



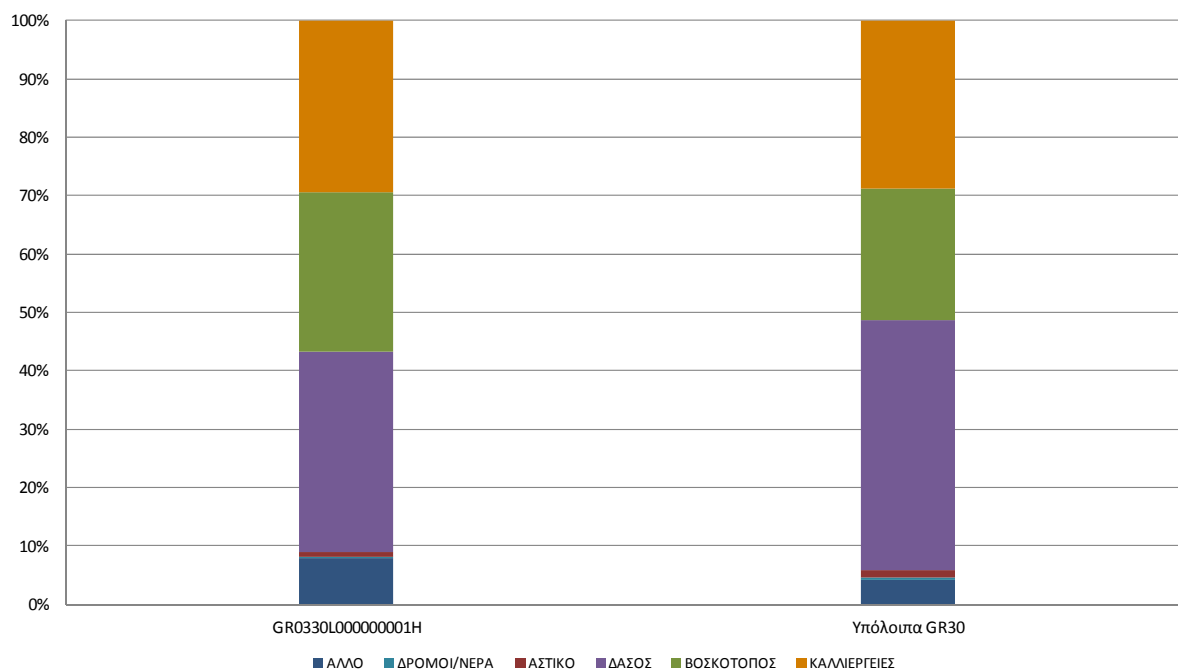
Σχήμα 7-1. Χάρτης χρήσεων γης στη Λεκάνη Απορροής Οροπεδίου Τρίπολης (GR30)

Συνολικά, στην περιοχή της ΛΑΠ Οροπεδίου Τρίπολης, υπάρχουν σημαντικές δασικές και ημιδασικές εκτάσεις, που κατανέμονται με βάση την επιφάνειά τους επί της συνολικής έκτασης της λεκάνης, όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Σχήμα 7-2. Κατανομή των χρήσεων γης στη Λεκάνη Απορροής Οροπεδίου Τρίπολης (GR30)

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται η κατανομή των χρήσεων γης ανά λεκάνη επιφανειακού υδατικού συστήματος και αθροιστικά στις υπόλοιπες λεκάνες της ΛΑΠ Οροπεδίου Τρίπολης «Υπόλοιπα GR30» όπου δεν έχει οριστεί κάποιο επιφανειακό υδατικό σύστημα.



Σχήμα 7-3. Κατανομή των χρήσεων γης στις υπολεκάνες της ΛΑΠ Οροπεδίου Τρίπολης (GR30)

Λεκάνη Απορροής Ρεμάτων Αργολικού Κόλπου (GR31)

Στην περιοχή της λεκάνης, σε μια συνολική έκταση 5.296χλμ², διακρίνονται οι παρακάτω βασικές κατηγορίες χρήσεων γης:

- Δάση και δασικές εκτάσεις, σε ποσοστό 50%

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

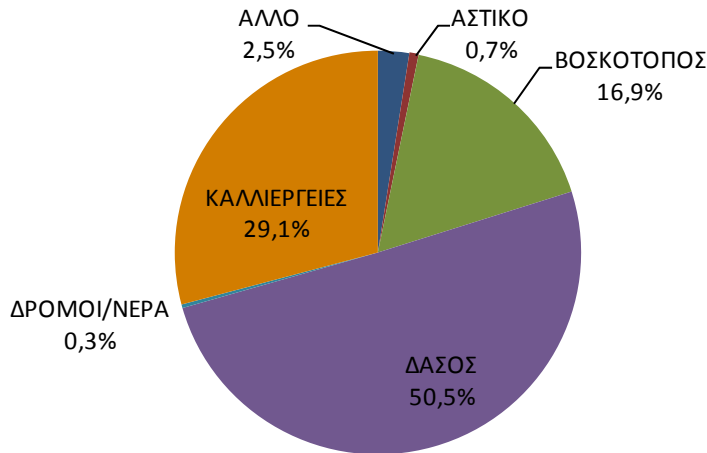
ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

- Γεωργική γη, σε ποσοστό 29%
- Βοσκότοποι, σε ποσοστό 17%
- Αστικές και άλλες χρήσεις, σε ποσοστό 4%



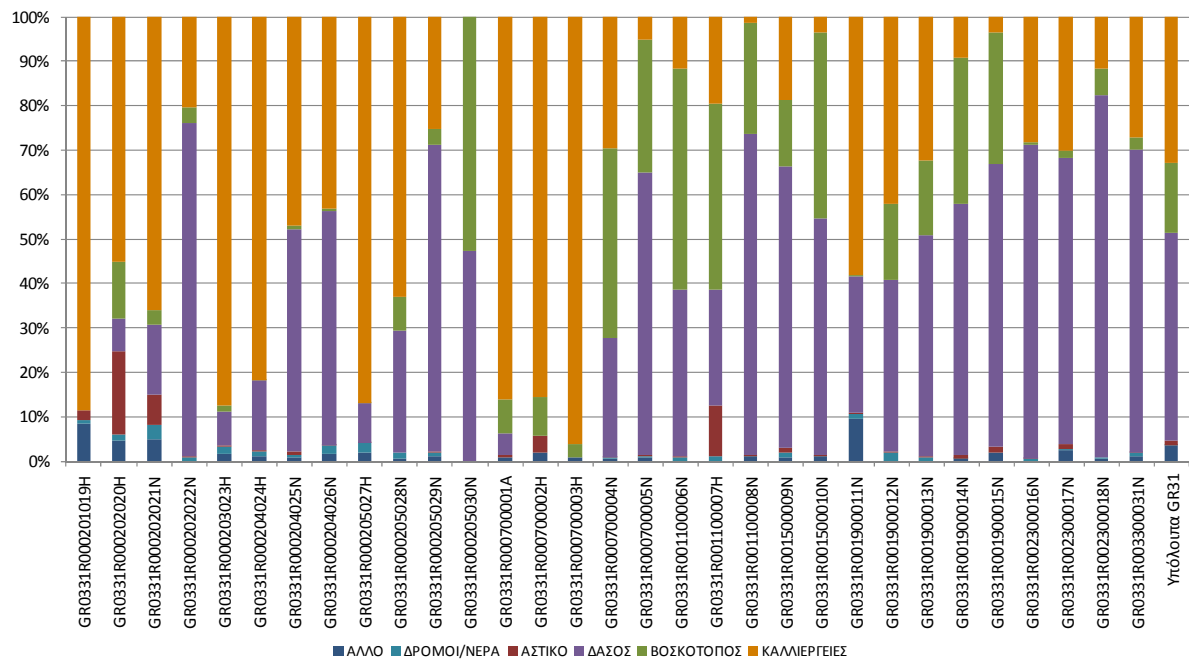
Σχήμα 7-4. Χάρτης χρήσεων γης στη Λεκάνη Απορροής Ρεμάτων Αργολικού Κόλπου (GR31)

Συνολικά, στην περιοχή της ΛΑΠ Ρεμάτων Αργολικού Κόλπου, υπάρχουν σημαντικές γεωργικές, δασικές και ημιδασικές εκτάσεις, που κατανέμονται με βάση την επιφάνειά τους επί της συνολικής έκτασης της λεκάνης, όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Σχήμα 7-5. Κατανομή των χρήσεων γης στη Λεκάνη Απορροής Ρεμάτων Αργολικού Κόλπου (GR31)

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται η κατανομή των χρήσεων γης ανά λεκάνη επιφανειακού υδατικού συστήματος και αθροιστικά στις υπόλοιπες λεκάνες της ΛΑΠ Ρεμάτων Αργολικού Κόλπου «Υπόλοιπα GR31» όπου δεν έχει οριστεί κάποιο επιφανειακό υδατικό σύστημα.

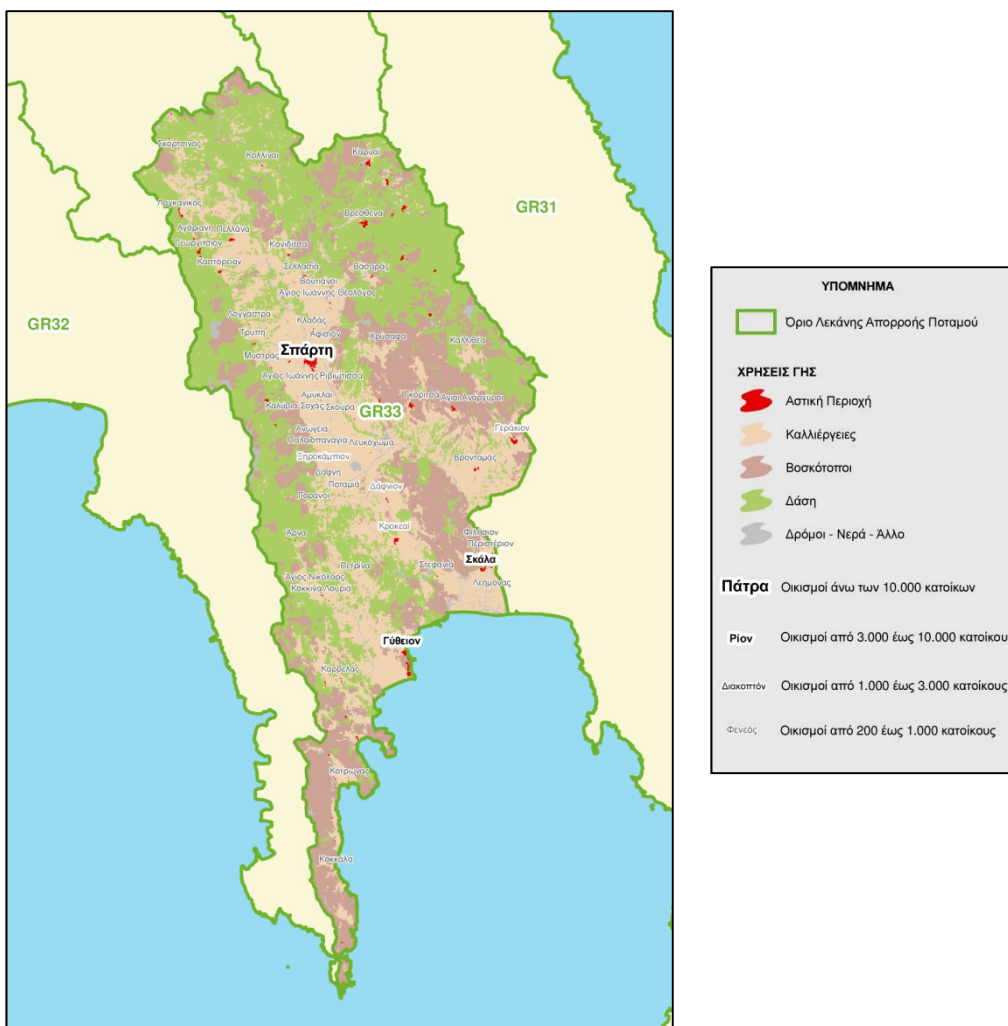


Σχήμα 7-6. Κατανομή των χρήσεων γης στις υπολεκάνες της ΛΑΠ Ρεμάτων Αργολικού Κόλπου (GR31)

Λεκάνη Απορροής Ευρώτα (GR33)

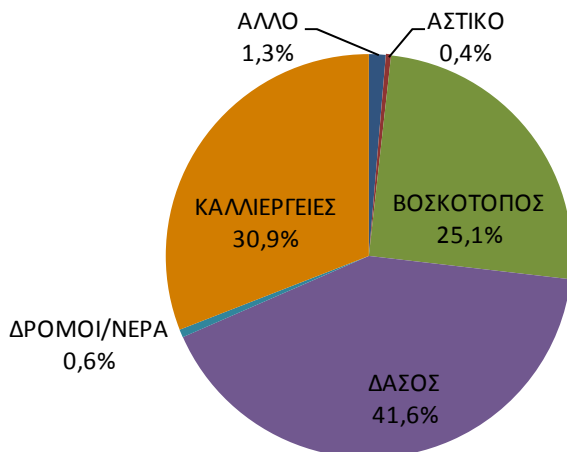
Στην περιοχή της λεκάνης, σε μια συνολική έκταση 2.239χλμ², διακρίνονται οι παρακάτω βασικές κατηγορίες χρήσεων γης:

- Δάση και δασικές εκτάσεις, σε ποσοστό 42%
- Γεωργική γη, σε ποσοστό 31%
- Βοσκότοποι, σε ποσοστό 25%
- Αστικές και άλλες χρήσεις, σε ποσοστό 2%



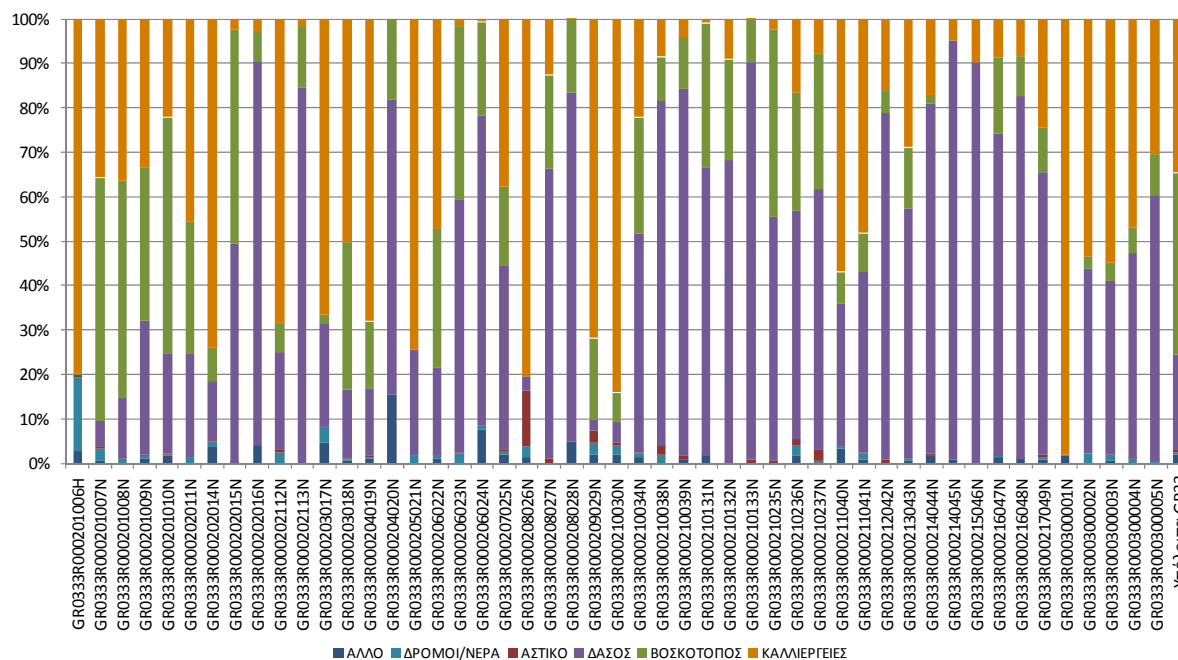
Σχήμα 7-7. Χάρτης χρήσεων γης στη Λεκάνη Απορροής Ευρώτα (GR33)

Συνολικά, στην περιοχή της ΛΑΠ Ευρώτα, υπάρχουν σημαντικές γεωργικές, δασικές και ημιδασικές εκτάσεις, που κατανέμονται με βάση την επιφάνειά τους επί της συνολικής έκτασης της λεκάνης, όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Σχήμα 7-8. Κατανομή των χρήσεων γης στη Λεκάνη Απορροής Ευρώτα (GR33)

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται η κατανομή των χρήσεων γης ανά λεκάνη επιφανειακού υδατικού συστήματος και αθροιστικά στις υπόλοιπες λεκάνες της ΛΑΠ Ευρώτα «Υπόλοιπα GR33» όπου δεν έχει οριστεί κάποιο επιφανειακό υδατικό σύστημα.



Σχήμα 7-9. Κατανομή των χρήσεων γης στις υπολεκάνες της ΛΑΠ Ευρώτα (GR33)

Για κάθε ΛΑΠ του ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου, συνοπτικά στοιχεία των ποσοστών ανά είδος χρήσης γης παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 7-2). Από τον πίνακα αυτόν, διακρίνεται ένα περίπου αναλογικά ίδιο ποσοστό γεωργικής χρήσης (29-31%). Τα ποσοστά και για τις υπόλοιπες χρήσεις γης είναι περίπου ίδια και για όλες τις ΛΑΠ του ΥΔ03 με εξαίρεση τις αστικές/άλλες χρήσεις γης όπου στην ΛΑΠ οροπεδίου Τρίπολης είναι αυξημένο (6%) σε σχέση με τις άλλες ΛΑΠ (στη GR31 είναι 4% και στην GR33 είναι 2%).

Για τον χαρακτηρισμό της κλίμακας τρωτότητας (χαμηλή, μέση, μεγάλη) βάσει της κατανομής της χρήσης γης σε κάθε ΛΑΠ, ως κριτήριο τέθηκε η χρήση γης που αποτελεί τον μεγαλύτερο

καταναλωτή νερού δηλαδή η γεωργία. Τα όρια του ποσοστού γεωργικής χρήσης γης στην έκταση κάθε ΛΑΠ σε σχέση με την κατηγορία τρωτότητας καθορίστηκαν ως εξής: 0%-30% χαμηλή τρωτότητα, 30%-50% μέση τρωτότητα και 50%-100% μεγάλη τρωτότητα.

Πίνακας 7-2. Συσχέτιση χρήσεων γης με τρωτότητα ξηρασίας

ΛΑΠ	Έκταση (χλμ ²)	Γεωργική γη	Βοσκότοποι	Δασικές χρήσεις γης	Αστικές και άλλες χρήσεις γης	Χαρακτηρισμός τρωτότητας
GR30	907	29%	23%	42%	6%	Χαμηλή
GR31	5.296	29%	17%	50%	4%	Χαμηλή
GR33	2.239	31%	25%	42%	2%	Μέση
Σύνολο ΥΔ03	8.442	30%	20%	47%	4%	Χαμηλή

Για τον οριστικό προσδιορισμό και την εξαγωγή ασφαλέστερων συμπερασμάτων σε σχέση με τη τρωτότητα μιας περιοχής σε ξηρασία, εκτός από τις χρήσεις γης που αποτελούν μια ένδειξη, θα πρέπει να συνυπολογιστούν και άλλοι παράγοντες όπως οι ζητήσεις-απολήψεις νερού και η μεταβολή του πληθυσμού που αναλύονται στις επόμενες παραγράφους.

7.2.3 Επιρροή της μεταβολής του πληθυσμού στη τρωτότητα σε ξηρασία

Μια από τις παγκόσμια κύριες αιτίες των φαινομένων ξηρασίας – λειψυδρίας είναι η αύξηση του πληθυσμού και κατά συνέπεια η αύξηση των αναγκών σε νερό. Παγκόσμια ο πληθυσμός αυξάνεται με ταχύτατους ρυθμούς. Το 2020 προβλέπεται ότι θα είναι 7,9 δισεκατομμύρια, 50% μεγαλύτερος από το 1990 (Dyson, 1996). Το μεγαλύτερο μέρος αυτής της ανάπτυξης θα είναι σε χώρες των οποίων οι κάτοικοι έχουν χαμηλά επίπεδα κατανάλωσης νερού για οικιακή χρήση.

Στην Πελοπόννησο παρατηρούνται γενικά ήπιοι ρυθμοί ανάπτυξης του πληθυσμού ή και στασιμότητας σε ορισμένες περιπτώσεις. Οι ρυθμοί αυτοί μεταβολής του πληθυσμού δύναται να τροποποιηθούν τα επόμενα χρόνια λόγω και της οικονομικής συγκυρίας, με τρόπο που πιθανότατα να διαφανεί μια αύξηση συγκέντρωσης πληθυσμού σε μικρότερες επαρχιακές πόλεις, οι κάτοικοι των οποίων έχουν ως κύρια οικονομική δραστηριότητα τη γεωργία.

Στους παρακάτω πίνακες (Πίνακας 7-3 και Πίνακας 7-4) παρουσιάζεται η μεταβολή του πληθυσμού για τις ΛΑΠ30, 31 και 33 του ΥΔ03 για τα έτη από 1991 έως 2001 και ο εκτιμώμενος πληθυσμός για το 2011. Επισημαίνεται ότι τα δεδομένα της νέας απογραφής πληθυσμού του 2011, δεν είναι επισήμως ακόμη διαθέσιμα. Στο ΥΔ03 παρατηρείται για το χρονικό διάστημα 1991-2001 μια μικρή αύξηση του πληθυσμού (3-4%) για τις GR30 και 33 ενώ μεγαλύτερη αύξηση πληθυσμού παρατηρήθηκε για το ίδιο χρονικό διάστημα στην ΛΑΠ 31 (5,5%) λόγω και της ανάπτυξης του τουρισμού στις περιοχές αυτές,. Για το χρονικό διάστημα 2001-2011 εκτιμάται μια περίπου ανάλογη εικόνα αύξησης του πληθυσμού και για τις τρεις ΛΑΠ του ΥΔ03. Συνεπώς η μεταβολή του πληθυσμού την τελευταία 10ετία και η συνεισφορά της στην τρωτότητα από ξηρασία για τις ΛΑΠ 28 και 45 είναι μεγαλύτερη σε σχέση με την ΛΑΠ27.

Τα όρια του ποσοστού αύξησης του πληθυσμού στην έκταση κάθε ΛΑΠ σε σχέση με τον χαρακτηρισμό τρωτότητας καθορίστηκαν ως εξής: -5%-5% χαμηλή τρωτότητα, 5%-15% μέση τρωτότητα και 15% και άνω μεγάλη τρωτότητα.

Πίνακας 7-3. Συσχέτιση μεταβολής πληθυσμού για τα έτη 1991-2001 με τρωτότητα ξηρασίας

ΛΑΠ	Έκταση (χλμ ²)	Πραγματικός πληθυσμός	Εποχιακοί κάτοικοι	Διανυκτερεύσεις τουρίστες 2005	Μεταβολή πραγματικού πληθυσμού 1991-2001	Χαρακτηρισμός τρωτότητας λόγω μεταβολής πληθυσμού
GR30	907	44.785	5.199	77.690	3,9%	Χαμηλή
GR31	5.296	183.536	37.054	1.036.124	5,5%	Μέση
GR33	2.239	61.722	12.571	208.560	3,2%	Χαμηλή
Σύνολο ΥΔ03	8.442	290.043	54.824	1.322.374	4,8%	Χαμηλή

Πίνακας 7-4. Στοιχεία και εκτίμηση πληθυσμού για το έτος 2011

ΛΑΠ	Έκταση (χλμ ²)	Πραγματικός πληθυσμός 2011	Εποχιακοί κάτοικοι 2011	Διανυκτερεύσεις τουρίστες 2011
GR30	907	49.400	5.750	95.250
GR31	5.296	204.800	41.700	1.254.500
GR33	2.239	68.400	14.100	184.084
Σύνολο ΥΔ03	8.442	322.600	61.550	1.533.834

7.2.4 Επιρροή της ζήτησης και απόληψης νερού στη τρωτότητα σε ξηρασία

Μια αναπτυσσόμενη και ανεξέλεγκτη αύξηση της ζήτησης σε νερό επιταχύνει την εμφάνιση συνθηκών λειψυδρίας. Στο ΥΔ03 της Πελοποννήσου γενικά, η μεγαλύτερη ζήτηση – κατανάλωση νερού παρατηρείται στην άρδευση (~88%), στη συνέχεια στην ύδρευση και στην κάλυψη των αναγκών της βιομηχανίας (~9%) και τέλος για την κάλυψη υδρευτικών αναγκών της κτηνοτροφίας σε ποσοστά (~1 %). Από τους παρακάτω πίνακες (Πίνακας 7-5 και Πίνακας 7-6) συμπεραίνεται ότι στην ΛΑΠ ρεμάτων Αργολικού κόλπου εμφανίζεται μεγαλύτερη κατά αναλογία έκτασης, ζήτηση νερού (50.000 μ³/χλμ²) σε σχέση με την ΛΑΠ33 (42.000 μ³/χλμ²) και την ΛΑΠ30 (22.000 μ³/χλμ²) για όλες τις χρήσεις.

Οι απολήψεις νερού εμφανίζουν την ίδια εικόνα με την ζήτηση με τις μεγαλύτερες απολήψεις να γίνονται στην ΛΑΠ31 (69.000 μ³/χλμ²) και να ακολουθούν η ΛΑΠ33 (67.000 μ³/χλμ²) και η ΛΑΠ30 (31.000 μ³/χλμ²). Οι απολήψεις σε σχέση με τις ζητήσεις δίνουν μια εικόνα τόσο για τις απώλειες των δικτύων όσο και του τρόπου άρδευσης των καλλιεργειών σε μια περιοχή. Με αυτή τη λογική περισσότερο ευαίσθητη ΛΑΠ ως προς τη τρωτότητα σε ξηρασία ΛΑΠ στο ΥΔ03 είναι αυτή των ρ. Αργολικού κόλπου και έπονται οι ΛΑΠ Ευρώτα και η ΛΑΠ οροπεδίου Τρίπολης.

Τα όρια των ζητήσεων και απολήψεων στην έκταση κάθε ΛΑΠ σε σχέση με τον χαρακτηρισμό της τρωτότητας καθορίστηκαν ως εξής: 0-50.000μ³/χλμ² χαμηλή τρωτότητα, 50.000-100.000μ³/χλμ² μέση τρωτότητα και 100.000μ³/χλμ² και άνω μεγάλη τρωτότητα.

Πίνακας 7-5. Στοιχεία και δείκτης τρωτότητας της ζήτησης νερού

ΛΑΠ	Έκταση (χλμ ²)	Υδρευση + Βιομηχανία (μ ³)	Άρδευση (μ ³)	Κτηνοτροφία (μ ³)	Συνολική Ζήτηση νερού (μ ³)	Συνολική ζήτηση/έκταση (μ ³ /χλμ ²)	Χαρακτηρισμός τρωτότητας
GR30	907	4.773.000	13.656.000	628.800	19.100.000	22.000	Χαμηλή
GR31	5.296	26.428.000	233.246.000	2.810.700	262.500.000	50.000	Χαμηλή
GR33	2.239	7.896.000	82.856.000	1.120.600	91.900.000	42.000	Χαμηλή
Σύνολο ΥΔ03	8.442	39.097.000	329.758.000	4.560.100	373.500.000	45.000	Χαμηλή

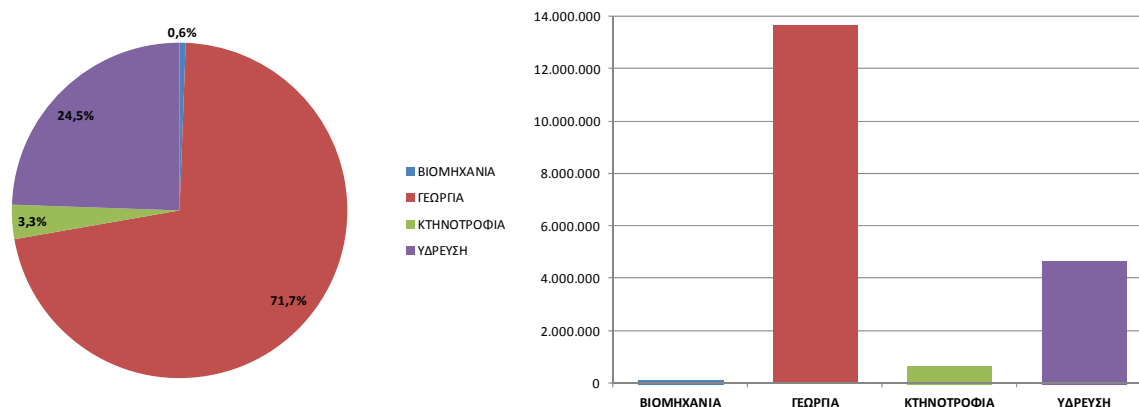
Πίνακας 7-6. Στοιχεία και δείκτης τρωτότητας της απώλησης νερού

ΛΑΠ	Έκταση (χλμ ²)	Υδρευση + Βιομηχανία (μ ³)	Άρδευση (μ ³)	Κτηνοτροφία (μ ³)	Συνολική Απόληψη νερού (μ ³)	Συνολική απώληση/έκταση (μ ³ /χλμ ²)	Χαρακτηρισμός τρωτότητας
GR30	907	6.605.000	20.144.000	785.500	27.600.000	31.000	Χαμηλή
GR31	5.296	36.274.000	324.723.000	3.513.000	364.600.000	69.000	Μέση
GR33	2.239	10.623.000	136.334.000	1.400.400	148.400.000	67.000	Μέση
Σύνολο ΥΔ03	8.442	53.502.000	481.201.000	5.698.900	540.600.000	65.000	Μέση

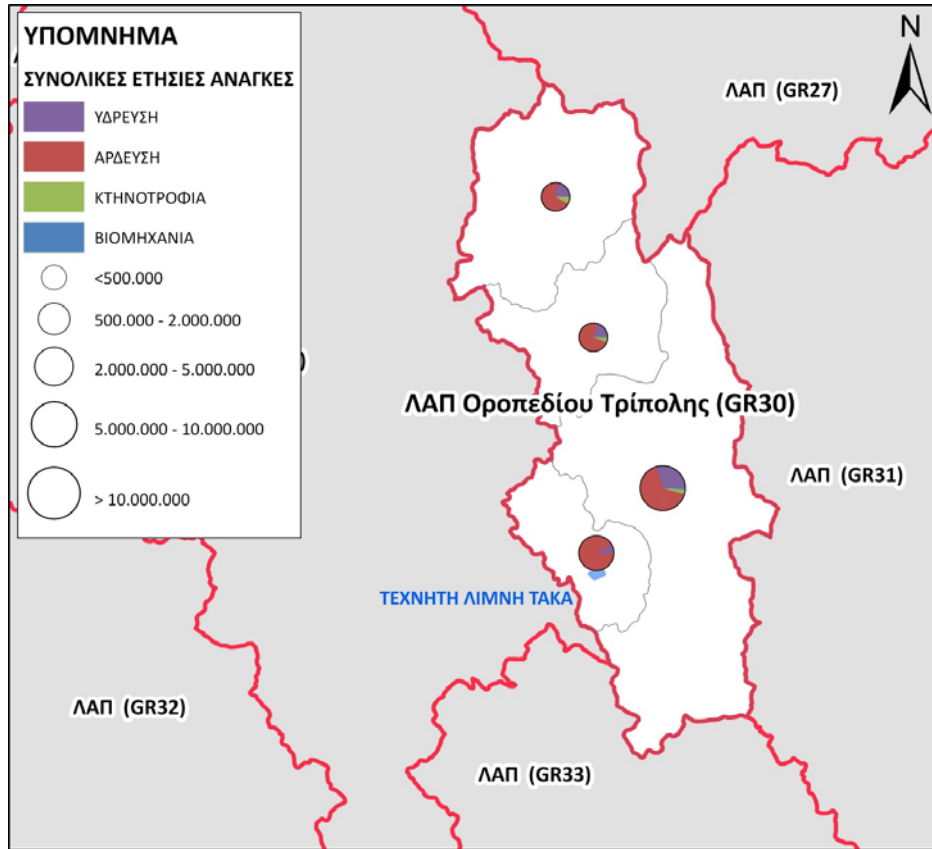
Στις επόμενες παραγράφους δίνονται αναλυτικότερα για κάθε ΛΑΠ του ΥΔ03 στοιχεία για τη ζήτηση και απώληση νερού για κάθε χρήση.

Λεκάνη Απορροής Οροπεδίου Τρίπολης (GR30)

Στη ΛΑΠ Οροπεδίου Τρίπολης (GR30), οι συνολικές ετήσιες ανάγκες νερού για όλες τις δραστηριότητες και χρήσεις ανέρχονται σε ~19εκ.μ³. Στη γεωργία (αρδευθείσες εκτάσεις), που είναι και ο βασικός χρήστης νερού, καταναλώνεται ~72% (~13,6εκ.μ³) των συνολικών αναγκών νερού, στη βιομηχανία το ~0,5% (~0,1εκ.μ³), στην ύδρευση ~24,5% (~4,7εκ.μ³) και στην κτηνοτροφία ~3% (0,6εκ.μ³), όπως παρουσιάζεται και στο παρακάτω σχήμα.



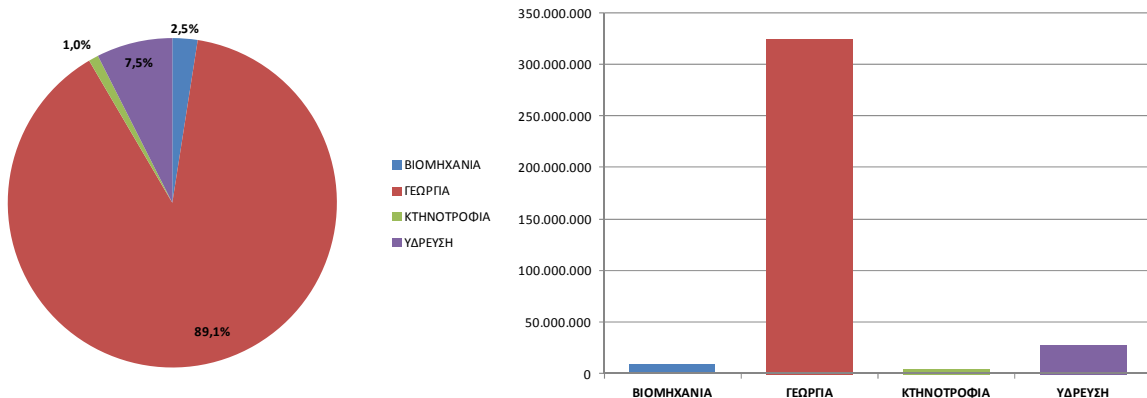
Σχήμα 7-10. Κατανομή και ποσότητες ετήσιων αναγκών νερού στη ΛΑΠ Οροπεδίου Τρίπολης (GR30)



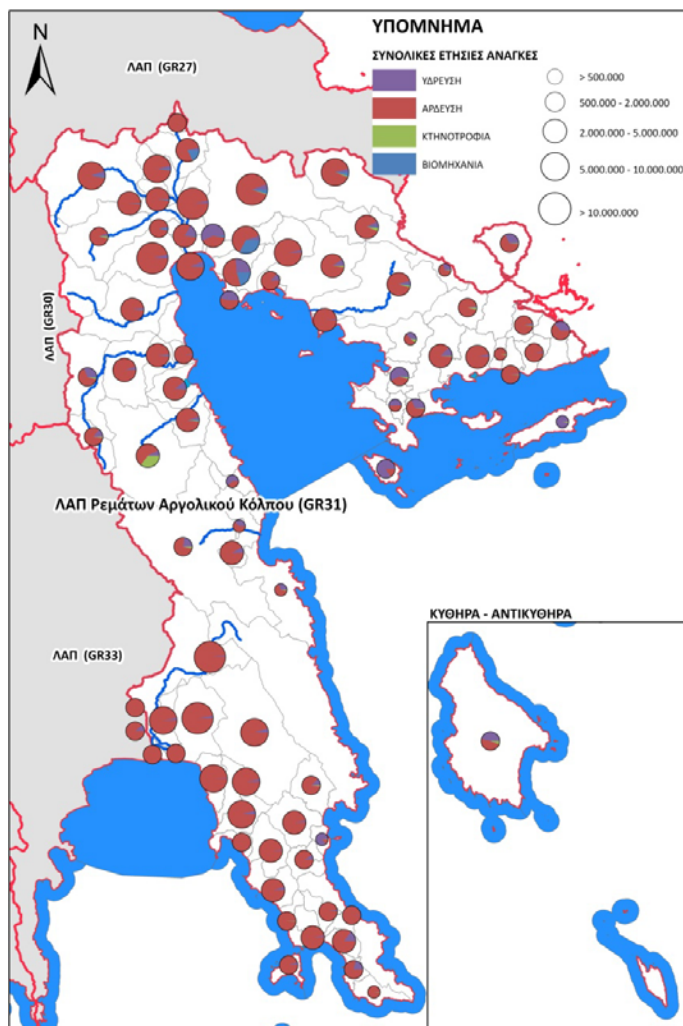
Σχήμα 7-11. Ετήσιες ανάγκες νερού ανά λεκάνη ΥΣ για τη ΛΑΠ Οροπεδίου Τρίπολης (GR30)

Λεκάνη Απορροής Ρεμάτων Αργολικού Κόλπου (GR31)

Στη ΛΑΠ Ρεμάτων Αργολικού Κόλπου (GR31), οι συνολικές ετήσιες απολήψεις νερού, για όλες τις δραστηριότητες και χρήσεις, ανέρχονται σε ~365εκ.μ³. Στη γεωργία (αρδευθείσες εκτάσεις), που είναι και ο βασικός χρήστης νερού, καταναλώνεται ~89% (~325εκ.μ³) των συνολικών αναγκών νερού, στη βιομηχανία το ~2,5% (~9εκ.μ³), στην ύδρευση ~7,5% (~27,5εκ.μ³) και στην κτηνοτροφία ~1% (~3,5εκ.μ³), όπως παρουσιάζεται και στο παρακάτω σχήμα.



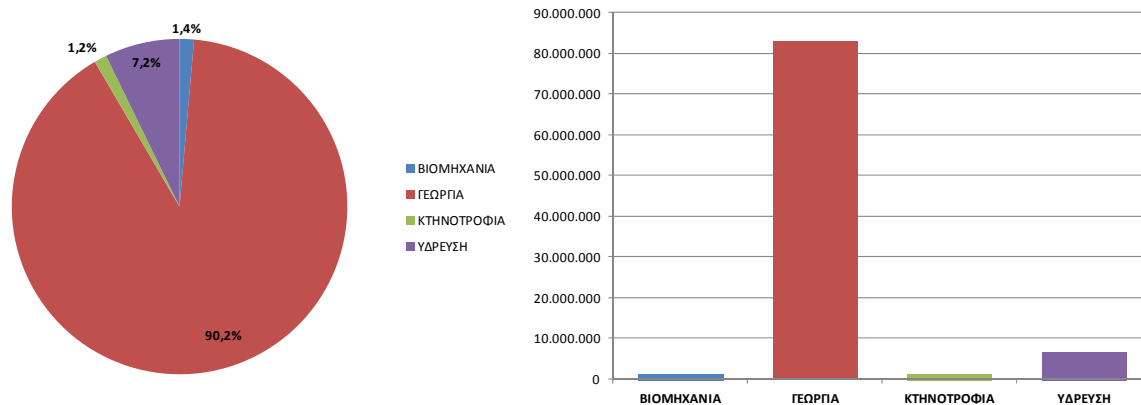
Σχήμα 7-12. Κατανομή και ποσότητες ετήσιων απολήψεων νερού στη ΛΑΠ Ρεμάτων Αργολικού Κόλπου (GR31)



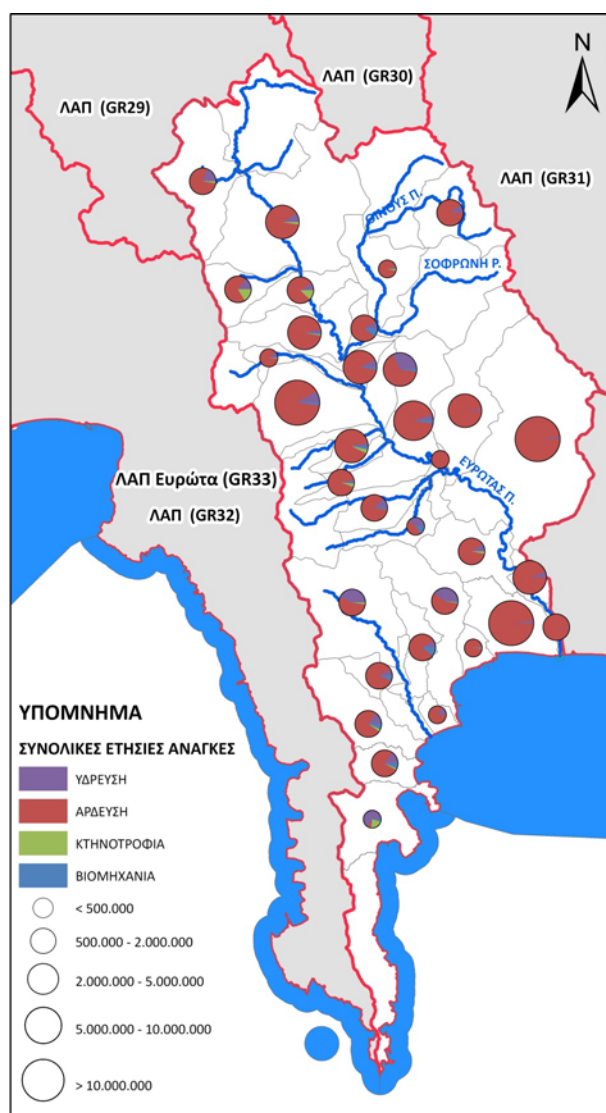
Σχήμα 7-13. Ετήσιες ανάγκες νερού ανά λεκάνη ΥΣ για τη ΛΑΠ Ρεμάτων Αργολικού Κόλπου (GR31)

Λεκάνη Απορροής Ευρώτα (GR33)

Στη ΛΑΠ Ευρώτα (GR33), οι συνολικές ετήσιες ανάγκες νερού για όλες τις δραστηριότητες και χρήσεις ανέρχονται σε $\sim 92 \text{ εκ.}\mu^3$. Στη γεωργία (αρδευθείσες εκτάσεις), που είναι και ο βασικός χρήστης νερού, καταναλώνεται $\sim 90\%$ ($\sim 83 \text{ εκ.}\mu^3$) των συνολικών αναγκών νερού, στη βιομηχανία το $\sim 1,5\%$ ($\sim 1 \text{ εκ.}\mu^3$), στην ύδρευση $\sim 7\%$ ($\sim 7 \text{ εκ.}\mu^3$) και στην κτηνοτροφία $\sim 1,5\%$ ($\sim 1 \text{ εκ.}\mu^3$) όπως παρουσιάζεται και στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 7-14. Κατανομή και ποσότητες ετήσιων αναγκών νερού στη ΛΑΠ Ευρώτα (GR33)



Σχήμα 7-15. Ετήσιες ανάγκες νερού ανά λεκάνη ΥΣ για τη ΛΑΠ Ευρώτα (GR33)

7.2.5 Επιρροή της ποσότητας των απολήψεων από επιφανειακά ΥΣ

Στις απολήψεις από επιφανειακά ΥΣ θεωρείται χαμηλή όταν ο ποσοστιαίος λόγος του ετήσιου όγκου απολήψεων προς τη μέση ετήσια φυσικοποιημένη απορροή του ΥΣ δεν ξεπερνά το 50% ή ο

ποσοστιαίος λόγος του θερινού όγκου απολήψεων προς τη μέση θερινή φυσικοποιημένη απορροή του ΥΣ δεν ξεπερνά το 35%. Μέση τρωτότητα θεωρείται όταν τα παραπάνω ποσοστά δεν ξεπερνούν το 75% και 50% αντίστοιχα και μεγάλη όταν τα ποσοστά αυτά απόληψης είναι πάνω από τα όρια της μέσης τρωτότητας.

Δεν πραγματοποιούνται απολήψεις από επιφανειακά υδατικά συστήματα στη Λεκάνη Απορροής Οροπεδίου Τρίπολης. Η κάλυψη των αναγκών νερού γίνεται από υπόγεια υδατικά συστήματα μέσω γεωτρήσεων και πηγών. Αφού κατασκευαστούν τα αρδευτικά δίκτυα της Τάκας, θα γίνονται απολήψεις από την τεχνητή λίμνη (GR0330L00000001H), για την κάλυψη των αρδευτικών αναγκών συνολικής καλλιεργήσιμης έκτασης 30.500στρ. στο νότιο τμήμα του Μαντινειακού λεκανοπεδίου. Πρέπει εδώ να αναφερθεί ότι γίνεται μεταφορά νερού από το Έλος Κανδήλας στο ΥΔ01, κυρίως μέσω υδροφραγμάτων προς τον ποταμό Τράγο και δευτερευόντως μέσω καταβοθρών που εκφορτίζονται σε πηγές της ΛΑΠ GR29.

Δεν πραγματοποιούνται απολήψεις από επιφανειακά υδατικά συστήματα στη Λεκάνη Απορροής Ρεμάτων Αργολικού Κόλπου. Η κάλυψη των αναγκών νερού γίνεται από υπόγεια υδατικά συστήματα μέσω γεωτρήσεων και πηγών. Αφού κατασκευαστεί το φράγμα του Τάνου, θα γίνονται απολήψεις από τον ταμιευτήρα του, για την κάλυψη των αρδευτικών αναγκών 9.100στρ. στο Άστρος του Δ. Βόρειας Κυνουρίας.

Στη ΛΑΠ Ευρώτα, πραγματοποιούνται απολήψεις νερού από επιφανειακά ύδατα για την κάλυψη αρδευτικών αναγκών. Οι θέσεις των απολήψεων εντοπίζονται τόσο στην κύρια κοίτη του ποταμού Ευρώτα όσο και σε παραποτάμους του. Πιο συγκεκριμένα, το αρδευτικό Φ.Ζαχαριά καλύπτει τις αρδευτικές ανάγκες 807στρ. εκτάσεων με απολήψεις $\sim 0,7\text{εκ.μ}^3/\text{έτος}$ από τον π. Ευρώτα (Υ.Σ. GR0333R000207025N). Επίσης, οι αρδευτικές ανάγκες στην Κοινότητα Βρονταμά καλύπτονται με απολήψεις από το ΥΣ GR0333R000201009N του Ευρώτα, μέσω μικρού τσιμεντένιου αρδευτικού φράγματος. Επιπλέον, με δέσεις εξασφαλίζονται οι απαιτούμενες ποσότητες νερού για την κάλυψη των αναγκών συλλογικών αρδευτικών δικτύων. Αναλυτικά, για την κάλυψη των αναγκών 2.500στρ του αρδευτικού έργου Καλυβίων Σόχας γίνονται απολήψεις από το ρ. Καλύβες (Υ.Σ. GR0333R000206022N) ενώ για τις αρδευτικές ανάγκες 5.500στρ των συλλογικών δικτύων Παλαιοπαναγίας και Ανωγείων γίνονται απολήψεις από το ρ. Κάκαρη (Υ.Σ. GR0333R000204019N). Η κάλυψη των υπόλοιπων αναγκών νερού γίνεται από υπόγεια υδατικά συστήματα μέσω γεωτρήσεων και πηγών. Τα στοιχεία των απολήψεων έχουν προκύψει βάσει των αρδευθεισών εκτάσεων.

Η κάλυψη των υπόλοιπων αναγκών των ΛΑΠ του ΥΔ02 γίνεται από υπόγεια υδατικά συστήματα μέσω γεωτρήσεων και πηγών.

Πίνακας 7-7. Κατάσταση επιφανειακών ΥΣ που καλύπτουν υδατικές ανάγκες ως προς την τρωτότητά τους στη ξηρασία

A/A	Κωδικός ΥΣ	Ονομασία ΥΣ	Τρωτότητα
GR30			
GR31			
GR33			
1	GR0333R000201009N	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	Χαμηλή
2	GR0333R000204019N	ΚΑΚΑΡΗ Ρ.	Χαμηλή
3	GR0333R000206022N	ΚΑΛΥΒΕΣ Ρ.	Χαμηλή

A/A	Κωδικός ΥΣ	Ονομασία ΥΣ	Τρωτότητα
4	GR0333R000207025N	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	Χαμηλή

7.2.6 Επιρροή της ποσοτικής κατάστασης των ΥΥΣ στη τρωτότητα σε ξηρασία

Η τρωτότητα θεωρείται χαμηλή, όταν το δίκτυο υδροδοτείται από υπόγεια υδατικά συστήματα σε καλή ποσοτική κατάσταση, μέση όταν υδροδοτείται από υπόγεια συστήματα σε κακή ποσοτική κατάσταση και υψηλή όταν τα υπόγεια υδατικά συστήματα βρίσκονται σε μακροχρόνιο καθεστώς υπερεκμετάλλευσης.

Σχετικά με την ύδρευση ορεινών οικισμών, των οποίων η ύδρευση εξαρτάται κυρίως από μικρές διάσπαρτες πηγές και δευτερευόντως από γεωτρήσεις, κατά τη διάρκεια της ξηρασίας η τρωτότητα τους θεωρείται ως μεσαία εξαιτίας της άμεσης σύνδεσης της παροχής των πηγών με τις βροχοπτώσεις.

Στις περιπτώσεις αντίθετα των Δήμων η ύδρευση των οποίων, γίνεται από μεγάλες καρστικές πηγές με δυνατότητα αναρρύθμισης των εκφορτίσεων στις περιόδους ξηρασίας, η τρωτότητα είναι χαμηλή.

Πίνακας 7-8. Κατάσταση ΥΥΣ που καλύπτουν υδατικές ανάγκες ως προς την τρωτότητά τους στη ξηρασία

A/A	Κωδικός ΥΥΣ	Ονομασία ΥΥΣ	Τρωτότητα
GR30			
1	GR0300010	Σύστημα Κανδήλας	Χαμηλή
2	GR0300030	Σύστημα οροπεδίου Τρίπολης	Υψηλή
GR31			
1	GR0300020	Σύστημα Αν. Αρκαδίας-Δυτ. Αργολίδας	Μέση
2	GR0300040	Σύστημα Αργολικού Πεδίου	Υψηλή
3	GR0300050	Σύστημα Μαυροβουνίου - Διδύμων	Μέση
4	GR0300060	Σύστημα Τροιζηνίας	Υψηλή
5	GR0300070	Σύστημα Ερμιόνης	Υψηλή
6	GR0300080	Σύστημα Πορτοχελίου	Υψηλή
7	GR0300090	Σύστημα Άστρους	Υψηλή
8	GR0300100	Σύστημα Πάρνωνα	Μέση
9	GR0300110	Σύστημα Ζάρακα – Μονεμβασιάς	Μέση
10	GR0300120	Σύστημα Νοτιοανατολικής Λακωνίας	Μέση
11	GR0300130	Σύστημα Νεάπολης	Υψηλή
12	GR0300140	Σύστημα Κυθήρων	Μέση
13	GR0300150	Σύστημα Ασωπού - Γλυκόβρυσης	Υψηλή
GR33			
1	GR0300160	Σύστημα Γερακίου - Γκοριτσάς	Χαμηλή
2	GR0300170	Σύστημα Έλους – Βασιλοποτάμου	Χαμηλή
3	GR0300180	Σύστημα Σκάλας	Χαμηλή
4	GR0300190	Σύστημα Κροκεών - Γυθείου	Μέση
5	GR0300200	Σύστημα π.Βαρδούνια (π.Πλατύ)	Μέση
6	GR0300210	Σύστημα Σκουταρίου	Μέση
7	GR0300220	Σύστημα Ανατ.Ταυγέτου - Αγ. Μαρίνας	Χαμηλή
8	GR0300230	Σύστημα Ευρώτα	Μέση

A/A	Κωδικός ΥΥΣ	Ονομασία ΥΥΣ	Τρωτότητα
9	GR0300240	Σύστημα Αγ.Πέτρου - Βουτιάνων	Μέση
10	GR0300250	Σύστημα Ζορού - Σελλασίας	Χαμηλή
11	GR0300260	Σύστημα Πελλάνας - Σκορτσινού	Μέση
12	GR0300270	Σύστημα Κολλίνες - Βλαχοκερασιάς	Μέση
8	GR0300230	Σύστημα Ευρώτα	Μέση
9	GR0300240	Σύστημα Αγ.Πέτρου - Βουτιάνων	Μέση
10	GR0300250	Σύστημα Ζορού - Σελλασίας	Χαμηλή
11	GR0300260	Σύστημα Πελλάνας - Σκορτσινού	Μέση

7.3 Δείκτης WEI

7.3.1 Μεθοδολογία υπολογισμού δείκτη WEI

Όπως αναφέρθηκε στην εισαγωγή, ο δείκτης WEI (Water Exploitation Index) 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:

$$WEI = TWA / RWA \quad (7.1)$$

Σε κάθε διαχειριστική ενότητα, η συνολική μέση ετήσια απόληψη, TWA, υπολογίστηκε με βάση τα στοιχεία μέσης ετήσιας ζήτησης (Πίνακας 3-6), που αναφέρονται στις τέσσερις βασικές καταναλωτικές χρήσεις νερού της περιοχής μελέτης (ύδρευση, άρδευση, βιομηχανική χρήση, κτηνοτροφία). Προφανώς, η ζήτηση δεν περιλαμβάνει τις μη καταναλωτικές χρήσεις (π.χ., για παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας), καθώς οι τελευταίες εξ ορισμού επιστρέφουν στο περιβάλλον.

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

$$RWA = P - ET + AEI - WR + RW \quad (7.2)$$

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). Στην παραπάνω σχέση, και στην υπερετήσια κλίμακα, η διαφορά:

$$D = P - ET \quad (7.3)$$

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 κατείσδυσης. Η μέση ετήσια κατείσδυση, με τη σειρά της, είναι ταυτόσημη έννοια με τα ρυθμιστικά αποθέματα των υδροφορέων.

Για κάθε διαχειριστική ενότητα του ΥΔ03, οι τιμές της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης και της μέσης ετήσιας πραγματικής εξατμοδιαπνοής δίνει ο Πίνακας 3-5, όπως έχουν υπολογιστεί στα πλαίσια των διαχειριστικών μελετών της Πελοποννήσου (Enveco κ.ά., 2005). Ειδικότερα, η μέση ετήσια επιφανειακή βροχόπτωση υπολογίστηκε με χωρική ολοκλήρωση των σημειακών υψών βροχής των σταθμών της αντίστοιχης διαχειριστικής ενότητας, και υψομετρικής αναγωγής τους στο μέσο υψόμετρο της συγκεκριμένης ενότητας. Όσον αφορά στην πραγματική εξατμοδιαπνοή, αυτή

εκτιμήθηκε από προσομοίωση, με χρήση του υδρολογικού μοντέλου Sacramento σε όλες τις επιμέρους λεκάνες απορροής κάθε ενότητας.

Ο Πίνακας 7-9 παρουσιάζει, για κάθε διαχειριστική ενότητα του ΥΔ03, τα μέσα ετήσια μεγέθη της βροχόπτωσης, P , της πραγματικής εξατμοδιαπνοής, ET , και της εσωτερικής απορροής, D , εκφρασμένα σε όρους ισοδύναμου ύψους νερού. Ακόμη, δίνονται οι υπερετήσιοι συντελεστές απορροής, δηλαδή οι λόγοι D/P . Παρατηρείται ότι ο υψηλότερος συντελεστής απορροής εμφανίζεται στο Οροπέδιο Τρίπολης (53.4%). Γενικά, τα μεγέθη του υπερετήσιου υδατικού ισοζυγίου της περιοχής μελέτης εμφανίζουν περιορισμένη χωρική μεταβλητότητα, κάτι που δημιουργεί ερωτηματικά ως προς τη διαδικασία εκτίμησης των εν λόγω μεγεθών (λιγότερο της βροχόπτωσης και πολύ περισσότερο της πραγματικής εξατμοδιαπνοής).

Οι ποσότητες των εισροών που προέρχεται από γειτονικές λεκάνες (ΑΕΙ) ελήφθησαν επίσης από τη διαχειριστική μελέτη των Enveco κ.ά. (2005), στην οποία προφανώς εκτιμήθηκαν μέσω υδρολογικής προσομοίωσης. Όπως παρουσιάζει ο Πίνακας 3-5, η Δ.Ε. του Οροπεδίου Τρίπολης δέχεται μηδενικές εισροές, ενώ τροφοδοτεί μέσω του καρστικού του συστήματος διάφορες γειτονικές λεκάνες (Αλφειού, Νέδοντα, κτλ.), καθώς και τις υποθαλάσσιες πηγές του Ανάβαλου.

Πίνακας 7-9. Βασικά μεγέθη μέσου ετήσιου υδατικού ισοζυγίου Πελοποννήσου.

Διαχειριστική ενότητα	Έκταση (km ²)	Επιφανειακή βροχόπτωση (mm)	Πραγματική εξατμοδιαπνοή (mm)	Εσωτερική απορροή (mm)	Υπερετήσιος συντελεστής απορροής
Οροπέδιο Τρίπολης	907.4	850.0	396.0	454.0	0.534
Ρέματα Αργολικού Κόλπου	5296.1	778.5	443.0	335.5	0.431
Ευρώτας	2239.1	902.7	497.1	405.5	0.449
Σύνολο Πελοποννήσου	23073.9	923.6	487.1	436.5	0.473

Στην παρούσα μελέτη, οι ανάγκες σε νερό για περιβαλλοντική χρήση, WR , εκτιμήθηκαν ως το 50% της συνολικής απορροής, δηλαδή:

$$WR = 0.50 (P - ET + AEI) \quad (7.4)$$

Πρόκειται για ένα ιδιαίτερα υψηλό ποσοστό, το οποίο εξασφαλίζει πολύ καλό επίπεδο προστασίας τόσο των επιφανειακών νερών όσο και των υπόγειων. Επιπλέον, είναι ρεαλιστικό από την άποψη ότι στην περιοχή μελέτης δεν υπάρχουν σημαντικά τεχνικά έργα για την αξιοποίηση της συνολικής φυσικής προσφοράς νερού ενώ υπάρχουν και αρκετά ρέματα – λίμνες που δεν πληρούν τα κριτήρια για τον χαρακτηρισμό τους ως επιφανειακά ΥΣ. Κατά συνέπεια, θεωρείται ότι μόνο το ήμισυ της φυσικής προσφοράς νερού είναι διαθέσιμη για την ικανοποίηση των διαφόρων καταναλωτικών χρήσεων.

Τέλος, η ποσότητα νερού που επιστρέφει στο σύστημα, RW , εκτιμήθηκε ως το 30% της συνολικής ζήτησης. Δηλαδή, θεωρήθηκε ότι από το νερό που καταναλώνεται για τις διάφορες χρήσεις, το 70% μετατρέπεται σε απώλειες λόγω εξάτμισης και διαπνοής ή καταλήγει στη θάλασσα, μέσω των αποχετευτικών δικτύων. Η υπόλοιπη ποσότητα επιστρέφει στο φυσικό σύστημα, κυρίως μέσω των

αποστραγγιστικών αρδευτικών έργων, οπότε αθροίζεται στα ανανεώσιμα αποθέματα, έστω και αν είναι ποιοτικά υποβαθμισμένο.

Με βάση τις παραπάνω παραδοχές, εκτιμήθηκε, σε μέση ετήσια κλίμακα, ο δείκτης WEI+, για το σύνολο της περιοχής μελέτης και σε κάθε διαχειριστική ενότητα. Συνδυάζοντας τις επιμέρους σχέσεις προκύπτει η ακόλουθη ισοδύναμη έκφραση:

$$RWA = 0.50 (P - ET + AEI) + 0.30 TWA \quad (7.5)$$

Τα ζητούμενα μεγέθη, για κάθε διαχειριστική ενότητα, δίνει ο Πίνακας 3-5.

7.3.2 Γενικευμένος δείκτης αξιοποίησης νερού

Στα πλαίσια της μελέτης αναπτύχθηκε μια γενίκευση του WEI+, στην οποία λαμβάνεται υπόψη η ετήσια μεταβλητότητα της φυσικής προσφοράς νερού, και μάλιστα διαχωρίζοντας τα επιφανειακά από τα υπόγεια νερά. Στην περίπτωση αυτή, η «εσωτερική» απορροή του συστήματος δεν εκφράζεται ως διαφορά της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης από την μέση ετήσια πραγματική εξατμοδιαπνοή (σχέση 7.3), αλλά ως άθροισμα της ετήσιας επιφανειακής απορροής, $R(t)$, και των ετήσιων ρυθμιστικών αποθεμάτων του υδροφορέα, $G(t)$, δηλαδή:

$$D(t) = R(t) + G(t) \quad (7.6)$$

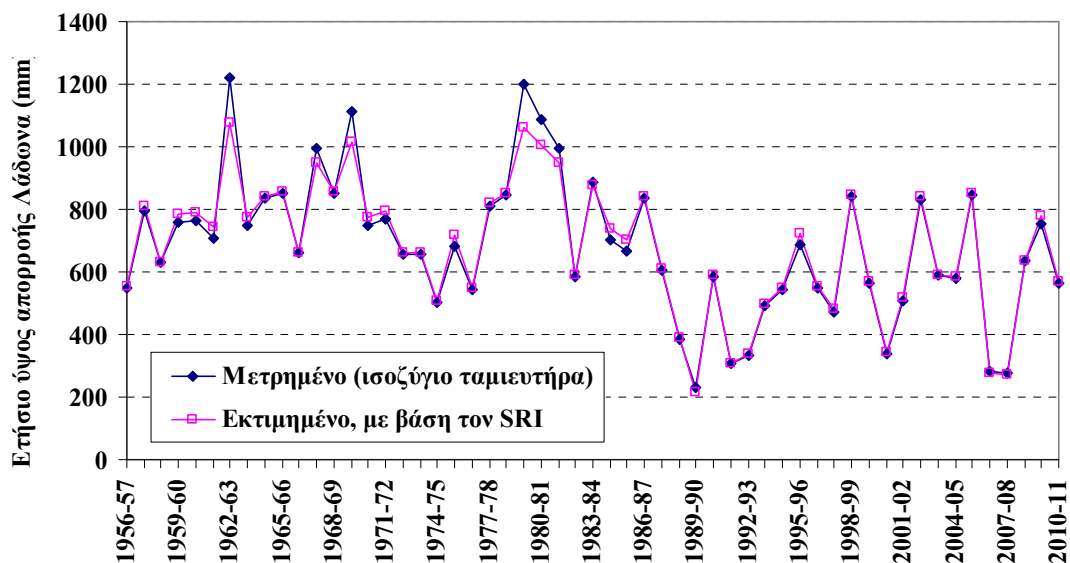
Επισημαίνεται ότι στα ρυθμιστικά αποθέματα περιλαμβάνεται και η εξωτερική απορροή AEI, η οποία προέρχεται από την εισροή υπόγειων νερών από γειτονικούς υδροφορείς. Συνεπώς, η μεταβλητή $D(t)$ εκφράζει τη συνολική μικτή απορροή ($P - E + AEI$).

Οι παραπάνω συνιστώσες του υδατικού ισοζυγίου έχουν σημαντική ετήσια μεταβλητότητα (μεγαλύτερη η επιφανειακή απορροή, μικρότερη τα ρυθμιστικά αποθέματα του υδροφορέα). Αν δεν υπάρχουν μετρήσεις ή αναλυτικές εκτιμήσεις των εν λόγω μεγεθών (π.χ. μέσω κάποιου υδρολογικού μοντέλου της περιοχής), οι μεταβλητές $R(t)$ και $G(t)$ μπορούν να εκτιμηθούν εμπειρικά, συναρτήσει των δεικτών ξηρασίας της ετήσιας βροχόπτωσης, για χρονικές κλίμακες από ένα έως πέντε έτη.

Συγκεκριμένα, η ετήσια επιφανειακή απορροή, $R(t)$, συνδέεται με τον δείκτη ξηρασίας της ετήσιας απορροής, $SRI(t)$, σύμφωνα με τη σχέση:

$$R(t) = R [1 + CVR \times SRI(t)] \quad (7.7)$$

όπου R η μέση ετήσια απορροή και CVR ο συντελεστής διασποράς της ετήσιας απορροής, δηλαδή ο λόγος της τυπικής απόκλισης προς τη μέση τιμή. Η παραπάνω σχέση βασίζεται στην υπόθεση ότι οι ετήσιες απορροές ακολουθούν κανονική κατανομή, οπότε ο δείκτης $SRI(t)$ υποδηλώνει το z -ποσοστημόριο της τυποποιημένης κανονικής κατανομής. Ο δείκτης αυτός μπορεί να υπολογιστεί με βάση τα δείγματα απορροής μιας λεκάνης αναφοράς, στην οποία υπάρχουν μετρήσεις παροχών, με την προϋπόθεση ότι είναι αντιπροσωπευτική του υδρολογικού καθεστώτος της περιοχής που εξετάζεται.



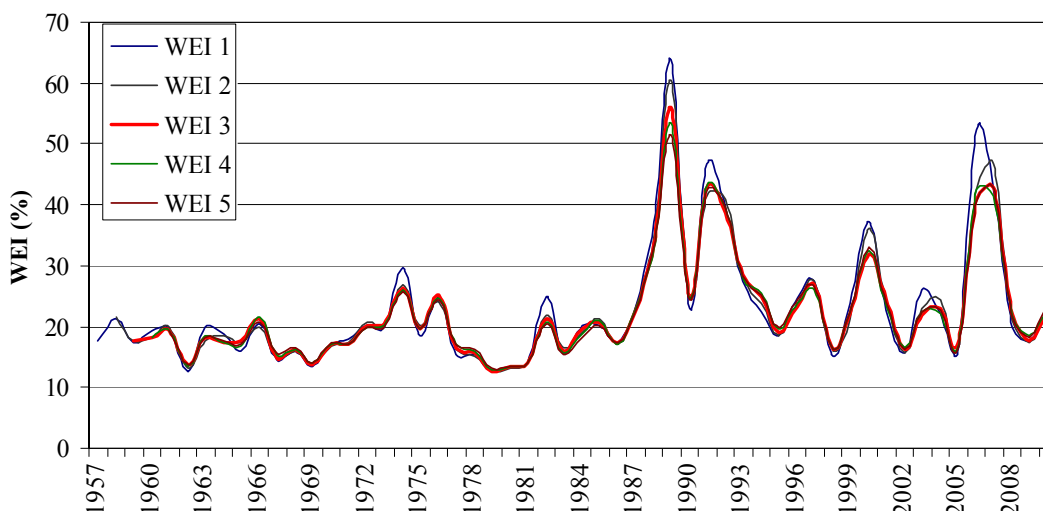
Σχήμα 7-16. Σύγκριση ετήσιων χρονοσειρών απορροής Λάδωνα, μετρημένων (υπολογισμός από το υδατικό ισοζύγιο του ταμιευτήρα) και εκτιμημένων, με βάση τη σχέση (7.7).

Η υπόθεση της κανονικής κατανομής είναι εύλογη, εφόσον αναφερόμαστε σε δείγματα ετήσιων απορροών. Στο Σχήμα 7-16 συγκρίνονται η πραγματική ετήσια απορροή του Λάδωνα και η εκτιμημένη απορροή, με βάση τη σχέση (7.7). Οι δύο χρονοσειρές σχεδόν ταυτίζονται, ενώ μόνο για ορισμένα έτη πολύ υψηλής υδροφορίας, η προτεινόμενη προσέγγιση υποεκτιμά ελαφρά την απορροή.

Όσον αφορά στα ρυθμιστικά αποθέματα, η μεταβλητή $G(t)$ συνδέεται με το δείκτη ξηρασίας της χρονοσειράς βροχόπτωσης, $SPI(t)$, για χρονικές κλίμακες ενός έως πέντε ετών, ανάλογα με τα υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά της περιοχής. Η σχέση υπολογισμού είναι:

$$G(t) = G [1 + CVP \times SPI(t)] \quad (7.8)$$

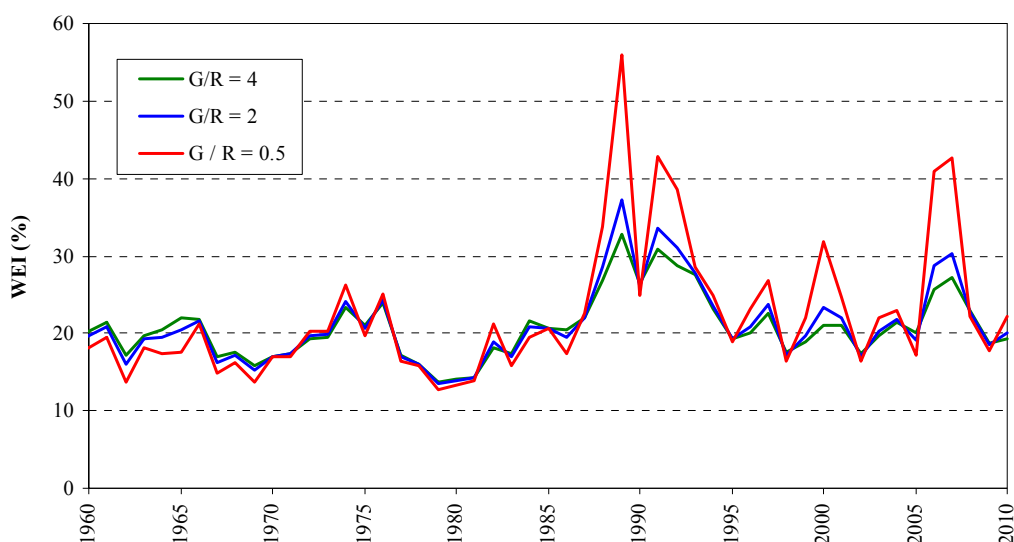
όπου G η μέση ετήσια τιμή των ρυθμιστικών αποθεμάτων και CVP ο συντελεστής διασποράς της ετήσιας βροχόπτωσης, για την ίδια χρονική κλίμακα αναφοράς του $SPI(t)$. Η πλέον αντιπροσωπευτική χρονική κλίμακα είναι η διετής ή η τριετής. Η ετήσια κλίμακα γενικά δεν ενδείκνυται, εφόσον οι υδροφορείς λειτουργούν ως ταμιευτήρες υπερετήσιας ρύθμισης, και συνεπώς αποκρίνονται με μεγαλύτερη υστέρηση σε μια μετεωρολογική ξηρασία.



Σχήμα 7-17. Χρονική εξέλιξη του WEI για διάφορες εκτιμήτριες των ρυθμιστικών υπογείων αποθεμάτων (μέση ετήσια βροχόπτωση ενός έως πέντε ετών).

Για παράδειγμα, σε περιοχή που έχει εκτιμηθεί οι ποσότητες $TWA = 50$, $R = 200$, $G = 100$, $WR = 50$ και $RW = 0$, σύμφωνα με τη συμβατική μεθοδολογία προκύπτει μια υπερετήσια τιμή του δείκτη WEI ίση με 20%. Αν τα μεγέθη των επιφανειακών και υπόγειων υδατικών πόρων θεωρηθούν μεταβλητές, τότε ο δείκτης μεταβάλλεται δυναμικά, όπως φαίνεται στο Σχήμα 7-17. Στο παράδειγμα, η μεταβλητή R υπολογίστηκε με βάση την ετήσια απορροή και η παράμετρος G με βάση την μέση ετήσια βροχόπτωση, για χρονικές κλίμακες ενός έως πέντε ετών. Στους υπολογισμούς θεωρήθηκαν οι συντελεστές διασποράς των χρονοσειρών απορροής Λάδωνα και βροχόπτωσης Τρίπολης, συγκεκριμένα $CVR = 0.33$ (απορροή), $CVP = 0.21$ (ετήσια βροχόπτωση), $CVP = 0.17$ (μέση ετήσια βροχόπτωση δύο ετών), $CVP = 0.14$ (μέση ετήσια βροχόπτωση τριών ετών), $CVP = 0.13$ (μέση ετήσια βροχόπτωση τεσσάρων ετών) και $CVP = 0.13$ (μέση ετήσια βροχόπτωση πέντε ετών). Ακόμη, εφαρμόστηκαν οι δείκτες ξηρασίας που υπολογίστηκαν για τις εν λόγω χρονοσειρές. Είναι φανερό ότι ο WEI είναι αυξάνεται όταν χρησιμοποιείται για την εκτίμηση των ρυθμιστικών υπογείων αποθεμάτων η ετήσια βροχόπτωση, η οποία έχει μεγαλύτερη μεταβλητότητα σε σχέση με μεγαλύτερες κλίμακες. Στη συγκεκριμένη υποθετική περιοχή, ο WEI υπερβαίνει κατά πολύ τη μέση τιμή του κατά τις ξηρασίες του 1990, 1992 και 2007, οπότε κυμαίνεται από 40-60%.

Κρίσιμος παράγοντας για την χρονική εξέλιξη του WEI είναι σχέση μεταξύ της επιφανειακής απορροής και των υπόγειων αποθεμάτων. Στο παράδειγμα στο Σχήμα 7-18 έχουν θεωρηθεί οι τιμές $TWA = 50$, $R + G = 300$, $WR = 50$ και $RW = 0$ (WEI 20%), και διερευνώνται τρεις σχέσεις αναλογίας, G/R , μεταξύ των επιφανειακών και υπόγειων νερών, συγκεκριμένα 4, 2 και 0.5. Η εκτίμηση της ετήσιας απορροής R βασίστηκε, όπως προηγουμένως, στο δείγμα ετήσιας απορροής στο Λάδωνα, ενώ η εκτίμηση των ρυθμιστικών υπόγειων αποθεμάτων G έγινε με βάση το δείγμα βροχόπτωσης τριών ετών του σταθμού της Τρίπολης. Παρατηρείται ότι η μεταβλητότητα του δείκτη αυξάνει σημαντικά όταν μειώνεται η αναλογία G/R , δηλαδή όταν η ικανοποίηση των υδατικών αναγκών βασίζεται περισσότερο στα επιφανειακά παρά στα υπόγεια νερά. Αυτό συμβαίνει επειδή η μεταβλητότητα των επιφανειακών νερών, και η ευαισθησία τους έναντι των ξηρασιών, είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τα υπόγεια.



Σχήμα 7-18. Χρονική εξέλιξη του WEI για διάφορες σχέσεις αναλογίας μεταξύ των ετήσιων υπογείων αποθεμάτων προς την ετήσια απορροή.

7.4 Εκτίμηση μέσου δείκτη αξιοποίησης νερού (WEI)

Με βάση τα στοιχεία των Πινάκων (Πίνακας 3-5 και Πίνακας 3-6) καθώς και τη μεθοδολογία της προηγούμενης παραγράφου, εκτιμήθηκε ο μέσος (υπερετήσιος) δείκτης WEI σε κάθε διαχειριστική ενότητα των ΥΔ Πελοποννήσου (Σχήμα 7-19). Τους σχετικούς υπολογισμούς προσφοράς και ζήτησης νερού συνοψίζει ο Πίνακας 7-10. Στον Πίνακα αυτό επίσης δίνεται και η συσχέτιση του δείκτη WEI με τα επίπεδα τρωτότητας που καθορίζονται ως εξής:

- για τιμές του WEI κάτω από 20%: δεν υπάρχει πίεση νερού (no water stress) άρα χαμηλή χαμηλή τρωτότητα
- για τιμές του WEI μεταξύ 20% και 40%: πίεση νερού (water stress) άρα μέση τρωτότητα
- για τιμές του WEI άνω του 40% : σημαντική πίεση νερού (severe water stress) άρα μεγάλη τρωτότητα

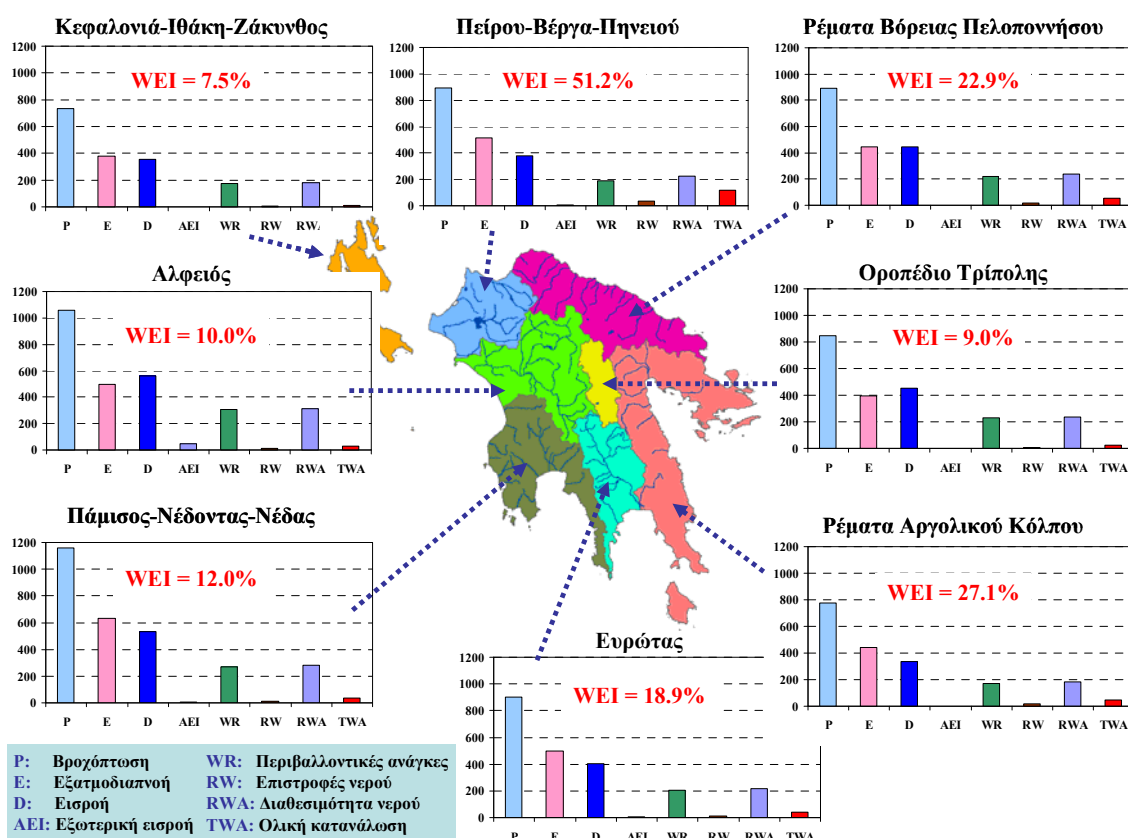
Πίνακας 7-10. Υπολογισμός δείκτη WEI στις ΛΑΠ Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (ΥΔ 03).

Διαχειριστική ενότητα	Συνολική προσφορά νερού, RWA (hm ³)	Συνολική ζήτηση νερού, TWA (hm ³)	Δείκτης WEI	Χαρακτηρισμός Τρωτότητας
Οροπέδιο Τρίπολης	211.7	19.1	9.0	Χαμηλή
Ρέματα Αργολικού Κόλπου	967.1	262.5	27.1	Μέση
Ευρώτας	486.6	91.9	18.9	Χαμηλή
Σύνολο Πελοποννήσου	5485.2	1108.6	20.2	Μέση

Ακόμη, παρουσιάζονται (Πίνακας 7-11 και Σχήμα 7-19) τα μεγέθη του υδατικού ισοζυγίου που εισέρχονται στους υπολογισμούς του δείκτη (εκφρασμένα σε μονάδες ισοδύναμου ύψους νερού), ανά διαχειριστική ενότητα.

Πίνακας 7-11. Μέσο ετήσιο υδατικό ισοζύγιο στις ΛΑΠ Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (ΥΔ 03) (τιμές σε mm)

Διαχειριστική ενότητα	Βροχο- πτωση, P	Εξατμο- διαπνοή, E	Εξωτερικές εισορές, AEI	Περιβαλλοντική ζήτηση WR	Επιστροφές νερού, RW
Οροπέδιο Τρίπολης	850.0	396.0	0.0	227.0	6.3
Ρέματα Αργολικού Κόλπου	778.5	443.0	0.0	167.7	14.9
Ευρώτας	902.7	497.1	4.5	205.0	12.3
Σύνολο Πελοποννήσου	923.6	487.1	10.1	223.3	14.4



Σχήμα 7-19. Τιμές δείκτη WEI ανά διαχειριστική ενότητα και συνιστώσες μέσου ετήσιου υδατικού ισοζυγίου (τιμές σε mm).

Από τις αναλύσεις που έγιναν σε ολόκληρη τη περιοχή μελέτης προκύπτουν συνολικά κάποια συμπεράσματα. Συγκεκριμένα, ότι η διαχειριστική ενότητα Πείρου-Βέργα-Πηνεϊού, όπου ο δείκτης WEI ανέρχεται σε 51.2%, είναι η εμφανώς πλέον ευάλωτη σε ξηρασίες. Οι αμέσως πιο ευάλωτες περιοχές είναι οι διαχειριστικές ενότητες των ρεμάτων Αργολικού Κόλπου (WEI = 27.1%) και των ρεμάτων Βόρειας Πελοποννήσου (WEI = 22.9%). Οι υπόλοιπες περιοχές εμφανίζουν μικρότερο κίνδυνο, με τον σχετικό δείκτη να κυμαίνεται σε επίπεδα του 10-15%. Ωστόσο, η εικόνα αυτή δεν είναι απολύτως ακριβής, καθώς η φαινόμενη διαθεσιμότητα των υδατικών πόρων, εφόσον δεν συνδυάζεται με κατάλληλα έργα αξιοποίησης, δεν αποτελεί από μόνη της ικανή και αναγκαία συνθήκη για την αντιμετώπιση του κινδύνου. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το νησί της Ζακύνθου, το οποίο, παρά το γεγονός ότι δέχεται αξιόλογες βροχοπτώσεις, τις θερμές περιόδους αντιμετωπίζει σημαντικά προβλήματα επάρκειας νερού. Ωστόσο, κάτι τέτοιο σε καμία περίπτωση

δεν προκύπτει από τις αναλύσεις του μέσου ετήσιου υδατικού ισοζυγίου, και μάλιστα στην αδρομερή κλίμακα της διαχειριστικής ενότητας των νησιών Κεφαλονιάς-Ιθάκης-Ζακύνθου, για την οποία υπολογίστηκε μια πολύ χαμηλή τιμή του δείκτη WEI, ίση με 7.5%. Ομοίως, για την περιοχή της Αργολίδας, με τα γνωστά προβλήματα υποβάθμισης των υπόγειων υδροφορέων, θα αναμενόταν μια πιο δυσμενής τιμή του δείκτη σε σχέση με το 27.1%, η οποία αναφέρεται στην ευρύτερη διαχειριστική ενότητα.

7.4.1 Εκτίμηση WEI ανά Υδατικό Διαμέρισμα

Οι παραπάνω υπολογισμοί επαναλήφθηκαν, συναθροίζοντας τα διάφορα μεγέθη στην χωρική κλίμακα του Υδατικού Διαμερίσματος. Από τις αναλύσεις προκύπτει ότι το ΥΔ2 είναι το πλέον ευάλωτο, καθώς ο μέσος δείκτης αξιοποίησης κυμαίνεται στα επίπεδα του 30%.

Πίνακας 7-12. Υπολογισμός δείκτη WEI και επίπεδο τρωτότητας στις τρία ΥΔ της Πελοποννήσου

Υδατικό διαμέρισμα	Συνολική προσφορά νερού, RWA (hm ³)	Συνολική ζήτηση νερού, TWA (hm ³)	Δείκτης WEI	Χαρακτηρισμός τρωτότητας
ΥΔ-1 (GR29, GR32)	2155.9	234.5	10.9	Χαμηλή
ΥΔ-2 (GR27, GR28, GR45)	1663.9	500.7	30.1	Μέση
ΥΔ-3 (GR30, GR31, GR33)	1665.5	373.4	22.4	Μέση

Πίνακας 7-13. Μέσο ετήσιο υδατικό ισοζύγιο ανά ΥΔ (τιμές σε mm)

Υδατικό διαμέρισμα	Έκταση (km ²)	Βροχοπτώση, P	Εξατμοδιαπνοή, E	Εξωτερικές εισροές, AEI	Περιβαλλοντική ζήτηση WR	Επιστροφές νερού, RW
ΥΔ-1	7234.9	1106.8	559.3	29.0	288.2	9.7
ΥΔ-2	7396.6	863.7	456.1	1.7	204.6	20.3
ΥΔ-3	8442.5	819.1	452.3	1.2	184.0	13.3

7.5 Διαχειριστικές αναλύσεις με βάση τον ετήσιο δείκτη αξιοποίησης νερού

7.5.1 Βασικές παραδοχές

Προκειμένου να εκτιμηθεί η χρονική εξέλιξη του δείκτη WEI, απαιτείται ο επιμερισμός της συνολικής διαθεσιμότητας νερού σε επιφανειακά και υπόγεια, καθώς και η εκτίμηση της μεταβλητότητας της επιφανειακής απορροής και της βροχόπτωσης, σε διάφορες χρονικές κλίμακες, η οποία εκφράζεται μέσω των συντελεστών διασποράς CVR και CVP, αντίστοιχα.

Η εκτίμηση της μέσης ετήσιας κατανομής των υδατικών πόρων κάθε διαχειριστικής ενότητας έγινε θεωρώντας εύλογες τιμές των υπερετήσιων συντελεστών κατανομής της επιφανειακής και υπόγεια απορροής. Για το σκοπό αυτό, ελήφθησαν υπόψη οι αναλύσεις υδατικού ισοζυγίου του Εθνικού Προγράμματος Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων (Κουτσογιάννης κ.ά., 2008). Οι αναλύσεις βασίζονται στη χρήση τυπικών συντελεστών κατείσδυσης επί της αντίστοιχης μέσης ετήσιας επιφανειακής βροχόπτωσης, στην κλίμακα κάθε Υδατικού Διαμερίσματος (ΥΔ). Συγκεκριμένα, σε κάθε ΥΔ υπολογίστηκε η έκταση που καταλαμβάνουν οι γεωλογικοί σχηματισμοί υψηλής, μέτριας και χαμηλής περατότητας, και για κάθε κατηγορία περατότητας εφαρμόστηκε διαφορετικός συντελεστής κατείσδυσης. Με τον τρόπο αυτό εκτιμήθηκε το μέσο ετήσιο υδατικό ισοζύγιο κάθε ΥΔ. Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα των αναλύσεων, και κάνοντας επιπλέον παραδοχές για την κατανομή της επιφανειακής και υπόγεια απορροής στην κλίμακα, πλέον, της

κάθε διαχειριστικής ενότητας, προέκυψαν οι εκτιμήσεις του Πίνακα (Πίνακας 7-14). Στο σύνολο της Πελοποννήσου, η υπερετήσια κατανομή της επιφανειακής και υπόγειας απορροής είναι της τάξης του 56-44%.

Όσον αφορά στον συντελεστή διασποράς της ετήσιας απορροής, CVR, ελήφθη ίσος με 40% σε όλες τις διαχειριστικές ενότητες. Η τιμή αυτή είναι αυξημένη σε σχέση με το αυτή που υπολογίστηκε για τη λεκάνη του Λάδωνα (CVR = 33%), δεδομένου ότι το υδροκλιματικό καθεστώς της εν λόγω λεκάνης είναι αρκετά διαφορετικό σε σχέση με την τυπική εικόνα στην περιοχή μελέτης. Πράγματι, στο Λάδωνα παρατηρείται πολύ πλούσια υδροφορία, ακόμα και τους θερινούς μήνες (Σχήμα 4-6), ενώ υπάρχει σημαντική συμβολή των υπόγειων νερών στην παραγωγή της απορροής. Αντίθετα, τα περισσότερα ποτάμια της Πελοποννήσου έχουν εφήμερη ή διαλείπουσα ροή, οπότε εύλογα χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερες διακυμάνσεις της απορροής, ανάλογα με το καθεστώς βροχοπτώσεων κάθε έτους. Στην πραγματικότητα, η μεταβλητότητα της επιφανειακής απορροής αναμένεται να είναι ακόμα μεγαλύτερη, γεγονός που επιδρά δυσμενώς στα διαχειριστικά μεγέθη που σχετίζονται με τις ξηρασίες.

Τέλος, για την εκτίμηση της ετήσιας μεταβλητότητας των υπόγειων νερών θεωρήθηκε ο συντελεστής διασποράς της μέσης βροχόπτωσης δύο ετών, CVP, που υπολογίστηκε με βάση τα στατιστικά χαρακτηριστικά της επιφανειακής βροχόπτωσης κάθε διαχειριστικής ενότητας. Οι τιμές του συντελεστή κυμαίνονται από 12%, στη GR27 έως 16%, στη GR29

Πίνακας 7-14. Εκτίμηση της κατανομής των επιφανειακών και υπόγειων υδατικών πόρων στο Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Πελοποννήσου (ΥΔ03).

Διαχειριστική ενότητα	Μικτή απορροή, D (hm ³)	Επιφανειακή απορροή, R (hm ³)	Ποσοστό (%)	Υπόγεια απορροή, G (hm ³)	Ποσοστό (%)
Οροπέδιο Τρίπολης	411.9	123.6	30.0	288.3	70.0
Ρέματα Αργολικού Κόλπου	1 776.7	710.7	40.0	1 066.0	60.0
Ευρώτας	918.1	550.9	60.0	367.2	40.0
Σύνολο Πελοποννήσου	10 304.8	5 744.6	55.7	4 560.2	44.3

7.5.2 Ανάλυση στις ΛΑΠ του ΥΔ03

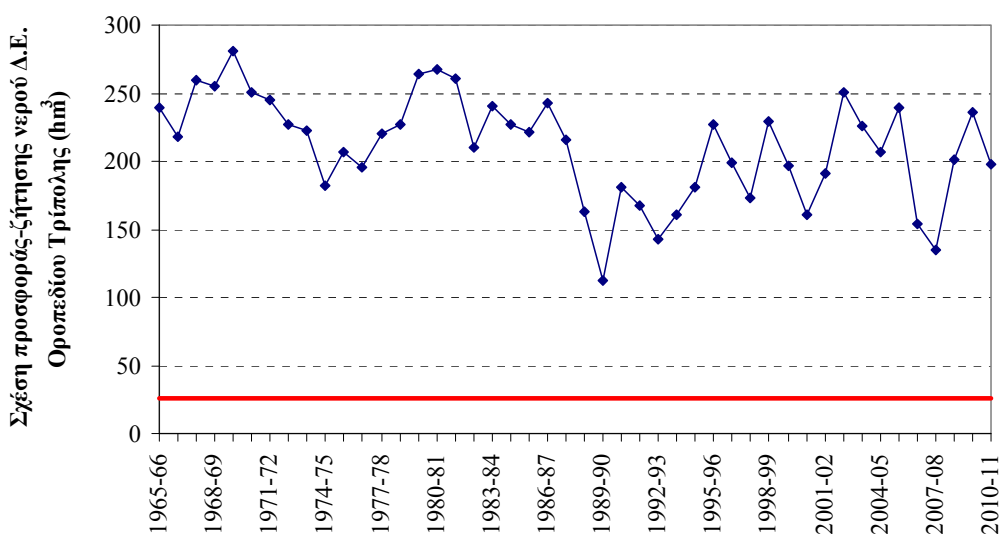
Για κάθε διαχειριστική ενότητα, εκτιμήθηκαν η ετήσια επιφανειακή και υπόγεια απορροή των υδρολογικών ετών 1965-66 ως 2010-11. Με βάση τις παραδοχές που προαναφέρθηκαν, εκτιμήθηκαν ακόμη η περιβαλλοντική ζήτηση, ως ποσοστό 50% επί της συνολικής μικτής απορροής, και οι επιστροφές νερού (σταθερές ανά έτος), ως ποσοστό 30% των ετήσιων απολήψεων. Τέλος, υπολογίστηκε ο δείκτης WEI, ως ο λόγος της συνολικής απόληψης προς τη μέση ετήσια διαθεσιμότητα των ανανεώσιμων υδατικών πόρων.

Η χρονική εξέλιξη της ετήσιας προσφοράς και ζήτησης νερού, καθώς και του αντίστοιχου δείκτη WEI, ανά ΛΑΠ και συνολικά, απεικονίζεται στα διαγράμματα των Σχημάτων Σχήμα 7-20 έως Σχήμα 7-27. Ειδικότερα, σε κάθε σχήμα φαίνεται η μεταβολή της διαθεσιμότητας των ανανεώσιμων υδατικών πόρων, σε σχέση με την απόληψη, η οποία θεωρείται σταθερή.

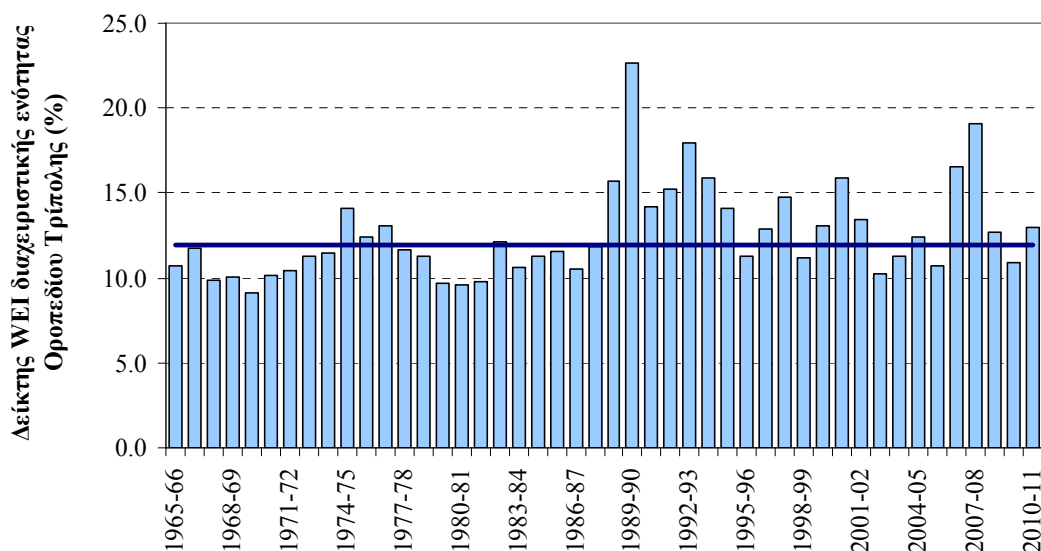
Σε κάθε περίπτωση, η θεώρηση μεταβλητού δείκτη WEI αποτυπώνει πολύ καλύτερα την εικόνα της τρωτότητας κάθε περιοχής, έναντι των φαινομένων ξηρασίας. Γενικά, θεωρούμε ότι κάθε υπέρβαση

του ορίου του 40% υποδηλώνει αυξημένο κίνδυνο, πολύ περισσότερο αν ληφθεί υπόψη η εποχιακή κατανομή της προσφοράς και ζήτησης νερού, όπου η μεν πρώτη μεγιστοποιείται τους υγρούς μήνες του έτους (ιδιαίτερα η προσφορά επιφανειακών υδατικών πόρων, εκτός και αν υπάρχουν έργα ταμίευσης), ενώ η ζήτηση μεγιστοποιείται τη θερινή περίοδο. Αν ήταν εφικτή μια αντίστοιχη ανάλυση σε μηνιαία κλίμακα (όπως και είθισται στα διαχειριστικά μοντέλα), θα υπήρχε δραστική αύξηση των ελλειμματικών χρονικών περιόδων, και θα μπορούσαν να εξαχθούν πολύ πιο ασφαλή συμπεράσματα.

Λεκάνη Απορροής Οροπεδίου Τρίπολης (GR30)

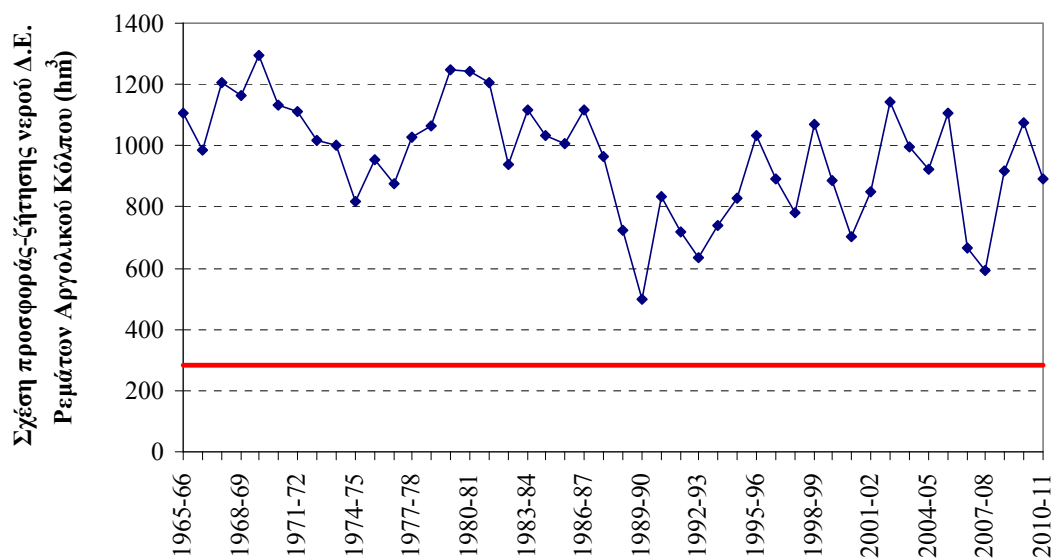


Σχήμα 7-20. Ετήσια χρονοσειρά διαθεσιμότητας υδατικών πόρων και ζήτησης νερού (συνεχής γραμμή), στην ΛΑΠ Οροπεδίου Τρίπολης.

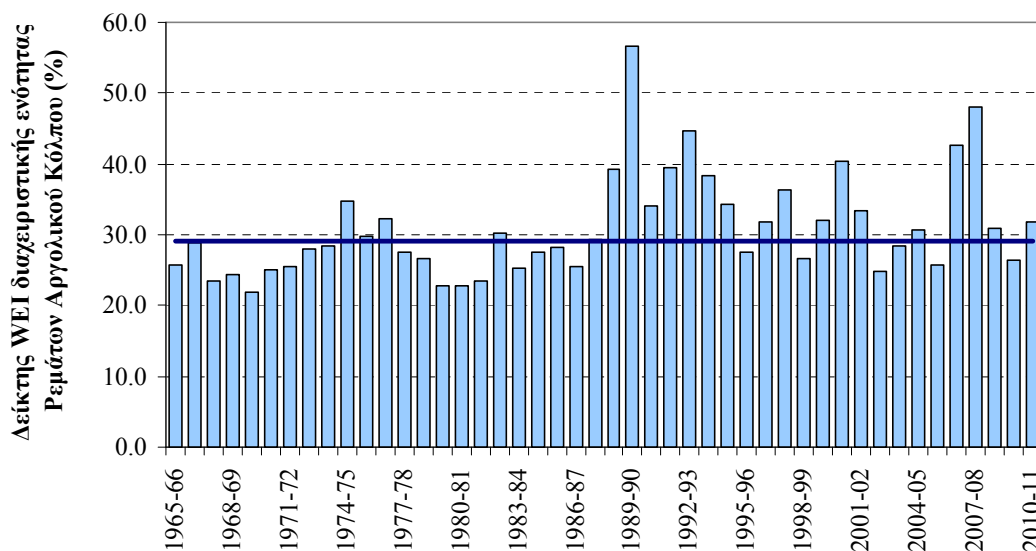


Σχήμα 7-21. Ετήσια μεταβολή του δείκτη WEI, στην ΛΑΠ 30(με συνεχή γραμμή απεικονίζεται ο υπερετήσιος δείκτης που υπολογίστηκε με βάση τα μεγέθη του μέσου ετήσιου υδατικού ισοζυγίου της ΛΑΠ).

Λεκάνη Απορροής ρεμάτων Αργολικού Κόλπου (GR31)

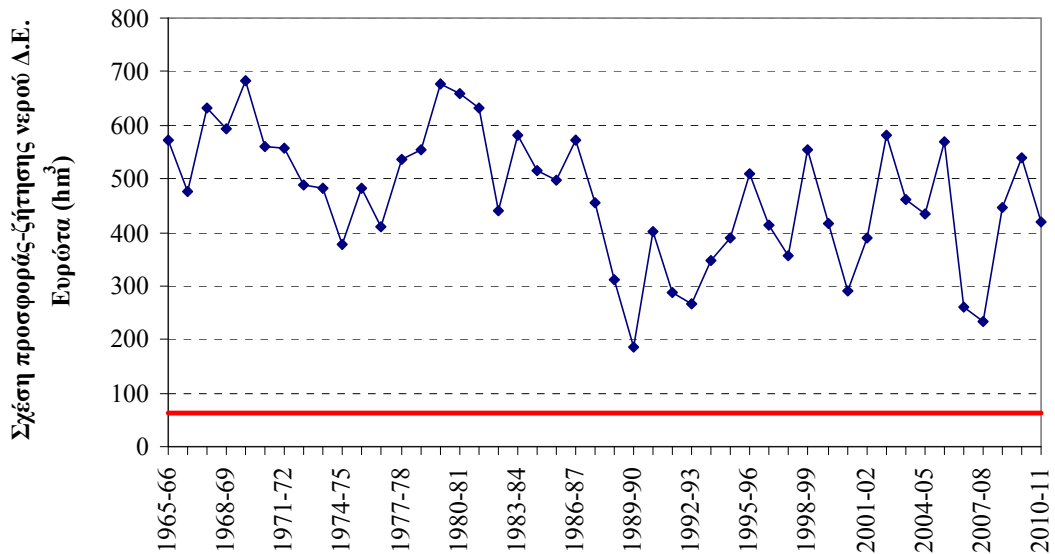


Σχήμα 7-22. Ετήσια χρονοσειρά διαθεσιμότητας υδατικών πόρων και ζήτησης νερού (συνεχής γραμμή), στην ΛΑΠ Ρεμάτων Αργολικού Κόλπου.

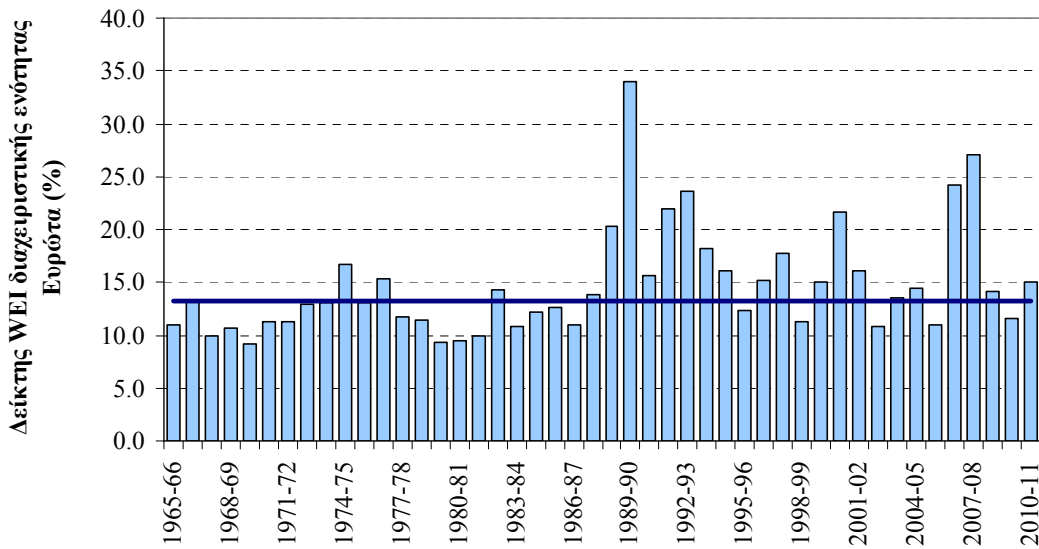


Σχήμα 7-23. Ετήσια μεταβολή του δείκτη WEI, στην ΛΑΠ 31 (με συνεχή γραμμή απεικονίζεται ο υπερετήσιος δείκτης που υπολογίστηκε με βάση τα μεγέθη του μέσου ετήσιου υδατικού ισοζυγίου της ΛΑΠ).

Λεκάνη Απορροής Ποταμού Ευρώτα (GR33)

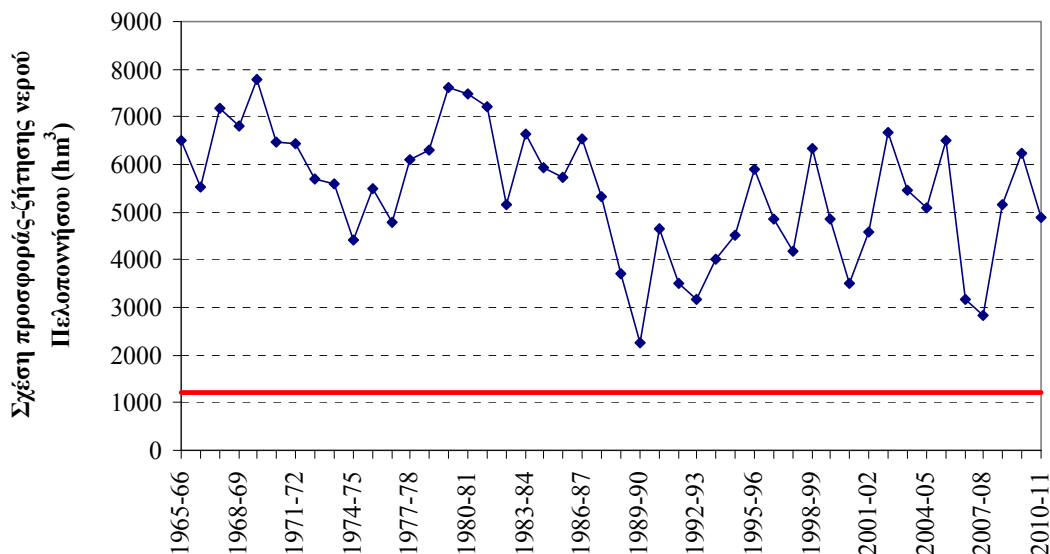


Σχήμα 7-24. Ετήσια χρονοσειρά διαθεσιμότητας υδατικών πόρων και ζήτησης νερού (συνεχής γραμμή), στην ΛΑΠ Ευρώτα.

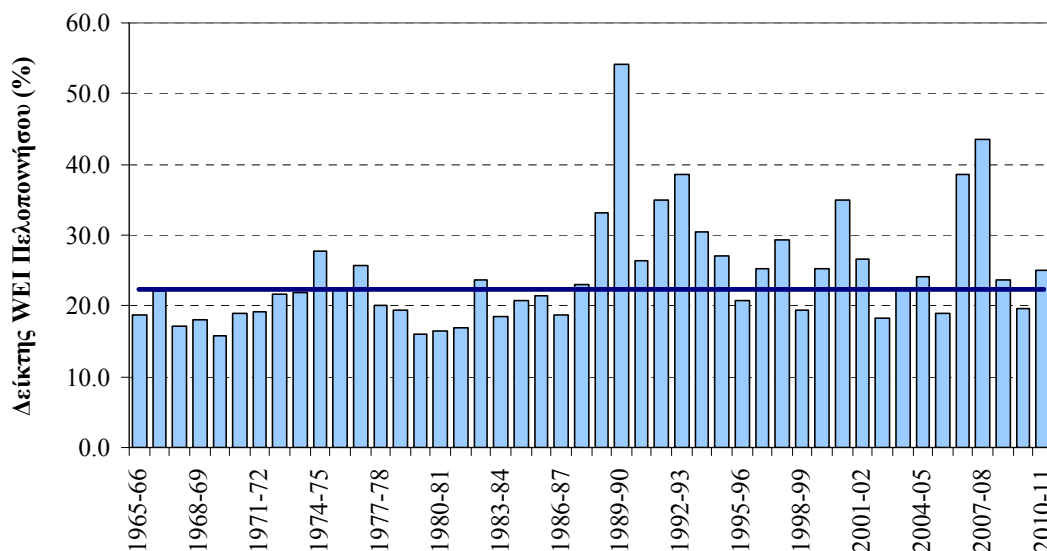


Σχήμα 7-25. Ετήσια μεταβολή του δείκτη WEI, στη ΛΑΠ 33 (με συνεχή γραμμή απεικονίζεται ο υπερετήσιος δείκτης που υπολογίστηκε με βάση τα μεγέθη του μέσου ετήσιου υδατικού ισοζυγίου της ΛΑΠ).

Σύνολο Λεκανών Απορροής Πελοποννήσου



Σχήμα 7-26. Ετήσια χρονοσειρά διαθεσιμότητας υδατικών πόρων και ζήτησης νερού (συνεχής γραμμή), στο σύνολο της Πελοποννήσου.



Σχήμα 7-27. Ετήσια μεταβολή του δείκτη WEI στο σύνολο της Πελοποννήσου (με συνεχή γραμμή απεικονίζεται ο υπερετήσιος δείκτης που υπολογίστηκε με βάση τα μεγέθη του μέσου ετήσιου υδατικού ισοζυγίου της περιοχής μελέτης).

7.5.3 Στατιστική ανάλυση δείκτη WEI

Τα στατιστικά χαρακτηριστικά του δείκτη αξιοποίησης WEI, ανά διαχειριστική ενότητα και συνολικά στην περιοχή μελέτης, συνοψίζει ο Πίνακας 7-15. Στον πίνακα δίνονται ακόμη, για λόγους σύγκρισης, οι τιμές του μέσου δείκτη που υπολογίστηκε με βάση τα υπερετήσια μεγέθη του υδατικού ισοζυγίου. Παρατηρείται ότι ο μέσος δείκτης και η μέση ετήσια τιμή παρουσιάζουν

αποκλίσεις έως 2-4%. Το πιο σημαντικό, όμως, συμπέρασμα είναι η μεγάλη μεταβλητότητα του δείκτη, όπως αποτυπώνεται στο μέγεθος της τυπικής απόκλισης και τις ακραίες ετήσιες τιμές. Τα αποτελέσματα αναδεικνύουν την ένταση του προβλήματος στη διαχειριστική ενότητα των Ρεμάτων Αργολικού Κόλπου, όπου ο δείκτης WEI κυμαίνεται μεταξύ 20.4 και 53.1%. Στην κλίμακα της συνολικής περιοχής μελέτης, η μέση τιμή του δείκτη WEI εκτιμάται σε 20.2%, με μέγιστο 49.7%

Ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι ετήσιες συχνότητες υπέρβασης του δείκτη, που παρουσιάζει ο Πίνακας 7-16. Παρατηρείται ότι το όριο ασφαλείας του 40% υπερβαίνουν οι διαχειριστικές ενότητες Ρεμάτων Αργολικού Κόλπου, σε ποσοστό 6.5%, και Ευρώτα, σε ποσοστό 2.2%. Τα εν λόγω ποσοστά αποτελούν μέτρο του κινδύνου έναντι ξηρασίας, στην χωρική κλίμακα που εξετάζεται, χωρίς ωστόσο να είναι πλήρως αντιπροσωπευτικά, καθώς, σε τοπικό επίπεδο, υπάρχουν σίγουρα περιοχές που είναι ιδιαίτερα ευάλωτες, αλλά δεν είναι δυνατό να εντοπιστούν μέσω μιας τόσο αδρομερούς προσέγγισης.

Πίνακας 7-15. Στατιστικά χαρακτηριστικά δείκτη WEI για την περίοδο 1965-66 έως 2010-11.

Διαχειριστική ενότητα	Υπερετήσιος δείκτης ^(*)	Μέση ετήσια τιμή	Τυπική απόκλιση	Ελάχιστη ετήσια τιμή	Μέγιστη ετήσια τιμή
Οροπέδιο Τρίπολης	9.0	9.5	2.1	6.8	17.2
Ρέματα Αργολικού Κόλπου	27.1	28.8	6.8	20.4	53.1
Ευρώτας	18.9	21.0	7.1	13.3	47.4
Σύνολο Πελοποννήσου	20.2	22.3	7.2	14.3	49.7

(*) Υπολογίστηκε με βάση τα μέσα ετήσια μεγέθη του υδατικού ισοζυγίου.

Πίνακας 7-16. Συχνότητα εμφάνισης δείκτη WEI.

Τιμές δείκτη	GR30	GR31	GR33	Σύνολο Πελοποννήσου
0 – 10%	0.109	0.000	0.109	0.000
10 – 20%	0.870	0.000	0.739	0.348
20 – 30%	0.022	0.565	0.130	0.478
30 – 40%	0.000	0.326	0.022	0.130
40 – 50%	0.000	0.087	0.000	0.022
50 – 60%	0.000	0.022	0.000	0.022
60 – 70%	0.000	0.000	0.000	0.000
70 – 80%	0.000	0.000	0.000	0.000
80 – 90%	0.000	0.000	0.000	0.000
90 – 100%	0.000	0.000	0.000	0.000
> 100%	0.000	0.000	0.000	0.000
> 40%	0.000	0.109	0.000	0.043

7.5.4 Σύνοψη δεικτών τρωτότητας

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 7-17) συνοψίζονται όλες οι επιμέρους παράμετροι - δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν μαζί με το χαρακτηρισμό τους σε μια τριβάθμια κλίμακα (χαμηλή, μέση, μεγάλη) τρωτότητας σε φαινόμενα λειψυδρίας/ξηρασίας. Οι επιμέρους δείκτες που αναλύθηκαν σε προηγούμενες παραγράφους είναι

- Οι χρήσεις γης
- Ο πληθυσμός και η μεταβλητότητά του
- Οι ζητήσεις και οι απολήψεις νερού για κάθε χρήση (ύδρευση, άρδευση, βιομηχανία, κτηνοτροφία)

- Η απόληψη από επιφανειακά ΥΣ
- Η ποσοτική κατάσταση των ΥΥΣ
- Ο δείκτης WEI

Εκτός της ανάλυσης τρωτότητας σε λειψυδρία/ξηρασία από υπόγεια και επιφανειακά νερά όπου έγινε σε επίπεδο υδατικών συστημάτων, τα ποιοτικά αποτελέσματα όλων των υπόλοιπων επιμέρους παραγόντων ελήφθησαν υπόψη για να προκύψει ένας συνολικός -τελικός χαρακτηρισμός τρωτότητας σε κάθε ΛΑΠ και ΥΔ σε φαινόμενα λειψυδρίας και ξηρασίας.

Πίνακας 7-17. Χαρακτηρισμός τρωτότητας ανά ΛΑΠ του ΥΔ03

Διαχειριστική ενότητα	Τρωτότητα - Χρήση Γης	Τρωτότητα - πληθυσμός	Τρωτότητα - ζήτηση νερού	Τρωτότητα - απόληψη νερού	WEI	Τελικός χαρακτηρισμός
Οροπέδιο Τρίπολης	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Ρέματα Αργολικού Κόλπου	Χαμηλή	Μέση	Χαμηλή	Μέση	Μέση	Μέση
Ευρώτας	Μέση	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέση	Χαμηλή	Χαμηλή
Σύνολο ΥΔ03	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέση	Μέση	Μέση

8 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ - ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΠΙΤΕΥΞΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΣΤΟΧΩΝ ΤΩΝ ΥΣ

Επιφανειακά ΥΣ

Οι περιβαλλοντικοί στόχοι που θέτει η Οδηγία 2000/60 για τα επιφανειακά ύδατα είναι η επίτευξη της καλής κατάστασης/δυναμικού καθώς και η πρόληψη της υποβάθμισης της κατάστασης όλων των ΥΣ. Προκειμένου να μην επηρεάζονται συγκεκριμένα επιθυμητά γνωρίσματα των οικοσυστημάτων και να επιτυγχάνονται οι επιδιωκόμενοι οικολογικοί στόχοι, πρέπει, μεταξύ άλλων, να διατηρείται κάποια ελάχιστη ποσότητα ροής στα υδατικά συστήματα.

Στην παρούσα ενότητα διερευνάται το υδρολογικό καθεστώς, και ιδιαίτερα οι χαμηλές ροές, σε χαρακτηριστικούς ποταμούς του υπό εξέταση Υδατικού Διαμερίσματος. Σκοπός της διερεύνησης είναι να αξιολογηθούν οι ενδεχόμενοι κίνδυνοι για τα οικοσυστήματα σε περιόδους ξηρασίας. Η διερεύνηση βασίζεται στην προσπάθεια εκτίμησης μιας ελάχιστης διατηρητέας παροχής (ή οικολογικής παροχής) σε κάθε ΥΣ, τέτοιας ώστε να μην επηρεάζονται οι στόχοι της Οδηγίας. Έως σήμερα, έχει αναπτυχθεί διεθνώς μεγάλο πλήθος μεθοδολογιών εκτίμησης της οικολογικής παροχής, ως έκφραση της διατήρησης των ενδιατημάτων. Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου υπολογισμού της ελάχιστης οικολογικής παροχής, εξαρτάται τόσο από τη διαθεσιμότητα όσο και από την καταλληλότητα των δεδομένων. Οι καταγεγραμμένες μεθοδολογίες μπορούν να χωριστούν σε τέσσερις βασικές κατηγορίες, ήτοι σε υδρολογικές, υδραυλικών δεικτών, προσομοίωσης ενδιατημάτων και ολιστικές.

Για την εφαρμογή των μεθόδων αυτών, απαιτείται γενικά διαθεσιμότητα ικανών χρονοσειρών δεδομένων απορροής, οικολογικών, φυσικοχημικών και χημικών δεδομένων. Στην περιοχή του ΥΔ03, δεν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα σε έκταση και πληρότητα που να επιτρέπουν λεπτομερείς σχετικές προσεγγίσεις, ιδιαίτερα δε τονίζεται η έλλειψη κατάλληλων χρονοσειρών απορροής στα ΥΣ. Για το λόγο αυτό, υιοθετείται η χρήση των χρονοσειρών μηνιαίας απορροής, που παρήχθησαν με τη βοήθεια μοντέλων υδρολογικής προσομοίωσης σε συγκεκριμένες θέσεις χαρακτηριστικών ποταμών του υπό εξέταση Υδατικού Διαμερίσματος (Πίνακας 3-3), στα πλαίσια του έργου «Ανάπτυξη συστημάτων και εργαλείων διαχείρισης υδατικών πόρων Υδατικών Διαμερισμάτων Δυτικής Πελοποννήσου, Βόρειας Πελοποννήσου και Ανατολικής Πελοποννήσου» του ΥΠΑΝ, για την περίοδο 1980-2002. Στην παρούσα φάση της μελέτης, επεκτάθηκαν οι χρονοσειρές βροχόπτωσης βάσει νεότερων στοιχείων και διατηρώντας τις ρυθμίσεις του μοντέλου για τις υπό εξέταση υδρολογικές λεκάνες, υπολογίστηκαν εκ νέου οι απορροές έως και το 2011.

Δεδομένου του υπολογισμού των χρονοσειρών με το συγκεκριμένο υδρολογικό μοντέλο προσομοίωσης, τα στοιχεία-αποτελέσματα που χρησιμοποιήθηκαν για περαιτέρω ανάλυση αφορούν, όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο, στη μικτή απορροή.

Στην Ελλάδα, η έννοια της οικολογικής παροχής εμφανίστηκε ως απόρροια της ΚΥΑ 69269/5387 (ΦΕΚ Β' 678/25-10-1990), με την οποία τέθηκαν σε εφαρμογή οι διατάξεις του νόμου-πλαίσιο για το περιβάλλον 1650/1986 (ΦΕΚ Α' 160/16-10-1986). Με το Άρθρο 2 της υπ' αρ. Δ6/Φ1/οικ. 12160 (ΦΕΚ Β' 1552/3-8-1999) Υπουργικής Απόφασης ορίστηκε ως κριτήριο πρόκρισης των υποβαλλόμενων αιτήσεων για παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας ο βαθμός ενεργειακής αξιοποίησης, με σκοπό τη βέλτιστη αξιοποίηση του υφιστάμενου ανά θέση υδατικού δυναμικού χωρίς επίπτωση στην

οικολογική παροχή και τις ποσότητες νερού που απαιτούνται για άλλες χρήσεις (π.χ. ύδρευση). Η οικολογική παροχή σε αυτή την περίπτωση προσδιορίστηκε στο 30% της μέσης παροχής θερινών μηνών. Με την υπ' αρ. 49828 (ΦΕΚ Β' 2464/3-12-2008) Απόφαση της Επιτροπής Συντονισμού της Κυβερνητικής Επιτροπής στον Τομέα του Χωροταξικού Σχεδιασμού και της Αειφόρου Ανάπτυξης εγκρίθηκε το «Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» και η Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων αυτού. Το Άρθρο 16 της εν λόγω Απόφασης προβλέπει ότι μέχρι να καθορισθούν τα κριτήρια της ελάχιστης απαιτούμενης οικολογικής παροχής ανά λεκάνη απορροής, ως ελάχιστη απαιτούμενη οικολογική παροχή νερού που παραμένει στη φυσική κοίτη υδατορρεύματος, αμέσως κατόπιν του έργου υδροληψίας του υπό χωροθέτηση Μ.ΥΗ.Ε., πρέπει να εκλαμβάνεται το μεγαλύτερο από τα πιο κάτω μεγέθη, εκτός αν απαιτείται τεκμηριωμένα η αύξησή της, λόγω των απαιτήσεων του κατόπιν οικοσυστήματος (ύπαρξη σημαντικού οικοσυστήματος):

- 30% της μέσης παροχής των θερινών μηνών Ιουνίου – Ιουλίου – Αυγούστου ή
- 50% της μέσης παροχής του μηνός Σεπτεμβρίου ή
- 30 lt/sec σε κάθε περίπτωση.

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται στοιχεία μικτών απορροών (που περιλαμβάνουν την επιφανειακή απορροή, την εκφόρτιση των πηγών στα ΥΣ και τις διαφυγές των υπόγειων ΥΣ) σε συγκεκριμένες θέσεις χαρακτηριστικών ποταμών του υπό εξέταση Υδατικού Διαμερίσματος. Τα εν λόγω στοιχεία προκύπτουν από την επεξεργασία των χρονοσειρών μηνιαίων απορροών της περιόδου 1980-2011, που παρήχθησαν, όπως προαναφέρθηκε, με τη βοήθεια του μοντέλου υδρολογικής προσομοίωσης.

Πίνακας 8-1. Στοιχεία απορροών χαρακτηριστικών ποταμών Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (ΥΔ03)

ΘΕΣΗ	Εκβολή Ίναχου	Εκβολή Τάνου	Εκβολή Ευρώτα	Εκβολή Πλατύ
ΛΑΠ	GR31	GR31	GR33	GR33
Μέση ετήσια απορροή (μ ³ /δλ)	2,76	1,88	12,55	2,05
Μέση ελάχιστη μηνιαία απορροή ετησίως (μ ³ /δλ)	0,30	0,84	0,34	0,00
Μέση απορροή Ιουνίου-Αυγούστου (μ ³ /δλ)	0,56	1,02	1,40	0,03
Μέση απορροή Σεπτεμβρίου (μ ³ /δλ)	0,44	0,90	1,11	0,00
Οικολογική παροχή κατά ΦΕΚ Β' 2464/3-12-2008 (μ ³ /δλ)	0,22	0,45	0,56	0,01
Διάμεσος (Q ₅₀) ελάχιστων ετησίως μηνιαίων απορροών (μ ³ /δλ)	0,31	0,85	0,00	0,00
Διάμεσος (Q ₅₀) απορροών Ιουνίου-Αυγούστου (μ ³ /δλ)	0,58	1,00	1,34	0,01
Διάμεσος (Q ₅₀) απορροών Σεπτεμβρίου (μ ³ /δλ)	0,43	0,90	0,69	0,00
Q ₁₀ ελάχιστων ετησίως μηνιαίων απορροών (μ ³ /δλ)	0,00	0,79	0,00	0,00
Q ₁₀ απορροών Ιουνίου-Αυγούστου (μ ³ /δλ)	0,25	0,93	0,09	0,00
Q ₁₀ απορροών Σεπτεμβρίου (μ ³ /δλ)	0,03	0,82	0,00	0,00

Ο προσδιορισμός της οικολογικής παροχής σύμφωνα με την απόφαση του ΦΕΚ Β' 2464/3-12-2008, παρόλο που αφορά στην αδειοδότηση μικρών υδροηλεκτρικών έργων, εφαρμόζεται και σε άλλα έργα υδατικής αξιοποίησης καθώς δεν έχει θεσπιστεί σχετική νομοθεσία που να τα αφορά. Ως μέθοδος, μπορεί να ενταχθεί στις υδρολογικές μεθοδολογίες υπολογισμού, καθώς για τον υπολογισμό χρησιμοποιούνται υδρολογικά δεδομένα μηνιαίων παροχών. Οι τιμές οικολογικής παροχής, που προκύπτουν σύμφωνα με όσα αναφέρονται στην εν λόγω απόφαση, είναι χαμηλές σε σχέση με τη διάμεσο (Q_{50}) των ελάχιστων μηνιαίων απορροών των υδρολογικών ετών 1980-2010 και στις περισσότερες περιπτώσεις χαμηλότερες και από την ελάχιστη μηνιαία απορροή με πιθανότητα υπέρβασης 90% (Q_{10}).

Μεταξύ των υδρολογικών μεθοδολογιών υπολογισμού της οικολογικής παροχής συγκαταλέγεται και η μέθοδος της βασικής παροχής διατήρησης (Basic Maintenance Flow), η οποία χρησιμοποιείται ευρέως στην Ισπανία (Palau & Alcazar, 2010). Με τη μέθοδο αυτή προσδιορίζεται η βασική παροχή που πρέπει να διατηρείται σε έναν ποταμό, λαμβάνοντας υπόψη και τις εποχικές διακυμάνσεις, προκειμένου να μην διαταράσσονται οι υδρολογικές συνθήκες που καθορίζουν τη δυναμική των ενδιαιτημάτων. Για την εφαρμογή της μεθόδου χρειάζονται χρονοσειρές ημερήσιας απορροής 10-12 συνεχόμενων ετών. Από όλα τα ΥΣ της περιοχής μελέτης (ΥΔ01, ΥΔ02 και ΥΔ03), διαθέσιμα από τη ΔΕΗ στοιχεία σε κατάλληλη χρονική περίοδο (10ετία) και σε κατάλληλο χρονικό βήμα (ημερήσιο) υπήρχαν μόνο σε τέσσερις θέσεις, εκ των οποίων οι δύο βρίσκονται στο ΥΔ01 και οι δύο στο ΥΔ02 (Πίνακας 8-2). Στον ίδιο πίνακα υπάρχουν και τρεις θέσεις, δύο στο ΥΔ01 και μία στο ΥΔ02, για τις οποίες υπάρχουν χρονοσειρές μικρότερης μεν χρονικής περιόδου, οι οποίες ωστόσο αξιοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της οικολογικής παροχής. Από την εφαρμογή της μεθόδου βασικής παροχής διατήρησης για τις εν λόγω θέσεις, προέκυψε χαμηλή τιμή οικολογικής παροχής (Πίνακας 8-2). Η έλλειψη επαρκών και επίκαιρων στοιχείων ημερήσιας απορροής σε άλλα ΥΣ της περιοχής μελέτης καθιστά αβέβαιο οποιοδήποτε συμπέρασμα ως προς την καταλληλότητα της μεθόδου για τον προσδιορισμό της οικολογικής παροχής.

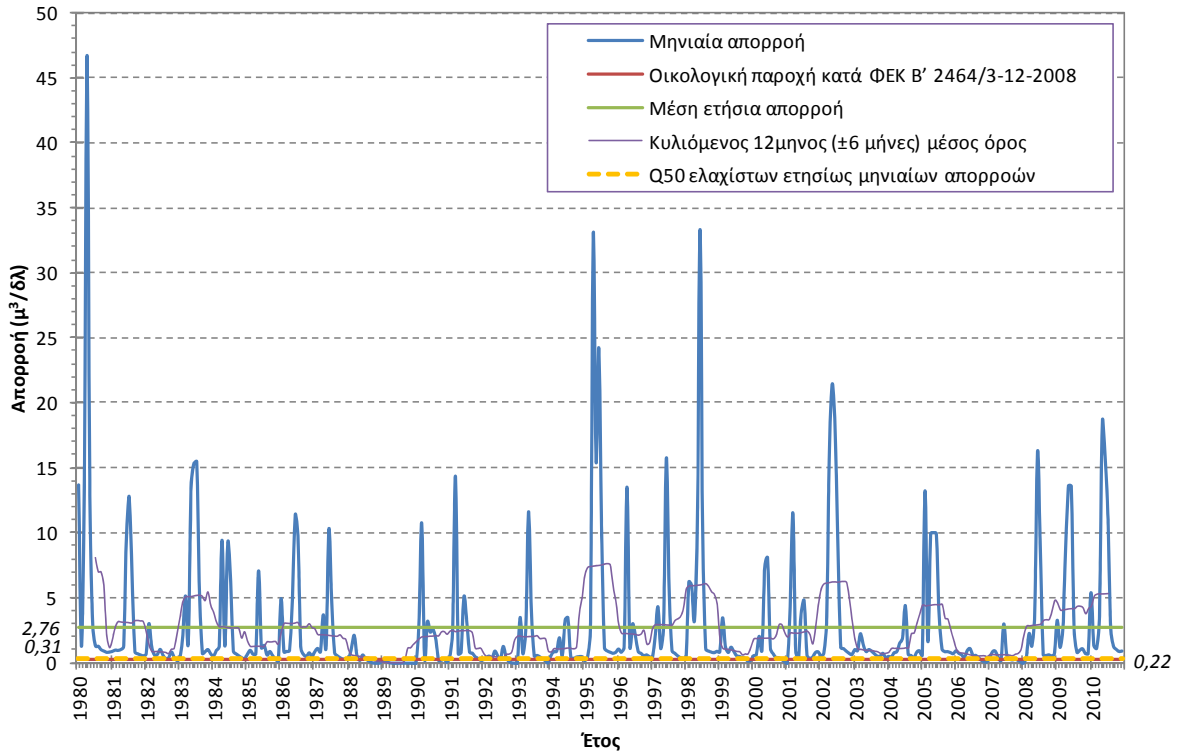
Όπως αναφέρεται και στο Παραδοτέο/Υποστηρικτικό Κείμενο 8 του Σχεδίου Διαχείρισης, δεδομένων των ελλείψεων σε μετρήσεις παροχών με ημερήσιο χρονικό βήμα στα επιφανειακά υδατικά συστήματα των ΥΔ Πελοποννήσου, τα όρια που έχουν θεσπιστεί από το Άρθρο 16 της υπ' αρ. 49828 (ΦΕΚ Β' 2464/3-12-2008) απόφασης, γίνονται γενικά αποδεκτά. Άλλωστε τέτοιες ή ανάλογες μεθοδολογίες και όρια για την εύρεση της οικολογικής παροχής συνηθίζεται να εφαρμόζονται και διεθνώς όταν δεν υπάρχουν μετρήσεις και συγκεκριμένα στοιχεία τεκμηρίωσης.

Εφόσον, όμως, υπάρχουν διαθέσιμα πρόσθετα επαρκή στοιχεία ημερήσιων παροχών ή αν τεκμηριώνεται η ανάγκη για μετρήσεις, δύναται να εφαρμοστούν διεθνώς αναγνωρισμένες μεθοδολογικές προσεγγίσεις για τον υπολογισμό της οικολογικής παροχής. Σε αυτές τις περιπτώσεις, το μέγεθος της οικολογικής παροχής μπορεί να διαφοροποιείται από τα όρια που ορίζει το Άρθρο 16 της υπ' αρ. 49828 (ΦΕΚ Β' 2464/3-12-2008) όπως τα 30l/s που είναι αρκετά υψηλή για κάποια ΥΣ και να ορίζεται εκείνη η παροχή που θα προκύπτει από την εφαρμογή επιστημονικά τεκμηριωμένης μεθοδολογίας βάσει των πρόσθετων μετρήσεων των ημερήσιων παροχών των συγκεκριμένων ΥΣ από όπου θα γίνεται και η υδροληψία.

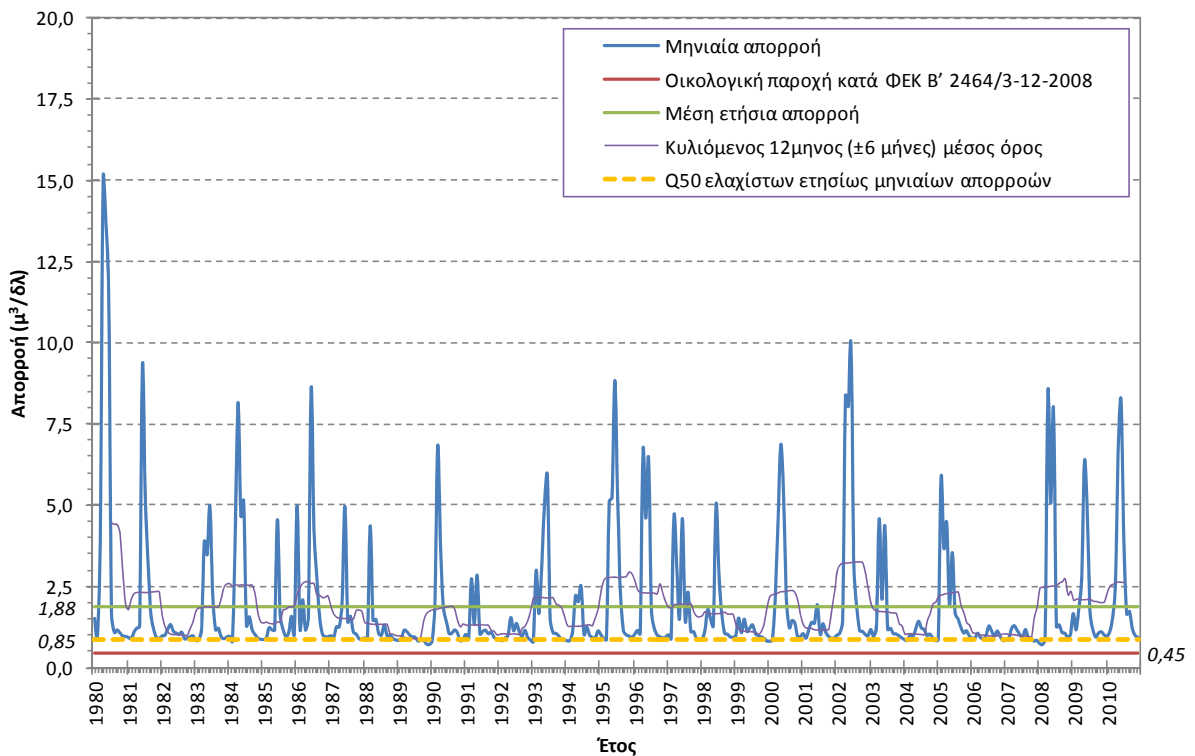
Πίνακας 8-2. Οικολογική παροχή με τη μέθοδο βασικής παροχής διατήρησης

Κωδικός ΥΣ	Όνομασία ΥΣ	Υδατικό Διαμέρισμα	ΛΑΠ	Χρονική περίοδος αξιοποιηθέντων στοιχείων ΔΕΗ	Οικολογική παροχή κατά ΒΜΦ (μ ³ /δλ)
GR0129R000215044H	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	01	GR29	1/4/1990-31/3/2000	0,133
GR0129R000217051A	ΕΚΤΡΟΠΗ ΑΛΦΕΙΟΥ Π.	01	GR29	1/4/1981-31/3/1990	0,022
GR0129R000206011N	ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ Π.	01	GR29	1/4/1994-31/3/2000	1,020
GR0132R000203029N	ΜΑΥΡΟΖΟΥΜΕΝΑ Ρ.	01	GR32	1/4/1961-31/3/1971	0,049
GR0227R000900008N	ΣΕΛΙΝΟΥΣ Π.	02	GR27	1/4/1996-31/3/2001	0,575
GR0227R001300012N	ΒΟΥΡΑΪΚΟΣ Π.	02	GR27	1/4/1987-31/3/1997	0,202
GR0227R001700016N	ΚΡΑΘΙΣ Π.	02	GR27	1/4/1966-31/3/1976	0,490

Όπως προαναφέρθηκε, η οικολογική παροχή εκφράζει θεωρητικά την αναγκαία ποσότητα ροής που πρέπει να διατηρείται σε έναν ποταμό προκειμένου να μην αλλοιώνεται ο χαρακτήρας των οικοσυστημάτων και να επιτυγχάνονται οι περιβαλλοντικοί στόχοι. Στο βαθμό που οι ανωτέρω μέθοδοι εκφράζουν όντως τη δυνατότητα του ΥΣ να διατηρεί την κατάστασή του, εκτιμάται ότι δεν υπάρχει κίνδυνος για τα οικοσυστήματα οφειλόμενος σε φαινόμενα ξηρασίας, καθότι είναι ελάχιστα πιθανή η εμφάνιση μικρότερων παροχών λόγω ξηρασίας. Τονίζεται, εντούτοις, ότι η προσέγγιση βασίστηκε σε ελλιπή και σποραδικά στοιχεία μετρήσεων. Για να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα ως προς τον κίνδυνο εμφάνισης ξηρασίας πρέπει να υλοποιηθεί το δίκτυο παρακολούθησης και να γίνουν οι κατάλληλες μετρήσεις, που θα πρέπει σε κάθε περίπτωση να περιλαμβάνουν συνεχείς μετρήσεις απορροής σε κοντινές θέσεις. Η τακτική παρακολούθηση των απορροών και η συμπλήρωση των μετρήσεων είναι απαραίτητες προκειμένου να συνδυαστούν με τα δεδομένα μετρήσεων βιολογικών, φυσικοχημικών και χημικών παραμέτρων, με βάση τα οποία μεσοπρόθεσμα θα μπορέσουν να εξαχθούν πολύ ασφαλέστερα συμπεράσματα ως προς τη συμπεριφορά των ΥΣ σε σχέση με τις παρατηρούμενες απορροές.



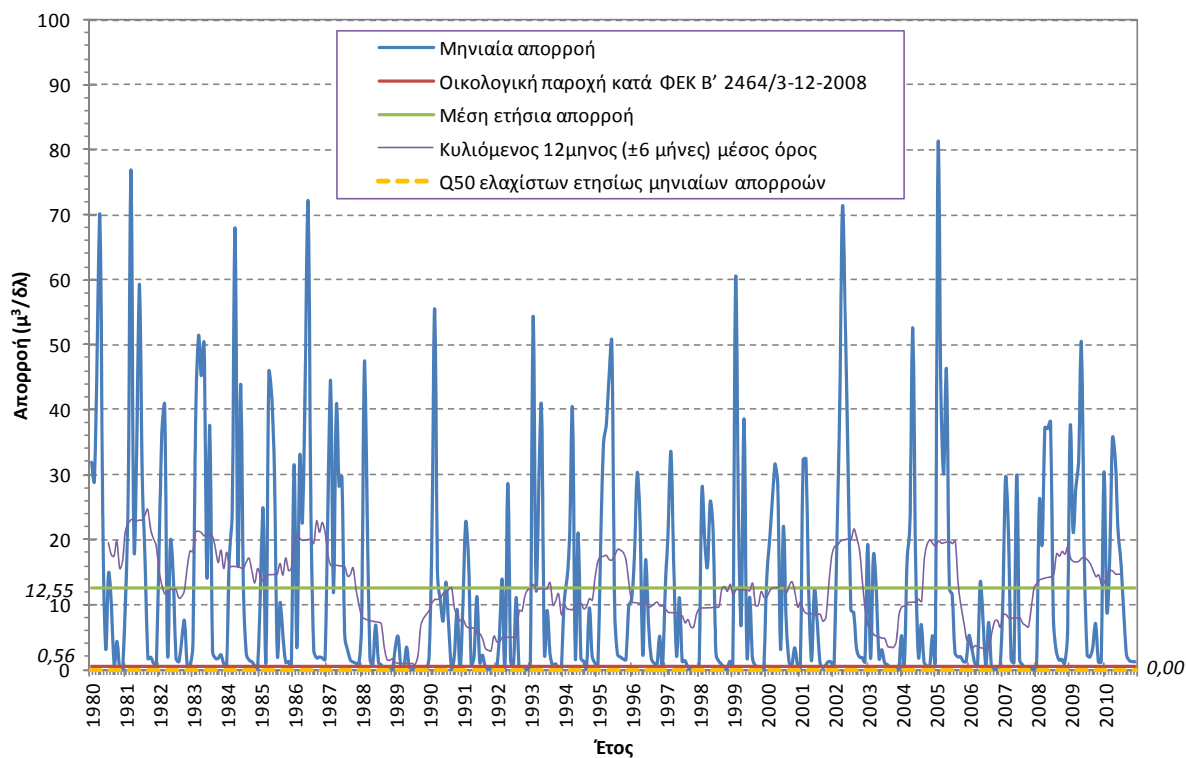
Σχήμα 8-1. Γράφημα απορροών στην εκβολή του π. Ίναχου (GR31)



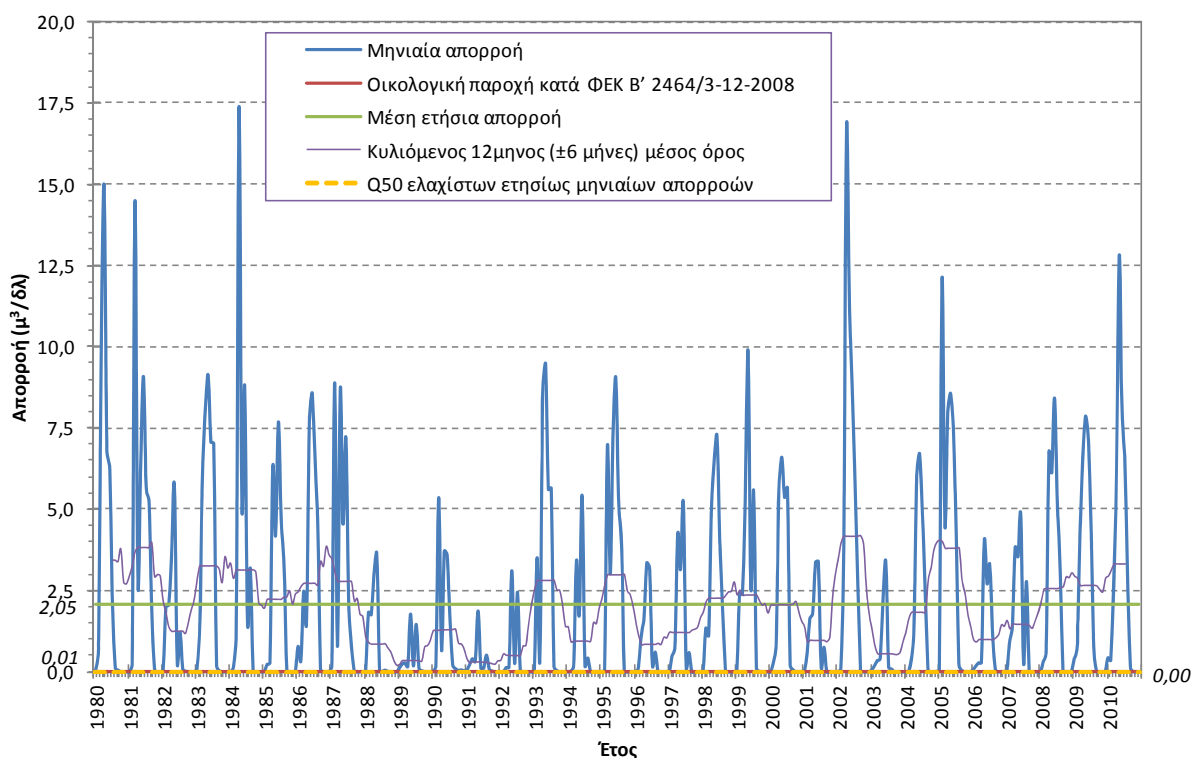
Σχήμα 8-2. Γράφημα απορροών στην εκβολή του π. Τάνου (GR31)

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



Σχήμα 8-3. Γράφημα απορροών στην εκβολή του π. Ευρώτα (GR33)



Σχήμα 8-4. Γράφημα απορροών στην εκβολή του π. Πλατύ (GR33)

Υπόγεια ΥΣ

Κατά τη διάρκεια της ξηρασίας – λειψυδρίας η φυσική επανατροφοδότηση των υπογείων υδατικών συστημάτων υπολείπεται της μέσης ετήσιας τροφοδοσίας. Κατά την περίοδο αυτή, παρόλη τη μειωμένη μέση τροφοδοσία, είναι δυνατή η χρησιμοποίηση κάποιων εκ των υπογείων υδατικών συστημάτων για την κάλυψη των αυξημένων υδρευτικών και αρδευτικών αναγκών.

Για την κάλυψη των αυξημένων αναγκών σε κάποια από τα υπόγεια υδατικά συστήματα, θα μπορούσαν να γίνουν υπεραντλήσεις με ταυτόχρονη υποβάθμιση της καλής ποσοτικής κατάστασης αυτών.

Εκτιμάται, ότι στις επόμενες χρονιές θα υπάρξει σταδιακή επαναπλήρωση των αφαιρεθέντων από τα μόνιμα αποθέματα ποσοτήτων και τα συστήματα θα καλύψουν την καλή ποσοτική τους κατάσταση.

Η πρακτική αυτή μπορεί να εφαρμοστεί τοπικά στα περισσότερα υπόγεια συστήματα (καρστικά ή κοκκώδη) με εξαίρεση αυτά που βρίσκονται σε κακή ποσοτική κατάσταση και αυτά που είναι ανοιχτά στη θάλασσα, η αύξηση των αντλήσεων στα οποία θα προκαλέσει είσοδο της θάλασσας και υφαλμυρίσεις

9 ΠΡΟΓΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΞΗΡΑΣΙΩΝ

9.1 Η έννοια της πρόγνωσης ξηρασιών

Η έγκαιρη πρόγνωση μιας ξηρασίας, με βάση τα τρέχοντα υδρολογικά δεδομένα, έχει μείζονα σημασία για την προετοιμασία των αρμόδιων φορέων και της τοπικής κοινωνίας, και τη λήψη προληπτικών διαχειριστικών μέτρων, με στόχο την άμβλυση των δυνητικών επιπτώσεών της. Είναι προφανές ότι ο όρος πρόγνωση χρησιμοποιείται με την στατιστική του και μόνο έννοια, δεδομένου ότι ο χρονικός ορίζοντας εξέλιξης των υδρομετεωρολογικών διεργασιών που σχετίζονται με την εμφάνιση ξηρασιών, είναι τέτοιος που οποιαδήποτε ντετερμινιστική πρόγνωση (π.χ. με χρήση μοντέλων πρόγνωσης καιρού) καθίσταται παντελώς αναξιόπιστη.

Στην πραγματικότητα, αυτό που ενδιαφέρει είναι η έγκαιρη αναγνώριση μιας ξηρασίας, στα αρχικά στάδια εξέλιξής της. Η προτεινόμενη μεθοδολογία για την περιοχή μελέτης εστιάζει στην μετεωρολογική ξηρασία και στη χρήση των σχετικών δεικτών ξηρασίας (RPPI, SPI) ως προγνωστικών εργαλείων. Για την αξιολόγηση της τρέχουσας κατάστασης και της χρονικής τους εξέλιξης, σε χρονικούς ορίζοντες από λίγους μήνες έως λίγα έτη, εφαρμόζονται δύο προσεγγίσεις. Η πρώτη βασίζεται στον υπολογισμό των συντελεστών συσχέτισης μεταξύ των αθροιστικών βροχοπτώσεων διαφορετικών χρονικών κλιμάκων. Αν, για παράδειγμα, σε μια περιοχή, ο συντελεστής συσχέτισης μεταξύ της αθροιστικής βροχόπτωσης του πρώτου εξαμήνου και της αντίστοιχης ετήσιας βροχόπτωσης είναι υψηλός, τότε υπάρχει ισχυρό ενδεχόμενο ένα πολύ ξηρό, από άποψη βροχοπτώσεων, εξάμηνο να αποτελεί προπομπό ενός ολόκληρου υδρολογικού έτους, με αντίστοιχα χαμηλή υδροφορία. Ειδικά η βροχόπτωση (ή η απορροή) εξαμήνου έχει κομβική σημασία, καθώς είναι δυνατή η λήψη κατάλληλων διαχειριστικών μέτρων πριν την έναρξη της αρδευτικής περιόδου.

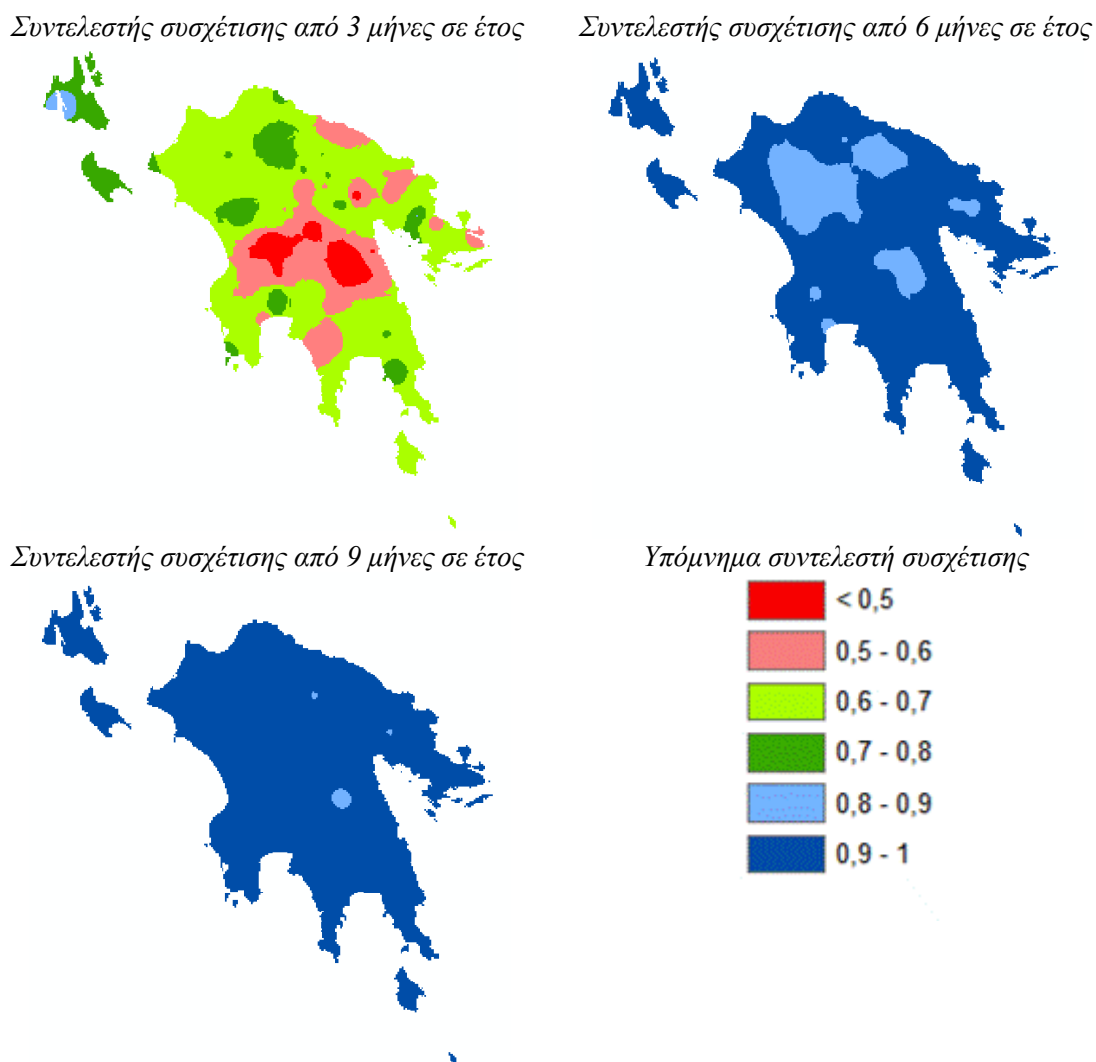
Μια άλλη προσέγγιση βασίζεται στον υπολογισμό των λεγόμενων πιθανοτήτων μετάβασης από μια συγκεκριμένη κατάσταση υδροφορίας (όπως αποτυπώνεται, π.χ. μέσω του δείκτη SPI μιας συγκεκριμένης χρονικής κλίμακας), σε μια άλλη κατάσταση, μιας υψηλότερης κλίμακας συνάθροισης. Για παράδειγμα, αν η πιθανότητα μετάβασης από ένα ιδιαίτερο ξηρό έτος (π.χ. $SPI < 1.50$) σε μια ιδιαίτερα ξηρή διετία είναι σημαντική, τότε θα πρέπει και πάλι να ληφθούν έγκαιρα μέτρα, ώστε να αντιμετωπιστεί, όσο το δυνατόν, το ενδεχόμενο μιας έμμονης ξηρασίας. Οι πιθανότητες μετάβασης εκτιμώνται εμπειρικά, με βάση τα ιστορικά δεδομένα, τα οποία έχουν ομαδοποιηθεί σε κλάσεις, με βάση την τιμή του SPI (Πίνακας 6-1). 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.

Γενικά, οι αναλύσεις της περιοχής μελέτης εστιάζουν στην πρόγνωση των μετεωρολογικών ξηρασιών, με βάση τις βροχοπτώσεις κάθε διαχειριστικής ενότητας και συνολικά. Όλες οι εκτιμήσεις βασίζονται στις στατιστικές αναλύσεις των σημειακών δειγμάτων της περιόδου 1980-81 έως 2001-02. Η πρόγνωση της υδρολογικής ξηρασίας εξετάζεται μόνο στη λεκάνη του Λάδωνα, για την οποία διαθέτουμε μεγάλου μήκους και υψηλής αξιοπιστίας δεδομένα απορροής.

9.2 Πρόγνωση μετεωρολογικών ξηρασιών

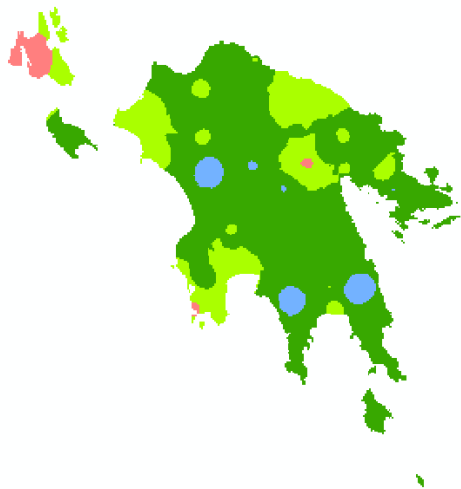
9.2.1 Χρήση δεικτών ξηρασίας βροχόπτωσης ως προγνωστικά εργαλεία

Για την αξιοποίηση του δείκτη ξηρασίας ως προγνωστικού μοντέλου της μεσοπρόθεσμης εξέλιξης του φαινομένου στα προσεχή χρονικά διαστήματα, εξετάστηκε η συσχέτιση του δείκτη που παρατηρείται σε κάποιο χρονικό διάστημα (π.χ. τους πρώτους τρεις μήνες ενός υδρολογικού έτους) με τον δείκτη που αναφέρεται σε επόμενο χρονικό διάστημα (π.χ. στο υδρολογικό έτος). Η επεξεργασία έγινε με βάση τις χρονοσειρές βροχόπτωσης μήκους 22 υδρολογικών ετών (1980-81 έως 2001-02) των 74 βροχομετρικών σταθμών της περιοχής μελέτης. Για κάθε σταθμό υπολογίστηκε ο συντελεστής γραμμικής συσχέτισης των δεικτών ξηρασίας τριών (Οκτώβριος-Δεκέμβριος), έξι (Οκτώβριος-Μάρτιος) και εννέα (Οκτώβριος-Ιούνιος) μηνών με αυτόν του υδρολογικού έτους. Ακόμη, υπολογίστηκε ο συντελεστής συσχέτισης του ετήσιου δείκτη ξηρασίας με αυτόν της διετίας, της διετίας με την τριετία, της τριετίας με την τετραετία και της τετραετίας με την πενταετία.

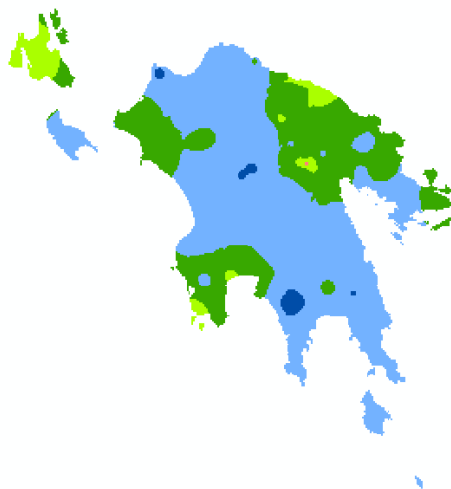


Σχήμα 9-1. Επιφανειακή ολοκλήρωση συντελεστών συσχέτισης του δείκτη ξηρασίας μεταξύ των τιμών τριμήνου, εξαμήνου και εννιαμήνου και της αντίστοιχης ετήσιας τιμής.

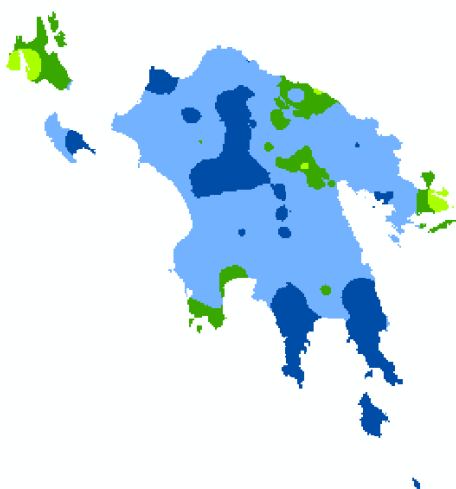
Συντελεστής συσχέτισης από έτος σε διετία



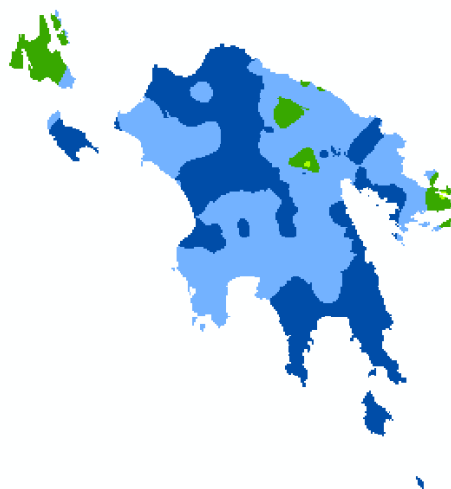
Συντελεστής συσχέτισης από διετία σε τριετία



Συντελεστής συσχέτισης από τριετία σε τετραετία



Συντελεστής συσχέτισης από τετραετία σε πενταετία



Σχήμα 9-2. Επιφανειακή ολοκλήρωση συντελεστών συσχέτισης δείκτη ξηρασίας: (α) από έτος σε διετία, (β) από διετία σε τριετία, (γ) από τριετία σε τετραετία και (δ) από τετραετία σε πενταετία.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε γεωγραφική ολοκλήρωση των σημειακών συντελεστών συσχέτισης, τα αποτελέσματα της οποίας, για διάφορες χρονικές κλίμακες, παρουσιάζονται σε μορφή χάρτη (Σχήμα 9-1 και Σχήμα 9-2). Τα στατιστικά χαρακτηριστικά των επιφανειών παρουσιάζει ο Πίνακας 9-1. Επισημαίνεται ότι με βάση τον αριθμό των υδρολογικών ετών που χρησιμοποιήθηκαν στις αναλύσεις (22 έτη), ο συντελεστής συσχέτισης θεωρείται στατιστικά σημαντικός μόνο εφόσον η τιμή του είναι μεγαλύτερη από 0.40.

Από τα δεδομένα (Σχήμα 9-1, Σχήμα 9-2 και Πίνακας 9-1), είναι φανερό η υψηλή προγνωστική ικανότητα της εξέλιξης της ξηρασίας στην περιοχή της Πελοποννήσου. Κατά συνέπεια, όταν είναι γνωστός ο δείκτης του πρώτου τριμήνου (Οκτώβριος-Δεκέμβριος) ο συντελεστής συσχέτισης με τον δείκτη που τελικά θα έχει το σύνολο του υδρολογικού έτους κυμαίνεται από 0.34 έως 0.81, με μέση τιμή 0.64. Αντίστοιχα, όταν είναι γνωστός ο δείκτης του πρώτου εξαμήνου (Οκτώβριος-Μάρτιος) ο συντελεστής συσχέτισης κυμαίνεται μεταξύ 0.82 και 0.98, με μέση τιμή 0.92, ενώ για το εννεάμηνο (Οκτώβριος-Ιούνιος) ο συντελεστής συσχέτισης κυμαίνεται από 0.87 έως 0.99, με μέση τιμή 0.96.

Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι οι αρμόδιοι φορείς που εμπλέκονται στη διαχείριση των υδροσυστημάτων της Πελοποννήσου μπορούν να αξιοποιήσουν τον δείκτη των έξι μηνών (στο τέλος Μαρτίου), ώστε στην αρχή της αρδευτικής περιόδου να λάβουν τα διαχειριστικά μέτρα που απαιτούνται για τη μετρίαση της ξηρασίας.

Πίνακας 9-1. Στατιστικά χαρακτηριστικά επιφανειών συντελεστών συσχέτισης.

	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Μέγιστη τιμή	Ελαχίστη τιμή
3 σε 12 μήνες	0.64	0.07	0.81	0.34
6 σε 12 μήνες	0.92	0.03	0.98	0.82
9 σε 12 μήνες	0.96	0.02	0.99	0.87
1 έτος σε 2 έτη	0.72	0.05	0.87	0.54
2 έτη σε 3 έτη	0.81	0.05	0.93	0.58
3 έτη σε 4 έτη	0.86	0.05	0.94	0.63
4 έτη σε 5 έτη	0.88	0.05	0.96	0.66

9.2.2 Υπολογισμός πιθανοτήτων μετάβασης

Οι πιθανότητες μετάβασης μεταξύ των διαφορετικών καταστάσεων ξηρασίας εκτιμήθηκαν ως εξής: Αρχικά, για κάθε διάρκεια (3, 6, 9 και 12 μήνες) ενοποιήθηκαν τα δείγματα των δεικτών ξηρασίας των 74 σταθμών, συνολικού μήκους 22 υδρολογικών ετών, με βάση το οποίο καταρτίστηκε ένα συνολικό δείγμα 1628 σταθμών-ετών. 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. Στους Πίνακες (Πίνακας 9-11, Πίνακας 9-12, Πίνακας 9-13 και Πίνακας 9-14) παρατίθενται οι πιθανότητες μετάβασης (%) για τους 3, 6 και 9 μήνες αντίστοιχα. Σε κάθε πίνακα, η τελευταία στήλη περιέχει τις πιθανότητες εμφάνισης κάθε κατηγορίας ξηρασίας της στους 3 (6 και 9) μήνες, ενώ η τελευταία γραμμή τις πιθανότητες εμφάνισης κάθε κατηγορίας ξηρασίας στο έτος.

Τα δεδομένα των Πινάκων (Πίνακας 9-12, Πίνακας 9-13 και Πίνακας 9-14) αποτελούν χρήσιμο εργαλείο για την έγκαιρη λήψη μέτρων σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές του υδρολογικού έτους. Είναι χαρακτηριστικό ότι όταν η κατάσταση ξηρασίας των 3 μηνών είναι στις κατηγορίες –Γ και –Δ τότε το έτος αναμένεται να είναι ξηρό με πιθανότητα που αγγίζει το 100%. Ακόμη όταν η κατάσταση ξηρασίας των 6 ή 9 μηνών είναι στις κατηγορίες –Γ και –Δ και –Β τότε το έτος αναμένεται να είναι ξηρό με πιθανότητα που επίσης αγγίζει το 100%. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται και στα Σχήματα (Σχήμα 9-3 έως Σχήμα 9-5), ενώ στα Σχήματα (Σχήμα 9-6 έως Σχήμα 9-9) παρουσιάζονται οι πιθανότητες μετάβασης από 1 σε 2 έτη, από 2 σε 3 έτη, από 3 σε 4 έτη και από 4 σε 5 έτη.

Από τα παραπάνω είναι φανερό μια σημαντική ιδιότητα που προκύπτει για τις κατηγορίες ξηρασίας και συγκεκριμένα η πιθανότητα να μείνει η ξηρασία του προηγούμενου χρονικού διαστήματος στην ίδια κατηγορία και κατά το επόμενο χρονικό διάστημα. Έτσι ο Πίνακας 9-17 παρουσιάζει οι πιθανότητες που αναφέρθηκαν για τις περιπτώσεις των Σχημάτων (Σχήμα 9-3 έως Σχήμα 9-9) για το σύνολο της Πελοποννήσου αλλά και για τις οκτώ διαχειριστικές ενότητες. Από τα δεδομένα που παρουσιάζει ο Πίνακας 9-17 προκύπτει ότι στο σύνολο των περιπτώσεων και των διαχειριστικών ενότητων η μεγαλύτερη πιθανότητα είναι η κατηγορία της ξηρασίας να παραμείνει η ίδια και στο επόμενο διάστημα.

Πίνακας 9-2. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 3 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή) για την ΛΑΠ 30.

	-Δ	-Γ	-Β	-Α	Α	Β	Γ	Δ
-Δ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-Γ	0%	0%	75%	0%	25%	0%	0%	0%
-Β	0%	30%	10%	50%	0%	10%	0%	0%
-Α	0%	7%	15%	33%	37%	5%	2%	0%
Α	0%	0%	5%	49%	35%	9%	2%	0%
Β	0%	0%	0%	0%	80%	0%	20%	0%
Γ	0%	0%	0%	0%	14%	71%	14%	0%
Δ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%

Πίνακας 9-3. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 6 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή) για την ΛΑΠ 30.

	-Δ	-Γ	-Β	-Α	Α	Β	Γ	Δ
-Δ	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-Γ	0%	40%	60%	0%	0%	0%	0%	0%
-Β	0%	17%	59%	25%	0%	0%	0%	0%
-Α	0%	0%	6%	80%	15%	0%	0%	0%
Α	0%	0%	0%	22%	64%	12%	2%	0%
Β	0%	0%	0%	0%	33%	50%	17%	0%
Γ	0%	0%	0%	0%	0%	33%	67%	0%
Δ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Πίνακας 9-4. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 9 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή) για την ΛΑΠ 30.

	-Δ	-Γ	-Β	-Α	Α	Β	Γ	Δ
-Δ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-Γ	0%	83%	17%	0%	0%	0%	0%	0%
-Β	0%	11%	89%	0%	0%	0%	0%	0%
-Α	0%	0%	7%	83%	10%	0%	0%	0%
Α	0%	0%	0%	15%	75%	7%	2%	0%
Β	0%	0%	0%	0%	20%	80%	0%	0%
Γ	0%	0%	0%	0%	0%	25%	75%	0%
Δ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%

Πίνακας 9-5. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 3 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή) για την ΛΑΠ 31.

	-Δ	-Γ	-Β	-Α	Α	Β	Γ	Δ
-Δ	22%	0%	78%	0%	0%	0%	0%	0%
-Γ	16%	16%	23%	45%	0%	0%	0%	0%
-Β	12%	8%	22%	39%	20%	0%	0%	0%
-Α	1%	7%	9%	49%	29%	5%	0%	0%
Α	0%	0%	5%	28%	55%	9%	3%	0%
Β	0%	0%	0%	17%	51%	27%	5%	0%
Γ	0%	0%	0%	0%	18%	36%	41%	5%
Δ	0%	0%	0%	0%	0%	17%	42%	42%

Πίνακας 9-6. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 6 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή) για την ΛΑΠ 31.

	-Δ	-Γ	-Β	-Α	Α	Β	Γ	Δ
-Δ	89%	11%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-Γ	18%	77%	5%	0%	0%	0%	0%	0%
-Β	0%	5%	66%	29%	0%	0%	0%	0%
-Α	0%	0%	7%	72%	22%	0%	0%	0%
Α	0%	0%	0%	19%	71%	9%	1%	0%
Β	0%	0%	0%	0%	36%	54%	10%	0%
Γ	0%	0%	0%	0%	0%	26%	68%	6%
Δ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%

Πίνακας 9-7. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 9 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή) για την ΛΑΠ 31.

	-Δ	-Γ	-Β	-Α	Α	Β	Γ	Δ
-Δ	65%	35%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-Γ	7%	74%	19%	0%	0%	0%	0%	0%
-Β	0%	6%	81%	11%	2%	0%	0%	0%
-Α	0%	0%	4%	85%	11%	0%	0%	0%
Α	0%	0%	0%	12%	81%	7%	0%	0%
Β	0%	0%	0%	0%	20%	68%	12%	0%
Γ	0%	0%	0%	0%	0%	7%	85%	7%
Δ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%

Πίνακας 9-8. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 3 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή) για την ΛΑΠ 33.

	-Δ	-Γ	-Β	-Α	Α	Β	Γ	Δ
-Δ	36%	64%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-Γ	8%	15%	31%	46%	0%	0%	0%	0%
-Β	0%	23%	29%	29%	18%	0%	0%	0%
-Α	0%	3%	12%	42%	32%	9%	1%	0%
Α	0%	0%	5%	34%	49%	12%	0%	0%
Β	0%	0%	0%	22%	35%	43%	0%	0%
Γ	0%	0%	0%	0%	24%	38%	38%	0%
Δ	0%	0%	0%	0%	50%	0%	50%	0%

Πίνακας 9-9. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 6 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή) για την ΛΑΠ 33.

	-Δ	-Γ	-Β	-Α	Α	Β	Γ	Δ
-Δ	39%	61%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-Γ	0%	63%	27%	10%	0%	0%	0%	0%
-Β	0%	0%	71%	29%	0%	0%	0%	0%
-Α	0%	0%	10%	75%	15%	0%	0%	0%
Α	0%	0%	0%	15%	69%	13%	2%	0%
Β	0%	0%	0%	0%	27%	65%	8%	0%
Γ	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%
Δ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%

Πίνακας 9-10. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 9 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή) για την ΛΑΠ 33.

	-Δ	-Γ	-Β	-Α	Α	Β	Γ	Δ
-Δ	50%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-Γ	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-Β	0%	5%	66%	29%	0%	0%	0%	0%
-Α	0%	0%	8%	75%	17%	0%	0%	0%
Α	0%	0%	0%	16%	76%	7%	1%	0%
Β	0%	0%	0%	0%	20%	77%	4%	0%
Γ	0%	0%	0%	0%	0%	39%	61%	0%
Δ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Πίνακας 9-11. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 3 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή) για την Πελοπόννησο.

	-Δ	-Γ	-Β	-Α	Α	Β	Γ	Δ
-Δ	22%	22%	22%	33%	0%	0%	0%	0%
-Γ	16%	13%	29%	37%	5%	0%	0%	0%
-Β	5%	14%	23%	39%	18%	1%	0%	0%
-Α	1%	6%	13%	42%	32%	5%	1%	0%
Α	0%	0%	5%	35%	46%	11%	2%	0%
Β	0%	0%	0%	11%	51%	31%	7%	0%
Γ	0%	0%	0%	0%	23%	49%	26%	2%
Δ	0%	0%	0%	0%	11%	22%	44%	22%

Πίνακας 9-12. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 6 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή) για την Πελοπόννησο.

	-Δ	-Γ	-Β	-Α	Α	Β	Γ	Δ
-Δ	52%	43%	5%	0%	0%	0%	0%	0%
-Γ	7%	57%	33%	4%	0%	0%	0%	0%
-Β	0%	6%	61%	33%	0%	0%	0%	0%
-Α	0%	0%	8%	73%	18%	1%	0%	0%
Α	0%	0%	0%	19%	69%	11%	1%	0%
Β	0%	0%	0%	0%	31%	56%	13%	0%
Γ	0%	0%	0%	0%	0%	32%	59%	9%
Δ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	33%	67%

Πίνακας 9-13. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 9 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή) για την Πελοπόννησο.

	-Δ	-Γ	-Β	-Α	+Α	+Β	+Γ	+Δ
-Δ	64%	32%	5%	0%	0%	0%	0%	0%
-Γ	3%	70%	23%	5%	0%	0%	0%	0%
-Β	0%	5%	75%	19%	1%	0%	0%	0%
-Α	0%	0%	7%	81%	13%	0%	0%	0%
+Α	0%	0%	0%	14%	78%	7%	1%	0%
+Β	0%	0%	0%	0%	20%	71%	9%	0%
+Γ	0%	0%	0%	0%	0%	30%	67%	3%
+Δ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	25%	75%

Πίνακας 9-14. Πιθανότητες μετάβασης (%) διατήρησης της ξηρασίας στην ίδια κατηγορία.

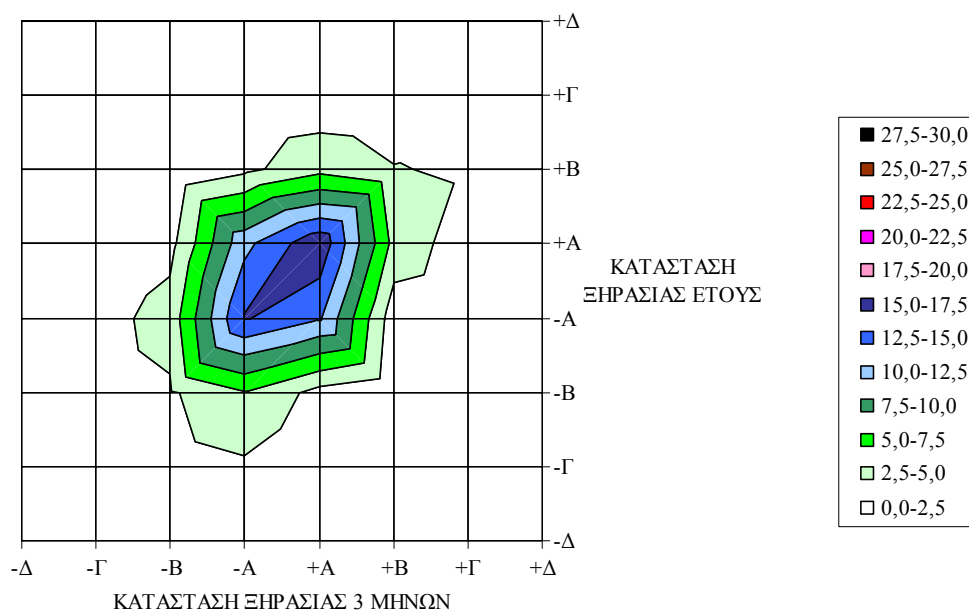
Διαχειριστική ενότητα	3 μήνες σε έτος	6 μήνες σε έτος	9 μήνες σε έτος	1 σε 2 έτη	2 σε 3 έτη	3 σε 4 έτη	4 σε 5 έτη
GR30	27.3%	64.5%	79.1%	41.0%	43.0%	57.9%	57.8%
GR31	45.0%	69.8%	80.5%	43.1%	50.3%	56.6%	60.0%
GR33	41.4%	69.1%	75.0%	43.3%	46.5%	49.5%	55.6%
Σύνολο Πελοποννήσου	38.9%	67.0%	77.1%	43.2%	50.1%	54.8%	58.9%

Πίνακας 9-15. Πιθανότητες μετάβασης (%) μετάβασης της ξηρασίας σε ευμενέστερη κατηγορία.

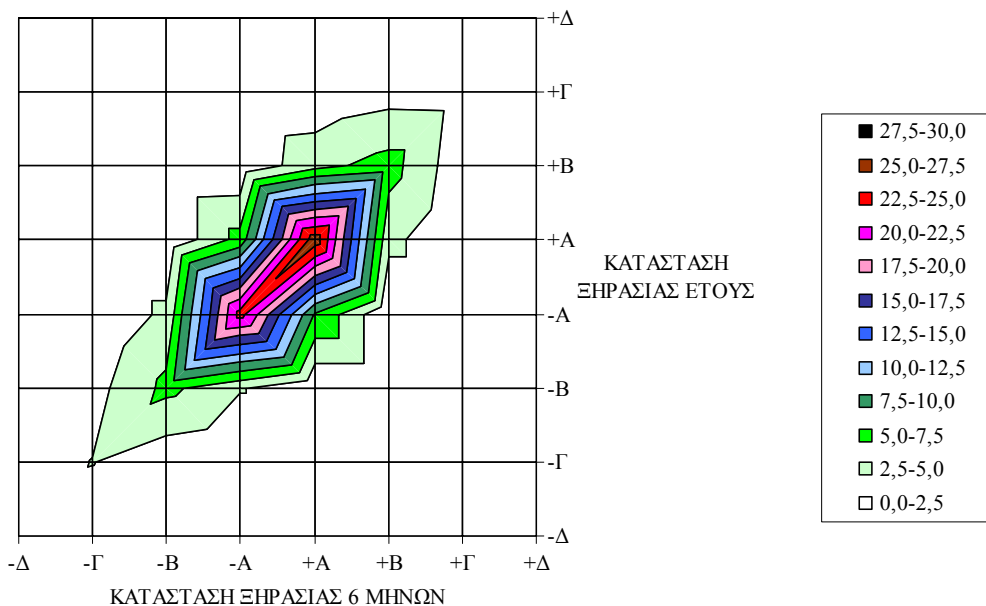
Διαχειριστική ενότητα	3 μήνες σε έτος	6 μήνες σε έτος	9 μήνες σε έτος
GR30	30,7%	18,9%	8,1%
GR31	25,9%	15,3%	10,6%
GR33	28,2%	17,4%	12,9%
Σύνολο Πελοποννήσου	28,4%	18,1%	12%

Πίνακας 9-16. Πιθανότητες μετάβασης (%) μετάβασης της ξηρασίας σε δυσμενέστερη κατηγορία.

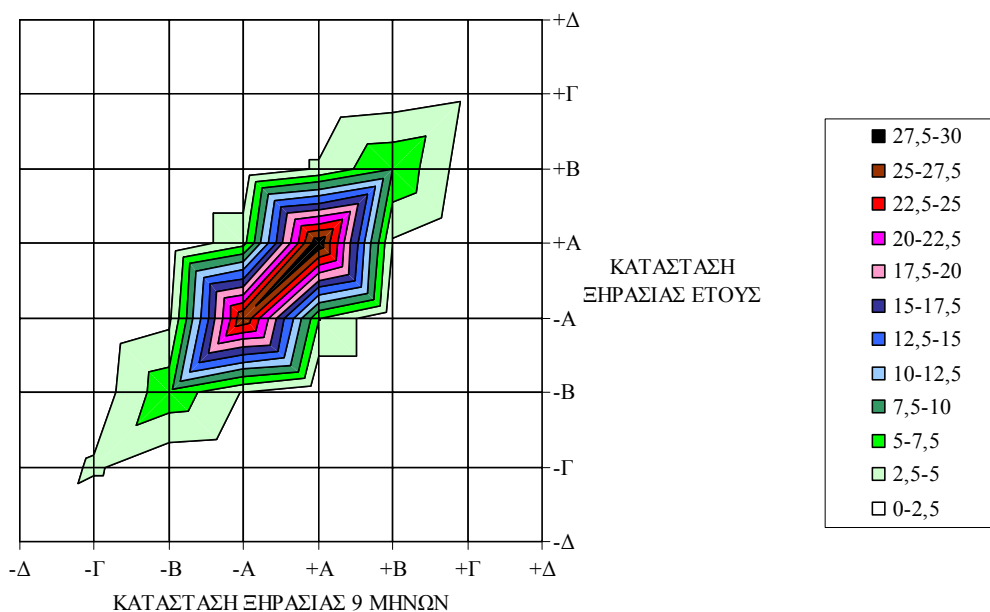
Διαχειριστική ενότητα	3 μήνες σε έτος	6 μήνες σε έτος	9 μήνες σε έτος
GR30	41,7%	16,3%	12,7%
GR31	29,2%	14,9%	8,9%
GR33	30,6%	13,7%	12,3%
Σύνολο Πελοποννήσου	32,9%	15,1%	11,1%



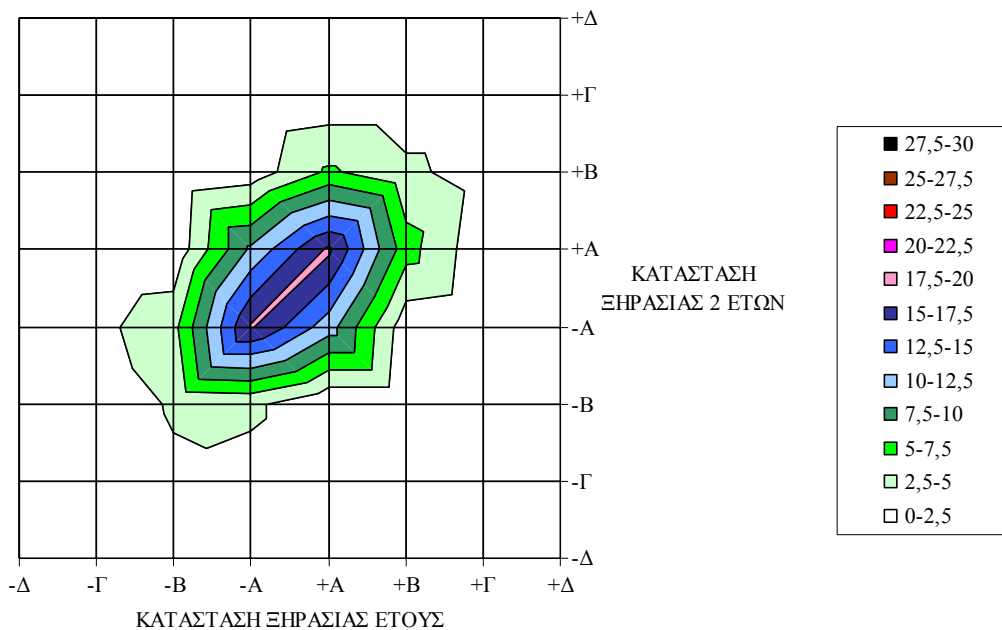
Σχήμα 9-3. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 3 μηνών σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους.



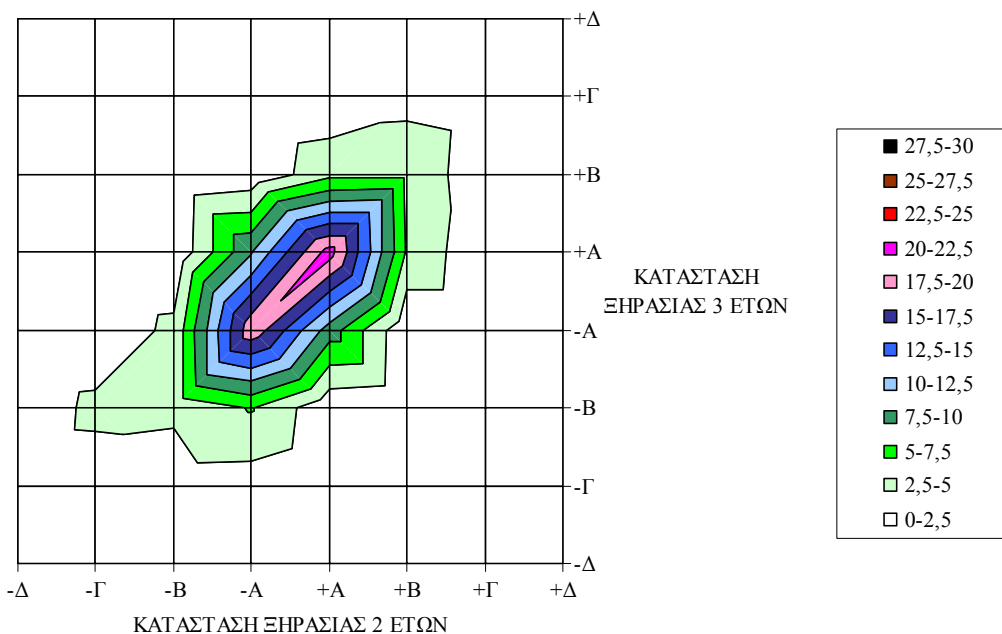
Σχήμα 9-4. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 6 μηνών σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους



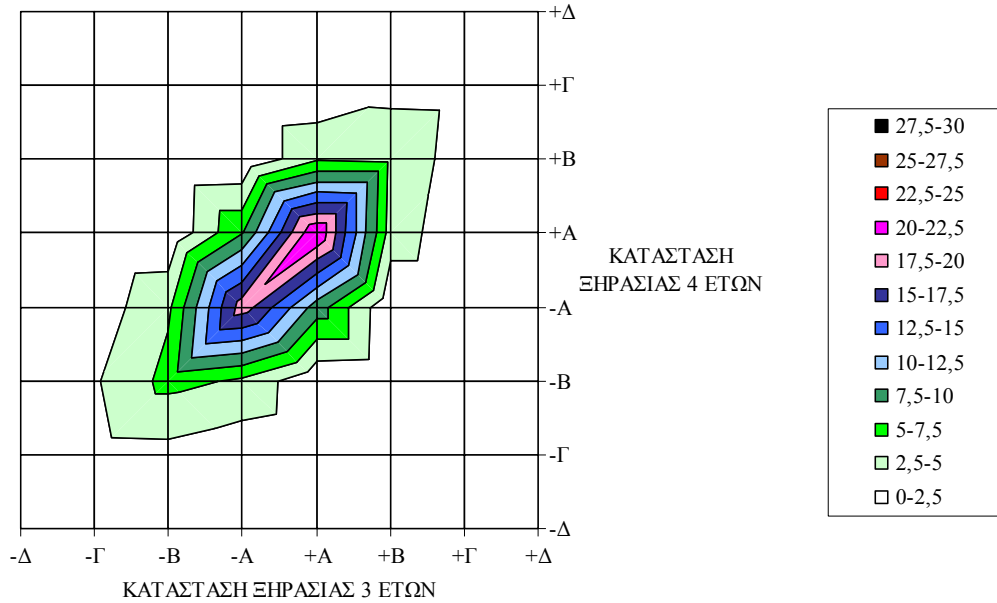
Σχήμα 9-5. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 9 μηνών σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους



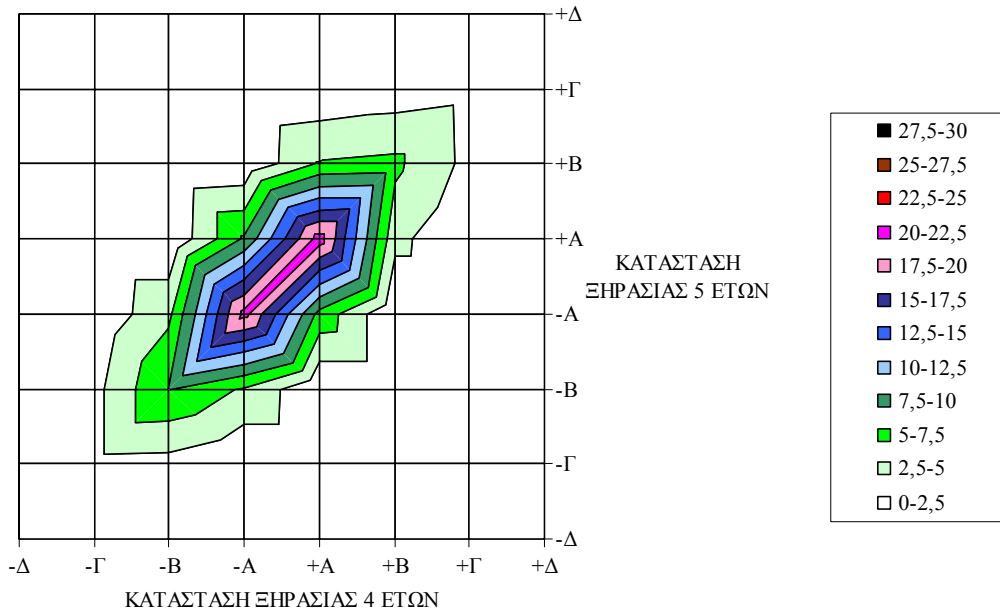
Σχήμα 9-6. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας έτους σε κατηγορία ξηρασίας 2 ετών.



Σχήμα 9-7. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 2 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 3 ετών.



Σχήμα 9-8. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 3 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 4 ετών.



Σχήμα 9-9. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 4 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 5 ετών.

9.2.3 Διερεύνηση συντελεστών συσχέτισης μέσης βροχόπτωσης σταθμών ΕΜΥ

Επειδή οι επτά βροχομετρικοί σταθμοί της ΕΜΥ καλύπτουν σημαντικά μεγαλύτερη χρονική περίοδο, είναι πιο αξιόπιστοι για την πραγματοποίηση στατιστικών προγνώσεων, με βάση τους συντελεστές συσχέτισης, για διάφορες χρονικές υστερήσεις. Ο Πίνακας 9-17 δίνει οι συντελεστές συσχέτισης της μέσης βροχόπτωσης των επτά σταθμών, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές

υστερήσεις, από μία έως πέντε χρονικές κλίμακες. Οι τιμές των συντελεστών δείχνουν κατά πόσο μια απλή γραμμική σχέση της μορφής:

$$P(t+k) = a + \beta P(t) \quad (9.1)$$

μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μοντέλο πρόγνωσης της αθροιστικής βροχόπτωσης στη χρονική κλίμακα $t+k$ (π.χ. ετήσια), δεδομένης της αθροιστικής βροχόπτωσης 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. Οι τιμές των παραμέτρων δίνονται στους: Πίνακας 9-18 και Πίνακας 9-19 αντίστοιχα.

Πίνακας 9-17. Συντελεστές συσχέτισης μέσης βροχόπτωσης σταθμών ΕΜΥ, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις.

Χρονική υστέρηση	Οκτ.-Δεκ.	Οκτ.-Μάρ.	Οκτ.-Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας
1	0.713	0.979	0.978	0.788	0.873	0.918	0.942
2	0.719	0.973	0.766	0.641	0.781	0.852	
3	0.712	0.790	0.627	0.586	0.743		
4	0.545	0.627	0.571	0.566			
5	0.440	0.585	0.551				

Πίνακας 9-18. Τομή μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης μέσης βροχόπτωσης σταθμών ΕΜΥ, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις.

Χρονική υστέρηση	Οκτ.-Δεκ.	Οκτ.-Μάρ.	Οκτ.-Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας
1	257.5	59.4	38.8	335.1	186.3	119.0	91.6
2	310.5	89.5	358.7	455.1	285.8	203.1	
3	348.9	373.1	469.4	499.1	336.9		
4	527.9	487.7	512.6	520.2			
5	590.1	522.8	532.2				

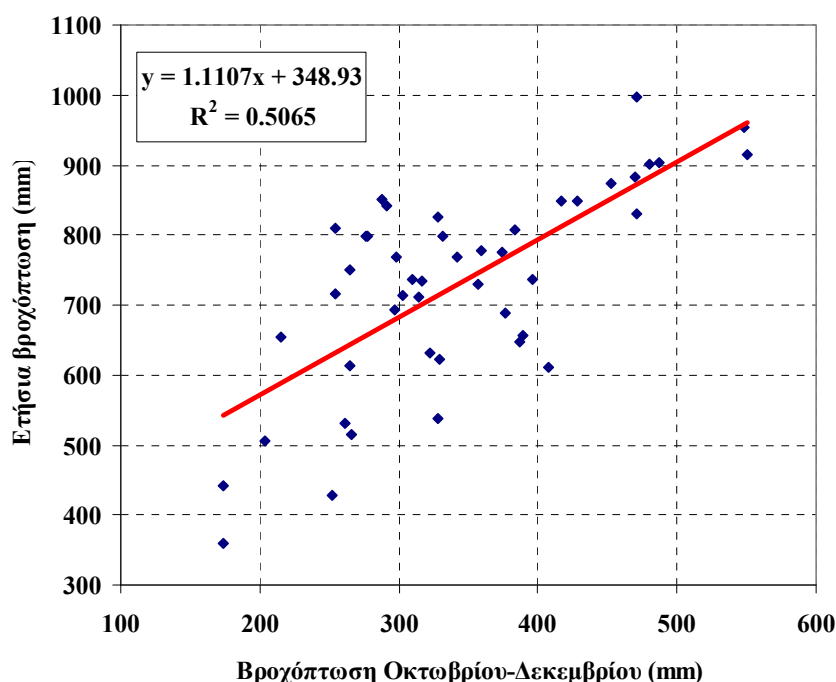
Πίνακας 9-19. Κλίση μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης μέσης βροχόπτωσης σταθμών ΕΜΥ, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις.

Χρονική υστέρηση	Οκτ.-Δεκ.	Οκτ.-Μάρ.	Οκτ.-Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας
1	1.037	1.015	1.014	0.540	0.743	0.835	0.872
2	1.082	1.044	0.544	0.374	0.606	0.718	
3	1.111	0.580	0.380	0.313	0.534		
4	0.584	0.392	0.315	0.281			
5	0.402	0.333	0.283				

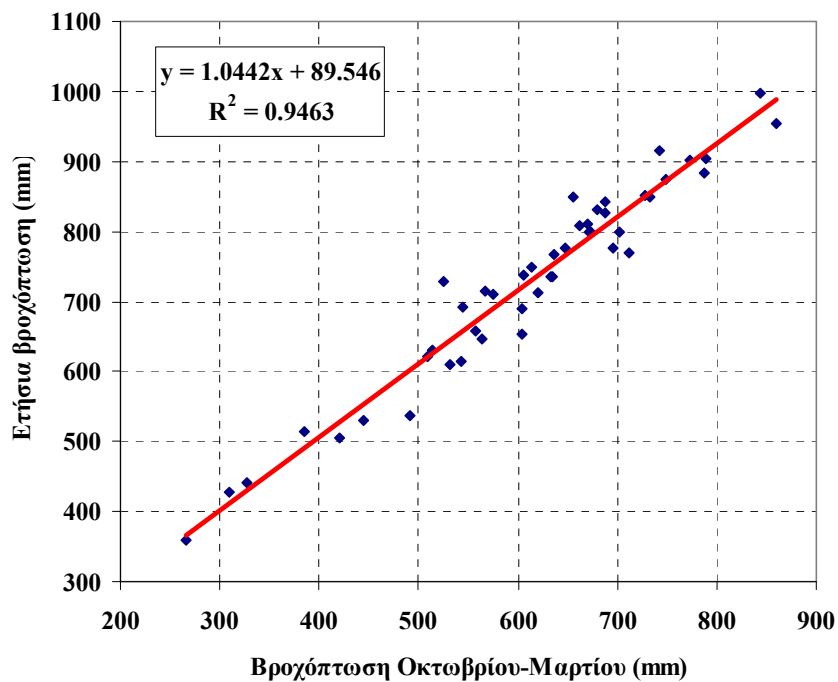
Από τις διάφορες χρονικές κλίμακες θεωρούνται κρίσιμες η εξάμηνη (αθροιστικό ύψος βροχής Οκτωβρίου-Μαρτίου) και η ετήσια. Η πρώτη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη στατιστική πρόγνωση του ετήσιου ύψους βροχής, ενώ η δεύτερη για τη στατιστική πρόγνωση της μέσης βροχόπτωσης δύο (ή και περισσότερων) ετών. Ο συντελεστής συσχέτισης μεταξύ της εξάμηνης και της ετήσιας βροχόπτωσης είναι εξαιρετικά υψηλός, φτάνοντας το 0.973. Η σχέση μεταξύ των δύο μεταβλητών παρουσιάζεται στο διάγραμμα διασποράς (Σχήμα 9-11). Μια τόσο υψηλή συσχέτιση είναι μάλλον αναμενόμενη, καθώς το κλιματικό καθεστώς της περιοχής μελέτης χαρακτηρίζεται από τη

συγκέντρωση του μεγαλύτερου ποσοστού των βροχοπτώσεων το πρώτο εξάμηνο του υδρολογικού έτους. Στην πράξη, ένα δυσμενές, από πλευράς βροχοπτώσεων, 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 μετεωρολογικής ξηρασίας, πριν την έναρξη της αρδευτικής περιόδου. Ακόμα και η στατιστική πρόγνωση της ετήσιας βροχής με βάση την αθροιστική βροχόπτωση του τριμήνου Οκτωβρίου-Δεκεμβρίου, που απεικονίζεται στο Σχήμα 9-10, είναι σχετικά ικανοποιητική, με τον συντελεστή συσχέτισης να φτάνει το 0.712 (συντελεστής προσδιορισμού 50.6%). 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.

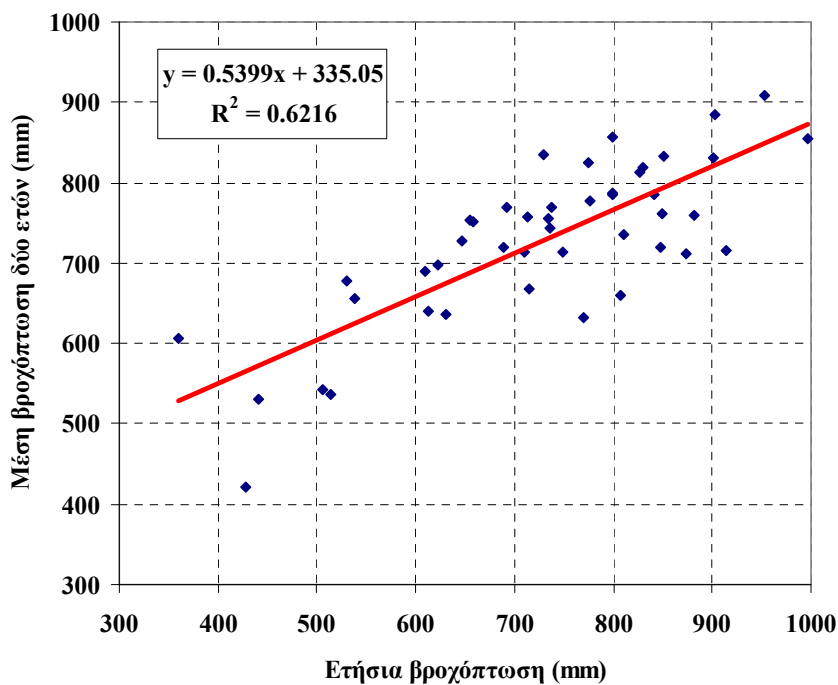
Για την πρόγνωση των έμμενων ξηρασιών, δηλαδή των περιόδων χαμηλής υδροφορίας που υπερβαίνουν σε διάρκεια το ένα υδρολογικό έτος, εξετάζεται η συσχέτιση μεταξύ της ετήσιας βροχόπτωσης των σταθμών της ΕΜΥ και της μέσης βροχόπτωσης δύο και τριών ετών, που απεικονίζονται στα διαγράμματα διασποράς Σχήμα 9-12 και Σχήμα 9-13, αντίστοιχα. Οι τιμές των συντελεστών συσχέτισης είναι 0.788 και 0.641, αντίστοιχα, και κρίνονται σχετικά ικανοποιητικοί. Ειδικά η πρόγνωση της μέσης βροχόπτωσης διετίας, με βάση τη βροχόπτωση του υδρολογικού έτους, υποβοηθά στη λήψη ευρύτερων προληπτικών μέτρων έναντι του κινδύνου ξηρασίας. Υπενθυμίζεται ότι, σύμφωνα με τη μεθοδολογία που προηγήθηκε, η βροχόπτωση διετίας (και ο αντίστοιχος δείκτης SPI) αποτελεί μέτρο της διαθεσιμότητας των υπόγειων υδατικών πόρων, καθώς τα ρυθμιστικά αποθέματα των υδροφορέων επηρεάζονται από τη δίαιτα των βροχοπτώσεων σε χρονικές κλίμακες που συνήθως υπερβαίνουν αυτή του μεμονωμένου υδρολογικού έτους.



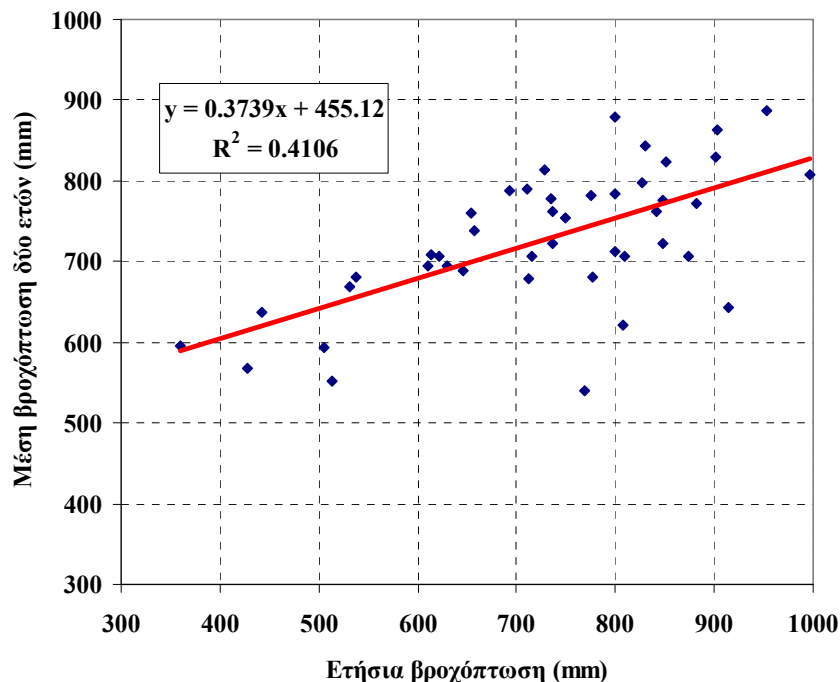
Σχήμα 9-10. Διάγραμμα διασποράς αθροιστικής βροχόπτωσης Οκτωβρίου-Δεκεμβρίου και βροχόπτωσης υδρολογικού έτους.



Σχήμα 9-11. Διάγραμμα διασποράς αθροιστικής βροχόπτωσης Μαρτίου-Δεκεμβρίου και βροχόπτωσης υδρολογικού έτους.



Σχήμα 9-12. Διάγραμμα διασποράς ετήσιας βροχόπτωσης και μέσης ετήσιας βροχόπτωσης δύο ετών.



Σχήμα 9-13. Διάγραμμα διασποράς ετήσιας βροχόπτωσης και μέσης ετήσιας βροχόπτωσης τριών ετών.

Οι υπολογισμοί, που αναφέρονται στις χρονοσειρές των υψών βροχής, επαναλαμβάνονται για τον δείκτη SPI της μέσης βροχόπτωσης της Πελοποννήσου, που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της επικινδυνότητας των μετεωρολογικών ξηρασιών στην ευρύτερη περιοχή μελέτης (Πίνακας 9-20 έως και Πίνακας 9-22). Ως προς τους συντελεστές συσχέτισης, οι διαφορές είναι επουσιώδεις, καθώς ο δείκτης SPI δεν είναι παρά ένας μετασχηματισμός της βροχόπτωσης.

Πίνακας 9-20. Συντελεστές συσχέτισης δείκτη SPI μέσης βροχόπτωσης σταθμών ΕΜΥ, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις.

Χρονική υστέρηση	Οκτ.-Δεκ.	Οκτ.-Μάρ.	Οκτ.-Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας
1	0.679	0.981	0.981	0.770	0.874	0.915	0.939
2	0.676	0.974	0.748	0.624	0.772	0.844	
3	0.674	0.773	0.611	0.560	0.719		
4	0.522	0.610	0.548	0.545			
5	0.421	0.559	0.531				

Πίνακας 9-21. Τομή μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης δείκτη SPI μέσης βροχόπτωσης σταθμών ΕΜΥ, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις.

Χρονική υστέρηση	Οκτ.-Δεκ.	Οκτ.-Μάρ.	Οκτ.-Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας
1	-0.029	0.005	0.002	0.004	0.004	0.014	-0.009
2	-0.023	0.007	0.006	0.005	0.018	0.004	
3	-0.021	0.008	0.008	0.019	0.009		
4	-0.024	0.012	0.018	0.007			
5	-0.009	0.022	0.005				

Πίνακας 9-22. Κλίση μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης δείκτη SPI μέσης βροχόπτωσης σταθμών ΕΜΥ, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις.

Χρονική υστέρηση	Οκτ.-Δεκ.	Οκτ.-Μάρ.	Οκτ.-Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας
1	0.664	0.987	0.981	0.748	0.895	0.914	0.928
2	0.665	0.980	0.727	0.622	0.792	0.833	
3	0.663	0.755	0.609	0.560	0.730		
4	0.499	0.610	0.547	0.542			
5	0.413	0.560	0.527				

9.3 Πρόγνωση υδρολογικών ξηρασιών λεκάνης Λάδωνα

9.3.1 Διερεύνηση συντελεστών συσχέτισης απορροών

Η λεκάνη του Λάδωνα είναι η μοναδική στην οποία υπάρχουν αξιόπιστα υδρολογικά δεδομένα, που να καθιστούν δυνατή την πραγματοποίηση στατιστικών προγνώσεων. Για τον σκοπό αυτό, υπολογίστηκαν οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ της αθροιστικής απορροής σε διάφορες χρονικές κλίμακες και οι παράμετροι του μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης, κατ' αντιστοιχία με τη μεθοδολογία που εφαρμόστηκε για τη μέση βροχόπτωση των επτά σταθμών της ΕΜΥ. Τα αποτελέσματα συνοψίζονται στους Πίνακες (Πίνακας 9-23 έως Πίνακας 9-25).

Τα συμπεράσματα είναι παρόμοια με αυτά που προέκυψαν από την αντίστοιχη ανάλυση της προγνωστικής ικανότητας της μέσης βροχόπτωσης των σταθμών της ΕΜΥ. Συνεπώς, υπάρχει μέτρια συσχέτιση μεταξύ της απορροής τριμήνου και έτους (Σχήμα 9-15), αλλά εξαιρετικά υψηλή συσχέτιση μεταξύ της απορροής του πρώτου εξαμήνου και της αντίστοιχης ετήσιας (Σχήμα 9-14). Συνεπώς, για τη συγκεκριμένη λεκάνη αλλά και γενικά στην 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, όπως φαίνεται στα διαγράμματα διασποράς Σχήμα 9-14 έως και Σχήμα 9-17, αντίστοιχα. Αυτό επιτρέπει την εφαρμογή των προτεινόμενων γραμμικών μοντέλων παλινδρόμησης για την αξιολόγηση του κινδύνου εμφάνισης υδρολογικών ξηρασιών, στην υπερετήσια κλίμακα.

Πίνακας 9-23. Συντελεστές συσχέτισης αθροιστικού ύψους απορροής λεκάνης Λάδωνα, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις.

Χρονική υστέρηση	Οκτ.-Δεκ.	Οκτ.-Μάρ.	Οκτ.-Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας
1	0.757	0.986	0.999	0.848	0.926	0.954	0.967
2	0.706	0.982	0.842	0.766	0.867	0.906	
3	0.702	0.830	0.758	0.714	0.816		
4	0.597	0.757	0.706	0.660			
5	0.565	0.704	0.650				

Πίνακας 9-24. Τομή μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης ύψους απορροής λεκάνης Λάδωνα, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις.

Χρονική υστέρηση	Οκτ.-Δεκ.	Οκτ.-Μάρ.	Οκτ.-Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας
------------------	-----------	-----------	------------	--------	--------------	---------------	-----------------

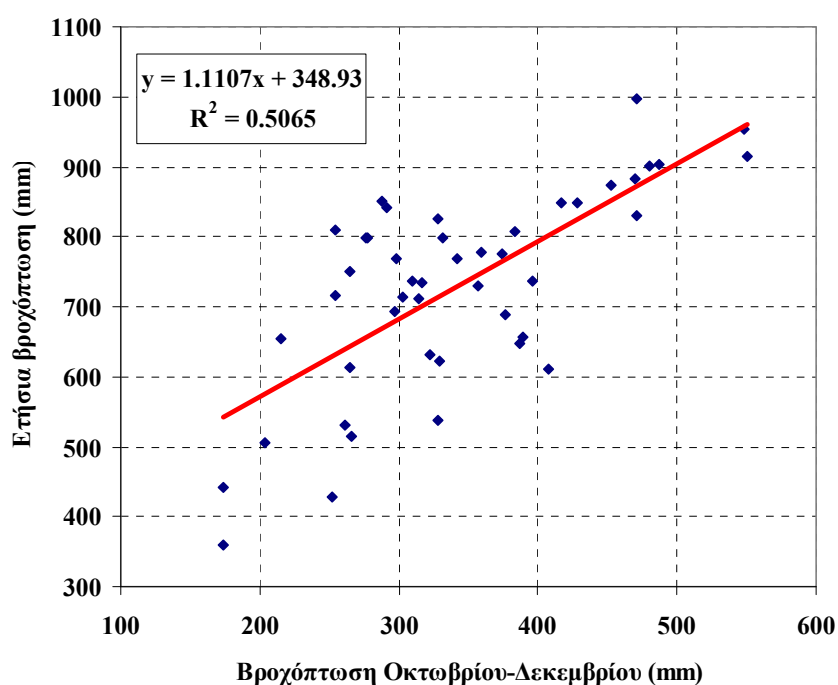
ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

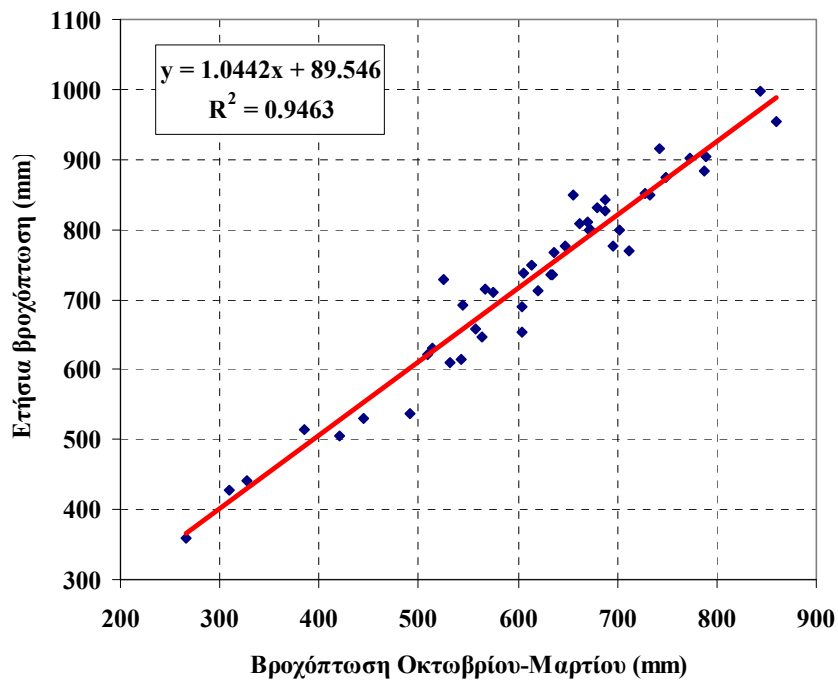
υστέρηση	Δεκ.	διετίας	τριετίας	τετραετίας
1	152.3	48.1	23.0	192.3
2	262.0	77.9	212.1	276.5
3	312.8	248.2	294.0	324.6
4	416.3	319.2	340.6	356.1
5	451.2	362.5	372.1	

Πίνακας 9-25. Κλίση μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης ύψους απορροής λεκάνης Λάδωνα, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις.

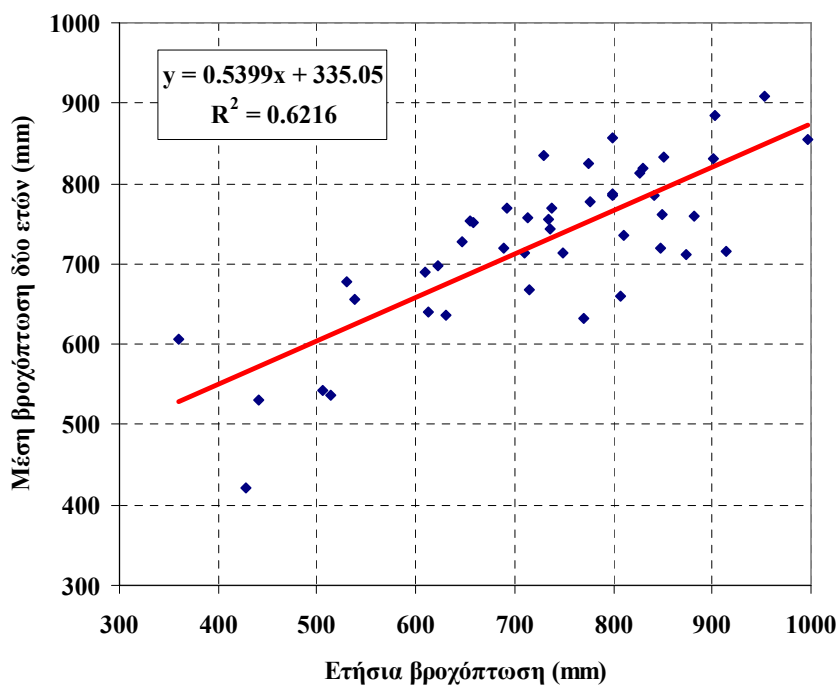
Χρονική υστέρηση	Οκτ.-Δεκ.	Οκτ.-Μάρ.	Οκτ.-Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας
1	2.021	1.280	1.098	0.719	0.850	0.902	0.923
2	2.449	1.400	0.784	0.596	0.752	0.817	
3	2.675	1.006	0.649	0.526	0.681		
4	1.930	0.845	0.571	0.476			
5	1.677	0.743	0.515				



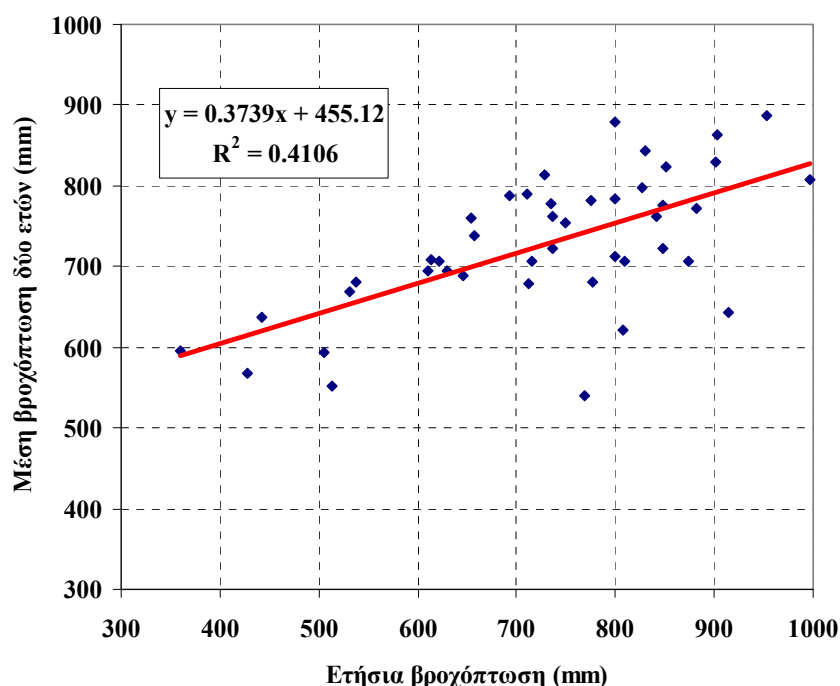
Σχήμα 9-14. Διάγραμμα διασποράς ύψους απορροής Οκτωβρίου-Δεκεμβρίου και ύψους απορροής υδρολογικού έτους.



Σχήμα 9-15. Διάγραμμα διασποράς ύψους απορροής Μαρτίου-Δεκεμβρίου και ύψους απορροής υδρολογικού έτους.



Σχήμα 9-16. Διάγραμμα διασποράς ετήσιου ύψους απορροής και μέσου ετήσιου ύψους απορροής δύο ετών.



Σχήμα 9-17. Διάγραμμα διασποράς ετήσιου ύψους απορροής και μέσου ετήσιου ύψους απορροής τριών ετών.

Η παραπάνω διαδικασία εφαρμόστηκε για τους δείκτες SRI, που χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση και αξιολόγηση των υδρολογικών ξηρασιών. Τα αποτελέσματα συνοψίζονται στους παρακάτω Πίνακες (Πίνακας 9-26 έως και Πίνακας 9-28).

Πίνακας 9-26. Συντελεστές συσχέτισης δείκτη SRI απορροής λεκάνης Λάδωνα, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις.

Χρονική υστέρηση	Οκτ.-Δεκ.	Οκτ.-Μάρ.	Οκτ.-Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας
1	0.722	0.987	0.999	0.852	0.917	0.954	0.966
2	0.661	0.984	0.846	0.765	0.860	0.907	
3	0.658	0.842	0.758	0.724	0.812		
4	0.565	0.767	0.717	0.666			
5	0.567	0.727	0.657				

Πίνακας 9-27. Τομή μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης δείκτη SRI απορροής λεκάνης Λάδωνα, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις.

Χρονική υστέρηση	Οκτ.-Δεκ.	Οκτ.-Μάρ.	Οκτ.-Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας
1	152.3	48.1	23.0	192.3	101.8	66.8	52.0
2	262.0	77.9	212.1	276.5	169.3	124.2	

3	312.8	248.2	294.0	324.6	216.4
4	416.3	319.2	340.6	356.1	
5	451.2	362.5	372.1		

Πίνακας 9-28. Κλίση μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης δείκτη SRI απορροής λεκάνης Λάδωνα, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις.

Χρονική υστέρηση	Οκτ.-Δεκ.	Οκτ.-Μάρ.	Οκτ.-Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας
1	152.3	48.1	23.0	192.3	101.8	66.8	52.0
2	262.0	77.9	212.1	276.5	169.3	124.2	
3	312.8	248.2	294.0	324.6	216.4		
4	416.3	319.2	340.6	356.1			
5	451.2	362.5	372.1				

9.3.2 Διερεύνηση συντελεστών ετεροσυσχέτισης βροχόπτωσης Τρίπολης και απορροής Λάδωνα

Στη λεκάνη του Λάδωνα, υπολογίστηκαν, σε διάφορες χρονικές κλίμακες, όλες οι δυνατές συσχετίσεις μεταξύ της επιφανειακής βροχόπτωσης και της απορροής. Ως αντιπροσωπευτική χρονοσειρά βροχόπτωσης θεωρήθηκαν, όπως και σε άλλες αναλύσεις, το δείγμα υψών βροχής στο μετεωρολογικό σταθμό της ΕΜΥ στην Τρίπολη, που είναι λίγο μικρότερο από το δείγμα των ισοδύναμων υψών απορροής. Προφανώς, στους υπολογισμούς ελήφθησαν υπόψη μόνο τα δεδομένα της κοινής περιόδου των δύο δειγμάτων, που καλύπτουν μια περίοδο 47 υδρολογικών ετών (1964-65 έως 2010-11).

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων γραμμικής παλινδρόμησης συνοψίζονται στους παρακάτω Πίνακες (Πίνακας 9-29, Πίνακας 9-30 και Πίνακας 9-32). Οι χρονικές υστερήσεις που εξετάζονται είναι από 0 έως 4. Η μηδενική υστέρηση αφορά στις μεταβλητές που αναφέρονται στην ίδια χρονική κλίμακα, π.χ. ετήσια βροχόπτωση και ετήσια απορροή. Οι εν λόγω συντελεστές ετεροσυσχέτισης (Πίνακας 9-1, γραμμή 1) είναι αρκετά υψηλοί, φτάνοντας κοντά στα επίπεδα του 90%, για τα μέσα μεγέθη πενταετίας.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η σχέση της βροχόπτωσης του τριμήνου και του εξαμήνου με το ετήσιο ύψος απορροής. Όπως φαίνεται στα διαγράμματα των παρακάτω Σχημάτων (Σχήμα 9-18 και Σχήμα 9-19), το ύψος βροχής τριμήνου παρουσιάζει μέτρια συσχέτιση με το ετήσιο ύψος απορροής, ενώ ο βαθμός συσχέτισης αυξάνει σημαντικά αν θεωρηθεί το ύψος βροχής του εξαμήνου. Αυτό σημαίνει ότι, επιχειρησιακά, η εξάμηνη βροχόπτωση μπορεί να θεωρηθεί ως αρκετά ασφαλής εκτιμήτρια της ετήσιας απορροής, ώστε να χρησιμοποιηθεί για την πρόγνωση των υδρολογικών ξηρασιών της λεκάνης.

Οι αναλύσεις επαναλαμβάνονται για τους δείκτες που εκτιμώνται με βάση τη βροχόπτωση στην Τρίπολη (δείκτης μετεωρολογικής ξηρασίας, SPI) και το ύψος απορροής στη λεκάνη (δείκτης υδρολογικής ξηρασίας, SRI). Τα αποτελέσματα συνοψίζονται στους παρακάτω Πίνακες (Πίνακας 9-32, Πίνακας 9-33 και Πίνακας 9-34) ενώ χαρακτηριστικές συσχετίσεις τους απεικονίζονται στο Σχήμα 9-20 και Σχήμα 9-21.

Πίνακας 9-29. Συντελεστές συσχέτισης αθροιστικού ύψους βροχόπτωσης Τρίπολης και αθροιστικού ύψους απορροής λεκάνης Λάδωνα, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις.

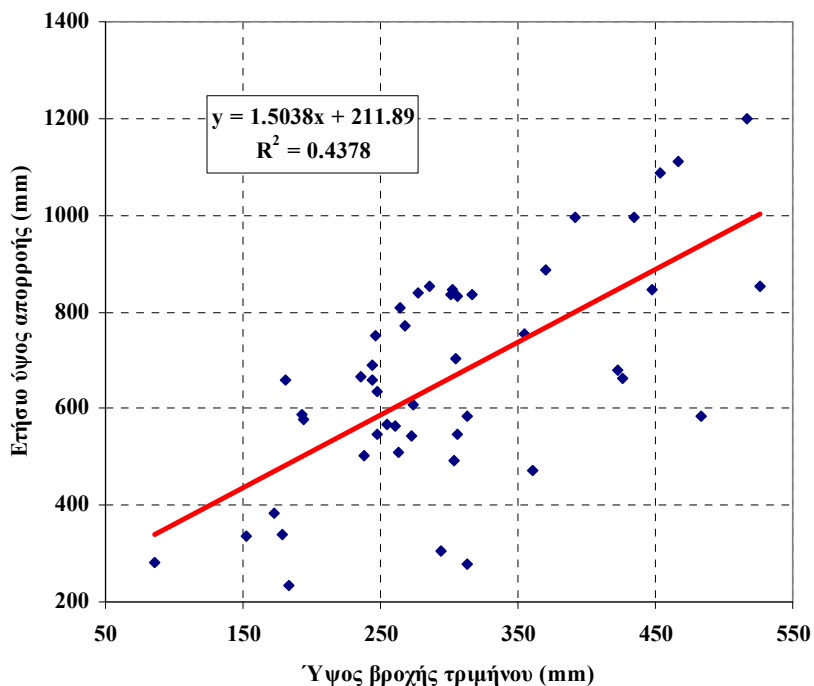
Χρονική υστέρηση	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
0	0.779	0.824	0.812	0.781	0.826	0.853	0.878	0.898
1	0.717	0.848	0.812	0.692	0.760	0.825	0.871	
2	0.671	0.845	0.712	0.572	0.697	0.789		
3	0.662	0.737	0.606	0.534	0.672			
4	0.598	0.615	0.566	0.515				

Πίνακας 9-30. Τομή μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικού ύψους βροχόπτωσης Τρίπολης και αθροιστικού ύψους απορροής λεκάνης Λάδωνα, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις.

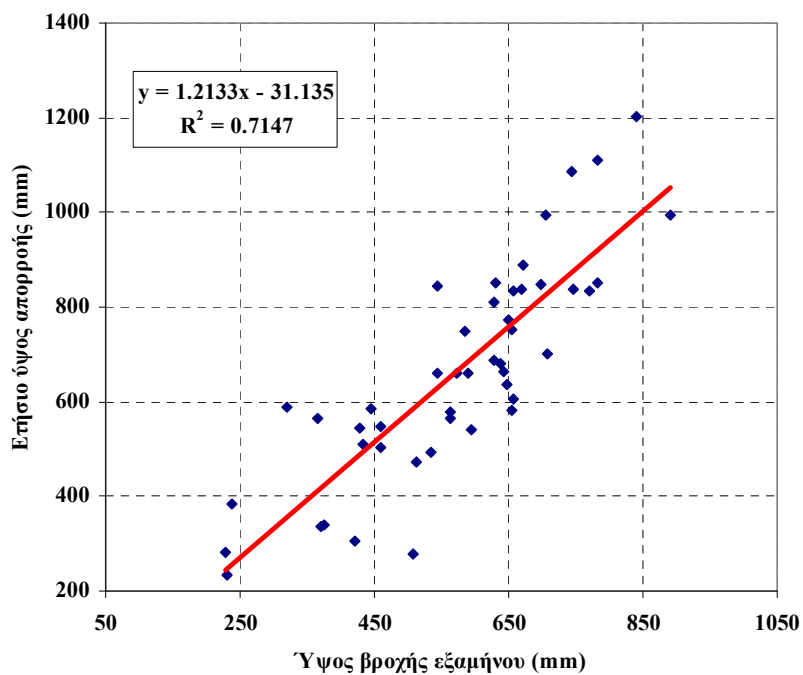
Χρονική υστέρηση	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
0	-8.3	-60.8	-78.8	-87.7	-254.1	-374.5	-461.3	-507.1
1	71.6	-52.4	-62.8	93.4	-108.0	-284.4	-389.4	
2	165.7	-31.1	118.2	232.3	-4.5	-192.4		
3	211.9	144.3	239.3	283.4	54.6			
4	311.6	266.6	290.2	314.1				

Πίνακας 9-31. Κλίση μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αθροιστικού ύψους βροχόπτωσης Τρίπολης και αθροιστικού ύψους απορροής λεκάνης Λάδωνα, για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις.

Χρονική υστέρηση	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
0	0.472	0.837	0.961	0.988	1.209	1.368	1.485	1.550
1	1.154	1.111	1.054	0.750	1.015	1.251	1.391	
2	1.392	1.213	0.792	0.566	0.880	1.130		
3	1.504	0.906	0.614	0.499	0.802			
4	1.168	0.691	0.540	0.457				



Σχήμα 9-18. Διάγραμμα διασποράς τριμηνιαίου ύψους βροχής Τρίπολης και ετήσιου ύψους απορροής Λάδωνα.



Σχήμα 9-19. Διάγραμμα διασποράς εξαμηνιαίου ύψους βροχής Τρίπολης και ετήσιου ύψους απορροής Λάδωνα.

Πίνακας 9-32. Συντελεστές συσχέτισης δεικτών μετεωρολογικής και υδρολογικής ξηρασίας στη λεκάνη του Λάδωνα (SPI, SRI), για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις.

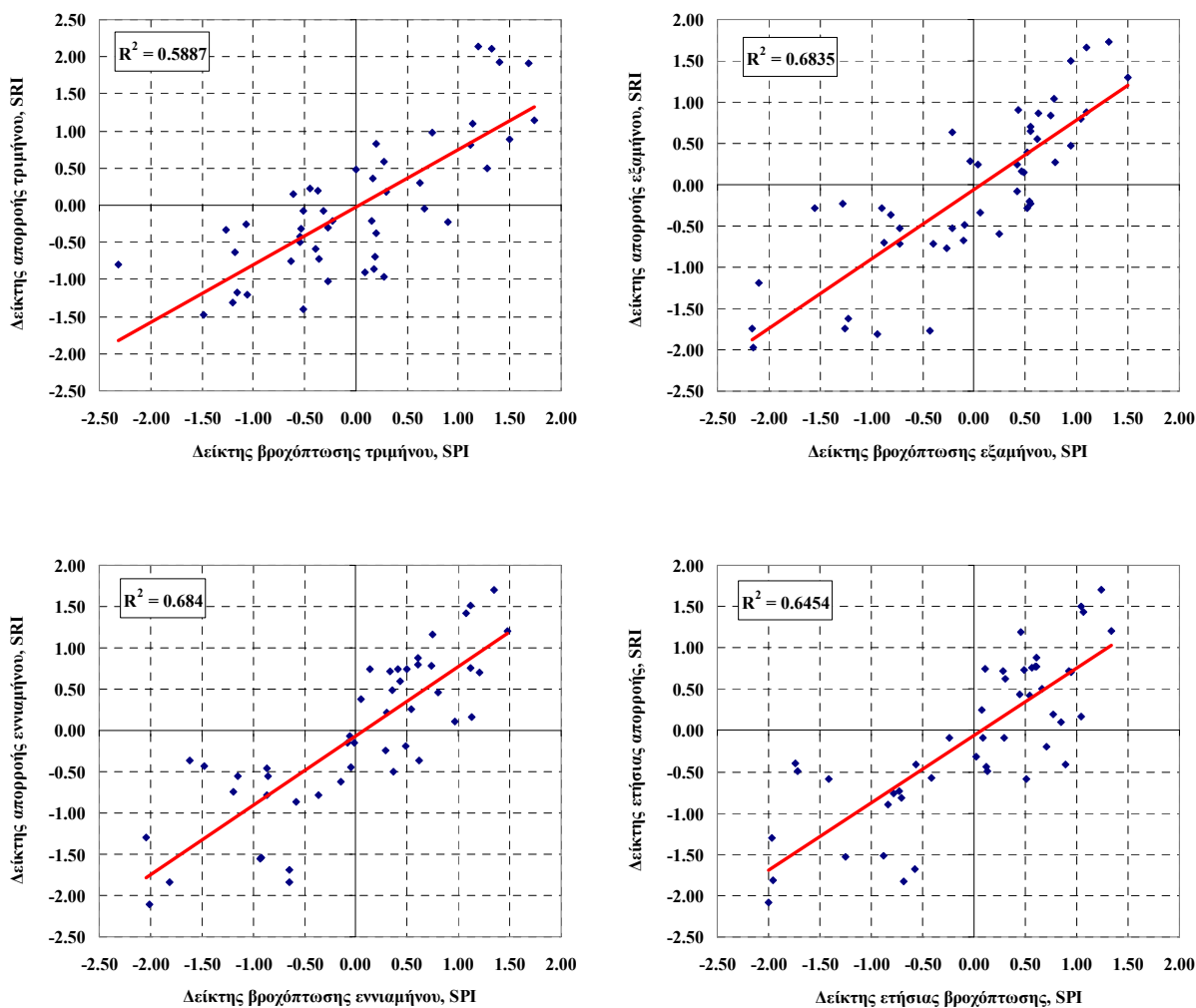
Χρονική υστέρηση	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
0	0.767	0.827	0.827	0.803	0.816	0.852	0.887	0.912
1	0.693	0.851	0.827	0.707	0.746	0.822	0.876	
2	0.642	0.848	0.716	0.566	0.685	0.785		
3	0.635	0.730	0.590	0.541	0.668			
4	0.578	0.587	0.564	0.512				

Πίνακας 9-33. Τομή μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης δεικτών μετεωρολογικής και υδρολογικής ξηρασίας στη λεκάνη του Λάδωνα (SPI, SRI), για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις.

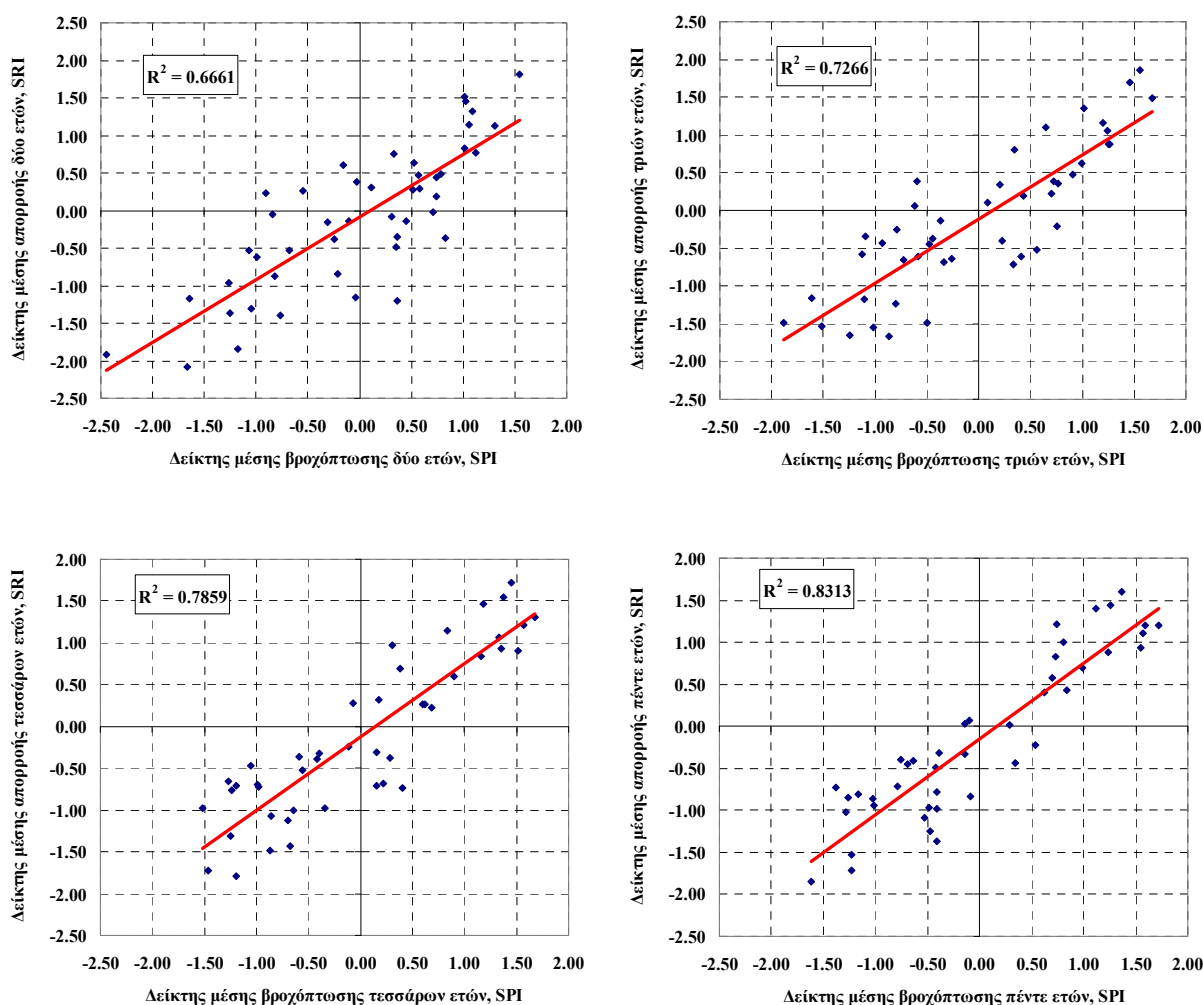
Χρονική υστέρηση	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
0	-0.02	-0.06	-0.07	-0.06	-0.09	-0.11	-0.13	-0.15
1	-0.08	-0.06	-0.06	-0.09	-0.09	-0.12	-0.14	
2	-0.08	-0.06	-0.09	-0.10	-0.10	-0.13		
3	-0.08	-0.09	-0.10	-0.11	-0.12			
4	-0.11	-0.09	-0.11	-0.13				

Πίνακας 9-34. Κλίση μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης δεικτών μετεωρολογικής και υδρολογικής ξηρασίας στη λεκάνη του Λάδωνα (SPI, SRI), για διάφορες χρονικές κλίμακες και διάφορες χρονικές υστερήσεις.

Χρονική υστέρηση	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
0	0.774	0.838	0.840	0.816	0.835	0.849	0.880	0.904
1	0.714	0.865	0.839	0.711	0.759	0.823	0.860	
2	0.664	0.861	0.721	0.567	0.701	0.777		
3	0.655	0.733	0.591	0.544	0.674			
4	0.592	0.588	0.565	0.511				



Σχήμα 9-20. Διάγραμμα διασποράς δείκτη SPI αθροιστικής βροχόπτωσης Τρίπολης και δείκτη SRI αθροιστικής απορροής Λάδωνα, για χρονικές κλίμακες τριών, έξι και εννέα μηνών και υδρολογικού έτους.



Σχήμα 9-21. Διάγραμμα διασποράς δείκτη SPI μέσης βροχόπτωσης Τρίπολης και δείκτη SRI μέσης απορροής Λάδωνα, για χρονικές κλίμακες δύο έως πέντε ετών.

9.3.3 Υπολογισμός πιθανοτήτων μετάβασης

Σε αντιστοιχία με τη μετεωρολογική ξηρασία και τους δείκτες SPI που αναφέρονται στο σύνολο της Πελοποννήσου (μέσος όρος βροχόπτωσης σταθμών ΕΜΥ), υπολογίστηκαν οι πιθανότητες μετάβασης μεταξύ των διαφορετικών καταστάσεων υδρολογικής ξηρασίας.

Τα αποτελέσματα, για διάφορες χρονικές κλίμακες, συνοψίζονται στους παρακάτω Πίνακες (Πίνακας 9-35, Πίνακας 9-36, Πίνακας 9-37 και Πίνακας 9-38). Όπως παρουσιάζει ο Πίνακας 9-38, η πιθανότητα διατήρησης του ίδιου καθεστώτος υδρολογικής ξηρασίας από το εξάμηνο στο έτος υπερβαίνει το 90%. 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 υψηλών βροχοπτώσεων από τον μήνα Απρίλιο και μετά.

Τέλος, στα Σχήματα (Σχήμα 9-22 έως και Σχήμα 9-27) απεικονίζονται οι πιθανότητες μετάβασης της υδρολογικής ξηρασίας από 3,6 και 9 μήνες σε υδρολογική ξηρασία έτους, καθώς και από 1 σε 2 έτη, από 2 σε 3 έτη, από 3 σε 4 έτη και από 4 σε 5 έτη.

Πίνακας 9-35. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 3 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή).

	-Δ	-Γ	-Β	-Α	Α	Β	Γ	Δ
-Δ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-Γ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-Β	17%	33%	0%	50%	0%	0%	0%	0%
-Α	0%	13%	4%	38%	42%	4%	0%	0%
Α	0%	0%	0%	41%	59%	0%	0%	0%
Β	0%	0%	0%	25%	50%	0%	25%	0%
Γ	0%	0%	0%	0%	0%	50%	50%	0%
Δ	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%

Πίνακας 9-36. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 6 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή).

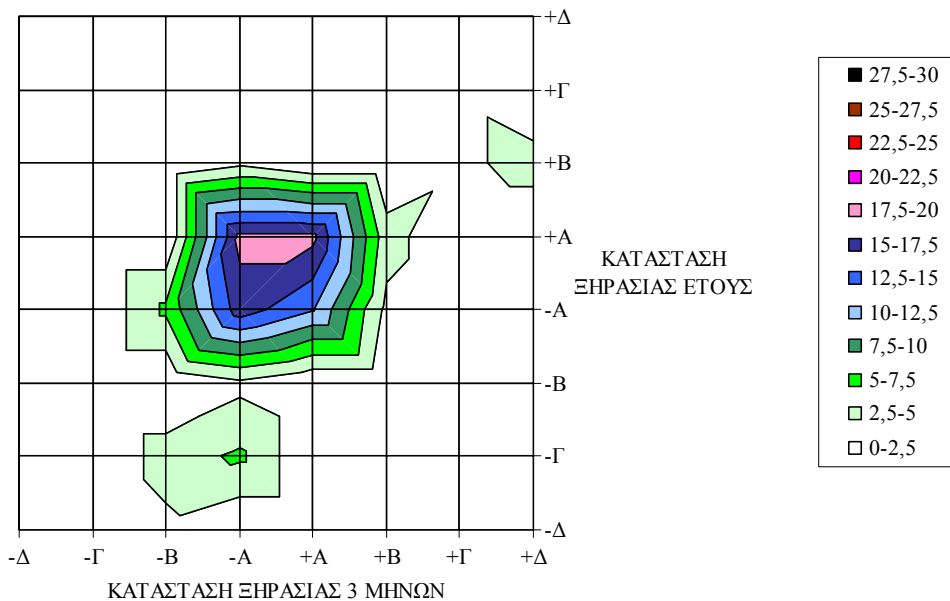
	-Δ	-Γ	-Β	-Α	Α	Β	Γ	Δ
-Δ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-Γ	17%	83%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-Β	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%
-Α	0%	0%	0%	95%	5%	0%	0%	0%
Α	0%	0%	0%	5%	96%	0%	0%	0%
Β	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%
Γ	0%	0%	0%	0%	0%	50%	50%	0%
Δ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Πίνακας 9-37. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία υδρολογικής ξηρασίας 9 μηνών (στήλη) σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους (γραμμή).

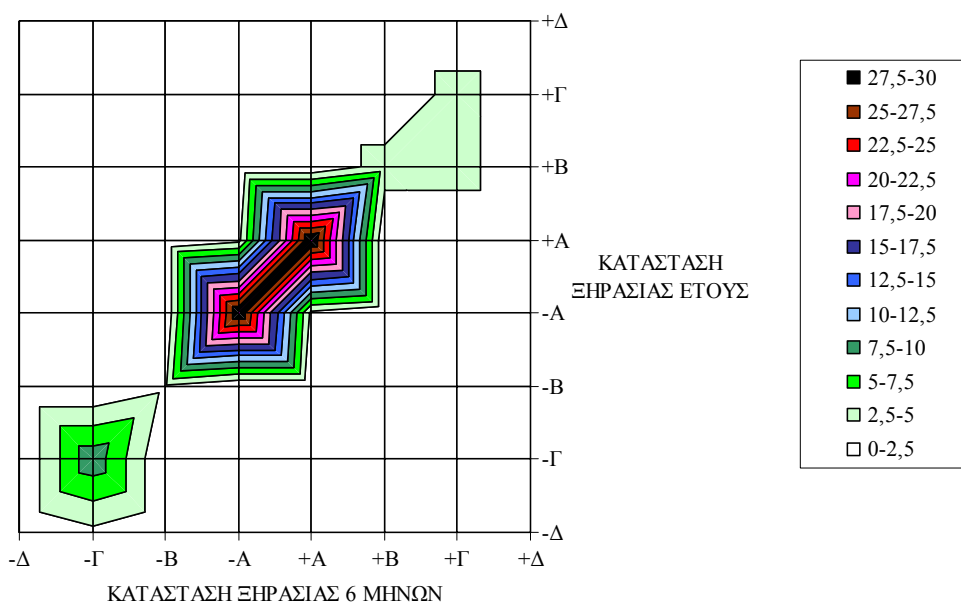
	-Δ	-Γ	-Β	-Α	+Α	+Β	+Γ	+Δ
-Δ	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-Γ	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-Β	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%
-Α	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
+Α	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
+Β	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%
+Γ	0%	0%	0%	0%	0%	33%	67%	0%
+Δ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Πίνακας 9-38. Πιθανότητες μετάβασης (%) διατήρησης της υδρολογικής ξηρασίας στην ίδια κατηγορία.

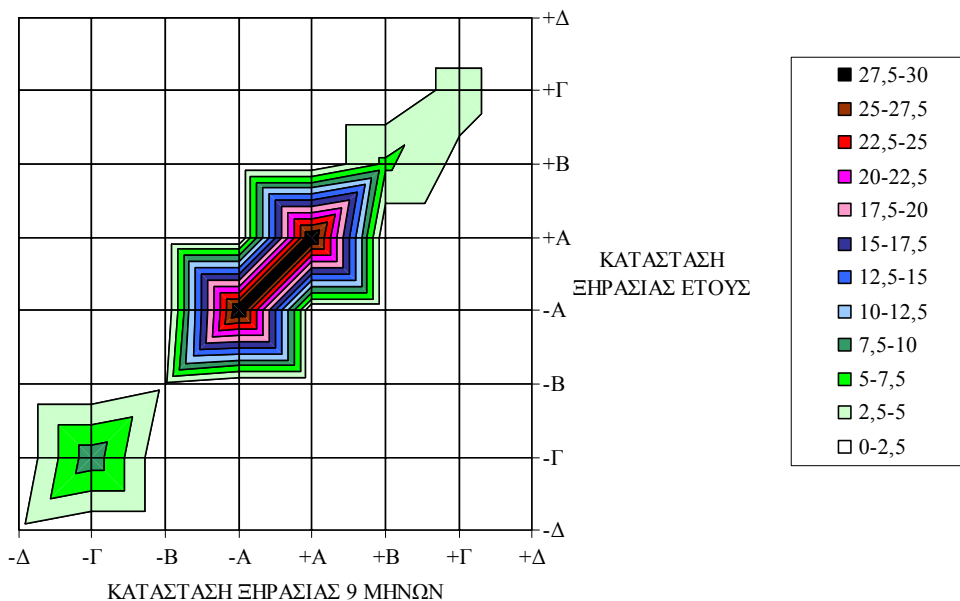
3 μήνες σε έτος	6 μήνες σε έτος	9 μήνες σε έτος	1 σε 2 έτη	2 σε 3 έτη	3 σε 4 έτη	4 σε 5 έτη
36.4	90.9	98.2	55.6	62.2	69.2	74.5



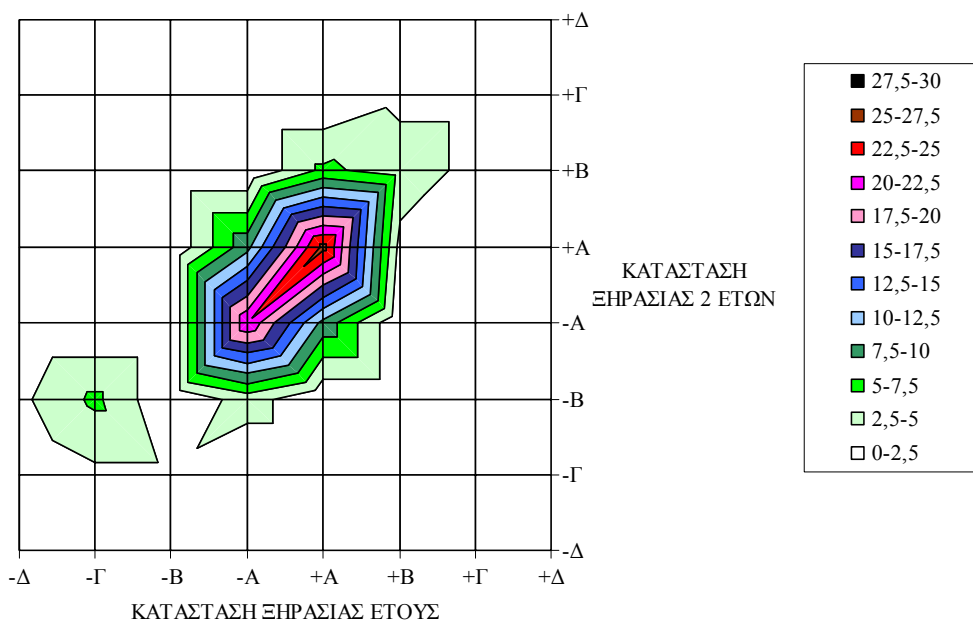
Σχήμα 9-22. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 3 μηνών σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους.



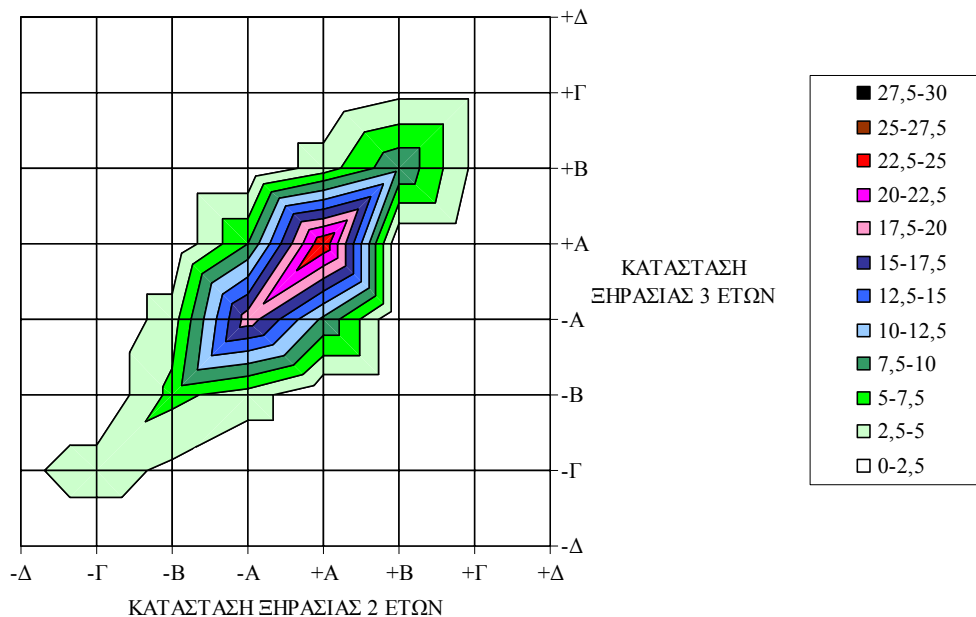
Σχήμα 9-23. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 6 μηνών σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους.



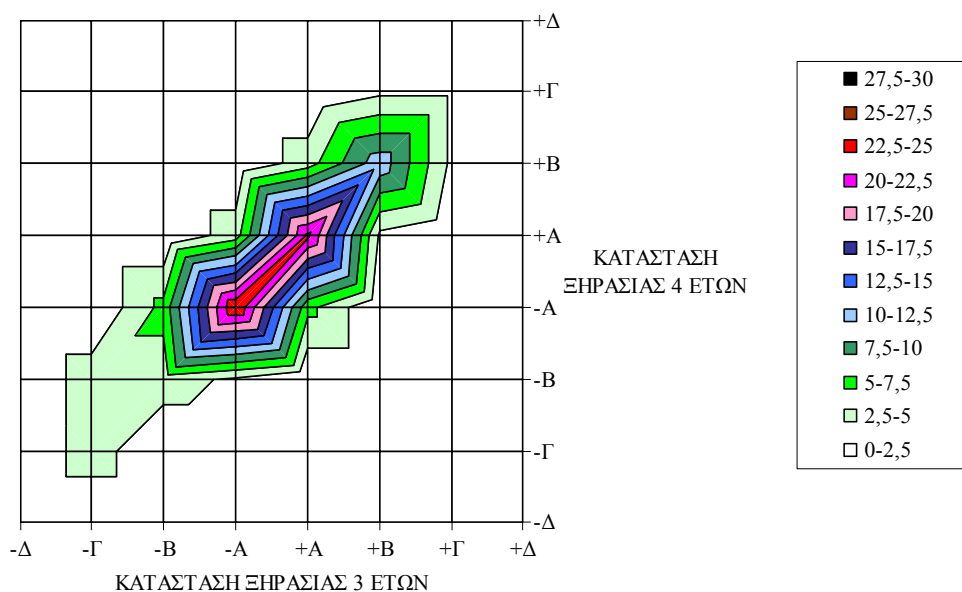
Σχήμα 9-24. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 9 μηνών σε κατηγορία ξηρασίας υδρολογικού έτους.



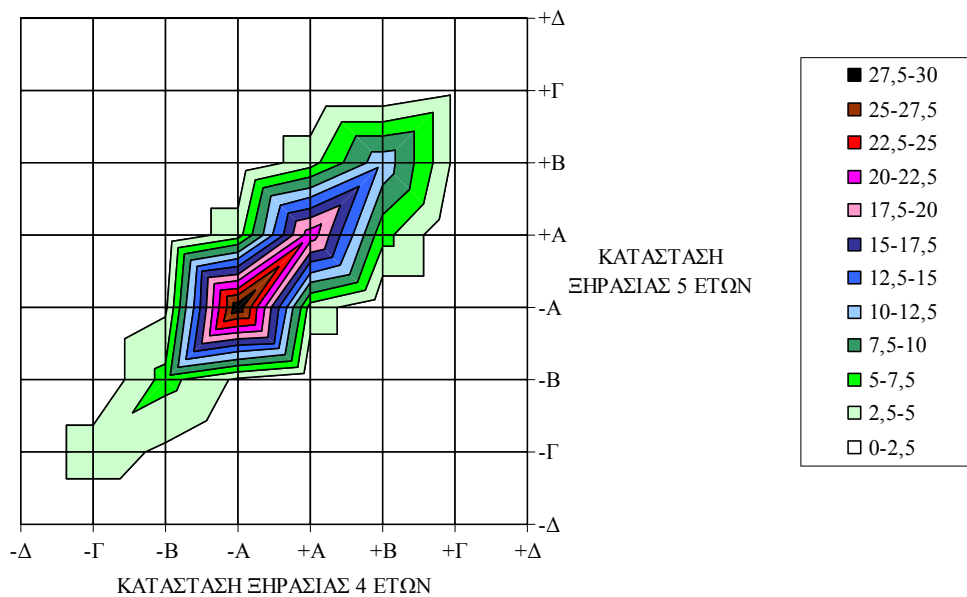
Σχήμα 9-25. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας έτους σε κατηγορία ξηρασίας 2 ετών.



Σχήμα 9-26. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 2 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 3 ετών.



Σχήμα 9-27. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 3 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 4 ετών.



Σχήμα 9-28. Πιθανότητες μετάβασης (%) από κατηγορία ξηρασίας 4 ετών σε κατηγορία ξηρασίας 5 ετών.

10 ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΞΗΡΑΣΙΩΝ

10.1 Περιγραφή του επιχειρησιακού πλαισίου

10.1.1 Γενική Μεθοδολογία

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 (αθροιστικό ύψος βροχόπτωσης και αθροιστική απορροή, 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 (αθροιστικό ύψος βροχόπτωσης και αθροιστική απορροή 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 SPI (δείκτης μετεωρολογικής ξηρασίας) και SRI (δείκτης υδρολογικής ξηρασίας). Μεταξύ των δύο δεικτών, ο SRI είναι πιο αντιπροσωπευτικός, καθώς συνδέεται με την παραγωγή των υδατικών πόρων, δηλαδή τη διαθεσιμότητα του νερού, ενώ ο SPI περιγράφει το καθεστώς βροχοπτώσεων. 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.

Ο ετήσιος δείκτης SPI εκτιμάται με βάση την αθροιστική βροχόπτωση του τριμήνου και του εξαμήνου, η οποία είναι αντιπροσωπευτική της χωρικής κλίμακας ενδιαφέροντος (Υδατικό Διαμέρισμα, Διαχειριστική Ενότητα ή λεκάνη απορροής). Εφόσον διατίθενται δεδομένα μηνιαίας απορροής, ο ετήσιος δείκτης SRI μπορεί να εκτιμηθεί με βάση την αθροιστική απορροή του τριμήνου και εξαμήνου. Ακόμη, μπορεί να εκτιμηθεί με βάση την αθροιστική βροχόπτωση του εξαμήνου, η οποία αναφέρεται στην αντίστοιχη επιφάνεια (π.χ. λεκάνη απορροής). Η αναλυτική μαθηματική διαδικασία πρόγνωσης των δεικτών ξηρασίας SPI και SRI περιγράφεται στο εδάφιο που ακολουθεί, ενώ στο υποκεφάλαιο 10.2 δίνονται δύο χαρακτηριστικά παραδείγματα εφαρμογής της μεθοδολογίας.

10.1.2 Μαθηματική διαδικασία πρόγνωσης δεικτών ξηρασίας

Έστω P και R η ετήσια τιμή του (άγνωστου) ύψους βροχής και απορροής, αντίστοιχα, που αναφέρεται στο σύνολο του τρέχοντος υδρολογικού έτους. Συμβολίζουμε με P_3 (αντίστοιχα R_3) και P_6 (αντίστοιχα R_6) την αντίστοιχη αθροιστική τιμή του τριμήνου και εξαμήνου, η οποία θεωρείται γνωστή. Η εκτίμηση (πρόγνωση) της ετήσιας βροχόπτωσης P γίνεται με βάση τη βροχόπτωση τριμήνου ή εξαμήνου, με τη χρήση γραμμικών σχέσεων της μορφής:

$$P = \alpha_3 + \beta_3 P_3 \quad (10.1)$$

$$P = \alpha_6 + \beta_6 P_6 \quad (10.2)$$

Αντίστοιχα, για την πρόγνωση της ετήσιας απορροής R διατίθενται οι ακόλουθες γραμμικές σχέσεις:

$$R = \kappa_3 + \lambda_3 R_3 \quad (10.3)$$

$$R = \kappa_6 + \lambda_6 R_6 \quad (10.4)$$

$$R = \mu_6 + \nu_6 P_6 \quad (10.5)$$

Οι παράμετροι $\alpha_3, \beta_3, \dots, \mu_6, \nu_6$ έχουν προκύψει, για κάθε χωρική κλίμακα ενδιαφέροντος, από την ανάλυση παλινδρόμησης των αντίστοιχων μεταβλητών (Κεφάλαιο 9). Ακόμη, από τις αναλύσεις έχει υπολογιστεί ο αντίστοιχος συντελεστής συσχέτισης, που αποτελεί μέτρο της προγνωστικής ικανότητας κάθε γραμμικού μοντέλου. Όπως προκύπτει από τις αναλύσεις (και είναι σε κάθε περίπτωση εύλογο), για την πρόγνωση του ετήσιου ύψους βροχής ή απορροής, η αθροιστική βροχόπτωση ή απορροή του εξαμήνου αποτελεί πολύ καλύτερη εκτιμήτρια σε σχέση με αυτή του τριμήνου. Επιπλέον, η πρόγνωση της ετήσιας απορροής είναι πιο αξιόπιστη όταν χρησιμοποιείται ως ανεξάρτητη μεταβλητή η αθροιστική απορροή εξαμήνου, σε σχέση με την αθροιστική βροχόπτωση εξαμήνου.

Στη συνέχεια περιγράφεται η υπολογιστική διαδικασία εκτίμησης του δείκτη SPI της ετήσιας βροχόπτωσης, με αφετηρία την εφαρμογή της σχέσης (9.1). Έχοντας γνωστή την πρόγνωση της ετήσιας ύψους βροχής P , εξετάζεται αν η τιμή του υπερβαίνει ή όχι τη διάμεσο τιμή του αντίστοιχου ιστορικού δείγματος. Εφόσον την υπερβαίνει, θεωρείται ότι το έτος είναι υγρό, και δεν προκύπτει η ανάγκη λήψης μέτρων αντιμετώπισης της ξηρασίας. Διαφορετικά, το έτος είναι ξηρό, και είναι αναγκαία η εκτίμηση του δείκτη SPI, ώστε να ποσοτικοποιηθεί η δριμύτητα του φαινομένου. Σύμφωνα με τη μεθοδολογία που αναπτύχθηκε για την εκτίμηση της πιθανότητας υπέρβασης της τιμής της υδρολογικής μεταβλητής (στην προκειμένη περίπτωση της ετήσιας βροχόπτωσης), εφαρμόζεται η κατανομή πιθανοτήτων Weibull:

$$F_X(x) = 1 - \exp[-(x/a)^\kappa] \quad (10.6)$$

όπου x η τιμή της μεταβλητής και a, κ παράμετροι σχήματος και κλίμακας της κατανομής, που είναι γνωστές από τη στατιστική ανάλυση του δείγματος των ετήσιων βροχοπτώσεων.

Η περίοδος επαναφοράς που αντιστοιχεί στη συγκεκριμένη πιθανότητα (επισημαίνεται με αρνητικό πρόσημο), δηλαδή ο ετήσιος δείκτης RPPI, είναι:

$$RPPI = -100 / F_X \quad (10.7)$$

Τέλος, ο δείκτης SPI υπολογίζεται από την αντίστροφη συνάρτηση της κανονικής κατανομής, που στο περιβάλλον του Excel δίνεται από την εντολή:

$$SPI = \text{NORMSINV}(F_x) \quad (10.8)$$

Εξ ορισμού, η τιμή του SPI είναι αρνητική, καθώς $F_x < 0.50$ (η πιθανότητα 0.50 αντιστοιχεί στη διάμεσο). Η δριμύτητα της ξηρασίας αξιολογείται με βάση την τιμή του SPI και την κατάταξη των McKee *et al.* (1993, Πίνακας 6-1).

Κατά συνέπεια, για την εκτίμηση του SPI απαιτείται η γνώση των παραμέτρων του μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης που συνδέει τη μεταβλητή ενδιαφέροντος, η οποία αναφέρεται στην κλίμακα του υδρολογικού έτους, με την ανεξάρτητη μεταβλητή, η οποία αναφέρεται στην τριμηνιαία ή την εξαμηνιαία κλίμακα, καθώς και των δύο παραμέτρων της κατανομής Weibull. Θεωρητικά, όλα τα στατιστικά μεγέθη, μεταξύ των οποίων οι τιμές των παραπάνω παραμέτρων, μεταβάλλονται κάθε χρόνο, καθώς προστίθενται νέα δεδομένα στο ιστορικό δείγμα. Στην πράξη, ωστόσο, δεν έχει νόημα η συστηματική επικαιροποίησή τους, παρά μόνο μετά την παρέλευση ενός εύλογου χρονικού διαστήματος, π.χ. ανά πενταετία ή δεκαετία.

Υπενθυμίζεται ότι για τις τιμές της ετήσιας βροχόπτωσης που υπερβαίνουν τη διάμεσο τιμή του ιστορικού δείγματος, αντί της κατανομής Weibull εφαρμόζεται η λογαριθμοκανονική κατανομή. Στην περίπτωση αυτή, μπορεί να υπολογιστεί ένας αντίστοιχος του SPI δείκτης, αλλά με θετικό πρόσημο, για τον χαρακτηρισμό των ετών υψηλής υδροφορίας. Η διαδικασία αυτή δεν έχει νόημα για το συγκεκριμένο μεθοδολογικό πλαίσιο διαχείρισης των ξηρασιών.

10.2 Χαρακτηριστικά παραδείγματα

10.2.1 Μεθοδολογία επαλήθευσης

Παρουσιάζονται δύο χαρακτηριστικά παραδείγματα, τα οποία αφορούν στην εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας για την πρόγνωση του δείκτη μετεωρολογικής ξηρασίας SPI στο σύνολο της Πελοποννήσου, καθώς και του δείκτη υδρολογικής ξηρασίας SRI στη λεκάνη του Λάδωνα. Για την πρώτη περίπτωση, ως χρονοσειρά αναφοράς για τον υπολογισμό της επιφανειακής βροχόπτωσης θεωρείται η μέση τιμή των επτά βροχομετρικών σταθμών της ΕΜΥ, ενώ για τον υπολογισμό της απορροής στη λεκάνη του Λάδωνα χρησιμοποιούνται το δείγμα εισροών στον ταμιευτήρα και η χρονοσειρά βροχόπτωσης του σταθμού Τρίπολης.

Στόχος της ανάλυσης είναι η επαλήθευση της μεθοδολογίας, ελέγχοντας την προγνωστική ικανότητα των μεταβλητών που χρησιμοποιούνται στις προγνώσεις των δύο δεικτών. Όπως θα φανεί στα δύο παραδείγματα, η αθροιστική βροχόπτωση τριμήνου και η αθροιστική απορροή τριμήνου αποτυπώνουν ικανοποιητικά την γενική εικόνα του υδρολογικού έτους, βοηθώντας στον έγκαιρο εντοπισμό των ξηρασιών. Από την άλλη πλευρά, τα εξαμηνια μεγέθη παρέχουν πολύ αξιόπιστες προγνώσεις των τιμών των δεικτών, γεγονός που επιτρέπει την αποσαφήνιση των διαχειριστικών μέτρων που πρέπει να ληφθούν στον χρονικό ορίζοντα του δεύτερου εξαμήνου, στη διάρκεια του οποίου συγκεντρώνεται το μεγαλύτερο μέρος των υδατικών αναγκών (άρδευση, τουριστικές υδρευτικές χρήσεις).

10.2.2 Εφαρμογή μοντέλου πρόγνωσης δείκτη SPI στην Πελοπόννησο

Η εκτίμηση του ετήσιου δείκτη μετεωρολογικής ξηρασίας στο σύνολο της Πελοποννήσου βασίζεται στις ακόλουθες σχέσεις γραμμικής παλινδρόμησης, που συσχετίζουν το μέσο ετήσιο ύψος βροχής των σταθμών της ΕΜΥ με το αθροιστικό ύψος βροχής του τριμήνου Οκτωβρίου-Δεκεμβρίου και του εξαμήνου Οκτωβρίου-Μαρτίου:

$$P = 348.9 + 1.111 P_3 \quad (10.9)$$

$$P = 89.6 + 1.044 P_6 \quad (10.10)$$

Οι τιμές των παραμέτρων των εξισώσεων (τομή, κλίση) παρουσιάζει ο Πίνακας 9-18 και ο Πίνακας 9-19 αντίστοιχα. Ο συντελεστής προσδιορισμού του προγνωστικού μοντέλου που βασίζεται στην τρίμηνη βροχόπτωση είναι σχετικά χαμηλός ($r^2 = 0.507$), αλλά αυξάνει σε $r^2 = 0.946$ εφόσον χρησιμοποιείται ως ανεξάρτητη μεταβλητή η αθροιστική βροχόπτωση εξαμήνου (Πίνακας 9-17). Αυτό σημαίνει ότι μετά το πέρας του πρώτου μισού του υδρολογικού έτους, η εκτίμηση του ετήσιου ύψους βροχής είναι εξαιρετικά ακριβής. Αυτό επιτρέπει μια ιδιαίτερα αξιόπιστη πρόγνωση του ετήσιου δείκτη SPI, που με τη σειρά του συνεπάγεται τη δυνατότητα λήψης κατάλληλων μέτρων διαχείρισης της ξηρασίας αρκετά έγκαιρα, πριν δηλαδή την έναρξη της αρδευτικής περιόδου.

Για τους υπολογισμούς, απαιτείται η διάμεσος τιμή του δείγματος της ετήσιας βροχόπτωσης, η οποία ανέρχεται σε 681.1 mm, και η αναλυτική έκφραση της συνάρτησης κατανομής Weibull, η οποία δίνεται από τη σχέση:

$$F_X(x) = 1 - \exp[-(x / 786.9)^{5.84}] \quad (10.11)$$

Θεωρώντας τις παρατηρημένες τιμές των υδρολογικών ετών 1965-66 έως 2010-11, με την υπόθεση ότι είναι γνωστή η βροχόπτωση τριμήνου και εξαμήνου, εκτιμώνται η ετήσια βροχόπτωση και οι δείκτες RPPI και SPI. Η υπολογιστική διαδικασία συνοψίζεται στους παρακάτω Πίνακες (Πίνακας 10-1 και Πίνακας 10-2), για την τρίμηνη και εξαμηνιαία βροχόπτωση, αντίστοιχα.

Πίνακας 10-1. Εκτίμηση ετήσιων δεικτών RPPI και SPI στην Πελοπόννησο, με βάση το αθροιστικό ύψος βροχόπτωσης του τριμήνου Οκτωβρίου-Δεκεμβρίου (μέση βροχόπτωση σταθμών ΕΜΥ)

Υδρολ. έτος	Βροχή τριμήνου (mm)	Πρόγνωση ετήσιου ύψους βροχής (mm)	Ετήσια βροχή (mm)	Πρόγνωση ετήσιου RPPI (έτη)	Ετήσιος RPPI (έτη)	Πρόγνωση ετήσιου SPI	Ετήσιος SPI
1965-66	316.9	700.9	735.0	-2.1	2.2	-0.08	0.14
1966-67	470.7	871.7	830.6	5.5	4.1	0.91	0.69
1967-68	331.2	716.8	799.4	2.0	3.3	0.02	0.52
1968-69	548.7	958.3	953.7	11.1	10.7	1.34	1.32
1969-70	486.9	889.7	902.9	6.3	7.0	1.00	1.07
1970-71	288.2	669.0	850.6	-3.1	4.7	-0.47	0.80
1971-72	328.0	713.2	826.3	-2.0	4.0	0.00	0.67
1972-73	277.2	656.8	799.0	-3.4	3.3	-0.54	0.52
1973-74	254.5	631.6	714.9	-4.1	-2.3	-0.70	-0.17
1974-75	261.7	639.6	530.4	-3.9	-10.5	-0.65	-1.31
1975-76	416.6	811.7	848.2	3.6	4.6	0.59	0.79

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Υδρολ. έτος	Βροχή τριμήνου (mm)	Πρόγνωση ετήσιου ύψους βροχής (mm)	Ετήσια βροχή (mm)	Πρόγνωση ετήσιου RPPI (έτη)	Ετήσιος RPPI (έτη)	Πρόγνωση ετήσιου SPI	Ετήσιος SPI
1976-77	407.5	801.6	609.9	3.4	-5.0	0.53	-0.84
1977-78	264.9	643.1	749.4	-3.8	2.4	-0.63	0.22
1978-79	297.4	679.2	692.1	-2.9	-2.7	-0.40	-0.32
1979-80	480.7	882.9	901.3	6.0	7.0	0.97	1.06
1980-81	374.2	764.5	775.4	2.7	2.8	0.32	0.38
1981-82	427.8	824.1	848.6	3.9	4.7	0.66	0.79
1982-83	389.1	781.1	657.6	2.9	-3.4	0.41	-0.54
1983-84	469.6	870.5	882.4	5.5	6.0	0.91	0.97
1984-85	215.4	588.1	654.2	-6.0	-3.5	-0.97	-0.56
1985-86	275.7	655.1	799.0	-3.5	3.3	-0.55	0.52
1986-87	358.8	747.4	776.7	2.4	2.9	0.21	0.39
1987-88	341.6	728.3	769.5	2.2	2.7	0.10	0.35
1988-89	251.9	628.7	428.0	-4.2	-35.7	-0.72	-1.91
1989-90	173.5	541.6	359.9	-9.4	-97.2	-1.25	-2.32
1990-91	549.9	959.7	914.9	11.3	7.8	1.35	1.13
1991-92	265.3	643.6	513.9	-3.8	-12.6	-0.63	-1.41
1992-93	203.5	575.0	505.0	-6.8	-13.9	-1.05	-1.46
1993-94	264.5	642.7	613.4	-3.8	-4.8	-0.63	-0.81
1994-95	309.4	692.5	736.8	-2.2	2.3	-0.13	0.15
1995-96	254.6	631.7	809.6	-4.1	3.5	-0.70	0.58
1996-97	322.5	707.1	630.6	-2.1	-4.2	-0.04	-0.71
1997-98	386.8	778.6	646.4	2.9	-3.7	0.40	-0.61
1998-99	452.0	851.0	873.8	4.7	5.6	0.80	0.92
1999-00	328.2	713.4	537.6	2.0	-9.8	0.00	-1.27
2000-01	314.6	698.4	710.4	-2.2	-2.4	-0.10	-0.20
2001-02	356.7	745.0	728.9	2.4	-2.1	0.20	-0.07
2002-03	471.2	872.2	996.7	5.5	15.6	0.91	1.52
2003-04	395.7	788.3	736.4	3.1	2.3	0.46	0.15
2004-05	302.7	685.1	713.0	-2.3	-2.3	-0.18	-0.18
2005-06	383.6	775.0	807.3	2.8	3.5	0.38	0.56
2006-07	173.2	541.2	441.7	-9.4	-29.7	-1.25	-1.83
2007-08	329.4	714.8	621.7	2.0	-4.5	0.01	-0.76
2008-09	290.9	672.0	841.7	-3.1	4.4	-0.45	0.75
2009-10	377.0	767.7	689.6	2.7	-2.7	0.33	-0.33
2010-11	298.3	680.2	767.6	-2.9	2.7	-0.39	0.33

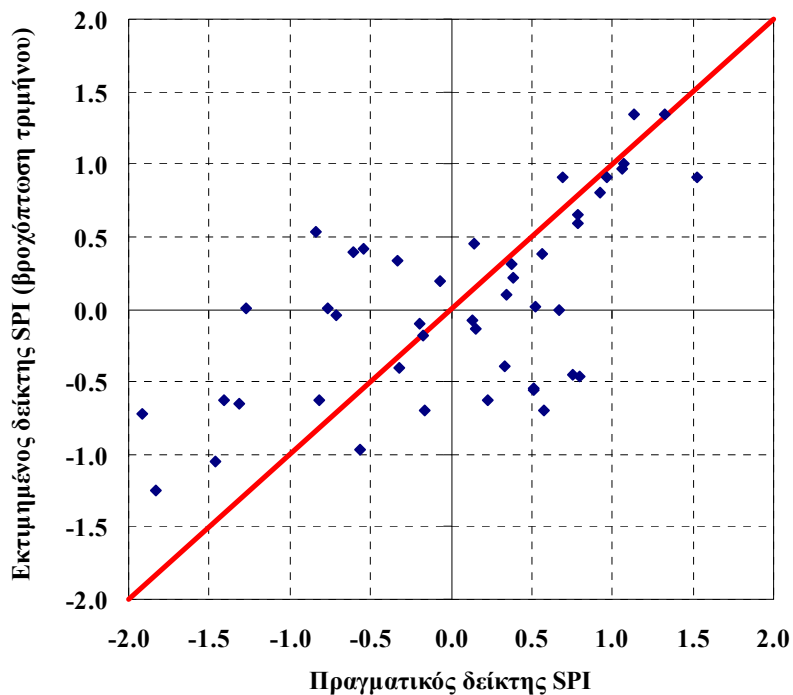
Πίνακας 10-2. Εκτίμηση ετήσιων δεικτών RPPI και SPI στην Πελοπόννησο, με βάση το αθροιστικό ύψος βροχόπτωσης του εξαμήνου Οκτωβρίου-Μαρτίου (μέση βροχόπτωση σταθμών ΕΜΥ).

Υδρολ. έτος	Βροχή εξαμήνου (mm)	Πρόγνωση ετήσιου ύψους βροχής (mm)	Ετήσια βροχή (mm)	Πρόγνωση ετήσιου RPPI (έτη)	Ετήσιος RPPI (έτη)	Πρόγνωση ετήσιου SPI	Ετήσιος SPI
1965-66	634.4	752.1	735.0	2.5	2.2	0.24	0.14
1966-67	679.5	799.1	830.6	3.3	4.1	0.52	0.69
1967-68	701.3	821.9	799.4	3.9	3.3	0.64	0.52

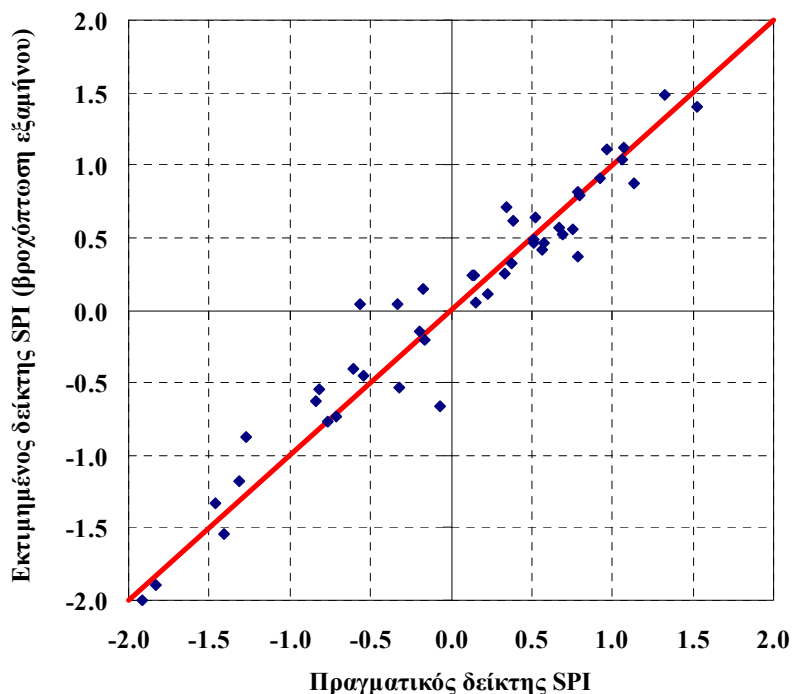
ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Υδρολ. έτος	Βροχή εξαμήνου (mm)	Πρόγνωση ετήσιου ύψους βροχής (mm)	Ετήσια βροχή (mm)	Πρόγνωση ετήσιου RPPI (έτη)	Ετήσιος RPPI (έτη)	Πρόγνωση ετήσιου SPI	Ετήσιος SPI
1968-69	860.1	987.7	953.7	14.4	10.7	1.48	1.32
1969-70	789.3	913.8	902.9	7.7	7.0	1.13	1.07
1970-71	728.1	849.8	850.6	4.7	4.7	0.80	0.80
1971-72	687.4	807.4	826.3	3.5	4.0	0.56	0.67
1972-73	671.2	790.4	799.0	3.1	3.3	0.47	0.52
1973-74	567.4	682.0	714.9	-2.4	-2.3	-0.20	-0.17
1974-75	444.6	553.9	530.4	-8.3	-10.5	-1.17	-1.31
1975-76	655.7	774.2	848.2	2.8	4.6	0.37	0.79
1976-77	530.8	643.9	609.9	-3.8	-5.0	-0.63	-0.84
1977-78	613.8	730.5	749.4	2.2	2.4	0.11	0.22
1978-79	544.1	657.8	692.1	-3.4	-2.7	-0.54	-0.32
1979-80	772.8	896.5	901.3	6.7	7.0	1.04	1.06
1980-81	646.8	764.9	775.4	2.7	2.8	0.32	0.38
1981-82	732.5	854.5	848.6	4.9	4.7	0.82	0.79
1982-83	556.7	670.9	657.6	-3.1	-3.4	-0.45	-0.54
1983-84	787.1	911.4	882.4	7.5	6.0	1.11	0.97
1984-85	603.3	719.6	654.2	2.1	-3.5	0.04	-0.56
1985-86	673.6	793.0	799.0	3.2	3.3	0.48	0.52
1986-87	696.0	816.4	776.7	3.7	2.9	0.61	0.39
1987-88	712.1	833.2	769.5	4.2	2.7	0.71	0.35
1988-89	309.2	412.5	428.0	-44.1	-35.7	-2.00	-1.91
1989-90	265.3	366.7	359.9	-87.3	-97.2	-2.27	-2.32
1990-91	742.3	864.7	914.9	5.2	7.8	0.87	1.13
1991-92	384.7	491.3	513.9	-16.2	-12.6	-1.54	-1.41
1992-93	419.9	528.1	505.0	-10.8	-13.9	-1.33	-1.46
1993-94	543.1	656.7	613.4	-3.4	-4.8	-0.54	-0.81
1994-95	605.3	721.6	736.8	2.1	2.3	0.05	0.15
1995-96	670.2	789.4	809.6	3.1	3.5	0.46	0.58
1996-97	514.2	626.6	630.6	-4.3	-4.2	-0.73	-0.71
1997-98	564.5	679.0	646.4	-2.9	-3.7	-0.40	-0.61
1998-99	748.5	871.1	873.8	5.5	5.6	0.91	0.92
1999-00	492.0	603.3	537.6	-5.3	-9.8	-0.88	-1.27
2000-01	574.7	689.7	710.4	-2.3	-2.4	-0.15	-0.20
2001-02	524.5	637.3	728.9	-4.0	-2.1	-0.67	-0.07
2002-03	843.8	970.7	996.7	12.4	15.6	1.40	1.52
2003-04	633.7	751.3	736.4	2.5	2.3	0.24	0.15
2004-05	619.4	736.4	713.0	2.3	-2.3	0.15	-0.18
2005-06	661.9	780.7	807.3	2.9	3.5	0.41	0.56
2006-07	327.5	431.5	441.7	-34.0	-29.7	-1.89	-1.83
2007-08	508.4	620.5	621.7	-4.5	-4.5	-0.77	-0.76
2008-09	687.1	807.1	841.7	3.5	4.4	0.56	0.75
2009-10	604.0	720.3	689.6	2.1	-2.7	0.04	-0.33
2010-11	636.3	754.0	767.6	2.5	2.7	0.25	0.33



Σχήμα 10-1. Διάγραμμα διασποράς εκτιμημένου, με βάση την αθροιστική βροχόπτωση τριμήνου, και πραγματικού δείκτη SPI μέσης ετήσιας βροχόπτωσης των μετεωρολογικών σταθμών της ΕΜΥ.



Σχήμα 10-2. Διάγραμμα διασποράς εκτιμημένου, με βάση την αθροιστική βροχόπτωση εξαμήνου, και πραγματικού δείκτη SPI μέσης ετήσιας βροχόπτωσης των μετεωρολογικών σταθμών της ΕΜΥ.

Για λόγους πληρότητας, στους υπολογισμούς, εκτιμήθηκαν τα μεγέθη που αναφέρονται τόσο στα υγρά όσο και στα ξηρά έτη. Στα διαγράμματα των παραπάνω Σχημάτων (Σχήμα 10-1 και Σχήμα 10-2) απεικονίζεται η συσχέτιση του εκτιμημένου δείκτη ξηρασίας με τον πραγματικό. Παρατηρείται ότι η βροχόπτωση του τριμήνου αποτελεί μια αρκετά αξιόπιστη εκτίμηση του αν το έτος είναι ξηρό ή όχι ($SPI < 0$), χωρίς ωστόσο να επαρκεί για μια ικανοποιητική εκτίμηση της τιμής του δείκτη, δηλαδή της δριμύτητας του φαινομένου ξηρασίας.

Για παράδειγμα, με βάση τη βροχόπτωση των μηνών Οκτωβρίου-Δεκεμβρίου 1989 εκτιμήθηκε ότι η τιμή του δείκτη SPI του υδρολογικού έτους 1989-90 θα ήταν ίση με -1.25, έναντι -2.32, που ήταν η πραγματική. Ωστόσο, αν και υποεκτιμημένος, ο δείκτης επαληθεύει το γεγονός της ξηρασίας. Με βάση την εξάμηνη βροχόπτωση, η επικαιροποιημένη εκτίμηση του δείκτη είναι -2.27, πολύ κοντά δηλαδή στην πραγματική.

10.2.3 Εφαρμογή μοντέλου πρόγνωσης δεικτών SPI και SRI στη λεκάνη του Λάδωνα

Για την εκτίμηση της μετεωρολογικής ξηρασίας στη λεκάνη του Λάδωνα χρησιμοποιείται η χρονοσειρά σημειακής βροχόπτωσης του σταθμού Τρίπολης της ΕΜΥ. Ειδικότερα, με βάση την αθροιστική βροχόπτωση τριμήνου και εξαμήνου, εκτιμάται το συνολικό ύψος βροχής του υδρολογικού έτους, σύμφωνα με τις σχέσεις:

$$P = 423.6 + 1.124 P_3 \quad (10.12)$$

$$P = 151.2 + 1.065 P_6 \quad (10.13)$$

Οι συντελεστές προσδιορισμού των δύο μοντέλων είναι 0.391 και 0.880, αντίστοιχα. Η διάμεσος τιμή του δείγματος της ετήσιας βροχόπτωσης ανέρχεται σε 797.5 mm, ενώ η αναλυτική έκφραση της συνάρτησης κατανομής Weibull δίνεται από τη σχέση:

$$F_X(x) = 1 - \exp[-(x / 832.3)^{4.84}] \quad (10.14)$$

Θεωρώντας τις παρατηρημένες τιμές των υδρολογικών ετών 1964-65 έως 2010-11, με την υπόθεση ότι είναι γνωστή η βροχόπτωση τριμήνου και εξαμήνου, εκτιμώνται η ετήσια βροχόπτωση και οι δείκτες RPPI και SPI. Η υπολογιστική διαδικασία συνοψίζεται στους παρακάτω Πίνακες (Πίνακας 10-3 και Πίνακας 10-4) για την τρίμηνη και εξάμηνη βροχόπτωση, αντίστοιχα, ενώ η σχέση μεταξύ του εκτιμημένου και του πραγματικού δείκτη SPI απεικονίζεται στα διαγράμματα διασποράς των Σχημάτων (Σχήμα 10-3 και Σχήμα 10-4, αντίστοιχα).

Πίνακας 10-3. Εκτίμηση ετήσιων δεικτών RPPI και SPI στην λεκάνη του Λάδωνα, με βάση το αθροιστικό ύψος βροχόπτωσης του τριμήνου Οκτωβρίου-Δεκεμβρίου (σταθμός Τρίπολη).

Υδρολ. έτος	Βροχή τριμήνου (mm)	Πρόγνωση ετήσιου ύψους βροχής (mm)	Ετήσια βροχή (mm)	Πρόγνωση ετήσιου RPPI (έτη)	Ετήσιος RPPI (έτη)	Πρόγνωση ετήσιου SPI	Ετήσιος SPI
1964-65	301.3	762.2	948.1	-2.1	5.6	-0.05	0.93
1965-66	285.5	744.5	871.6	-2.3	3.7	-0.15	0.61
1966-67	425.8	902.2	798.3	4.4	2.6	0.74	0.29
1967-68	391.9	864.1	1058.3	3.6	11.0	0.58	1.33
1968-69	526.4	1015.2	866.9	8.4	3.6	1.18	0.59

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

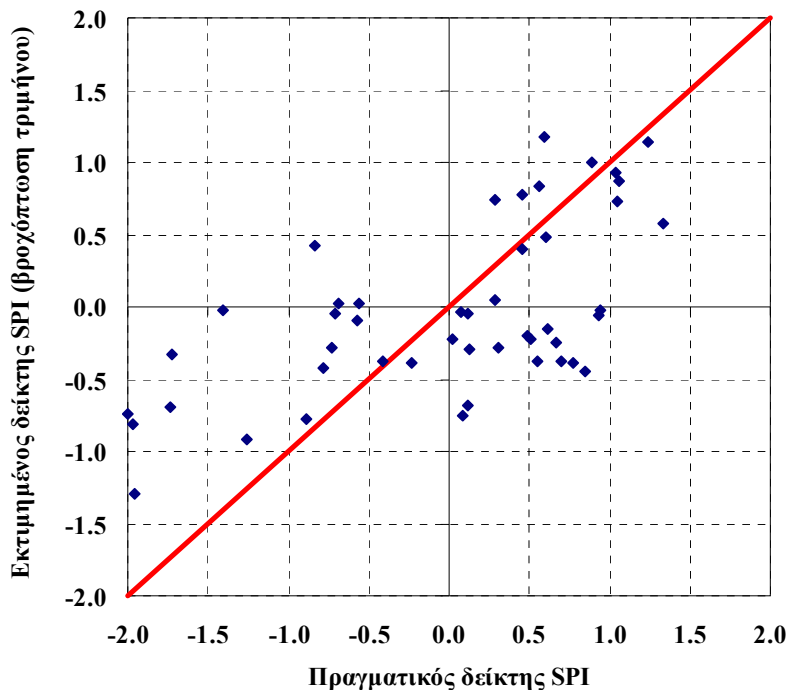
ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Υδρολ. έτος	Βροχή τριμήνου (mm)	Πρόγνωση ετήσιου ύψους βροχής (mm)	Ετήσια βροχή (mm)	Πρόγνωση ετήσιου RPPI (έτη)	Ετήσιος RPPI (έτη)	Πρόγνωση ετήσιου SPI	Ετήσιος SPI
1969-70	466.3	947.7	977.3	5.6	6.7	0.92	1.04
1970-71	246.7	700.9	856.4	-2.8	3.4	-0.38	0.55
1971-72	268.4	725.3	884.4	-2.5	4.0	-0.25	0.67
1972-73	181.3	627.4	787.7	-4.5	2.1	-0.76	0.09
1973-74	244.5	698.4	728.1	-2.9	-2.5	-0.39	-0.24
1974-75	238.4	691.5	621.6	-3.0	-4.6	-0.43	-0.79
1975-76	422.8	898.8	978.8	4.3	6.7	0.73	1.04
1976-77	305.5	767.0	497.0	-2.0	-12.7	-0.03	-1.41
1977-78	264.2	720.5	801.7	-2.6	2.6	-0.28	0.30
1978-79	302.8	763.9	792.5	-2.1	2.2	-0.04	0.11
1979-80	516.2	1003.8	1030.8	7.8	9.2	1.14	1.24
1980-81	454.1	934.0	983.0	5.2	6.9	0.87	1.06
1981-82	434.6	912.0	836.2	4.6	3.1	0.78	0.46
1982-83	313.5	775.9	665.0	2.0	-3.5	0.02	-0.57
1983-84	370.7	840.2	869.8	3.2	3.7	0.48	0.61
1984-85	304.9	766.3	785.8	-2.1	2.1	-0.03	0.07
1985-86	235.7	688.5	928.8	-3.0	5.1	-0.44	0.85
1986-87	316.9	779.8	797.5	2.1	2.6	0.04	0.28
1987-88	273.4	730.9	775.4	-2.4	2.0	-0.22	0.02
1988-89	172.7	617.7	388.6	-4.8	-40.5	-0.81	-1.97
1989-90	183.5	629.8	382.8	-4.4	-43.6	-0.75	-2.00
1990-91	483.6	967.1	938.6	6.3	5.3	1.00	0.89
1991-92	294.4	754.5	663.5	-2.2	-3.5	-0.10	-0.57
1992-93	152.3	594.8	528.4	-5.6	-9.6	-0.92	-1.26
1993-94	303.1	764.3	638.1	-2.1	-4.2	-0.04	-0.70
1994-95	273.0	730.4	847.0	-2.4	3.3	-0.22	0.51
1995-96	244.5	698.4	908.4	-2.9	4.5	-0.39	0.77
1996-97	248.2	702.6	694.2	-2.8	-2.9	-0.37	-0.41
1997-98	360.3	828.5	612.9	3.0	-4.9	0.43	-0.83
1998-99	277.5	735.5	843.2	-2.4	3.2	-0.20	0.49
1999-00	254.7	709.9	435.7	-2.7	-23.5	-0.33	-1.72
2000-01	178.9	624.7	602.4	-4.5	-5.3	-0.77	-0.88
2001-02	263.2	719.4	632.8	-2.6	-4.3	-0.28	-0.73
2002-03	306.0	767.5	952.8	-2.0	5.8	-0.03	0.94
2003-04	192.6	640.1	433.3	-4.1	-24.1	-0.69	-1.73
2004-05	193.6	641.2	793.3	-4.1	2.2	-0.69	0.12
2005-06	447.1	926.1	859.4	5.0	3.5	0.84	0.56
2006-07	85.7	519.9	390.2	-10.3	-39.7	-1.30	-1.96
2007-08	313.6	776.1	641.6	2.0	-4.1	0.02	-0.69
2008-09	248.0	702.3	892.7	-2.8	4.1	-0.37	0.70
2009-10	355.0	822.6	834.0	2.9	3.1	0.40	0.45
2010-11	261.0	716.9	796.0	-2.6	2.2	-0.30	0.13

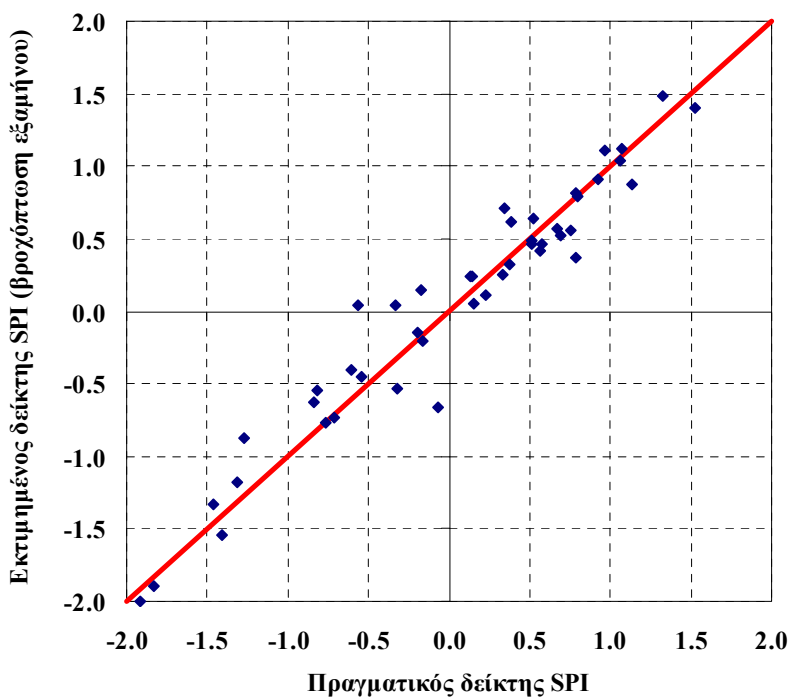
Πίνακας 10-4. Εκτίμηση ετήσιων δεικτών RPPI και SPI στην Πελοπόννησο, με βάση το αθροιστικό ύψος βροχόπτωσης του εξαμήνου Οκτωβρίου-Μαρτίου (σταθμός Τρίπολη)

Υδρολ. έτος	Βροχή τριμήνου (mm)	Πρόγνωση ετήσιου ύψους βροχής (mm)	Ετήσια βροχή (mm)	Πρόγνωση ετήσιου RPPI (έτη)	Ετήσιος RPPI (έτη)	Πρόγνωση ετήσιου SPI	Ετήσιος SPI
1964-65	746.1	945.7	948.1	5.6	5.6	0.92	0.93
1965-66	631.8	823.9	871.6	2.9	3.7	0.41	0.61
1966-67	572.6	760.9	798.3	-2.1	2.6	-0.06	0.29
1967-68	892.0	1101.0	1058.3	14.4	11.0	1.48	1.33
1968-69	782.4	984.3	866.9	7.0	3.6	1.06	0.59
1969-70	783.2	985.2	977.3	7.0	6.7	1.07	1.04
1970-71	585.2	774.3	856.4	2.0	3.4	0.01	0.55
1971-72	649.8	843.1	884.4	3.2	4.0	0.49	0.67
1972-73	588.9	778.3	787.7	2.1	2.1	0.03	0.09
1973-74	545.1	731.6	728.1	-2.4	-2.5	-0.22	-0.24
1974-75	459.4	640.4	621.6	-4.1	-4.6	-0.69	-0.79
1975-76	638.6	831.2	978.8	3.0	6.7	0.44	1.04
1976-77	428.6	607.6	497.0	-5.1	-12.7	-0.86	-1.41
1977-78	629.2	821.2	801.7	2.9	2.6	0.39	0.30
1978-79	544.3	730.8	792.5	-2.4	2.2	-0.22	0.11
1979-80	839.8	1045.4	1030.8	10.1	9.2	1.29	1.24
1980-81	744.9	944.4	983.0	5.5	6.9	0.91	1.06
1981-82	706.5	903.5	836.2	4.4	3.1	0.75	0.46
1982-83	444.0	624.0	665.0	-4.6	-3.5	-0.78	-0.57
1983-84	672.6	867.4	869.8	3.6	3.7	0.60	0.61
1984-85	709.0	906.1	785.8	4.5	2.1	0.76	0.07
1985-86	642.8	835.7	928.8	3.1	5.1	0.46	0.85
1986-87	657.0	850.8	797.5	3.3	2.6	0.52	0.28
1987-88	656.8	850.6	775.4	3.3	2.0	0.52	0.02
1988-89	237.8	404.4	388.6	-33.5	-40.5	-1.88	-1.97
1989-90	230.4	396.5	382.8	-36.8	-43.6	-1.92	-2.00
1990-91	653.9	847.5	938.6	3.3	5.3	0.51	0.89
1991-92	421.6	600.1	663.5	-5.4	-3.5	-0.90	-0.57
1992-93	369.5	544.6	528.4	-8.3	-9.6	-1.17	-1.26
1993-94	534.9	720.8	638.1	-2.6	-4.2	-0.28	-0.70
1994-95	595.0	784.8	847.0	2.1	3.3	0.07	0.51
1995-96	628.3	820.2	908.4	2.9	4.5	0.39	0.77
1996-97	459.4	640.4	694.2	-4.1	-2.9	-0.69	-0.41
1997-98	513.6	698.1	612.9	-2.9	-4.9	-0.39	-0.83
1998-99	669.9	864.5	843.2	3.6	3.2	0.58	0.49
1999-00	365.9	540.8	435.7	-8.6	-23.5	-1.19	-1.72
2000-01	374.9	550.4	602.4	-7.9	-5.3	-1.15	-0.88
2001-02	433.8	613.1	632.8	-4.9	-4.3	-0.83	-0.73
2002-03	769.5	970.6	952.8	6.4	5.8	1.01	0.94
2003-04	320.9	492.9	433.3	-13.2	-24.1	-1.43	-1.73
2004-05	563.6	751.3	793.3	-2.2	2.2	-0.11	0.12
2005-06	698.7	895.2	859.4	4.2	3.5	0.71	0.56
2006-07	227.6	393.5	390.2	-38.2	-39.7	-1.94	-1.96
2007-08	508.6	692.8	641.6	-3.0	-4.1	-0.42	-0.69
2008-09	648.3	841.5	892.7	3.2	4.1	0.48	0.70
2009-10	656.0	849.7	834.0	3.3	3.1	0.52	0.45

Υδρολ. έτος	Βροχή τριμήνου (mm)	Πρόγνωση ετήσιου ύψους βροχής (mm)	Ετήσια βροχή (mm)	Πρόγνωση ετήσιου RPPI (έτη)	Ετήσιος RPPI (έτη)	Πρόγνωση ετήσιου SPI	Ετήσιος SPI
2010-11	563.0	750.7	796.0	-2.2	2.2	-0.12	0.13



Σχήμα 10-3. Διάγραμμα διασποράς εκτιμημένου, με βάση την αθροιστική βροχόπτωση τριμήνου, και πραγματικού δείκτη SPI μέσης ετήσιας βροχόπτωσης στην Τρίπολη.



Σχήμα 10-4. Διάγραμμα διασποράς εκτιμημένου, με βάση την αθροιστική βροχόπτωση εξαμήνου, και πραγματικού δείκτη SPI μέσης ετήσιας βροχόπτωσης στην Τρίπολη.

Για την εκτίμηση της υδρολογικής ξηρασίας χρησιμοποιούνται οι χρονοσειρές των μηνιαίων εισροών του φράγματος καθώς και της βροχόπτωσης του σταθμού Τρίπολης. Συγκεκριμένα, με βάση το αθροιστικό ύψος απορροής του τριμήνου και εξαμήνου, εκτιμάται το συνολικό ύψος απορροής του υδρολογικού έτους, σύμφωνα με τις σχέσεις:

$$R = 312.8 + 2.675 R_3 \quad (10.15)$$

$$R = 77.9 + 1.400 R_6 \quad (10.16)$$

Οι συντελεστές προσδιορισμού των δύο μοντέλων είναι 0.493 και 0.964, αντίστοιχα. Είναι προφανές ότι το αθροιστικό ύψος απορροής εξαμήνου αποτελεί εξαιρετικά ακριβή εκτιμήτρια του ετήσιου ύψους, καθώς τα δύο μεγέθη εμφανίζουν σχεδόν τέλεια γραμμική συσχέτιση.

Το ετήσιο ύψος απορροής μπορεί ακόμη να εκτιμηθεί με βάση την αθροιστική βροχόπτωση εξαμήνου, εκτιμάται, σύμφωνα με το μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης:

$$R = -31.1 + 1.213 P_6 \quad (10.17)$$

Ο συντελεστής προσδιορισμού της γραμμικής σχέσης βροχής-απορροής είναι ικανοποιητικός, καθώς ανέρχεται σε 0.715. Βεβαίως, είναι αρκετά χαμηλότερος σε σχέση με τον συντελεστή που αναφέρεται στη συσχέτιση εξάμηνης και ετήσιας απορροής.

Η διάμεσος τιμή του δείγματος ετήσιας απορροής ανέρχεται σε 665.0 mm, ενώ η αναλυτική έκφραση της συνάρτησης κατανομής Weibull δίνεται από τη σχέση:

$$F_X(x) = 1 - \exp \left[- (x / 758.8)^{3.35} \right] \quad (10.18)$$

Θεωρώντας τις παρατηρημένες τιμές των υδρολογικών ετών 1956-57 έως 2010-11, με την υπόθεση ότι είναι γνωστή η βροχόπτωση τριμήνου και εξαμήνου, εκτιμώνται η ετήσια βροχόπτωση και οι δείκτες RPRI και SRI. Την υπολογιστική διαδικασία συνοψίζει ο Πίνακας 10-5, Πίνακας 10-6 και Πίνακας 10-7 για την τρίμηνη και εξάμηνη απορροή καθώς και την εξάμηνη βροχόπτωση, αντίστοιχα, ενώ η σχέση μεταξύ εκτιμημένου και πραγματικού δείκτη SRI απεικονίζεται στα διαγράμματα διασποράς των Σχημάτων (Σχήμα 10-5 έως Σχήμα 10-7). Τονίζεται ότι οι εκτιμήσεις που βασίζονται στη χρήση της τρίμηνης ή εξάμηνης απορροής ως ανεξάρτητης μεταβλητής καλύπτουν τα υδρολογικά έτη 1956-57 έως 2010-11, ενώ όταν η πρόγνωση βασίζεται στην εξάμηνη βροχόπτωση το δείγμα καλύπτει λιγότερα έτη (1964-65 ως 2010-11).

Πίνακας 10-5. Εκτίμηση ετήσιων δεικτών RPRI και SRI στη λεκάνη απορροής του Λάδωνα με βάση την αθροιστικό ύψος απορροής του τριμήνου Οκτωβρίου-Δεκεμβρίου.

Υδρολ. έτος	Απορροή τριμήνου (mm)	Πρόγνωση ετήσιας απορροής (mm)	Ετήσια απορροή (mm)	Πρόγνωση ετήσιου RPRI (έτη)	Ετήσιος RPRI (έτη)	Πρόγνωση ετήσιου SRI	Ετήσιος SRI
1956-57	135.9	676.3	548.0	2.3	-3.5	0.14	-0.57
1957-58	128.7	657.0	795.1	-2.2	3.6	-0.10	0.59
1958-59	109.9	606.7	628.6	-2.7	-2.4	-0.32	-0.22
1959-60	147.1	706.2	758.1	2.5	3.1	0.26	0.46
1960-61	188.8	817.8	763.6	3.9	3.2	0.66	0.48
1961-62	115.8	622.5	707.9	-2.5	2.5	-0.25	0.27
1962-63	223.7	911.1	1223.0	5.9	25.4	0.96	1.76

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Υδρολ. έτος	Απορροή τριμήνου (mm)	Πρόγνωση ετήσιας απορροής (mm)	Ετήσια απορροή (mm)	Πρόγνωση ετήσιου RPRI (έτη)	Ετήσιος RPRI (έτη)	Πρόγνωση ετήσιου SRI	Ετήσιος SRI
1963-64	225.9	917.0	750.0	6.1	3.0	0.97	0.43
1964-65	121.2	637.0	836.0	-2.3	4.3	-0.19	0.72
1965-66	154.6	726.3	852.0	2.7	4.6	0.34	0.77
1966-67	198.5	843.7	660.9	4.4	-2.1	0.75	-0.08
1967-68	120.6	635.4	996.0	-2.4	8.7	-0.19	1.20
1968-69	202.0	853.1	852.3	4.6	4.6	0.78	0.77
1969-70	277.6	1055.3	1110.8	11.4	14.9	1.36	1.50
1970-71	115.6	622.0	750.1	-2.5	3.0	-0.25	0.43
1971-72	123.3	642.6	771.2	-2.3	3.2	-0.16	0.50
1972-73	96.9	572.0	658.9	-3.1	-2.2	-0.47	-0.09
1973-74	108.9	604.1	658.9	-2.7	-2.2	-0.33	-0.09
1974-75	134.6	672.8	502.8	2.2	-4.5	0.13	-0.77
1975-76	176.6	785.2	680.8	3.4	2.3	0.55	0.16
1976-77	177.6	787.8	545.1	3.5	-3.6	0.56	-0.58
1977-78	92.3	559.7	808.8	-3.3	3.8	-0.52	0.63
1978-79	146.6	704.9	844.8	2.5	4.4	0.26	0.75
1979-80	274.7	1047.5	1200.9	11.0	22.9	1.34	1.71
1980-81	297.4	1108.3	1087.2	14.7	13.3	1.49	1.44
1981-82	301.7	1119.8	994.8	15.5	8.6	1.52	1.20
1982-83	160.9	743.2	584.3	2.9	-2.9	0.40	-0.41
1983-84	189.2	818.9	887.1	4.0	5.3	0.67	0.88
1984-85	93.5	562.9	702.5	-3.3	2.5	-0.50	0.25
1985-86	90.2	554.1	665.0	-3.4	2.2	-0.54	0.10
1986-87	136.6	678.2	834.5	2.3	4.2	0.15	0.72
1987-88	115.9	622.8	607.0	-2.5	-2.7	-0.25	-0.32
1988-89	114.5	619.1	383.5	-2.5	-10.4	-0.26	-1.30
1989-90	68.4	495.7	232.8	-4.7	-53.0	-0.80	-2.08
1990-91	181.5	798.3	583.5	3.6	-3.0	0.60	-0.42
1991-92	82.0	532.1	306.9	-3.8	-21.3	-0.64	-1.68
1992-93	54.4	458.3	335.1	-5.9	-16.0	-0.96	-1.53
1993-94	84.3	538.3	492.6	-3.7	-4.8	-0.61	-0.81
1994-95	75.6	515.0	542.6	-4.2	-3.6	-0.71	-0.59
1995-96	104.6	592.6	688.8	-2.8	2.4	-0.38	0.19
1996-97	123.0	641.8	548.4	-2.3	-3.5	-0.17	-0.57
1997-98	124.4	645.5	473.2	-2.3	-5.4	-0.15	-0.90
1998-99	121.2	637.0	839.2	-2.3	4.3	-0.19	0.73
1999-00	138.8	684.0	566.4	2.3	-3.2	0.18	-0.49
2000-01	61.8	478.1	338.8	-5.2	-15.4	-0.87	-1.52
2001-02	137.5	680.6	508.9	2.3	-4.3	0.16	-0.74
2002-03	111.3	610.5	832.7	-2.6	4.2	-0.30	0.71
2003-04	118.8	630.6	587.5	-2.4	-2.9	-0.21	-0.40
2004-05	67.2	492.5	578.1	-4.8	-3.0	-0.81	-0.44
2005-06	155.5	728.7	847.2	2.7	4.5	0.35	0.76
2006-07	88.1	548.4	280.2	-3.5	-28.7	-0.57	-1.81
2007-08	78.8	523.6	277.3	-4.0	-29.7	-0.67	-1.83
2008-09	58.0	467.9	635.4	-5.6	-2.4	-0.92	-0.19
2009-10	143.4	696.4	753.0	2.4	3.0	0.22	0.44
2010-11	99.5	578.9	564.9	-3.0	-3.2	-0.44	-0.50

Πίνακας 10-6. Εκτίμηση ετήσιων δεικτών RPRI και SRI στη λεκάνη απορροής του Λάδωνα με βάση την αθροιστικό ύψος απορροής του εξαμήνου Οκτωβρίου-Μαρτίου.

Υδρολ. έτος	Απορροή εξαμήνου (mm)	Πρόγνωση ετήσιας απορροής (mm)	Ετήσια απορροή (mm)	Πρόγνωση ετήσιου RPRI (έτη)	Ετήσιος RPRI (έτη)	Πρόγνωση ετήσιου SRI	Ετήσιος SRI
1956-57	344.9	560.8	548.0	-3.3	-3.5	-0.51	-0.57
1957-58	490.8	765.0	795.1	3.2	3.6	0.48	0.59
1958-59	402.9	642.0	628.6	-2.3	-2.4	-0.17	-0.22
1959-60	485.0	756.9	758.1	3.1	3.1	0.45	0.46
1960-61	536.4	828.9	763.6	4.1	3.2	0.70	0.48
1961-62	426.1	674.4	707.9	2.2	2.5	0.14	0.27
1962-63	773.7	1161.1	1223.0	18.9	25.4	1.62	1.76
1963-64	495.5	771.6	750.0	3.3	3.0	0.50	0.43
1964-65	484.8	756.6	836.0	3.1	4.3	0.45	0.72
1965-66	578.1	887.2	852.0	5.3	4.6	0.88	0.77
1966-67	448.4	705.7	660.9	2.5	-2.1	0.26	-0.08
1967-68	679.0	1028.5	996.0	10.1	8.7	1.29	1.20
1968-69	574.8	882.6	852.3	5.2	4.6	0.87	0.77
1969-70	788.7	1182.1	1110.8	20.9	14.9	1.67	1.50
1970-71	441.6	696.1	750.1	2.4	3.0	0.22	0.43
1971-72	468.6	733.9	771.2	2.8	3.2	0.37	0.50
1972-73	372.1	598.8	658.9	-2.8	-2.2	-0.35	-0.09
1973-74	341.1	555.4	658.9	-3.4	-2.2	-0.54	-0.09
1974-75	311.3	513.7	502.8	-4.2	-4.5	-0.72	-0.77
1975-76	427.0	675.7	680.8	2.3	2.3	0.14	0.16
1976-77	381.0	611.3	545.1	-2.6	-3.6	-0.30	-0.58
1977-78	441.5	696.0	808.8	2.4	3.8	0.22	0.63
1978-79	517.6	802.5	844.8	3.7	4.4	0.61	0.75
1979-80	810.7	1212.9	1200.9	24.2	22.9	1.74	1.71
1980-81	739.8	1113.6	1087.2	15.1	13.3	1.50	1.44
1981-82	613.7	937.1	994.8	6.6	8.6	1.03	1.20
1982-83	366.9	591.6	584.3	-2.8	-2.9	-0.38	-0.41
1983-84	568.9	874.4	887.1	5.0	5.3	0.84	0.88
1984-85	446.7	703.3	702.5	2.5	2.5	0.25	0.25
1985-86	423.9	671.4	665.0	2.2	2.2	0.12	0.10
1986-87	520.4	806.5	834.5	3.8	4.2	0.62	0.72
1987-88	389.5	623.2	607.0	-2.5	-2.7	-0.25	-0.32
1988-89	241.6	416.1	383.5	-8.0	-10.4	-1.15	-1.30
1989-90	140.5	274.6	232.8	-30.7	-53.0	-1.84	-2.08
1990-91	393.1	628.2	583.5	-2.4	-3.0	-0.22	-0.42
1991-92	158.1	299.2	306.9	-23.2	-21.3	-1.71	-1.68
1992-93	166.9	311.6	335.1	-20.3	-16.0	-1.65	-1.53
1993-94	304.4	504.1	492.6	-4.5	-4.8	-0.76	-0.81
1994-95	329.9	539.8	542.6	-3.7	-3.6	-0.60	-0.59
1995-96	413.0	656.1	688.8	-2.2	2.4	-0.11	0.19
1996-97	340.7	554.9	548.4	-3.4	-3.5	-0.54	-0.57
1997-98	311.7	514.3	473.2	-4.2	-5.4	-0.72	-0.90
1998-99	503.2	782.4	839.2	3.4	4.3	0.54	0.73
1999-00	390.7	624.9	566.4	-2.5	-3.2	-0.24	-0.49
2000-01	181.9	332.6	338.8	-16.4	-15.4	-1.55	-1.52
2001-02	314.5	518.2	508.9	-4.1	-4.3	-0.70	-0.74

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Υδρολ. έτος	Απορροή εξαμήνου (mm)	Πρόγνωση ετήσιας απορροής (mm)	Ετήσια απορροή (mm)	Πρόγνωση ετήσιου RPRI (έτη)	Ετήσιος RPRI (έτη)	Πρόγνωση ετήσιου SRI	Ετήσιος SRI
2002-03	554.5	854.2	832.7	4.6	4.2	0.78	0.71
2003-04	381.5	612.0	587.5	-2.6	-2.9	-0.29	-0.40
2004-05	349.1	566.6	578.1	-3.2	-3.0	-0.49	-0.44
2005-06	562.8	865.8	847.2	4.8	4.5	0.82	0.76
2006-07	167.3	312.1	280.2	-20.2	-28.7	-1.65	-1.81
2007-08	162.9	306.0	277.3	-21.5	-29.7	-1.68	-1.83
2008-09	380.6	610.7	635.4	-2.6	-2.4	-0.30	-0.19
2009-10	532.3	823.1	753.0	4.0	3.0	0.68	0.44
2010-11	319.2	524.8	564.9	-4.0	-3.2	-0.67	-0.50

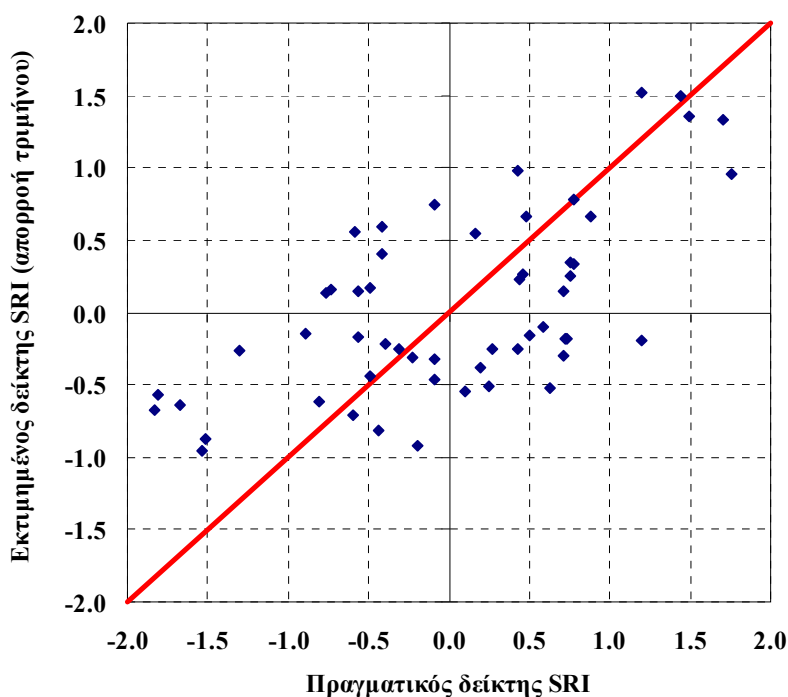
Πίνακας 10-7. Εκτίμηση ετήσιων δεικτών RPRI και SRI στη λεκάνη απορροής του Λάδωνα με βάση την αθροιστικό ύψος βροχόπτωσης του εξαμήνου Οκτωβρίου-Μαρτίου.

Υδρολ. έτος	Βροχή εξαμήνου (mm)	Πρόγνωση ετήσιας απορροής (mm)	Ετήσια απορροή (mm)	Πρόγνωση ετήσιου RPRI (έτη)	Ετήσιος RPRI (έτη)	Πρόγνωση ετήσιου SRI	Ετήσιος SRI
1964-65	746.1	873.9	836.0	5.0	4.3	0.84	0.72
1965-66	631.8	735.3	852.0	2.8	4.6	0.37	0.77
1966-67	572.6	663.5	660.9	-2.1	-2.1	-0.07	-0.08
1967-68	892.0	1050.9	996.0	11.2	8.7	1.35	1.20
1968-69	782.4	918.0	852.3	6.1	4.6	0.98	0.77
1969-70	783.2	918.9	1110.8	6.1	14.9	0.98	1.50
1970-71	585.2	678.7	750.1	2.3	3.0	0.15	0.43
1971-72	649.8	757.1	771.2	3.1	3.2	0.45	0.50
1972-73	588.9	683.2	658.9	2.3	-2.2	0.17	-0.09
1973-74	545.1	630.1	658.9	-2.4	-2.2	-0.22	-0.09
1974-75	459.4	526.2	502.8	-3.9	-4.5	-0.66	-0.77
1975-76	638.6	743.5	680.8	2.9	2.3	0.40	0.16
1976-77	428.6	488.8	545.1	-4.9	-3.6	-0.83	-0.58
1977-78	629.2	732.1	808.8	2.8	3.8	0.36	0.63
1978-79	544.3	629.1	844.8	-2.4	4.4	-0.22	0.75
1979-80	839.8	987.6	1200.9	8.3	22.9	1.18	1.71
1980-81	744.9	872.5	1087.2	5.0	13.3	0.84	1.44
1981-82	706.5	825.9	994.8	4.1	8.6	0.69	1.20
1982-83	444.0	507.5	584.3	-4.4	-2.9	-0.74	-0.41
1983-84	672.6	784.8	887.1	3.4	5.3	0.55	0.88
1984-85	709.0	828.9	702.5	4.1	2.5	0.70	0.25
1985-86	642.8	748.6	665.0	3.0	2.2	0.42	0.10
1986-87	657.0	765.8	834.5	3.2	4.2	0.48	0.72
1987-88	656.8	765.6	607.0	3.2	-2.7	0.48	-0.32
1988-89	237.8	257.4	383.5	-38.0	-10.4	-1.94	-1.30
1989-90	230.4	248.4	232.8	-42.8	-53.0	-1.99	-2.08
1990-91	653.9	762.1	583.5	3.1	-3.0	0.47	-0.42
1991-92	421.6	480.3	306.9	-5.2	-21.3	-0.86	-1.68
1992-93	369.5	417.1	335.1	-8.0	-16.0	-1.15	-1.53
1993-94	534.9	617.7	492.6	-2.5	-4.8	-0.27	-0.81
1994-95	595.0	690.6	542.6	2.4	-3.6	0.20	-0.59
1995-96	628.3	731.0	688.8	2.8	2.4	0.36	0.19

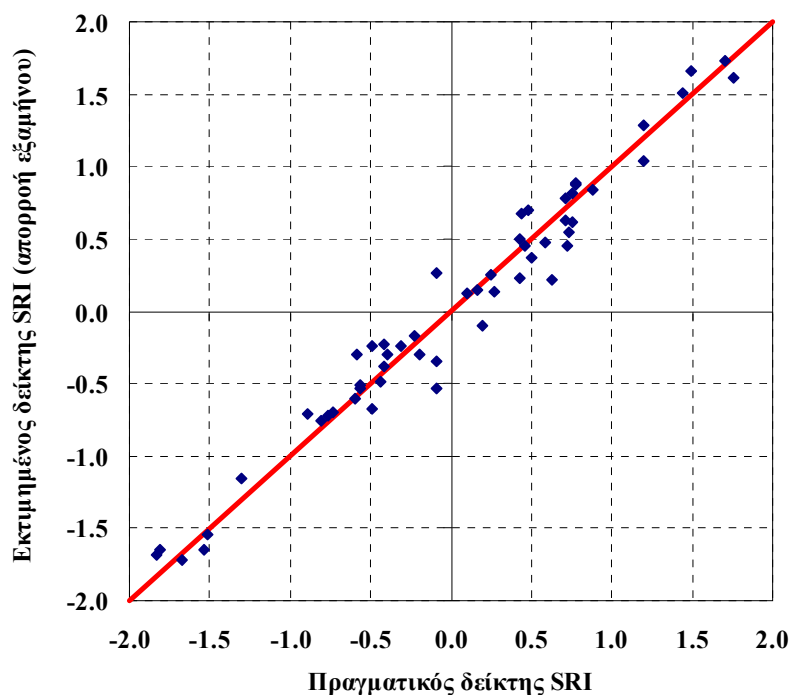
ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

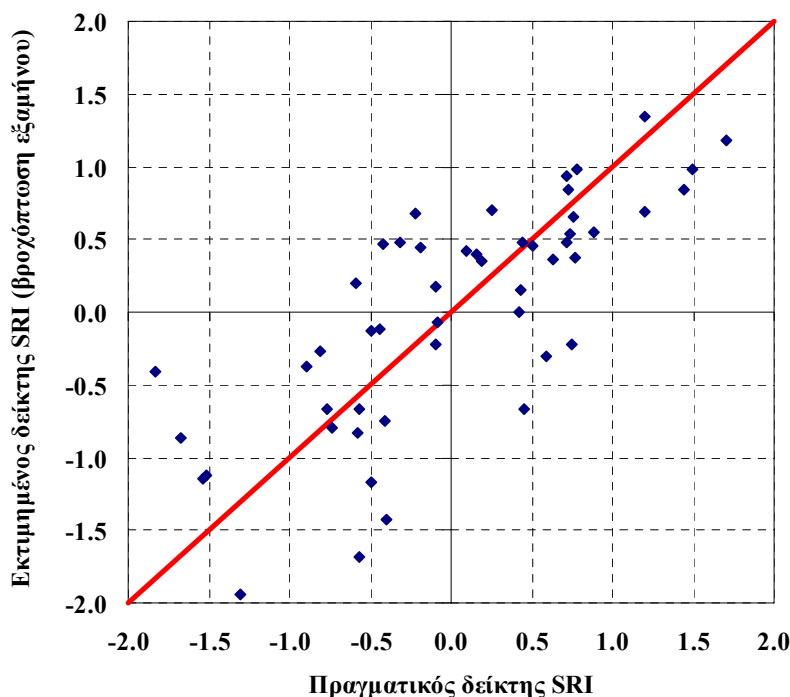
Υδρολ. έτος	Βροχή εξαμήνου (mm)	Πρόγνωση ετήσιας απορροής (mm)	Ετήσια απορροή (mm)	Πρόγνωση ετήσιου RPRI (έτη)	Ετήσιος RPRI (έτη)	Πρόγνωση ετήσιου SRI	Ετήσιος SRI
1996-97	459.4	526.2	548.4	-3.9	-3.5	-0.66	-0.57
1997-98	513.6	591.9	473.2	-2.8	-5.4	-0.38	-0.90
1998-99	669.9	781.5	839.2	3.4	4.3	0.54	0.73
1999-00	365.9	412.7	566.4	-8.2	-3.2	-1.17	-0.49
2000-01	374.9	423.7	338.8	-7.6	-15.4	-1.12	-1.52
2001-02	433.8	495.1	508.9	-4.7	-4.3	-0.80	-0.74
2002-03	769.5	902.3	832.7	5.7	4.2	0.93	0.71
2003-04	320.9	358.2	587.5	-12.9	-2.9	-1.42	-0.40
2004-05	563.6	652.5	578.1	-2.2	-3.0	-0.12	-0.44
2005-06	698.7	816.4	847.2	3.9	4.5	0.66	0.76
2006-07	227.6	245.0	280.2	-44.8	-28.7	-2.01	-1.81
2007-08	508.6	585.8	277.3	-2.9	-29.7	-0.41	-1.83
2008-09	648.3	755.3	635.4	3.0	-2.4	0.45	-0.19
2009-10	656.0	764.6	753.0	3.2	3.0	0.48	0.44
2010-11	563.0	651.8	564.9	-2.2	-3.2	-0.12	-0.50



Σχήμα 10-5. Διάγραμμα διασποράς εκτιμημένου, με βάση την αθροιστική απορροή τριμήνου, SRI μέσης ετήσιας απορροής στη λεκάνη η του Λάδωνα.



Σχήμα 10-6. Διάγραμμα διασποράς εκτιμημένου, με βάση την αθροιστική απορροή εξαμήνου, και SRI μέσης ετήσιας απορροής στη λεκάνη η του Λάδωνα.



Σχήμα 10-7. Διάγραμμα διασποράς εκτιμημένου, με βάση την αθροιστική βροχόπτωση εξαμήνου (του σταθμού Τρίτολης), και πραγματικού δείκτη SRI μέσης ετήσιας απορροής στη λεκάνη η του Λάδωνα.

10.3 Επιχειρησιακή πρόγνωση

10.3.1 Πρόγνωση δείκτη μετεωρολογικής ξηρασίας ανά Υδατικό Διαμέρισμα

Η πρόγνωση της μετεωρολογικής ξηρασίας (SPI) ανά Υδατικό Διαμέρισμα προϋποθέτει την επιλογή ενός βροχομετρικού σταθμού που είναι αντιπροσωπευτικός της κάθε περιοχής, και διαθέτει ικανού μήκους και καλής αξιοπιστίας δείγμα μετρήσεων. Για το σκοπό αυτό κρίνεται σκόπιμη η αξιοποίηση των βροχομετρικών δεδομένων των επτά σταθμών της ΕΜΥ, οι οποίοι πληρούν τις παραπάνω προϋποθέσεις.

Στο Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Πελοποννήσου (ΥΔ03) ανήκουν οι σταθμοί Κυθήρων και Τρίπολης. Συστήνεται, για λόγους πληρότητας, ο έλεγχος, που περιλαμβάνει την πρόγνωση της ετήσιας βροχόπτωσης και, συνακόλουθα, την εκτίμηση του δείκτη SPI, να γίνεται για όλους τους σταθμούς, παρόλο που δεν αναμένονται σημαντικές διαφοροποιήσεις, τοπικά. Ακόμη, η διαδικασία μπορεί να γίνει για τη μέση βροχόπτωση των επτά σταθμών, που παρέχει μια καλή εικόνα για το σύνολο της Πελοποννήσου.

Στους παρακάτω Πίνακες (Πίνακας 10-8 και Πίνακας 10-9) δίνονται τα μεγέθη που απαιτούνται για τους υπολογισμούς με βάση το αθροιστικό ύψος βροχής του τριμήνου και εξαμήνου, αντίστοιχα. Ειδικότερα, για κάθε μεταβλητή δίνονται η κλίση και η τομή της σχέσης γραμμικής παλινδρόμησης, ο συντελεστής προσδιορισμού, η διάμεσος τιμή της ετήσιας βροχόπτωσης, και οι παράμετροι κλίμακας και σχήματος της κατανομής Weibull (σχέση 9.6). Παράδειγμα ολοκληρωμένης εφαρμογής της μεθοδολογίας για τον σταθμό της Τρίπολης δίνεται στο εδάφιο 10.2.3.

Πίνακας 10-8. Χαρακτηριστικά μεγέθη που απαιτούνται για την πρόγνωση της ετήσιας βροχόπτωσης και του δείκτη SPI με βάση την αθροιστική βροχόπτωση τριμήνου.

Σταθμός	Κλίση	Τομή (mm)	Συντελεστής προσδιορισμού	Διάμεσος τιμή (mm)	Παράμετρος κλίμακας	Παράμετρος σχήματος
Κύθηρα	1.090	254.6	0.571	541.7	4.63	585.7
Αργοστόλι	1.272	327.1	0.659	813.0	4.08	910.6
Ζάκυνθος	1.087	398.3	0.607	876.9	4.28	950.8
Πάτρα	1.038	340.7	0.474	681.1	4.68	730.9
Τρίπολη	1.124	419.5	0.401	796.8	4.82	828.1
Μεθώνη	1.011	339.2	0.426	661.4	5.73	718.3
Καλαμάτα	1.036	394.3	0.540	766.4	5.32	850.7
Μέση τιμή	1.111	348.9	0.507	743.1	5.84	786.9

Πίνακας 10-9. Χαρακτηριστικά μεγέθη που απαιτούνται για την πρόγνωση της ετήσιας βροχόπτωσης και του δείκτη SPI με βάση την αθροιστική βροχόπτωση εξαμήνου.

Σταθμός	Κλίση	Τομή (mm)	Συντελεστής προσδιορισμού	Διάμεσος τιμή (mm)	Παράμετρος κλίμακας	Παράμετρος σχήματος
Κύθηρα	1.069	25.9	0.954	541.7	4.63	585.7
Αργοστόλι	1.061	102.2	0.922	813.0	4.08	910.6
Ζάκυνθος	0.988	133.5	0.945	876.9	4.28	950.8
Πάτρα	1.082	78.2	0.891	681.1	4.68	730.9
Τρίπολη	1.064	151.3	0.877	796.8	4.82	828.1
Μεθώνη	1.038	71.9	0.887	661.4	5.73	718.3
Καλαμάτα	1.032	62.3	0.929	766.4	5.32	850.7

Σταθμός	Κλίση	Τομή (mm)	Συντελεστής προσδιορισμού	Διάμεσος τιμή (mm)	Παράμετρος κλίμακας	Παράμετρος σχήματος
Μέση τιμή	1.044	89.5	0.946	743.1	5.84	786.9

10.3.2 Πρόγνωση δείκτη μετεωρολογικής ξηρασίας ανά λεκάνη απορροής ποτάμιων ΥΣ

Στις 4 λεκάνες απορροής ποτάμιων ΥΣ του ΥΔ03 που προσομοιώθηκαν με το υδρολογικό μοντέλο SACRAMENTO, και στις οποίες διατίθενται χρονοσειρές επιφανειακής βροχόπτωσης και συνολικής (επιφανειακής και υπόγειας) απορροής, υπολογίστηκαν τα χαρακτηριστικά μεγέθη που απαιτούνται για την πρόγνωση των δεικτών μετεωρολογικής και υδρολογικής ξηρασίας.

Συγκεκριμένα, για την πρόγνωση της μετεωρολογικής ξηρασίας, εξετάστηκαν, όπως και στις προηγούμενες εφαρμογές, μοντέλα που βασίζονται στη συσχέτιση του τριμηνιαίου και εξαμηνιαίου ύψος βροχής με το αντίστοιχο ετήσιο. Για την υδρολογική ξηρασία αναπτύχθηκαν σχέσεις τριμηνιαίου και εξαμηνιαίου ύψους απορροής, με το αντίστοιχο ετήσιο, καθώς και τριμηνιαίου, εξαμηνιαίου και ετήσιου ύψους βροχόπτωσης, με το ετήσιο ύψος απορροής.

Ο Πίνακας 10-8 και ο Πίνακας 10-9 δίνουν όλα τα μεγέθη που απαιτούνται για τους υπολογισμούς. Ειδικότερα, για κάθε περίπτωση δίνονται η κλίση και η τομή της σχέσης γραμμικής παλινδρόμησης, ο συντελεστής προσδιορισμού, η διάμεσος τιμή της ετήσιας βροχόπτωσης, και οι παράμετροι κλίμακας και σχήματος της κατανομής Weibull.

Βεβαίως, για την εφαρμογή της μεθοδολογίας απαιτείται η εκτίμηση της επιφανειακής βροχόπτωσης κάθε λεκάνης, η οποία προϋποθέτει επεξεργασίες που ξεφεύγουν από το σκοπό της παρόντος επιχειρησιακού σχεδίου. Επιπλέον, απαιτείται η γνώση των απορροών τριμήνου και εξαμήνου, το οποίο προϋποθέτει συστηματικές μετρήσεις παροχής σε όλες τις θέσεις ενδιαφέροντος. Εναλλακτικά, το επίκαιρο ύψος απορροής μπορεί να εκτιμηθεί προσεγγιστικά μέσω του υδρολογικού μοντέλου SACRAMENTO, κάτι που ωστόσο απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις και επιχειρησιακή ετοιμότητα, για τη συνεχή τροφοδοσία του μοντέλου με νέα δεδομένα. Γενικά, θεωρούμε επισφαλή τη χρήση του μοντέλου, καθώς δεν έχει ελεγχθεί η διαδικασία εκτίμησης των παραμέτρων του, και επιπλέον δεν κρίνονται ρεαλιστικές οι ιδιαίτερα υψηλές συσχετίσεις που προκύπτουν μεταξύ της βροχόπτωσης και της απορροής, που υποδηλώνουν σχεδόν γραμμική απόκριση των λεκανών.

Πίνακας 10-10. Χαρακτηριστικά μεγέθη που απαιτούνται για την πρόγνωση της ετήσιας βροχόπτωσης και του δείκτη SPI με βάση την αθροιστική βροχόπτωση τριμήνου.

ΛΑΠ	Λεκάνη ποτάμιων ΥΣ	Κλίση	Τομή (mm)	Συντελ. προσδ.	Διάμεσος (mm)	Παράμετρος κλίμακας	Παράμετρος σχήματος
33	Εκβολή Ευρώτα	1.20	453.0	0.64	946.1	4.71	983.2
31	Εκβολή Ίναχου	1.12	356.2	0.61	645.9	5.22	701.5
31	Εκβολή Τάνου	0.80	537.7	0.42	799.0	5.42	847.1
33	Εκβολή Πλατύ	1.08	517.8	0.57	1076.0	5.01	1105.1

Πίνακας 10-11. Χαρακτηριστικά μεγέθη που απαιτούνται για την πρόγνωση της ετήσιας βροχόπτωσης και του δείκτη SPI με βάση την αθροιστική βροχόπτωση εξαμήνου.

ΛΑΠ	Λεκάνη ποτάμιων ΥΣ	Κλίση	Τομή (mm)	Συντελ. προσδ.	Διάμεσος (mm)	Παράμετρος κλίμακας	Παράμετρος σχήματος
-----	--------------------	-------	-----------	----------------	---------------	---------------------	---------------------

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ΛΑΠ	Λεκάνη ποτάμιων ΥΣ	Κλίση	Τομή (mm)	Συντελ. προσδ.	Διάμεσος (mm)	Παράμετρος κλίμακας	Παράμετρος σχήματος
33	Εκβολή Ευρώτα	1.08	131.8	0.97	946.1	4.71	983.2
31	Εκβολή Ίναχου	1.06	116.9	0.93	645.9	5.22	701.5
31	Εκβολή Τάνου	1.11	108.0	0.92	799.0	5.42	847.1
33	Εκβολή Πλατύ	1.00	147.0	0.97	1076.0	5.01	1105.1

Πίνακας 10-12. Χαρακτηριστικά μεγέθη που απαιτούνται για την πρόγνωση της ετήσιας απορροής και του δείκτη SRI με βάση το αθροιστικό ύψος απορροής τριμήνου.

ΛΑΠ	Λεκάνη ποτάμιων ΥΣ	Κλίση	Τομή (mm)	Συντελ. προσδ.	Διάμεσος (mm)	Παράμετρος κλίμακας	Παράμετρος σχήματος
33	Εκβολή Ευρώτα	1.59	79.2	0.68	231.8	2.32	265.4
31	Εκβολή Ίναχου	2.29	62.0	0.55	91.4	1.3	122.4
31	Εκβολή Τάνου	1.53	158.7	0.34	220.8	2.49	252.2
33	Εκβολή Πλατύ	2.10	218.6	0.66	360.9	1.86	371.8

Πίνακας 10-13. Χαρακτηριστικά μεγέθη που απαιτούνται για την πρόγνωση της ετήσιας απορροής και του δείκτη SRI με βάση το αθροιστικό ύψος απορροής εξαμήνου.

ΛΑΠ	Λεκάνη ποτάμιων ΥΣ	Κλίση	Τομή (mm)	Συντελ. προσδ.	Διάμεσος (mm)	Παράμετρος κλίμακας	Παράμετρος σχήματος
33	Εκβολή Ευρώτα	1.16	-5.2	0.99	231.8	2.32	265.4
31	Εκβολή Ίναχου	1.13	15.1	0.98	91.4	1.3	122.4
31	Εκβολή Τάνου	1.08	60.6	0.98	220.8	2.49	252.2
33	Εκβολή Πλατύ	1.18	14.5	0.98	360.9	1.86	371.8

Πίνακας 10-14. Χαρακτηριστικά μεγέθη που απαιτούνται για την πρόγνωση της ετήσιας απορροής και του δείκτη SRI με βάση την αθροιστική βροχόπτωση τριμήνου.

ΛΑΠ	Λεκάνη ποτάμιων ΥΣ	Κλίση	Τομή (mm)	Συντελ. προσδ.	Διάμεσος (mm)	Παράμετρος κλίμακας	Παράμετρος σχήματος
33	Εκβολή Ευρώτα	0.61	6.0	0.63	231.8	2.32	265.4
31	Εκβολή Ίναχου	0.55	-27.9	0.45	91.4	1.3	122.4
31	Εκβολή Τάνου	0.44	90.9	0.37	220.8	2.49	252.2
33	Εκβολή Πλατύ	0.96	-111.6	0.60	360.9	1.86	371.8

Πίνακας 10-15. Χαρακτηριστικά μεγέθη που απαιτούνται για την πρόγνωση της ετήσιας απορροής και του δείκτη SRI με βάση την αθροιστική βροχόπτωση εξαμήνου.

ΛΑΠ	Λεκάνη ποτάμιων ΥΣ	Κλίση	Τομή (mm)	Συντελ. προσδ.	Διάμεσος (mm)	Παράμετρος κλίμακας	Παράμετρος σχήματος
33	Εκβολή Ευρώτα	0.55	-154.6	0.95	231.8	2.32	265.4
31	Εκβολή Ίναχου	0.66	-215.4	0.87	91.4	1.3	122.4
31	Εκβολή Τάνου	0.66	-177.7	0.89	220.8	2.49	252.2
33	Εκβολή Πλατύ	0.85	-403.9	0.97	360.9	1.86	371.8

Πίνακας 10-16. Χαρακτηριστικά μεγέθη που απαιτούνται για την πρόγνωση της ετήσιας απορροής και του δείκτη SRI με βάση την ετήσια βροχόπτωση.

ΛΑΠ	Λεκάνη ποτάμιων ΥΣ	Κλίση	Τομή (mm)	Συντελ. προσδ.	Διάμεσος (mm)	Παράμετρος κλίμακας	Παράμετρος σχήματος
33	Εκβολή Ευρώτα	0.47	-192.1	0.91	231.8	2.32	265.4

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ΛΑΠ	Λεκάνη ποτάμιων ΥΣ	Κλίση	Τομή (mm)	Συντελ. προσδ.	Διάμεσος (mm)	Παράμετρος κλίμακας	Παράμετρος σχήματος
31	Εκβολή Ίναχου	0.52	-224.2	0.78	91.4	1.3	122.4
31	Εκβολή Τάνου	0.51	-178.1	0.83	220.8	2.49	252.2
33	Εκβολή Πλατύ	0.80	-481.6	0.94	360.9	1.86	371.8

10.3.3 Συνοπτικά βήματα επιχειρησιακού πλαισίου Διαχείρισης Ξηρασιών

Για κάθε ΛΑΠ συνοπτικά τα βήματα για την επιχειρησιακή δράση των αρμόδιων φορέων είναι τα εξής:

ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

- Επιλογή και καθορισμός μετεωρολογικών και υδρομετρικών σταθμών αναφοράς
- Συλλογή μετεωρολογικών και υδρομετρικών δεδομένων (στάθμες, παροχές, κατακρημνίσματα)

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΥΡΙΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ

- Υπολογισμός τον Οκτώβριο, του SPI έτους από τα δεδομένα διαίτας για μια πρώτη εικόνα της αναμενόμενης υδρολογικής κατάστασης.
- Υπολογισμός τον Φεβρουάριο, του SPI τριμήνου (Οκτώβριος-Ιανουάριος). 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 (αθροιστικό ύψος βροχόπτωσης και αθροιστική απορροή 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 SPI (δείκτης μετεωρολογικής ξηρασίας) και SRI (δείκτης υδρολογικής ξηρασίας).
- Υπολογισμός SPI 2-ετίας για τη λήψη μέτρων στα υπόγεια ΥΣ
- Διαχωρισμός υγρών και ξηρών περιόδων από τη διάμεσο (μεσαία τιμή του δείγματος ή ο μέσος όρος των δυο μεσαίων, ανάλογα με το αν έχουμε μονό ή ζυγό αριθμό του δείγματος) η οποία θεωρείται πως έχει πιθανότητα υπέρβασης 50% ή ισοδύναμα περίοδο επαναφοράς 2 ετών (Παράγραφος 5.2.4)
- Υπολογισμός πιθανοτήτων μετάβασης (Παράγραφοι 9.2.2 και 9.3.3)
- Υπολογισμός συντελεστών συσχέτισης βροχόπτωσης και απορροών (Παράγραφοι 9.2.3 και 9.3.1)
- Πρόγνωση δεικτών ξηρασίας SPI και SRI. Εφαρμογή μοντέλου πρόβλεψης δείκτη SPI από συντελεστές συσχέτισης. Υπολογισμός πιθανοτήτων μετάβασης (Κεφάλαιο 10)
- Λήψη μέτρων ανάλογα με τη τιμή του δείκτη του SPI πρόγνωσης (Κεφάλαιο 11)

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΚΟΥΡΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ

- Υπολογισμός SRI Λάδωνα
- Υπολογισμός SRI επιφανειακών υδάτων και πρόβλεψη απορροής

11 ΕΠΙΠΕΔΑ ΕΠΙΦΥΛΑΚΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΡΩΝ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

11.1 Επίπεδα επιφυλακής ξηρασίας

Ένας από τους κύριους στόχους του σχεδίου αντιμετώπισης ξηρασίας – λειψυδρίας είναι η δημιουργία ενός αξιόπιστου συστήματος δεικτών το οποίο θα αντικατοπτρίζει τη χωρική και χρονική διάσταση ενός φαινομένου ξηρασίας – λειψυδρίας και θα αξιολογεί τη σοβαρότητα του φαινομένου.

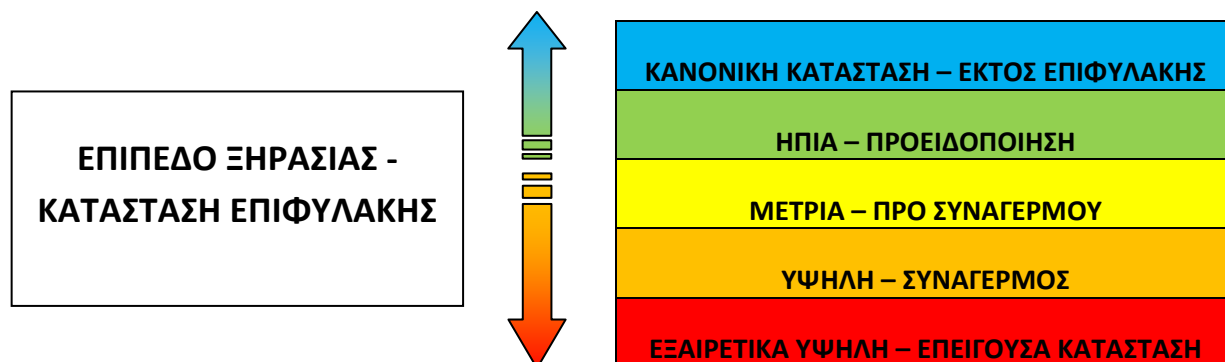
Το σύστημα δεικτών ξηρασίας που χρησιμοποιείται βασίζεται σε υδρολογικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής και επιτρέπει τον προσδιορισμό και πρόγνωση φαινομένων υδρολογικής ξηρασίας. Το σύστημα αυτό των δεικτών είναι χρήσιμο στη διαδικασία λήψης αποφάσεων για τη διαχείριση των υδατικών πόρων στα Υδατικά Διαμερίσματα της περιοχής μελέτης.

Μερικοί από τους δείκτες ξηρασίας που υπολογίστηκαν σε προηγούμενα Κεφάλαια μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη δημιουργία ενός μηχανισμού επιπέδων επιφυλακής από τη ξηρασία. Οι δείκτες που ελήφθησαν υπόψη είναι οι παρακάτω:

- Δείκτης μετεωρολογικής ξηρασίας (SPI)
- Επιφανειακές Απορροές
- Πιεζομετρικά επίπεδα υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα
- Προσδιορισμός παροχών των πηγών
- Προσδιορισμός επιπέδου όγκου ταμιευτήρων (όπου υπάρχουν μετρήσεις πχ Λάδωνας)

Ο κύριος δείκτης για κάθε Διαχειριστική Ενότητα της Πελοποννήσου είναι ο δείκτης SPI των 12 μηνών μετεωρολογικής ξηρασίας, βάση του οποίου επιλέγεται ένα από τα πέντε παραπάνω επίπεδα επιφυλακής. Επικουρικά για τον καθορισμό του επιπέδου επιφυλακής χρησιμοποιούνται και τα δεδομένα των πιεζομετρικών επιπέδων του υπόγειου υδροφορέα, των μετρήσεων παροχών των πηγών και ο δείκτης απορροών.

Από τους παραπάνω επιμέρους δείκτες καθορίζονται τέσσερα επίπεδα επιφυλακής μιας περιοχής για την ξηρασία. Τα επίπεδα επιφυλακής είναι τα εξής:



Σχήμα 11-1. Επίπεδα επιφυλακής για τη ξηρασία - λειψυδρία

Πίνακας 11-1. Αντιστοίχιση δεικτών και ορίων επιφυλακής για τη ξηρασία - λειψυδρία

Επίπεδο Επιφυλακής	Επίπεδο Ξηρασίας	Δείκτης μετεωρολογικής ξηρασίας SPI
Εκτός επιφυλακής	Κανονική Κατάσταση	$SPI > 0.0$
Προειδοποίηση	Ήπια	$0.0 \geq SPI > -1.0$
Προ- συναγερμού	Μέτρια	$-1.0 \geq SPI > -1.5$
Συναγερμός	Υψηλή	$-1.5 \geq SPI > -2.0$
Επείγουσα κατάσταση	Εξαιρετικά υψηλή	$-2.0 \geq SPI$

Η επιλογή των οριακών τιμών για τη παραπάνω ταξινόμηση των επιπέδων επιφυλακής ξηρασίας λαμβάνει υπόψη της, τις απαιτήσεις της Οδηγίας για την ενσωμάτωση μέτρων και δράσεων ανάλογα με τη σημαντικότητα του φαινομένου.

11.2 Συσχέτιση μέτρων και επιπέδων επιφυλακής ξηρασίας

Το πρόγραμμα μέτρων πρέπει να προσαρμόζεται ανάλογα με την κατάσταση επιφυλακής των επεισοδίων ξηρασίας

Κανονική Κατάσταση

Η κατάσταση αυτή αφορά ευρύτερα την διαχείριση των υδατικών πόρων στην οποία εφαρμόζονται στρατηγικά και μακροπρόθεσμα μέτρα. Οι δράσεις σε αυτή την κατάσταση αφορούν τη διαχείριση της ζήτησης του νερού, τα μέτρα αποτελεσματικότητας και επαναχρησιμοποίησης και τα εκπαιδευτικά μέτρα. Όλες οι παραπάνω δέσμες μέτρων που αφορούν την πρόληψη και αντιμετώπιση των φαινομένων ξηρασίας – λειψυδρίας σε κανονική κατάσταση εντάσσονται στο πρόγραμμα μέτρων που έχει συνταχθεί για τα Υδατικά Διαμερίσματα της Πελοποννήσου και εξειδικευμένα για την ξηρασία-λειψυδρία αναφέρονται αναλυτικά στο Κεφάλαιο 11.3 του παρόντος τεύχους.

Ήπια Ξηρασία – Κατάσταση επιφυλακής: Προειδοποίηση

Στην κατάσταση αυτή εξακολουθούν να εφαρμόζεται το πρόγραμμα μέτρων για τη ξηρασία όπως και στην κανονική κατάσταση ωστόσο λαμβάνονται και κάποια επιπλέον μέτρα που σχετίζονται με την ενημέρωση των αρμόδιων αρχών και χρηστών για αυξημένη προσοχή καθώς και μέτρα με βάση τον δείκτη απορροών για την κατάσταση ήπιας ξηρασίας .

Μέτρια Ξηρασία - Κατάσταση επιφυλακής: Προ-συναγερμού

Ο στόχος σε αυτό το επίπεδο επιφυλακής είναι να αποφευχθεί η υποβάθμιση των υδατικών συστημάτων κατά τις απαιτήσεις τις Οδηγίας με παράλληλη ενεργοποίηση των ειδικών μέτρων διαχείρισης της ξηρασίας. Τα μέτρα σε αυτό το επίπεδο επιφυλακής είναι κυρίως μέτρα πληροφόρησης και ελέγχου τήρησης του προγράμματος μέτρων.

Υψηλή Ξηρασία - Κατάσταση επιφυλακής: Συναγερμός

Πρόκειται για μια εντατικοποίηση της προ συναγερμού κατάστασης καθώς η ξηρασία εξελίσσεται και η λήψη έκτακτων μέτρων εφαρμογής με σκοπό την πρόληψη υποβάθμισης των υδατικών πόρων. Η δέσμη αυτή των μέτρων επικεντρώνεται στην εξοικονόμηση νερού. Περιορισμό της ζήτησης μπορεί να εφαρμοστεί ανάλογα με τις κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις και με την

συναίνεση των ενδιαφερόμενων πλευρών. Περιοχές που διαθέτουν υδατικά συστήματα με υψηλή οικολογική κατάσταση θα πρέπει να παρακολουθούνται πιο εντατικά για την πρόληψη της υποβάθμισης της ποιοτικής τους κατάστασης.

Εξαιρετικά Υψηλή Ξηρασία - Κατάσταση επιφυλακής: Επείγουσα κατάσταση

Σε αυτή την κατάσταση, οι προηγούμενες δέσμες μέτρων έχουν εφαρμοστεί αλλά το φαινόμενο ξηρασίας δεν υποχωρεί και οδηγεί σε μια κατάσταση ανεπάρκειας των υδατικών πόρων για την κάλυψη των ελάχιστων απαιτήσεων. Σε μια τέτοια κατάσταση θα πρέπει να ληφθούν πρόσθετα μέτρα για να ελαχιστοποιηθούν οι επιπτώσεις στα υδατικά συστήματα της περιοχής και για την άμβλυνση των επιπτώσεων στην δημόσια ζήτηση νερού. Δεν υπάρχουν μέτρα που μπορεί να εμποδίσουν την επίτευξη των στόχων της Οδηγίας εκτός εάν το φαινόμενο της ξηρασίας γίνεται παρατεταμένο.

Από την ακραία κατάσταση ξηρασίας έως και την κανονική κατάσταση θα πρέπει να διασφαλίζεται η αποκατάσταση των υδατικών συστημάτων όσο το δυνατόν γρηγορότερα.

11.3 Πρόγραμμα πρόσθετων μέτρων πρόληψης και αντιμετώπισης επιπτώσεων από λειψυδρία – ξηρασία

Εκτός από τα βραχυπρόθεσμα μέτρα που έχουν προταθεί στο πρόγραμμα μέτρων των Σχεδίων Διαχείρισης (Παράγραφος 11.5) και αφορούν την επίλυση προβλημάτων που προκύπτουν εξαιτίας της λειψυδρίας/ξηρασίας, προτείνονται και πρόσθετα έκτακτα μέτρα που η εφαρμογή τους είναι άμεση κατά τη διάρκεια των φαινομένων ξηρασίας/λειψυδρίας και αναλυτικά περιγράφονται στις επόμενες παραγράφους της συγκεκριμένης ενότητας.

Τα μέτρα αυτά προϋποθέτουν ενέργειες από αρμόδια τμήματα που προηγούνται και έχουν περιγραφεί σε προηγούμενες παραγράφους όπως :

- Συλλογή μετεωρολογικών και υδρομετρικών δεδομένων (σε τεχνικά έργα, εκβολές ΥΣ, φυσικές και τεχνητές λίμνες, άλλες θέσεις κατά τις ανάγκες)
- Υπολογισμός δεικτών SPI, SRI Κτλ
- Πρόγνωση φαινομένων και δεικτών ξηρασίας/λειψυδρίας
- Κατάταξη φαινομένων λειψυδρίας/ξηρασίας σε επίπεδο επιφυλακής

Πιο συγκεκριμένα προτείνονται:

- **Νέες γεωτρήσεις για περαιτέρω εκμετάλλευση υπόγειου υδάτινου δυναμικού (Ξ.1)**

Κατά τη διάρκεια της ξηρασίας – λειψυδρίας, σε κάποια από τα υπόγεια υδατικά συστήματα, θα μπορούσαν να γίνουν υπεραντλήσεις με ταυτόχρονη υποβάθμιση της καλής ποσοτικής κατάστασης αυτών για την κάλυψη των αυξημένων αναγκών. Εκτιμάται, ότι στις επόμενες χρονιές θα υπάρξει σταδιακή επαναπλήρωση των αφαιρεθέντων από τα μόνιμα αποθέματα ποσοτήτων και τα συστήματα θα καλύψουν την καλή ποσοτική τους κατάσταση.

Η πρακτική αυτή μπορεί να εφαρμοστεί τοπικά στα περισσότερα υπόγεια συστήματα (καρστικά ή κοκκώδη) με εξαίρεση αυτά που βρίσκονται σε κακή ποσοτική κατάσταση και αυτά που είναι

ανοιχτά στη θάλασσα, η αύξηση των αντλήσεων στα οποία θα προκαλέσει είσοδο της θάλασσας και υφαλμυρίσεις.

Μεγαλύτερες επεμβάσεις στα μόνιμα αποθέματα μπορούν να γίνουν στα συστήματα Κανδήλας (στο καρστικό τμήμα του), Γερακίου – Γκοριτσάς, Σκάλας και Σελλασίας - Ζορού. Στα καρστικά συστήματα η επαναπλήρωση θα είναι πλέον άμεση σε σχέση με τα κοκκώδη και ιδιαίτερα σε εκείνα που αναπτύσσονται μερικώς υπό πίεση ή υπό πίεση υπόγειες υδροφορίες. Στα συστήματα αυτά (με ανάπτυξη υπό πίεση οριζόντων) η ανάπτυξη των μικρής διαπερατότητας οριζόντων (άργυλοι, μάργες) δυσκολεύει την άμεση επαναπλήρωση η οποία θα επέλθει σταδιακά σε βάθος χρόνου ανάλογα και με τις συνθήκες τροφοδοσίας των ΥΥΣ.

→ Επίπεδο ξηρασίας εφαρμογής του μέτρου: Μέτρια, υψηλή, εξαιρετικά υψηλή

Πίνακας 11-2. Πίνακας υπόγειων στρατηγικών αποθεμάτων στο Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Πελοποννήσου (ΥΔ03)

A/A	Κωδικός	Ονομασία	Δυνατότητα περαιτέρω εκμετάλλευσης	Δυνατότητα απόληψης από μόνιμα αποθέματα	Προβλήματα υφαλμύρισης
GR30					
1	GR0300010	Σύστημα Κανδήλας	Ναι	Ναι	
2	GR0300030	Σύστημα οροπεδίου Τρίπολης	Τοπικά		
GR31					
1	GR0300020	Σύστημα Αν. Αρκαδίας-Δυτ. Αργολίδας	Τοπικά		Ναι
2	GR0300040	Σύστημα Αργολικού Πεδίου	Όχι		Ναι
3	GR0300050	Σύστημα Μαυροβουνίου - Διδύμων	Τοπικά		Ναι
4	GR0300060	Σύστημα Τροιζηνίας	Όχι		Ναι
5	GR0300070	Σύστημα Ερμιόνης	Τοπικά - Συνδιαχείριση επιφανειακού & υπόγειου νερού*		Ναι
6	GR0300080	Σύστημα Πορτοχελίου	Όχι		Ναι
7	GR0300090	Σύστημα Άστρους	Όχι		Ναι
8	GR0300100	Σύστημα Πάρωννα	Τοπικά		Ναι
9	GR0300110	Σύστημα Ζάρακα – Μονεμβασιάς	Τοπικά		Ναι
10	GR0300120	Σύστημα Νοτιοανατολικής Λακωνίας	Τοπικά		
11	GR0300130	Σύστημα Νεάπολης	Όχι		Ναι
12	GR0300140	Σύστημα Κυθήρων	Τοπικά - Συνδιαχείριση επιφανειακού & υπόγειου νερού*		
13	GR0300150	Σύστημα Ασωπού - Γλυκόβρυσης	Όχι		Ναι
GR33					
1	GR0300160	Σύστημα Γερακίου - Γκοριτσάς	Ναι	Ναι	
2	GR0300170	Σύστημα Έλους – Βασιλοποτάμου	Ναι		

A/A	Κωδικός	Όνομασία	Δυνατότητα περαιτέρω εκμετάλλευσης	Δυνατότητα απόληψης από μόνιμα αποθέματα	Προβλήματα υφαλμύρινσης
3	GR0300180	Σύστημα Σκάλας	Ναι	Ναι	
4	GR0300190	Σύστημα Κροκεών - Γυθείου	Τοπικά - Συνδιαχείριση επιφανειακού & υπόγειου νερού*		Ναι
5	GR0300200	Σύστημα π.Βαρδούνια (π.Πλατύ)	Τοπικά		
6	GR0300210	Σύστημα Σκουταρίου			Ναι
7	GR0300220	Σύστημα Ανατ.Ταυγέτου - Αγ. Μαρίνας	Ναι - Συνδιαχείριση επιφανειακού & υπόγειου νερού *		
8	GR0300230	Σύστημα Ευρώτα	Ναι		
9	GR0300240	Σύστημα Αγ.Πέτρου - Βουτιάνων	Ναι - Συνδιαχείριση επιφανειακού & υπόγειου νερού *		
10	GR0300250	Σύστημα Ζορού - Σελλασίας	Ναι	Ναι	
11	GR0300260	Σύστημα Πελλάνας - Σκορτσινού	Ναι - Συνδιαχείριση επιφανειακού & υπόγειου νερού *		
12	GR0300270	Σύστημα Κολλίνες - Βλαχοκερασιάς	Τοπικά - Συνδιαχείριση επιφανειακού & υπόγειου νερού*		

* Εξαιτίας της ανάπτυξης επιμέρους υδρογεωλογικών λεκανών που εκφορτίζονται μέσω πηγών που τροφοδοτούν

• **Ετοιμότητα λειτουργίας μονάδων αφαλάτωσης (Ξ.2)**

Υπάρχουν περιοχές που εμφανίζουν ελλείμματα νερού για ύδρευση ακόμη και σε κανονικά ή και πλούσια υδρολογικά έτη. Οι περιοχές αυτές είναι πιο ευάλωτες σε βαθμό που ενδέχεται να παρουσιαστούν σοβαρά προβλήματα επάρκειας νερού για ύδρευση κατά τη διάρκεια φαινομένων ξηρασίας/λειψυδρίας. Σε όποια από τις περιοχές αυτές είναι κατασκευασμένη μονάδα αφαλάτωσης, προτείνεται η ενεργοποίησή της ή αύξηση της χρήσης της. Μονάδα αφαλάτωσης στο ΥΔ03 είναι κατασκευασμένη και λειτουργεί στην Μονεμβασιά. Στις περιπτώσεις όπου δεν είναι κατασκευασμένη μονάδα αφαλάτωσης και η εναλλακτική παροχή πόσιμου νερού για τον πληθυσμό (εκμετάλλευση επιφανειακών και υπόγειων υδάτων, μεταφορά πόσιμου νερού, διύλιση αρδευτικού νερού κτλ) δεν επαρκεί ή δεν είναι εφικτή, προτείνεται η υλοποίηση των απαραίτητων ενεργειών ώστε να είναι σε ετοιμότητα και να τίθεται σε λειτουργία, μονάδα αφαλάτωσης (φορητή η μόνιμη), κατάλληλης δυναμικότητας για την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών. Τέτοιες περιοχές στο ΥΔ03 είναι οι περιοχές πέριξ του Αργολικού κόλπου, η Ερμιονίδα, η Τροιζηνία, η Μονεμβασιά, τα Κύθηρα, και τα νησιά Πόρος, Σπέτσες, Ύδρα.

→ Επίπεδο ξηρασίας εφαρμογής του μέτρου: Υψηλή, εξαιρετικά υψηλή. Σε μέτρια ξηρασία ετοιμότητα για την λειτουργία των μονάδων αφαλάτωσης.

• **Μερική λειτουργία ή και παύση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε ΥΗΣ ταμιευτήρων (Ξ.3)**

Ορισμένοι ταμιευτήρες εκτός από τις χρήσεις άρδευσης και ύδρευσης που καλύπτουν, συμβάλλουν και για τη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ΥΗΣ που εκμεταλλεύονται τη δυναμική του νερού που ελευθερώνεται από τους συγκεκριμένους ταμιευτήρες. Κατά τη διάρκεια των φαινομένων λειψυδρίας/ξηρασίας, προτείνεται η μερική ή και η ολική παύση λειτουργίας των συγκεκριμένων ΥΗΣ για τη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με σκοπό την εξοικονόμηση νερού για χρήσεις όπως η ύδρευση και δευτερευόντως η άρδευση. Η απόφαση για την μερική ή ολική παύση λειτουργίας των ΥΗΣ θα λαμβάνεται ανάλογα με τον δείκτη SPI που θα έχει υπολογιστεί. Στο ΥΔ03 δεν υπάρχουν ταμιευτήρες που να διαθέτουν ΥΗΣ.

→ Επίπεδο ξηρασίας εφαρμογής του μέτρου: Υψηλή (μερική λειτουργία ΥΗΣ ταμιευτήρων), εξαιρετικά υψηλή (παύση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΥΗΣ)

- **Μείωση ή και απαγόρευση ορισμένων χρήσεων νερού (Ξ.4)**

Ανάλογα με το επίπεδο και την ένταση της ξηρασίας, κάποιες χρήσεις νερού που δεν είναι άμεσης προτεραιότητας, μπορούν να μετριαστούν ή ακόμα σε περίπτωση επείγουσας κατάστασης, να απαγορευτούν. Τέτοιες χρήσεις νερού είναι το πότισμα των κήπων, το γέμισμα νερού σε πισίνες, ο καθαρισμός – πλύσεις δρόμων, η άρδευση καλλιεργειών υψηλών απαιτήσεων νερού (π.χ. καλλιέργεια ρυζιού) και η χρήση νερού σε γήπεδα γκολφ.

→ Επίπεδο ξηρασίας εφαρμογής του μέτρου: Υψηλή (μείωση κατά 50% νερού που καταναλώνεται για τις συγκεκριμένες χρήσεις), εξαιρετικά υψηλή (απαγόρευση κατανάλωσης νερού για τις παραπάνω χρήσεις).

- **Μείωση του όγκου νερού για αρδευτικούς σκοπούς (Ξ.5)**

Σε περιόδους ξηρασίας/λειψυδρίας λόγω της μείωσης των αποθεμάτων, προτεραιότητα δίνεται στην προμήθεια νερού για την ύδρευση του πληθυσμού. Για το λόγο αυτό, ο όγκος νερού για αρδευτικούς σκοπούς μπορεί να μειωθεί για τα συλλογικά αρδευτικά δίκτυα σε ποσοστό ανάλογα με το επίπεδο επιφυλακής ξηρασίας/λειψυδρίας. Τα συλλογικά αρδευτικά δίκτυα και οι εκτάσεις τους για το ΥΔ03 δίνονται στους παρακάτω πίνακες.

→ Επίπεδο ξηρασίας εφαρμογής του μέτρου: Ήπια (0-25% μείωση στο απολήψιμο νερό για άρδευση), Μέτρια (25-50% μείωση στο απολήψιμο νερό για άρδευση), Υψηλή (50-75% μείωση στο απολήψιμο νερό για άρδευση), εξαιρετικά υψηλή (75% και άνω μείωση στο απολήψιμο νερό για άρδευση)

Λεκάνη απορροής οροπεδίου Τρίπολης (GR30)

Στη ΛΑΠ (GR30) δεν υπάρχουν οργανωμένα συλλογικά αρδευτικά δίκτυα.

Λεκάνη απορροής ρεμάτων Αργολικού Κόλπου (GR31)

Πίνακας 11-3. Καλλιεργήσιμες και αρδευθείσες εκτάσεις συλλογικών δικτύων με τις ετήσιες ανάγκες νερού στη ΛΑΠ Ρεμάτων Αργολικού Κόλπου (GR31)

ΑΡΔΕΥΤΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ	ΠΑΡΟΧΟΣ	ΠΗΓΗ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ	ΑΡΔΕΥΣΙΜΗ ΕΚΤΑΣΗ (στρ)	ΑΡΔΕΥΘΕΙΣΑ ΕΚΤΑΣΗ (στρ)	ΕΤΗΣΙΟ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΝΕΡΟ ΣΕ ΑΡΔΕΥΣΙΜΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ (μ3/ΕΤΟΣ)	ΕΤΗΣΙΟ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΝΕΡΟ ΣΕ ΑΡΔΕΥΘΕΙΣΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ (μ3/ΕΤΟΣ)
ΑΓΙΟΥ ΑΔΡΙΑΝΟΥ-ΡΟΙΝΟΥ	ΤΟΕΒ Αδριανού - Ροεινού	πηγές Κιβερίου (Ανάβαλος)	2.200	2.200	945.299	945.299
ΑΡΓΟΛΙΚΟΥ	ΤΟΕΒ Αργολικού	πηγές Κιβερίου (Ανάβαλος)	2.570	2.570	1.438.935	1.438.935
ΑΣΙΝΗΣ - ΔΡΕΠΑΝΟΥ	ΤΟΕΒ Ασίνης - Δρεπάνου	Ανάβαλος από τα αντλιοστάσια Μιχελάκη και Άριας	9.715	9.000	5.227.256	4.842.543
ΑΤΟΜΙΚΑ - ΠΑΡΑΓΩΓΩΝ	ΓΟΕΒ Αργοναυπλιας	-	750	750	334.019	334.019
ΒΕΛΙΩΝ	ΤΟΕΒ Βελιών	3 γεωτρήσεις και ένα πηγάδι	1.897	1.700	814.058	729.520
ΓΟΥΒΩΝ	ΤΟΕΒ Γουβών	5 γεωτρήσεις	3.045	2.860	1.342.986	1.261.392
ΓΡΙΜΑΡΙΑ	Ομάδα Παραγωγών	πηγές Κιβερίου (Ανάβαλος)	2.000	1.000	951.701	475.851
ΔΑΛΑΜΑΝΑΡΑΣ	Ομάδα Δαλαμανάρας	πηγές Κιβερίου (Ανάβαλος)	3.150	3.150	1.786.655	1.786.655
ΙΡΙΩΝ	ΤΟΕΒ Ιρίων	πηγές Κιβερίου (Ανάβαλος)	19.000	10.000	11.258.383	5.925.465
ΚΕΦΑΛΑΡΙΟΥ	ΤΟΕΒ Κεφαλαρίου Άργους	πηγή Κεφαλαρίου, πηγές Κιβερίου (Ανάβαλος)	11.377	1.500	5.516.483	727.320
ΛΑΛΟΥΚΑ	ΤΟΕΒ Λαλούκα	πηγές Κιβερίου (Ανάβαλος)	2.200	2.200	1.275.776	1.275.776
ΝΕΑΣ ΕΠΙΔΑΥΡΟΥ	Δημοτική ενότητα Επιδαύρου	γεωτρήσεις	1.100	1.100	463.156	463.156
ΝΕΑΣ ΚΙΟΥ	ΤΟΕΒ Νέας Κίου	πηγές Κιβερίου (Ανάβαλος)	1.200	1.200	567.494	567.494
ΝΕΑΣ ΤΙΡΥΝΘΑΣ	ΤΟΕΒ Νέας Τίρυνθας	πηγές Κιβερίου (Ανάβαλος)	7.200	7.200	3.377.865	3.377.865
ΠΑΝΑΡΙΤΗ	ΤΟΕΒ Παναρίτη	πηγές Κιβερίου (Ανάβαλος)	1.390	1.390	778.257	778.257
ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΝΑΥΠΛΙΟΥ	ΤΟΕΒ Περιοχής Ναυπλίου	πηγές Κιβερίου (Ανάβαλος)	5.264	3.500	2.610.716	1.735.848
ΠΟΥΛΑΚΙΔΑΣ - ΜΑΝΕΣΗ	ΤΟΕΒ Πουλακίδας Μάνεση	πηγές Κιβερίου (Ανάβαλος)	2.750	2.750	1.533.541	1.533.541
ΠΥΡΓΕΛΑΣ	ΤΟΕΒ Πυργέλας	πηγές Κιβερίου (Ανάβαλος)	1.500	1.500	637.386	637.386
ΧΑΛΕΠΑ	Ομάδα Παραγωγών	-	190	190	89.845	89.845

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ΑΡΔΕΥΤΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ	ΠΑΡΟΧΟΣ	ΠΗΓΗ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ	ΑΡΔΕΥΣΙΜΗ ΕΚΤΑΣΗ (στρ)	ΑΡΔΕΥΘΕΙΣΑ ΕΚΤΑΣΗ (στρ)	ΕΤΗΣΙΟ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΝΕΡΟ ΣΕ ΑΡΔΕΥΣΙΜΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ (μ3/ΕΤΟΣ)	ΕΤΗΣΙΟ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΝΕΡΟ ΣΕ ΑΡΔΕΥΘΕΙΣΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ (μ3/ΕΤΟΣ)
ΣΥΝΟΛΟ			78.498	55.760	40.949.812	28.926.167

Λεκάνη Απορροής Ποταμού Ευρώτα (GR33)

Πίνακας 11-4. Καλλιεργήσιμες και αρδευθείσες εκτάσεις συλλογικών δικτύων με τις ετήσιες ανάγκες νερού στη ΛΑΠ Ευρώτα (GR33)

ΑΡΔΕΥΤΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ	ΠΑΡΟΧΟΣ	ΠΗΓΗ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ	ΑΡΔΕΥΣΙΜΗ ΕΚΤΑΣΗ (στρ)	ΑΡΔΕΥΘΕΙΣΑ ΕΚΤΑΣΗ (στρ)	ΕΤΗΣΙΟ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΝΕΡΟ ΣΕ ΑΡΔΕΥΣΙΜΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ (μ3/ΕΤΟΣ)	ΕΤΗΣΙΟ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΝΕΡΟ ΣΕ ΑΡΔΕΥΘΕΙΣΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ (μ3/ΕΤΟΣ)
ΑΜΥΚΛΩΝ	ΤΟΕΒ Αμυκλών	5 γεωτρήσεις και ένα πηγάδι	1.953	1.876	946.792	909.463
ΑΝΩΓΕΙΩΝ	Επιτροπή Διοίκησης Έργου	γεωτρήσεις και πηγές	4.600	1.980	1.988.997	856.134
ΚΑΛΥΒΙΩΝ ΣΟΧΑΣ	ΤΟΕΒ Καλυβίων Σόχας	3 γεωτρήσεις και πηγή Λόγγα	2.500	2.500	1.064.382	1.064.382
ΚΟΝΙΔΙΤΣΑΣ	Επιτροπή Διοίκησης Έργου	γεωτρήσεις Ζορού και Σεντενίκου	1.324	440	569.222	189.168
ΜΑΓΟΥΛΑΣ	ΤΟΕΒ Μαγούλας	2 γεωτρήσεις	2.282	1.507	1.120.373	739.878
ΞΗΡΟΚΑΜΠΙΟΥ	ΤΟΕΒ Ξηροκαμπίου	ρ. Φτερωτή και γεώτρηση παροχής 150 μ ³ /ωρ που βρίσκεται κοντά στο ρ. Φτερωτής	3.500	1.358	1.503.570	583.385
ΠΑΛΑΙΟΠΑΝΑΓΙΑΣ	Επιτροπή Διοίκησης Έργου	πηγή Μπολιάνα	4.700	3.451	2.077.727	1.525.582
ΠΕΛΛΑΝΑΣ	Επιτροπή Διοίκησης Έργου	2 γεωτρήσεις	1.850	600	746.242	242.025
ΣΕΛΛΑΣΙΑΣ	Επιτροπή Διοίκησης Έργου	πηγή Βιβάρι	1.600	400	663.613	165.903
ΤΡΙΝΑΣΟΥ	ΤΟΕΒ Τρινάσου	-	18.660	14.100	11.520.954	8.705.544
Φ. ΖΑΧΑΡΙΑ	ΤΟΕΒ Φ. Ζαχαριά	ποταμός Ευρώτας	1.884	807	943.762	404.255
ΣΥΝΟΛΟ			44.853	29.019	23.145.635	15.385.718

• **Μεταφορά νερού (Ξ.6)**

Στα επίπεδα επιφυλακής «συναγερμού» και «επείγουσας κατάστασης» των φαινομένων λειψυδρίας/ξηρασίας προτείνεται ως μέτρο η μεταφορά υδατικών πόρων μέσω βυτιοφόρων ή караβιών (πλέον των μεταφορών που γίνονται στην κανονική κατάσταση) μέσα στην ΛΑΠ ή στο ΥΔ

από περιοχές με πλεόνασμα εκμεταλλεύσιμων υδατικών πόρων για ύδρευση σε περιοχές που εμφανίζονται ελλείμματα πόσιμου νερού.

→ Επίπεδο ξηρασίας εφαρμογής του μέτρου: Υψηλή και εξαιρετικά υψηλή

- **Μείωση οικολογικής παροχής (Ξ.7)**

Στα επίπεδα επιφυλακής «συναγερμού» και «επείγουσας κατάστασης» των φαινομένων λειψυδρίας/ξηρασίας προτείνεται μειωμένη οικολογική παροχή σε σχέση με εκείνη που ορίζει το ΕΠΣΧΑΑ-ΑΠΕ (30% της μέσης παροχής των θερινών μηνών Ιουνίου - Ιουλίου – Αυγούστου ή 50% της μέσης παροχής του μηνός Σεπτεμβρίου ή 30 lt/sec σε κάθε περίπτωση) στα ποτάμια ΥΣ με σκοπό την εξυπηρέτηση αναγκών ύδρευσης.

Η μείωση της οικολογικής παροχής έχει ως αποτέλεσμα την υποβάθμιση των οικοσυστημάτων που βρίσκονται κατόπιν των έργων και τα οποία κινδυνεύουν ακόμα και με αφανισμό στην περίπτωση που δεν ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα. Για τον μετριασμό των επιπτώσεων προτείνεται η εφαρμογή του μέτρου μόνο σε συστήματα τα οποία χρησιμοποιούνται για ύδρευση και εφόσον μπορεί να διασφαλιστεί ότι ο μετριασμός της παροχής δεν θα οδηγήσει σε εξαφάνιση κάποιου σημαντικού οικοσυστήματος. Επιπλέον, από το παρόν μέτρο θα πρέπει να εξαιρεθούν συστήματα τα οποία σχετίζονται άμεσα με τη διαβίωση ειδών τα οποία έχουν χαρακτηριστεί ως είδη υπό εξαφάνιση.

→ Επίπεδο ξηρασίας εφαρμογής του μέτρου: Υψηλή και εξαιρετικά υψηλή

- **Αναστολή ισχύος περιβαλλοντικών όρων για ύδρευση (Ξ.8)**

Στα επίπεδα επιφυλακής «συναγερμού» και «επείγουσας κατάστασης» των φαινομένων λειψυδρίας/ξηρασίας προτείνεται η προσωρινή αναστολή ή ο περιορισμός των περιβαλλοντικών απαιτήσεων των σχεδίων διαχείρισης της Οδηγίας 60/2000/ΕΚ για εκείνα τα ΥΣ που προορίζονται αποκλειστικά για χρήση ύδρευσης. Στα υπόλοιπα επίπεδα επιφυλακής λειψυδρίας/ξηρασίας θα πρέπει να γίνονται όλες οι απαραίτητες δράσεις/ενέργειες για την επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων της Οδηγίας π.χ. αποφυγή χρήσης των ελάχιστων ποσοτήτων νερού στους ταμιευτήρες που είναι σε κίνδυνο ή παρουσιάζουν ευτροφισμό.

→ Επίπεδο ξηρασίας εφαρμογής του μέτρου: Υψηλή και εξαιρετικά υψηλή

- **Αύξηση των ελέγχων απόληψης νερού (Ξ.9)**

Προτείνεται η αύξηση του ελέγχου των απολήψεων νερού με σκοπό να ενισχυθεί η επιτήρηση και η επιβολή κυρώσεων μέσα από επιλεκτική παρακολούθηση των αποθεμάτων νερού. Οι έλεγχοι στις ποσότητες του νερού θα γίνονται ανάλογα με τον δείκτη μετεωρολογικής ξηρασίας (SPI) και της συσχέτισής του με τις απορροές σε κάθε ΛΑΠ.

→ Επίπεδο ξηρασίας εφαρμογής του μέτρου: Ήπια, Μέτρια, Υψηλή και εξαιρετικά υψηλή

- **Προστασία πανίδας (Ξ.10)**

Στα επίπεδα επιφυλακής «συναγερμού» και «επείγουσας κατάστασης» των φαινομένων λειψυδρίας/ξηρασίας προτείνεται η μεταφορά των απειλούμενων με εξαφάνιση ειδών πανίδας και δημιουργία ειδικών ζωνών για τη διατήρηση των υδρόβιων ειδών

→ Επίπεδο ξηρασίας εφαρμογής του μέτρου: εξαιρετικά υψηλή

• **Επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων λυμάτων (Ξ.11)**

Διερεύνηση για επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων λυμάτων ως αρδευτικό νερό από τις ΕΕΛ του ΥΔ03 και κυρίως της ΛΑΠ 31 όπου εμφανίζεται η μεγαλύτερη τρωτότητα σε φαινόμενα ξηρασίας/λειψυδρίας.

→ Επίπεδο ξηρασίας εφαρμογής του μέτρου: ήπια, μέτρια, υψηλή, εξαιρετικά υψηλή

Πίνακας 11-5. Αντιστοίχιση κατάστασης επιφυλακής και πρόσθετων έκτακτων μέτρων για τη λειψυδρία/ξηρασία

Επίπεδο Επιφυλακής	Επίπεδο Ξηρασίας	Μέτρα
Προειδοποίηση	Ήπια $0.0 \geq SPI > -1.0$	<ul style="list-style-type: none"> • Εκπαιδευτικά μέτρα (ΞΕ.1, ΞΕ.2, ΞΕ.4, ΞΕ.5) • Μείωση του όγκου νερού για αρδευτικούς σκοπούς (Ξ.5) κατά 0-25% • Αύξηση των ελέγχων απόληψης νερού (Ξ.9) • Επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων λυμάτων (Ξ.11)
Προ - συναγερμού	Μέτρια $-1.0 \geq SPI > -1.5$	<ul style="list-style-type: none"> • Εκπαιδευτικά μέτρα (ΞΕ.1, ΞΕ.2, ΞΕ.4, ΞΕ.5, ΞΕ.6) • Νέες γεωτρήσεις για περαιτέρω εκμετάλλευση υπόγειου υδάτινου δυναμικού (Ξ.1) • Ετοιμότητα μονάδων αφαλάτωσης (Ξ.2) • Μείωση του όγκου νερού για αρδευτικούς σκοπούς (Ξ.5) κατά 25-50% • Αύξηση των ελέγχων απόληψης νερού (Ξ.9) • Επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων λυμάτων (Ξ.11)
Συναγερμός	Υψηλή $-1.5 \geq SPI > -2.0$	<ul style="list-style-type: none"> • Εκπαιδευτικά μέτρα (ΞΕ.1, ΞΕ.2, ΞΕ.3, ΞΕ.4, ΞΕ.5, ΞΕ.6) • Νέες γεωτρήσεις για περαιτέρω εκμετάλλευση υπόγειου υδάτινου δυναμικού (Ξ.1) • Λειτουργία μονάδων αφαλάτωσης (Ξ.2) • Μερική λειτουργία κατά 50% παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε ΥΗΣ ταμιευτήρων (Ξ.3) • Μείωση κατά 50% ορισμένων χρήσεων νερού (Ξ.4) • Μείωση του όγκου νερού για αρδευτικούς σκοπούς (Ξ.5) κατά 50-75% • Μεταφορά νερού (Ξ.6) • Μείωση οικολογικής παροχής (Ξ.7) • Αναστολή ισχύος περιβαλλοντικών όρων για ύδρευση (Ξ.8) • Αύξηση των ελέγχων απόληψης νερού (Ξ.9) • Προστασία πανίδας (Ξ.10) • Επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων λυμάτων (Ξ.11)

Επίπεδο Επιφυλακής	Επίπεδο Ξηρασίας	Μέτρα
Επείγουσα κατάσταση	Εξαιρετικά υψηλή -2.0 ≥ SPI	<ul style="list-style-type: none"> • Εκπαιδευτικά μέτρα (ΞΕ.1, ΞΕ.2, ΞΕ.3, ΞΕ.4, ΞΕ.5, ΞΕ.6) • Νέες γεωτρήσεις για περαιτέρω εκμετάλλευση υπόγειου υδάτινου δυναμικού (Ξ.1) • Λειτουργία μονάδων αφαλάτωσης (Ξ.2) • Παύση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε ΥΗΣ ταμειυτήρων (Ξ.3) • Απαγόρευση ορισμένων χρήσεων νερού (Ξ.4) • Μείωση του όγκου νερού για αρδευτικούς σκοπούς (Ξ.5) κατά 75-100% • Μεταφορά νερού (Ξ.6) • Μείωση οικολογικής παροχής (Ξ.7) • Αναστολή ισχύος περιβαλλοντικών όρων για ύδρευση (Ξ.8) • Αύξηση των ελέγχων απόληψης νερού (Ξ.9) • Προστασία πανίδας (Ξ.10) • Επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων λυμάτων (Ξ.11)

11.4 Πρόσθετα μέτρα εκπαίδευσης και ενημέρωσης πρόληψης και αντιμετώπισης επιπτώσεων από λειψυδρία - ξηρασία

Στο πλαίσιο εφαρμογής των βασικών μέτρων και συγκεκριμένα στα μέτρα για την προώθηση αποδοτικής και αειφόρου χρήσης του νερού, ώστε να αποφευχθεί η απόκλιση από τους περιβαλλοντικούς στόχους του Άρθρου 4 της οδηγίας, προβλέπεται ως εκπαιδευτικό μέτρο η οργάνωση ενημερωτικών ημερίδων, για θέματα νέων τεχνολογιών, σύγχρονων καλλιεργητικών τεχνικών, θεμάτων προστασίας περιβάλλοντος, ευφορίας των γεωργικών εδαφών κ.λπ.

Η οργάνωση των ημερίδων, προτείνεται να είναι δύο στο έτος, και να γίνονται με ευθύνη των Περιφερειακών Υπηρεσιών Αγροτικής Οικονομίας και Κτηνιατρικής, με προσκεκλημένους ομιλητές υπηρεσιακούς Γεωπόνους, Κτηνιάτρους, Καθηγητές Γεωπονικών Επιστημών, Βιολόγους, Τεχνικούς εταιριών εμπορίας γεωργικών εφοδίων, γεωργικών μηχανημάτων, εδαφολόγους κ.α. Το προτεινόμενο μέτρο, στοχεύει να ευαισθητοποιήσει τους παραγωγούς και να τους ενθαρρύνει στην υιοθέτηση βέλτιστων πρακτικών που θα διευκολύνουν τους ίδιους στην άσκηση της δραστηριότητάς τους, θα βελτιώσουν την παραγωγικότητα και αποδοτικότητα των γεωργικών εκμεταλλεύσεών τους, αναδεικνύοντας παράλληλα την αναγκαιότητα της προστασίας του αγροτικού περιβάλλοντος και της διατήρησης της ευφορίας των γεωργικών εδαφών και της αειφόρου χρήσης των φυσικών πόρων. Ο χρόνος προετοιμασίας των εκπαιδευτικών αυτών ημερίδων κρίνεται άμεσος, η δραστηριότητα του μέτρου μεσαία, το κόστος προσδιορίζεται έως το 2015 σε 15.000€ και το κόστος λειτουργίας μηδενικό. Η αρμόδια αρχή για την εφαρμογή αυτού του εκπαιδευτικού μέτρου είναι η Περιφέρεια (Δ/νση Αγροτικής Οικονομίας / Τμήμα Φυτικής και Ζωικής Παραγωγής).

Πρόσθετα εκπαιδευτικά μέτρα που θα μπορούσαν να εφαρμοστούν με στόχο την ευαισθητοποίηση του κοινού για την πρόληψη ή την αντιμετώπιση των επιπτώσεων από φαινόμενα λειψυδρίας και ξηρασίας είναι τα εξής:

- Εκπαίδευση των μαθητών στα πλαίσια του σχολείου για την εξοικονόμηση νερού μέσα από καθημερινές πρακτικές (ΞΕ.1)
- Εκπαίδευση για την εξοικονόμηση των ομβρίων υδάτων σε επίπεδο κατοικίας μέσω φυλλαδίων, ειδικών περιπτέρων για την εξοικονόμηση νερού, διαδικτύου κλπ με στόχο την ευαισθητοποίηση του κοινού σε προτάσεις διαχείρισης (ΞΕ.2)
- Ενημέρωση σε ξενοδοχειακές μονάδες. Καμπάνια εξοικονόμησης νερού από τους τουρίστες και επισκέπτες των ξενοδοχείων (ΞΕ.3)
- Ενημέρωση μικρών και μεσαίων επιχειρήσεων σχετικά με την εξοικονόμηση νερού και καθιέρωση απονομής βραβείου περιβαλλοντικής συνείδησης σε επιχειρήσεις που προστατεύουν ποιοτικά και ποσοτικά τους υδάτινους πόρους (ΞΕ.4)
- Δημιουργία ιστοσελίδας «υδατικής συνείδησης» όπου θα παρέχονται πληροφορίες σε κάθε ενδιαφερόμενο (ΞΕ.5):
 - Επιμόρφωση σχετικά με νομοθεσία που διέπει τα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα
 - Ειδικά μέτρα εξοικονόμησης νερού για κάθε κατηγορία χρηστών: αγρότες, κτηνοτρόφους, επιχειρήσεις, πολίτες, δημόσιους φορείς κλπ
 - Πρόγραμμα εκδηλώσεων και ημερίδων που σχετίζονται με την εξοικονόμηση των υδατικών πόρων.
- Τηλεοπτικές εκπομπές και διαφημιστικά σποτ ευαισθητοποίησης και ενημέρωσης της επάρκειας των υδατικών πόρων σε τοπικό και εθνικό επίπεδο και των σημαντικότερων μέτρων εξοικονόμησής τους (ΞΕ.6).

11.5 Ενέργειες πρόληψης και αντιμετώπισης επιπτώσεων από λειψυδρία - ξηρασία μέσα από το πρόγραμμα βασικών και συμπληρωματικών μέτρων των Σχεδίων Διαχείρισης

Στις επόμενες παραγράφους αναλύονται οι ενέργειες/δράσεις που επιδρούν στην πρόληψη ή και αντιμετώπιση επιπτώσεων από φαινόμενα λειψυδρίας-ξηρασίας μέσα από το πρόγραμμα βασικών και συμπληρωματικών μέτρων που συντάσσεται στο παρών Διαχειριστικό Σχέδιο για τα 3 Υδατικά Διαμερίσματα της Πελοποννήσου. Οι κωδικοί των παρακάτω ενεργειών/δράσεων ταυτίζονται με του κωδικούς που αναγράφονται στην κατάρτιση του προγράμματος μέτρων ενώ η πλήρης ανάλυση των μέτρων αυτών βρίσκεται στο Παραδοτέο 13 το παρόντος Σχεδίου Διαχείρισης.

11.5.1 Μέτρα για την εφαρμογή της Κοινοτικής και Εθνικής νομοθεσίας για την προστασία των υδάτων σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ

Οδηγία για την προστασία υπογείων υδάτων (2006/118/ΕΚ) όπως ενσωματώθηκε με ΚΥΑ 39626/2208/Ε130/2009 (ΦΕΚ Β' 2075) και οι απαιτήσεις Άρθρου 14 του Π.Δ 51/2007

- Αναμόρφωση του δικτύου παρακολούθησης των ΥΥΣ σύμφωνα με τη τελική οριοθέτηση τους και την ποιοτική και ποσοτική τους κατάσταση.

Με βάση την οριοθέτηση των υπογείων υδατικών συστημάτων που πραγματοποιήθηκε και σε σχέση με τους κινδύνους που διατρέχουν αυτά να μην επιτευχθεί η καλή ποσοτική ή/και χημική τους κατάσταση, προτείνεται να συμπληρωθεί και να επικαιροποιηθεί το υφιστάμενο δίκτυο παρακολούθησης (εποπτικής και επιχειρησιακής) των υπογείων (ΚΥΑ 140384, ΦΕΚ 2017Β/2011) με

σκοπό να καλυφθούν οι στόχοι της οδηγίας για όλα τα συστήματα. Με την αναμόρφωση του δικτύου παρακολούθησης θα διαμορφωθεί μια ολοκληρωμένη εικόνα για την ποσότητα και την ποιότητα των αποθεμάτων νερού στα ΥΥΣ έτσι ώστε να γίνεται ορθότερη διαχείρισή τους σε περιόδους ξηρασίας και λειψυδρίας.

Οδηγίες για το πόσιμο νερό (80/778/ΕΟΚ, 98/83/ΕΚ) όπως έχουν ενσωματωθεί με τις ΚΥΑ Α5/288/1986 (Β' 379), ΚΥΑ Υ2/2600/2001 (Β' 892) και ΚΥΑ ΔΥΓ2/Γ.Π. οικ. 38295/2007 (Β' 630)

- **Συμπλήρωση δικτύου παρακολούθησης σε όλα τα υδατικά συστήματα υδροληψίας που εντάσσονται στο Μητρώο Προστατευόμενων Περιοχών**

Στα υδατικά συστήματα υδροληψίας που εντάσσονται στο μητρώο προστατευόμενων περιοχών προτείνεται να συμπληρωθεί και να επικαιροποιηθεί το υφιστάμενο δίκτυο παρακολούθησης (εποπτικής και επιχειρησιακής) (ΚΥΑ 140384, ΦΕΚ 2017Β/2011) με σκοπό να καλυφθούν οι στόχοι της οδηγίας. Οι μετρήσεις ποσοτήτων νερού στα ΥΣ υδροληψίας θα αποτελέσει βασικό στοιχείο ορθότερης διαχείρισής του σε περιόδους λειψυδρίας-ξηρασίας.

Οδηγία για την επεξεργασία αστικών λυμάτων (91/271/ΕΟΚ), όπως ενσωματώθηκε με την ΚΥΑ 5673/400/97 (ΦΕΚ 192Β)

- **Ολοκλήρωση απαιτούμενων έργων συλλογής και επεξεργασίας. Εφαρμογή της Οδηγίας για την επεξεργασία αστικών λυμάτων (91/271/ΕΟΚ), όπως ενσωματώθηκε με την ΚΥΑ 5673/400/97 (ΦΕΚ 192Β)**

Η Οδηγία 91/271/ΕΟΚ αφορά τη συλλογή, την επεξεργασία και την απόρριψη αστικών λυμάτων και την επεξεργασία και την απόρριψη λυμάτων από ορισμένους βιομηχανικούς τομείς. Σκοπός της οδηγίας είναι η προστασία του περιβάλλοντος από τις αρνητικές επιπτώσεις της απόρριψης αυτών των λυμάτων. Ένας από τους στόχους της 91/271 είναι και η προώθηση της επαναχρησιμοποίησης κατά το δυνατόν των επεξεργασμένων λυμάτων για άρδευση. Το γεγονός αυτό παράλληλα με την βελτίωση της ποιοτικής κατάστασης των υδάτων-αποδεκτών αστικών λυμάτων λόγω κατασκευής ΕΕΛ, θα συμβάλει στην αύξηση του εκμεταλλεύσιμο υδάτινου δυναμικού που θα συμβάλει στην πρόληψη ή και περιορισμό των επιπτώσεων από φαινόμενα ξηρασίας.

11.5.2 Άλλα Βασικά Μέτρα πρόληψης και αντιμετώπισης επιπτώσεων φαινομένων λειψυδρίας-ξηρασίας

Μέτρα για την εφαρμογή της ανάκτησης κόστους. Προτείνονται μέτρα που κρίνονται κατάλληλα για τους σκοπούς του Άρθρου 9 της Οδηγίας και του άρθρου 8 του Π.Δ 51/2007

- **Κωδ. ΟΜ04-1: Προσαρμογή τιμολογιακής πολιτικής ώστε με ευέλικτο και αποτελεσματικό τρόπο να υπηρετεί ως κύρια στόχευση την περιβαλλοντική αειφορία και την αποφυγή σπατάλης νερού**

Ένας από τους στόχους της διαμόρφωσης και της εφαρμογής ενιαίας τιμολογιακής πολιτικής για το νερό ύδρευσης είναι ο περιορισμός της σπατάλης του. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να εξασφαλίζονται αφενός επαρκή αποθέματα πόσιμου νερού και αφετέρου να επιτυγχάνεται ένας ελεγχόμενος ρυθμός μείωσης των διαθέσιμων ποσοτήτων σε περίπτωση φαινομένων λειψυδρίας – ξηρασίας.

Μέτρα για την προώθηση αποδοτικής και αειφόρου χρήσης του νερού, ώστε να αποφευχθεί η απόκλιση από τους περιβαλλοντικούς στόχους του Άρθρου 4 της οδηγίας.

- **Κωδ. ΟΜ05-2: Κατάρτιση θεσμικού πλαισίου και προγράμματος μέτρων για την κατ' οίκον εξοικονόμηση νερού**

Στο πλαίσιο του έργου «Τεχνική Υποστήριξη της Ειδικής Γραμματείας Υδάτων για την Κατάρτιση Προγράμματος Μέτρων και Θεσμικού Πλαισίου για την κατ' οίκον εξοικονόμηση νερού» που χρηματοδοτήθηκε από το ΕΠΠΕΡΑΑ διερευνήθηκαν οι δυνατότητες εξοικονόμησης νερού σε κατοικίες. Εφαρμόζοντας πρόγραμμα εξοικονόμησης νερού κατ' οίκον, επιτυγχάνεται η προώθηση νέων τεχνολογιών για την επαναχρησιμοποίηση των υδάτων και την εξοικονόμηση νερού. Η σχετική μελέτη, που ολοκληρώθηκε, έδειξε ότι απλές παρεμβάσεις στον εξοπλισμό ενός νοικοκυριού μπορούν να επιτύχουν σημαντική εξοικονόμηση νερού. Θα μπορούσαν να επιτύχουν εξοικονόμηση νερού σε μεμονωμένα νοικοκυριά κατά τουλάχιστον 30% και συνολικά κατά περίπου 10%.

- **Κωδ. ΟΜ05-3: Έργα Αποκατάστασης / Ενίσχυσης υφιστάμενου δικτύου ύδρευσης**
- **Κωδ. ΟΜ05-4: Δράσεις εκσυγχρονισμού της λειτουργίας των δικτύων ύδρευσης των μεγάλων πολεοδομικών συγκροτημάτων του ΥΔ. Έλεγχοι Διαρροών**

Το μέτρο αφορά στην αποκατάσταση παλαιών φθαρμένων αγωγών ύδρευσης και στην ενίσχυση του εξωτερικού υδραγωγείου ύδρευσης για την κάλυψη αυξημένης ζήτησης σε υδρευτικές ανάγκες. Ορισμένα έργα που αφορούν στην βελτίωση / επέκταση δικτύου ύδρευσης σε νέους οικισμούς ή διαρκώς αναπτυσσόμενους Δήμους έχουν ήδη ενταχθεί στο ΕΠΠΕΡΑΑ. Οι κάθε είδους διαρροές λόγω ελαττωματικών συνδέσεων ή φθορών στους αγωγούς μεταφοράς είναι ένας βασικός παράγοντας σπατάλης του νερού και περιορίζοντάς τες, εξοικονομούνται σημαντικά αποθέματα νερού ιδιαίτερα για τις περιόδους που επικρατούν συνθήκες λειψυδρίας / ξηρασίας.

- **Κωδ. ΟΜ05-5: Αναδιοργάνωση / Εξορθολογισμός του θεσμικού πλαισίου λειτουργίας φορέων διαχείρισης συλλογικών δικτύων άρδευσης**

Το πλαίσιο λειτουργίας των Οργανισμών Εγγείων Βελτιώσεων θεσμοθετήθηκε το 1958 και στην πορεία τροποποιήθηκε/συμπληρώθηκε με σειρά νομοθετημάτων. Το μέτρο αναφέρεται στη διαμόρφωση προτάσεων και θεσμικών τροποποιήσεων σχετικών με την αναβάθμιση της λειτουργίας και την πλήρη διευκρίνιση του θεσμικού πλαισίου των ΤΟΕΒ/ΓΟΕΒ, έτσι ώστε να βελτιωθεί ουσιαστικά η διαχείριση της άρδευσης που αποτελεί και τον μεγαλύτερο χρήστη/καταναλωτή νερού σε σχέση με άλλες χρήσεις. Η σωστή διαχείριση του νερού άρδευσης θα συμβάλει σε περιόδους ξηρασίας/λειψυδρίας σε όσο το δυνατόν λιγότερο δυσμενείς συνέπειες για τις καλλιέργειες.

- **Κωδ. ΟΜ05-6: Ενίσχυση δράσεων περιορισμού των απωλειών στα συλλογικά δίκτυα άρδευσης.**

Απαιτείται:

1) να βελτιστοποιείται το πρόγραμμα άρδευσης με συνεργασία ΤΟΕΒ – καλλιεργητών ώστε αποφεύγεται το πότισμα κατά τις ώρες της ημέρας με πολύ υψηλή θερμοκρασία. Στο πλαίσιο αυτό

ο διαχειριστής του συλλογικού δικτύου κατά την έναρξη της αρδευτικής περιόδου θα καταρτίζει πρόγραμμα άρδευσης το οποίο θα κοινοποιεί στην αρμόδια Δ/νση Υδάτων

2) να συντηρούνται με φροντίδα της Περιφέρειας συνεχώς σε καλό επίπεδο τα έργα μεταφοράς νερού.

Μέτρα για την ικανοποίηση του Άρθρου 7 της Οδηγίας και του Άρθρου 7 του Π.Δ 51/2007 συμπεριλαμβανομένων μέτρων για διασφάλιση της ποιότητας του νερού ώστε να μειωθούν οι απαιτήσεις καθαρισμού του, προς παραγωγή πόσιμου νερού και προτάσεων για τον καθορισμό ζωνών ασφαλείας για τα υδατικά αυτά συστήματα.

- **Κωδ. ΟΜ06-1:** Σύνταξη / Επικαιροποίηση Γενικών Σχεδίων Ύδρευσης (Masterplan) από τις ΔΕΥΑ.

Σύνταξη γενικών σχεδίων ύδρευσης όπου θα εντοπίζονται οι υδάτινοι πόροι που θα καλύψουν τις ανάγκες ύδρευσης σε μεσοπρόθεσμη και μακροπρόθεσμη προοπτική, θα υιοθετούνται εγκαίρως τα κατάλληλα μέτρα προστασίας και θα σχεδιάζονται τα απαραίτητα εξωτερικά υδραγωγεία σε προκαταρκτικό επίπεδο.

- **Κωδ. ΟΜ06-2:** Προστασία υδροληπτικών έργων επιφανειακών υδάτων
- **Κωδ. ΟΜ06-3:** Λεπτομερής οριοθέτηση ζωνών προστασίας σημείων υδροληψίας υπόγειου νερού (πηγές, γεωτρήσεις) για απολήψεις νερού ύδρευσης >1.000.000m³ ετησίως.
- **Κωδ. ΟΜ06-4:** Ορισμός ζωνών προστασίας έργων υδροληψίας για άντληση πόσιμου ύδατος
- **Κωδ. ΟΜ06-5:** Απαγόρευση κατασκευής νέων υδροληπτικών έργων υπόγειων υδάτων (γεωτρήσεις, πηγάδια κλπ) για νέες χρήσεις νερού καθώς και της επέκτασης αδειών υφιστάμενων χρήσεων νερού:
 - Σε περιοχές ΥΥΣ με κακή ποσοτική κατάσταση
 - Εντός των ζωνών των συλλογικών αρδευτικών δικτύων
 - Στις ζώνες προστασίας (I και II) των έργων υδροληψίας για άντληση πόσιμου ύδατος.
- **Κωδ. ΟΜ06-6:** Προστασία ΥΥΣ που εντάσσονται στο μητρώο προστατευόμενων περιοχών πόσιμου ύδατος και καθορισμός θεσμικού πλαισίου προστασίας.

Με όλα τα παραπάνω μέτρα εξασφαλίζεται τόσο η καλή ποιότητα όσο και κατ' επέκταση η επαρκής ποσότητα νερού που αντλείται για ύδρευση. Συνεπώς αποσκοπούν στην προστασία των αποθεμάτων νερού που σε περίπτωση λειψυδρίας και ξηρασίας θα κληθούν να καλύψουν τις υδρευτικές ανάγκες του πληθυσμού

- **Κωδ. ΟΜ06-7:** Διερεύνηση των συνθηκών εφαρμογής τεχνητών εμπλουτισμών υπόγειων υδροφόρων συστημάτων ως μέσο ποσοτικής ενίσχυσης και ποιοτικής προστασίας των ΥΥΣ.

Ο τεχνητός εμπλουτισμός των υπόγειων υδροφόρων αποτελεί βασικό εργαλείο για την αντιμετώπιση προβλημάτων ποσοτικής μείωσης ή ποιοτικής υποβάθμισης των ΥΥΣ που προκαλούνται από πιέσεις στα υπόγεια νερά όπως υπεραντλήσεις, ρυπάνσεις, κλπ. Πρόκειται για δράση με περιβαλλοντική διάσταση διότι αξιοποιεί τις φυσικές υπόγειες δεξαμενές που

διαμορφώνονται στο υπέδαφος για αποθήκευση νερού καλής ποιότητας κατά τη χειμερινή περίοδο ώστε να είναι διαθέσιμες για χρήση κατά τη θερινή περίοδο των αυξημένων απαιτήσεων.

Η εφαρμογή του τεχνητού εμπλουτισμού αποσκοπεί στην ποσοτική ενίσχυση και την ποιοτική αναβάθμιση των ΥΥΣ. Σημαντική είναι επίσης η συμβολή του στον περιορισμό και την σταδιακή απώθηση του μετώπου θαλάσσιας διείσδυσης σε παράκτιους υδροφόρους ορίζοντες.

Μέτρα ελέγχου της απόληψης επιφανειακού και υπόγειου νερού και της αποθήκευσης επιφανειακού νερού

- **Κωδ. ΟΜ07-1:** Τοποθέτηση συστημάτων καταγραφής απολήψεων σε γεωτρήσεις.

Σταδιακή τοποθέτηση υδρομετρητών σε όλες τις γεωτρήσεις για την παρακολούθηση και τον έλεγχο των απολήψεων υπογείων υδάτων.

- **Κωδ. ΟΜ07-2:** Καταγραφή απολήψεων επιφανειακού νερού για ύδρευση, άρδευση και λοιπές χρήσεις από μεγάλους καταναλωτές (Αναφέρεται σε απολήψεις άνω των 10m³/ημέρα).

Αναφέρεται σε απολήψεις άνω των 10 m³/ημέρα, και περιλαμβάνει την τοποθέτηση ή/και τον εκσυγχρονισμό υφιστάμενου εξοπλισμού καταγραφής των απολήψεων (υδρόμετρα, σταθμηγράφους κλπ) στα σημεία απόληψης επιφανειακών υδάτων.

- **Κωδ. ΟΜ07-3:** επικαιροποίηση της απόφασης Φ16/6631/1989 που καθορίζει τα κατώτατα και ανώτατα όρια των αναγκαίων ποσοτήτων αρδευτικού νερού.

Σύμφωνα με την Υπουργική Απόφαση Φ16/6631/1989 καθορίστηκαν τα κατώτατα και τα ανώτατα όρια των αναγκαίων ποσοτήτων αρδευτικού νερού για την ορθολογική χρήση των υδατικών πόρων στην άρδευση ανά κατηγορία καλλιεργειών και ανά Υδατικό Διαμέρισμα. Τα όρια αυτά έχουν υπολογισθεί ανά μήνα για την περίοδο Απριλίου – Σεπτεμβρίου και ισχύουν και αθροιστικά. Ο υπολογισμός των αναγκαίων ποσοτήτων έγινε με τη μέθοδο Blanney - Gridle. Προτείνεται η επικαιροποίηση της απόφασης λαμβάνοντας υπόψη τα μετεωρολογικά δεδομένα από το 1989 και μετά, και λαμβάνοντας υπόψη τις προβλέψεις του Σχεδίου Διαχείρισης

- **Κωδ. ΟΜ07-4:** Δημιουργία ενιαίου μητρώου αδειοδοτημένων απολήψεων νερού μέσα από τη διαδικασία έκδοσης αδειών χρήσης νερού (ΜΗΤΡΩΑ / ΕΛΕΓΧΟΙ)

Αναφέρεται στη ενιαιοποίηση του τρόπου καταχώρησης των βασικών στοιχείων που συλλέγονται από τις Δ/νσεις Υδάτων κατά την Έκδοση των Αδειών Χρήσης Νερού κυρίως σε σχέση με τη θέση υδροληψίας, τις ποσότητες που λαμβάνονται και το ΥΣ που αφορούν καθώς επίσης και στοιχεία των υπευθύνων ώστε να είναι δυνατός ο εξορθολογισμός των ελέγχων που απαιτούνται για την τήρηση των όρων της σχετικής άδειας

- **Κωδ. ΟΜ07-5:** Καθορισμός κριτηρίων για τον προσδιορισμό ορίων συνολικών απολήψεων ανά ΥΣ

Διερεύνηση δυνατότητας καθορισμού μεθοδολογίας και κριτηρίων για τον προσδιορισμό της περιβαλλοντικής παροχής κατάντη σημαντικών έργων υδροληψίας με βάση τα αποτελέσματα του Εθνικού Δικτύου Παρακολούθησης της κατάστασης των ΥΣ της χώρας και με στόχο την κατάρτιση συγκεκριμένων προδιαγραφών.

- **Κωδ. ΟΜ07-6:** Επανεξέταση του κανονιστικού πλαισίου αδειοδότησης χρήσης νερού και εκτέλεσης έργων αξιοποίησης υδατικών πόρων.

Αναθεώρηση των προβλέψεων της ΚΥΑ 43504/2005 (1784 ΦΕΚΒ) και λοιπών σχετικών κανονιστικών διατάξεων, ώστε μεταξύ άλλων(α) να εξετάζεται η συμβατότητα εκτέλεσης έργων αξιοποίησης υδατικών πόρων σε σχέση με τα προβλεπόμενα στο Σχέδιο Διαχείρισης σε πρώιμο στάδιο, με στόχο την έγκαιρη ενημέρωση των ενδιαφερόμενων. (β) να διερευνηθεί η αδειοδότηση χρήσεων ύδατος για γεωθερμικούς σκοπούς

Μέτρα για τον έλεγχο τεχνητού εμπλουτισμού των υπόγειων υδροφορέων συμπεριλαμβανομένης και της σχετικής αδειοδότησης

- **Κωδ. ΟΜ08-1:** Δημιουργία Ενιαίου Μητρώου περιοχών διάθεσης επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων, είτε μέσω άρδευσης είτε μέσω τεχνητού εμπλουτισμού (ΦΕΚ354/Β/08.03.2011). (ΜΗΤΡΩΑ / ΕΛΕΓΧΟΙ)

Με βάση το ισχύον θεσμικό πλαίσιο για την επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων είτε μέσω άρδευσης είτε μέσω τεχνητού εμπλουτισμού η Διεύθυνση Υδάτων της Αποκεντρωμένης Διοίκησης γνωμοδοτεί μετά την υποβολή της μελέτης σχεδιασμού

11.5.3 Οριζόντια Συμπληρωματικά Μέτρα πρόληψης και αντιμετώπισης επιπτώσεων φαινομένων λειψυδρίας-ξηρασίας

- **ΟΣ_ΥΔ03_1:** Κατάρτιση κανόνων προστασίας καταβοθρών.

Καθορισμός ζωνών προστασίας υφιστάμενων ενεργών ή ανενεργών καταβοθρών με απαγόρευση ρυπογόνων δραστηριοτήτων και ειδικά της οποιασδήποτε δραστηριότητας άμεσης διάθεσης υγρών αποβλήτων στις καταβόθρες.

- **ΟΣ_ΥΔ03_4:** Τοποθέτηση λειτουργικής βάνας στις αρτεσιανές γεωτρήσεις

Τοποθέτηση βάνας ή σωλήνα εξισορρόπησης της πίεσης ή οποιοδήποτε άλλο ενδεδειγμένο τρόπο για τον έλεγχο της εκροής των αρτεσιανών γεωτρήσεων, κατά τη διάρκεια που δεν χρησιμοποιούνται, που πολλές φορές εκφορτίζουν καθ' όλη τη διάρκεια του έτους την υπόγεια υπό πίεση υδροφορία δημιουργώντας προβλήματα ποσοτικής επάρκειας κατά την αρδευτική – υδρευτική περίοδο.

- **ΟΣ_ΥΔ03_5:** Έλεγχος ποιοτικής κατάστασης αδειοδοτούμενων υδροληπτικών έργων σε συστήματα με υψηλές τιμές φυσικού υποβάθρου

Ετήσιος έλεγχος της ποιοτικής κατάστασης των υπόγειων νερών στα ΥΥΣ που παρουσιάζουν αυξημένες τιμές στις συγκεντρώσεις ορισμένων στοιχείων (π.χ. χλωριόντα, θειικά ανιόντα) που

αποδίδονται στο φυσικό υπόβαθρο. Ο ετήσιος έλεγχος της ποιοτικής κατάστασης του υπόγειου νερού γίνεται ώστε να διαπιστώνεται η πιθανή επέκταση της ζώνης που χαρακτηρίζεται από υψηλές συγκεντρώσεις λόγω φυσικού υποβάθρου αλλά και η πιθανή αύξηση ή μείωση των συγκεντρώσεων του στοιχείου που την προκαλεί.

- **ΟΣ_ΥΔ03_6: Ορισμός κατ' αρχήν ζωνών περιορισμού ανόρυξης νέων γεωτρήσεων για νέες χρήσεις νερού καθώς και επέκτασης αδειών υφισταμένων χρήσεων στα παράκτια Υπόγεια Υδατικά Συστήματα που παρατηρούνται φαινόμενα Υφαλμύρισης.**

Στα παράκτια ΥΥΣ που έχει προσδιορισθεί ότι βρίσκονται σε κακή ποιοτική κατάσταση λόγω υφαλμύρισης ή παρουσιάζουν τοπική υφαλμύριση που προέρχεται από ανθρώπινες πιέσεις (υπεραντλήσεις) λαμβάνονται περιοριστικά μέτρα για την κατασκευή νέων υδροληπτικών έργων (γεωτρήσεις, πηγάδια) υπόγειων νερών καθώς και για την επέκταση των αδειών υφιστάμενων χρήσεων.

- **ΟΣ_ΥΔ03_7: Καθορισμός και οριοθέτηση περιοχών ΥΥΣ που παρουσιάζουν κακή ποιοτική κατάσταση λόγω υφαλμύρισης ή παρουσιάζουν τοπική υφαλμύριση.**

Στα παράκτια ΥΥΣ που είναι σε κακή ποιοτική κατάσταση λόγω υφαλμύρισης ή παρουσιάζουν τοπική υφαλμύριση θα πρέπει να συνταχθούν ειδικές υδρογεωλογικές μελέτες για τον ακριβή καθορισμό των ορίων απαγόρευσης εκτέλεσης νέων υδροληψιών και επεκτάσεων του μετώπου υφαλμύρισης, ώστε στη ζώνη αυτή να ληφθούν μέτρα για σταδιακή αποκατάσταση μέσω όχι μόνο απαγόρευσης νέων γεωτρήσεων αλλά μείωσης έως και κατάργησης των αντλήσεων των υφισταμένων χρήσεων, δίνοντας προτεραιότητα στην εξεύρεση εναλλακτικών λύσεων κάλυψης των αρδευτικών αναγκών τους.

- **ΟΣ_ΥΔ03_8: Ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του κοινού σε θέματα νερού**

Προτείνεται η διαρκής εκστρατεία ενημέρωσης των καταναλωτών και η έμφαση στη σημασία της ορθολογικής διαχείρισης του πόρου και η συνεχής ενημέρωση των χρηστών νερού και του κοινού για τις τρέχουσες κάθε φορά συνθήκες του ισοζυγίου ύδατος

- **ΟΣ_ΥΔ03_9: Οργάνωση ενημερωτικών ημερίδων, για θέματα νέων τεχνολογιών, σύγχρονων καλλιεργητικών τεχνικών, θεμάτων προστασίας περιβάλλοντος, ευφορίας των γεωργικών εδαφών κλπ**

Το προτεινόμενο μέτρο στοχεύει να ευαισθητοποιήσει τους παραγωγούς και να τους ενθαρρύνει στην υιοθέτηση βέλτιστων πρακτικών που θα τους διευκολύνει στην άσκηση της δραστηριότητάς τους, θα βελτιώσουν την παραγωγικότητά και αποδοτικότητα των γεωργικών εκμεταλλεύσεων, αναδεικνύοντας παράλληλα την αναγκαιότητα της προστασίας του αγροτικού περιβάλλοντος και τη διατήρηση της ευφορίας των γεωργικών εδαφών και της αειφόρου χρήσης των φυσικών πόρων.

- **ΟΣ_ΥΔ03_11: Αναμόρφωση λογιστικών συστημάτων παροχών νερού**

Η διαμόρφωση και εφαρμογή ενιαίου τρόπου καταγραφής του κόστους του νερού αφορά και στους παρόχους αρδευτικού νερού, όπου στο πλαίσιο αυτό πρέπει να γίνεται υπολογισμός του περιβαλλοντικού κόστους καθώς και του κόστους πόρου με κατάλληλες μεθοδολογίες - ακόμα και

για τους εξυπηρετούμενους από ιδιωτικά αντλητικά συγκροτήματα. Προϋπόθεση της εφαρμογής αποτελεί η στοιχειώδης μηχανοργάνωση των παροχών.

11.5.4 Συμπληρωματικά μέτρα πρόληψης και αντιμετώπισης επιπτώσεων από λειψυδρία-ξηρασία

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 11-6) παρουσιάζονται τα συμπληρωματικά μέτρα που προτείνονται να εφαρμοστούν στα Σχέδια Διαχείρισης των 3 ΥΔ της Πελοποννήσου και επιδρούν στην πρόληψη και αντιμετώπιση των επιπτώσεων από φαινόμενα λειψυδρίας και ξηρασίας. Η αξιολόγηση των μέτρων αυτών με βάση κοινωνικοοικονομικά κριτήρια, αποτελεσματικότητα και χρονική προετοιμασία όπως και τα ΥΣ στα οποία εφαρμόζονται, περιγράφονται αναλυτικά για κάθε ΛΑΠ της Πελοποννήσου στο Πρόγραμμα μέτρων των Σχεδίων Διαχείρισης.

Πίνακας 11-6. Συμπληρωματικά μέτρα πρόληψης και αντιμετώπισης επιπτώσεων από φαινόμενα λειψυδρίας/ξηρασίας

Κατηγορία μέτρων	Κωδικός	Μέτρο
Διοικητικά Μέτρα	2.04	Κατάργηση αρδευτικών γεωτρήσεων ΑΟΣΑΚ μετά την κατασκευή του φρ. Ασωπού
Ανασύσταση και αποκατάσταση περιοχών υγροβιότοπων	7.02	Διερεύνηση αποκατάστασης αποξηραμένων λιμνών
Ανασύσταση και αποκατάσταση περιοχών υγροβιότοπων	7.03	Ενίσχυση υποδομών παρακολούθησης βιοτικών και αβιοτικών παραμέτρων εκβολής ποταμού, με στόχο τον καθορισμό οικολογικής παροχής στην εκβολή του ποταμού με βάση τους βιοτικούς και αβιοτικούς δείκτες του μεταβατικού ΥΣ
Ανασύσταση και αποκατάσταση περιοχών υγροβιότοπων	7.06	Προσδιορισμός αιτιών μείωσης του βάθους της λίμνης και Δράσεις αποκατάστασης λίμνης, όπως απομάκρυνση καλαμιώνων, αδρανών υλικών και στερεών απορριμμάτων που βρίσκονται σε διάφορες θέσεις κατά μήκος της παρόχθιας ζώνης
Ανασύσταση και αποκατάσταση περιοχών υγροβιότοπων	7.07	Προσδιορισμός οικολογικής παροχής από Λιμναίο ΥΣ, τη θερινή περίοδο λαμβάνοντας υπόψη τις απολήψεις από τη λίμνη, μετά την υλοποίηση των σχετιζόμενων έργων ύδρευσης
Έλεγχος απολήψεων	8.01	Μείωση των απολήψεων για άρδευση μέσω βελτίωσης των τεχνικών άρδευσης, εξέλιξης της αμειψισποράς, εξισορρόπηση των απολήψεων με τη διαθεσιμότητα των πόρων.
Έλεγχος απολήψεων	8.02	Επί τόπου επιθεωρήσεις σε αδειοδοτημένες απολήψεις.
Έλεγχος απολήψεων	8.03	Μείωση ή αντικατάσταση αντλήσεων υπογείου νερού με απολήψεις από επιφανειακό ΥΣ ή άλλο υπόγειο ΥΣ ή τεχνικό έργο (Λ/Δ, φράγμα)
Έλεγχος απολήψεων	8.04	Κατάργηση υδρευτικών γεωτρήσεων μετά την εκτέλεση υδρευτικού έργου
Έλεγχος απολήψεων	8.07	Οι συνολικές απολήψεις υπόγειου νερού να μην ξεπερνούν μια συγκεκριμένη ποσότητα (η ποσότητα δύναται να μεταβληθεί μετά από συναξιολόγηση των δεδομένων του δικτύου παρακολούθησης)
Έλεγχος απολήψεων	8.09	Διερεύνηση δυνατότητας ανόρυξης γεωτρήσεων σε περιοχές του συστήματος σύμφωνα με τη μελέτη «Υδρογεωλογικής Μελέτης Σκοπιμότητας Ύδρευσης του Ν. Αργολίδας από Υπόγεια Νερά» ΙΓΜΕ-ΤΕΔΚ Αργολίδας 2008

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Κατηγορία μέτρων	Κωδικός	Μέτρο
Έλεγχος απολήψεων	8.10	Οργάνωση και εκτέλεση συστηματικής παρακολούθησης των εκφορτίσεων των πηγών (Ανάβαλος Κιβερίου, Κεφαλάρι, Λέρνη, Κρόη) και όλων των απολήψεων (γεωτρήσεις, αντλιοστάσια, διώρυγες)
Μέτρα διαχείρισης της ζήτησης	9.02	Αντικατάσταση των μεθόδων άρδευσης με κατάκλυση και καταιονισμό, με τη μέθοδο της στάγδην άρδευσης
Έργα δομικών κατασκευών	11.01	Εκσυγχρονισμός δικτύων άρδευσης, ύδρευσης, στράγγισης (περιορισμός απωλειών)
Έργα δομικών κατασκευών	11.02	Νέα οργανωμένα αρδευτικά δίκτυα
Έργα δομικών κατασκευών	11.03	Έλεγχος τήρησης οικολογικής παροχής κατάντη της θέσης υδροληψίας φράγματος σύμφωνα με την παράγραφο 3ε του άρθρου 16 του ΕΠΣΧΑΑ – ΑΠΕ
Έργα δομικών κατασκευών	11.05	Μέτρηση παροχής στην έξοδο σήραγγας Σούρι και στην έξοδο της σήραγγας Πράθι και κατασκευή έργου διανομής στην έξοδο της σήραγγας Σούρι ώστε να ελέγχεται και να εξασφαλίζεται η μεταφορά των αναγκαίων και προβλεπόμενων ποσοτήτων των υδάτων (17%) προς την Λεκάνη Σκοτεινής Αλέας
Έργα δομικών κατασκευών	11.06	Υδροδότηση οικισμών
Έργα δομικών κατασκευών	11.09	Άρδευση περιοχών μέσω επέκτασης τάφρου με στόχο την αντικατάσταση τμήματος αντλήσεων υπόγειου νερού
Έργα δομικών κατασκευών	11.12	Αναβάθμιση ΕΕΛ από δευτεροβάθμιας επεξεργασίας σε τριτοβάθμια
Έργα δομικών κατασκευών	11.17	Κατασκευή κατάλληλων έργων αποστράγγισης
Έργα δομικών κατασκευών	11.19	Τα αντλητικά συγκροτήματα τα οποία βρίσκονται διάσπαρτα στην πηγή της Λέρνης θα μπορούσαν να μεταφερθούν εντός του παρακείμενου κτηρίου του αντλιοστασίου του ΤΟΕΒ Κεφαλαρίου
Έργα αποκατάστασης υφιστάμενων υποδομών	13.01	Δίκτυα ύδρευσης
Έργα αποκατάστασης υφιστάμενων υποδομών	13.02	Έργα μείωσης απωλειών των φραγμάτων
Έργα αποκατάστασης υφιστάμενων υποδομών	13.03	Αντικατάσταση των ανοικτών συλλογικών δικτύων με κλειστά δίκτυα υπό πίεση αρδευτικού ΤΟΕΒ
Έργα αποκατάστασης υφιστάμενων υποδομών	13.04	Εκτροπή όπου υπάρχουν- στραγγιστικών τάφρων και εκβολή τους απ' ευθείας στη θάλασσα αντί επικείμενων λιμνοθαλασσών
Έργα αποκατάστασης υφιστάμενων υποδομών	13.08	Αναβάθμιση, εκσυγχρονισμός και καθαρισμός του υπάρχοντος αρδευτικού δικτύου και των συστημάτων άρδευσης και κατάργηση των ανοιχτών καναλιών ώστε να μην μεταφέρονται φυτοφάρμακα και λιπάσματα στον υγροβιότοπο.
Έργα αποκατάστασης υφιστάμενων υποδομών	13.09	Ολοκλήρωση έργων συντήρησης φράγματος
Τεχνητός εμπλουτισμός υδροφορέων	14.01	Τεχνητός εμπλουτισμός υδροφορέων με μεταφορά νερού
Τεχνητός εμπλουτισμός υδροφορέων	14.02	Υλοποίηση έρευνας για τεχνητό εμπλουτισμό των υπόγειων υδροφορέων
Τεχνητός εμπλουτισμός υδροφορέων	14.03	Εφαρμογή προγράμματος τεχνητού εμπλουτισμού
Λοιπά σχετικά μέτρα	18.07	Εγκατάσταση σύγχρονου συστήματος μέτρησης, παρακολούθησης μετεωρολογικών στοιχείων και υδρομετρικών σταθμών

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Κατηγορία μέτρων	Κωδικός	Μέτρο
Λοιπά σχετικά μέτρα	18.11	Σταδιακή αντικατάσταση επιβλαβών καλλιεργειών εντός των ζωνών υψηλής προστασίας
Λοιπά σχετικά μέτρα	18.14	Προσδιορισμός των απαιτούμενων ποσοτήτων ύδατος που οδηγούνται από την αποστραγγιστική τάφρο του αρδευτικού Κανδήλας (ΥΔ 03) στο εξεταζόμενο ΥΣ Τράγου, ώστε να εξασφαλίζεται ότι μέρος των υδάτων από την λεκάνη Κανδήλα θα παροχετεύονται στις καταβόθρες Βλαχέρνας που εκφορτίζεται στις πηγές Σίντζι και Κεφαλάρι του ΤΔ Δάρα
Λοιπά σχετικά μέτρα	18.17	Σύνταξη μελέτης επικαιροποίησης των υφιστάμενων έργων και μελετών των αναγκών ύδρευσης και άρδευσης που συνδέονται με τις πηγές του Αναβάλου, Λέρνης και Κεφαλόβρυσου.
Λοιπά σχετικά μέτρα	18.18	Επικαιροποίηση παλαιάς πρότασης (Οριστικές Μελέτες Εγγειοβελτιωτικών Έργων Περιοχής Αργολικού Πεδίου, ΥΠΔΕ, 1981) για κάλυψη αρδευτικών αναγκών περιοχής Άστρους Κυνουρίας, με μεταφορά νερού από τον Ανάβαλο.

12 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Κοινοπραξία Enveco A.E. – WI Delft Hydraulics – Β. Περγλέρος – Υδροηλεκτρική ΕΠΕ – ΓΕΟΜΕΤ ΕΠΕ, Ανάλυση στοιχείων υδατικού περιβάλλοντος, *Ανάπτυξη συστημάτων και εργαλείων διαχείρισης υδατικών πόρων, υδατικών διαμερισμάτων Δυτικής Πελοποννήσου, Βόρειας Πελοποννήσου και Ανατολικής Πελοποννήσου – Α΄ Φάση*, Υπουργείο Ανάπτυξης, 2005.
2. Κοινοπραξία Enveco A.E. – WI Delft Hydraulics – Β. Περγλέρος – Υδροηλεκτρική ΕΠΕ – ΓΕΟΜΕΤ ΕΠΕ, Ανάλυση υποδομών και χρήσεων, *Ανάπτυξη συστημάτων και εργαλείων διαχείρισης υδατικών πόρων, υδατικών διαμερισμάτων Δυτικής Πελοποννήσου, Βόρειας Πελοποννήσου και Ανατολικής Πελοποννήσου – Β΄ Φάση*, Υπουργείο Ανάπτυξης, 2007.
3. Κουτσογιάννης, Δ., Α. Ανδρεαδάκης, Ρ. Μαυροδήμου, Α. Χριστοφίδης, Ν. Μαμάσης, Α. Ευστρατιάδης, Α. Κουκουβίνος, Γ. Καραβοκυρός, Σ. Κοζάνης, Δ. Μαμάης, και Κ. Νουτσόπουλος, Εθνικό Πρόγραμμα Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων, *Υποστήριξη της κατάρτισης Εθνικού Προγράμματος Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων*, 748 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Φεβρουάριος 2008.
4. Angelidis, P., F. Maris, N. Kotsovinos, and V. Hrissanthou, Computation of drought index SPI with alternative distribution functions, *Water Resources Management*, 2012 (in press).
5. E.C., *Water Scarcity and Droughts: In-depth Assessment*, Second Interim Report, June 2007.
6. Guidance document No. 24, *River basin management in a changing climate*, Common implementation strategy for the water framework directive (2000/60/EC), Technical Report, 2009.
7. Hamdy A., and G. Trisorio-Liussi, Drought planning and drought mitigation measures in the Mediterranean region, *Options Mediterraneennes*, A, 80, 2008.
8. Komuscu, A. U., Using the SPI to analyze spatial and temporal patterns of drought in Turkey, *Drought Network News*, 11(1), 7–13, 1999.
9. Lana X., C. Serra C, and A. Burgueno, Patterns of monthly rainfall shortage and excess in terms of the standardized precipitation index, *International Journal of Climatology*, 21, 1669-1691, 2001.
10. McKee T.B., N. J. Doesken, and J. Kliest, 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, 1993.
11. Mediterranean water scarcity & drought working group (MED WS&D WG), *Technical report on water scarcity and drought management in the Mediterranean and the Water Framework Directive*, 2007.
12. Nalbantis, I., and G. Tsakiris, Assessment of hydrological drought revisited, *Water Resources Management*, 23(5), 881-897, 2009.
13. Pereira L. S., T. Oweis, and A. Zairi, Irrigation management under water scarcity. *Agricultural Water Management*, 57, 175-206, 2002.
14. Wilks, D.S., *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences*, Academic Press, London, 1995.
15. Palau, A., & Alcazar, J. (2010, August 23). The Basic Flow Method for Incorporating Flow Variability in Environmental Flows. Wiley Online Library

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΗΜΕΙΑΚΗΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΧΡΟΝΙΚΕΣ ΚΛΙΜΑΚΕΣ

Πίνακας Ι-1. Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης τριμήνου (Οκτώβριος-Δεκέμβριος) για την περίοδο 1980-81 έως 2001-02 (σταθμοί βάσης δεδομένων της μελέτης εργαλείων του ΥΠΑΝ) στο ΥΔ03

Όνομασία σταθμού	Μέση τιμή (mm)	Τυπική απόκλιση (mm)	Συντελεστής ασυμμετρίας	Διάμεσος τιμή (mm)	Ελάχιστη τιμή (mm)	Μέγιστη τιμή (mm)
Βρονταμάς	261.0	76.7	-0.13	272.3	137.4	406.5
Καστόρειο	522.9	186.0	0.68	497.0	229.9	939.0
Νεοστάνη	259.5	114.4	2.06	236.1	118.3	639.2
Σιλίμνα	446.1	157.3	0.73	427.6	166.4	796.9
Πυργάλλα	206.0	68.3	2.20	195.1	124.8	449.7
Νεοχώριο	281.5	126.0	1.35	271.8	81.5	680.9
Κεφαλόβρυσο	387.2	137.7	1.44	375.0	189.4	810.5
Στερνά	256.4	110.1	-0.16	248.0	0.0	471.9
Ν. Ροεινό	183.3	55.5	0.29	181.5	80.0	308.0
Προσύμνη	225.0	59.1	0.58	210.8	143.0	339.9
Έλος	238.4	73.9	0.39	230.7	107.4	425.0
Αγ. Δημήτριος	306.1	84.0	-0.08	300.9	107.7	503.2
Κανδήλα	341.4	109.6	0.28	364.2	145.4	581.0
Ίρια	190.5	71.5	0.90	181.3	74.2	360.5
Κυβέριο	234.2	89.6	1.30	231.8	120.5	509.1
Πόρος	254.3	70.3	-0.38	265.1	113.4	367.2
Ασίνη	210.7	71.7	1.06	194.0	117.0	355.0
Ασωπός Μολάων	263.2	66.6	-0.45	266.9	107.0	362.5
Λυγουριό	261.4	115.9	-0.06	259.5	60.0	454.0
Σκαφιδάκιο	224.6	90.6	0.80	213.5	119.0	426.0
Κολλίνες	315.8	85.0	-0.25	324.0	142.0	451.0
Τρίπολη	297.2	83.9	0.61	289.8	152.2	484.0
Βουρβουρά	347.3	70.3	-0.09	355.8	203.9	483.5
Αραχναίο	280.8	108.9	1.40	258.5	144.7	621.6
Άρνα	604.6	191.4	0.23	601.9	321.8	987.2
Καναπίτσα	245.3	74.5	0.34	235.8	114.0	412.1
Τραχεία	252.2	79.1	0.52	236.2	135.8	434.8
Άστρος	216.3	83.1	0.43	203.6	103.8	382.2
Γύθειο	408.5	156.7	1.44	386.4	208.2	880.4

Πίνακας Ι-2. Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης τριμήνου (Οκτώβριος-Δεκέμβριος) για την περίοδο 1964-65 έως 2010-11 (σταθμοί ΕΜΥ) στα 3 ΥΔ Πελοποννήσου.

Όνομασία σταθμού	Μέση τιμή (mm)	Τυπική απόκλιση (mm)	Συντελεστής ασυμμετρίας	Διάμεσος τιμή (mm)	Ελάχιστη τιμή (mm)	Μέγιστη τιμή (mm)
Κύθηρα	257.7	90.6	1.08	240.2	137.2	541.2
Αργαστόλι	392.5	144.8	0.65	359.5	116.6	823.7
Ζάκυνθος	429.5	162.9	0.44	414.9	113.2	837.4
Πάτρα	315.7	107.3	0.41	299.7	107.4	606.6
Τρίπολη	301.8	100.6	0.47	281.5	85.7	526.4
Μεθώνη	321.8	85.9	0.49	313.7	178.7	551.8
Καλαμάτα	376.0	119.3	0.26	358.8	115.8	640.8

Πίνακας Ι-3. Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης εξαμήνου (Οκτώβριος-Μάρτιος) για την περίοδο 1980-81 έως 2001-02 (σταθμοί βάσης δεδομένων της μελέτης εργαλείων του ΥΠΑΝ) στο ΥΔ03

Όνομασία σταθμού	Μέση τιμή (mm)	Τυπική απόκλιση (mm)	Συντελεστής ασυμμετρίας	Διάμεσος τιμή (mm)	Ελάχιστη τιμή (mm)	Μέγιστη τιμή (mm)
Βρονταμάς	450.1	123.8	-0.04	450.1	189.4	664.3
Καστόρειο	946.6	263.7	-0.35	932.0	344.9	1361.0
Νεσάνη	498.5	153.3	-0.17	510.7	199.9	804.8
Σιλίμνα	844.2	239.1	0.08	833.1	358.4	1264.7
Πυργάλλα	386.9	130.4	0.86	369.5	151.5	749.3
Νεοχώριο	520.4	157.2	0.36	506.1	232.6	880.9
Κεφαλόβρυσο	721.7	184.2	-0.45	732.7	279.9	1056.5
Στερνά	488.6	167.9	0.21	479.0	184.0	833.7
Ν. Ροεινό	348.7	111.7	-0.07	332.0	113.0	550.0
Προσύμνη	431.0	108.6	0.67	420.9	226.1	669.4
Έλος	426.6	107.6	0.32	434.2	235.3	677.0
Αγ. Δημήτριος	550.0	142.1	0.61	531.2	278.5	937.1
Κανδήλα	634.1	160.7	-0.06	634.1	351.8	957.3
Ίρια	315.6	92.1	-0.48	328.1	84.7	516.6
Κυβέριο	450.0	147.1	0.66	443.0	169.7	840.3
Πόρος	479.1	136.6	0.03	475.4	221.7	763.3
Ασίνη	379.9	126.8	0.62	349.1	157.0	644.5
Ασωπός Μολάων	442.8	93.2	-0.29	447.4	218.5	634.8
Λυγουριό	467.2	157.6	-0.69	470.0	100.0	705.0
Σκαφιδάκιο	446.1	146.4	0.22	430.5	141.5	751.2
Κολλίνες	595.0	146.1	-1.06	637.9	194.0	811.0
Τρίπολη	542.4	141.9	-0.35	565.0	259.6	744.9
Βουρβουρά	660.0	134.8	-0.45	696.8	329.4	928.6
Αραχναίο	524.8	138.1	0.35	522.7	243.0	838.1
Άρνα	1097.0	268.1	-0.27	1109.0	562.4	1564.7
Καναπίτσα	462.4	135.5	-0.47	482.2	138.0	707.5
Τραχεία	513.8	156.0	0.46	490.0	193.1	888.4
Άστρος	424.3	117.1	0.13	411.7	231.9	627.9
Γύθειο	676.4	261.2	1.31	644.9	309.0	1446.6

Πίνακας Ι-4. Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης εξαμήνου (Οκτώβριος-Δεκέμβριος) για την περίοδο 1964-65 έως 2010-11 (σταθμοί ΕΜΥ) στα 3 ΥΔ Πελοποννήσου.

Όνομασία σταθμού	Μέση τιμή (mm)	Τυπική απόκλιση (mm)	Συντελεστής ασυμμετρίας	Διάμεσος τιμή (mm)	Ελάχιστη τιμή (mm)	Μέγιστη τιμή (mm)
Κύθηρα	476.7	119.5	0.60	464.5	279.2	779.4
Αργοστόλι	682.7	205.3	-0.03	689.0	184.3	1103.6
Ζάκυνθος	740.8	223.7	-0.28	736.9	271.0	1159.3
Πάτρα	545.9	141.3	-0.65	569.9	205.1	829.4
Τρίπολη	570.6	157.2	-0.43	592.0	227.6	892.0
Μεθώνη	570.8	120.6	0.04	559.4	317.4	793.5
Καλαμάτα	699.1	157.1	-0.40	691.8	309.6	1009.1

Πίνακας Ι-5. Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης εννιαμήνου (Οκτώβριος-Μάρτιος) για την περίοδο 1980-81 έως 2001-02 (σταθμοί βάσης δεδομένων της μελέτης εργαλείων του ΥΠΑΝ) στο ΥΔ03

Όνομασία σταθμού	Μέση τιμή (mm)	Τυπική απόκλιση (mm)	Συντελεστής ασυμμετρίας	Διάμεσος τιμή (mm)	Ελάχιστη τιμή (mm)	Μέγιστη τιμή (mm)
Βρονταμάς	512.1	130.5	-0.27	509.9	214.4	712.0
Καστόρειο	1088.7	273.7	-0.27	1078.3	473.9	1547.6
Νεσάνη	581.1	152.4	-0.11	600.6	268.5	921.1
Σιλίμνα	982.2	250.4	0.29	937.9	477.0	1479.7
Πυργάλλα	445.3	128.2	0.36	448.9	186.9	783.9
Νεοχώριο	620.6	168.0	0.52	611.8	312.0	1063.5
Κεφαλόβρυσο	842.0	200.6	-0.67	874.4	345.4	1201.7
Στερνά	557.9	161.9	-0.31	591.0	217.0	859.0
Ν. Ροεινό	404.4	115.2	-0.50	412.5	132.0	568.0
Προσύμνη	502.2	112.2	0.04	470.6	258.3	714.5
Έλος	476.2	115.9	0.38	481.3	268.3	728.0
Αγ. Δημήτριος	623.0	140.6	0.80	601.5	323.0	1028.3
Κανδήλα	757.5	164.7	0.30	787.3	433.7	1162.7
Ίρια	361.3	94.5	-0.66	368.7	97.1	567.2
Κυβέριο	506.6	146.3	0.36	515.1	198.0	883.7
Πόρος	536.2	142.7	-0.33	568.1	235.9	766.8
Ασίνη	439.2	125.9	0.21	422.6	173.5	681.9
Ασωπός Μολάων	492.3	103.7	-0.10	497.3	252.0	705.7
Λυγουριό	540.0	160.6	-0.91	551.0	112.0	804.0
Σκαφιδάκιο	512.5	149.5	-0.26	508.6	170.0	795.7
Κολλίνες	709.6	163.7	-1.17	771.5	260.0	933.0
Τρίπολη	650.0	154.3	-0.14	652.2	352.6	904.8
Βουρβουρά	787.7	167.7	0.08	799.7	439.7	1132.2
Αραχναίο	630.2	157.2	0.10	612.5	258.9	1015.9
Άρνα	1234.0	289.2	0.27	1203.5	730.7	1887.2
Καναπίτσα	535.5	146.5	-0.66	549.5	152.0	793.5
Τραχεία	585.0	152.5	-0.23	555.9	214.1	888.4
Άστρος	477.2	120.2	-0.11	477.3	253.1	699.2
Γύθειο	733.1	270.7	1.19	689.4	356.2	1500.0

Πίνακας Ι-6. Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης εννιαμήνου (Οκτώβριος-Δεκέμβριος) για την περίοδο 1964-65 έως 2010-11 (σταθμοί ΕΜΥ) στα 3 ΥΔ Πελοποννήσου.

Όνομασία σταθμού	Μέση τιμή (mm)	Τυπική απόκλιση (mm)	Συντελεστής ασυμμετρίας	Διάμεσος τιμή (mm)	Ελάχιστη τιμή (mm)	Μέγιστη τιμή (mm)
Κύθηρα	517.4	126.1	0.68	513.2	293.0	874.6
Αργοστόλι	763.2	211.0	0.22	775.2	295.2	1290.7
Ζάκυνθος	814.7	223.3	-0.17	829.9	344.2	1255.9
Πάτρα	626.0	155.3	-0.58	626.2	240.7	950.3
Τρίπολη	686.1	172.2	-0.38	723.7	319.7	1014.2
Μεθώνη	627.6	124.0	0.19	616.9	347.5	880.4
Καλαμάτα	730.9	160.9	-0.30	714.1	323.7	1065.3

Πίνακας Ι-7. Στατιστικά χαρακτηριστικά ετήσιας βροχόπτωσης για την περίοδο 1980-81 έως 2001-02 (σταθμοί βάσης δεδομένων της μελέτης εργαλείων του ΥΠΑΝ) στο ΥΔ03

Όνομασία σταθμού	Μέση τιμή (mm)	Τυπική απόκλιση (mm)	Συντελεστής ασυμμετρίας	Διάμεσος τιμή (mm)	Ελάχιστη τιμή (mm)	Μέγιστη τιμή (mm)
Βρονταμάς	543.7	130.6	-0.36	538.8	227.6	744.9
Καστόρειο	1202.0	269.1	-0.32	1186.3	582.9	1667.0
Νεσάνη	641.8	174.4	0.25	635.0	366.6	1008.5
Σιλίμνα	1079.9	265.8	-0.11	1078.1	524.2	1583.2
Πυργάλλα	487.7	133.9	0.63	483.7	251.2	860.2
Νεοχώριο	678.1	189.0	0.74	635.3	420.8	1164.4
Κεφαλόβρυσο	906.9	205.9	-0.40	920.4	419.4	1289.7
Στερνά	598.7	163.4	-0.51	635.5	279.0	884.0
Ν. Ροεινό	443.3	106.7	-0.59	451.1	189.0	604.0
Προσούμνη	557.8	117.9	0.63	536.6	350.3	795.8
Έλος	504.4	113.4	0.12	516.9	288.7	728.0
Αγ. Δημήτριος	652.8	139.2	0.63	651.3	341.3	1058.2
Κανδήλα	840.2	170.8	0.06	849.4	525.0	1193.7
Ίρια	387.4	83.7	0.15	383.9	226.3	579.6
Κυβέριο	550.7	154.6	0.42	520.3	210.6	954.5
Πόρος	561.8	147.3	0.16	570.2	295.2	879.2
Ασίνη	483.0	125.7	0.38	465.5	247.5	731.6
Ασωπός Μολάων	510.9	104.4	-0.36	530.0	267.0	705.7
Λυγουριό	581.1	173.9	-0.85	595.0	132.0	834.0
Σκαφιδάκιο	548.0	158.4	0.01	545.5	198.5	898.5
Κολλίνες	791.7	176.8	-1.00	842.0	308.0	1056.0
Τρίπολη	725.5	165.2	-0.31	734.3	410.8	983.0
Βουρβουρά	890.7	200.5	0.51	836.5	508.0	1337.6
Αραχναίο	692.1	168.5	0.07	685.9	307.7	1082.0
Άρνα	1300.4	284.4	0.10	1313.2	765.6	1924.9
Καναπίτσα	574.1	154.3	-0.38	587.9	194.0	852.5
Τραχεία	613.3	148.8	-0.04	581.4	282.1	897.7
Άστρος	515.4	120.0	-0.22	527.4	287.1	720.4
Γύθειο	781.2	275.5	1.11	708.4	407.2	1522.6

Πίνακας Ι-8. Στατιστικά χαρακτηριστικά ετήσιας βροχόπτωσης για την περίοδο 1964-65 έως 2010-11 (σταθμοί ΕΜΥ) στα 3 ΥΔ Πελοποννήσου.

Όνομασία σταθμού	Μέση τιμή (mm)	Τυπική απόκλιση (mm)	Συντελεστής ασυμμετρίας	Διάμεσος τιμή (mm)	Ελάχιστη τιμή (mm)	Μέγιστη τιμή (mm)
Κύθηρα	535.4	130.7	0.66	541.7	300.8	882.4
Αργοστόλι	826.3	226.8	0.27	813.0	330.0	1357.1
Ζάκυνθος	865.1	227.3	-0.15	876.9	428.0	1275.7
Πάτρα	668.5	161.9	-0.48	681.1	268.0	1008.6
Τρίπολη	758.8	178.7	-0.63	796.8	382.8	1058.3
Μεθώνη	664.7	133.0	0.10	661.4	390.3	888.8
Καλαμάτα	783.9	168.3	-0.36	766.4	355.5	1078.6

Πίνακας Ι-9. Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης διετίας για την περίοδο 1980-82 έως 2000-02 (σταθμοί βάσης δεδομένων της μελέτης εργαλείων του ΥΠΑΝ) στο ΥΔ03

Όνομασία σταθμού	Μέση τιμή (mm)	Τυπική απόκλιση (mm)	Συντελεστής ασυμμετρίας	Διάμεσος τιμή (mm)	Ελάχιστη τιμή (mm)	Μέγιστη τιμή (mm)
------------------	----------------	----------------------	-------------------------	--------------------	--------------------	-------------------

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Όνομασία σταθμού	Μέση τιμή (mm)	Τυπική απόκλιση (mm)	Συντελεστής ασυμμετρίας	Διάμεσος τιμή (mm)	Ελάχιστη τιμή (mm)	Μέγιστη τιμή (mm)
Βρονταμάς	543.1	90.0	-0.86	553.7	300.3	689.9
Καστόρειο	1197.5	194.9	-0.38	1229.1	732.5	1583.4
Νεστάνη	637.1	110.9	-0.16	648.7	402.9	821.0
Σιλίμνα	1067.4	208.2	0.01	1077.6	659.2	1511.2
Πυργάλλα	485.3	89.8	-0.79	505.7	254.8	621.8
Νεοχώριο	667.3	111.8	0.13	664.6	459.6	901.2
Κεφαλόβρυσο	899.1	139.6	-1.07	913.1	493.4	1127.4
Στερνά	590.8	120.3	-0.52	624.7	290.5	803.5
Ν. Ροεινό	441.2	76.5	-1.42	463.5	215.5	535.0
Προσύμνη	552.6	80.2	0.00	548.5	410.6	673.6
Έλος	506.5	77.7	-0.34	504.0	348.4	629.0
Αγ. Δημήτριος	642.1	105.4	0.65	643.9	454.6	935.8
Κανδήλα	832.4	114.2	0.29	846.2	608.7	1135.4
Ίρια	381.7	61.1	0.28	377.7	263.2	527.3
Κυβέριο	547.5	105.9	-0.32	550.4	307.4	753.1
Πόρος	561.8	99.2	-0.16	575.0	347.4	759.9
Ασίνη	481.5	91.3	-0.03	488.8	283.8	642.3
Ασωπός Μολάων	508.2	75.6	0.25	512.3	355.9	691.5
Λυγουριό	575.1	115.1	-0.20	561.5	336.0	774.0
Σκαφιδάκιο	544.6	102.3	-1.03	545.5	258.8	691.8
Κολλίνες	789.5	132.4	-1.14	797.5	421.5	1004.5
Τρίπολη	720.2	121.7	-0.36	750.6	464.5	909.6
Βουρβουρά	886.3	141.6	0.54	867.2	631.9	1171.6
Αραχναίο	686.1	124.6	0.25	681.3	399.4	976.7
Άρνα	1295.2	228.5	0.26	1315.9	869.2	1843.2
Κανατίτσα	568.4	121.3	-0.67	583.8	271.6	766.1
Τραχεία	612.8	109.3	0.01	631.8	420.3	817.5
Άστρος	511.3	82.1	0.24	498.5	349.1	661.4
Γύθειο	773.9	212.6	1.05	692.0	476.6	1297.5

Πίνακας Ι-10. Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης διετίας για την περίοδο 1964-66 έως 2009-11 (σταθμοί ΕΜΥ) στα 3 ΥΔ Πελοποννήσου.

Όνομασία σταθμού	Μέση τιμή (mm)	Τυπική απόκλιση (mm)	Συντελεστής ασυμμετρίας	Διάμεσος τιμή (mm)	Ελάχιστη τιμή (mm)	Μέγιστη τιμή (mm)
Κύθηρα	536.4	106.2	0.92	513.2	358.0	880.4
Αργοστόλι	825.0	172.2	0.27	819.3	414.8	1231.0
Ζάκυνθος	860.7	177.7	-0.20	885.6	445.9	1194.2
Πάτρα	667.7	129.0	-0.45	675.2	297.6	928.1
Τρίπολη	757.1	133.5	-0.53	786.5	385.7	1006.9
Μεθώνη	665.5	84.1	-0.12	671.3	478.6	848.2
Καλαμάτα	784.4	112.6	-1.19	797.8	376.0	968.1

Πίνακας Ι-11. Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης τριετίας για την περίοδο 1980-83 έως 1999-02 (σταθμοί βάσης δεδομένων της μελέτης εργαλείων του ΥΠΑΝ) στο ΥΔ03

Όνομασία σταθμού	Μέση τιμή (mm)	Τυπική απόκλιση (mm)	Συντελεστής ασυμμετρίας	Διάμεσος τιμή (mm)	Ελάχιστη τιμή (mm)	Μέγιστη τιμή (mm)
Βρονταμάς	537.8	65.6	-0.52	553.4	410.8	632.1
Καστόρειο	1184.6	148.2	-0.43	1183.8	856.7	1413.4
Νεστάνη	632.8	88.0	-0.02	627.2	451.6	817.1

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Όνομασία σταθμού	Μέση τιμή (mm)	Τυπική απόκλιση (mm)	Συντελεστής ασυμμετρίας	Διάμεσος τιμή (mm)	Ελάχιστη τιμή (mm)	Μέγιστη τιμή (mm)
Σιλίμνα	1056.9	171.4	0.09	1043.0	800.4	1342.0
Πυργάλλα	482.6	69.1	-1.04	490.1	320.3	569.2
Νεοχώριο	663.3	65.3	-0.36	668.6	505.4	777.3
Κεφαλόβρυσο	891.5	97.0	-1.67	899.2	586.1	1006.8
Στερνά	588.9	95.4	-0.18	582.9	382.4	751.7
Ν. Ροεινό	439.2	62.9	-1.20	457.6	292.7	521.0
Προσύμνη	551.7	61.9	-0.36	563.8	445.6	640.0
Έλος	501.9	66.2	-0.08	510.6	383.9	627.7
Αγ. Δημήτριος	634.5	86.1	0.46	638.9	484.2	852.4
Κανδήλα	823.5	84.3	0.09	841.4	689.4	999.7
Ίρια	377.8	47.9	-0.21	377.6	296.0	454.6
Κυβέριο	543.6	83.6	-0.87	568.3	371.4	660.3
Πόρος	560.5	59.7	-0.35	566.8	453.7	645.3
Ασίνη	479.6	69.6	-0.51	495.1	354.2	569.6
Ασωπός Μολάων	501.7	62.6	0.26	497.6	389.2	641.7
Λυγουριό	571.3	92.6	-0.04	579.0	394.0	752.0
Σκαφιδάκιο	542.1	78.0	-1.37	568.8	341.5	628.0
Κολλίνες	785.5	115.8	-0.94	801.0	482.0	958.3
Τρίπολη	718.2	92.9	0.00	705.2	568.1	865.0
Βουρβουρά	875.0	105.2	0.43	857.9	699.3	1065.6
Αραχναίο	683.6	87.3	-0.36	676.6	471.6	841.6
Άρνα	1281.4	195.7	0.18	1303.2	954.1	1687.0
Καναπίτσα	562.5	100.9	-0.99	588.9	354.4	670.5
Τραχεία	611.6	85.5	-0.32	628.1	457.1	744.7
Άστρος	509.3	66.9	0.64	497.8	384.9	653.8
Γύθειο	774.3	184.3	0.97	707.6	543.1	1183.5

Πίνακας Ι-12. Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης τριετίας για την περίοδο 1964-67 έως 2008-11 (σταθμοί ΕΜΥ) στα 3 ΥΔ Πελοποννήσου.

Όνομασία σταθμού	Μέση τιμή (mm)	Τυπική απόκλιση (mm)	Συντελεστής ασυμμετρίας	Διάμεσος τιμή (mm)	Ελάχιστη τιμή (mm)	Μέγιστη τιμή (mm)
Κύθηρα	536.9	94.5	0.90	524.4	384.5	797.5
Αργοστόλι	822.6	148.0	0.87	803.6	542.6	1198.9
Ζάκυνθος	861.8	158.9	-0.05	882.8	542.2	1179.1
Πάτρα	666.5	114.4	-0.11	665.5	398.5	901.2
Τρίπολη	755.6	112.5	-0.01	748.8	515.6	967.5
Μεθώνη	665.1	66.3	-0.02	672.9	520.3	811.6
Καλαμάτα	785.2	86.7	-0.34	790.0	588.1	948.5

Πίνακας Ι-13. Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης τετραετίας για την περίοδο 1980-84 έως 1998-02 (σταθμοί βάσης δεδομένων της μελέτης εργαλείων του ΥΠΑΝ) στο ΥΔ03

Όνομασία σταθμού	Μέση τιμή (mm)	Τυπική απόκλιση (mm)	Συντελεστής ασυμμετρίας	Διάμεσος τιμή (mm)	Ελάχιστη τιμή (mm)	Μέγιστη τιμή (mm)
Βρονταμάς	534.4	58.0	-0.57	549.6	407.5	639.6
Καστόρειο	1176.2	119.4	-0.14	1194.5	974.5	1408.8
Νεσάνη	636.0	74.7	0.05	627.0	486.7	760.7
Σιλίμνα	1054.6	159.1	0.13	1073.5	803.1	1333.0
Πυργάλλα	483.8	62.6	-0.65	501.9	362.3	584.8
Νεοχώριο	665.9	55.5	-0.21	670.2	567.2	756.0

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Ονομασία σταθμού	Μέση τιμή (mm)	Τυπική απόκλιση (mm)	Συντελεστής ασυμμετρίας	Διάμεσος τιμή (mm)	Ελάχιστη τιμή (mm)	Μέγιστη τιμή (mm)
Κεφαλόβρυσο	891.5	75.6	-0.22	886.3	738.1	1025.5
Στερνά	591.1	87.7	0.02	595.6	449.6	740.3
Ν. Ροεινό	440.3	56.6	-0.96	450.8	332.3	513.8
Προσύμνη	552.2	58.9	0.26	559.9	465.7	668.4
Έλος	500.9	59.6	-0.47	509.8	381.8	585.8
Αγ. Δημήτριος	630.1	79.0	0.48	632.7	480.9	824.0
Κανδήλα	822.6	77.4	-0.04	831.1	674.1	980.1
Ίρια	375.2	42.0	-0.18	382.5	304.3	448.5
Κυβέριο	545.6	74.6	-0.81	569.9	394.1	656.4
Πόρος	564.1	42.7	0.11	560.8	491.6	638.8
Ασίνη	479.7	63.0	-0.51	507.4	365.4	576.6
Ασωπός Μολάων	499.3	57.0	0.30	503.7	406.7	624.7
Λυγουριό	571.2	78.7	0.41	561.0	447.3	753.0
Σκαφιδάκιο	544.5	67.6	-0.58	556.3	415.0	646.2
Κολλίνες	784.1	106.1	-0.56	790.0	591.0	919.6
Τρίπολη	721.6	78.6	0.20	736.5	625.5	848.2
Βουρβουρά	872.4	83.3	0.37	852.6	766.8	1023.8
Αραχναίο	686.5	69.5	-0.34	676.4	540.4	799.8
Άρνα	1273.3	178.1	0.16	1292.2	954.0	1674.8
Καναπίτσα	561.2	93.3	-0.81	579.7	362.0	655.5
Τραχεία	615.4	76.1	-0.32	616.2	472.4	737.6
Άστρος	512.4	60.6	0.60	502.8	429.4	644.1
Γύθειο	778.5	172.2	0.96	707.2	543.8	1192.8

Πίνακας Ι-14. Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης τετραετίας για την περίοδο 1964-68 έως 2007-11 (σταθμοί ΕΜΥ) στα 3 ΥΔ Πελοποννήσου.

Ονομασία σταθμού	Μέση τιμή (mm)	Τυπική απόκλιση (mm)	Συντελεστής ασυμμετρίας	Διάμεσος τιμή (mm)	Ελάχιστη τιμή (mm)	Μέγιστη τιμή (mm)
Κύθηρα	535.9	85.5	0.85	527.0	398.7	766.9
Αργοστόλι	821.3	136.5	1.17	792.9	601.8	1197.0
Ζάκυνθος	861.1	147.9	-0.04	860.1	550.4	1182.7
Πάτρα	664.3	106.4	-0.05	671.7	452.7	876.8
Τρίπολη	752.3	99.5	0.19	759.7	586.1	939.7
Μεθώνη	665.0	50.8	-0.19	668.5	550.4	766.4
Καλαμάτα	783.5	77.7	-0.31	776.6	610.1	929.6

Πίνακας Ι-15. Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης πενταετίας για την περίοδο 1980-85 έως 1997-02 (σταθμοί βάσης δεδομένων της μελέτης εργαλείων του ΥΠΑΝ) στο ΥΔ03

Ονομασία σταθμού	Μέση τιμή (mm)	Τυπική απόκλιση (mm)	Συντελεστής ασυμμετρίας	Διάμεσος τιμή (mm)	Ελάχιστη τιμή (mm)	Μέγιστη τιμή (mm)
Βρονταμάς	530.4	50.3	-0.47	540.2	419.1	619.5
Καστόρειο	1168.1	102.1	-0.36	1177.6	965.8	1326.5
Νεσάνη	634.9	71.7	0.38	604.5	530.4	778.2
Σιλίμνα	1047.6	149.0	0.28	1030.3	801.3	1316.9
Πυργάλλα	479.0	56.8	-0.47	505.3	376.7	579.5
Νεοχώριο	663.8	50.4	-0.30	674.9	569.2	755.7
Κεφαλόβρυσο	888.1	58.2	-0.35	895.3	776.2	992.5
Στερνά	589.8	82.5	-0.12	612.8	453.2	730.2
Ν. Ροεινό	437.4	50.6	-0.68	452.4	343.4	492.8

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Όνομασία σταθμού	Μέση τιμή (mm)	Τυπική απόκλιση (mm)	Συντελεστής ασυμμετρίας	Διάμεσος τιμή (mm)	Ελάχιστη τιμή (mm)	Μέγιστη τιμή (mm)
Προσύμνη	547.6	52.3	0.16	537.7	466.7	629.9
Έλος	499.1	51.5	-0.54	501.9	387.1	571.8
Αγ. Δημήτριος	625.6	73.3	0.70	627.6	503.9	814.0
Κανδήλα	817.7	69.0	-0.12	831.2	684.9	955.2
Ίρια	372.5	38.0	-0.37	375.5	305.3	429.9
Κυβέριο	540.9	66.9	-0.63	550.9	410.6	654.0
Πόρος	562.0	41.1	-0.11	562.9	479.2	640.9
Ασίνη	475.0	59.3	-0.36	494.6	372.4	567.8
Ασωπός Μολάων	496.0	51.8	0.15	504.3	414.3	612.0
Λυγουριό	566.3	67.5	-0.06	571.0	461.0	698.8
Σκαφιδάκιο	540.1	61.0	-0.40	550.3	436.6	633.7
Κολλίνες	780.9	99.3	-0.44	798.3	608.2	912.7
Τρίπολη	720.8	71.5	0.23	717.1	612.5	833.6
Βουρβουρά	870.8	66.9	0.15	860.3	764.6	985.8
Αραχναίο	685.9	59.4	-0.11	677.1	565.5	774.2
Άρνα	1261.4	157.9	0.06	1276.8	977.2	1578.8
Καναπίτσα	556.3	85.3	-0.69	580.9	391.1	652.0
Τραχεία	615.0	70.7	-0.43	634.9	487.8	710.1
Άστρος	512.9	57.0	0.26	510.8	430.1	616.1
Γύθειο	779.1	158.8	0.94	724.1	566.2	1148.8

Πίνακας Ι-16. Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης πενταετίας για την περίοδο 1964-69 έως 2006-11 (σταθμοί ΕΜΥ) στα 3 ΥΔ Πελοποννήσου.

Όνομασία σταθμού	Μέση τιμή (mm)	Τυπική απόκλιση (mm)	Συντελεστής ασυμμετρίας	Διάμεσος τιμή (mm)	Ελάχιστη τιμή (mm)	Μέγιστη τιμή (mm)
Κύθηρα	534.8	76.4	0.63	522.1	406.1	728.1
Αργαστόλι	820.1	126.2	1.29	800.5	658.1	1159.2
Ζάκυνθος	862.8	140.9	-0.16	872.9	537.7	1176.0
Πάτρα	662.5	98.8	-0.09	673.1	466.2	841.7
Τρίπολη	750.2	92.9	0.20	729.9	580.4	928.7
Μεθώνη	664.7	44.3	-0.14	670.3	566.4	760.8
Καλαμάτα	782.1	72.1	-0.48	778.9	585.5	904.1

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΕΣ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΕΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΧΡΟΝΙΚΕΣ ΚΛΙΜΑΚΕΣ

Πίνακας ΙΙ-17. Χρονοσειρές επιφανειακής βροχόπτωσης Πελοποννήσου, συναθροισμένες σε διάφορες χρονικές κλίμακες, για την περίοδο 1980-81 έως 2001-02 (μέσες τιμές σημειακών χρονοσειρών σταθμών βάσης δεδομένων της μελέτης εργαλείων του ΥΠΑΝ).

Υδρολ. έτος	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
1980-81	480.4	802.4	930.9	999.4	974.1	882.9	899.0	867.0
1981-82	449.6	745.5	918.8	948.8	824.7	865.5	833.9	835.0
1982-83	370.8	540.7	610.6	700.7	823.9	795.6	806.5	817.1
1983-84	409.2	846.9	898.2	947.2	843.1	841.8	846.3	838.7
1984-85	230.4	651.3	728.0	739.1	789.1	812.6	811.6	767.8
1985-86	262.3	680.4	802.8	839.2	849.4	835.8	775.0	708.1
1986-87	340.8	705.4	802.9	859.7	834.1	753.6	675.3	725.9
1987-88	333.1	712.3	778.8	808.5	700.6	613.8	692.4	675.1
1988-89	351.7	440.5	531.2	592.6	516.5	653.7	641.8	628.2
1989-90	219.6	290.3	369.5	440.4	684.3	658.1	637.2	658.6
1990-91	498.7	694.1	854.7	928.2	767.0	702.8	713.1	737.4
1991-92	302.6	418.7	557.0	605.8	590.0	641.4	689.7	730.7
1992-93	184.2	418.4	556.2	574.2	659.2	717.7	761.9	752.9
1993-94	329.0	619.0	719.8	744.3	789.4	824.5	797.6	783.1
1994-95	314.3	626.6	679.9	834.5	864.6	815.3	792.8	832.1
1995-96	271.5	706.6	804.0	894.7	805.7	779.0	831.5	797.9
1996-97	335.4	576.6	672.4	716.8	721.1	810.4	773.7	777.5
1997-98	390.3	611.2	683.4	725.4	857.2	792.7	792.7	801.6
1998-99	394.9	797.8	881.2	989.0	826.4	815.2	820.7	
1999-00	363.2	568.0	634.0	663.8	728.3	764.6		
2000-01	285.9	556.1	732.0	792.7	814.9			
2001-02	379.9	557.9	666.5	837.1				

Πίνακας ΙΙ-18. Χρονοσειρές επιφανειακής βροχόπτωσης Πελοποννήσου, συναθροισμένες σε διάφορες χρονικές κλίμακες, για την περίοδο 1965-66 έως 2010-11 (μέσες τιμές σημειακών χρονοσειρών σταθμών ΕΜΥ).

Υδρολ. έτος	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
1965-66	316.9	634.4	679.7	735.0	755.8	777.6	806.4	829.7
1966-67	470.7	679.5	759.8	830.6	818.9	843.5	863.4	860.1
1967-68	331.2	701.3	768.2	799.4	857.0	879.1	871.0	860.8
1968-69	548.7	860.1	907.7	953.7	908.0	887.7	870.7	857.6
1969-70	486.9	789.3	847.8	902.9	885.1	863.4	848.8	832.2
1970-71	288.2	728.1	784.2	850.6	833.5	824.1	809.5	761.4
1971-72	328.0	687.4	774.9	826.3	812.6	797.0	740.0	749.2
1972-73	277.2	671.2	729.7	799.0	785.5	713.3	731.5	715.9
1973-74	254.5	567.4	630.0	714.9	667.4	706.9	693.6	699.9
1974-75	261.7	444.6	504.7	530.4	677.4	669.5	683.4	687.2
1975-76	416.6	655.7	824.5	848.2	719.8	721.6	716.7	740.5
1976-77	407.5	530.8	573.4	609.9	689.4	693.7	729.1	748.3
1977-78	264.9	613.8	701.8	749.4	713.6	754.3	771.9	782.9

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)
 ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Υδρολ. έτος	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
1978-79	297.4	544.1	661.6	692.1	768.9	787.6	797.4	777.0
1979-80	480.7	772.8	879.8	901.3	830.3	829.1	795.7	798.1
1980-81	374.2	646.8	724.3	775.4	825.9	782.4	788.7	772.9
1981-82	427.8	732.5	838.1	848.6	761.2	776.7	759.9	767.1
1982-83	389.1	556.7	602.2	657.6	751.6	737.6	752.2	757.1
1983-84	469.6	787.1	859.6	882.4	758.6	771.1	772.4	773.8
1984-85	215.4	603.3	649.5	654.2	752.9	760.7	765.4	709.6
1985-86	275.7	673.6	751.8	799.0	786.2	783.9	709.6	638.9
1986-87	358.8	696.0	763.8	776.7	777.8	680.7	599.6	651.2
1987-88	341.6	712.1	742.7	769.5	632.9	540.7	619.9	610.4
1988-89	251.9	309.2	364.9	428.0	421.3	566.8	568.2	554.5
1989-90	173.5	265.3	327.7	359.9	607.0	595.4	571.5	574.1
1990-91	549.9	742.3	871.7	914.9	715.0	643.3	628.6	641.9
1991-92	265.3	384.7	483.0	513.9	536.1	552.2	588.0	639.4
1992-93	203.5	419.9	487.9	505.0	542.2	593.2	656.2	650.5
1993-94	264.5	543.1	610.0	613.4	640.0	708.4	688.2	679.5
1994-95	309.4	605.3	635.9	736.8	770.2	722.8	703.3	724.4
1995-96	254.6	670.2	715.5	809.6	736.5	705.9	731.6	707.8
1996-97	322.5	514.2	587.1	630.6	636.3	693.8	673.5	678.3
1997-98	386.8	564.5	611.2	646.4	726.8	688.7	690.9	698.9
1998-99	452.0	748.5	787.6	873.8	710.7	706.4	712.5	757.9
1999-00	328.2	492.0	526.9	537.6	655.1	680.4	745.2	750.2
2000-01	314.6	574.7	674.9	710.4	714.3	789.4	784.7	770.7
2001-02	356.7	524.5	575.0	728.9	835.2	813.7	789.0	791.5
2002-03	471.2	843.8	922.6	996.7	855.0	808.3	806.7	748.7
2003-04	395.7	633.7	684.5	736.4	742.7	762.4	701.0	670.0
2004-05	302.7	619.4	669.3	713.0	758.3	677.8	644.9	685.9
2005-06	383.6	661.9	714.0	807.3	659.3	621.6	678.7	687.1
2006-07	173.2	327.5	416.4	441.7	531.5	637.7	658.5	670.3
2007-08	329.4	508.4	563.9	621.7	698.1	705.7	708.6	
2008-09	290.9	687.1	750.1	841.7	785.5	762.8		
2009-10	377.0	604.0	642.4	689.6	719.2			
2010-11	298.3	636.3	736.4	767.6				

Πίνακας ΙΙ-19. Αθροιστικές χρονοσειρές επιφανειακής βροχόπτωσης τριμήνου Οκτωβρίου-Δεκεμβρίου, χωρικά ολοκληρωμένες στις διαχειριστικές ενότητες του ΥΔ03, για την περίοδο 1980-81 έως 2001-02 (εκτίμηση με τη μέθοδο Thiessen).

Υδρολ. έτος	GR30	GR31	GR33
1980-81	492.0	367.2	546.2
1981-82	465.6	231.1	567.7
1982-83	332.8	230.6	534.9
1983-84	363.8	297.9	519.3
1984-85	297.3	238.3	235.8
1985-86	227.8	191.0	350.0
1986-87	356.8	311.7	437.4
1987-88	273.0	234.0	488.8
1988-89	331.6	307.0	521.9
1989-90	218.4	163.2	240.7
1990-91	552.2	292.7	628.2

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Υδρολ. έτος	GR30	GR31	GR33
1991-92	315.0	298.2	328.0
1992-93	171.0	127.7	271.7
1993-94	335.7	260.2	434.4
1994-95	289.4	269.1	408.0
1995-96	243.8	202.9	345.0
1996-97	282.0	202.5	520.5
1997-98	377.0	273.7	533.7
1998-99	335.2	327.8	500.2
1999-00	334.3	250.6	469.7
2000-01	266.6	300.0	400.5
2001-02	376.9	295.1	510.0

Πίνακας II-20. Αθροιστικές χρονοσειρές επιφανειακής βροχόπτωσης εξαμήνου Οκτωβρίου-Μαρτίου, χωρικά ολοκληρωμένες στις διαχειριστικές ενότητες του ΥΔ03, για την περίοδο 1980-81 έως 2001-02 (εκτίμηση με τη μέθοδο Thiessen).

Υδρολ. έτος	GR30	GR31	GR33
1980-81	817.4	658.6	896.3
1981-82	801.1	540.1	927.4
1982-83	474.7	374.8	748.9
1983-84	785.3	577.0	1021.7
1984-85	691.2	570.8	716.4
1985-86	685.0	418.3	927.3
1986-87	723.6	552.4	1008.4
1987-88	663.9	529.2	996.9
1988-89	443.7	388.2	587.7
1989-90	292.9	216.9	364.3
1990-91	738.8	453.0	884.1
1991-92	458.8	408.4	446.9
1992-93	421.0	324.2	580.4
1993-94	618.9	506.7	822.4
1994-95	620.4	478.5	790.7
1995-96	663.6	539.0	988.2
1996-97	587.1	445.8	721.8
1997-98	586.6	513.0	791.2
1998-99	771.3	593.3	926.7
1999-00	539.4	392.5	777.7
2000-01	578.6	508.2	741.7
2001-02	559.9	451.5	745.9

Πίνακας II-21. Αθροιστικές χρονοσειρές επιφανειακής βροχόπτωσης εννιαμήνου Οκτωβρίου-Ιουνίου, χωρικά ολοκληρωμένες στις διαχειριστικές ενότητες του ΥΔ03, για την περίοδο 1980-81 έως 2001-02 (εκτίμηση με τη μέθοδο Thiessen).

Υδρολ. έτος	GR30	GR31	GR33
1980-81	977.9	730.7	1008.4
1981-82	960.8	663.4	1088.5
1982-83	559.2	421.3	811.3
1983-84	841.7	611.3	1109.6

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Υδρολ. έτος	GR30	GR31	GR33
1984-85	782.5	626.3	801.1
1985-86	850.5	487.3	1038.8
1986-87	815.5	658.5	1121.1
1987-88	743.1	572.0	1064.9
1988-89	545.1	418.5	689.6
1989-90	382.1	248.9	468.9
1990-91	891.0	559.4	1081.0
1991-92	614.9	503.3	578.1
1992-93	598.1	444.1	678.3
1993-94	718.2	566.3	945.9
1994-95	689.2	524.7	828.5
1995-96	788.5	586.6	1116.7
1996-97	674.6	505.7	849.1
1997-98	681.7	568.6	850.0
1998-99	875.3	635.6	1043.6
1999-00	616.3	433.9	853.4
2000-01	761.5	606.4	982.8
2001-02	660.6	505.5	869.3

Πίνακας II-22. Ετήσιες χρονοσειρές επιφανειακής βροχόπτωσης, χωρικά ολοκληρωμένες στις διαχειριστικές ενότητες του ΥΔ03, για την περίοδο 1980-81 έως 2001-02 (εκτίμηση με τη μέθοδο Thiessen).

Υδρολ. έτος	GR30	GR31	GR33
1980-81	1060.9	755.0	1068.7
1981-82	995.6	683.1	1109.6
1982-83	667.3	492.6	877.4
1983-84	895.6	665.1	1132.3
1984-85	794.7	633.7	807.8
1985-86	957.5	513.9	1082.4
1986-87	883.6	690.0	1174.7
1987-88	788.2	586.1	1100.8
1988-89	609.7	446.1	761.2
1989-90	457.3	289.6	518.2
1990-91	1017.9	605.4	1141.8
1991-92	684.8	523.4	646.4
1992-93	601.7	460.5	717.9
1993-94	753.9	576.9	961.2
1994-95	921.3	596.7	948.5
1995-96	931.7	644.1	1215.7
1996-97	755.2	533.1	895.0
1997-98	715.4	586.6	908.7
1998-99	1001.5	703.5	1201.3
1999-00	637.7	457.7	878.2
2000-01	840.5	634.4	1044.0
2001-02	826.6	580.8	1066.9

Πίνακας II-23. Μέσες ετήσιες χρονοσειρές επιφανειακής βροχόπτωσης δύο ετών, χωρικά ολοκληρωμένες στις διαχειριστικές ενότητες του ΥΔ03, για την περίοδο 1980-82 έως 2000-02 (εκτίμηση με τη μέθοδο Thiessen).

Υδρολ. έτος	GR30	GR31	GR33
1980-82	1028.2	719.1	1089.2
1981-83	831.5	587.9	993.5
1982-84	781.5	578.9	1004.9
1983-85	845.1	649.4	970.0
1984-86	876.1	573.8	945.1
1985-87	920.6	601.9	1128.5
1986-88	835.9	638.0	1137.7
1987-89	698.9	516.1	931.0
1988-90	533.5	367.9	639.7
1989-91	737.6	447.5	830.0
1990-92	851.4	564.4	894.1
1991-93	643.3	492.0	682.1
1992-94	677.8	518.7	839.5
1993-95	837.6	586.8	954.9
1994-96	926.5	620.4	1082.1
1995-97	843.5	588.6	1055.3
1996-98	735.3	559.8	901.9
1997-99	858.5	645.1	1055.0
1998-00	819.6	580.6	1039.7
1999-01	739.1	546.0	961.1
2000-02	833.5	607.6	1055.4

Πίνακας II-24. Μέσες ετήσιες χρονοσειρές επιφανειακής βροχόπτωσης τριών ετών, χωρικά ολοκληρωμένες στις διαχειριστικές ενότητες του ΥΔ03, για την περίοδο 1980-83 έως 1999-02 (εκτίμηση με τη μέθοδο Thiessen).

Υδρολ. έτος	GR30	GR31	GR33
1980-83	907.9	643.6	1018.6
1981-84	852.9	613.6	1039.8
1982-85	785.9	597.2	939.2
1983-86	882.6	604.3	1007.5
1984-87	878.6	612.5	1021.6
1985-88	876.5	596.7	1119.3
1986-89	760.5	574.1	1012.2
1987-90	618.4	440.6	793.4
1988-91	695.0	447.1	807.1
1989-92	720.0	472.8	768.8
1990-93	768.2	529.8	835.4
1991-94	680.1	520.3	775.2
1992-95	759.0	544.7	875.9
1993-96	869.0	605.9	1041.8
1994-97	869.4	591.3	1019.7
1995-98	800.8	587.9	1006.5

Υδρολ. έτος	GR30	GR31	GR33
1996-99	824.0	607.7	1001.7
1997-00	784.9	582.6	996.1
1998-01	826.6	598.5	1041.2
1999-02	768.2	557.6	996.4

Πίνακας II-25. Μέσες ετήσιες χρονοσειρές επιφανειακής βροχόπτωσης τεσσάρων ετών, χωρικά ολοκληρωμένες στις διαχειριστικές ενότητες του ΥΔ03, για την περίοδο 1980-84 έως 1998-02 (εκτίμηση με τη μέθοδο Thiessen).

Υδρολ. έτος	GR30	GR31	GR33
1980-84	904.9	649.0	1047.0
1981-85	838.3	618.6	981.8
1982-86	828.8	576.4	975.0
1983-87	882.9	625.7	1049.3
1984-88	856.0	605.9	1041.4
1985-89	809.8	559.0	1029.7
1986-90	684.7	502.9	888.7
1987-91	718.3	481.8	880.5
1988-92	692.4	466.2	766.9
1989-93	690.4	469.7	756.1
1990-94	764.6	541.6	866.8
1991-95	740.4	539.4	818.5
1992-96	802.2	569.5	960.8
1993-97	840.5	587.7	1005.1
1994-98	830.9	590.1	992.0
1995-99	851.0	616.8	1055.2
1996-00	777.4	570.2	970.8
1997-01	798.8	595.5	1008.0
1998-02	826.6	594.1	1047.6

Πίνακας II-26. Μέσες ετήσιες χρονοσειρές επιφανειακής βροχόπτωσης πέντε ετών, χωρικά ολοκληρωμένες στις διαχειριστικές ενότητες του ΥΔ03, για την περίοδο 1980-85 έως 1997-02 (εκτίμηση με τη μέθοδο Thiessen).

Υδρολ. έτος	GR30	GR31	GR33
1980-85	882.8	645.9	999.2
1981-86	862.2	597.7	1001.9
1982-87	839.8	599.1	1014.9
1983-88	863.9	617.8	1059.6
1984-89	806.7	574.0	985.4
1985-90	739.3	505.1	927.4
1986-91	751.4	523.4	939.3
1987-92	711.6	490.1	833.7
1988-93	674.3	465.0	757.1
1989-94	703.1	491.2	797.1
1990-95	795.9	552.6	883.2

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Υδρολ. έτος	GR30	GR31	GR33
1991-96	778.7	560.3	897.9
1992-97	792.8	562.2	947.7
1993-98	815.5	587.5	985.8
1994-99	865.0	612.8	1033.8
1995-00	808.3	585.0	1019.8
1996-01	790.1	583.0	985.4
1997-02	804.3	592.6	1019.8

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΤΑΝΟΜΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ
ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΩΝ**

Πίνακας ΙΙΙ-27. Πιθανότητα μη υπέρβασης (%) επιφανειακής βροχόπτωσης Πελοποννήσου, για διάφορες χρονικές κλίμακες, με την υπόθεση κανονικής κατανομής (μέσες τιμές σημειακών χρονοσειρών σταθμών βάσης δεδομένων της μελέτης εργαλείων του ΥΠΑΝ).

Υδρολ. έτος	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
1980-81	95.8	90.9	93.2	93.1	97.4	92.6	96.3	94.0
1981-82	91.1	82.3	92.0	87.3	68.7	89.0	81.6	85.9
1982-83	64.5	29.2	22.3	29.2	68.5	63.3	70.0	79.1
1983-84	80.1	95.1	89.7	87.1	74.8	82.3	85.7	87.2
1984-85	8.6	59.8	52.6	38.8	55.7	71.1	72.4	52.8
1985-86	16.6	67.7	72.3	65.4	76.7	80.3	53.8	20.5
1986-87	50.0	73.8	72.3	70.4	71.9	42.3	10.3	28.9
1987-88	46.2	75.4	66.4	57.4	23.6	2.4	15.1	9.4
1988-89	55.3	10.3	9.3	10.0	0.6	7.2	4.2	2.2
1989-90	6.7	0.9	0.7	1.0	19.0	8.0	3.7	5.9
1990-91	97.5	71.1	83.1	84.2	47.1	20.0	22.7	35.0
1991-92	31.8	7.7	12.7	11.7	3.7	5.3	14.2	31.4
1992-93	2.6	7.7	12.6	8.0	13.1	25.8	46.7	44.0
1993-94	44.2	50.7	50.3	40.1	55.8	76.0	65.7	61.8
1994-95	37.2	52.8	39.2	64.2	80.9	72.3	63.3	84.9
1995-96	19.6	74.1	72.6	78.0	61.9	55.1	80.7	69.9
1996-97	47.3	38.7	37.2	33.1	30.2	70.1	53.1	58.6
1997-98	73.0	48.4	40.2	35.2	78.9	61.9	63.2	71.8
1998-99	74.8	90.4	87.4	92.2	69.3	72.2	76.4	
1999-00	60.9	36.3	27.5	21.2	32.7	47.8		
2000-01	24.8	33.2	53.7	53.2	65.3			
2001-02	68.6	33.6	35.6	64.9				

Πίνακας ΙΙΙ-28. Πιθανότητα μη υπέρβασης (%) επιφανειακής βροχόπτωσης Πελοποννήσου, για διάφορες χρονικές κλίμακες, με την υπόθεση λογαριθμοκανονικής κατανομής (μέσες τιμές σημειακών χρονοσειρών σταθμών βάσης δεδομένων της μελέτης εργαλείων του ΥΠΑΝ).

Υδρολ. έτος	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
1980-81	93.1	87.3	89.9	90.3	95.2	91.1	95.1	92.9
1981-82	88.9	80.3	88.9	85.2	69.3	87.8	81.3	85.2
1982-83	67.4	34.3	25.8	33.0	69.0	64.5	70.7	79.0
1983-84	80.1	91.2	86.8	85.0	74.5	81.6	85.0	86.4
1984-85	7.4	62.7	56.2	42.9	57.8	71.6	72.9	54.4
1985-86	17.6	69.0	72.6	67.1	76.1	79.8	55.5	21.4
1986-87	54.6	73.8	72.7	71.3	72.0	44.5	10.2	30.3
1987-88	50.9	75.0	67.9	60.3	26.2	1.9	15.5	9.3
1988-89	59.5	11.4	9.9	10.4	0.3	7.0	3.7	1.7
1989-90	5.1	0.2	0.2	0.3	21.2	7.9	3.1	5.5
1990-91	94.9	71.7	81.3	82.6	49.9	21.3	23.8	36.7
1991-92	35.9	8.0	14.3	12.5	3.3	4.9	14.6	32.9

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Υδρολ. έτος	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
1992-93	1.0	8.0	14.1	7.9	14.4	27.5	48.5	45.7
1993-94	48.9	55.0	54.1	44.3	57.8	76.0	66.7	63.0
1994-95	41.8	56.9	43.8	66.1	79.8	72.6	64.5	84.3
1995-96	21.4	74.0	72.9	77.5	63.4	56.8	80.4	70.5
1996-97	52.0	44.0	41.8	37.2	33.2	70.7	54.8	59.9
1997-98	74.4	53.0	44.7	39.4	78.0	63.2	64.4	72.3
1998-99	75.9	86.9	84.8	89.4	69.8	72.5	76.5	
1999-00	64.4	41.7	31.7	24.1	35.8	49.9		
2000-01	27.8	38.5	57.2	56.5	66.3			
2001-02	70.8	38.9	40.2	66.7				

Πίνακας III-29. Πιθανότητα μη υπέρβασης (%) επιφανειακής βροχόπτωσης Πελοποννήσου, για διάφορες χρονικές κλίμακες, με την υπόθεση κατανομής γάμα δύο παραμέτρων (μέσες τιμές σημειακών χρονοσειρών σταθμών βάσης δεδομένων της μελέτης εργαλείων του ΥΠΑΝ).

Υδρολ. έτος	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
1980-81	94.7	90.2	92.4	92.3	96.7	92.2	95.8	93.6
1981-82	90.4	82.7	91.3	87.1	69.9	88.8	81.8	85.9
1982-83	67.0	31.1	23.1	30.7	69.7	64.4	70.8	79.4
1983-84	80.9	94.0	89.2	86.9	75.6	82.5	85.7	87.0
1984-85	7.1	62.5	55.2	41.0	57.4	71.9	73.1	54.0
1985-86	16.4	69.8	73.7	67.3	77.3	80.5	55.0	20.8
1986-87	53.2	75.3	73.8	71.9	72.9	43.6	9.9	29.6
1987-88	49.3	76.7	68.3	59.8	24.3	1.8	15.0	9.0
1988-89	58.4	9.1	8.2	9.0	0.2	6.6	3.6	1.7
1989-90	5.0	0.2	0.2	0.3	19.3	7.4	3.1	5.3
1990-91	96.3	72.9	83.3	84.3	48.9	20.3	23.1	36.0
1991-92	34.0	6.2	12.1	10.9	2.8	4.6	14.1	32.2
1992-93	1.2	6.2	12.0	6.8	12.8	26.4	47.9	45.1
1993-94	47.3	53.7	52.9	42.4	57.5	76.6	66.6	62.8
1994-95	39.9	55.8	41.6	66.2	81.3	73.0	64.3	84.9
1995-96	20.0	75.5	74.0	78.8	63.5	56.4	80.9	70.7
1996-97	50.5	41.3	39.5	35.0	31.3	71.0	54.4	59.7
1997-98	74.6	51.4	42.6	37.3	79.4	63.1	64.3	72.5
1998-99	76.3	89.7	87.1	91.4	70.5	72.9	76.9	
1999-00	63.7	38.8	28.9	21.8	34.0	49.2		
2000-01	26.1	35.4	56.3	55.7	66.7			
2001-02	70.7	35.9	37.8	66.8				

Πίνακας III-30. Πιθανότητα μη υπέρβασης (%) επιφανειακής βροχόπτωσης Πελοποννήσου, για διάφορες χρονικές κλίμακες, με την υπόθεση κατανομής Weibull (μέσες τιμές σημειακών χρονοσειρών σταθμών βάσης δεδομένων της μελέτης εργαλείων του ΥΠΑΝ).

Υδρολ. έτος	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
1980-81	96.6	91.4	94.3	94.3	98.9	94.4	98.2	95.8
1981-82	91.5	81.6	93.0	87.6	65.4	89.9	80.2	85.6
1982-83	62.5	28.4	21.9	27.8	65.1	58.7	66.0	76.8

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)
 ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Υδρολ. έτος	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
1983-84	79.2	96.0	90.3	87.3	72.4	81.3	85.5	87.2
1984-85	9.6	57.5	49.7	36.4	51.4	67.5	68.8	47.6
1985-86	17.1	65.6	70.3	62.6	74.7	78.7	48.7	20.0
1986-87	48.1	72.2	70.3	68.1	69.0	38.0	11.8	26.6
1987-88	44.4	74.0	63.8	54.3	22.5	4.6	15.7	11.2
1988-89	53.3	11.2	10.4	11.0	1.8	9.1	6.6	4.5
1989-90	7.7	1.4	1.3	1.9	18.7	9.8	6.0	8.2
1990-91	98.2	69.3	82.5	83.9	43.0	19.5	21.6	31.6
1991-92	31.0	8.8	13.5	12.5	5.5	7.4	15.0	28.6
1992-93	3.4	8.8	13.4	9.2	13.9	24.0	41.9	39.3
1993-94	42.5	48.4	47.5	37.6	51.5	73.4	61.1	56.7
1994-95	35.9	50.5	37.0	61.4	79.9	68.8	58.4	84.3
1995-96	19.8	72.5	70.6	76.7	57.9	50.1	79.0	65.7
1996-97	45.5	37.0	35.2	31.3	27.9	66.3	48.0	53.3
1997-98	71.4	46.3	37.9	33.2	77.4	57.2	58.4	67.9
1998-99	73.4	90.8	87.6	93.2	66.0	68.8	73.6	
1999-00	58.8	34.9	26.5	20.9	30.0	43.1		
2000-01	24.6	32.0	50.8	50.1	61.5			
2001-02	66.7	32.4	33.7	62.1				

Πίνακας III-31. Πιθανότητα μη υπέρβασης (%) μέσης σημειακής βροχόπτωσης σταθμών ΕΜΥ, για διάφορες χρονικές κλίμακες (υπόθεση κανονικής κατανομής).

Υδρολ. έτος	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
1965-66	39.2	56.6	49.7	51.7	61.0	72.0	84.7	92.2
1966-67	91.9	69.2	71.6	76.1	82.0	91.2	96.0	96.7
1967-68	45.3	74.7	73.6	68.8	90.3	96.2	96.8	96.7
1968-69	98.8	96.8	94.9	94.2	96.5	96.9	96.7	96.4
1969-70	94.3	90.7	88.6	88.8	94.3	94.4	94.1	92.7
1970-71	27.8	80.7	77.3	80.2	85.6	87.0	85.6	68.8
1971-72	43.9	71.3	75.2	75.2	80.3	79.1	57.0	62.7
1972-73	24.0	67.0	63.8	68.7	71.8	43.3	52.7	44.9
1973-74	17.0	36.8	35.7	46.1	27.0	40.4	33.9	36.5
1974-75	19.1	10.4	10.1	8.3	30.5	24.8	29.3	30.2
1975-76	79.1	62.7	85.0	79.7	46.7	47.1	45.2	58.2
1976-77	76.2	27.1	21.9	20.3	34.8	34.5	51.5	62.3
1977-78	20.0	50.4	56.0	55.7	44.2	62.2	72.0	78.3
1978-79	31.3	30.5	44.5	39.9	65.9	75.8	81.8	75.9
1979-80	93.4	88.5	92.5	88.5	84.8	88.2	81.2	83.9
1980-81	63.6	60.2	62.3	62.7	83.8	73.9	78.7	74.1
1981-82	82.5	81.6	87.2	79.8	63.0	71.7	66.6	71.5
1982-83	69.5	33.8	28.5	30.9	59.4	54.6	63.0	66.7
1983-84	91.7	90.5	90.2	85.8	62.1	69.4	72.2	74.5
1984-85	8.4	47.3	41.0	30.1	59.8	65.0	69.1	41.5
1985-86	23.5	67.7	69.6	68.7	72.1	74.5	41.6	12.0
1986-87	57.2	73.5	72.6	63.0	69.2	29.1	5.3	15.6
1987-88	49.8	77.3	67.3	61.1	16.8	1.4	8.8	5.9
1988-89	16.3	1.2	1.1	1.8	0.1	3.0	2.2	1.0
1989-90	3.3	0.5	0.5	0.5	11.1	6.1	2.4	2.0
1990-91	98.8	83.5	91.6	90.3	44.7	16.1	10.7	12.8

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Υδρολ. έτος	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
1991-92	20.1	4.4	7.6	6.7	2.6	2.0	3.9	12.1
1992-93	6.6	7.5	8.2	5.9	3.0	5.8	18.6	15.4
1993-94	19.9	30.2	30.4	21.0	18.7	41.0	31.4	26.6
1994-95	36.1	47.9	37.3	52.2	66.4	47.7	38.5	49.5
1995-96	17.0	66.7	59.9	71.3	53.4	39.9	52.8	40.6
1996-97	41.5	23.1	24.9	24.6	17.7	34.6	25.1	26.1
1997-98	68.7	36.0	30.7	28.2	49.4	32.4	32.7	36.0
1998-99	88.4	84.6	78.0	84.4	43.0	40.1	43.1	67.1
1999-00	44.0	18.4	13.3	9.1	23.1	29.0	59.6	63.3
2000-01	38.2	38.9	48.3	44.9	44.5	76.5	77.2	73.2
2001-02	56.3	25.5	22.2	50.0	86.0	84.3	78.8	81.6
2002-03	92.0	95.9	96.0	96.9	90.0	82.7	84.7	62.5
2003-04	72.0	56.3	51.0	52.1	55.9	65.8	37.4	22.6
2004-05	33.4	52.1	46.7	45.6	62.0	28.0	15.0	29.6
2005-06	67.4	64.5	59.5	70.8	24.4	10.7	27.2	30.2
2006-07	3.3	1.6	2.8	2.3	2.4	14.6	19.4	22.7
2007-08	44.5	21.8	19.9	22.7	38.1	39.9	41.1	
2008-09	28.8	71.2	69.2	78.4	71.9	65.9		
2009-10	64.8	47.5	39.1	39.2	46.4			
2010-11	31.6	57.1	65.6	60.6				
2001-02	66.7	32.4	33.7	62.1				

Πίνακας III-32. Πιθανότητα μη υπέρβασης (%) μέσης σημειακής βροχόπτωσης σταθμών ΕΜΥ, για διάφορες χρονικές κλίμακες (υπόθεση λογαριθμοκανονικής κατανομής).

Υδρολ. έτος	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
1965-66	44.1	59.9	53.8	55.4	62.5	72.7	84.3	91.2
1966-67	90.2	69.9	72.1	75.6	80.4	89.9	94.8	95.6
1967-68	50.5	74.1	73.7	69.8	87.7	94.7	95.6	95.6
1968-69	96.8	92.7	91.4	90.7	94.0	95.5	95.6	95.3
1969-70	92.2	86.8	85.7	85.8	91.6	92.9	92.9	91.7
1970-71	31.1	78.7	76.6	78.8	83.5	86.1	85.1	69.8
1971-72	49.1	71.5	74.9	74.8	79.0	79.1	58.9	64.2
1972-73	26.3	68.2	65.8	69.7	71.8	45.8	54.7	46.9
1973-74	17.2	42.4	40.6	50.4	30.3	42.8	35.8	38.4
1974-75	19.9	12.4	11.2	8.9	33.8	26.5	30.9	31.8
1975-76	80.2	64.8	82.8	78.4	49.6	49.5	47.4	59.9
1976-77	77.9	32.5	25.7	23.9	38.3	36.8	53.6	63.8
1977-78	21.2	54.8	59.3	58.9	47.3	63.8	72.8	78.5
1978-79	35.2	36.1	49.1	44.6	66.8	76.1	81.7	76.3
1979-80	91.5	84.9	89.1	85.6	82.9	87.2	81.2	83.6
1980-81	67.6	62.8	64.6	64.8	82.0	74.4	78.9	74.7
1981-82	82.8	79.4	84.5	78.5	64.3	72.4	67.9	72.3
1982-83	72.5	39.5	33.1	35.6	61.1	56.7	64.6	67.9
1983-84	90.0	86.5	87.0	83.3	63.4	70.4	73.0	75.1
1984-85	6.0	52.1	45.8	34.7	61.5	66.4	70.2	43.5
1985-86	25.6	68.7	70.5	69.7	72.0	74.9	43.7	11.9
1986-87	62.0	73.2	72.8	65.1	69.6	31.1	4.6	16.0
1987-88	55.0	76.1	68.6	63.5	19.1	0.8	8.3	5.2
1988-89	16.3	0.5	0.4	1.0	0.0	2.3	1.5	0.5

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Υδρολ. έτος	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
1989-90	1.0	0.1	0.1	0.1	12.4	5.5	1.7	1.3
1990-91	96.8	80.8	88.3	87.1	47.9	16.9	10.4	12.8
1991-92	21.3	4.2	8.0	6.8	2.3	1.3	3.1	12.1
1992-93	3.9	8.3	8.6	5.8	2.8	5.2	19.3	15.7
1993-94	21.0	35.8	35.2	24.7	21.2	43.5	33.2	28.0
1994-95	40.7	52.6	42.1	55.9	67.2	50.1	40.6	51.5
1995-96	17.2	68.0	62.6	71.8	55.8	42.3	54.8	42.6
1996-97	46.6	28.1	29.1	28.8	20.1	36.8	26.4	27.4
1997-98	71.8	41.6	35.5	32.7	52.2	34.6	34.5	37.8
1998-99	87.4	81.7	77.1	82.2	46.2	42.6	45.2	68.3
1999-00	49.2	22.5	15.3	10.0	26.1	31.0	61.3	64.7
2000-01	43.1	44.4	52.5	49.3	47.6	76.7	77.5	73.8
2001-02	61.1	30.8	26.1	53.9	83.9	83.6	79.0	81.5
2002-03	90.2	91.6	92.5	93.6	87.4	82.3	84.3	64.0
2003-04	74.5	59.7	55.0	55.8	58.0	67.1	39.4	23.6
2004-05	37.6	56.2	51.1	49.9	63.3	29.9	15.2	31.1
2005-06	70.8	66.2	62.2	71.3	27.5	10.7	28.7	31.8
2006-07	0.9	0.9	2.0	1.5	2.0	15.1	20.1	23.7
2007-08	49.7	26.6	23.4	26.6	41.5	42.3	43.3	
2008-09	32.3	71.5	70.1	77.4	71.8	67.2		
2009-10	68.6	52.2	43.9	43.9	49.4			
2010-11	35.6	60.4	67.3	63.1				

Πίνακας III-33. Πιθανότητα μη υπέρβασης (%) μέσης σημειακής βροχόπτωσης σταθμών ΕΜΥ, για διάφορες χρονικές κλίμακες (υπόθεση κατανομής γάμα δύο παραμέτρων).

Υδρολ. έτος	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
1965-66	42.4	59.3	52.4	54.3	62.6	72.9	84.7	91.8
1966-67	91.0	71.1	73.1	77.1	82.2	90.8	95.4	96.1
1967-68	48.8	76.1	75.0	70.6	89.9	95.6	96.2	96.2
1968-69	97.7	95.7	94.0	93.3	95.8	96.3	96.1	95.9
1969-70	93.1	90.1	88.2	88.4	93.7	93.8	93.6	92.3
1970-71	29.8	81.3	78.2	80.8	85.5	86.9	85.5	69.7
1971-72	47.4	73.0	76.4	76.3	80.7	79.6	58.3	63.9
1972-73	25.3	69.1	66.0	70.5	72.9	44.8	54.1	46.2
1973-74	16.9	39.3	37.9	48.7	27.9	41.8	35.0	37.6
1974-75	19.4	9.4	9.1	7.1	31.6	25.4	30.2	31.0
1975-76	80.1	65.1	85.1	80.4	48.5	48.7	46.6	59.4
1976-77	77.6	28.5	22.6	20.8	36.2	35.7	52.9	63.4
1977-78	20.5	53.3	58.6	58.2	45.9	63.5	72.8	78.7
1978-79	33.7	32.3	47.1	42.2	67.3	76.5	82.0	76.5
1979-80	92.4	88.1	91.7	88.2	84.9	88.0	81.5	84.0
1980-81	66.6	62.8	64.6	64.9	83.9	74.7	79.1	74.8
1981-82	83.0	82.1	87.0	80.5	64.6	72.6	67.7	72.3
1982-83	71.8	36.1	30.0	32.7	61.0	56.1	64.2	67.7
1983-84	90.9	89.8	89.6	85.7	63.6	70.5	73.0	75.2
1984-85	6.6	50.2	43.6	31.8	61.5	66.3	70.1	42.8
1985-86	24.7	69.7	71.3	70.5	73.1	75.2	42.9	11.6
1986-87	60.6	74.9	74.0	65.2	70.4	30.0	4.6	15.6
1987-88	53.3	78.3	69.2	63.4	16.8	0.9	8.2	5.2

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)
 ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Υδρολ. έτος	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
1988-89	16.0	0.3	0.3	0.8	0.0	2.2	1.6	0.6
1989-90	1.5	0.0	0.1	0.1	10.5	5.3	1.8	1.4
1990-91	97.8	83.7	90.9	89.7	46.5	16.1	10.2	12.6
1991-92	20.7	2.8	6.3	5.3	1.8	1.4	3.2	11.8
1992-93	4.6	6.0	6.9	4.5	2.2	5.0	18.8	15.4
1993-94	20.4	32.1	32.2	21.6	18.9	42.5	32.4	27.3
1994-95	39.0	50.8	39.6	54.8	67.8	49.3	39.8	50.8
1995-96	16.9	68.9	62.3	72.9	55.1	41.3	54.2	41.8
1996-97	44.9	24.1	26.0	25.7	17.8	35.8	25.7	26.8
1997-98	71.1	38.4	32.5	29.7	51.3	33.5	33.7	37.1
1998-99	88.0	84.7	78.9	84.5	44.8	41.6	44.4	68.1
1999-00	47.4	18.6	12.7	8.0	23.7	29.9	60.9	64.4
2000-01	41.4	41.5	51.0	47.4	46.2	77.1	77.7	73.9
2001-02	59.7	26.8	23.0	52.6	85.9	84.3	79.2	81.8
2002-03	91.1	94.8	95.0	95.9	89.6	82.9	84.8	63.6
2003-04	74.0	59.1	53.7	54.7	57.6	67.0	38.6	23.0
2004-05	36.1	55.0	49.4	48.1	63.5	28.8	14.9	30.4
2005-06	70.0	66.8	61.9	72.3	25.1	10.2	28.0	31.0
2006-07	1.4	0.6	1.5	1.1	1.6	14.4	19.6	23.1
2007-08	48.0	22.6	20.3	23.5	39.7	41.3	42.5	
2008-09	30.9	72.9	70.9	79.2	72.9	67.1		
2009-10	67.6	50.4	41.5	41.5	48.2			
2010-11	34.1	59.9	67.7	62.9				

Πίνακας III-34. Πιθανότητα μη υπέρβασης (%) μέσης σημειακής βροχόπτωσης σταθμών ΕΜΥ, για διάφορες χρονικές κλίμακες (υπόθεση κατανομής Weibull).

Υδρολ. έτος	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
1965-66	38.4	54.1	47.0	48.8	57.0	68.9	84.4	93.9
1966-67	92.1	67.2	69.5	74.5	81.2	92.7	97.9	98.5
1967-68	44.2	73.1	71.8	66.5	91.5	98.1	98.6	98.6
1968-69	99.2	97.8	96.1	95.3	98.2	98.7	98.5	98.3
1969-70	94.6	91.3	89.0	89.2	96.1	96.3	96.0	94.4
1970-71	27.8	79.8	75.9	79.2	85.7	87.5	85.5	64.8
1971-72	42.9	69.4	73.5	73.4	79.1	77.5	52.2	58.0
1972-73	24.2	64.8	61.2	66.4	69.0	39.2	47.8	40.3
1973-74	17.6	35.2	33.9	43.4	25.3	36.5	30.8	32.9
1974-75	19.6	11.4	11.2	9.5	28.2	23.3	26.9	27.6
1975-76	78.2	60.3	84.8	78.7	42.6	42.7	40.7	53.2
1976-77	75.0	26.4	21.6	20.2	31.9	31.4	46.7	57.5
1977-78	20.5	48.0	53.2	52.7	40.3	57.9	68.7	76.2
1978-79	31.1	29.4	42.0	37.6	62.3	73.5	80.7	73.2
1979-80	93.7	88.7	93.4	88.9	84.8	89.0	80.0	83.3
1980-81	62.1	57.7	59.7	59.9	83.4	71.2	76.8	71.1
1981-82	81.7	80.8	87.3	78.8	59.2	68.5	62.5	68.0
1982-83	68.1	32.5	27.4	29.5	55.3	50.0	58.5	62.4
1983-84	91.9	91.0	90.8	85.7	58.1	65.9	68.9	71.5
1984-85	9.2	45.0	38.8	28.7	55.8	60.9	65.3	37.3
1985-86	23.7	65.5	67.4	66.4	69.3	71.8	37.5	13.1
1986-87	55.7	71.7	70.6	60.3	66.0	26.8	7.4	16.0

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Υδρολ. έτος	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
1987-88	48.5	75.9	64.9	58.3	16.9	3.1	10.4	8.0
1988-89	16.9	1.8	1.9	2.8	0.6	5.0	4.2	2.7
1989-90	3.8	0.8	1.0	1.0	12.2	8.0	4.5	4.1
1990-91	99.2	82.9	92.4	91.0	40.8	16.3	12.0	13.8
1991-92	20.6	5.5	8.8	7.9	4.4	3.9	6.0	13.2
1992-93	7.3	8.6	9.3	7.2	4.8	7.7	18.4	15.9
1993-94	20.4	29.2	29.2	20.8	18.4	37.1	28.7	24.8
1994-95	35.5	45.6	35.3	49.3	62.9	43.2	34.7	44.6
1995-96	17.7	64.5	57.2	69.2	49.1	36.1	47.9	36.5
1996-97	40.7	22.8	24.2	23.9	17.6	31.4	23.5	24.3
1997-98	67.2	34.4	29.4	27.1	45.3	29.6	29.7	32.5
1998-99	88.2	84.2	76.7	84.1	39.3	36.3	38.8	62.9
1999-00	43.0	18.6	14.0	10.2	22.0	26.7	54.8	58.6
2000-01	37.5	37.1	45.6	42.2	40.6	74.3	74.9	69.9
2001-02	54.8	25.0	21.9	47.1	86.2	84.0	76.9	80.4
2002-03	92.2	96.9	97.1	98.1	91.1	82.0	84.5	57.8
2003-04	70.7	53.8	48.3	49.2	51.6	61.8	33.8	21.5
2004-05	33.0	49.7	44.1	42.9	58.0	25.9	15.5	27.1
2005-06	66.0	62.1	56.7	68.6	23.1	11.9	25.3	27.6
2006-07	3.8	2.4	3.9	3.4	4.1	15.1	19.0	21.6
2007-08	43.5	21.7	19.8	22.3	34.8	36.1	37.1	
2008-09	28.7	69.3	66.9	77.2	69.0	62.0		
2009-10	63.3	45.2	37.0	36.9	42.4			
2010-11	31.4	54.6	63.1	57.8				

Πίνακας III-35. Πιθανότητα μη υπέρβασης (%) απορροής Λάδωνα, για διάφορες χρονικές κλίμακες (υπόθεση κανονικής κατανομής).

Υδρολ. έτος	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
1956-57	48.8	29.2	27.4	27.6	47.5	44.2	49.8	53.4
1957-58	43.9	64.9	68.6	69.5	55.9	59.8	62.3	61.1
1958-59	31.8	43.0	39.6	40.7	52.1	57.5	57.3	79.1
1959-60	56.3	63.5	62.3	63.4	65.7	63.3	85.6	83.2
1960-61	80.7	74.9	65.9	64.4	60.8	88.8	85.4	85.5
1961-62	35.5	48.8	53.7	54.8	93.0	88.3	87.7	87.8
1962-63	92.8	98.6	99.1	99.2	94.4	92.4	91.5	86.6
1963-64	93.3	66.0	62.0	62.1	71.7	76.8	70.6	79.6
1964-65	38.9	63.5	74.5	75.5	80.0	71.4	81.7	83.0
1965-66	61.3	82.6	76.6	77.7	64.9	80.6	82.3	90.2
1966-67	84.9	54.5	46.9	46.4	77.6	80.7	90.5	87.9
1967-68	38.5	94.3	92.5	92.0	89.6	95.7	92.6	90.4
1968-69	86.3	82.0	78.3	77.8	94.1	89.4	86.7	81.3
1969-70	99.1	98.9	97.6	97.2	90.2	86.4	79.5	74.2
1970-71	35.3	52.8	59.9	62.1	65.7	59.7	56.2	45.9
1971-72	40.3	59.5	63.5	65.6	56.6	53.0	41.7	42.5
1972-73	24.4	35.4	43.6	46.0	44.9	33.3	36.5	32.0
1973-74	31.2	28.4	43.7	46.0	29.6	34.8	30.4	38.9
1974-75	47.9	22.3	20.8	21.3	31.6	27.3	38.6	47.9
1975-76	74.6	49.0	49.5	49.9	35.6	48.9	58.5	79.1
1976-77	75.1	37.6	28.1	27.2	48.6	61.1	83.8	90.5

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)
ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Υδρολ. έτος	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
1977-78	22.0	52.7	70.1	71.6	77.3	93.5	96.3	96.9
1978-79	56.0	71.0	75.4	76.8	96.2	97.9	98.0	94.4
1979-80	99.0	99.2	99.0	99.0	99.2	99.0	95.3	95.0
1980-81	99.7	97.5	96.5	96.5	96.9	87.7	88.7	84.8
1981-82	99.7	87.8	91.4	91.9	71.1	78.4	74.0	69.3
1982-83	65.3	34.2	31.6	33.3	60.8	59.3	56.2	62.1
1983-84	80.9	81.0	82.1	82.1	72.0	65.0	70.1	63.1
1984-85	22.6	54.0	54.2	53.8	50.1	61.3	54.4	38.7
1985-86	20.9	48.3	47.0	47.1	63.6	54.3	35.9	19.3
1986-87	49.2	71.6	76.6	75.3	57.7	33.6	15.9	16.7
1987-88	35.5	39.6	39.8	37.0	16.2	6.0	8.5	5.3
1988-89	34.6	11.4	9.3	9.2	2.5	5.5	3.5	2.5
1989-90	11.9	3.2	2.3	2.3	7.5	4.1	3.0	3.4
1990-91	77.2	40.5	34.8	33.1	10.6	6.0	6.6	7.5
1991-92	17.2	4.1	4.7	4.7	2.9	4.3	5.9	9.5
1992-93	7.8	4.6	6.1	6.1	7.9	10.1	15.9	15.6
1993-94	18.2	21.1	20.6	20.0	19.3	27.0	24.7	20.1
1994-95	14.5	26.0	25.7	26.8	36.1	30.6	23.8	34.1
1995-96	28.6	45.5	52.0	51.4	36.7	26.2	39.3	35.1
1996-97	40.1	28.3	27.9	27.7	18.3	36.1	32.5	20.8
1997-98	41.0	22.4	18.4	17.7	44.3	37.4	22.2	19.4
1998-99	38.9	67.8	76.5	76.0	54.0	28.3	23.8	33.8
1999-00	50.7	39.9	32.1	30.4	11.4	11.6	23.6	23.3
2000-01	9.8	5.7	6.1	6.3	8.7	24.4	24.5	23.7
2001-02	49.8	23.0	21.9	22.1	47.4	41.0	36.9	46.5
2002-03	32.6	78.5	77.0	75.1	55.5	46.2	56.6	35.6
2003-04	37.4	37.7	34.7	33.8	29.9	47.3	25.7	14.6
2004-05	11.5	30.2	32.1	32.3	56.1	25.9	13.3	15.9
2005-06	61.9	80.0	78.8	77.1	26.5	11.2	15.2	21.8
2006-07	19.9	4.7	3.7	3.7	1.7	5.3	12.2	12.9
2007-08	15.8	4.4	3.6	3.6	11.7	23.5	22.8	
2008-09	8.7	37.5	42.0	41.9	52.2	42.8		
2009-10	53.8	74.1	64.7	62.6	44.9			
2010-11	25.8	23.9	29.9	30.2				

Πίνακας III-36. Πιθανότητα μη υπέρβασης (%) απορροής Λάδωνα, για διάφορες χρονικές κλίμακες (υπόθεση λογαριθμοκανονικής κατανομής).

Υδρολ. έτος	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
1956-57	56.7	35.9	33.5	33.4	53.3	49.4	54.6	57.8
1957-58	51.4	69.1	71.5	72.1	60.7	64.0	66.0	64.7
1958-59	36.1	50.7	47.0	47.8	57.4	62.0	61.6	79.6
1959-60	64.2	68.1	66.8	67.6	68.7	67.0	84.9	82.8
1960-61	83.7	76.3	69.5	68.3	64.8	87.2	84.6	84.6
1961-62	41.0	56.1	59.9	60.6	89.7	86.8	86.5	86.5
1962-63	91.9	94.6	95.6	96.1	90.9	90.2	89.6	85.5
1963-64	92.3	69.9	66.5	66.5	73.3	77.9	72.9	79.9
1964-65	45.5	68.1	75.7	76.5	79.6	73.6	81.8	82.6
1965-66	68.7	81.6	77.2	78.0	68.1	80.9	82.3	88.4
1966-67	86.5	61.0	54.0	53.3	77.8	80.9	88.8	86.5

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Υδρολ. έτος	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
1967-68	45.0	90.2	88.7	88.5	86.9	93.1	90.5	88.6
1968-69	87.4	81.2	78.3	78.1	90.6	87.7	85.7	81.2
1969-70	97.3	95.1	93.5	93.3	87.3	85.3	80.1	75.6
1970-71	40.9	59.6	64.9	66.5	68.7	63.9	60.6	50.7
1971-72	47.1	65.0	67.7	69.2	61.3	57.9	46.6	47.3
1972-73	25.3	43.0	50.9	52.9	50.8	37.9	41.2	36.1
1973-74	35.3	34.9	51.0	52.9	34.8	39.6	34.3	43.6
1974-75	55.8	27.1	25.0	25.4	37.1	30.9	43.3	52.7
1975-76	79.3	56.3	56.3	56.5	41.5	54.0	62.7	79.5
1976-77	79.7	45.3	34.4	32.9	54.3	65.1	83.4	88.7
1977-78	21.6	59.5	72.6	73.6	77.6	91.1	93.9	94.5
1978-79	63.9	73.5	76.3	77.4	92.7	95.5	95.8	92.0
1979-80	97.2	95.8	95.5	95.6	96.5	96.9	92.9	92.6
1980-81	98.2	93.3	92.2	92.5	93.4	86.4	87.3	84.0
1981-82	98.4	85.2	87.8	88.4	72.9	79.1	75.7	71.7
1982-83	72.1	41.7	38.4	40.0	64.8	63.5	60.6	65.6
1983-84	83.8	80.5	81.0	81.2	73.6	68.4	72.5	66.5
1984-85	22.5	60.6	60.3	59.8	55.6	65.3	59.0	43.4
1985-86	19.9	55.6	54.1	53.9	67.0	59.1	40.5	20.9
1986-87	57.2	74.0	77.2	76.3	62.3	38.2	16.3	17.5
1987-88	41.1	47.4	47.2	44.0	18.2	3.8	6.8	3.3
1988-89	40.0	10.9	8.3	8.1	0.7	3.2	1.4	0.8
1989-90	6.3	0.5	0.3	0.3	6.2	1.8	1.0	1.5
1990-91	81.1	48.3	42.0	39.8	10.5	3.9	4.6	5.9
1991-92	14.0	1.2	2.1	2.2	1.0	2.0	3.8	8.4
1992-93	1.8	1.7	3.8	3.8	6.8	8.8	16.4	16.2
1993-94	15.6	25.3	24.7	23.6	22.2	30.5	27.5	21.9
1994-95	10.0	31.9	31.3	32.4	42.1	34.8	26.4	38.4
1995-96	31.6	53.1	58.5	57.7	42.7	29.5	44.1	39.6
1996-97	46.9	34.8	34.2	33.5	21.0	41.0	36.7	22.8
1997-98	48.0	27.2	21.7	20.4	50.3	42.4	24.5	21.1
1998-99	45.5	71.2	77.1	76.8	59.1	32.1	26.4	38.1
1999-00	58.7	47.7	39.0	36.7	11.5	10.8	26.1	25.9
2000-01	3.8	2.7	3.8	4.1	7.9	27.3	27.3	26.4
2001-02	57.8	27.9	26.5	26.4	53.1	46.2	41.5	51.3
2002-03	37.3	78.7	77.5	76.2	60.4	51.4	60.9	40.0
2003-04	43.5	45.4	41.9	40.6	35.2	52.5	28.7	14.8
2004-05	5.8	37.0	39.0	38.9	60.9	29.2	13.0	16.6
2005-06	69.2	79.8	78.7	77.6	31.3	10.3	15.5	24.0
2006-07	18.4	1.7	1.1	1.2	0.3	3.1	11.5	12.8
2007-08	12.0	1.4	1.1	1.1	12.0	26.2	25.2	
2008-09	2.7	45.2	49.4	49.0	57.5	48.1		
2009-10	61.8	75.7	68.6	66.9	50.8			
2010-11	27.4	29.1	36.4	36.5				

Πίνακας III-37. Πιθανότητα μη υπέρβασης (%) απορροής Λάδωνα, για διάφορες χρονικές κλίμακες (υπόθεση κατανομής γάμα δύο παραμέτρων).

Υδρολ. έτος	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
1956-57	54.4	32.1	29.7	29.9	51.2	47.6	53.1	56.5

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Υδρολ. έτος	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
1957-58	49.5	68.7	71.7	72.3	59.5	62.9	65.1	63.9
1958-59	35.8	47.7	43.7	44.8	55.8	60.8	60.4	80.0
1959-60	61.7	67.5	66.1	67.0	68.5	66.1	85.6	83.5
1960-61	82.1	77.2	69.3	67.8	64.0	88.3	85.4	85.5
1961-62	40.1	53.7	58.1	59.0	91.9	87.9	87.4	87.5
1962-63	91.5	97.1	97.9	98.1	93.2	91.4	90.7	86.5
1963-64	91.9	69.6	65.8	65.8	73.8	78.1	72.6	80.4
1964-65	44.1	67.4	76.6	77.4	80.9	73.4	82.3	83.4
1965-66	66.2	83.3	78.4	79.2	67.8	81.4	82.8	89.6
1966-67	85.3	59.2	51.4	50.7	78.9	81.4	89.8	87.5
1967-68	43.6	92.9	91.4	91.0	89.0	94.4	91.6	89.7
1968-69	86.4	82.9	79.7	79.3	92.9	88.9	86.5	81.9
1969-70	97.7	97.5	96.1	95.8	89.5	86.3	80.4	75.7
1970-71	40.0	57.5	63.9	65.8	68.5	62.8	59.3	49.0
1971-72	45.6	63.9	67.2	68.9	60.1	56.4	44.8	45.6
1972-73	26.4	39.4	48.0	50.4	48.5	35.9	39.3	34.2
1973-74	35.0	31.1	48.1	50.4	31.8	37.6	32.5	41.7
1974-75	53.6	23.6	21.6	22.2	34.1	29.1	41.5	51.1
1975-76	77.3	53.9	54.1	54.3	38.7	52.3	61.6	80.0
1976-77	77.7	41.8	30.6	29.4	52.4	64.1	84.0	89.9
1977-78	23.2	57.5	72.9	74.1	78.7	92.5	95.1	95.8
1978-79	61.4	73.9	77.4	78.4	94.9	96.7	96.9	93.4
1979-80	97.5	98.0	97.8	97.8	98.2	98.0	94.2	93.9
1980-81	98.6	96.0	95.0	95.0	95.6	87.4	88.3	84.9
1981-82	98.8	87.5	90.5	90.9	73.3	79.5	75.6	71.4
1982-83	69.7	38.0	34.7	36.6	64.0	62.4	59.3	64.7
1983-84	82.2	82.1	82.9	82.8	74.1	67.7	72.1	65.7
1984-85	24.0	58.8	58.6	58.1	53.8	64.3	57.6	41.5
1985-86	21.8	53.1	51.5	51.5	66.6	57.6	38.6	19.6
1986-87	54.9	74.4	78.4	77.3	61.2	36.3	15.5	16.5
1987-88	40.2	44.1	44.0	40.8	15.9	4.1	6.9	3.5
1988-89	39.2	9.3	7.0	6.9	0.8	3.5	1.8	1.1
1989-90	9.4	0.7	0.4	0.4	5.5	2.2	1.3	1.8
1990-91	79.3	45.1	38.5	36.4	9.1	4.1	4.9	5.9
1991-92	16.6	1.3	2.0	2.1	1.1	2.3	4.1	8.2
1992-93	4.1	1.7	3.4	3.5	5.9	8.6	15.6	15.3
1993-94	18.0	21.9	21.3	20.5	19.6	28.8	26.0	20.6
1994-95	12.9	28.2	27.6	29.0	39.2	32.8	25.0	36.5
1995-96	31.9	50.3	56.5	55.7	39.9	27.8	42.2	37.7
1996-97	45.4	31.0	30.4	30.0	18.5	39.0	34.9	21.4
1997-98	46.4	23.7	18.5	17.6	48.0	40.4	23.1	19.8
1998-99	44.1	71.2	78.3	77.8	57.7	30.2	25.0	36.2
1999-00	56.4	44.4	35.3	33.3	10.0	10.4	24.7	24.3
2000-01	6.6	2.6	3.3	3.7	6.9	25.7	25.8	24.8
2001-02	55.5	24.4	23.0	23.2	51.1	44.3	39.7	49.7
2002-03	36.8	80.0	78.7	77.0	59.1	49.6	59.7	38.2
2003-04	42.3	41.9	38.3	37.1	32.3	50.7	27.2	14.0
2004-05	8.8	33.2	35.3	35.4	59.6	27.4	12.5	15.7
2005-06	66.7	81.2	80.1	78.7	28.3	10.0	14.8	22.5
2006-07	20.4	1.7	1.2	1.3	0.4	3.4	11.2	12.1

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Υδρολ. έτος	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
2007-08	14.7	1.5	1.1	1.2	10.4	24.7	23.8	
2008-09	5.3	41.7	46.3	46.1	55.9	46.1		
2009-10	59.4	76.5	68.2	66.2	48.6			
2010-11	28.2	25.5	32.7	33.0				

Πίνακας III-38. Πιθανότητα μη υπέρβασης (%) απορροής Λάδωνα, για διάφορες χρονικές κλίμακες (υπόθεση κατανομής Weibull).

Υδρολ. έτος	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
1956-57	51.0	30.6	28.4	28.5	46.6	43.0	48.0	51.3
1957-58	46.4	65.0	68.2	68.8	54.7	58.2	60.4	59.0
1958-59	34.2	44.1	40.3	41.2	51.0	55.9	55.4	78.1
1959-60	58.2	63.7	62.1	63.0	64.4	61.6	85.3	82.6
1960-61	80.4	74.6	65.5	63.9	59.5	88.7	85.0	85.2
1961-62	38.0	49.7	53.9	54.6	93.1	88.1	87.6	87.8
1962-63	91.7	98.3	99.1	99.3	94.6	92.6	91.8	86.5
1963-64	92.2	66.0	61.8	61.7	70.5	75.6	68.9	78.6
1964-65	41.5	63.6	73.9	74.8	79.1	69.9	80.9	82.4
1965-66	62.7	82.0	76.0	77.0	63.6	79.8	81.6	90.5
1966-67	84.2	55.1	47.3	46.6	76.6	79.8	90.7	87.9
1967-68	41.1	93.7	92.1	91.6	89.5	96.2	93.0	90.7
1968-69	85.5	81.4	77.6	77.0	94.3	89.4	86.4	80.5
1969-70	98.6	98.7	97.5	97.2	90.1	86.0	78.5	72.7
1970-71	37.9	53.5	59.7	61.7	64.4	58.1	54.3	44.1
1971-72	42.8	59.9	63.2	65.1	55.3	51.4	40.3	40.9
1972-73	26.3	36.8	44.2	46.3	44.1	32.8	35.5	31.1
1973-74	33.6	29.8	44.3	46.3	29.6	34.2	29.9	37.5
1974-75	50.2	23.6	21.8	22.2	31.5	27.2	37.4	46.0
1975-76	74.8	49.9	49.9	50.0	35.3	47.5	56.6	78.1
1976-77	75.3	38.9	29.1	28.1	47.7	59.4	83.2	90.9
1977-78	23.7	53.5	69.6	70.9	76.3	93.9	97.0	97.7
1978-79	57.8	70.8	74.8	76.0	96.6	98.5	98.7	95.2
1979-80	98.5	99.1	99.0	99.0	99.5	99.4	96.0	95.8
1980-81	99.4	97.2	96.3	96.4	97.3	87.5	88.7	84.4
1981-82	99.5	87.1	90.9	91.5	69.8	77.3	72.6	67.5
1982-83	66.4	35.6	32.5	34.0	59.5	57.6	54.3	60.0
1983-84	80.6	80.4	81.4	81.4	70.8	63.4	68.4	61.1
1984-85	24.4	54.7	54.3	53.7	49.0	59.6	52.6	37.3
1985-86	22.5	49.2	47.5	47.3	62.3	52.7	35.0	19.6
1986-87	51.5	71.4	76.0	74.6	56.5	33.1	16.5	17.1
1987-88	38.1	40.9	40.5	37.6	16.9	6.8	9.5	6.2
1988-89	37.2	11.8	9.7	9.6	2.7	6.3	4.2	3.3
1989-90	12.0	2.5	1.8	1.9	8.2	4.8	3.7	4.3
1990-91	77.2	41.7	35.7	33.9	11.4	6.9	7.6	8.5
1991-92	18.2	3.5	4.5	4.7	3.2	5.0	6.8	10.5
1992-93	6.9	4.1	6.1	6.2	8.6	10.9	16.5	16.2
1993-94	19.4	22.2	21.5	20.9	19.9	26.9	24.7	20.3
1994-95	15.1	27.4	26.7	27.7	35.8	30.2	23.8	33.0
1995-96	30.9	46.5	52.3	51.4	36.3	26.1	38.1	34.0
1996-97	42.6	29.7	29.0	28.5	18.9	35.4	31.8	20.9

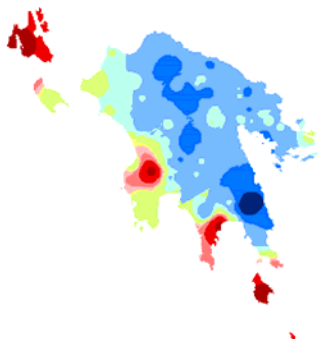
ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 03)

ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

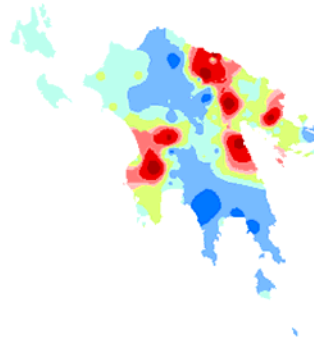
Υδρολ. έτος	Οκτ.- Δεκ.	Οκτ.- Μάρ.	Οκτ.- Ιούν.	Ετήσια	Μέση διετίας	Μέση τριετίας	Μέση τετραετίας	Μέση πενταετίας
1997-98	43.6	23.7	19.4	18.5	43.5	36.6	22.4	19.7
1998-99	41.5	67.7	75.9	75.3	52.9	28.1	23.8	32.8
1999-00	52.9	41.2	33.1	31.2	12.1	12.4	23.6	23.2
2000-01	9.4	5.3	6.1	6.5	9.5	24.5	24.5	23.6
2001-02	52.1	24.2	22.9	23.0	46.4	40.0	35.8	44.7
2002-03	35.1	77.9	76.4	74.4	54.3	44.9	54.7	34.4
2003-04	39.9	39.0	35.6	34.5	29.9	45.9	25.6	15.2
2004-05	11.5	31.5	33.0	33.0	54.9	25.9	14.1	16.5
2005-06	63.3	79.4	78.1	76.4	26.8	12.1	15.9	21.8
2006-07	21.4	4.1	3.3	3.5	1.8	6.1	13.0	13.7
2007-08	16.6	3.8	3.3	3.4	12.5	23.7	22.9	
2008-09	8.1	38.8	42.7	42.3	51.1	41.7		
2009-10	55.8	73.8	64.4	62.2	44.1			
2010-11	27.9	25.2	30.8	31.0				

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV ΧΑΡΤΕΣ ΧΩΡΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΔΕΙΚΤΩΝ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΧΡΟΝΙΚΕΣ ΚΛΙΜΑΚΕΣ

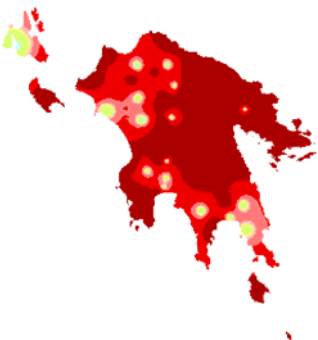
1980-81



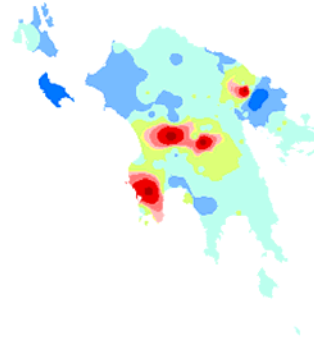
1981-82



1982-83



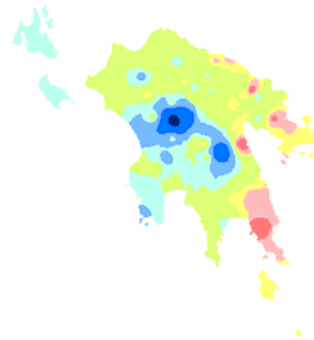
1983-84



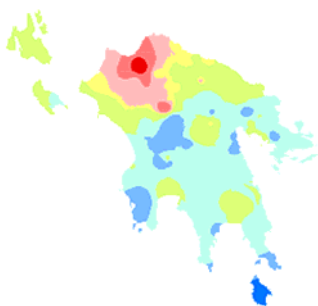
1984-85



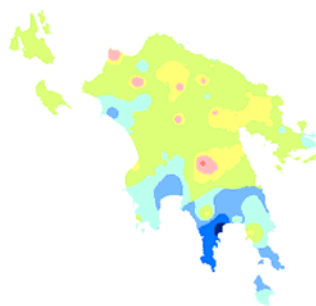
1985-86



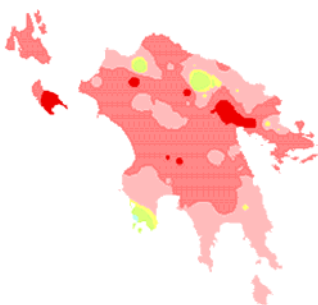
1986-87



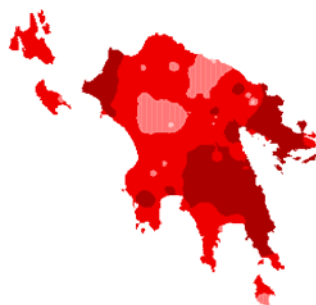
1987-88



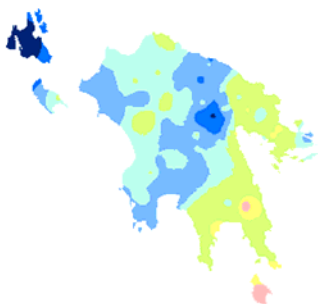
1988-89



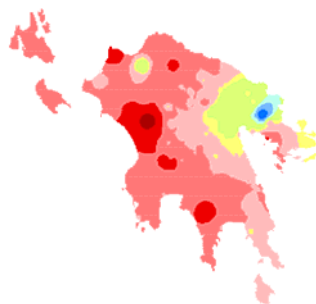
1989-90



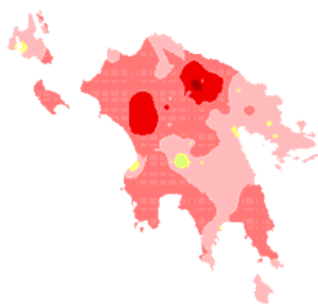
1990-91



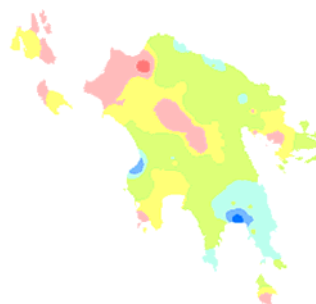
1991-92



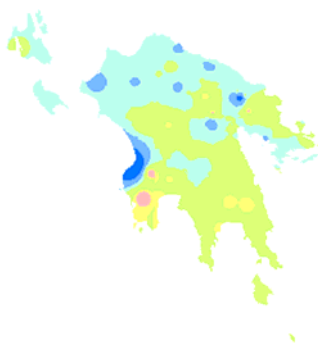
1992-93



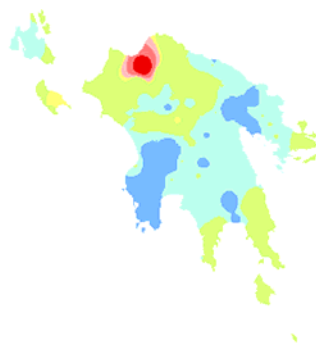
1993-94



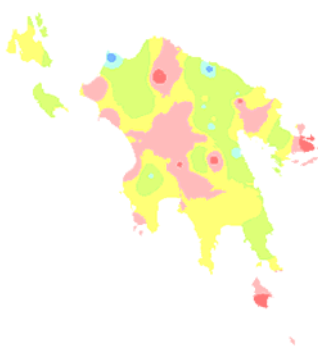
1994-95



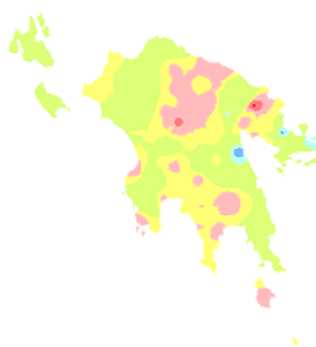
1995-96



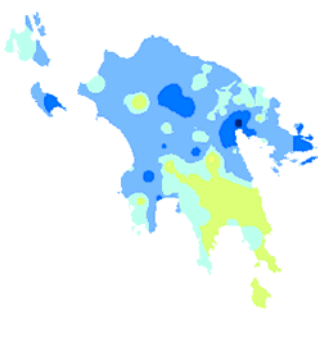
1996-97



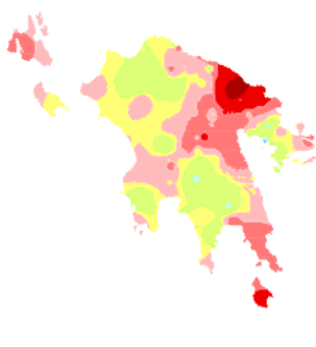
1997-98



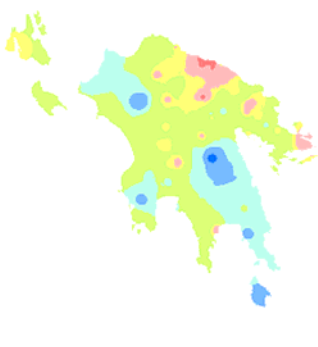
1998-99



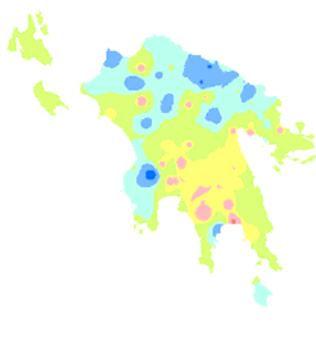
1999-00



2000-01

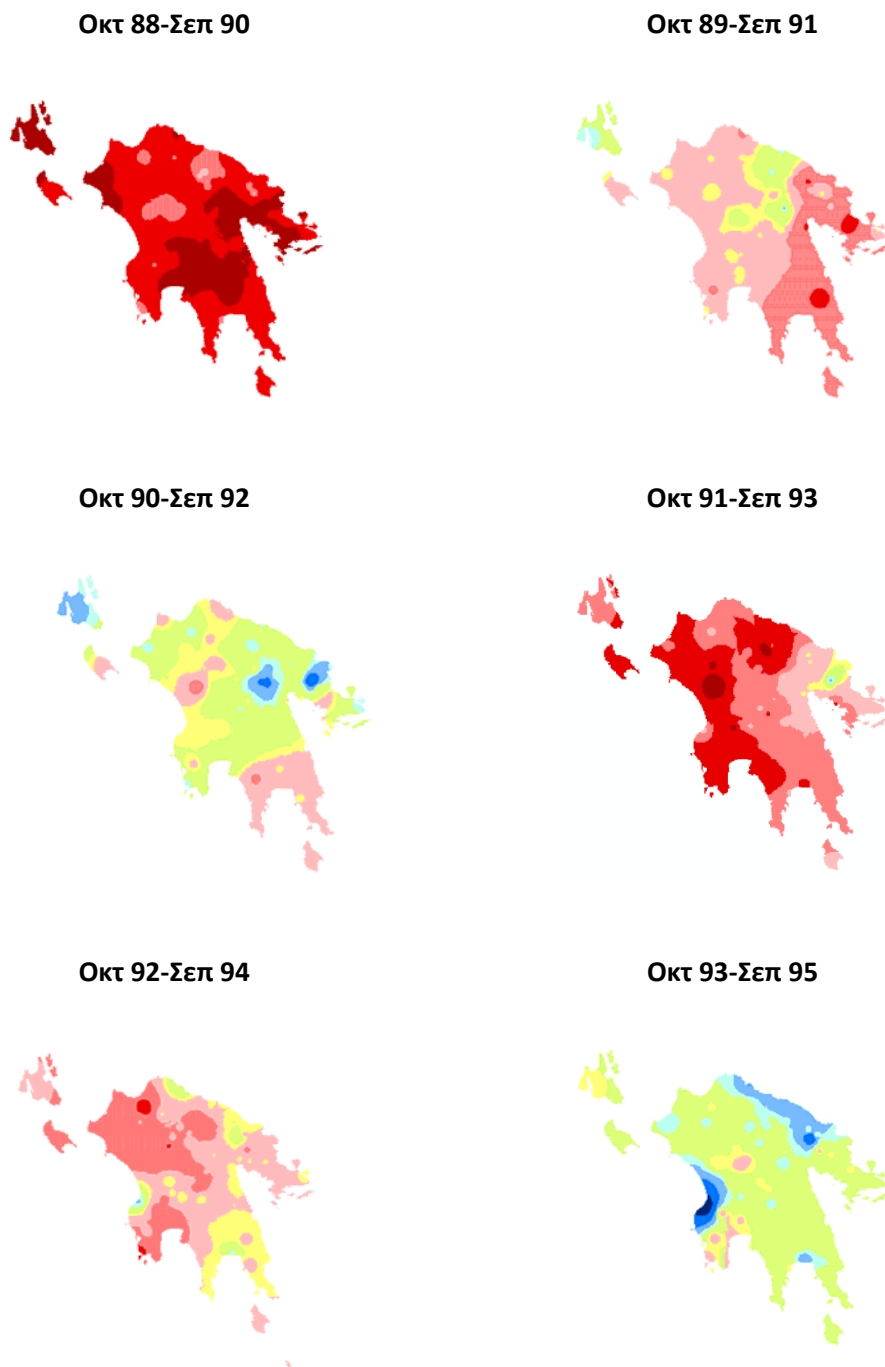


2001-02





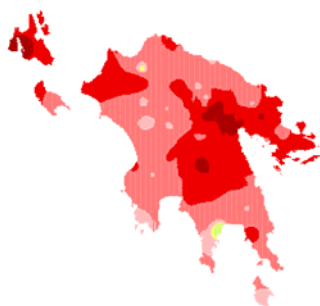
Σχήμα IV -1. Χωρική κατανομή ετήσιου δείκτη ξηρασίας ανά υδρολογικό έτος για την περίοδο 1980-2002.



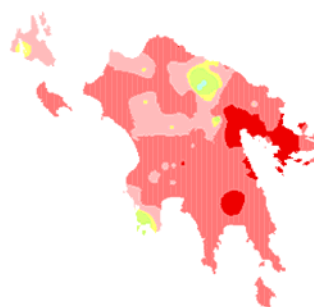


Σχήμα IV-2. Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας μέσου δείκτη ξηρασίας δύο ετών για την περίοδο 1988-1995.

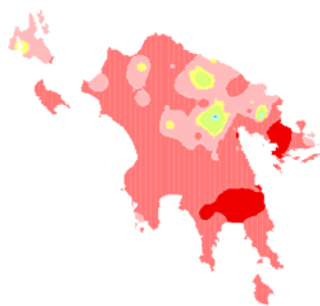
Οκτ 87-Σεπ 90



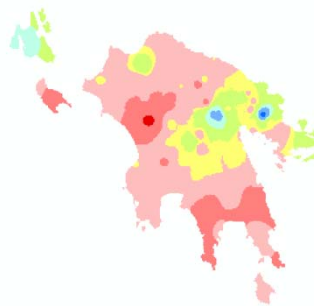
Οκτ 88-Σεπ 91



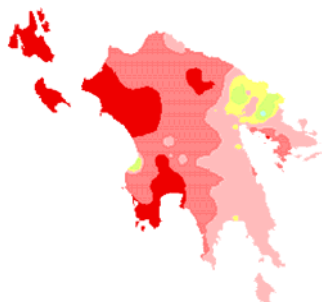
Οκτ 89-Σεπ 92



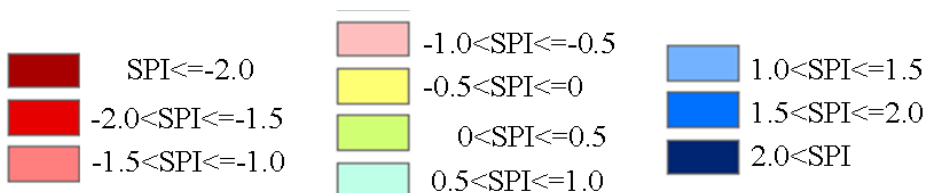
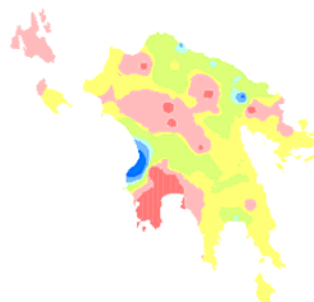
Οκτ 90-Σεπ 93



Οκτ 91-Σεπ 94

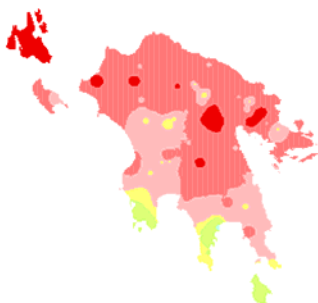


Οκτ 92-Σεπ 95

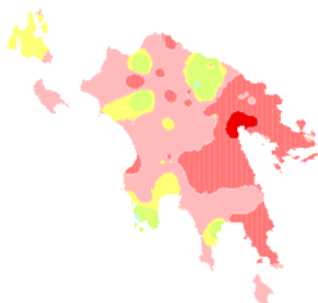


Σχήμα IV -3. Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας μέσου δείκτη ξηρασίας τριών ετών για την περίοδο 1988-1995.

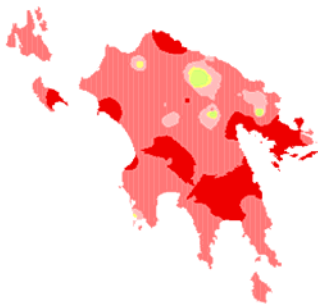
Οκτ 86-Σεπ 90



Οκτ 87-Σεπ 91

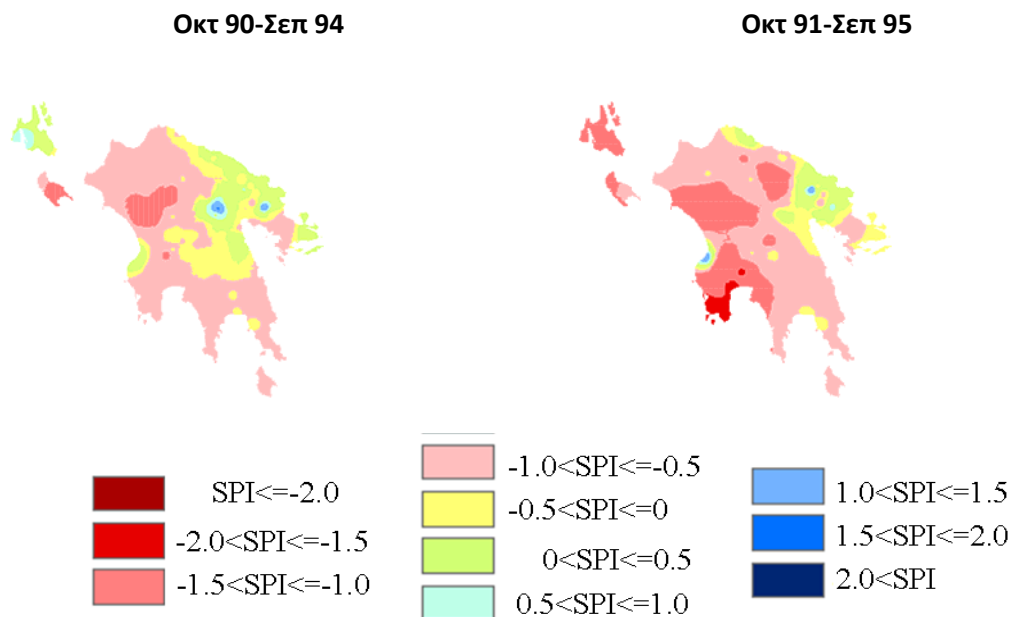


Οκτ 88-Σεπ 92

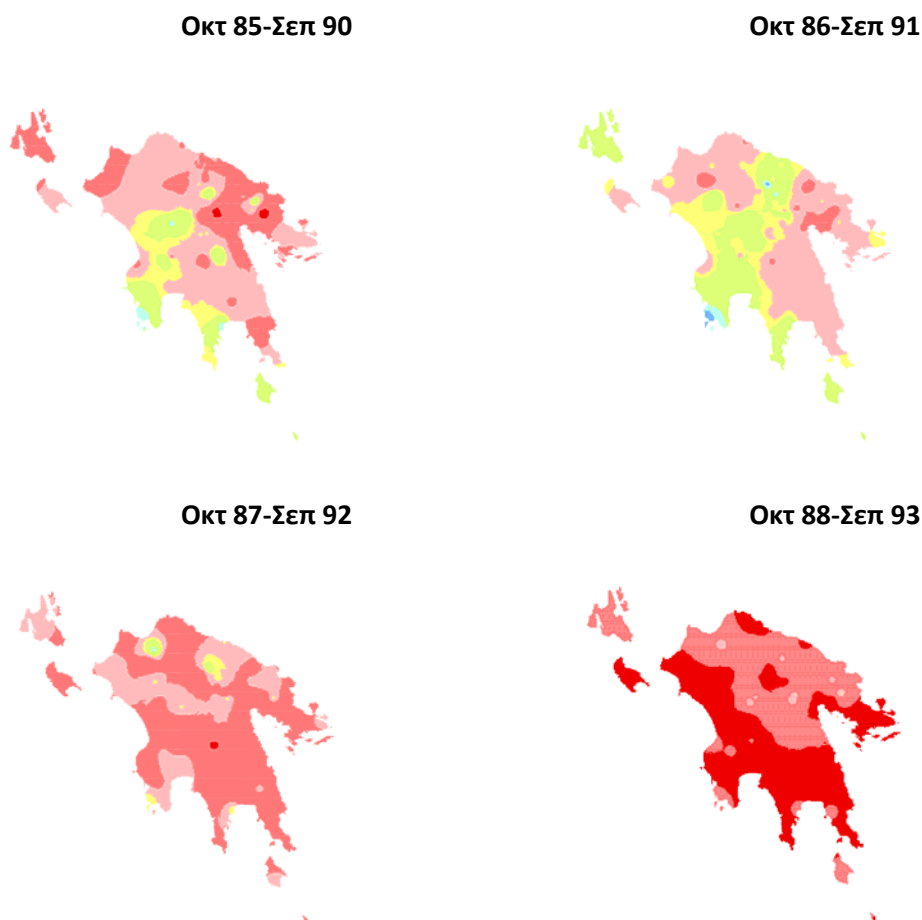


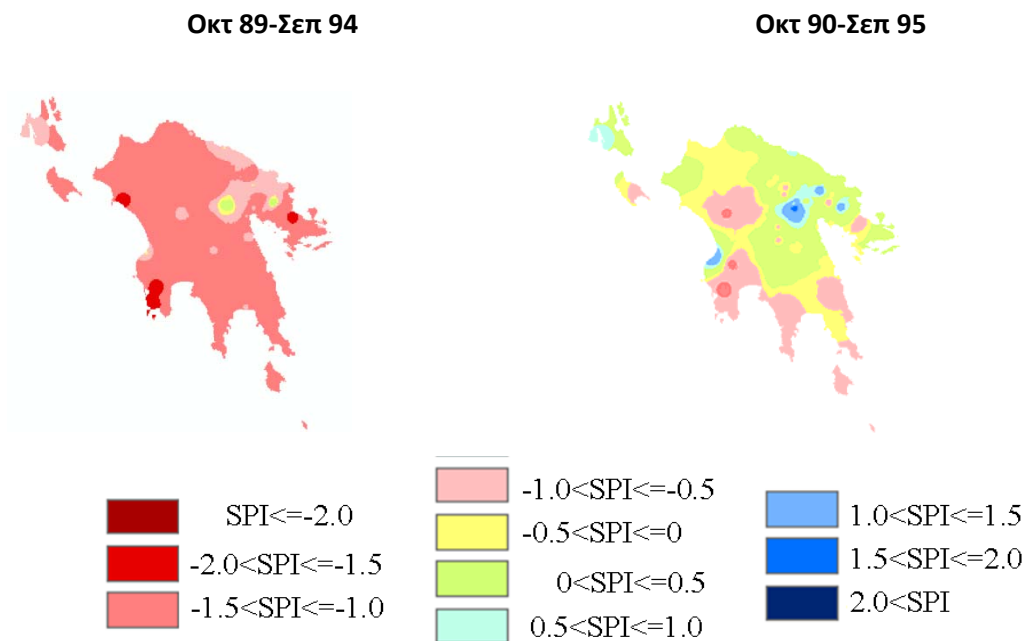
Οκτ 89-Σεπ 93





Σχήμα IV -4. Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας μέσου δείκτη ξηρασίας τεσσάρων ετών για την περίοδο 1988-1995.

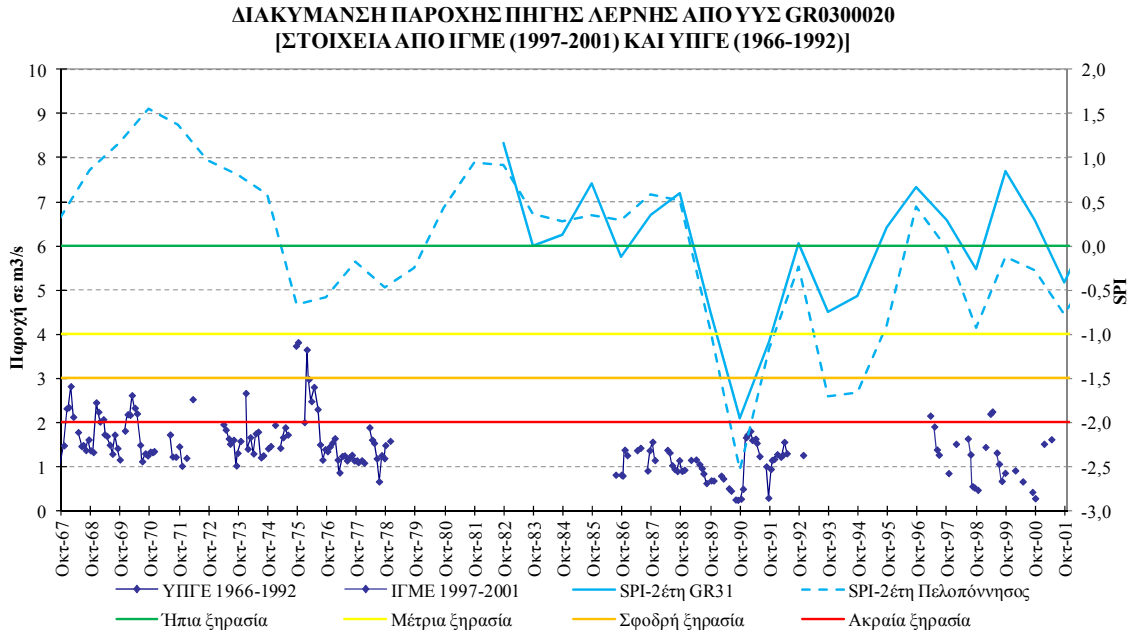




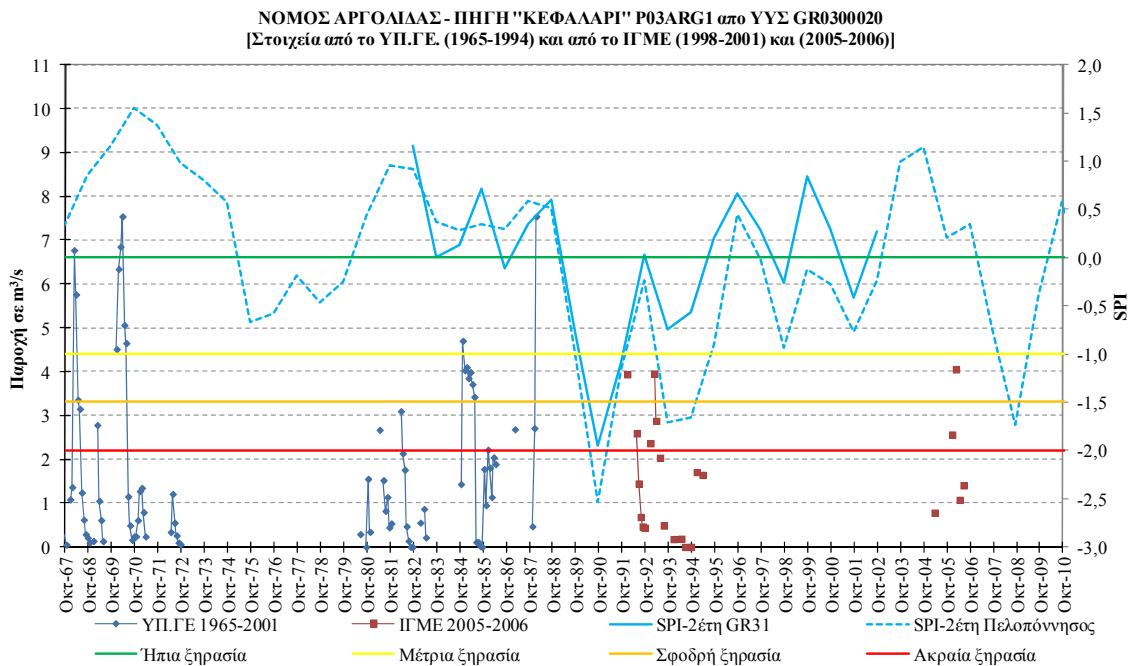
Σχήμα IV -5. Χωρική κατανομή δείκτη ξηρασίας μέσου δείκτη ξηρασίας πέντε ετών για την περίοδο 1988-1995.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ SPI ΚΑΙ ΟΡΙΑ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ ΤΟΥ ΜΕ ΤΙΣ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΕΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΝΕΡΟΥ ΤΩΝ ΠΗΓΩΝ ΤΟΥ ΥΔ03

Λεκάνη απορροής Ρεμάτων Αργολικού Κόλπου (GR31)

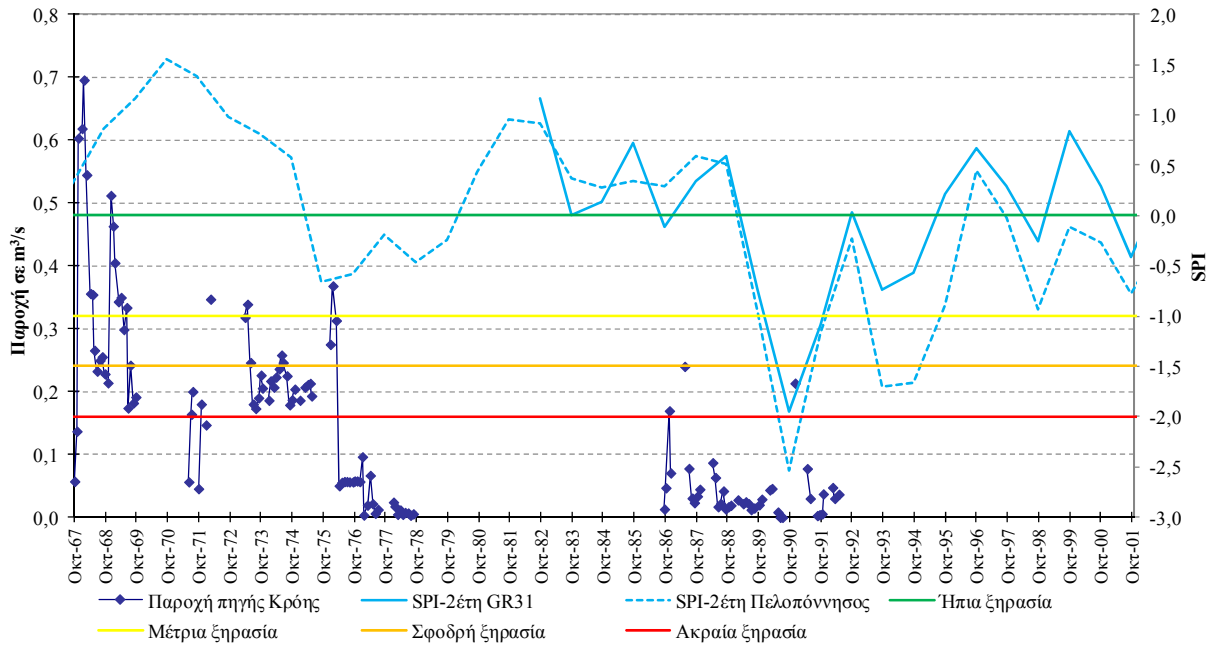


Σχήμα V-6. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξης του με τη χρονοσειρά παροχής της πηγής Λέρνης



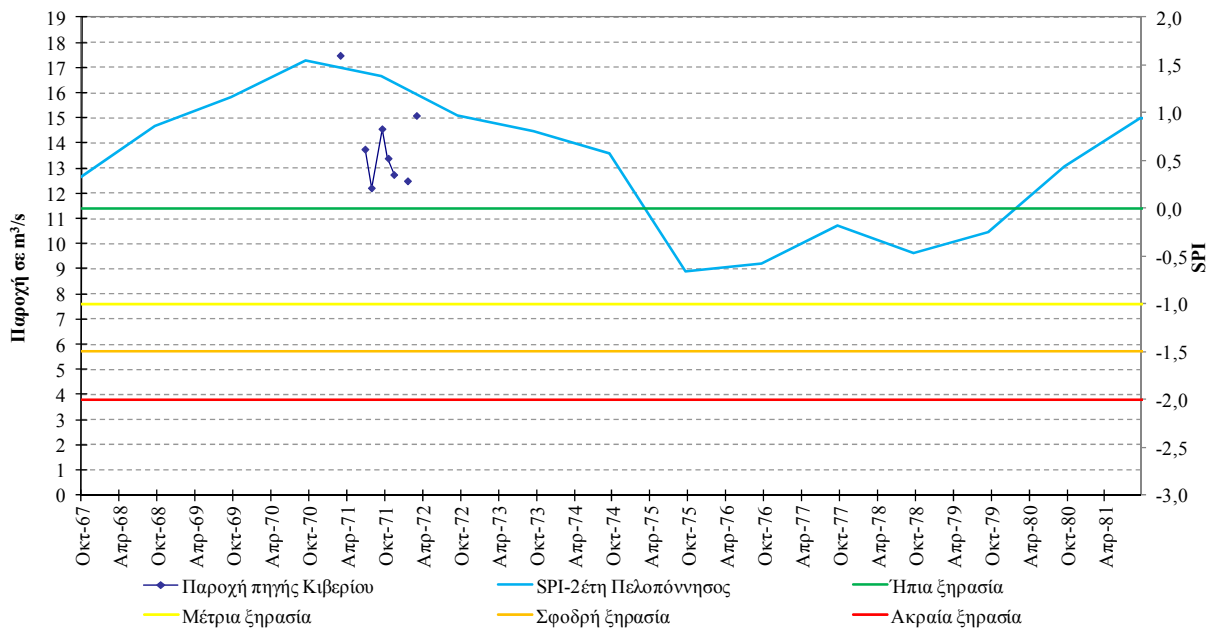
Σχήμα V-7. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξης του με τη χρονοσειρά παροχής της πηγής Κεφαλάρι

ΝΟΜΟΣ ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ - ΠΗΓΗ "ΚΡΟΗ" Ρ03ΑΡG3 ΑΠΟ ΥΥΣ GR0300020
 [Στοιχεία από το ΥΠ.Γ.Ε.(1966-1992)]

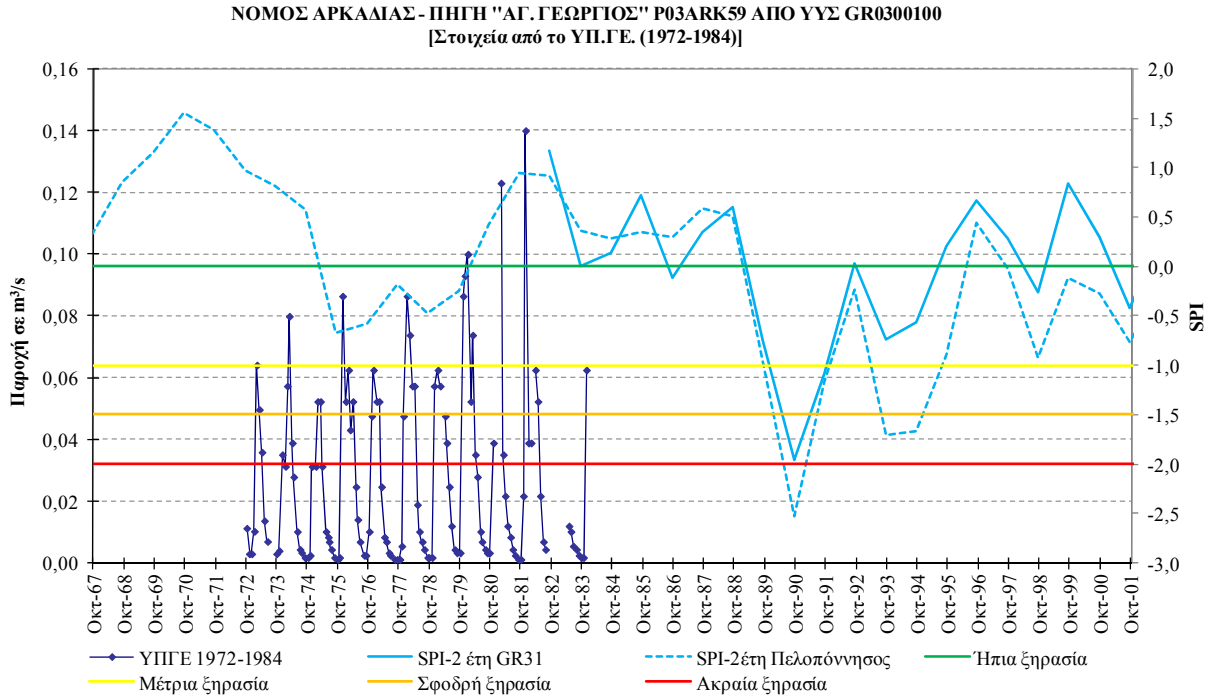


Σχήμα V -8. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά παροχής της πηγής Κρόης

ΝΟΜΟΣ ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ - ΠΗΓΗ "ΚΙΒΕΡΙ" (ΑΝΑΒΑΛΟΣ) Ρ03ΑΡG4 ΑΠΟ ΥΥΣ GR0300020
 [Στοιχεία από το ΥΠ.Γ.Ε.(1971-1972)]

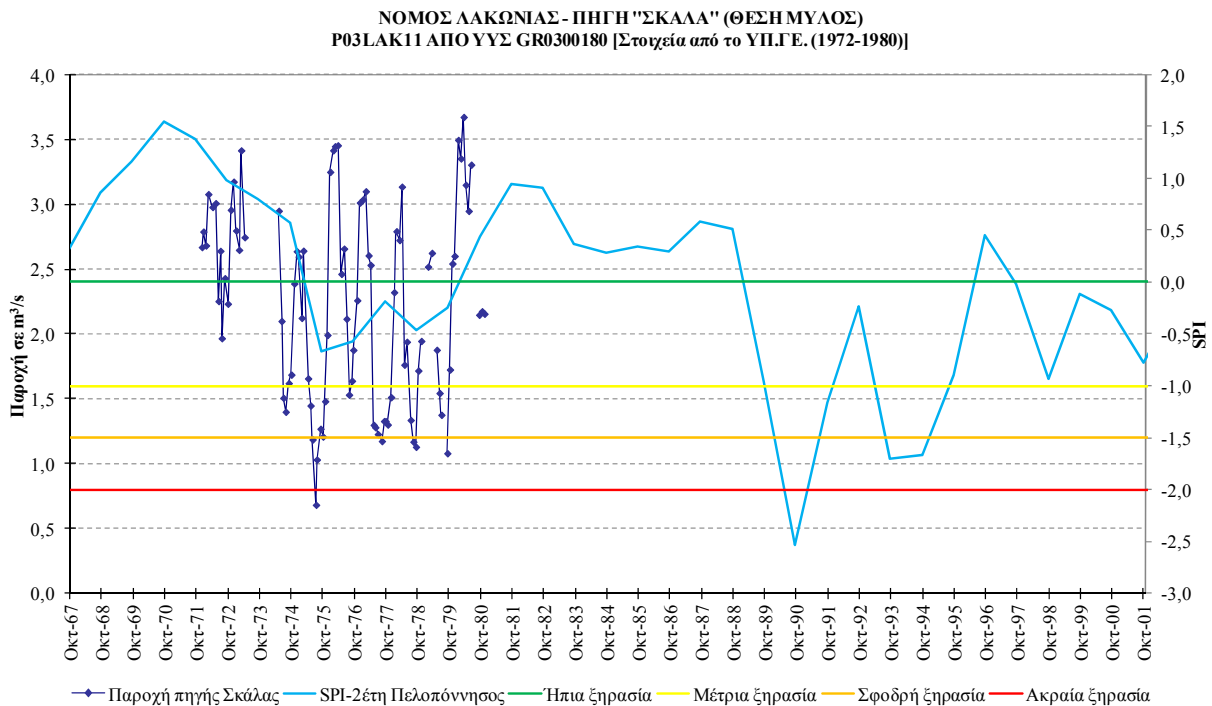


Σχήμα V -9. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά παροχής της πηγής Κιβεριού (Ανάβαλος)

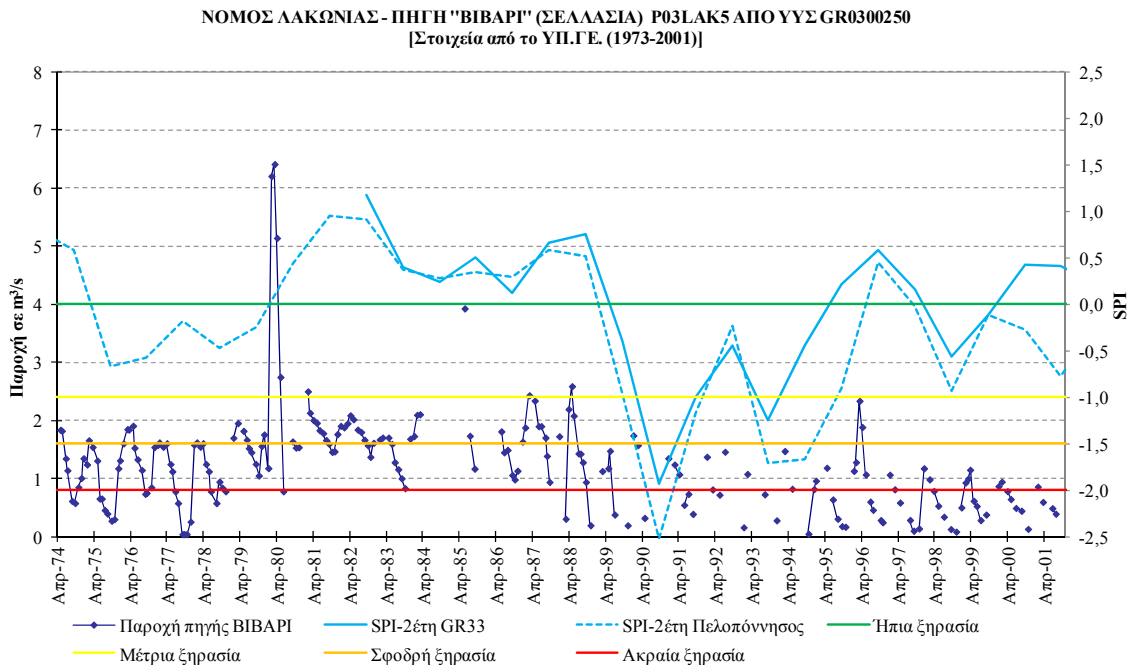


Σχήμα V -10. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά παροχής της πηγής Αγίου Γεωργίου

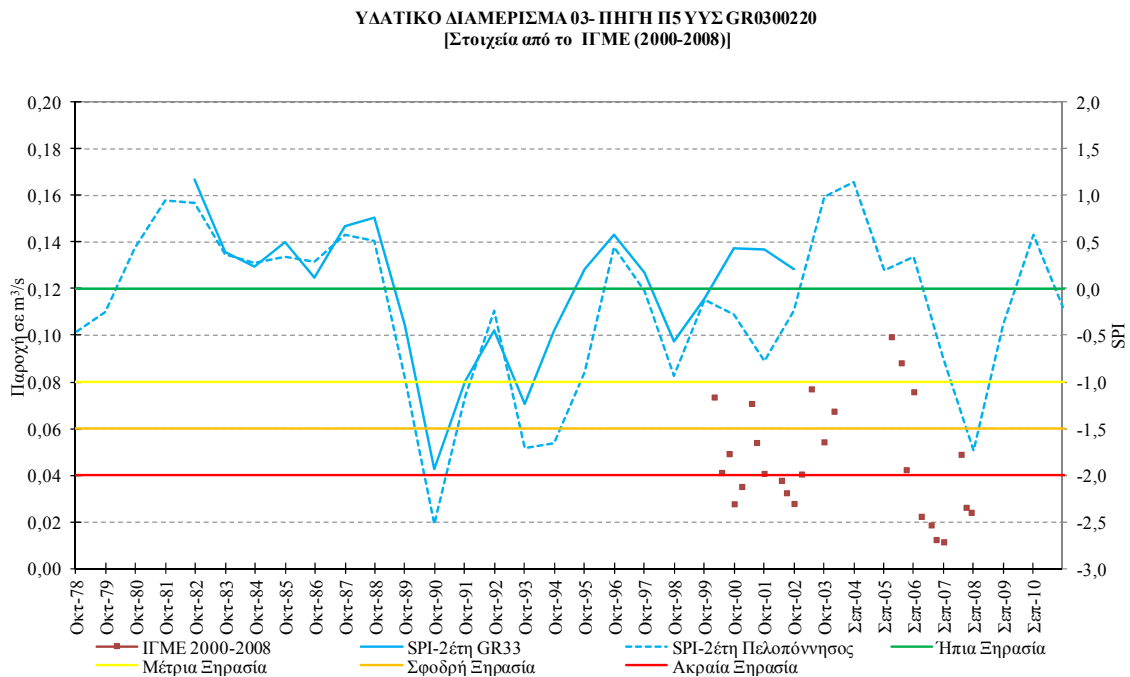
Λεκάνη Απορροής Ποταμού Ευρώτα (GR33)



Σχήμα V -11. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά παροχής της πηγής Σκάλας (Θέση Μύλος)



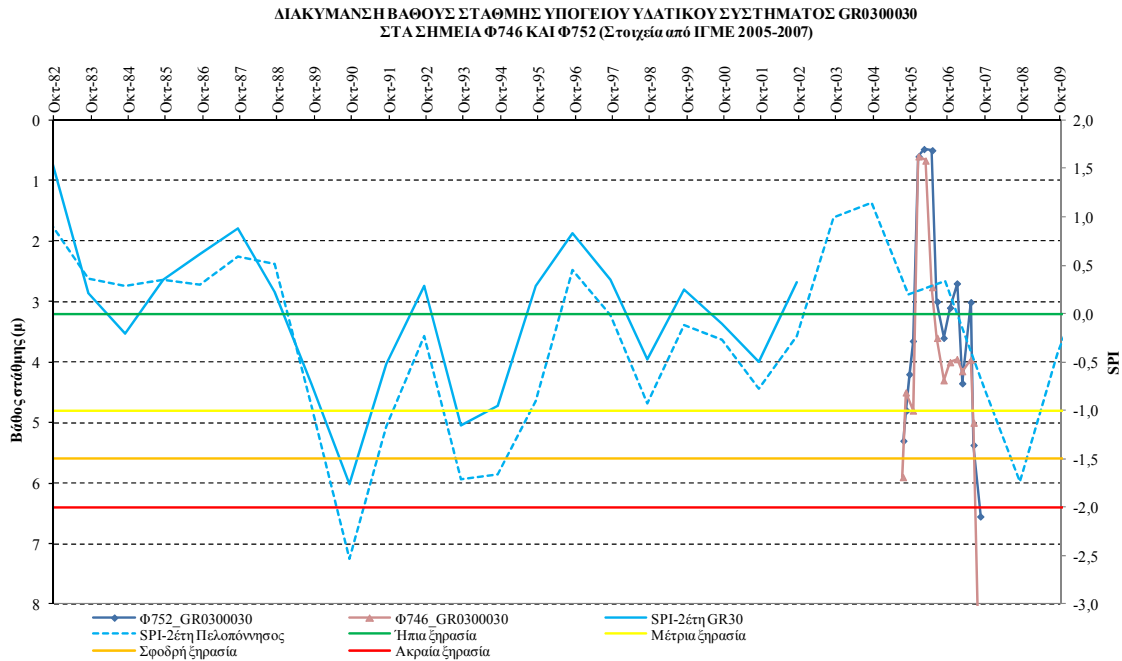
Σχήμα V -12. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά παροχής της πηγής Βιβάρι (Σελλάσια)



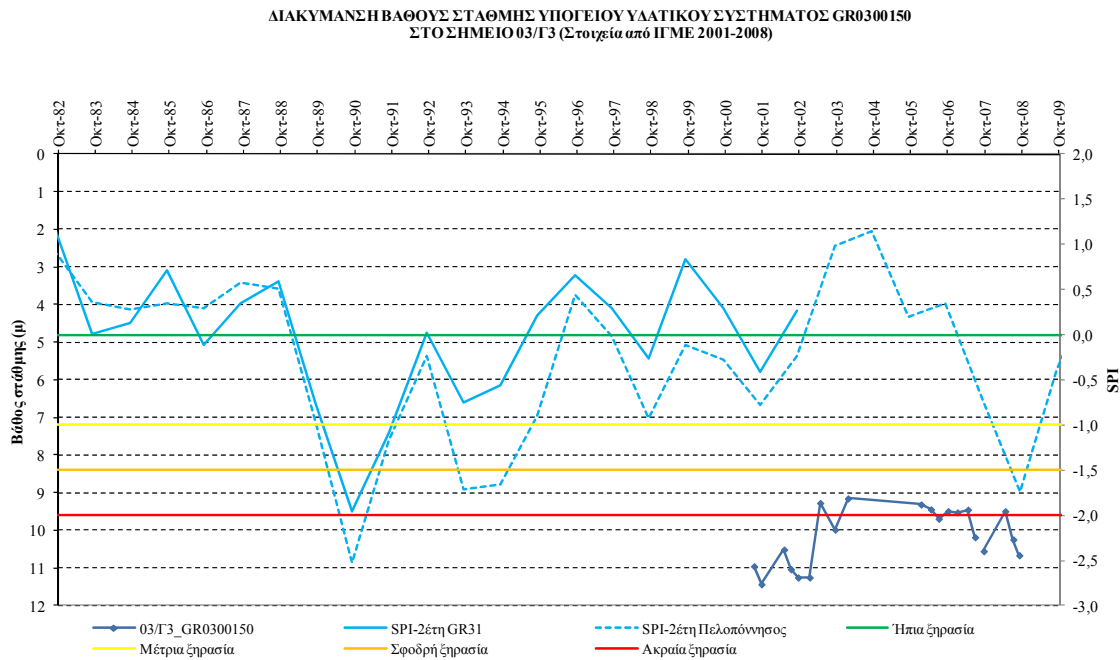
Σχήμα V-13. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά παροχής της πηγής στη θέση Π5 του ΥΥΣ GR0300220

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ SPI ΚΑΙ ΟΡΙΑ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ ΤΟΥ ΜΕ ΤΙΣ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΕΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΝΕΡΟΥ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ ΣΤΑ ΥΥΣ ΤΟΥ ΥΔ03

Λεκάνη απορροής Οροπεδίου Τρίπολης (GR30)

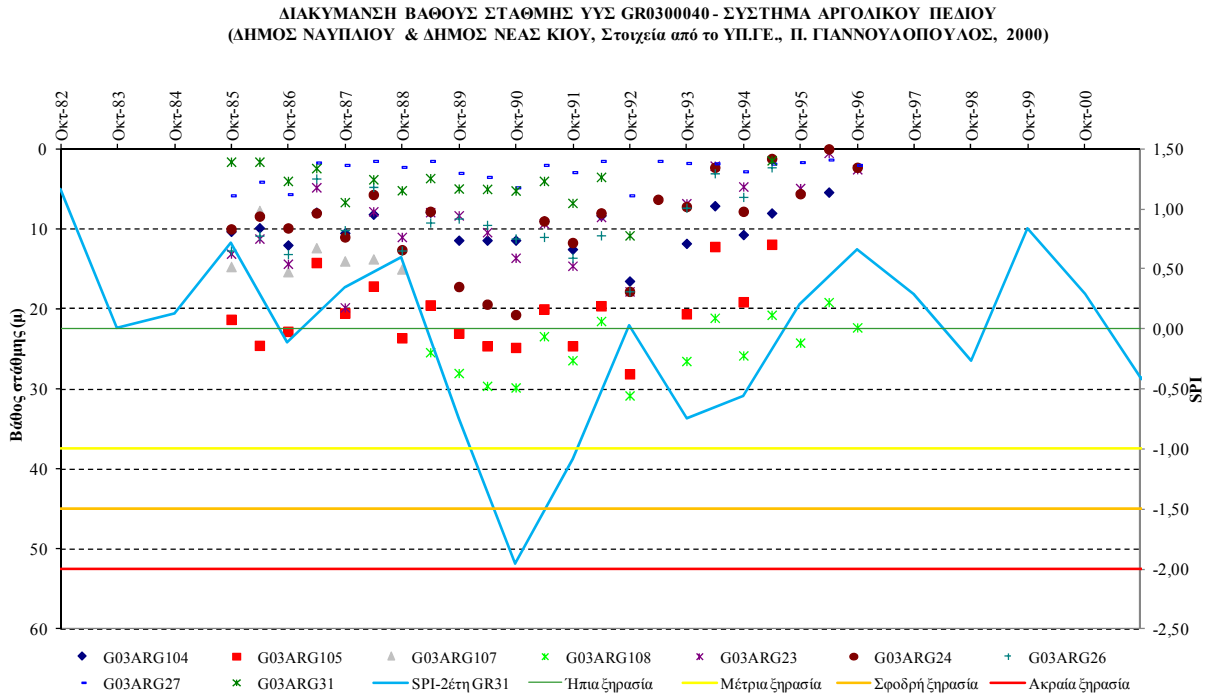


Σχήμα VI-14. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στα σημεία Φ752 και Φ746 του ΥΥΣ GR0300030

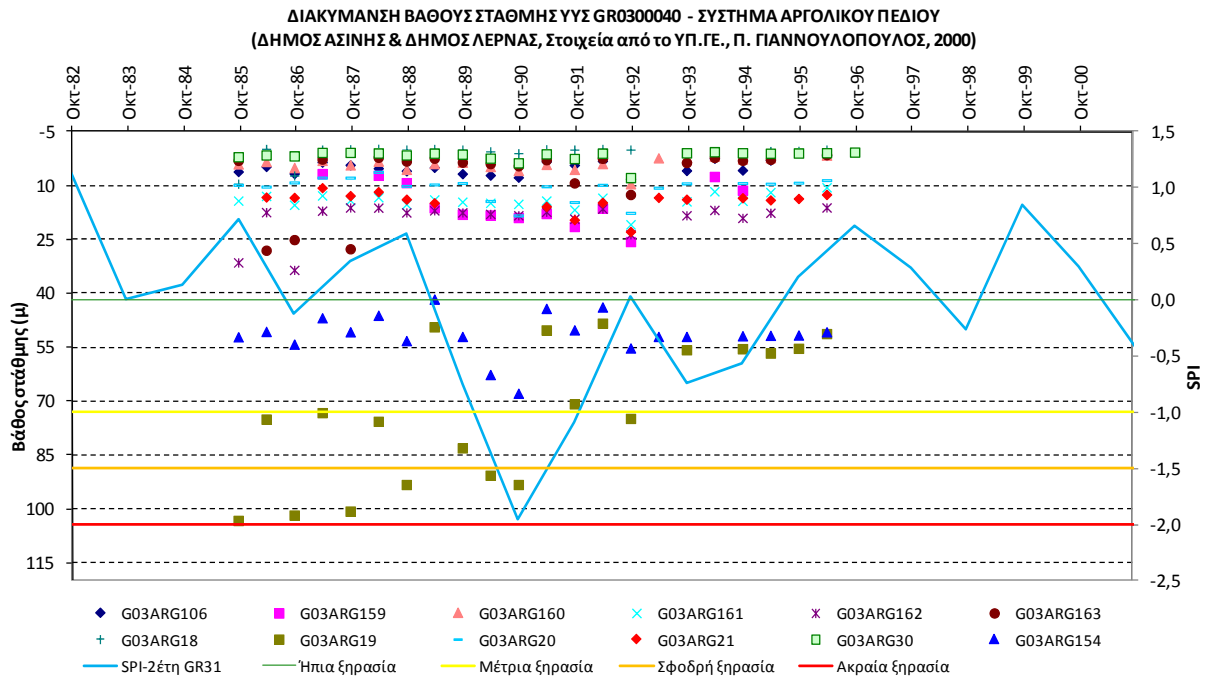


Σχήμα VI -15. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στο σημείο 03/Γ3 του ΥΥΣ GR0300150

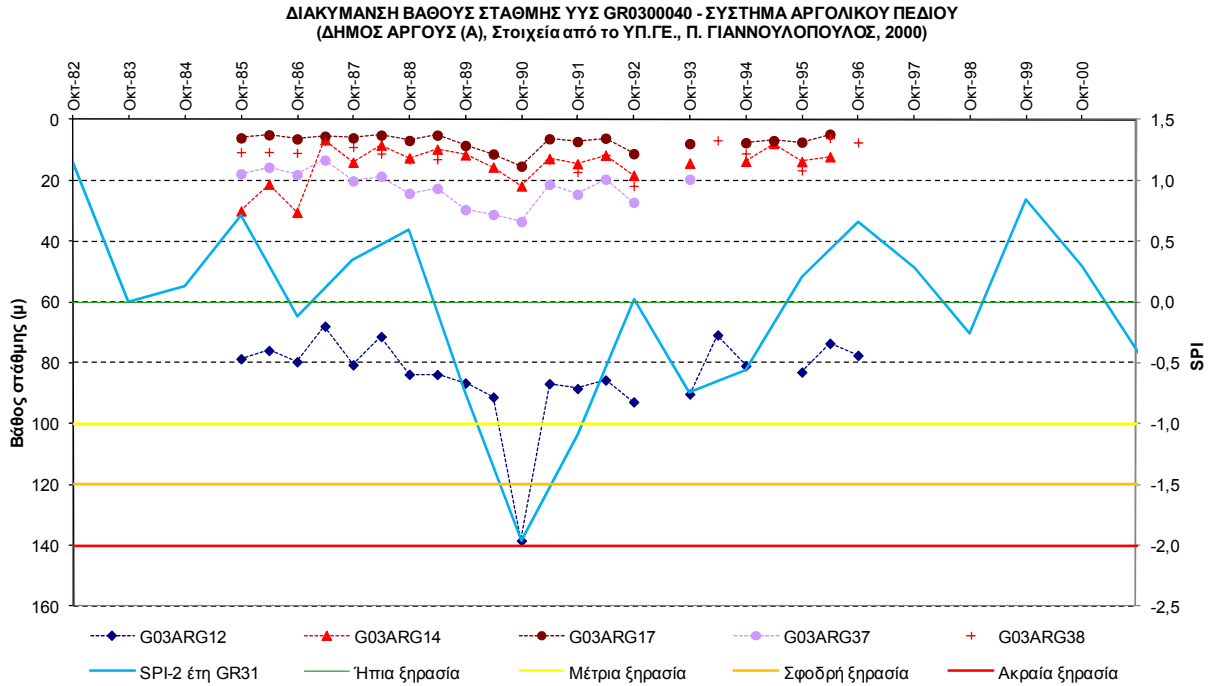
Λεκάνη απορροής Ρεμάτων Αργολικού Κόλπου (GR31)



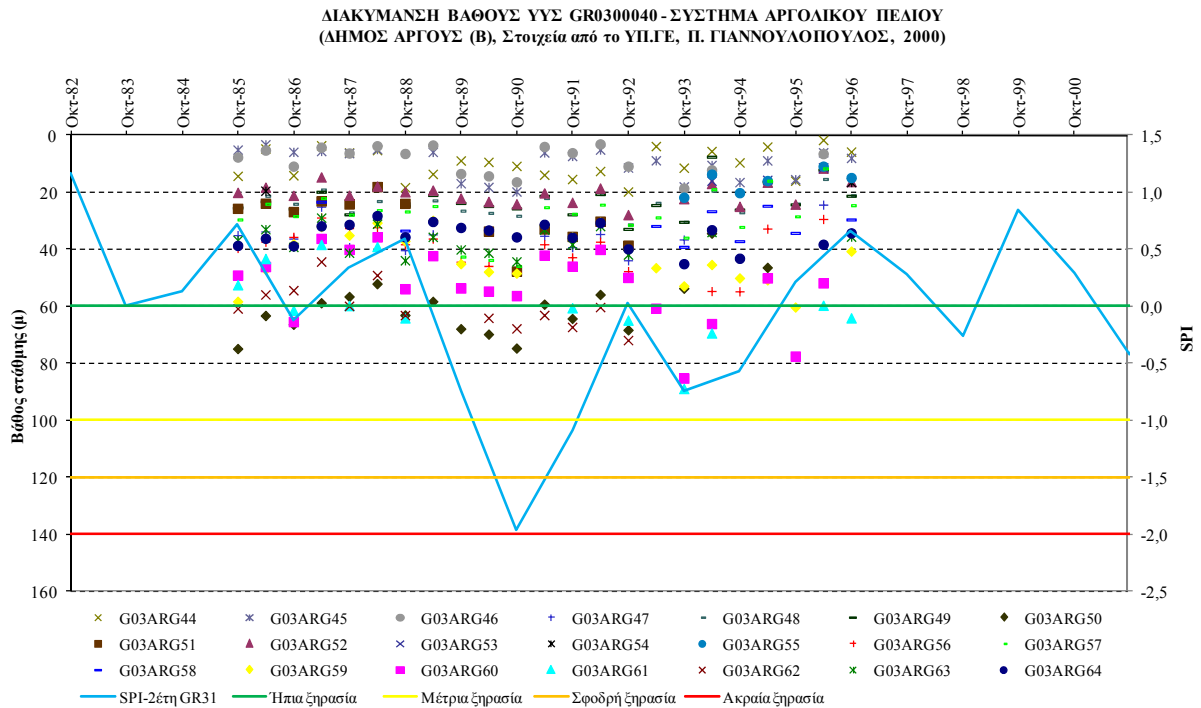
Σχήμα VI -16. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στον Δήμο Ναυπλίου και Νέας Κίου του ΥΥΣ GR0300040



Σχήμα VI -17. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στον Δήμο Ασίνης και Λέρνας του ΥΥΣ GR0300040

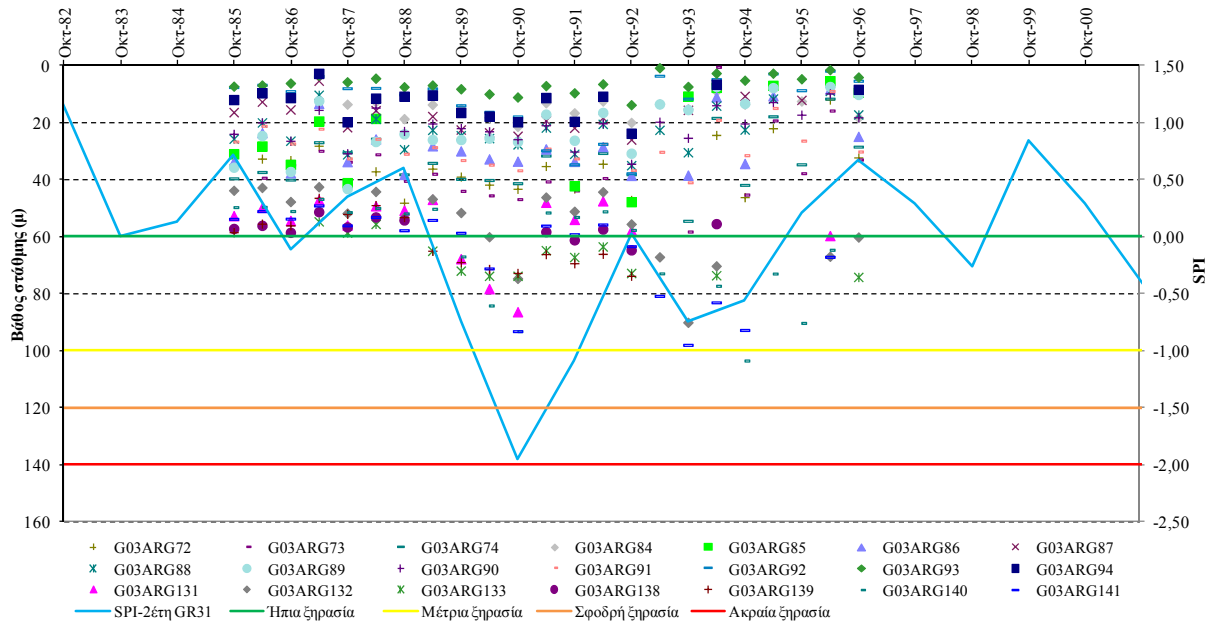


Σχήμα VI -18. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στον Δήμο Άργους (Α) του ΥΥΣ GR0300040



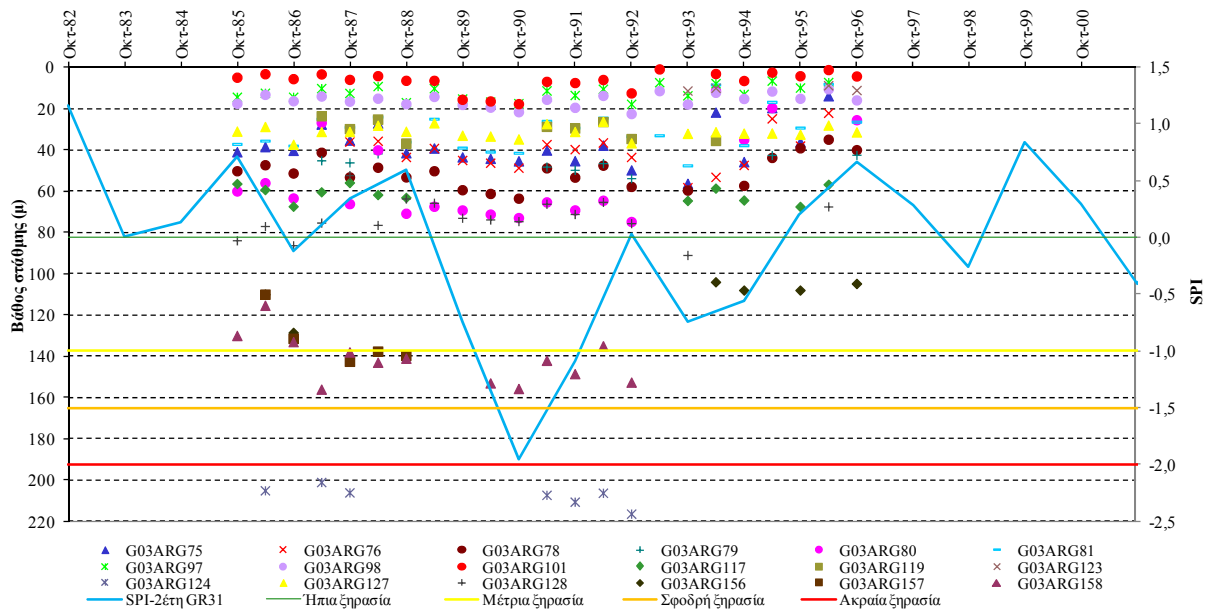
Σχήμα VI -19. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στον Δήμο Άργους (Β) του ΥΥΣ GR0300040

ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΒΑΘΟΥΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΥΣ GR0300040 - ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΓΟΛΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ
(ΔΗΜΟΣ ΑΡΓΟΥΣ (Γ), Στοιχεία από το ΥΠ.Γ.Ε., Π. ΓΙΑΝΝΟΥΛΟΠΟΥΛΟΣ, 2000)



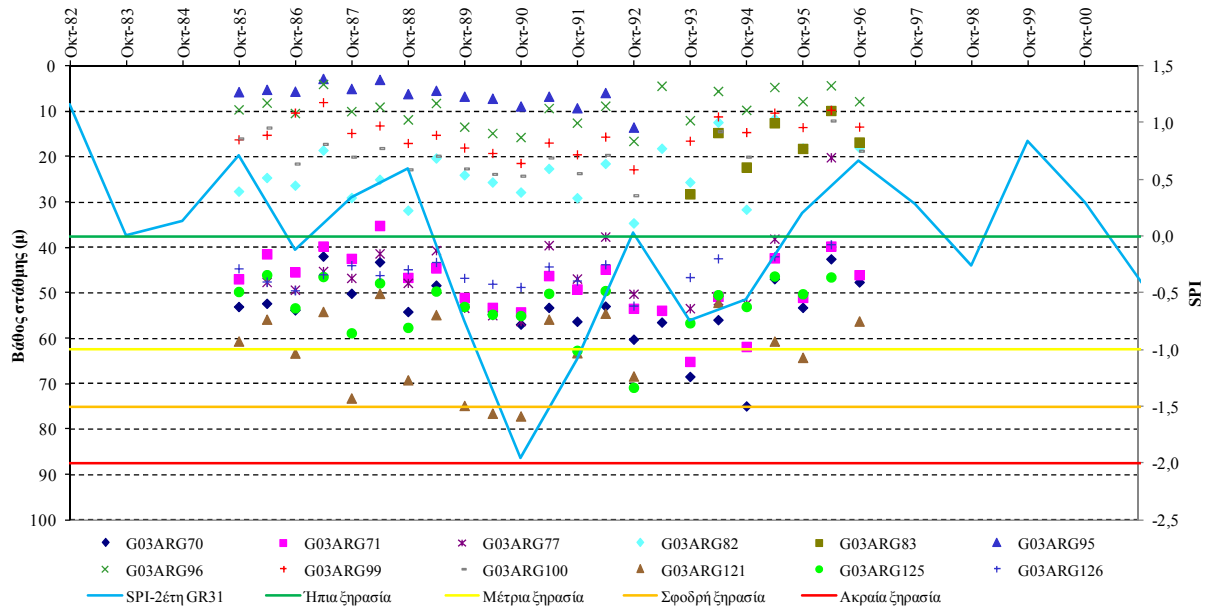
Σχήμα VI -20. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στον Δήμο Άργους (Γ) του ΥΥΣ GR0300040

ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΒΑΘΟΥΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΥΣ GR0300040 - ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΓΟΛΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ
(ΔΗΜΟΣ ΜΙΔΕΑΣ (Α), Στοιχεία από το ΥΠ.Γ.Ε., Π. ΓΙΑΝΝΟΥΛΟΠΟΥΛΟΣ, 2000)



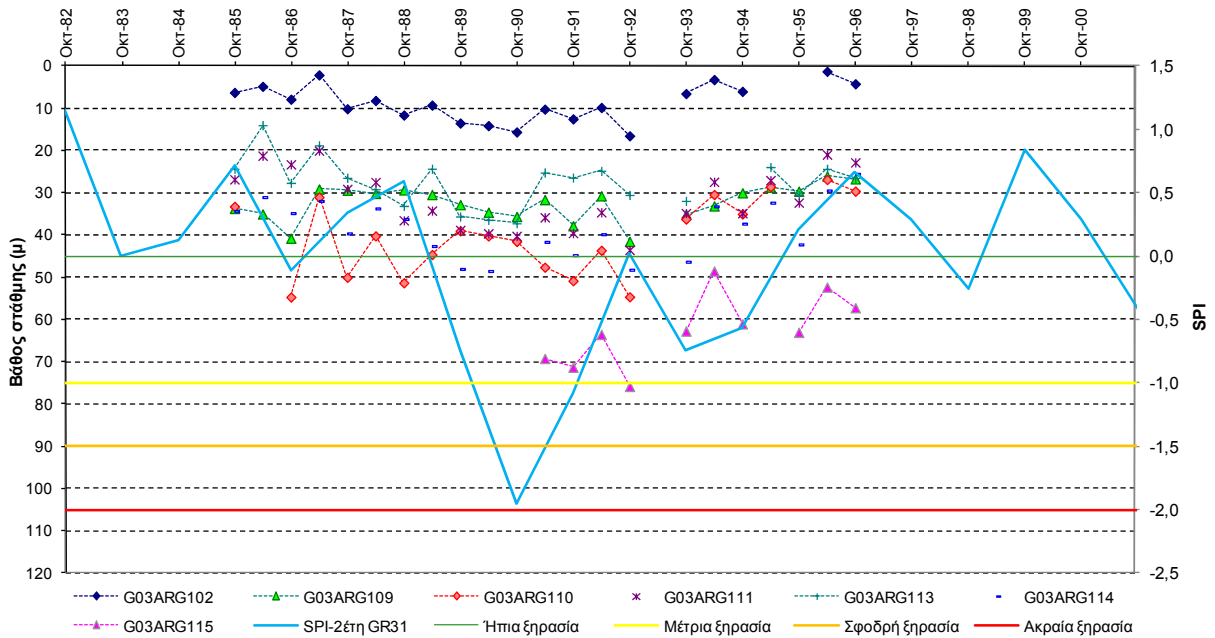
Σχήμα VI -21. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στον Δήμο Μιδέας του ΥΥΣ GR0300040

ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΒΑΘΟΥΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΥΣ GR0300040 - ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΓΟΛΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ
(ΔΗΜΟΣ ΜΙΔΕΑΣ (Β), Στοιχεία από το ΥΠ.Γ.Ε., Π. ΓΙΑΝΝΟΥΛΟΠΟΥΛΟΣ, 2000)



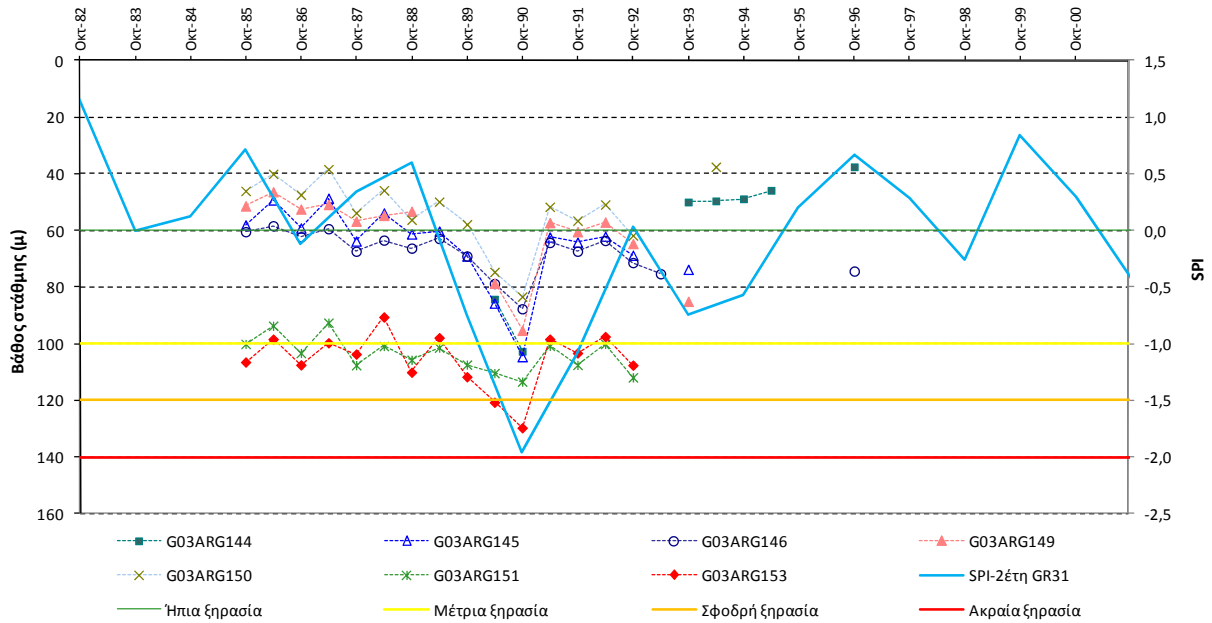
Σχήμα VI -22. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στον Δήμο Μιδέας του ΥΥΣ GR0300040

ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΒΑΘΟΥΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΥΣ GR0300040 - ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΓΟΛΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ
(ΔΗΜΟΣ ΝΕΑΣ ΤΙΡΥΝΘΑΣ, Στοιχεία από το ΥΠ.Γ.Ε., Π. ΓΙΑΝΝΟΥΛΟΠΟΥΛΟΣ, 2000)



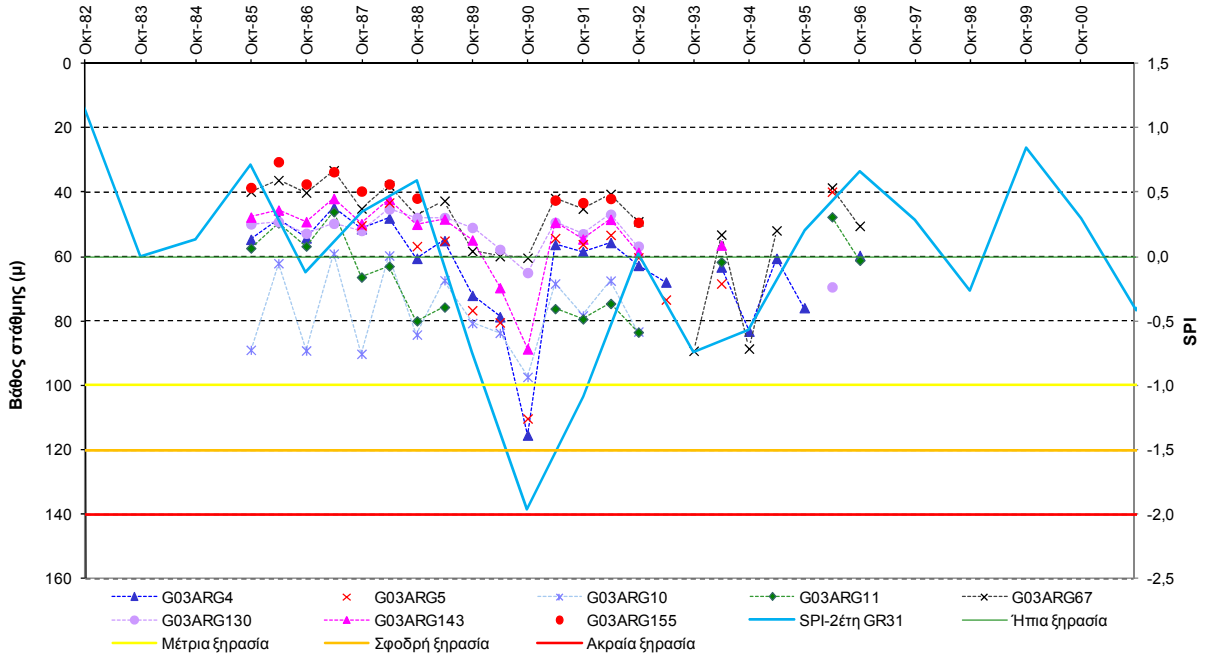
Σχήμα VI -23. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στον Δήμο Νέας Τίρυνθας του ΥΥΣ GR0300040

**ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΒΑΘΟΥΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΥΣ GR0300040 - ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΓΟΛΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ
 (ΔΗΜΟΣ ΜΥΚΗΝΑΙΩΝ, Στοιχεία από το ΥΠ.Α.Α.Τ., Π. ΓΙΑΝΝΟΥΛΟΠΟΥΛΟΣ, 2000)**



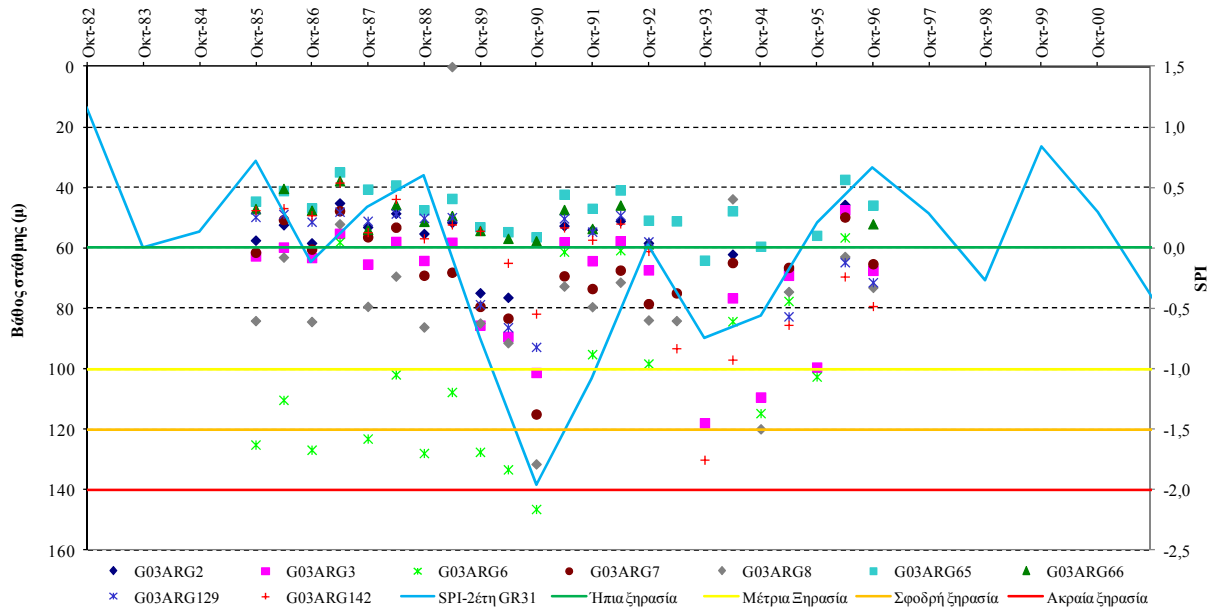
Σχήμα VI -24. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξης του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στον Δήμο Μυκηναιών του ΥΥΣ GR0300040

**ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΒΑΘΟΥΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΥΣ GR0300040 - ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΓΟΛΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ
 (ΔΗΜΟΣ ΚΟΥΤΣΟΠΟΔΙΟΥ (Α), Στοιχεία από το ΥΠ.Γ.Ε, Π. ΓΙΑΝΝΟΥΛΟΠΟΥΛΟΣ, 2000)**



Σχήμα VI -25. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξης του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στον Δήμο Κουτσοποδίου (Α) του ΥΥΣ GR0300040

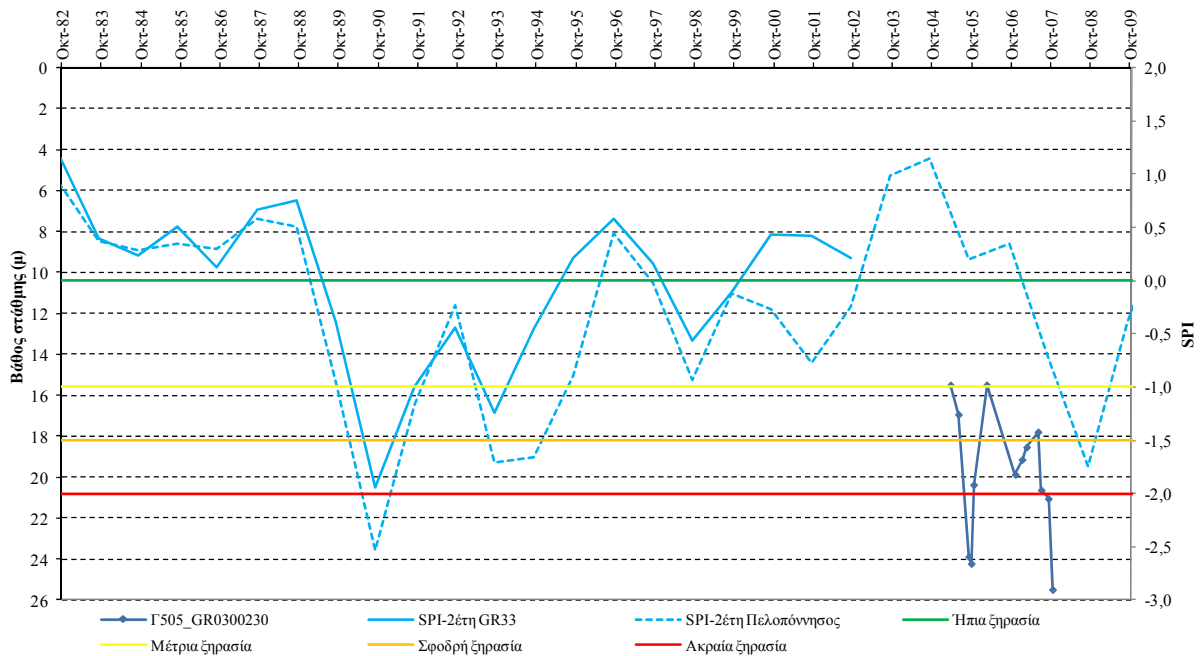
**ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΒΑΘΟΥΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΥΣ GR0300040 - ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΓΟΛΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ
 (ΔΗΜΟΣ ΚΟΥΤΣΟΠΟΔΙΟΥ (B), Στοιχεία από το ΥΠ.Γ.Ε. Π. ΓΙΑΝΝΟΥΛΟΠΟΥΛΟΣ, 2000)**



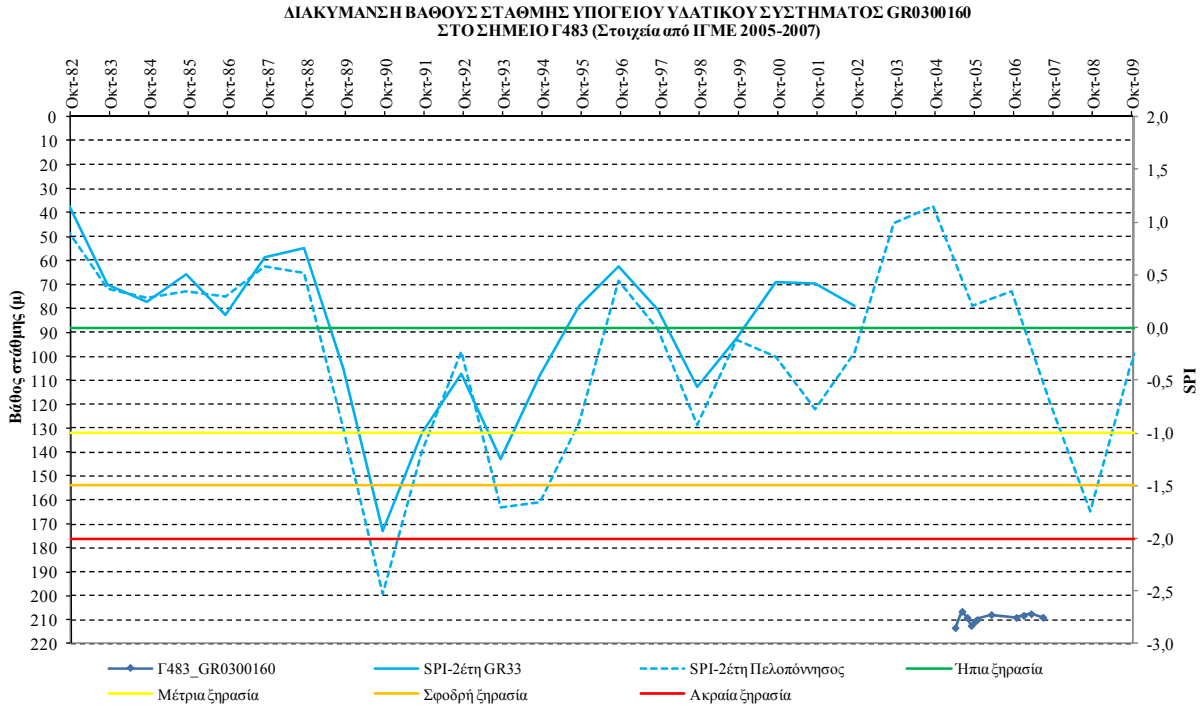
Σχήμα VI -26. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στον Δήμο Κουτσοποδίου (B) του ΥΥΣ GR0300040

Λεκάνη Απορροής Ποταμού Ευρώτα (GR33)

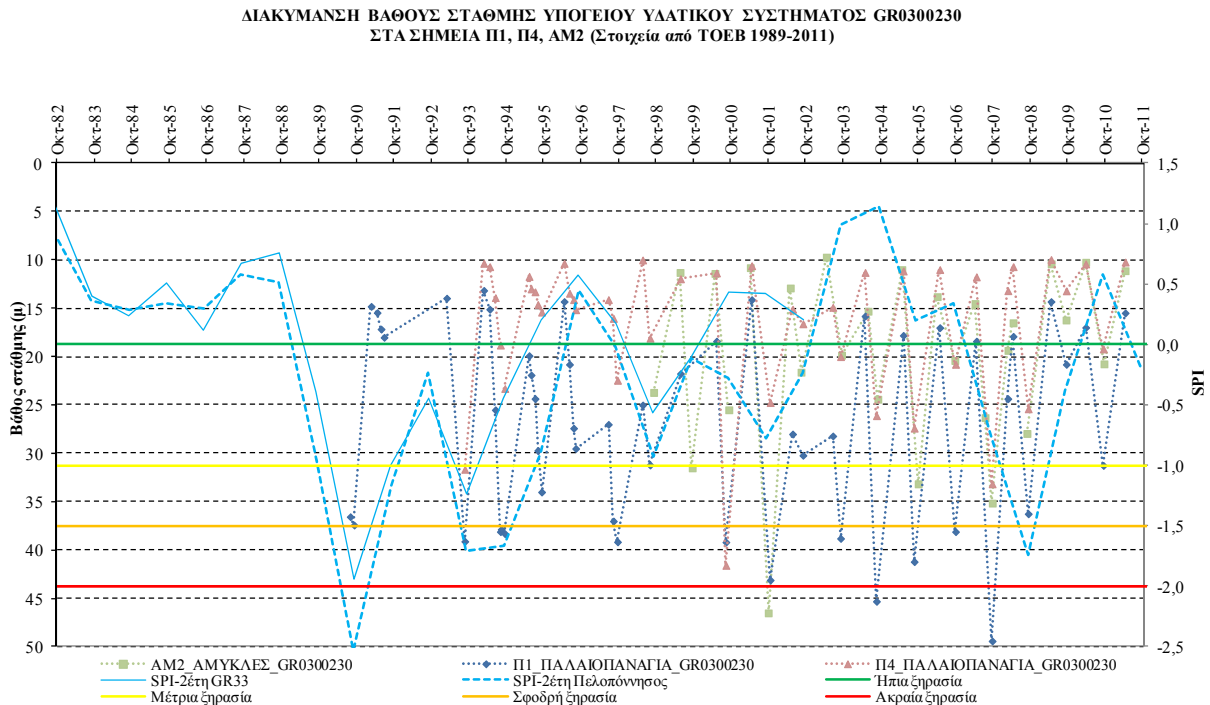
**ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΒΑΘΟΥΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ GR0300230
 ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ Γ505 (Στοιχεία από ΓΓΜΕ 2005-2007)**



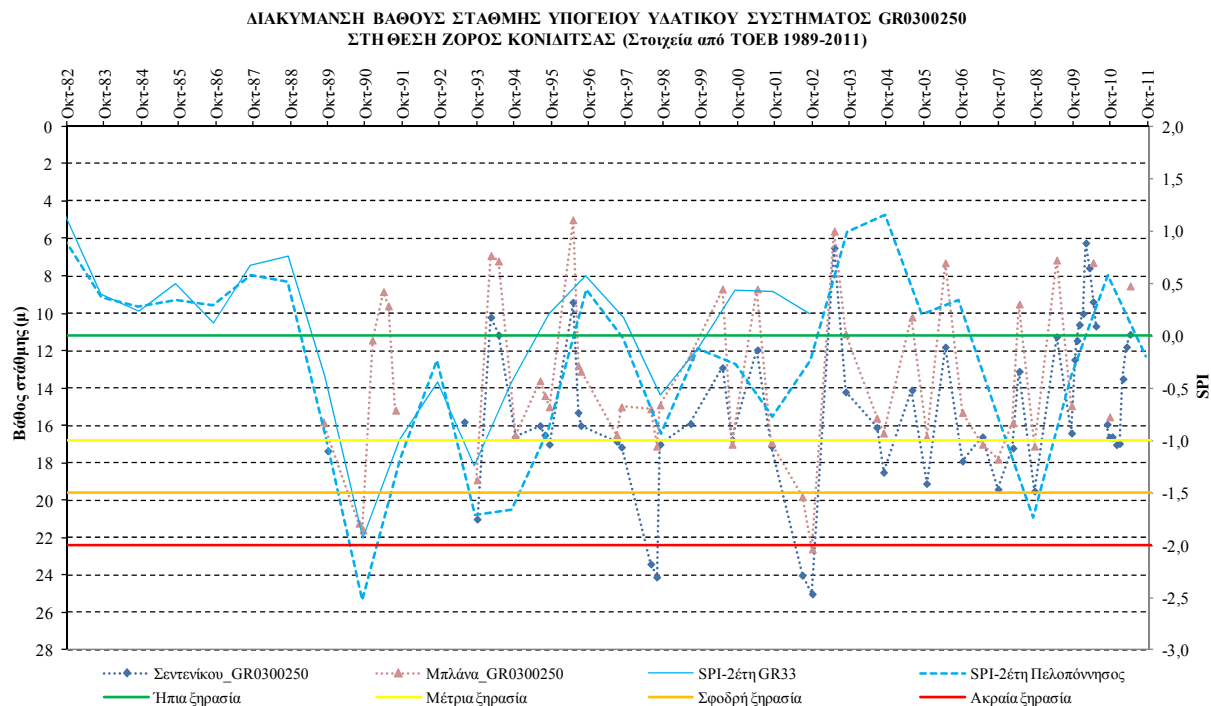
Σχήμα VI -27. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στο σημείο Γ505 του ΥΥΣ GR0300230



Σχήμα VI -28. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στο σημείο Γ483 του ΥΥΣ GR0300160



Σχήμα VI -29. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξής του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στα σημεία Π1, Π4, AM2 του ΥΥΣ GR0300230



Σχήμα VI -30. Συσχέτιση SPI και όρια κατάταξης του με τη χρονοσειρά στάθμης νερού γεώτρησης στη θέση Ζόρος Κονιδίτσας του ΥΓΣ GR0300250



ΕΙΔΙΚΗ
ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ
ΥΔΑΤΩΝ



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ &
ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ
ΑΛΛΑΓΗΣ

www.ypeka.gr

Ειδική Γραμματεία Υδάτων,
Μ. Ιατρίδου 2 & Λεωφ. Κηφισίας 115 26 Αθήνα
Τηλ: 210 693 1265, 210 693 1253,
Φαξ: 210 699 4355, 210 699 4357
E-mail: info.egy@prv.ypeka.gr



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



www.epperaa.gr



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης