



ΚΥΠΡΙΑΚΗ

ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ, ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΠΤΥΞΕΩΣ ΥΔΑΤΩΝ



ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ

ΑΡΘΡΩΝ 11,13 ΚΑΙ 15 ΤΗΣ

ΟΔΗΓΙΑΣ ΠΛΑΙΣΙΟ ΠΕΡΙ ΥΔΑΤΩΝ (2000/60/ΕΚ) ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VIII

ΤΕΛΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2011

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΟΜΑΔΑ ΜΕΛΕΤΗΣ	1
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	3
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
1.1. Γενικά	9
1.2. Το Φαινόμενο της Ξηρασίας	11
1.2.1. Μετεωρολογική Ξηρασία	11
1.2.2. Υδρολογική Ξηρασία	11
1.2.3. Καλλιεργητική Ξηρασία (Agricultural Drought)	13
1.3. Κύριοι Στόχοι του Σχεδίου Ξηρασίας	14
2. ΔΕΙΚΤΕΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ	17
2.1. Εισαγωγή	17
2.2. Σύστημα Δεικτών για την Κύπρο	20
2.3. Ο Μετεωρολογικός Δείκτης Ξηρασίας SPI	25
2.4. Ο Δείκτης Απορροής Υδρολογικού Έτους	30
2.5. Ο Δείκτης Απορροής Υγρής Περιόδου	42
2.6. Ο Δείκτης Μηνιαίας Δίαιτας των Ποταμών	46
2.7. Δείκτης Αποθεμάτων Μεγάλων Φραγμάτων	50
2.8. Παρακολούθηση Υπογείων Σωμάτων	53
2.8.1. Δίκτυο Παρακολούθησης	53
2.8.2. Αξιοποίηση δεδομένων για Διαμόρφωση Διαχειριστικής Πολιτικής	54
2.9. Δείκτες Παρατεταμένης Ξηρασίας	61
2.9.1. Εισαγωγή	61
2.9.2. Δείκτης Βασισμένος στις Βροχοπτώσεις	62
2.9.3. Δείκτης Βασισμένος στην Ταμίευση	62
2.9.4. Δείκτης Βασισμένος στις Εισροές στους Ταμιευτήρες	63
2.9.5. Δείκτες Υποβάθμισης των Σωμάτων	63
2.9.6. Δείκτης Βασισμένος στη μη Ικανοποίηση Ζήτησης	63
3. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΕΙΚΤΩΝ	64
3.1. Πρόγραμμα Εκτίμησης Δεικτών	64
3.2. Διάγνωση Ξηρασίας – Επίπεδα επιφυλακής	65
4. ΕΡΓΟ ΝΟΤΙΟΥ ΑΓΩΓΟΥ	68
4.1. Εισαγωγή	68
4.2. Διαμόρφωση Πολιτικής Απολήψεων	68
4.3. Έγκαιρη Πρόβλεψη Πιθανών Αναγκαίων Περικοπών	74
5. ΦΡΑΓΜΑ ΑΡΜΙΝΟΥ	78
6. ΕΡΓΟ ΠΑΦΟΥ	80
6.1. Πολιτική Απολήψεων	80
6.2. Έγκαιρη Πρόβλεψη Πιθανών Αναγκαίων Περικοπών	84
7. ΕΡΓΟ ΧΡΥΣΟΧΟΥΣ	88
7.1. Υφιστάμενη Κατάσταση	88
7.2. Εκτίμηση Αναγκών	89
7.3. Υδρογεωλογικές Συνθήκες	89
7.4. Ικανοποίηση Αναγκών Ύδρευσης	92
7.5. Συμπεράσματα	93
8. ΑΛΛΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	96
8.1. Τρόδος	96
8.1.1. Υφιστάμενη Κατάσταση	96
8.1.2. Εκτίμηση Αναγκών	97
8.1.3. Υδρογεωλογικές Συνθήκες	98
8.1.4. Ικανοποίηση Αναγκών	110
8.1.5. Συμπεράσματα	112
8.2. Δυτική Μεσαορία	114

8.2.1.	Υφιστάμενη Κατάσταση.....	114
8.2.2.	Εκτίμηση Αναγκών	114
8.2.3.	Υδρογεωλογικές Συνθήκες.....	115
8.2.4.	Ικανοποίηση Αναγκών.....	117
8.2.5.	Συμπεράσματα	118
8.3.	Περιοχή Πισσουρίου	120
8.3.1.	Υφιστάμενη Κατάσταση.....	120
8.3.2.	Εκτίμηση Αναγκών	120
8.3.3.	Ικανοποίηση Υδρευτικών Αναγκών	120
8.3.4.	Ικανοποίηση αρδευτικών αναγκών	121
8.3.5.	Υδρογεωλογικές Συνθήκες.....	122
8.3.6.	Επιφανειακοί Πόροι – Χα-ποτάμι	124
8.3.7.	Λειτουργία Προτεινόμενου Φράγματος	127
8.3.8.	Συμπεράσματα	128
9.	ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΠΕΡΙΚΟΠΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΦΑΛΑΤΩΣΕΙΣ	131
10.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΠΡΟΤΑΣΕΩΝ ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ	
	135
10.1.	Δείκτες Ξηρασίας.....	135
10.2.	Παρατεταμένη Ξηρασία.....	136
10.3.	Έργα Νοτίου Αγωγού και Πάφου	136
10.4.	Εξασφάλιση Ύδρευσης Περιοχών εκτός Έργων Νοτίου Αγωγού και Πάφου.	137
10.4.1.	Τρόδος	137
10.4.2.	Πισσούρι	138
10.4.3.	Δ. Μεσαορία.....	138
10.4.4.	Χρυσοχού.....	139
10.5.	Απαντήσεις σε Συγκεκριμένα Ερωτήματα των Όρων Εντολής για τα Μεγάλα Υδατικά Έργα.....	141
10.6.	Προτάσεις για Είδη Καλλιεργειών λιγότερο Ευαίσθητων στην Ξηρασία	142
10.7.	Ετοιμότητα και Ανάγκες για την Εφαρμογή του Σχεδίου Αντιμετώπισης της Ξηρασίας	143
10.7.1.	Γενικά	143
10.7.2.	Δείκτες SPI	143
10.7.3.	Δείκτες Απορροής	143
10.7.4.	Δείκτης Ημερήσιας Δίαιτας Ποταμών	143
10.7.5.	Δείκτης Αποθεμάτων.....	144
10.7.6.	Υπόγεια Σώματα	144
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....		145

ΟΜΑΔΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η παρούσα Έκθεση εκπονήθηκε από την Κοινοπραξία που αποτελείται από τις εταιρείες Γ. Καραβοκύρης & Συνεργάτες Σύμβουλοι Μηχανικοί Α.Ε. και Παναγιώτα Στυλιανή Καϊμάκη που περιλαμβάνει στην ομάδα μελέτης τους εξής εξειδικευμένους επιστήμονες:

- Ι. Καραβοκύρης, Δρ. Πολιτικός Μηχανικός
- Π. Σ. Καϊμάκη, Δρ. Πολιτικός Μηχανικός – Μηχανικός Περιβάλλοντος
- Ι. Παπανίκος, Γεωλόγος, MSc Διαχείρισης Υδατικών Πόρων
- Δ. Ζαρρής, Πολιτικός Μηχανικός, MSc Υδρολογίας
- Σ. Ορφανίδης, Βιολόγος
- Φ. Κουντούρη, Δρ. Οικονομολόγος
- Α. Χαραλάμπους, Υδρογεωλόγος, MSc
- Α. Κατσίρη – Κουζέλη, Αναπλ. Καθηγ. ΕΜΠ–Δρ. Πολ. Μηχανικός–Υγειονολόγος
- Θ. Παντελίδης, Δρ. Οικονομολόγος
- Δ. Καλοδούκας, Πολιτικός Μηχανικός
- Γ. Ανδριώτης, Πολιτικός Μηχανικός
- Α. Κοτρωνάρου, Δρ. Πολιτικός Μηχανικός – Περιβαλλοντολόγος
- Π. Παναγιωτίδης, Βιολόγος
- Σ. Ζόγκαρης, Βιολόγος
- Α. Τουμαζής, Δρ. Πολιτικός Μηχανικός
- Ν. Μαλατέστας, Πολιτικός Μηχανικός
- Γ. Καραβοκύρης, Πολιτικός Μηχανικός MSc
- Α. Γεωργίου, Υδρογεωλόγος
- Ε. Γκουβάτσου, Πολιτικός Μηχανικός, MSc, DIC
- Ε. Χατζιόπουλος, Περιβ/λόγος – Ωκεανογράφος, MSc
- Κ. Πάσσιου, Πολ. Μηχανικός – Μηχ. Περιβάλλοντος, MSc
- Α. Πιστρίκα, Δρ. Πολ. Μηχανικός

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΑΡΘΡΩΝ 11,13 ΚΑΙ 15
ΤΗΣ ΟΔΗΓΙΑΣ ΠΛΑΙΣΙΟ ΠΕΡΙ ΥΔΑΤΩΝ (2000/60/ΕΚ) ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VIII – ΤΕΛΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων (ΤΑΥ) του Υπουργείου Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος έχει την κύρια αρμοδιότητα για τη διαχείριση των υδάτινων πόρων. Η Υπηρεσία Περιβάλλοντος έχει την αρμοδιότητα για την προστασία του περιβάλλοντος (προστασία των νερών από τη ρύπανση, προστασία της φύσης και διαχείριση υδάτινων οικοτόπων στα πλαίσια του Δικτύου Φύση 2000). Υπάρχουν περιορισμένες αρμοδιότητες και σε άλλες Κυβερνητικές Υπηρεσίες και Υπουργεία, όπως π.χ. η αδειοδότηση για άντληση νερού από τα υδροφόρα στρώματα που είναι αρμοδιότητα των Επαρχιακών Διοικήσεων. Το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων έχει την ευθύνη διεύθυνσης του παρόντος έργου.

Μέχρι και σήμερα πολύτιμη υποστήριξη προσέφεραν για την εκτέλεση του έργου και άλλες υπηρεσίες του ΤΑΥ, Κυβερνητικά Τμήματα και Ινστιτούτα για τη βοήθεια των οποίων είμαστε ευγνώμονες.

Πολλές ευχαριστίες για τη συνεισφορά τους στο έργο μέσω της παροχής στοιχείων, πληροφοριών και κατευθύνσεων δίνονται στις παρακάτω Υπηρεσίες και Αρχές:

- Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων (ΤΑΥ)
- Τμήμα Περιβάλλοντος (ΤΠ)
- Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης (ΤΓΕ)
- Τμήμα Αλιείας και Θαλασσιών Ερευνών (ΤΑΘΕ)
- Γενικό Χημείο του Κράτους (ΓΧΚ)
- Τμήμα Γεωργίας (ΤΓ)
- Τμήμα Δασών (ΤΔ)
- Ταμείο Θήρας (ΤΘ)
- Τμήμα Ιατρικών Υπηρεσιών και Υπηρεσιών Δημόσιας Υγείας (ΥΥ)
- Μετεωρολογική Υπηρεσία (ΜΥ)
- Υπηρεσία Μεταλλείων (ΥΜ)
- Γραφείο Προγραμματισμού (ΓΠ)
- Συμβούλια Υδατοπρομήθειας και Αποχετεύσεων
- Κυπριακός Οργανισμός Τουρισμού (ΚΟΤ)
- Κυπριακός Οργανισμός Αγροτικών Πληρωμών (ΚΟΑΠ)
- Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών

Κατά την εκπόνηση του έργου αξιοποιήθηκε σημαντική και προσωπική συνεισφορά κατ' αρχήν από όλα τα μέλη της καθοδηγητικής επιτροπής:

1. Π. Χατζηγεωργίου Ανώτερη Εκτελεστικός Μηχανικός ΤΑΥ, Υπεύθυνη Συντονίστρια του Έργου
2. Χ. Όμορφος Ανώτερος Εκτελεστικός Μηχανικός, ΤΑΥ
3. Α. Χατζηπαντελή Εκτελεστική Μηχανικός, ΤΑΥ
4. Χ. Δημητρίου Υδρολόγος, ΤΑΥ
5. Κ. Κωνσταντίνου Ανώτερος Γεωλογικός Λειτουργός, Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης
6. Χ. Στυλιανού Λειτουργός Περιβάλλοντος Α', Τμήμα Περιβάλλοντος
7. Χ. Πανταζή Λειτουργός Περιβάλλοντος, Τμήμα Περιβάλλοντος
8. Χ. Χατζηαντώνης Ανώτερος Λειτουργός Γεωργίας, Τμήμα Γεωργίας (Κλάδος Χρήσης Γης και Ύδατος)
9. Μ. Αργυρού Ανώτερος Λειτουργός Αλιείας και Θαλασσίων Ερευνών
10. Γ. Λουκαΐδης Ανώτερος Εκτελεστικός Μηχανικός, ΤΑΥ
11. Ν. Νεοκλέους Υδρολόγος, ΤΑΥ

αλλά επίσης και από τους:

❖ Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων – Λευκωσία:

- Στ. Παπατρύφωνος
- Μ. Παναρέτου
- Π. Ηλιάδης
- Ι. Στυλιανού
- G. Dorflinger
- Α. Κολιός
- Ν. Νικολάου
- Κ. Αριστείδου
- Ζ. Χατζηβασιλείου
- Ι. Οικονομίδου
- Α. Μιχάλης
- Λ. Γεωργίου
- Ι. Στυλιανού

Επαρχιακό Γραφείο Λάρνακας:

- Ν. Νεοκλέους
- Δ. Ανδρονίκου
- Κ. Αρακλίτης
- Π. Ζάρος
- Ν. Νικολάου
- Μ. Παμπόρης
- Α. Χατζηαντωνίου

Επαρχιακό Γραφείο Πάφου:

- Κ. Σπανός
- Χ. Κασιουλής

Τεχνικοί:

Κ. Ιωάννου, Κ. Πιπτακάς, Φ. Παππουρής, Γ. Κων/νου, Ι. Χαραλάμπους, Γ. Λεωνίδου

Επαρχιακό Γραφείο Λεμεσού:

- Σ. Πασχαλίδης, Επαρχιακός Μηχανικός
- Ε. Σιακαλή
- Μ. Τελεβάντος
- Ηλ. Τόφα

Γραφείο Χρυσοχούς:

- Τ. Ασπρής
- Θ. Θεοφάνους

Γραφείο Έπαρχου:

- Α. Παπαναστασίου, Έπαρχος Λευκωσίας
- Α. Χατζηχάννας

Μετεωρολογική Υπηρεσία:

- Σ. Πασιαρδής

Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης:

- Κλάδος Υδρογεωλογίας: Κ. Κωνσταντίνου, Χ. Χριστοφή, Θ. Ηρακλέους

Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης:

- Κλάδος Οικονομικής Γεωλογίας: Χ. Χατζηγεωργίου

Υπηρεσία Ύδρευσης:

- Ζ. Χατζηβασιλείου
- Α. Χατζηπαντελή

Τμήμα Περιβάλλοντος:

- Ν. Αντωνίου
- Μ. Ξενοφώντος
- Μ. Δημητρίου

Υπηρεσία Μεταλλείων:

- Χ. Χαραλάμπους

❖ Υγειονομική Υπηρεσία:

- Σ. Σολωμού
- Μ. Χαραλάμπους

❖ Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας:

- Σ. Γεωργιάδης
- Φ. Βασιλείου

❖ Τμήμα Δασών:

- Μ. Παπαδόπουλος

❖ Τμήμα Γεωργίας:

- Λ. Λυσανδρίδης
- Χ. Κώστα

❖ Τμήμα Αλιείας και Θαλασσίων Ερευνών:

- Α. Χαννίδης
- Ι. Παντελίδης
- Κ. Μουστάνος

❖ Γενικό Χημείο του Κράτους:

- Μ. Αλετράρη
- Γ. Παπαγεωργίου

❖ **Ταμείο Θήρας:**

Π. Αναγιωτός

❖ **Συμβούλιο Υδατοπρομήθειας Λευκωσίας:**

Γ. Δημητρίου
Π. Νικολάου
Π. Ευαγγέλου
Δρ. Χ. Στυλιανού

❖ **Συμβούλιο Υδατοπρομήθειας Λεμεσού:**

Σ. Μεταξάς,
Χ. Χαραλάμπους
Α. Χατζηχριστοφή
Π. Μιχαήλ

❖ **Συμβούλιο Αποχετεύσεων Λεμεσού:**

Ι. Παπαϊακώβου

❖ **Συμβούλιο Υδατοπρομήθειας Λάρνακας:**

Σ. Χριστοδουλίδης
Α. Αδάμου
Α. Χατζηβαρνάβα
κ. Μαντοβάνης

❖ **Συμβούλιο Αποχετεύσεων Λάρνακας:**

Ε. Θεοπέμπτου
Σ. Χατζηνεοκλέους
Γ. Βεντούρης

❖ **Εργοστάσιο Επεξεργασίας Λυμάτων Παραλιμνίου – Αγ. Νάπας**

Α. Γεωργιάδης

❖ **Κυπριακός Οργανισμός Τουρισμού:**

Κ. Τσάππας
Κ. Δημητρίου

❖ **Κυπριακός Οργανισμός Αγροτικών Πληρωμών:**

Κ. Χατζησωτηρίου, Ε. Παπαγεωργίου

❖ Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών:

Π. Ντάλιας
κ^{ος} Μετόχης (έχει αφυπηρετήσει)

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Γενικά

Το έργο «ΠΑΡΟΧΗ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΑΡΘΡΩΝ 11,13 ΚΑΙ 15 ΤΗΣ ΟΔΗΓΙΑΣ ΠΛΑΙΣΙΟ ΠΕΡΙ ΥΔΑΤΩΝ (2000/60/ΕΚ) ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ- ΣΥΜΒΑΣΗ 97/2007»

ανατέθηκε στο Σύμβουλο με σύμβαση που υπεγράφη στις 8/12/2008.

Ως ημερομηνία έναρξης της σύμβασης ορίσθηκε με το από 9/12/2008 έγγραφο του ΤΑΥ, η 10^η/12/2008.

Υπεύθυνη συντονίστρια της μελέτης ορίσθηκε η κ^α Παναγιώτα Χατζηγεωργίου.

Κεντρικό αντικείμενο των συμβουλευτικών υπηρεσιών στα πλαίσια της Σύμβασης είναι η προσφορά υποστήριξης προς το Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος και ειδικότερα το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων, ώστε να εφαρμοσθούν αποτελεσματικά στην Κυπριακή Δημοκρατία τα Άρθρα 11, 13 και 15 της Οδηγίας Πλαίσιο περί Υδάτων (2000/60/ΕΚ). Πιο συγκεκριμένα, οι Συμβουλευτικές Υπηρεσίες αποσκοπούν στην επίτευξη τεσσάρων (4) στόχων:

1. Στόχος 1: Η ετοιμασία Προγράμματος Βασικών και Συμπληρωματικών Μέτρων, σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στην Οδηγία Πλαίσιο, για την επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων, όπως αυτοί καθορίζονται στο Άρθρο 4 της Οδηγίας.
2. Στόχος 2: Η ετοιμασία Σχεδίου Διαχείρισης Λεκάνης Απορροής Ποταμού, σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στην Οδηγία.
3. Στόχος 3: Η ετοιμασία μελέτης για την αναθεώρηση της Υδατικής Πολιτικής.
4. Στόχος 4: Η ετοιμασία Σχεδίου Διαχείρισης της Ξηρασίας.

Το παρόν Παράρτημα VIII (Τελικό Σχέδιο Διαχείρισης Ξηρασίας) αφορά το Στόχο 4 της Σύμβασης.

Η σύνταξη του Σχεδίου στηρίχθηκε στους Όρους Εντολής, συγχρόνως, όμως, καταβλήθηκε προσπάθεια να καλυφθούν οι προτάσεις των υποστηρικτικών κειμένων της Οδηγίας Πλαίσιο, όπως της έκθεσης «Drought Management Plan Report» (Δ/ση Περιβάλλοντος ΕΕ, Technical Report 2008-23).

1.2. Το Φαινόμενο της Ξηρασίας

1.2.1. Μετεωρολογική Ξηρασία

Η ξηρασία σαν μετεωρολογικό φαινόμενο αναφέρεται στο γεγονός και τα αποτελέσματα μιας χρονικής περιόδου με ασυνήθιστα χαμηλά ύψη κατακρημνισμάτων. Η μετεωρολογική ξηρασία, με βάση τον παραπάνω γενικό ορισμό, είναι ένα αναμενόμενο φαινόμενο το οποίο παρουσιάζεται σε όλα τα κλίματα.

Η έμφαση στον ορισμό του φαινομένου πρέπει να είναι στον προσδιορισμό «ασυνήθιστη» και όχι στην απόλυτη ξηρότητα της περιόδου. Ιδιαίτερα πρέπει να αποφεύγεται η σύγχυση του όρου ξηρασία (drought) με τον όρο ανυδρία (aridity) ο οποίος αναφέρεται σε ένα μόνιμο κλιματικό χαρακτηριστικό των περιοχών με χαμηλή βροχόπτωση σε σχέση με τη δυνητική εξατμοδιαπνοή.

Η μετεωρολογική ξηρασία σε ένα πολύ υγρό κλίμα με βροχοπτώσεις καθ' όλη τη διάρκεια του έτους είναι δυνατόν να προκύπτει από την απουσία βροχόπτωσης για ένα ασυνήθιστα μεγάλο αριθμό διαδοχικών ημερών. Στη Βρετανία, για παράδειγμα, έως τη δεκαετία του '80 η ξηρασία οριζόταν ως μία περίοδος 15 διαδοχικών ημερών με ύψος κατακρημνισμάτων μικρότερο των 0,25mm. Έκτοτε έχουν υιοθετηθεί πιο σύνθετες προσεγγίσεις.

Σε ένα ξηρό Μεσογειακό κλίμα όπως της Κύπρου με δεδομένη άνομβρη περίοδο και με τις ημέρες βροχής, ακόμη και κατά την υγρή περίοδο, να είναι σπανιότερες από τις ημέρες χωρίς βροχή, το φαινόμενο είναι προτιμότερο να ελέγχεται με βάση τη συνολική βροχόπτωση της υγρής περιόδου ή του έτους ή ακέραια πολλαπλάσια αυτών.

1.2.2. Υδρολογική Ξηρασία

Η μετεωρολογική ξηρασία, όπως περιγράφηκε παραπάνω, έχει άμεσες επιπτώσεις τόσο στο περιβάλλον όσο και στο μέρος της γεωργίας που στηρίζεται αποκλειστικά στις βροχοπτώσεις. Ωστόσο, τα υδάτινα σώματα καθώς και χρήσεις, όπως η ύδρευση και η άρδευση, εξαρτώνται από τη διαθεσιμότητα επιφανειακών και υπόγειων πόρων και όχι άμεσα από τις βροχοπτώσεις. Μια περίοδος, λοιπόν, με ασυνήθιστα χαμηλή διαθεσιμότητα

νερού σε ότι αφορά τις επιφανειακές παροχές και τις στάθμες των φυσικών λιμνών και των υπόγειων ταμιευτήρων, χαρακτηρίζεται σαν περίοδος υδρολογικής ξηρασίας.

Είναι φανερό ότι η υδρολογική είναι αποτέλεσμα της μετεωρολογικής ξηρασίας. Ωστόσο, η θεώρηση και των δύο φαινομένων χωριστά είναι σκόπιμη επειδή είναι δυνατόν να υπάρχουν τόσο χωρικές όσο και χρονικές διαφοροποιήσεις στα φαινόμενα.

Σε περιπτώσεις μεγάλων υδρολογικών λεκανών, ιδιαίτερα διασυννοριακών, όπου οι βροχοπτώσεις ή χιονοπτώσεις που τροφοδοτούν έναν ποταμό, ή και έναν υπόγειο υδροφορέα συνδεδεμένο με τον ποταμό, λαμβάνουν χώρα σε μεγάλη απόσταση από την περιοχή ενδιαφέροντος, είναι δυνατόν να παρατηρηθεί υδρολογική ξηρασία χωρίς να έχει παρατηρηθεί μετεωρολογική ξηρασία στην υπό εξέταση περιοχή. Αντίστοιχα, είναι δυνατόν να παρατηρηθεί πολύ μεγάλη χρονική απόκλιση των δύο φαινομένων (π.χ. εαρινή υδρολογική ξηρασία λόγω χαμηλής χειμερινής χιονόπτωσης). Ωστόσο, τέτοιες περιπτώσεις δεν αφορούν την Κύπρο όπου οι υδρολογικές λεκάνες είναι μικρές και η συνεισφορά των χιονοπτώσεων αμελητέα.

Στην Κύπρο, οι όποιες διαφοροποιήσεις μεταξύ των φαινομένων αφορούν τη χρονική κλίμακα. Ειδικότερα:

- Οι υπόγειοι υδροφορείς και οι μεγάλες λίμνες και ταμιευτήρες, από τη φύση τους, αντιδρούν πιο αργά, αλλά και σωρευτικά, στις μεταβολές της βροχόπτωσης. Μία αλληλουχία ετών κάπως πιο άνομβρων από το μέσο, αλλά όχι τόσο ώστε να χαρακτηρισθούν, το κάθε ένα χωριστά, έτη μετεωρολογικής ξηρασίας, είναι δυνατόν να οδηγήσει σε μείωση αποθεμάτων ενός υπόγειου υδροφορέα που θα αντιστοιχεί σε έντονη υδρολογική ξηρασία.
- Η απορροή, η δίαιτα και η διάρκεια ροής στους ποταμούς δεν εξαρτώνται μόνο από το συνολικό ύψος βροχόπτωσης, αλλά και από τη ραγδαιότητα και την κατανομή της βροχόπτωσης εντός του έτους.

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι είναι απαραίτητο να παρακολουθείται, τόσο η μετεωρολογική, όσο και η υδρολογική ξηρασία και ότι η παρακολούθηση αυτή θα πρέπει να αφορά ένα εύρος χρονικών περιόδων.

1.2.3. Καλλιεργητική Ξηρασία (Agricultural Drought)

Ο όρος αυτός αναφέρεται στην ασυνήθιστα χαμηλή διαθεσιμότητα νερού προς τα καλλιεργούμενα φυτά και ιδιαίτερα την ασυνήθιστα χαμηλή εδαφική υγρασία, όπως αυτή προσδιορίζεται από το συνδυασμό βροχόπτωσης και εξατμοδιαπνοής, σε κρίσιμες φάσεις της ανάπτυξης των φυτών. Ο ορισμός και η παρακολούθηση της καλλιεργητικής ξηρασίας θα πρέπει να διαφοροποιείται ανάλογα με την καλλιέργεια και θα αφορά μόνο τη μη αρδευόμενη γεωργία. Επιπλέον, δεν θα συνεισφέρει στη διαχείριση της ξηρασίας. Μία συνήθης αξιοποίηση δεικτών καλλιεργητικής ξηρασίας είναι για την απόδοση αποζημιώσεων σε μη αρδευόμενες καλλιέργειες.

Για τις ανάγκες του Σχεδίου Διαχείρισης της Ξηρασίας, επαρκεί ο ορισμός και η παρακολούθηση της μετεωρολογικής και της υδρολογικής ξηρασίας σε ένα εύρος χρονικών κλιμάκων.

1.3. Κύριοι Στόχοι του Σχεδίου Ξηρασίας

Η Κύπρος έχει από καιρό αναγνωρίσει την πιεστική ανάγκη για διαχείριση και έλεγχο του φαινόμενου της ξηρασίας, με τις περίπλοκες δυναμικές της οι οποίες επηρεάζονται τόσο από τα φυσικά φαινόμενα όσο και από την ανθρώπινη δραστηριότητα και τις βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες επιδράσεις στο φυσικό περιβάλλον και την κοινωνία. Η διαχείριση των συνεπειών της ξηρασίας είναι κεφαλαιώδους σημασίας για την καταπολέμηση, εκτός των άλλων, και της απερήμωσης. Πρωταρχικός στόχος του Σχεδίου Ξηρασίας πρέπει να είναι να ποσοτικοποιηθεί η ξηρασία σε ό,τι αφορά:

- (α) το «αποτύπωμά» της στις χρονοσειρές της βροχόπτωσης και της απορροής και
- (β) την ένταση και την εμμονή της.

Το εργαλείο ποσοτικοποίησης είναι ένα σύστημα δεικτών ξηρασίας, οι οποίοι θα πρέπει να ορισθούν με τρόπο ώστε ο συστηματικός επανυπολογισμός των τιμών τους αφενός να παρέχει τη δυνατότητα έγκαιρης διάγνωσης για την ύπαρξη ξηρασίας και αφετέρου να συνδράμει την αποτελεσματική διαχείριση για τον περιορισμό των δυσμενών επιπτώσεων του φαινομένου. Οι δείκτες πρέπει να πληροφορούν για την ύπαρξη και την ένταση ξηρασίας σε όλους τους τομείς οι οποίοι εξαρτώνται από τους υδατικούς πόρους και αυτοί στην Κύπρο είναι τόσο η ύδρευση και η άρδευση όσο και το περιβάλλον.

Στη συνέχεια, πρέπει να αντιστοιχηθούν οι κρίσιμες τιμές των δεικτών με δράσεις για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων της ξηρασίας.

Επειδή η πολιτική για την αντιμετώπιση της ξηρασίας αποτελεί αναπόσπαστο, και για την περίπτωση της Κύπρου, το σημαντικότερο, μέρος της Υδατικής Πολιτικής, το παρόν Σχέδιο (Παράρτημα VIII) είναι στενά συνδεδεμένο με την Πρόταση για Αναθεώρηση της Υδατικής Πολιτικής (Παράρτημα VII). Η πολιτική που προτείνεται στο παρόν Σχέδιο για τα κύρια έργα του Νοτίου Αγωγού και Πάφου δοκιμάσθηκε πάνω στα διαχειριστικά μοντέλα των έργων αυτών που περιγράφονται στο Παράρτημα VII. Αντίστοιχα, η πρόταση υδατικής πολιτικής της του Παραρτήματος VII, εμπεριέχει τις προτάσεις του παρόντος Σχεδίου.

Όπως αναφέρουν οι Όροι Εντολής, βασικό πρόβλημα της Κύπρου είναι ότι με βάση την αποθηκευτικότητα των φραγμάτων οι επιφανειακοί υδάτινοι πόροι εξαντλούνται σε περιόδους με περισσότερα από 3 χρόνια ξηρασίας. Όπως προδιαγράφεται στους Όρους Εντολής, κύριος στόχος του Σχεδίου είναι η διασφάλιση του νερού για ύδρευση και τα όσο το δυνατό λιγότερα ελλείμματα στις υπόλοιπες χρήσεις νερού.

Το παρόν Τελικό Σχέδιο λαμβάνει υπόψη περιόδους ξηρασίας έως και πέντε ετών (μακρύτερες περίοδοι εντάσσονται στο γενικό σχέδιο υδατικής πολιτικής) και προτείνει πολιτική απολήψεων η οποία, ουσιαστικά, κατανέμει τις περικοπές σε ολόκληρη την περίοδο, ξεκινώντας από το πρώτο έτος διαπίστωσης συνθηκών ξηρασίας. Αυτό αντιμετωπίζει το πρόβλημα μη έγκαιρης εφαρμογής περικοπών, που έχει ως αποτέλεσμα την πλήρη αστοχία των επιφανειακών πηγών, εφόσον η ξηρασία επιμηκυνθεί.

Επίσης σύμφωνα με τους Όρους Εντολής, το Σχέδιο Διαχείρισης της Ξηρασίας θα πρέπει να απαντάει στα εξής βασικά ερωτήματα:

1. Τι ποσοστό πληρότητας πρέπει να έχουν συνολικά τα φράγματα στο τέλος της περιόδου εισροών για να αρχίσουν περικοπές στην άρδευση;
2. Τι ποσοστό πληρότητας πρέπει να έχουν συνολικά τα φράγματα ανάλογα με την εποχή του χρόνου, ώστε να αρχίσουν εμπλουτισμοί στους κατάντη υδροφορείς ή αλλού;
3. Πότε διακόπτεται η παραγωγή αφαλατωμένου νερού και πότε ξαναρχίζει;
4. Ειδικότερα για το φράγμα Αρμίνου, πότε αρχίζει η διοχέτευση νερού στη σήραγγα εκτροπής προς το φράγμα Κούρρη σε σχέση με την εποχή του χρόνου και τη στάθμη νερού στο φράγμα;

Στην παρούσα Έκθεση δίδονται, στα πλαίσια της διαμόρφωσης πολιτικής αντιμετώπισης της ξηρασίας, απαντήσεις σε όλα τα παραπάνω ερωτήματα.

2. ΔΕΙΚΤΕΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

2.1. Εισαγωγή

Ένα σύστημα δεικτών ξηρασίας πρέπει να συμπυκνώνει ένα μεγάλο αριθμό μετρήσεων και τα αποτελέσματα σύνθετων αναλύσεων σε λίγες τιμές, εύκολα κατανοητές, οι οποίες να μεταδίδουν με τρόπο άμεσο στους διαχειριστές τις βασικές πληροφορίες που είναι απαραίτητες για την ανάληψη και την επιλογή δράσεων αντιμετώπισης των επιπτώσεων. Οι πληροφορίες αυτές είναι σχετικές με την ύπαρξη ή όχι, την ένταση και το γεωγραφικό εύρος της ξηρασίας, καθώς και με τα συστήματα τα οποία είναι υπό πίεση (δηλ. ύδρευση, ποτάμιο περιβάλλον, λιμναίο περιβάλλον, υπόγεια σώματα, άρδευση).

Λόγω των ιδιοτήτων του κλίματος, της υδρολογίας και των συστημάτων διαχείρισης των υδάτινων πόρων κάθε χώρας, υπάρχει η τάση σημαντικής διαφοροποίησης των δεικτών μεταξύ χωρών, καθώς και η ανάπτυξη από πολλά κράτη ειδικών (ad hoc) για δική τους μόνον εφαρμογή. Η τάση αυτή χαρακτηρίζει ιδιαίτερα τα κράτη της Ε.Ε., όπως γίνεται φανερό από μία σύγκριση των δεικτών διαφορετικών κρατών στην έκθεση της Δ/σης Περιβάλλοντος της Ευρωπαϊκής Επιτροπής με τίτλο «Drought Management Plan Report – Technical Report 2008-23». Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει αποφασίσει ότι θα πρέπει να αναπτυχθεί ένα Ευρωπαϊκό σύστημα πληροφόρησης για την έλλειψη νερού και την ξηρασία (Water Scarcity and Drought Information System) βασισμένο στο Ευρωπαϊκό σύστημα πληροφοριών για το νερό (WISE) και το οποίο θα αξιοποιεί κατάλληλους δείκτες. Ωστόσο γίνεται αποδεκτό ότι αυτοί καθ'εαυτοί οι δείκτες πιθανότατα θα διαφοροποιούνται μεταξύ των κρατών.

Υπάρχουν ορισμένοι δείκτες, κατά κανόνα ανεπτυγμένοι στις ΗΠΑ, οι οποίοι έχουν τύχει ευρύτερης εφαρμογής. Αυτοί παρουσιάζονται, συνοπτικά, παρακάτω (σημ. *Οι δείκτες είναι γνωστοί με την Αγγλική τους ονομασία, η μετάφραση στα Ελληνικά είναι δυνατόν να διαφέρει σε άλλα κείμενα*):

- **Ποσοστό κανονικής βροχόπτωσης**, *percent of normal precipitation*, χρησιμοποιείται κυρίως για την ενημέρωση του κοινού, ιδιαίτερα στις

ΗΠΑ. Υπολογίζεται διαιρώντας την πραγματική με τη μέση βροχόπτωση της περιόδου ενδιαφέροντος και πολλαπλασιάζοντας επί εκατό (Willeke et al., 1994).

- **Τυποποιημένος δείκτης βροχοπτώσεων**, *Standardized Precipitation Index – SPI*, ο οποίος επιτρέπει τον προσδιορισμό της σπανιότητας μιας περιόδου ξηρασίας για μια δεδομένη χρονική κλίμακα για οποιαδήποτε θέση, δεδομένης της ύπαρξης ικανοποιητικής χρονοσειράς βροχοπτώσεων. Ο δείκτης υπολογίζεται με βάση την απόκλιση της υπό εξέταση τιμής από το μέσο μιας κανονικοποιημένης κατανομής τύπου Γ η οποία έχει προσαρμοσθεί στα διαθέσιμα δεδομένα. Χρησιμοποιείται ευρέως κυρίως στις ΗΠΑ από φορείς όπως το National Drought Mitigation Center (McKee et al., 1993). Έχει υιοθετηθεί και από Ευρωπαϊκές χώρες όπως η Ιταλία και η Πορτογαλία. Πλεονέκτημά του η άμεση εφαρμοσιμότητά του οπουδήποτε υπάρχουν επαρκή στοιχεία βροχόπτωσης και η συγκρισιμότητα μεταξύ περιοχών με διαφορετικά κλιματικά χαρακτηριστικά.
- **Δείκτης δριμύτητας ξηρασίας κατά Palmer**, *Palmer Drought Severity Index – PDSI*, είναι δείκτης προσδιορισμού ξηρασίας και ανταποκρίνεται σε ανώμαλες καιρικές συνθήκες (είτε υγρές είτε ξηρές). Ο δείκτης προκύπτει από έναν αλγόριθμο που εκτελείται με τη χρήση δεδομένων βροχοπτώσεων και θερμοκρασίας, καθώς και χρησιμοποιώντας την υγρασία εδάφους σε τοπικό κάθε φορά επίπεδο. Ο δείκτης έχει κλίμακα από -4 έως +4. Ο δείκτης αυτός χρησιμοποιείται ευρέως στις ΗΠΑ από τις κυβερνητικές υπηρεσίες στην οργάνωση σχεδίων αντιμετώπισης ξηρασίας (W.C. Palmer, 1965). Η επιτυχής εφαρμογή του απαιτεί εκτεταμένες περιοχές με μικρή μεταβλητότητα σε υδρο-μετεωρολογικά χαρακτηριστικά (π.χ. μεγάλες πεδιάδες).
- **Δείκτης υγρασίας καλλιεργειών**, *Crop Moisture Index – CMI*, είναι παράγωγος του δείκτη κατά Palmer (PSDI) και χρησιμοποιείται για να εκφράσει τη διαθέσιμη υγρασία σε περιοχές που καλλιεργούνται βραχυπρόθεσμα. Εφαρμόζεται στις ΗΠΑ. Ο δείκτης αυτός δεν δημιουργήθηκε, αλλά ούτε και χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση ξηρασίας με διάρκεια (W.C. Palmer, 1968).
- **Δείκτης παροχής επιφανειακών υδάτων**, *Surface Water Supply Index – SWSI*, σχεδιάστηκε προκειμένου να συμπληρώσει τον δείκτη κατά Palmer στις περιπτώσεις ορεινών περιοχών (Shafer and Dezman,

1982). Ο δείκτης αυτός υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τη χιονόπτωση, την παροχή, τη βροχόπτωση και τον ταμειευμένο όγκο. Ο δείκτης έχει ως κέντρο το 0 και μία κλίμακα από -4,2 έως +4,2. Το κύριο μειονέκτημα του δείκτη αυτού είναι ότι είναι μοναδικός για κάθε λεκάνη απορροής που υπολογίζεται και επομένως με την αλλαγή των δεδομένων του σταθμού ή των διαχειριστικών χαρακτηριστικών του συστήματος χρειάζεται να επαναληφθεί ο υπολογισμός του σχετικού αλγόριθμου. Χρησιμοποιείται στις ΗΠΑ.

- **Δείκτης ξηρασίας του Bureau of Reclamation, Reclamation Drought Index – RDI**, υπολογίζεται σε επίπεδο λεκάνης απορροής, ενσωματώνοντας τη βροχόπτωση, τη χιονόπτωση, την παροχή και τη στάθμη των ταμειυτήρων. Ο δείκτης έχει κλίμακα από -4 έως +4. Ο δείκτης αυτός χρησιμοποιείται ευρέως από το USBR στις ΗΠΑ προκειμένου να λαμβάνονται αποφάσεις για τη διάθεση ενισχυτικών αποθεματικών σε περιπτώσεις έντονης ξηρασίας.
- Τα «**δέκατα**» *Deciles* είναι ένας αρκετά απλός δείκτης ο οποίος κατατάσσει το υπό εξέταση ύψος βροχόπτωσης σε μία από τις δέκα υποδιαιρέσεις (από 0%-10% έως 90%-100%) της διαθέσιμης ιστορικής χρονοσειράς βροχοπτώσεων (Gibbs and Maher, 1967). Ο δείκτης αυτός εφαρμόζεται στην Αυστραλία από το Σύστημα Παρακολούθησης Ξηρασίας.

2.2. Σύστημα Δεικτών για την Κύπρο

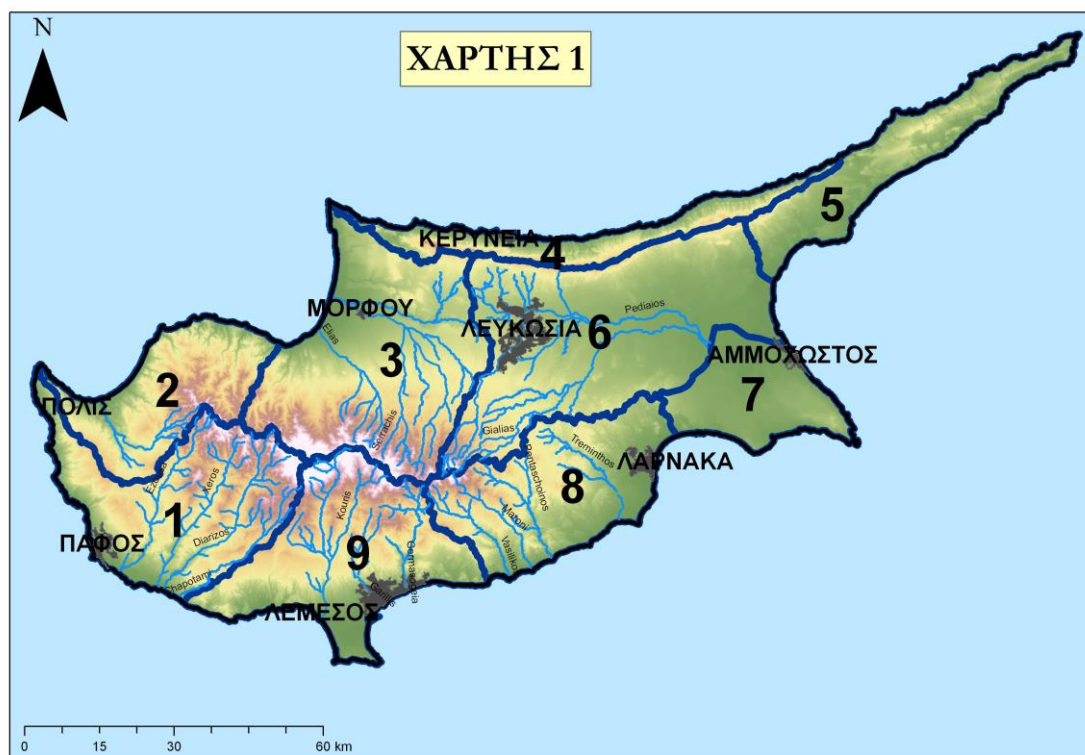
Ένα σύστημα δεικτών ξηρασίας για την Κύπρο θα πρέπει να παρέχει πληροφορίες για τα παρακάτω:

- i. Την έγκαιρη διάγνωση της απειλής ξηρασίας, καθώς και της έναρξης και λήξης της περιόδου ξηρασίας.
- ii. Την ένταση, τη διάρκεια και το γεωγραφικό εύρος της ξηρασίας.
- iii. Την πίεση την οποία δέχεται το ευρύτερο φυσικό περιβάλλον.
- iv. Την πίεση την οποία δέχονται τα ποτάμια, λιμναία και υπόγεια υδάτινα σώματα.
- v. Τις πιέσεις στα συστήματα διαχείρισης και εκμετάλλευσης υδάτινων πόρων για ύδρευση και άρδευση.
- vi. Τις πιέσεις στη μη αρδευόμενη γεωργία.

Επιπλέον, είναι απαραίτητο να είναι άμεσα συγκρίσιμες μεταξύ τους, οι συνθήκες ξηρασίας σε όλες τις περιοχές της Κύπρου και επιθυμητό να υπάρχει, τουλάχιστον σε κάποιο βαθμό, δυνατότητα σύγκρισης με τις τιμές άλλων χωρών στη Μεσόγειο και την ΕΕ.

Τέλος, είναι επιθυμητό το σύστημα δεικτών να στηρίζεται στην επεξεργασία μετρήσεων οι οποίες ήδη πραγματοποιούνται στα πλαίσια υφιστάμενων δικτύων παρακολούθησης.

Στο σχήμα που ακολουθεί (Σχήμα 2-1) παρουσιάζονται οι υδρολογικές περιοχές της Κύπρου με τις οποίες γίνεται ακολούθως η συσχέτιση των δεικτών.



Σχήμα 2-1: Χάρτης με τις εννέα υδρολογικές περιοχές της Κύπρου

Με βάση τα παραπάνω, διαμορφώθηκε ως εξής το σύστημα δεικτών:

- Η γεωγραφική κατάτμηση για την παρακολούθηση του γεωγραφικού εύρους του φαινομένου της ξηρασίας ακολουθεί τις γνωστές Υδρολογικές Περιοχές της Κύπρου (βλ. Σχήμα 2-1).
- Ο κύριος δείκτης για την παρακολούθηση του φαινομένου είναι μετεωρολογικός και συγκεκριμένα αφορά την επιφανειακή βροχόπτωση στις Υδρολογικές Περιοχές. Επιλέγεται η μέθοδος SPI η οποία δίνει τη δυνατότητα άμεσης σύγκρισης μεταξύ των διαφορετικών υδρολογικών περιοχών και έχει τύχει ευρύτατης εφαρμογής διεθνώς. Επειδή οι υδρολογικές λεκάνες της Κύπρου είναι μικρές, η συμβολή των χιονοπτώσεων πολύ μικρή και οι βροχοπτώσεις αρκετά συγκεντρωμένες χρονικά, ο μετεωρολογικός δείκτης είναι κατάλληλος σαν «δείκτης οδηγός» για την ξηρασία. Η επιλογή της χωρικής ολοκλήρωσης της βροχόπτωσης στο σύνολο της λεκάνης εξασφαλίζει ότι λαμβάνεται υπόψη το σύνολο των μετρήσεων των σταθμών. Ο δείκτης SPI επανυπολογίζεται κυλιόμενα σε μηνιαία βάση. Όμως, λόγω της ιδιαιτερότητας του κλίματος της Κύπρου με τις εξαιρετικά σπάνιες

βροχοπτώσεις κατά τους ξηρούς μήνες και τη διασπορά τους σε επιμέρους ημέρες κατά τους υγρούς, η χρονική περίοδος αναφοράς του δείκτη είναι πάντα είτε 12 μήνες είτε ακέραιο πολλαπλάσιό τους έως 60 μήνες (π.χ. ο δείκτης 12 μηνών Αυγούστου ενσωματώνει το σύνολο των βροχοπτώσεων από τον Αύγουστο του προηγούμενου έτους). Σε περίπτωση απότομης αλλαγής προς συνθήκες ξηρασίας μετά από ένα έτος με υψηλές βροχοπτώσεις, ενδέχεται ο δείκτης SPI 12 μηνών να καθυστερήσει να ανιχνεύσει το γεγονός. Για να εξασφαλισθεί η έγκαιρη ανίχνευση των απότομων αλλαγών ορίζεται και παρακολουθείται ο υδρολογικός δείκτης που ακολουθεί.

- Για την έγκαιρη ανίχνευση απότομης αλλαγής προς συνθήκες ξηρασίας ορίζεται και παρακολουθείται υδρολογικός δείκτης των απορροών της υγρής περιόδου. Ο δείκτης αυτός υπολογίζεται σε ένα αντιπροσωπευτικό φράγμα της Υδρολογικής Περιοχής, είναι κυλιόμενος από το Δεκέμβριο έως το Μάιο κάθε υδρολογικού έτους και συναρτάται με τη συνολική απορροή από τον Οκτώβριο έως το μήνα υπολογισμού και την απόκλιση της από τη μέση απορροή για το διάστημα αυτό.
- Για τον έλεγχο των συμπερασμάτων του μετεωρολογικού δείκτη SPI ορίζεται και παρακολουθείται υδρολογικός δείκτης των συνολικών απορροών ενός (1), δύο (2) κλπ. έως πέντε (5) υδρολογικών ετών. Ο δείκτης υπολογίζεται στα ίδια αντιπροσωπευτικά φράγματα όπως και ο δείκτης απορροών της υγρής περιόδου. Ο δείκτης αυτός είναι συμπληρωματικός του SPI και είναι χρήσιμος για τον έλεγχο τυχόν σημαντικών διαφοροποιήσεων στις απορροές λόγω διαφοροποίησης της διαίτας των βροχών που δεν ανιχνεύεται με το δείκτη SPI.
- Για τη διαπίστωση πιέσεων στα ποτάμια οικοσυστήματα λόγω εξαιρετικά χαμηλών ροών, ορίζεται και παρακολουθείται μηνιαίος δείκτης ο οποίος συναρτάται με τη σχέση της διαμέσου τιμής των μέσων ημερήσιων παροχών του μήνα υπολογισμού με την ιστορική κατανομή των παροχών για τον ίδιο μήνα. Ο δείκτης υπολογίζεται σε αντιπροσωπευτικό υδρομετρικό σταθμό για την Υδρολογική Περιοχή και παρακολουθείται μόνον όταν έχει διαπιστωθεί η είσοδος σε συνθήκες ξηρασίας.
- Για την παρακολούθηση των πιέσεων στα κύρια έργα ταμίευσης (φράγματα Νοτίου Αγωγού και Πάφου) υιοθετείται δείκτης

χαρακτηρισμού της κατάστασης των αποθεμάτων, άμεσα συνδεδεμένος με το συνολικό ταμειευμένο όγκο στα φράγματα του κάθε έργου. Ο δείκτης αυτός αποτελεί βασικό εργαλείο και της προτεινόμενης Υδατικής Πολιτικής (Παράρτημα VII) εξασφαλίζοντας τη συμβατότητα του Σχεδίου Διαχείρισης Ξηρασίας με την Υδατική Πολιτική.

- Για την παρακολούθηση των πιέσεων στα υπόγεια σώματα υιοθετείται η παρακολούθηση και ο χαρακτηρισμός που πραγματοποιείται στα πλαίσια εφαρμογής της Οδηγίας 2000/60. Δεν θεωρείται σκόπιμη η εισαγωγή νέων μετρήσεων.

Στον Πίν. 2-1 συνοψίζονται οι δείκτες που προτείνονται και τα αντικείμενα παρακολούθησης στα οποία αντιστοιχούν.

Πίν. 2-1: Πρόταση Δεικτών και Αντικειμένων Παρακολούθησης για την Κύπρο

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ	ΔΕΙΚΤΕΣ					
	SPI	Δείκτης απορροών υγρής περιόδου	Δείκτης απορροών υδρολογικών ετών	Δείκτης μηνιαίας δόψαιας	Δείκτης αποθεμάτων στα φράγματα	Χαρακτηρισμός υπογείων σωμάτων
Έναρξη και λήξη ξηρασίας	✓	✓	✓			
Ένταση ξηρασίας	✓		✓			
Εξασφάλιση έγκαιρης διάγνωσης		✓			✓	
Πιέσεις στο ευρύτερο φυσικό περιβάλλον	✓					
Πιέσεις στα ποτάμια οικοσυστήματα				✓		
Πιέσεις στα λιμναία οικοσυστήματα			✓		✓	
Πιέσεις στα υπόγεια σώματα	✓					✓
Πιέσεις στην ύδρευση					*1	✓
Πιέσεις στην άρδευση	✓		✓		✓	✓
Πιέσεις στη μη αρδευόμενη γεωργία	✓					

**1 Δευτερευόντως σχετικός δείκτης δεδομένου ότι τα κεντρικά συστήματα ύδρευσης τείνουν να εξασφαλισθούν με μονάδες αφαλάτωσης.*

2.3. Ο Μετεωρολογικός Δείκτης Ξηρασίας SPI

Όπως ήδη αναφέρθηκε, σαν κύριος δείκτης ξηρασίας υιοθετείται ο *Τυποποιημένος Δείκτης Βροχοπτώσεων* (Standardized Precipitation Index (SPI)), μέθοδος η οποία αναπτύχθηκε από τους McKee *et al.*, 1993 [1]. Ο δείκτης *SPI* επιτρέπει τον προσδιορισμό της σπανιότητας μιας περιόδου ξηρασίας για μια δεδομένη χρονική κλίμακα για οποιαδήποτε θέση δεδομένης μιας ικανοποιητικής χρονοσειράς βροχοπτώσεων.

Ο Thom (1966) [3] υποστήριξε ότι η κατανομή Gamma προσαρμόζεται ικανοποιητικά στα μηνιαία βροχομετρικά δεδομένα. Η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας της κατανομής Gamma δίνεται από τη σχέση:

$$f(x) = \frac{x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}}}{\beta^{\alpha} \Gamma(\alpha)} \quad (2.3.1)$$

Η κατανομή Gamma είναι διπαραμετρική ορίζεται για θετικές τιμές του x (μηνιαίες βροχοπτώσεις) όπου α (>0) η παράμετρος σχήματος και β (>0) η παράμετρος κλίμακας. Οι τιμές των παραμέτρων υπολογίζονται με βάση μαθηματικές σχέσεις όπως προκύπτουν από τη μέθοδο της μέγιστης πιθανοφάνειας (maximum likelihood method). Ο υπολογισμός του *SPI* προκύπτει από τη μετατροπή της συνάρτησης κατανομής (αθροιστική μορφή της συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας) σε ίσης πιθανότητας τιμή της τυποποιημένης κανονικής κατανομής, δηλαδή με μέσο όρο 0 και τυπική απόκλιση 1.

Με βάση την τιμή του *SPI* προκύπτει ο χαρακτηρισμός της έντασης της ξηρασίας με βάση τον Πίν. 2-2.

Σημειώνεται ότι οι Αγγλικοί όροι του πίνακα όπως και οι τιμές είναι από τους McKee *et al.*, 1993, ενώ η Ελληνική μετάφραση πραγματοποιήθηκε για τις ανάγκες της παρούσας έκθεσης.

Πίν. 2-2: Αντιστοίχιση Έντασης και Τιμής του Δείκτη SPI

SPI	Χαρακτηρισμός
0 – (-0,99)	Ήπια ξηρασία (Mild drought)
(-1) – (-1.49)	Μέτρια ξηρασία (Moderate Drought)
(-1.5) – (-1,99)	Σοβαρή ξηρασία (Severe Drought)
< -2	Εξαιρετική ξηρασία (Extreme Drought)

Ο δείκτης SPI για κάθε υδρολογική περιοχή έχει υπολογισθεί σε κυλιόμενη μηνιαία βάση και για χρονικές περιόδους 12, 24, 36, 47 και 60 μηνών με μεταβλητή την επιφανειακή βροχόπτωση στην υδρολογική περιοχή κατά τη χρονική περίοδο αναφοράς. Η επιφανειακή ολοκλήρωση της βροχόπτωσης παρουσιάζεται στο παράρτημα VII.

Στο Σχήμα 2-2 παρουσιάζεται σε γράφημα ο δείκτης SPI 12 μηνών για την υδρολογική περιοχή 1 και για την περίοδο των υδρολογικών ετών 1985 έως 1995. Θα χρησιμεύσει για την παρουσίαση των βασικών στοιχείων του δείκτη.

Σαν χρόνος έναρξης μιας περιόδου ξηρασίας σύμφωνα με τον ορισμό του δείκτη SPI ορίζεται ο χρόνος κατά τον οποίο ο δείκτης έγινε αρνητικός εφόσον στη συνέχεια έφθασε την τιμή του -1 τουλάχιστον, χωρίς ενδιάμεσα να λάβει θετικές τιμές. Σαν χρόνος λήξης ορίζεται ο χρόνος κατά τον οποίο ο δείκτης λαμβάνει για πρώτη φορά και πάλι θετική τιμή. Κατά συνέπεια, οι περίοδοι ήπιας ξηρασίας (τιμή δείκτη μεταξύ 0 και -1) θεωρούνται ως μέρος περιστατικού ξηρασίας μόνον εάν κατά τη διάρκεια του περιστατικού ο δείκτης λάβει τιμές μικρότερες του -1. Στην περίπτωση αυτή, ο χρόνος ήπιας ξηρασίας προσμετράτε στη συνολική διάρκεια και στο συνολικό μέγεθος, όπως περιγράφεται παρακάτω, του φαινομένου. Εάν η περίοδος λήξει χωρίς ο δείκτης να λάβει τιμή μικρότερη του -1, τότε δεν χαρακτηρίζεται σαν περιστατικό ξηρασίας, αλλά απλώς σαν μία περίοδος ξηρότερη από τη μέση. Η φυσική σημασία των παραπάνω είναι ότι ενώ οι απλώς ξηρότερες του μέσου όρου περίοδοι προφανώς δεν αποτελούν περιστατικό ξηρασίας, για να αναστραφούν οι επιπτώσεις ενός πραγματικού περιστατικού θα πρέπει οι συνθήκες να γίνουν υγρότερες του μέσου όρου. Όσο, λοιπόν, ο δείκτης παραμένει μικρότερος του 0 συνεχίζεται η ξηρασία με ένταση που σε κάθε χρονική στιγμή δίδεται από τον Πίν. 2-2. Ακόμη και η περίοδος με ένταση «ήπιας ξηρασίας» προσμετράτε στο συνολικό μέγεθος του περιστατικού το

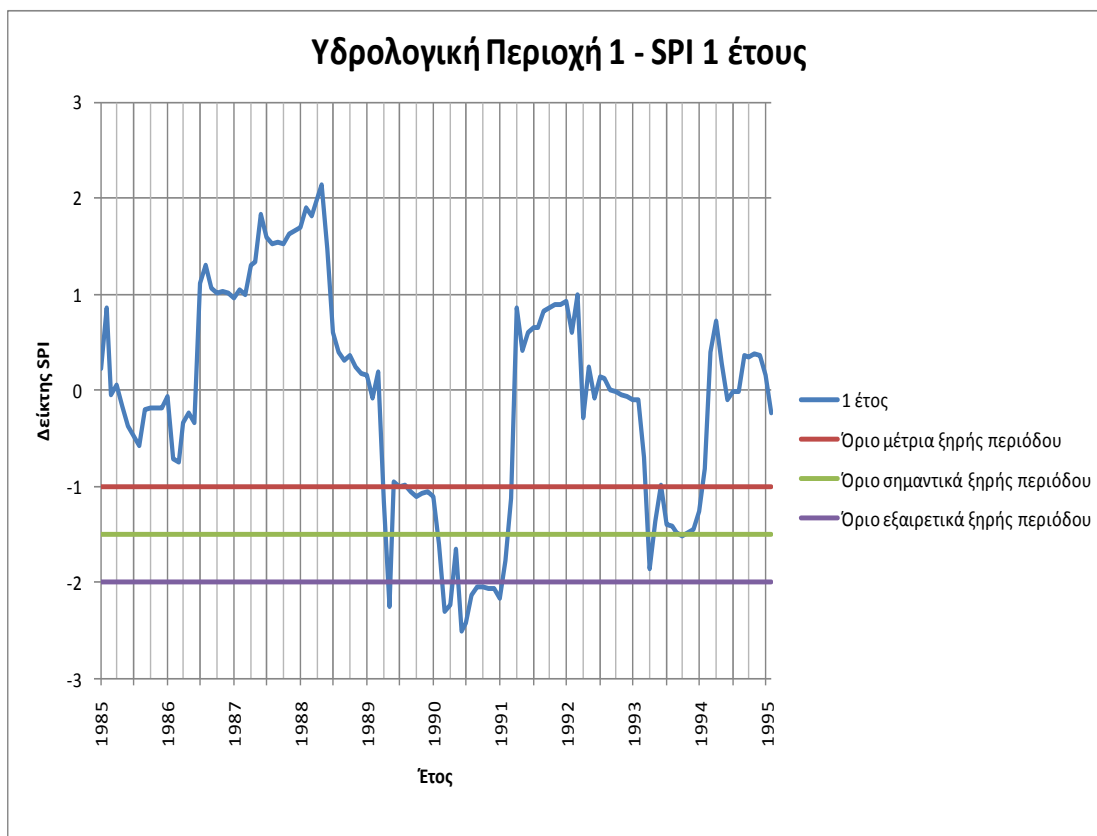
οποίο, όπως εξηγείται παρακάτω, δεν σχετίζεται μόνο με την ένταση, αλλά και με τη διάρκεια.

Σαν παράδειγμα, στο γράφημα του σχήματος (Σχήμα 2-2) διακρίνουμε δύο περιόδους ξηρασίας με βάση το δείκτη 12 μηνών. Η πρώτη περίοδος ξεκινά μετά το πρώτο τρίμηνο του υδρολογικού έτους 1989 και λήγει μετά το πρώτο τρίμηνο του 1991, ενώ φθάνει την ένταση εξαιρετικής ξηρασίας με τιμή δείκτη κάτω του -2. Η δεύτερη περίοδος ξεκινά το τελευταίο τρίμηνο του υδρολογικού έτους 1992 και λήγει μέσα στο πρώτο τρίμηνο του 1994, ενώ η έντασή της φθάνει το επίπεδο της σοβαρής ξηρασίας (-1 έως -1,99), αλλά όχι της εξαιρετικής ξηρασίας.

Το συνολικό σωρευτικό «μέγεθος» της ξηρασίας DM (drought magnitude) ορίζεται ως η απόλυτη τιμή του αθροίσματος όλων των επιμέρους μηνιαίων δεικτών SPI_i , όπου i ο αντίστοιχος μήνας, κατά την περίοδο της ξηρασίας:

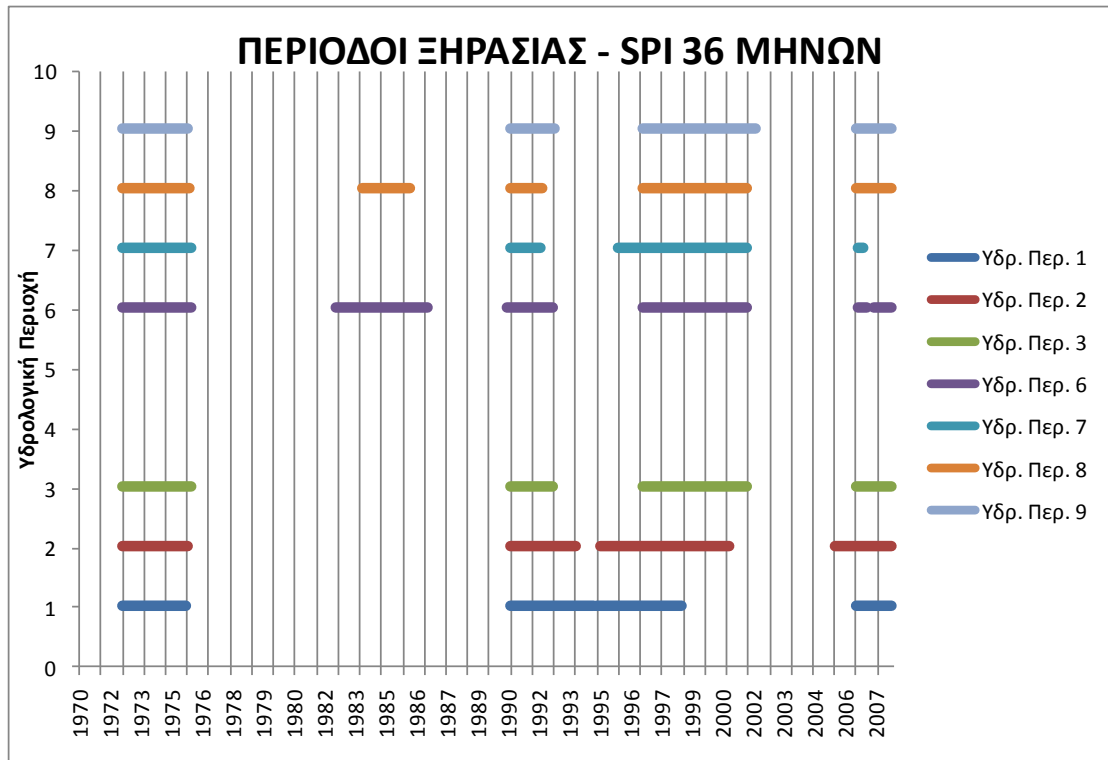
$$DM = - \sum (SPI_i)$$

Το σύνολο των τιμών και των γραφημάτων του δείκτη SPI για τις περιόδους 12 έως 60 μηνών και για τις διαφορετικές υδρολογικές περιοχές παρουσιάζεται στο Παράρτημα Α της παρούσης.

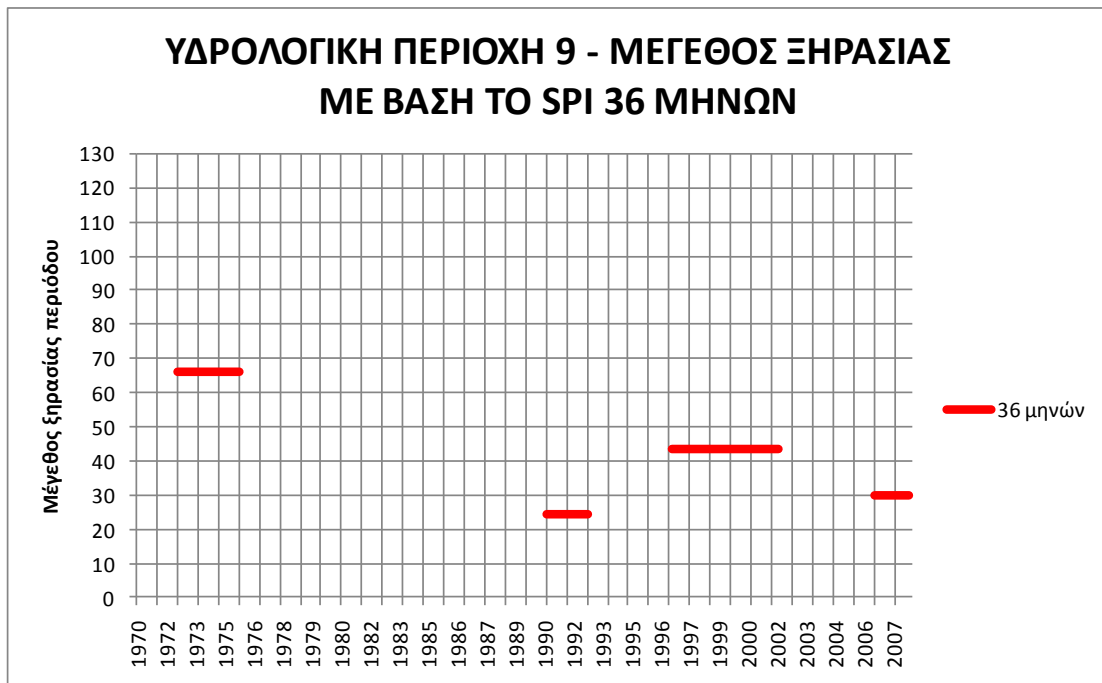


Σχήμα 2-2: Δείκτης SPI 12 μηνών για Υδρολογική Περιοχή 1 (Υδρολογική Περίοδος 1985-1995)

Στο Σχήμα 2-3 παρουσιάζονται οι περίοδοι ξηρασίας στις Υδρολογικές Περιοχές Μελέτης όπως προκύπτουν από το δείκτη SPI 36 μηνών και στο Σχήμα 2-4 τα μεγέθη ξηρασίας για την περιοχή 9 και SPI 36 μηνών. Το σύνολο των αντίστοιχων γραφημάτων παρουσιάζονται στο Παράρτημα Α.



Σχήμα 2-3: Περίοδοι Ξηρασίας για SPI 36 μηνών



Σχήμα 2-4: Μεγέθη Ξηρασίας της Υδρολογικής Περιοχής 9 για SPI 36 μηνών

2.4. Ο Δείκτης Απορροής Υδρολογικού Έτους

Όπως αναφέρθηκε στο υποκεφάλαιο 2.2, ο δείκτης αυτός λειτουργεί σαν συμπληρωματικός έλεγχος του μετεωρολογικού δείκτη SPI. Επειδή ο δείκτης αυτός εξαρτάται απευθείας από τις τιμές απορροής, θα αναδείξει πιθανές αδυναμίες του δείκτη SPI να προβλέψει τις επιπτώσεις στην απορροή οι οποίες ενδέχεται να προκύψουν από τη δίαιτα και όχι από αυτό καθ' αυτό το ύψος των βροχοπτώσεων.

Δείκτες βασισμένους στην απορροή χρησιμοποιούν οι περισσότερες χώρες της ΕΕ, ωστόσο το μικρό μέγεθος λεκανών και η δίαιτα των ποταμών της Κύπρου είναι σχεδόν μοναδικά. Στην Κύπρο αξιόπιστα συμπεράσματα για το ύψος απορροής είναι δυνατόν να εξαχθούν για χρονική περίοδο ακέραιου υδρολογικού έτους ή τουλάχιστον ολόκληρης της υγρής περιόδου.

Σε συνθήκες υδρολογικά παρόμοιες με αυτές της Κύπρου αναφέρεται η σχετική εργασία του Ari Ben-Zvi για τον ορισμό δείκτη ξηρασίας με βάση τις απορροές στο Ισραήλ (βλ. Βιβλιογραφία 4). Στην εργασία αυτή, όπως και στην παρούσα, προκρίνεται η χρήση της συνολικής απορροής του υδρολογικού έτους.

Η παραπάνω εργασία για το Ισραήλ υιοθετεί σαν δείκτη την απόκλιση της ετήσιας απορροής X_i από τη μέση τιμή X_{av} και προτείνει σαν όριο ξηρασίας την προς τα κάτω απόκλιση κατά την τιμή μίας τυπικής απόκλισης s_d τουλάχιστον.

Άποψη του Συμβούλου είναι ότι, η προσέγγιση αυτή είναι δυνατόν να εκφρασθεί λίγο διαφορετικά:

$$I_i = (X_i - X_{av}) / S_d \quad (2.4.1)$$

όπου I_i αντιπροσωπεύει την τιμή του δείκτη για το έτος i .

Με τη μορφή αυτή, η προσέγγιση της παραπάνω εργασίας εμπίπτει στη γενικευμένη τακτική για πολλούς δείκτες οι οποίοι προκύπτουν από την απόκλιση της κανονικοποιημένης χρονοσειράς. Το όριο ξηρασίας που ορίζεται από την παραπάνω εργασία για το Ισραήλ αντιστοιχεί για την προσέγγιση

που εισηγείται ο Σύμβουλος στην παρούσα Έκθεση σε τιμή δείκτη $I_i = -1$. Η ίδια, ουσιαστικά, προσέγγιση ακολουθείται και από το δείκτη SPI για τη βροχόπτωση με τη διαφορά ότι κανονικοποιείται η κατανομή Gamma.

Για την περίπτωση του δείκτη απορροής της Κύπρου, υιοθετείται ο ορισμός του δείκτη της σχέσης 2.4.1, όπου X_i όμως είναι η απορροή ενός (1), δύο (2), τριών (3), τεσσάρων (4) ή πέντε (5) υδρολογικών ετών και διερευνάται ποια πρέπει να είναι η τιμή των ορίων για την έναρξη, κλιμάκωση και λήξη της ξηρασίας.

Ο δείκτης υπολογίζεται με βάση τις εισροές σε φράγματα δεδομένου ότι η πληροφορία αυτή θα είναι άμεσα διαθέσιμη στα πλαίσια του υφιστάμενου προγράμματος παρακολούθησης των φραγμάτων από το ΤΑΥ. Θα ήταν ασφαλώς δυνατόν να επιλεγούν υδρομετρικοί σταθμοί αντί των φραγμάτων, όμως ο φόρτος εργασίας για την παρακολούθηση των δεικτών θα αυξάνετο κατά πολύ. Επελέγησαν αντιπροσωπευτικά φράγματα με βασικό γνώμονα να μην είναι, κατά το δυνατόν, μεγάλες οι ανάντη ταμιεύσεις και απολήψεις σε σχέση με την απορροή στη θέση του φράγματος. Για τις υδρολογικές περιοχές επελέγησαν φράγματα ως εξής:

Πίν. 2-3: Προτεινόμενα Φράγματα ανά Υδρολογική Περιοχή για Υπολογισμό Δείκτη Απορροών

Περιοχή	Φράγμα
Υδρολογική Περιοχή 1	Κανναβιούς
Υδρολογική Περιοχή 2	Ευρέτου
Υδρολογική Περιοχή 3	Ξυλιάτου
Υδρολογική Περιοχή 6	Ταμασσού
Υδρολογική Περιοχή 8	Καλαβασσού
Υδρολογική Περιοχή 9	Κούρρη

Η υδρολογική περιοχή 7 δεν διαθέτει ποτάμια σώματα με δίκαια η οποία να επιδέχεται αντίστοιχης ανάλυσης δεδομένου ότι η ροή τους είναι σποραδική. Επίσης, το φράγμα Ταμασσού προτείνεται για την ανάπτυξη του δείκτη για την υδρολογική περιοχή 6, ωστόσο το φράγμα έχει μόλις πρόσφατα αρχίσει να λειτουργεί. Στοιχεία θα προκύψουν από το πρόγραμμα παρακολούθησης του ταμιευτήρα. Σε ότι αφορά τις υδρολογικές περιοχές 2, 8 και 9 οι επιλογές

ήσαν προφανείς. Σε ότι αφορά την περιοχή 3, η οποία δεν διαθέτει μεγάλα φράγματα, επελέγη το φράγμα Ξυλιάτου, παρόλο που η σχετικά μικρή λεκάνη απορροής είναι μειονέκτημα, επειδή ανάντη της εναλλακτικής επιλογής στο Ακάκι φαίνεται να υπάρχουν αξιόλογες χρήσεις και μικρά φράγματα (Κλήρου, Παλαιχώρι-Καμπί, λιμνοδεξαμενές). Για την περιοχή 1 το κατ'αρχήν καταλληλότερο φράγμα είναι αυτό του Ασπρόκρεμμου. Ωστόσο, η θέση του καθιστά εξαιρετικά πιθανή τη διαταραχή του δείγματος εισροών από ανάντη απολήψεις. Μεταξύ των φραγμάτων Κανναβιούς και Αρμίνου επελέγη το πρώτο επειδή η μεγάλη, σε σχέση με τη χωρητικότητα ταμίευσης, διακίνηση υδάτων διαμέσου του δεύτερου λόγω της εκτροπής προς Κούρρη θεωρήθηκε πιθανή πηγή σφαλμάτων.

Ιδιαίτερα πρέπει να σημειωθεί ότι δεν υφίστανται αξιοποιήσιμα δεδομένα εισροών για το φράγμα Ξυλιάτου, κυρίως επειδή δεν καταγράφονται οι υπερχειλίσεις και για το φράγμα Κανναβιούς επειδή ολοκληρώθηκε πρόσφατα. Προσωρινά, για την πληρότητα της έκθεσης αντί εισροών στο φράγμα Ξυλιάτου υπολογίσθηκε η χρονοσειρά μηνιαίων απορροών από τις καταγραφές του σταθμού r3-5-1-50. Αντίστοιχα ως υποκατάστατο του φράγματος Κανναβιούς χρησιμοποιήθηκε ο σταθμός r1-4-4-50, όπως αναφέρεται στο Παράρτημα VII με μικρή μείωση των μετρήσεων, η οποία προέκυψε λαμβάνοντας υπόψη από τη μία το λόγο των λεκανών και από την άλλη την υψηλότερη βροχόπτωση στη λεκάνη του φράγματος. Στόχος θα πρέπει να είναι να αξιοποιηθούν μακροπρόθεσμα αυτές καθ' εαυτές οι εισροές στα φράγματα. Για να επιταχυνθεί η δημιουργία κατάλληλου δείγματος θα πρέπει, αφού παρέλθουν λίγα έτη πλήρων μετρήσεων στα φράγματα (περιλαμβανομένων των υπερχειλίσεων) να συσχετισθούν οι εισροές στα δύο φράγματα και οι μετρήσεις στους σταθμούς.

Με βάση τις διαθέσιμες χρονοσειρές εκτιμήθηκαν τιμές δεικτών για τις χρονοσειρές περιόδων από ένα (1) έως πέντε (5) έτη. Προκειμένου να διερευνηθεί η σημασία της τιμής του δείκτη i , συσχετίσθηκε, χωριστά για κάθε περίοδο, με τη σπανιότητα του φαινομένου στο οποίο αντιστοιχεί στα πλαίσια της διαθέσιμης χρονοσειράς.

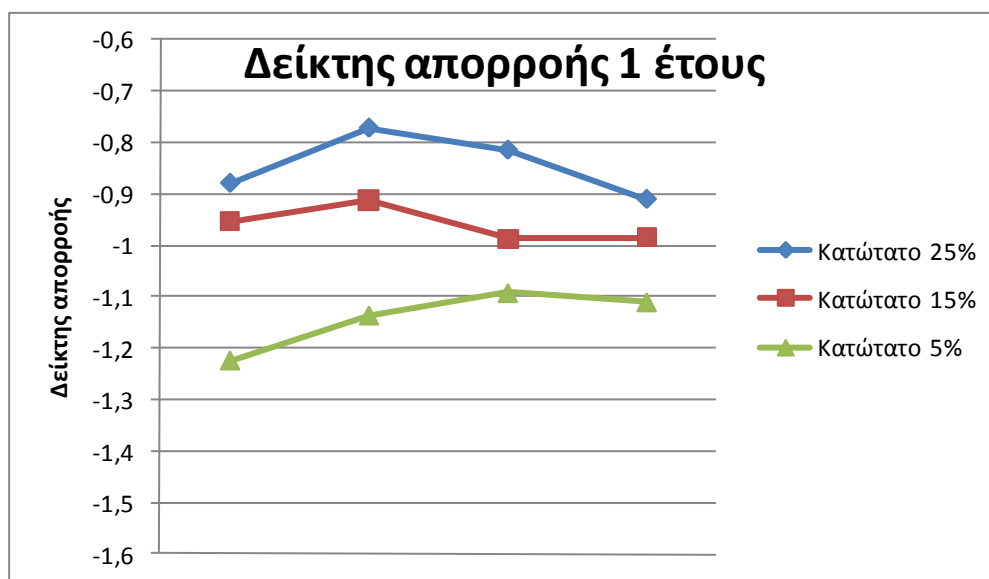
Τα αποτελέσματα της συσχέτισης φαίνονται στα γραφήματα των Σχημάτων Σχήμα 2-5 έως και Σχήμα 2-9. Στα σχήματα αυτά φαίνονται οι τιμές των συντελεστών, για διαφορετικά φράγματα, που αντιστοιχούν σε ξηρά έτη,

υγρότερα από τα οποία είναι το 75%, το 85% και το 95% του δείγματος. Είναι φυσικό να υπάρχει κάποια διασπορά των τιμών, όμως διαφαίνεται μια αρκετά σαφής σχέση. Στον παρακάτω Πίν. 2-4 εισάγονται όρια με βάση τις τιμές των γραφημάτων:

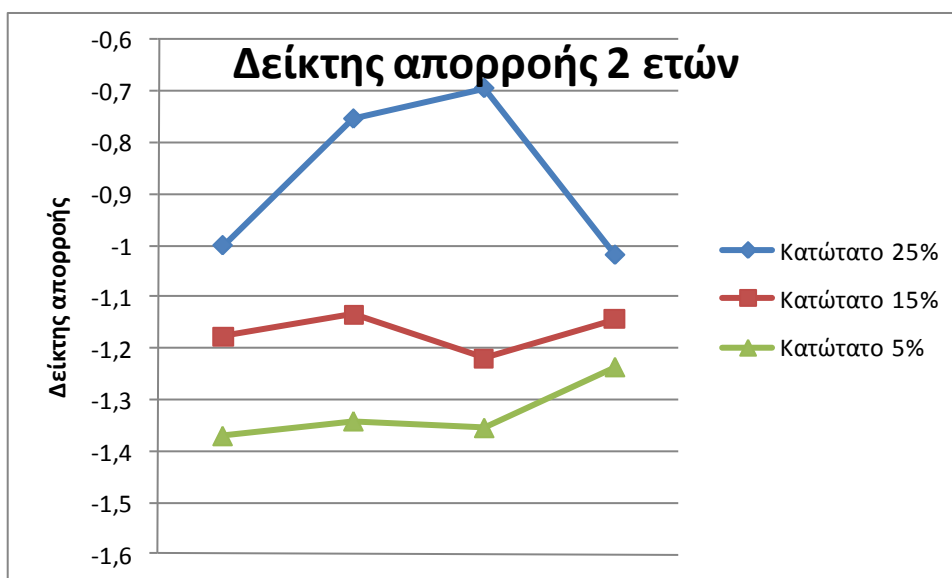
Πίν. 2-4: Όρια Δείκτη Απορροής

	1 έτος	2 έτη	3 έτη	4 έτη	5 έτη	Όλες
Μέτρια	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7
Σοβαρή	-0,9	-1,1	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9
Εξαιρετική	-1,1	-1,3	-1,3	-1,4	-1,4	-1,1

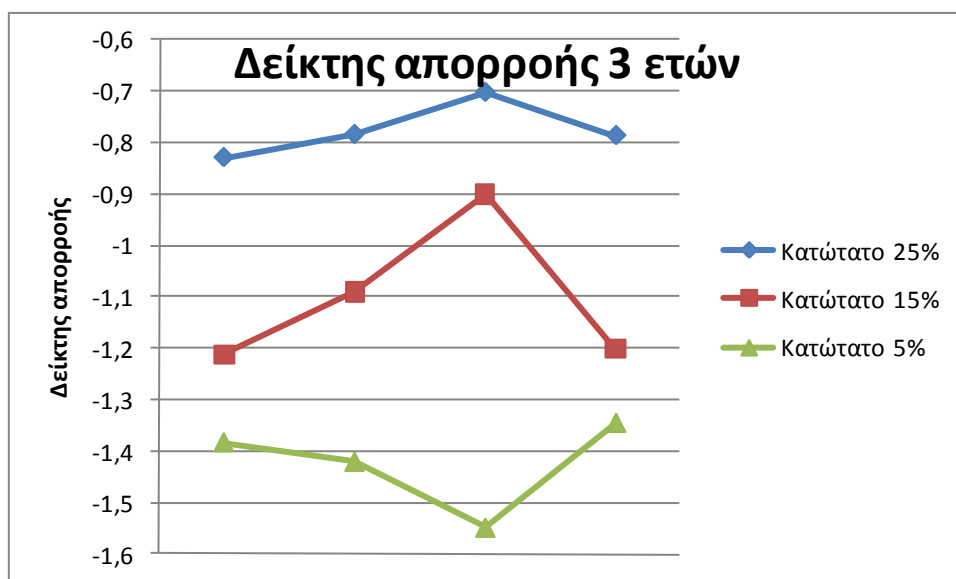
Η τελευταία στήλη αποτελεί εισήγηση του Συμβούλου σε περίπτωση που είναι επιθυμητή η υιοθέτηση ενιαίων τιμών για όλες τις περιόδους. Εκτιμάται ότι θα είναι προς την πλευρά της ασφάλειας.



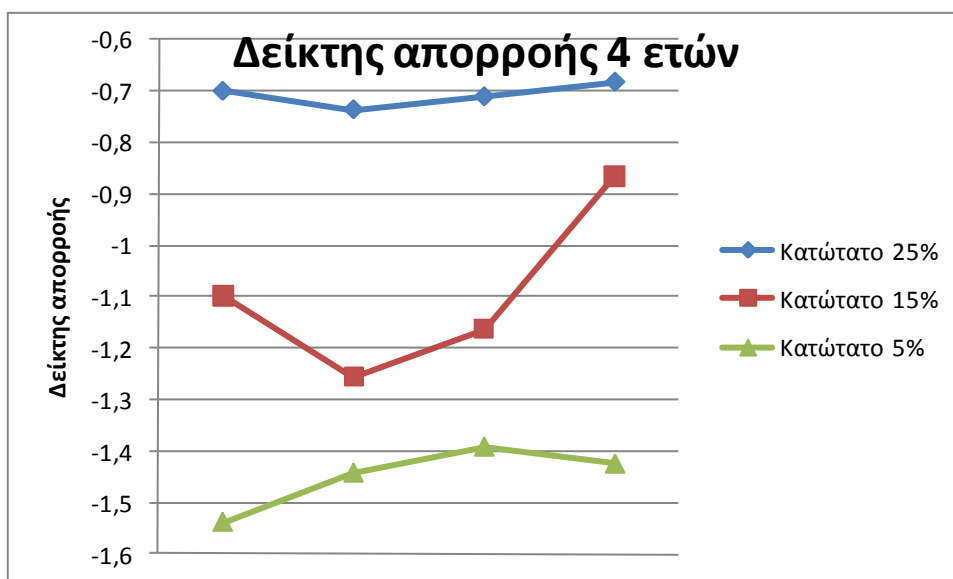
Σχήμα 2-5: Συσχέτιση Δείκτη Απορροής με Σπανιότητα Εμφάνισης (1 έτους)



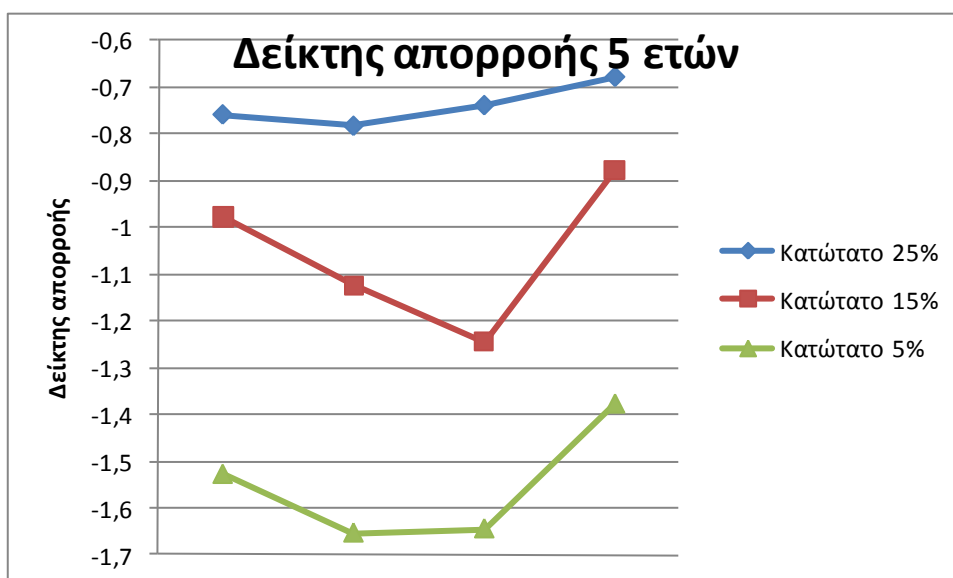
Σχήμα 2-6: Συσχέτιση Δείκτη Απορροής με Σπανιότητα Εμφάνισης (2 ετών)



Σχήμα 2-7: Συσχέτιση Δείκτη Απορροής με Σπανιότητα Εμφάνισης (3 ετών)



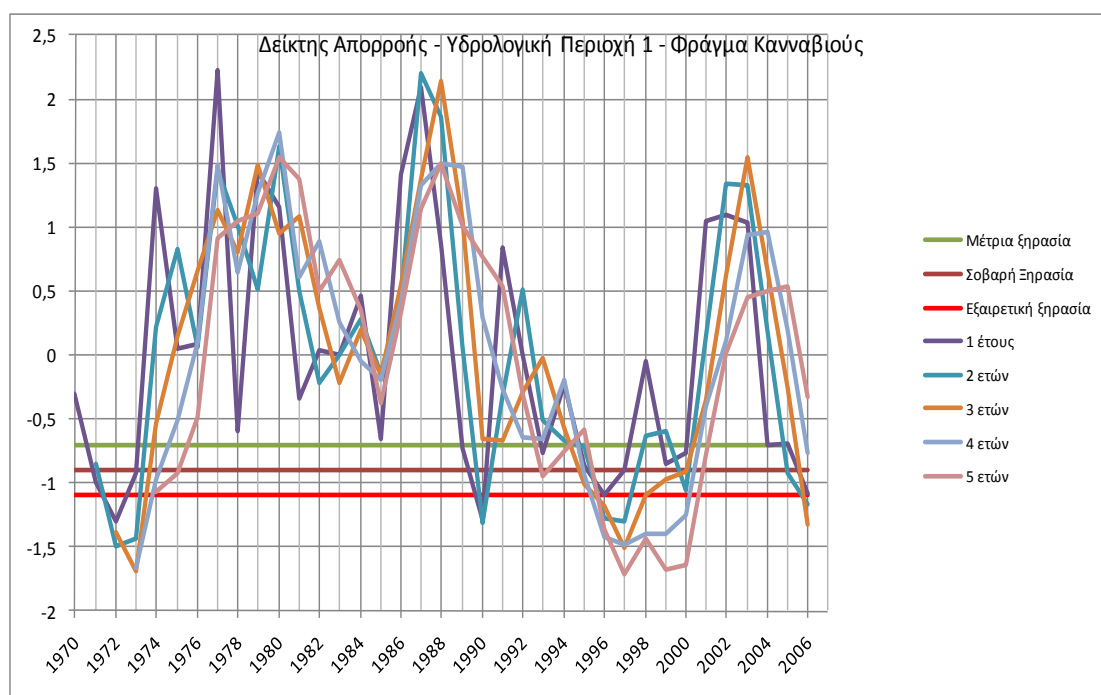
Σχήμα 2-8: Συσχέτιση Δείκτη Απορροής με Σπανιότητα Εμφάνισης (4 ετών)



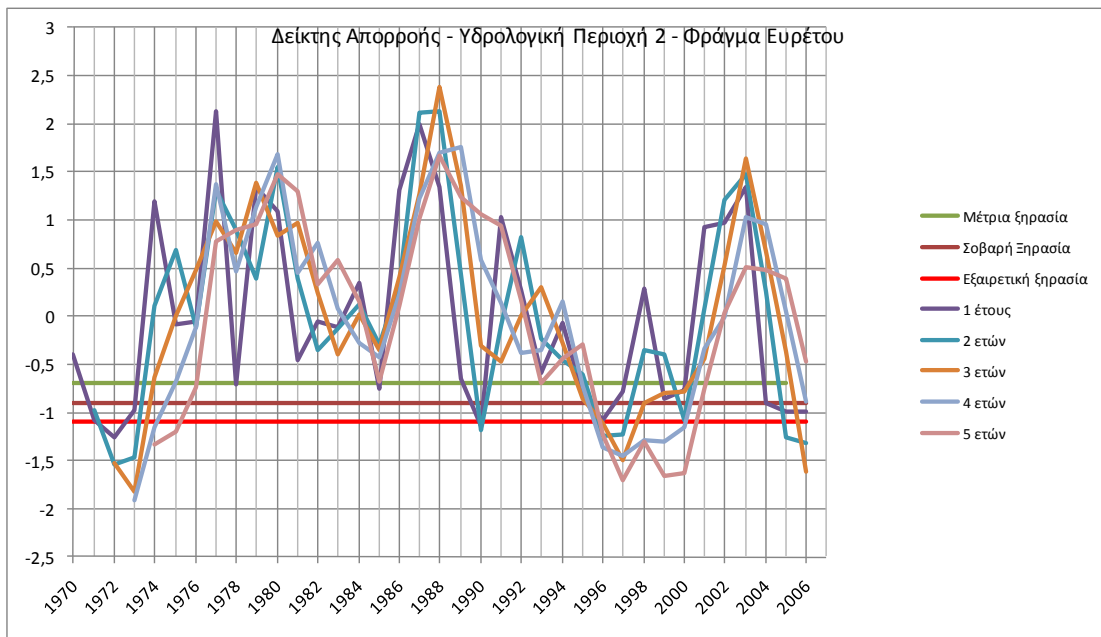
Σχήμα 2-9: Συσχέτιση Δείκτη Απορροής με Σπανιότητα Εμφάνισης (5 ετών)

Στα γραφήματα των παραπάνω σχημάτων (Σχήμα 2-5 έως και Σχήμα 2-9) παρουσιάζονται οι δείκτες που υπολογίσθηκαν από τις χρονοσειρές εισροών.

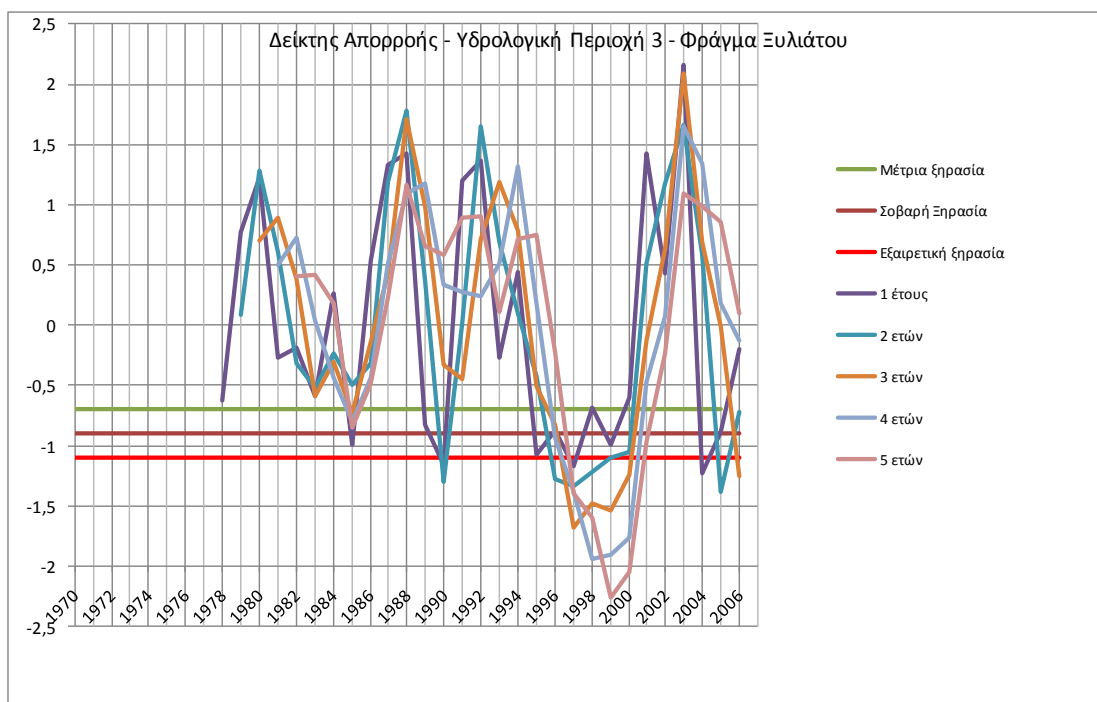
Στα γραφήματα των επόμενων σχημάτων (Σχήμα 2-10 έως και Σχήμα 2-17) συγκρίνονται οι δείκτες από όλες τις περιοχές για περιόδους ενός, τριών και πέντε ετών. Είναι φανερό ότι ο συμβιβασμός του ίδιου ορίου για όλες τις χρονικές περιόδους δημιουργεί ορισμένα προβλήματα, ειδικότερα σε σχέση με το όριο της εξαιρετικής ξηρασίας το οποίο προέκυψε από τους δείκτες ενός έτους, φαίνεται όμως αυστηρό για τις μακρύτερες περιόδους. Είναι θέμα επιλογής εάν θα χρησιμοποιείται το ενιαίο ή τα διαφορετικά όρια του Πίν. 2-4.



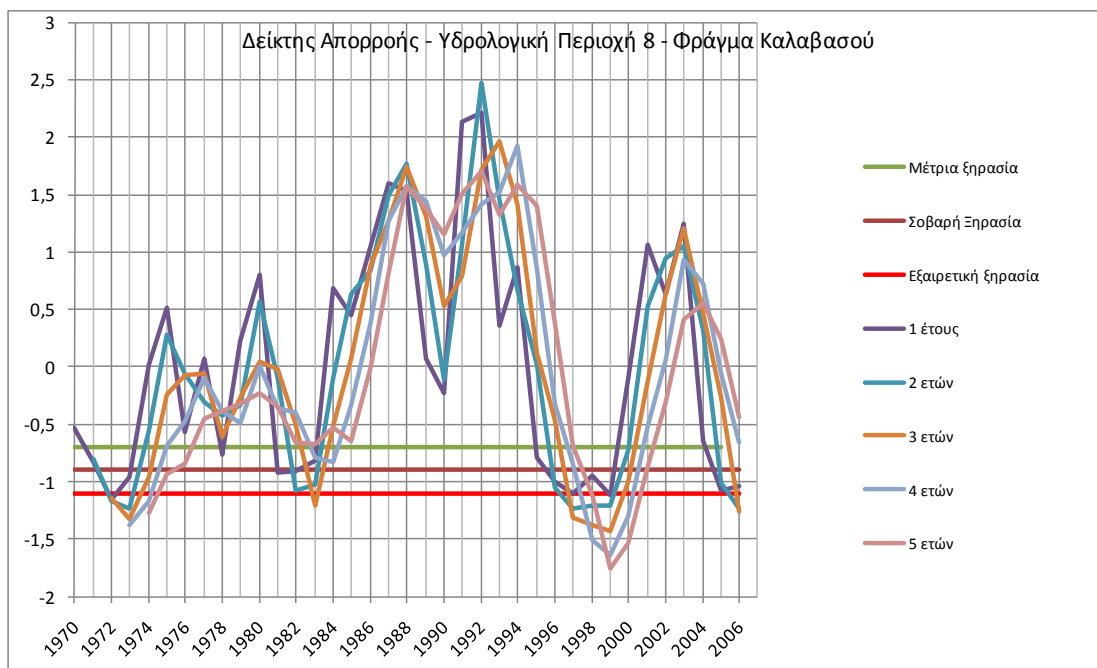
Σχήμα 2-10: Σύγκριση Δεικτών Απορροής Υδρολογικής Περιοχής 1



Σχήμα 2-11: Σύγκριση Δεικτών Απορροής Υδρολογικής Περιοχής 2



Σχήμα 2-12: Σύγκριση Δεικτών Απορροής Υδρολογικής Περιοχής 3



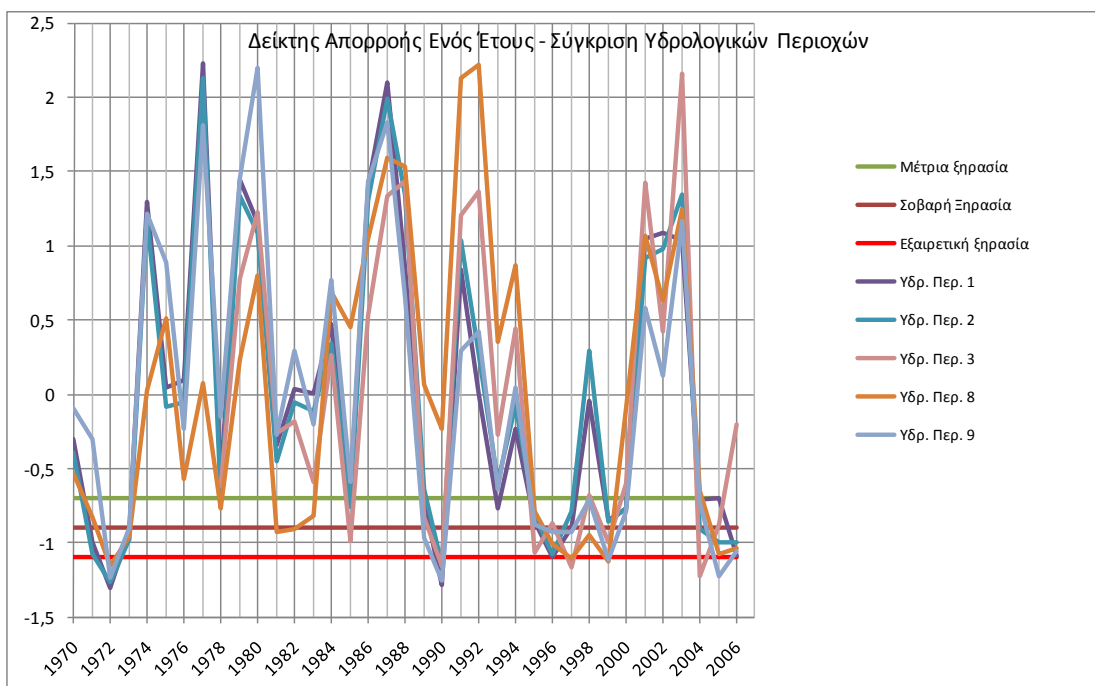
Σχήμα 2-13: Σύγκριση Δεικτών Απορροής Υδρολογικής Περιοχής 8

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΑΡΘΡΩΝ 11,13 ΚΑΙ 15
ΤΗΣ ΟΔΗΓΙΑΣ ΠΛΑΙΣΙΟ ΠΕΡΙ ΥΔΑΤΩΝ (2000/60/ΕΚ) ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ

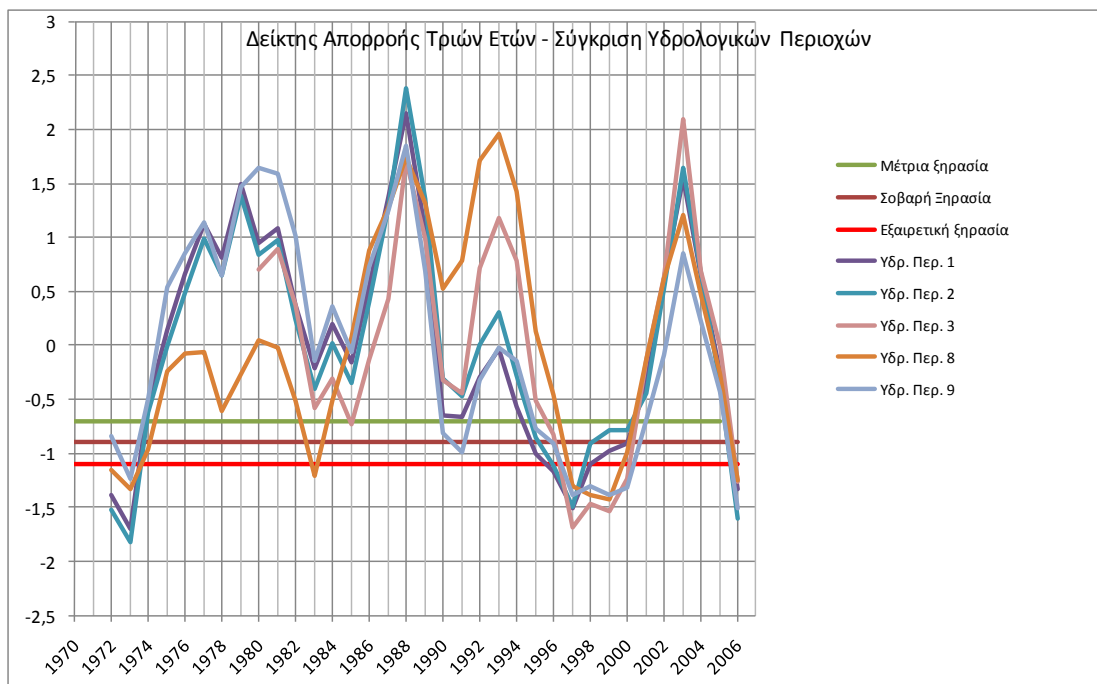
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VIII ΤΕΛΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΔΡΑΣΙΑΣ



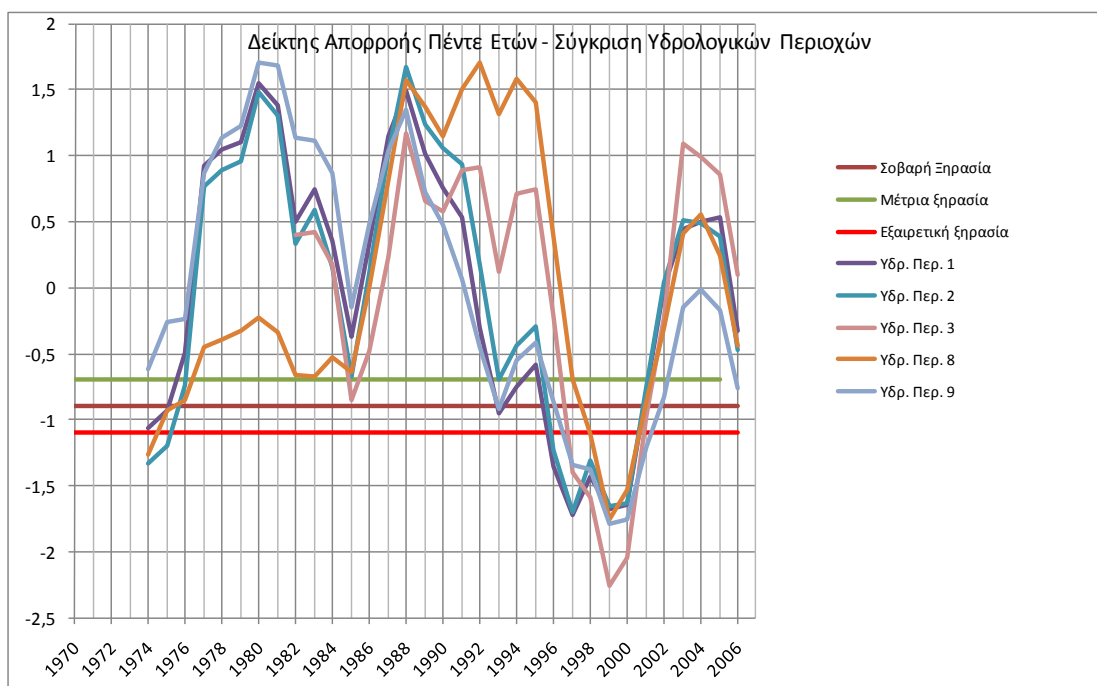
Σχήμα 2-14: Σύγκριση Δεικτών Απορροής Υδρολογικής Περιοχής 9



Σχήμα 2-15: Σύγκριση Δείκτη Απορροής Ενός (1) Έτους Συνόλου Υδρολογικών Περιοχών



Σχήμα 2-16: Σύγκριση Δείκτη Απορροής Τριών (3) Ετών Συνόλου Υδρολογικών Περιοχών



Σχήμα 2-17: Σύγκριση Δείκτη Απορροής Πέντε (5) Ετών Συνόλου Υδρολογικών Περιοχών



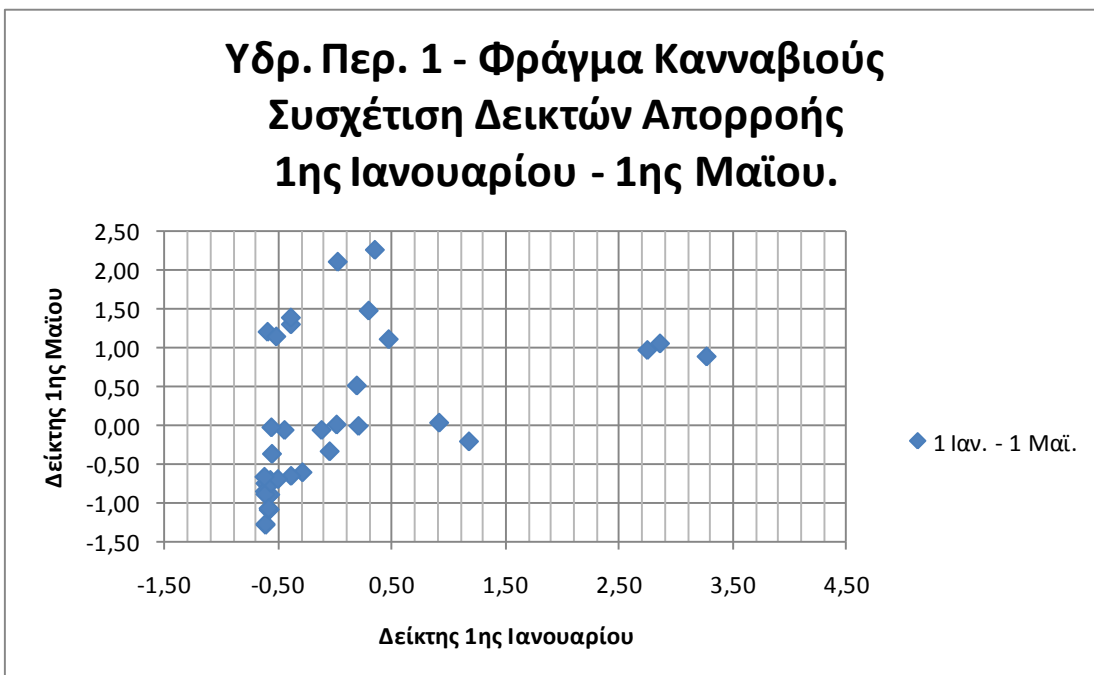
Σχήμα 2-18: Σύγκριση Δεικτών SPI και Απορροής Τριών (3) Ετών Υδρολογικής Περιοχής 9

Στο γράφημα του σχήματος (Σχήμα 2-18) απεικονίζονται οι υπολογισμένοι δείκτες SPI και απορροής τριών ετών για την υδρολογική περιοχή 9 και για μια περιορισμένη περίοδο 1990-2000, ώστε να είναι ευκρινέστερη η διακύμανσή τους. Τα έτη αναφέρονται σε υδρολογικά. Ο δείκτης SPI είναι μηνιαία κυλιόμενος, ενώ ο δείκτης απορροής υπολογίζεται στο τέλος κάθε υδρολογικού έτους. Υπάρχει κοινή διακύμανση των δεικτών ως προς τη γενική εκτίμηση της ξηρότητας, με αξιόλογες, όμως, χρονικές αποκλίσεις που κυρίως αφορούν την πολύ υψηλότερη μεταβλητότητα του δείκτη SPI σε σχέση με το Δείκτη απορροής. Με τα όρια που έχουν τεθεί προηγουμένως για το δείκτη απορροής τριών ετών (-0,7, -0,9 και -1,3), ο δείκτης αυτός προκύπτει σαφώς συντηρητικότερος από το δείκτη SPI με μόνο το υδρολογικό έτος 1991 να υπάρχει κοινή εκτίμηση «σοβαρής ξηρασίας». Προς το τέλος της δεκαετίας ο δείκτης απορροής φθάνει το όριο μεταξύ σοβαρής και εξαιρετικής ξηρασίας, ενώ ο δείκτης SPI κυμαίνεται μεταξύ ήπιας και μέτριας ξηρασίας προσεγγίζοντας το 1999 το όριο της σοβαρής ξηρασίας.

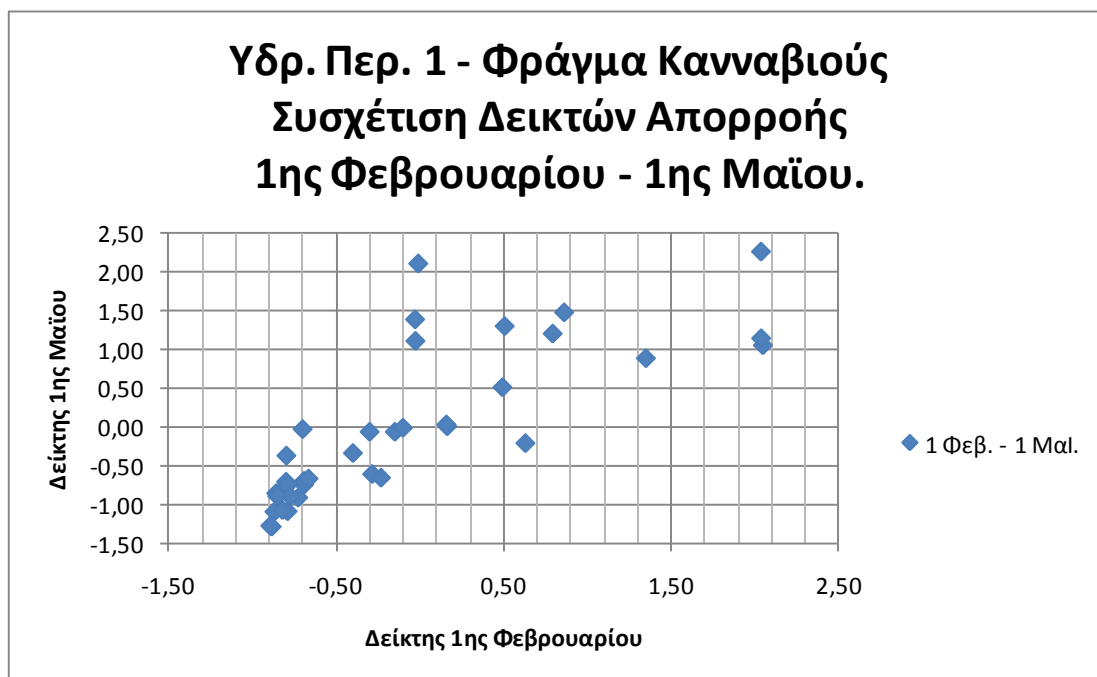
2.5. Ο Δείκτης Απορροής Υγρής Περιόδου

Όπως ήδη αναφέρθηκε στο υποκεφάλαιο 2.2, ο δείκτης αυτός στοχεύει στην έγκαιρη διάγνωση μιας επερχόμενης ξηρασίας αξιοποιώντας την καλή συσχέτιση που παρατηρείται στα ιστορικά δείγματα μεταξύ πολύ χαμηλής απορροής το διάστημα Οκτωβρίου – Δεκεμβρίου και πολύ χαμηλής απορροής συνολικά κατά την υγρή περίοδο. Χρησιμοποιούνται οι απορροές των αντιπροσωπευτικών φραγμάτων του προηγούμενου υποκεφαλαίου (βλ. Πίν. 2-3). Υπογραμμίζεται και πάλι η επισήμανση του προηγούμενου υποκεφαλαίου (βλ. 2.4), ότι αντί εισροών στα φράγματα Ξυλιάτου και Κανναβιούς χρησιμοποιήθηκαν οι παροχές των σταθμών r3-5-1-50 και r1-4-4-50.

Ο δείκτης είναι δυνατόν να υπολογισθεί, όπως και ο ετήσιος δείκτης απορροής, ως ο λόγος της απόκλισης της απορροής από τη μέση τιμή προς την τυπική απόκλιση. Ένας τέτοιος υπολογισμός χρησιμοποιείται στα παρακάτω γραφήματα (Σχήμα 2-19 και Σχήμα 2-20) για να συσχετισθούν οι απορροές Οκτωβρίου – Δεκεμβρίου και Οκτωβρίου – Φεβρουαρίου με τις απορροές Οκτωβρίου – Απριλίου (περιλαμβανομένων και των απορροών των τελικών μηνών των χρονικών διαστημάτων) για την υδρολογική περιοχή 1. Τα αντίστοιχα γραφήματα των άλλων περιοχών είναι παρόμοια. Η σημαντική παρατήρηση στα γραφήματα είναι ότι της ιδιαίτερα χαμηλής απορροής, στο σύνολο της υγρής περιόδου, πάντα προηγείται ιδιαίτερα χαμηλή απορροή έως το τέλος Δεκεμβρίου και έως το τέλος Ιανουαρίου. Συνεπώς, η χρήση της απορροής των περιόδων αυτών ως συντηρητική έγκαιρη προειδοποίηση είναι εφικτή. Η συσχέτιση φυσικά των υπολοίπων περιόδων (Οκτωβρίου – Μαρτίου κλπ.) είναι πολύ μεγαλύτερη και προφανής.



Σχήμα 2-19: Συσχέτιση Δεικτών Απορροής 1^{ης} Ιανουαρίου – 1^{ης} Μαΐου Υδρολ. Περιοχής 1



Σχήμα 2-20: Συσχέτιση Δεικτών Απορροής 1^{ης} Φεβρουαρίου – 1^{ης} Μαΐου Υδρολ. Περιοχής 1

Ο υπολογισμός του δείκτη απορροής υγρής περιόδου σαν τιμή της κανονικοποιημένης απόκλισης διευκολύνει την απεικόνισή του, ωστόσο, το γεγονός της σημαντικής απόκλισης των ενδιάμεσων απορροών του έτους από την κανονική κατανομή καθιστά δύσκολη τη σύγκριση μεταξύ τιμών του δείκτη για διαφορετικές περιόδους. Σαν παράδειγμα, μια τιμή ίση με -0,5 για το διάστημα Οκτωβρίου – Δεκεμβρίου είναι αντίστοιχη με μία τιμή περίπου -0,75 για την περίοδο Οκτωβρίου – Ιανουαρίου και ακόμη μικρότερες για τις περιόδους που ακολουθούν. Επιπλέον, για αρκετές περιοχές πολλές τιμές ξηρασίας είναι μηδενικές, κάτι το οποίο καταργεί την αξία του δείκτη. Θεωρήθηκε πιο λογικό ο έλεγχος για την ξηρότητα της περιόδου να στηρίζεται ευθέως στη σπανιότητα της τιμής, όπως προκύπτει από την κατάταξη των ιστορικών τιμών (έτσι θα είναι σαφείς και οι περιπτώσεις μηδενικών τιμών). Η κατηγοριοποίηση που προτείνεται είναι:

Πίν. 2-5: Προτεινόμενη Κατηγοριοποίηση Επιπέδου Επιφυλακής βάσει Απορροής

Ποσοστημόριο που εμπίπτει η τιμή απορροής	Επίπεδο επιφυλακής
25%-15%	Μέτριο
15%-5%	Υψηλό
Κάτω του 5%	Πολύ υψηλό

Ακολουθούν πινακογραφημένες οι τιμές (βλ. Πίν. 2-6) που ορίζουν τα ποσοστημόρια για τις διαφορετικές υδρολογικές περιοχές.

Πίν. 2-6: Απορροή σε m³ ανά ποσοστημόριο και ανά Υδρολογική Περιοχή

Υδρολογική Περιοχή 1 (Κανναβιούς)

Ποστ/μόριο	Οκτ.-Δεκ.	Οκτ.-Ιαν.	Οκτ.-Φεβ.	Οκτ.-Μαρ.	Οκτ.-Απρ.
50%	158.000	1.414.000	2.544.000	4.641.000	5.265.000
25%	35.000	252.000	1.415.000	2.261.000	2.743.000
15%	15.000	202.000	625.000	1.380.000	2.026.000
5%	7.000	63.000	270.000	438.000	979.000

Υδρολογική Περιοχή 2 (Ευρέτου)

Ποστ/μόριο	Οκτ.-Δεκ.	Οκτ.-Ιαν.	Οκτ.-Φεβ.	Οκτ.-Μαρ.	Οκτ.-Απρ.
50%	55.000	978.000	2.251.000	3.510.000	4.534.000
25%	0	125.000	769.000	1.338.000	1.871.000
15%	0	67.000	492.000	1.046.000	1.167.000
5%	0	7.000	162.000	368.000	504.000

Υδρολογική Περιοχή 3 (Ξυλιάτου)

Ποστ/μόριο	Οκτ.-Δεκ.	Οκτ.-Ιαν.	Οκτ.-Φεβ.	Οκτ.-Μαρ.	Οκτ.-Απρ.
50%	180.000	492.000	972.000	1.542.000	1.724.000
25%	66.000	187.000	609.000	816.000	878.000
15%	44.000	137.000	298.000	467.000	695.000
5%	28.000	97.000	242.000	420.000	468.000

Υδρολογική Περιοχή 8 (Καλαβασσός)

Ποστ/μόριο	Οκτ.-Δεκ.	Οκτ.-Ιαν.	Οκτ.-Φεβ.	Οκτ.-Μαρ.	Οκτ.-Απρ.
50%	66.000	346.000	1.042.000	1.505.000	1.671.000
25%	0	65.000	238.000	529.000	601.000
15%	0	3.000	61.000	200.000	262.000
5%	0	0	0	0	0

Υδρολογική Περιοχή 9 (Κούρρης)

Ποστ/μόριο	Οκτ.-Δεκ.	Οκτ.-Ιαν.	Οκτ.-Φεβ.	Οκτ.-Μαρ.	Οκτ.-Απρ.
50%	4.243.000	8.814.000	13.287.000	20.007.000	25.179.000
25%	2.390.000	5.033.000	8.156.000	11.919.000	13.265.000
15%	1.952.000	3.305.000	6.054.000	8.568.000	11.645.000
5%	980.000	2.046.000	4.407.000	6.070.000	6.684.000

2.6. Ο Δείκτης Μηνιαίας Δίαιτας των Ποταμών

Ένας από τους σημαντικότερους στόχους του Σχεδίου Διαχείρισης της Ξηρασίας είναι η παρακολούθηση των πιέσεων στο περιβάλλον. Οι πιέσεις στο ευρύτερο φυσικό περιβάλλον είναι δυνατόν να εξαρτηθούν από το δείκτη βροχόπτωσης (SPI) όμως τα ποτάμια οικοσυστήματα συνδέονται στενά με τη ροή στους ποταμούς και ιδιαίτερα μάλιστα με τις ροές μεγαλύτερης διάρκειας της δίαιτας, τις βασικές παροχές. Ο δείκτης απορροής της υγρής περιόδου παρέχει μια αρκετά καλή ένδειξη για το ενδεχόμενο πίεσης στα ποτάμια οικοσυστήματα και αυτός όμως δεν παρέχει στοιχεία για τη διάρκεια των χαμηλών ροών.

Στη Γαλλία, σε συνθήκες ξηρασίας, καταγράφεται σαν δείκτης το μήκος κοίτης με ή χωρίς ροή (όπως διακρίνεται οπτικά). Είναι ένας απλός και άμεσα ερμηνεύσιμος δείκτης ο οποίος θα ήταν άμεσα εφαρμόσιμος στην Κύπρο. Θα πρέπει, όμως, να ληφθεί υπόψη ότι η παρακολούθηση του δείκτη αυτού στην Κύπρο με τις πολυάριθμες θέσεις όπου ενδέχεται να απουσιάζει ή όχι η ροή απαιτεί σημαντική απασχόληση προσωπικού. Στην παρούσα έκθεση αξιοποιείται η διαθεσιμότητα του δικτύου των υδρομετρικών σταθμών, οι οποίοι καταγράφουν αξιόπιστα τις χαμηλές παροχές, ώστε να προκύψει ένα σύστημα έγκαιρης διάγνωσης των πιέσεων στα ποτάμια οικοσυστήματα λόγω ξηρασίας.

Το σύστημα είναι απλό και, για εξοικονόμηση χρόνου απασχόλησης, τίθεται σε λειτουργία μόνον όταν η υδρολογική περιοχή ευρίσκεται ήδη σε συνθήκες ξηρασίας ή όταν το επίπεδο επιφυλακής με βάση το δείκτη εισροών υγρής περιόδου είναι τουλάχιστον υψηλό (βλ. υποκεφάλαιο 2.5). Η παρακολούθηση αφορά τον υπολογισμό της διαμέσου τιμής των ημερήσιων παροχών του τρέχοντος μήνα σε έναν προεπιλεγμένο σταθμό αντιπροσωπευτικό της υδρολογικής περιοχής και η σύγκρισή του με τα δεδομένα της καμπύλης παροχής – διάρκειας του Σταθμού. Βασικό κριτήριο επιλογής σταθμών ήταν το μήκος δείγματος και η καλή κατανομή του σε όλους τους μήνες. Το επίπεδο πίεσης στο ποτάμιο οικοσύστημα χαρακτηρίζεται:

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VIII – ΤΕΛΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

Σημαντικό	Για διάμεσο τιμή του τρέχοντος μηνός εντός του ποσοστημορίου 25% όλων των ιστορικών τιμών για το μήνα αυτό (μικρότερη του 75% των τιμών).
Υψηλό	Για διάμεσο τιμή του τρέχοντος μηνός εντός του ποσοστημορίου 5% όλων των ιστορικών τιμών για το μήνα αυτό (μικρότερη του 95% των τιμών).

Οι σταθμοί που επελέγησαν, οι τιμές των ποσοστημορίων, καθώς και η διάμεσος και η ελάχιστη τιμή παρουσιάζονται στους πίνακες Πίν. 2-7 έως και Πίν. 2-12 που ακολουθούν.

Πίν. 2-7: Τιμές Ημερήσιας Παροχής Ενδεικτικές Ξηρασίας – Υδρολογική Περιοχή 1 – Ξερός – Σταθμός r1-3-5-05 (τιμές σε l/s)

	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοεμ.	Δεκ.
Διάμεσος	300	540	440	250	150	91	60	50	46	51	64	110
Κατώτερο 75%	120	260	240	150	94	56	40	32	32	39	49	72
Κατώτερο 95%	61	100	110	88	53	37	26	24	24	30	38	50
Ελάχιστη	0	53	70	59	38	19	20	17	19	22	33	39

Πίν. 2-8: Τιμές Ημερήσιας Παροχής Ενδεικτικές Ξηρασίας – Υδρολογική Περιοχή 2 – Λιμνίτης – Σταθμός r2-8-3-10 (Τιμές σε l/s)

	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοεμ.	Δεκ.
Διάμεσος	360	660	580	300	150	51	15	7	8	15	50	130
Κατώτερο 75%	130	310	292	170	78	17	4	2	1	4	23	72
Κατώτερο 95%	67	120	120	91	30	3	0	0	0	0	2	42
Ελάχιστη	0	59	72	39	8	0	0	0	0	0	0	0

Πίν. 2-9: Τιμές Ημερήσιας Παροχής Ενδεικτικές Ξηρασίας – Υδρολογική Περιοχή 3 – Περιστερώνα – Σταθμός r3-7-1-50 (Τιμές σε l/s)

	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοεμ.	Δεκ.
Διάμεσος	500	690	570	300	120	24	1	0	0	0	2	140
Κατώτερο 75%	190	400	350	183	54	9	0	0	0	0	0	46
Κατώτερο 95%	58	130	190	85	19	2	0	0	0	0	0	2
Ελάχιστη	7	47	87	35	7	0	0	0	0	0	0	0

Πίν. 2-10: Τιμές Ημερήσιας Παροχής Ενδεικτικές Ξηρασίας – Υδρολογική Περιοχή 6 – Πεδιαίος – Σταθμός r6-1-1-80 (Τιμές σε l/s)

	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοεμ.	Δεκ.
Διάμεσος	63	83	54	17	3	0	0	0	0	0	0	15
Κατώτερο 75%	17	40	26	9	0	0	0	0	0	0	0	0
Κατώτερο 95%	1	10	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Ελάχιστη	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πίν. 2-11: Τιμές Ημερήσιας Παροχής Ενδεικτικές Ξηρασίας – Υδρολογική Περιοχή 8 – Πεντάσχοινος – Σταθμός r8-7-3-60 (Τιμές σε l/s)

	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοεμ.	Δεκ.
Διάμεσος	45	120	94	49	21	7	1	0	0	0	1	3
Κατώτερο 75%	5	33	49	22	7	2	0	0	0	0	0	1
Κατώτερο 95%	1	3	9	4	1	0	0	0	0	0	0	0
Ελάχιστη	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Πίν. 2-12: Τιμές Ημερήσιας Παροχής Ενδεικτικές Ξηρασίας – Υδρολογική Περιοχή 9 – Γερμασόγεια – Σταθμός r9-2-3-85 (Τιμές σε l/s)

	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαΐ.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοεμ.	Δεκ.
Διάμεσος	430	700	605	370	195	57	4	0	0	2	46	170
Κατώτερο 75%	180	320	351	210	90	15	0	0	0	0	10	89
Κατώτερο 95%	57	88	110	65	13	0	0	0	0	0	0	25
Ελάχιστη	14	49	16	12	0	0	0	0	0	0	0	0

2.7. Δείκτης Αποθεμάτων Μεγάλων Φραγμάτων

Τα δύο μεγάλα έργα πολλαπλής σκοπιμότητας του Νότιου Αγωγού και της Πάφου διαθέτουν υπερετήσια δυνατότητα ταμίευσης επιφανειακού νερού. Είναι προφανώς χρήσιμο στο σύστημα διαχείρισης της ξηρασίας να περιλαμβάνεται και η αξιολόγηση των επιφανειακά ταμιευμένων αποθεμάτων. Στην περίπτωση της Κύπρου, με τη σημαντική υπερετήσια ταμίευση, θεωρείται απαραίτητο η πολιτική διαχείρισης των ταμιευτήρων κατά τις περιόδους ξηρασίας να είναι ενιαία με τη γενικότερη πολιτική διαχείρισης στις υπόλοιπες περιόδους, δεδομένου ότι εάν δεν έχουν εξασφαλισθεί επαρκή διαθέσιμα πριν την έναρξη της ξηρασίας, ο περικοπές που θα προκύπτουν στις απολήψεις θα είναι εξαιρετικά υψηλές.

Ιδιαίτερα τονίζεται ότι πρέπει η πολιτική απολήψεων να προστατεύει το περιβάλλον των λιμναίων σωμάτων των ταμιευτήρων τα οποία σαν ιδιαίτερα τροποποιημένα σώματα πρέπει, με βάση την Οδηγία 2000/60, να διατηρούν κατάσταση «καλού οικολογικού δυναμικού». Η προσέγγιση που ακολουθείται είναι να επιλεγεί μία «ξηρασία» αναφοράς, ως προς τις απορροές που εισρέουν στους ταμιευτήρες, για την οποία, καθώς και για όλες τις ηπιότερες, θα αποφεύγεται η υποβάθμιση της κατάστασης του οικολογικού δυναμικού του λιμναίου σώματος. Για σπανιότερες ξηρασίες μεγαλύτερης έντασης ενδέχεται να απαιτείται η προσφυγή στη διαδικασία του Άρθρου 4.2 της Οδηγίας σχετικά με εξαίρεση για προσωρινή υποβάθμιση της οικολογικής κατάστασης.

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την ανάδειξη δεικτών – ορίων που καθορίζουν την πολιτική απολήψεων για τα φράγματα του Νότιου Αγωγού, της Πάφου και το φράγμα Αρμίνου περιγράφεται στα αντίστοιχα κεφάλαια που ακολουθούν. Παρακάτω συνοψίζεται η τελική κατηγοριοποίηση για την πληρότητα του κεφαλαίου.

Οι εισροές των ξηρασιών αναφοράς (οι πλέον έντονες ξηρασίες για τις οποίες γίνεται προσπάθεια να εξασφαλίζεται απόθεμα ταμίευσης προς όφελος του λιμναίου περιβάλλοντος) παρουσιάζονται στον Πίν. 2-13 που ακολουθεί. Οι εισροές αφορούν το άθροισμα των εισροών στα φράγματα:

- Κούρρη (περιλαμβανομένων των εισροών από τη σήραγγα Διαρίζου), Γερμασόγειας, Καλαβασσού, Λευκάρων και Διποτάμου για το έργο Νότιου Αγωγού.
- Ασπρόκρεμμοι, Κανναβιούς και Μαυροκόλυμπτου για το έργο Πάφου.

Πίν. 2-13: Εισροές (εκατ. m³) στα φράγματα κατά τις ξηρασίες αναφοράς

Διάρκεια ξηρασίας:	1 Έτος	2 Έτη	3 Έτη	4 Έτη	5 Έτη
Έργο Νότιου Αγωγού	10	30	60	100	140
Έργο Πάφου	1,7	8	16	27	40

Με βάση τις παραπάνω εισροές ξηρασίας αναφοράς κατηγοριοποιήθηκαν τα αποθέματα των φραγμάτων και αντιστοιχήθηκαν σε επιτρεπόμενες συνολικές ετήσιες απολήψεις όπως παρουσιάζεται στους Πίν. 2-14 και Πίν. 2-15 για τα έργα του Νότιου Αγωγού και της Πάφου αντίστοιχα.

Πίν. 2-14: Κατηγοριοποίηση Δείκτη Αποθεμάτων Νοτίου Αγωγού

ΤΑΜΙΕΥΣΗ ΤΗΝ 1 ^η ΑΠΡΙΛΙΟΥ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ	ΑΠΟΛΗΨΗ ΕΤΟΥΣ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ
Άνω των 120 εκατ.	Επάρκεια	55 εκατ.	
Μεταξύ 100 και 120 εκατ.	Ήπια ελλειμματική	44 εκατ.	Μικρές περικοπές
Μεταξύ 80 και 100 εκατ.	Μέτρια ελλειμματική	35 εκατ.	Μέτριες περικοπές
Μεταξύ 50 και 80 εκατ.	Σοβαρά ελλειμματική	25 εκατ.	Σημαντικές περικοπές
Κάτω των 50 εκατ.	Εξαιρετικά ελλειμματική	15 εκατ.	Πολύ σημαντικές περικοπές

Πίν. 2-15: Κατηγοριοποίηση Δείκτη Αποθεμάτων Έργου Πάφου

ΤΑΜΙΕΥΣΗ ΤΗΝ 1^η ΑΠΡΙΛΙΟΥ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ	ΑΠΟΛΗΨΗ ΕΤΟΥΣ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ
Άνω των 40 εκατ.	Επάρκεια	18 εκατ.	
Μεταξύ 25 και 40 εκατ.	Ήπια ελλειμματική	14 εκατ.	Μικρές περικοπές
Μεταξύ 15 και 25 εκατ.	Μέτρια ελλειμματική	10 εκατ.	Μέτριες περικοπές
Μεταξύ 10 και 15 εκατ.	Σοβαρά ελλειμματική	7 εκατ.	Σημαντικές περικοπές
Κάτω των 10 εκατ.	Εξαιρετικά ελλειμματική	4 εκατ.	Πολύ σημαντικές περικοπές

2.8. Παρακολούθηση Υπογείων Σωμάτων

2.8.1. Δίκτυο Παρακολούθησης

Το δίκτυο παρακολούθησης στάθμης περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό σημείων. Οι μετρήσεις γίνονται σε μηνιαία, τριμηνιαία και εξαμηνιαία βάση ανάλογα το σημείο, τις συνθήκες χρήσης του και τις συνθήκες της περιοχής ενδιαφέροντος. Υπάρχουν κάποιες περιοχές με πιο εκτεταμένο δίκτυο ενώ κάποιες άλλες (Πύργος) με μικρότερη κάλυψη. Οι εκτιμήσεις των αντλούμενων όγκων, έγιναν στην πλειονότητα των σωμάτων με έμμεσες μεθόδους, με αποτέλεσμα την ανάγκη για βελτίωση των δεδομένων αντλήσεων. Τα τελευταία είναι σπάνια και όταν υπάρχουν δεν καλύπτουν εκτεταμένες χρονικές περιόδους.

Όσον αφορά τις παροχές των πηγών, διατίθεται κάποιος αριθμός σημείων με μετρήσεις σε μηνιαία κυρίως βάση. Ωστόσο δεν υπάρχει πλήρης εικόνα του συνολικού αριθμού σημείων λόγω πρόσφατης λειτουργίας της βάσης δεδομένων και δυσχερειών χρήσης της. Το δίκτυο παρακολούθησης καλύπτει μόνο τις κύριες πηγές.

Σε κάθε περίπτωση θα χρειασθεί αναδιοργάνωση τόσο των σημείων παρακολούθησης, όσο και της βάσης, με ταξινόμηση των στοιχείων ανά υπόγειο υδατικό σώμα. Έτσι θα αξιοποιηθεί πλήρως ο μεγάλος αριθμός δεδομένων και θα καταστεί εφικτή η αναδιανομή των σημείων για την πληρέστερη κάλυψη, συμπεριλαμβάνοντας ίσως και μείωση του αριθμού σημείων για κάποιες περιοχές εφόσον κριθεί σκόπιμο.

Σε πολλές περιπτώσεις τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των υδροφορέων (πάχος, βάθος αδιαπέρατου δαπέδου κλπ.), η έκταση, τα όρια, η διασύνδεση και η αλληλεπίδραση μεταξύ τους, οι περιοχές εμπλουτισμού και εκτόνωσης, τα υδραυλικά χαρακτηριστικά τους κλπ δεν είναι πολύ καλά γνωστά. Όλα αυτά δυσχεραίνουν την ορθολογική διαχείριση και προστασία τους και συστήνεται η ανάληψη μιας βασικής έρευνας για καθορισμό όλων αυτών των χαρακτηριστικών και παραμέτρων.

2.8.2. Αξιοποίηση δεδομένων για Διαμόρφωση Διαχειριστικής Πολιτικής

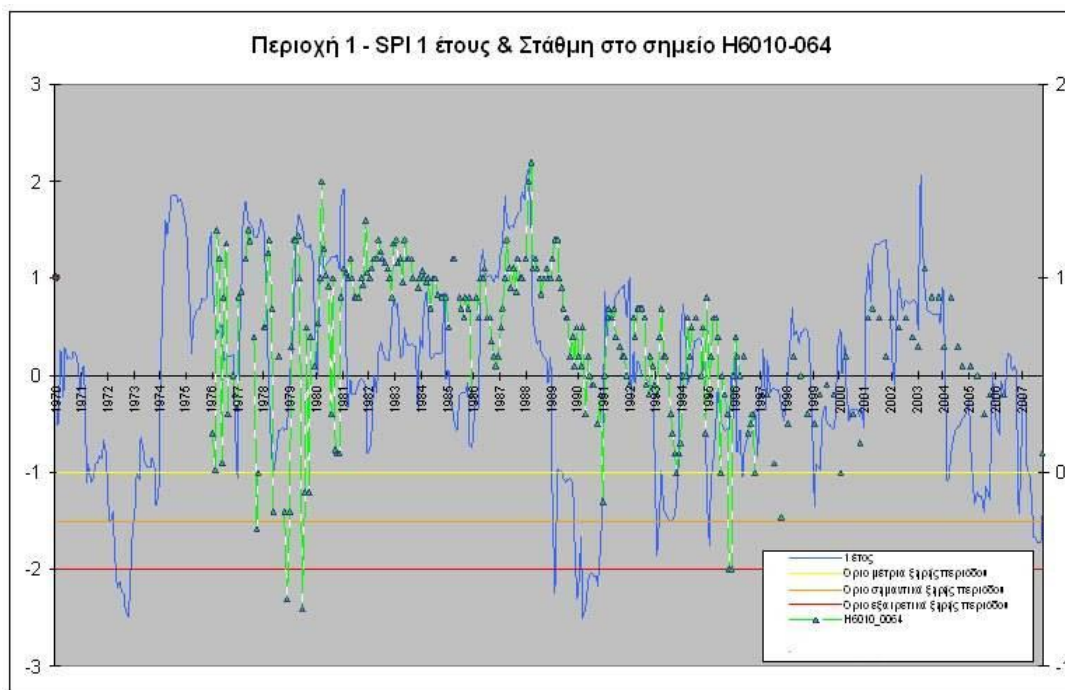
Από την ανάλυση των στοιχείων φαίνεται ότι όλα τα υπόγεια υδατικά σώματα με τρεις (3) εξαιρέσεις, βρίσκονται σε καθεστώς υπεράντλησης. Τόσο από την παρακολούθηση της στάθμης, όσο και από αυτήν των πηγών φαίνεται ότι το σύστημα υπόγειας ταμίευσης, αντανακλά κυρίως την εντατικοποίηση των χρήσεων και έμμεσα το κλιματικό καθεστώς. Έτσι θα πρέπει το σύστημα παρακολούθησης να παρέχει την δυνατότητα να λαμβάνονται με δυναμικό τρόπο αποφάσεις σχετικά με την απόληψη υπογείου νερού σε ετήσια βάση, εξασφαλίζοντας την απρόσκοπτη ανάκαμψη του υπογείου σώματος. Η αναγκαιότητα για κάτι τέτοιο προκύπτει από το γεγονός ότι τα ισοζύγια που διαμορφώθηκαν στην παρούσα σύμβαση (βλ. Παράρτημα VII) αποτελούν μέσο όρο συγκεκριμένης χρονικής περιόδου (2000-2008) και με άγνωστη παράμετρο το καθεστώς των αντλήσεων. Έτσι οι προτεινόμενοι όγκοι απόληξης που προσδιορίστηκαν, αποτελούν επίσης μέσες τιμές οι οποίες πρέπει σε πραγματικό χρόνο να αναπροσαρμόζονται με τα νέα δεδομένα για την απρόσκοπτη ανάκαμψη του συστήματος. Ειδικά σε περίοδο ξηρασίας, η αναγκαιότητα της αναπροσαρμογής αυτής γίνεται επιτακτική προκειμένου να αποφευχθεί επιδείνωση της κατάστασης του σώματος.

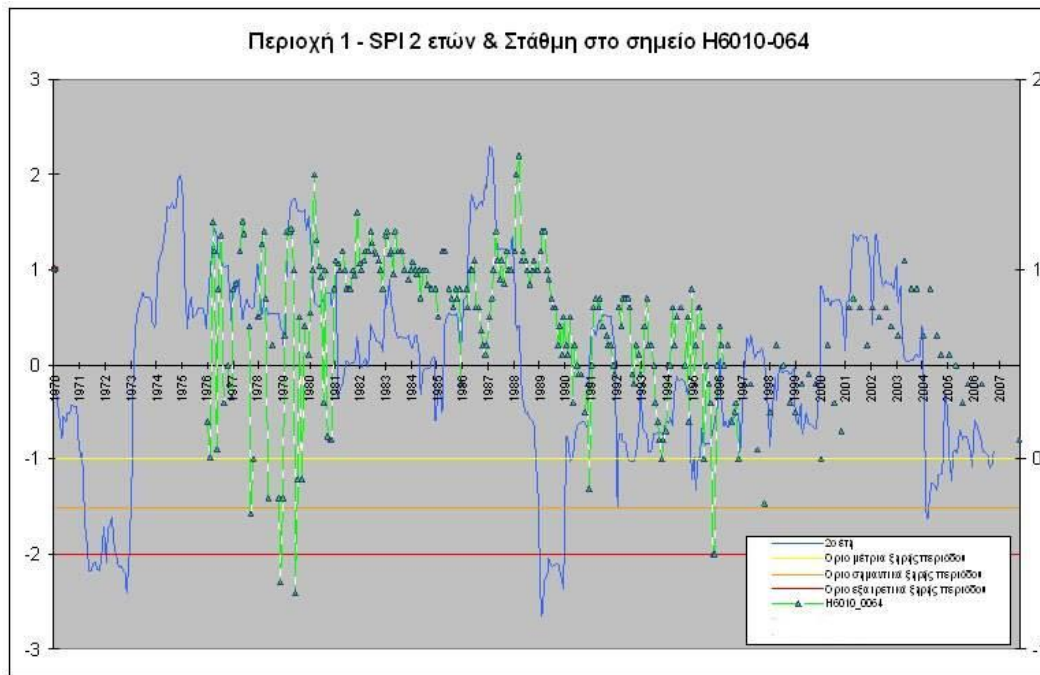
2.8.2.1. Διαμόρφωση Δεικτών με βάση τη Στάθμη Υπογείου Νερού

Από τη σκοπιά της ταμίευσης θα πρέπει να θεωρήσει κανείς τα υπόγεια σώματα σαν ταμιευτήρες με μηδενική πλέον ταμίευση, αφού έχουν πλέον εξαντληθεί. Πρέπει λοιπόν να αφεθούν για ανάκαμψη και θα διερευνηθεί ο ρυθμός ανόδου της στάθμης από την τροφοδοσία της χειμερινής περιόδου με σκοπό την λήψη αποφάσεων σχετικά με την πολιτική απολήψεων την περίοδο αρδεύσεων. Από τους άλλους διαμορφωμένους δείκτες, ο δείκτης SPI (12 μηνών) παρέχει ενδείξεις για την λήψη μέτρων εφόσον αξιολογείται μαζί με άλλα στοιχεία που παρατίθενται παρακάτω.

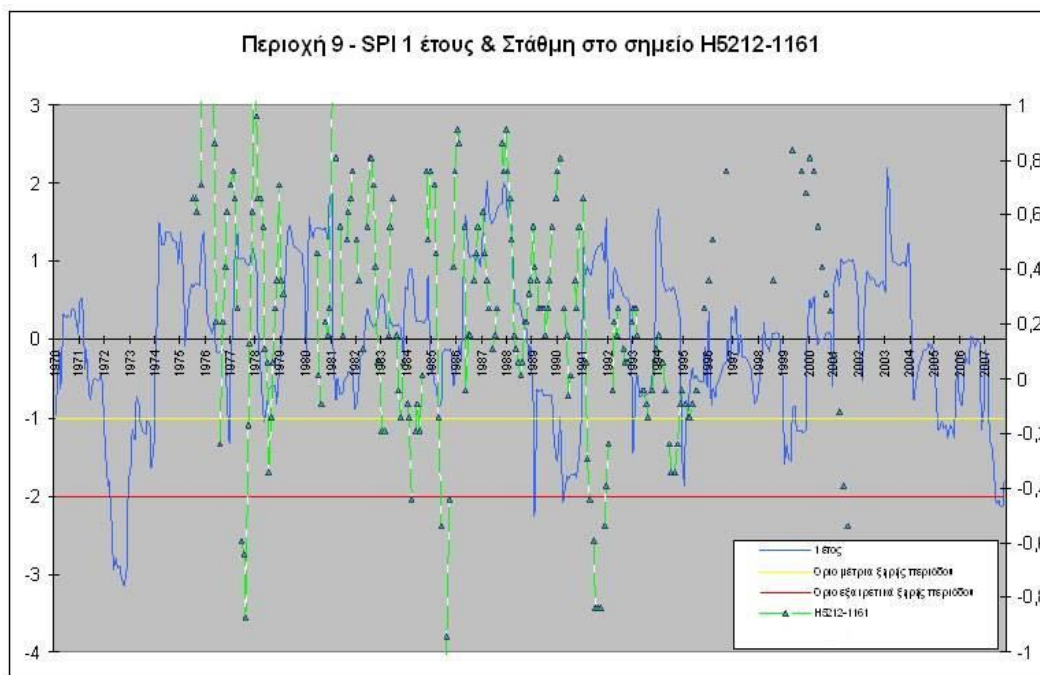
Επιπλέον για την διασφάλιση του ρυθμού ανάκαμψης της στάθμης των υπόγειων σωμάτων, κρίνεται σκόπιμο να διαμορφωθούν ανά σώμα δείκτες οι οποίοι θα συνεισφέρουν στην λήψη αποφάσεων για την πολιτική απολήψεων. Προκειμένου να αποβεί χρήσιμη τέτοιου είδους προσέγγιση, θα πρέπει να επιλεγεί η κατάλληλη χρονική στιγμή, με γνώμονα όχι μόνο το σύστημα ταμίευσης αλλά κυρίως την διαμόρφωση διαχειριστικής πολιτικής απολήψεων.

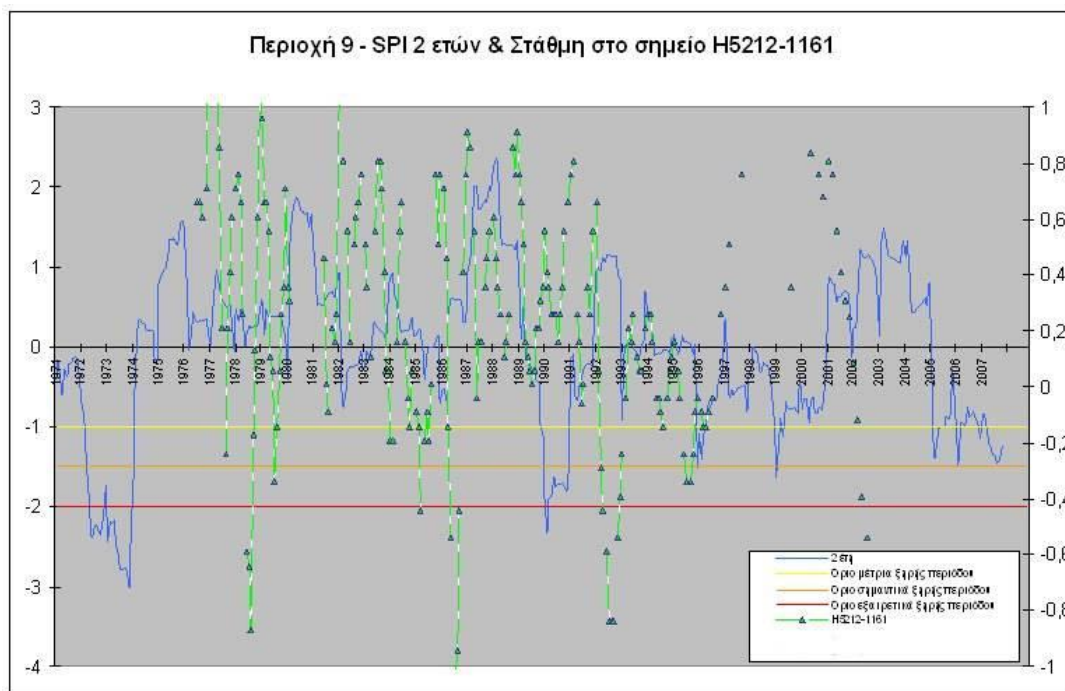
Με βάση λοιπόν τα διαθέσιμα δεδομένα στάθμης και ποιότητας υπογείου νερού και το γεγονός του καθορισμού της πολιτικής καλλιεργειών κατά τον μήνα Ιανουάριο, προτείνεται η ανάλυση των δεδομένων και η αξιοποίηση του ρυθμού ανάκαμψης του κάθε υπόγειου σώματος με σκοπό τον προσδιορισμό του ρυθμού ανάκαμψης και του σχετικού επιπέδου στάθμης σε σχέση με τον προηγούμενο χρόνο. Έτσι εάν κάποια χρονιά ο ρυθμός αυτός είναι μειωμένος σε σχέση με κάποιον αποδεκτό ρυθμό που θα καθορισθεί για το σώμα για συγκεκριμένα επίπεδα στάθμης, τότε θα λαμβάνονται μέτρα για την ελάττωση των αντλήσεων. Η αξιολόγηση αυτή θα γίνεται σε συνδυασμό με τον δείκτη SPI που αναφέρεται παραπάνω και βασίζεται σε μετεωρολογικές παραμέτρους. Συγκρίθηκε ο δείκτης SPI διαφόρων περιόδων με τα δεδομένα σταθμημετρίας και προκύπτει καλύτερη συμφωνία με τον δείκτη έτους, το οποίο δείχνει αφενός μεν την ευαισθησία του συστήματος ταμείωσης στις μετεωρολογικές συνθήκες και αφετέρου την ένταση των χρήσεων οι οποίες ουσιαστικά εξαντλούν τα αποθέματα εντός του έτους.





Σχήμα 2-21: Στάθμη Υπογείου Νερού και Δείκτης Ξηρασίας (SPI) – Πάφος





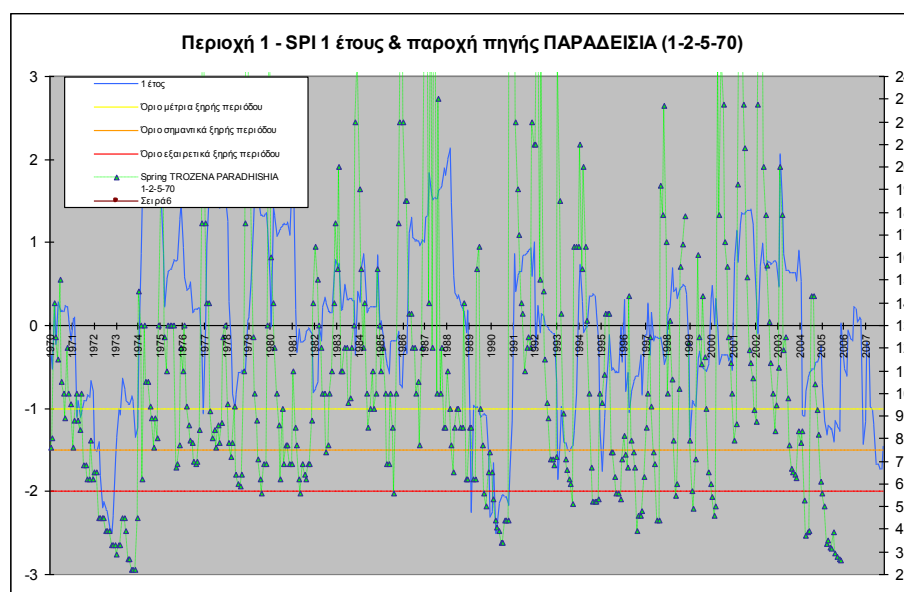
Σχήμα 2-22: Στάθμη Υπογείου Νερού και Δείκτης Ξηρασίας (SPI) – Ακρωτήρι

Το επόμενο ζήτημα που προκύπτει είναι η σύνδεση του δείκτη με συγκεκριμένο όγκο αντλήσεων, έτσι ώστε να υπάρχει σαφής διαχειριστικός στόχος. Δυστυχώς όμως λόγω έλλειψης δεδομένων αντλήσεων στην πλειονότητα των σωμάτων, δεν μπορεί να προσδιορισθεί επί του παρόντος τέτοιας μορφής σχέση.

Φυσικά η διαμόρφωση τέτοιων δεικτών δεν είναι μονοσήμαντη και θα πρέπει να λαμβάνονται και άλλες παράμετροι υπόψη, όπως οι προτεραιότητες των χρήσεων, θέματα ποιότητας, βαθμός τρωτότητας, οι αλλαγές στην χρήση γης κτλ. Ωστόσο αποτελούν την βάση για την εφαρμογή πολιτικής σε περιόδους ακραίων μετεωρολογικών συνθηκών, με προϋποθέσεις και μειονεκτήματα που παρατίθενται παρακάτω.

2.8.2.2. Αξιοποίηση Δεδομένων Πηγαίων Αναβλύσεων

Οι παροχές των πηγών αποτελούν δείκτη των δυναμικών αποθεμάτων του υδροφόρου, με πιεζομετρικό φορτίο υψηλότερο του επιπέδου ανάβλυσης. Πολλές αναλύσεις έχουν γίνει με βάση την αρχική προσέγγιση (Maillet E., 1905) σχετικά με τον προσδιορισμό των αποθεμάτων που αναμένονται να «αναβλύσουν» από το σημείο αναφοράς, χρησιμοποιώντας το υδρογράφημα της πηγής. Οι πηγές αποκτούν ιδιαίτερη σημασία σε συγκεκριμένα υπόγεια σώματα (Τρόδος, Λεύκαρα-Πάχνα), διότι αφενός αποτελούν δείκτη της ταμίευσης, αντανακλώντας τα αποτελέσματα των υπεραντλήσεων και αφετέρου αποτελούν ζωτική πηγή για διάφορες χρήσεις. Για παράδειγμα στην περιοχή της Χρυσοχούς, η μόλυνση των πηγών που χρησιμοποιούνταν για ύδρευση, επέφερε περαιτέρω αύξηση των αντλήσεων στο ομώνυμο υπόγειο σώμα, διαταράσσοντας το ισοζύγιο. Έτσι προτείνεται να συνεχισθεί και να επεκταθεί η συστηματική παρακολούθηση ποιότητας και παροχής του νερού των πηγών. Τα ποσοτικά χαρακτηριστικά τους αντανακλούν σε μεγάλο βαθμό τις μετεωρολογικές συνθήκες όπως φαίνεται και στο σχήμα που ακολουθεί με τα δεδομένα του δείκτη SPI και τις παροχές της πηγής «Παραδείσια».



Σχήμα 2-23: Παροχή Πηγής και Δείκτης Ξηρασίας (SPI) – Υδρολογική Περιοχή 1

2.8.2.3. Εφαρμογή

Οι προϋποθέσεις, ο τρόπος και οι δυσχέρειες εφαρμογής συνοψίζονται παρακάτω:

- Επιλογή συγκεκριμένων αντιπροσωπευτικών σημείων ανά υπόγειο σώμα.
- Συνεχής παρακολούθηση και ανάλυση των δεδομένων κάτι που θα απαιτήσει περαιτέρω ανθρώπινο δυναμικό και υποδομή για την ολοκλήρωση των εργασιών αυτών. Ενώ υπάρχει επαρκής ροή πληροφορίας σε πολλές περιπτώσεις σωμάτων από τα εξωτερικά συνεργεία, η προσπάθεια που πρέπει να καταβληθεί, είναι η πληροφορία αυτή να αξιοποιείται με άμεσο τρόπο, αφού ελεγχθεί η ορθότητα και απαλλαγεί από τυχόν σφάλματα.
- Αναμόρφωση συχνότητας παρακολούθησης σε σχέση με την σημερινή. Σε κάποια υπόγεια σώματα διατίθενται δεδομένα Δεκεμβρίου (Κοκκινοχώρια) και σε άλλα (π.χ. Κίτι) Ιανουαρίου ανάλογα με τον προγραμματισμό των αρμοδίων αρχών. Για την εφαρμογή του δείκτη του βασισμένου στο ρυθμό ανάκαμψης θα πρέπει να αποφασισθεί ανά σώμα ποιοι μήνες είναι οι κρίσιμοι για την λήψη αποφάσεων και πως θα αναμορφωθεί η παρακολούθηση με στόχο την λήψη της σχετικής πληροφορίας.
- Παρακολούθηση απολήψιμων όγκων με έμμεσο ή άμεσο τρόπο
- Διαμόρφωση πολιτικής διαχείρισης σώματος με βάση τους δείκτες.
- Επί του παρόντος η πιο απλή προσέγγιση που προτείνεται είναι η σύγκριση του απολύτου επιπέδου στάθμης (Δεκεμβρίου ή Ιανουαρίου ή ακόμα και Φεβρουαρίου εάν υπάρχει περιθώριο λήψης απόφασης/παρέμβασης) με αυτό του προηγούμενου έτους. Για κάθε έτος με ενδείξεις χαμηλότερης στάθμης, θα πρέπει να αναμορφώνεται από την αρχή του έτους η πολιτική απολήψεων εφόσον και ο δείκτης SPI συνηγορεί για περίοδο ελαττωμένου εμπλουτισμού. Εφόσον καταστεί εφαρμόσιμη τέτοια πρακτική, μπορεί να βελτιωθεί η μέθοδος με καθορισμό ρυθμού ανάκαμψης σε συνδυασμό με στοιχεία ποιοτικής παρακολούθησης (αγωγιμότητα, χλωριούχα κτλ).
- Οι παροχές των πηγών αντανακλούν άμεσα τις μετεωρολογικές συνθήκες και τις συνθήκες άντλησης και η παρακολούθησή τους

παρέχει στοιχεία της κατάστασης των σωμάτων. Κρίνεται ότι μπορεί να χρησιμοποιηθούν ανά περίπτωση και για λήψη διαχειριστικών αποφάσεων, ανάλογα με τον χαρακτήρα ροής. Ειδικά στις περιπτώσεις που οι αιχμές εμφανίζονται τους μήνες Δεκέμβριο-Ιανουάριο.

- Με τα υφιστάμενα δεδομένα και τον καθορισμό των υπογείων σωμάτων, τα οποία σε κάποιες περιπτώσεις είναι πολυσύνθετα και αποτελούν ένωση πολλών υδροφορέων, δεν είναι ίσως εφικτό να εφαρμοσθεί παντού τέτοιας μορφής ενιαία μεθοδολογία υποστήριξης λήψης διαχειριστικών αποφάσεων. Οποιαδήποτε όμως έστω και ατελής μορφή εφαρμογής της προσέγγισης, θα προσφέρει δυνατότητες εξασφάλισης ανάκαμψης των συνθηκών στάθμης και ποιότητας νερού, που δεν υφίστανται επί του παρόντος. Μελλοντικά με την βελτίωση του συστήματος παρακολούθησης και καλύτερη γνώση των συνθηκών άντλησης και φυσικού συστήματος, σε περίοδο που τα υπόγεια υδατικά σώματα θα έχουν ανακάμψει σε κάποιο βαθμό, θα καταστεί δυνατή διαμόρφωση πιο ακριβούς προσέγγισης ανά υδροφορέα.
- Θα πρέπει να υπογραμμιστεί ότι το δίκτυο που καθορίστηκε στα πλαίσια του άρθρου 8 της Οδηγίας, είναι απλώς ενδεικτικό και δεν μπορεί να αποτελέσει τη βάση για διαχείριση των υδατικών σωμάτων. Το δίκτυο παρακολούθησης τόσο της στάθμης, όσον και της ποιότητας πρέπει να είναι πολύ πιο εκτεταμένο και λεπτομερές. Σημαντικό είναι επίσης να προγραμματισθεί η απεξάρτηση του δικτύου από ιδιωτικές γεωτρήσεις και να εδραιωθεί μόνιμο και πιο αξιόπιστο δίκτυο βασισμένο σε κυβερνητικά έργα παρακολούθησης με κατάλληλο σχεδιασμό και πλήρη έλεγχο.

2.9. Δείκτες για την Παρατεταμένη Ξηρασία

2.9.1. Εισαγωγή

Ο όρος «παρατεταμένη ξηρασία» είναι σχετικός δεδομένου ότι οποιοδήποτε χρονικό όριο για εφαρμογή του θα είναι ουσιαστικά αυθαίρετο. Ο όρος εδώ χρησιμοποιείται σε αντιστοιχία με τον όρο «prolonged drought» της Οδηγίας 2000/60 και άλλων συνοδευτικών κειμένων, καθώς και του «Drought Management Plan Report» (Δ/ση Περιβάλλοντος ΕΕ, Technical Report 2008-23). Ουσιαστικά δηλώνει ένα γεγονός ιδιαίτερα δριμείας ξηρασίας.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι στις μη Μεσογειακές χώρες της ΕΕ η υπερετήσια ταμίευση νερού είναι η εξαίρεση και, κατά συνέπεια, η σοβαρότητα της ξηρασίας ως προς τις επιπτώσεις της εξαρτάται κυρίως από τη χρονική της διάρκεια. Στην Κύπρο, όπου η ταμίευση παίζει κυρίαρχο ρόλο στη διαχείριση των υδάτινων πόρων, κρίσιμο είναι το συνδυασμένο μέγεθος της ξηρασίας που λαμβάνει υπόψη τόσο τη διάρκεια όσο και την ένταση, δηλαδή το βαθμό μείωσης της βροχόπτωσης ή των απορροών. Το “μέγεθος ξηρασίας” (DM) του δείκτη SPI αποτελεί ένα τέτοιο μέτρο της συνδυασμένης διάρκειας και έντασης.

Στο παρόν σχέδιο, ο όρος «παρατεταμένη ξηρασία» διατηρείται για συμβατότητα με την ορολογία της Οδηγίας 2000/60, όμως θα αντιστοιχεί σε ένα γεγονός ξηρασίας τόσο σπάνιο και με τέτοιο μέγεθος, ώστε να μην είναι δυνατή η διατήρηση όλων των μέτρων προστασίας των υδάτινων σωμάτων που προβλέπονται στο Σχέδιο Διαχείρισης και να μην εξασφαλίζεται η αποφυγή προσωρινής υποβάθμισης της οικολογικής κατάστασης σωμάτων. Ο ορισμός αυτός είναι ο λειτουργικά αντίστοιχος με αυτόν της Οδηγίας.

Η έκθεση «Drought Management Plan Report» (Δ/ση Περιβάλλοντος ΕΕ, Technical Report 2008-23) συνιστά τρεις (3) τύπους δεικτών για την αναγνώριση της παρατεταμένης ξηρασίας. Αυτοί είναι δείκτες βασισμένοι στη μετεωρολογία, δείκτες για τη διαπίστωση υποβάθμισης της κατάστασης των σωμάτων και δείκτες για τη διαπίστωση οικονομικών και κοινωνικών επιπτώσεων. Στο υποκεφάλαιο 2.9.2 προτείνεται ο βασικός δείκτης διάγνωσης της παρατεταμένης ξηρασίας που βασίζεται στη βροχόπτωση. Στο υποκεφάλαιο 2.9.5 προτείνεται η υποβάθμιση των σωμάτων να ελέγχεται από

το μόνιμο πρόγραμμα παρακολούθησης και στο υποκεφάλαιο 2.9.6 προτείνεται η υιοθέτηση ενός απλού δείκτη οικονομικών και κοινωνικών επιπτώσεων βασισμένου στις αρδεύσεις από τα κυβερνητικά έργα. Στα υποκεφάλαια 2.9.3 και 2.9.4 προτείνονται και δύο δείκτες παρατεταμένης ξηρασίας σχετικοί με τη διαχείριση των ταμιευτήρων.

2.9.2. Δείκτης Βασισμένος στις Βροχοπτώσεις

Βασικό χαρακτηριστικό της παρατεταμένης ξηρασίας πρέπει να είναι η σπανιότητά της, κάτι το οποίο αναφέρεται και από την Οδηγία 2000/60. Από την ανάλυση των Μεγεθών Ξηρασίας (Drought Magnitude - DM) που προκύπτουν από τους δείκτες SPI των ιστορικών βροχοπτώσεων για τις διαφορετικές υδρολογικές περιοχές (βλ. κεφ. Πίν. 2-2 και Παράρτημα Α) προτείνονται τα εξής όρια Μεγέθους Ξηρασίας για την κατάταξη του γεγονότος στην κατηγορία της «παρατεταμένης ξηρασίας»:

Πίν. 2-16: Όρια Παρατεταμένης Ξηρασίας με βάση το DM/SPI

Δείκτης SPI	Όριο Μεγέθους Ξηρασίας DM
12 μηνών	30
24 μηνών	40
36 μηνών	50
48 μηνών	60
60 μηνών	70

Τα παραπάνω όρια έχουν το πλεονέκτημα της σαφήνειας. Ωστόσο χρησιμεύουν κυρίως ως διαπίστωση. Μία αρκετά καλή ένδειξη (όπως προκύπτει από την ανάλυση των χρονοσειρών) ότι ένα γεγονός εξελίσσεται σε παρατεταμένη ξηρασία είναι εάν ο δείκτης SPI είναι μικρότερος του -1,5 όταν ο δείκτης μεγέθους DM είναι ίσος με το ήμισυ του ορίου του Πίν. 2-16.

2.9.3. Δείκτης Βασισμένος στην Ταμίευση

Οι δείκτες αποθεμάτων των φραγμάτων των έργων Νότιου Αγωγού και Πάφου περιγράφηκαν στο υποκεφάλαιο 2.7. Όταν ακολουθείται μία ορθολογική πολιτική απόληψης βασισμένη στα αποθέματα, η πολύ χαμηλή ταμίευση αποτελεί ασφαλή ένδειξη παρατεταμένης ξηρασίας. Προτείνεται η κατάσταση «εξαιρετικά ελλειμματική» του δείκτη αποθεμάτων να αποτελεί και

όριο «παρατεταμένης ξηρασίας» για τα διαχειριστικά ζητήματα που αφορούν τους ταμιευτήρες αυτούς. Ειδικότερα, προτείνεται υπό τις συνθήκες αυτές να πραγματοποιούνται περιορισμένες εκροές μόνο για την προστασία των ποτάμιων σωμάτων και όχι για εμπλουτισμό των υπόγειων σωμάτων.

2.9.4. Δείκτης Βασισμένος στις Εισροές στους Ταμιευτήρες

Όταν οι εισροές ενός έως πέντε υδρολογικών ετών στους ταμιευτήρες των έργων του Νότιου Αγωγού και της Πάφου είναι μικρότερες από αυτές του Πίν. 2-13, η σε εξέλιξη ξηρασία είναι δριμύτερη από τη ξηρασία αναφοράς με βάση την οποία καταρτίσθηκε η πολιτική απολήψεων και θα πρέπει να χαρακτηριστεί σαν παρατεταμένη ξηρασία από την πλευρά του κινδύνου σοβαρής προσωρινής υποβάθμισης της οικολογικής κατάστασης των λιμναίων σωμάτων των ταμιευτήρων.

2.9.5. Δείκτες Υποβάθμισης των Σωμάτων

Οι δείκτες αυτοί προτείνεται να είναι ταυτόσημοι με τους χαρακτηρισμούς της κατάστασης των σωμάτων που προκύπτουν από το συνεχές πρόγραμμα παρακολούθησης. Σε περίοδο ξηρασίας θα πρέπει να καταβάλλεται προσπάθεια για την έγκαιρη αξιολόγηση των μετρήσεων.

2.9.6. Δείκτης Βασισμένος στη μη Ικανοποίηση Ζήτησης

Βασική αρχή της υδατικής πολιτικής στην Κύπρο είναι η κάλυψη των υδρευτικών αναγκών ανεξάρτητα μετεωρολογικών συνθηκών. Ο σχετικός δείκτης, συνεπώς, εστιάζει στη μη ικανοποίηση της αρδευτικής ζήτησης. Προκειμένου να είναι απλή η εκτίμηση του δείκτη, αυτός περιορίζεται στα κυβερνητικά έργα. Προτείνεται να είναι ενδεικτική των επιπτώσεων παρατεταμένης ξηρασίας η μη κάλυψη τουλάχιστον του 50% της αρδευτικής ζήτησης από τα κυβερνητικά έργα, σε σύγκριση με τη ζήτηση περιόδων όπου ο δείκτης αποθεμάτων αντιστοιχεί σε κατάσταση «επάρκειας».

3. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΕΙΚΤΩΝ

3.1. Πρόγραμμα Εκτίμησης Δεικτών

Στο κεφάλαιο 2 παρουσιάστηκε ένα σύστημα δεικτών για τη διάγνωση και παρακολούθηση της εξέλιξης της ξηρασίας καθώς και τη διαπίστωση των πιέσεων στο περιβάλλον, τη γεωργία και τις άλλες χρήσεις. Το σύστημα αυτό συνοψίζεται στον Πίν. 2-1. Στον Πίν. 3-1 παρουσιάζεται το πρόγραμμα υπολογισμού των δεικτών για ένα τυπικό υδρολογικό έτος.

Πίν. 3-1: Πρόγραμμα Εκτίμησης Δεικτών κατά τη Διάρκεια Ενός (1) Υδρολογικού Έτους

	SPI (βλ. κεφ. 2.3)	Δείκτες Απορροής (βλ. κεφ. 2.4, 2.5)	Δείκτης Διάταξ Ροής Ποταμού (βλ. κεφ. 2.6)	Διαθέσιμα Μεγάλων Έργων (βλ. κεφ. 4 και 6)	Υπόγειοι Υδροφορείς (βλ. κεφ. 2.8)
Οκτ.	Υπολογισμός κυλιόμενων δεικτών 12-60 μηνών. Σε περίοδο ξηρασίας υπολογισμός του έως τώρα μεγέθους της ξηρασίας.	Υπολογισμός δεικτών 1 – 5 υδρολογικών ετών	Εφόσον υπάρχει ένδειξη ξηρασίας, εκτίμηση διαμέσου μηνός για σταθμούς όπου είναι εφαρμόσιμο.	Πρόβλεψη περικοπών για ενημέρωση γεωργών.	
Νοεμ.	Ως άνω		Ως άνω		
Δεκ.	Ως άνω		Ως άνω		
Ιαν.	Ως άνω	Υπολογισμός δείκτη Οκτ.-Δεκ.	Ως άνω	Ανανέωση πρόβλεψης περικοπών για ενημέρωση γεωργών.	Αξιολόγηση ετήσιας μεταβολής στάθμης υδροφόρων και παραχής πηγών λαμβάνοντας υπόψη και SPI 12 μηνών.
Φεβ.	Ως άνω	Υπολογισμός δείκτη Οκτ.-Ιαν.	Ως άνω		
Μαρ.	Ως άνω	Υπολογισμός δείκτη Οκτ.-Φεβ.	Ως άνω		
Απρ.	Ως άνω	Υπολογισμός δείκτη Οκτ.-Μαρ.	Ως άνω	Αναγγελία περικοπών εάν δεν πληρούνται οι προϋποθέσεις «επάρκειας».	
Μάϊ.	Ως άνω	Υπολογισμός δείκτη Οκτ.-Απρ.	Ως άνω		
Ιουν.	Ως άνω		Ως άνω		
Ιουλ.	Ως άνω		Ως άνω		
Αυγ.	Ως άνω		Ως άνω		
Σεπ.	Ως άνω		Ως άνω		

3.2. Διάγνωση Ξηρασίας – Επίπεδα επιφυλακής

Σε αντιστοιχία με την έκθεση «Drought Management Plan Report» (Δ/ση Περιβάλλοντος ΕΕ, Technical Report 2008-23), οι συνθήκες που επικρατούν από πλευράς ξηρασίας χαρακτηρίζονται ότι εμπίπτουν είτε σε κατάσταση επιφυλακής είτε σε κατάσταση εκτός επιφυλακής. Επίσης, ορίζονται τέσσερα επίπεδα για την κατάσταση επιφυλακής που είναι «ήπια», «μέτρια», «υψηλή» και «εξαιρετικά υψηλή». Η αντιστοίχιση δεικτών και επιπέδων παρουσιάζεται στον Πίν. 3-2. Κύριος δείκτης για κάθε υδρολογική περιοχή επιλέγεται ο αντίστοιχος δείκτης SPI 12 μηνών με βάση τον οποίο επιλέγεται το επίπεδο επιφυλακής. Ο δείκτης απορροής 12 μηνών χρησιμοποιείται ως έλεγχος του SPI δεδομένου ότι δεν υπάρχει ιστορικό εφαρμογής του συστήματος στην Κύπρο. Σε περίπτωση που ο δείκτης απορροής είναι δυσμενέστερος του SPI θα πρέπει να λαμβάνεται απόφαση από τους αρμόδιους. Για την αναφορά του επιπέδου επιφυλακής ξηρασίας Περιοχής Λεκάνης Απορροής Ποταμού (σύνολο Κύπρου), όπως το ζητά η παραπάνω έκθεση της ΕΕ, θα πρέπει να αντιστοιχεί το δυσμενέστερο από τα επίπεδα επιφυλακής ξηρασίας των επιμέρους Υδρολογικών Περιοχών, δεδομένου ότι η Λεκάνη Απορροής είναι η διοικητική ενότητα για την Οδηγία 2000/60. Ωστόσο, τα μέτρα θα λαμβάνονται, ασφαλώς, μόνο στις υδρολογικές περιοχές όπου απαιτείται. Σε ότι αφορά τους άλλους δείκτες του Πίν. 3-2, ο δείκτης απορροής υγρής περιόδου αποτελεί εργαλείο έγκαιρης προειδοποίησης για τους αρμόδιους λειτουργούς δεδομένου ότι ο υπολογισμός του είναι δυνατόν να δώσει ένδειξη ξηρασίας πριν από το δείκτη SPI 12 μηνών. Ο δείκτης, τέλος, της κατάστασης αποθεμάτων αφορά το επίπεδο επιφυλακής ειδικότερα σε σχέση με τα έργα του Νότιου Αγωγού και Πάφου και είναι άμεσα συνδεδεμένος με τις επιτρεπόμενες απολήψεις.

Πίν. 3-2: Αντιστοίχιση Δεικτών κατά Επιφυλακής για την Ξηρασία

<i>Επίπεδο Επιφυλακής</i>	ΚΥΡΙΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ	ΕΠΙΚΟΥΡΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ		
	SPI 12 μηνών	Δείκτης απορροής 12 μηνών	Απορροή υγρής περιόδου	Κατάσταση αποθεμάτων
Εκτός επιφυλακής	>-0,5	>-0,5	>διαμέσου	Επάρκεια
Ήπια	<-0,5	<-0,5	<διαμέσου	Ήπια ελλειμματική
Μέτρια	<-1,0	<-0,7	<25%	Μέτρια ελλειμματική
Υψηλή	<-1,5	<-0,9	<15%	Σοβαρά ελλειμματική
Εξαιρετικά υψηλή	<-2,0	<-1,1	<5%	Εξαιρετικά Ελλειμματική

Στον Πίν. 3-3 αντιστοιχούνται ενέργειες στο επίπεδο επιφυλακής για την ξηρασία.

Πίν. 3-3: Αντιστοίχιση Επιπέδου Επιφυλακής και Ενεργειών

Επίπεδο επιφυλακής	Ενέργειες
Ήπια	<p>Ενημέρωση αρμόδιων λειτουργών.</p> <p>Ενημέρωση χρηστών για αυξημένη προσοχή στην κατανάλωση.</p> <p>Μεγιστοποίηση ύδρευσης από αφαλατώσεις.</p> <p>Απολήψεις από τα μεγάλα έργα σύμφωνα με το δείκτη αποθεμάτων.</p>
Μέτρια	<p>Ενημέρωση αρμόδιων λειτουργών.</p> <p>Ενημέρωση χρηστών για αυξημένη προσοχή στην κατανάλωση.</p> <p>Μεγιστοποίηση ύδρευσης από αφαλατώσεις.</p> <p>Δημοσιοποίηση κατάστασης και εντατικοποίηση του προγράμματος ενημέρωσης του κοινού.</p> <p>Εντατικοποίηση ελέγχων για περιορισμό ανεξέλεγκτων απολήψεων και αντλήσεων, καθώς και περιορισμό σπατάλης.</p> <p>Απολήψεις από τα μεγάλα έργα σύμφωνα με το δείκτη αποθεμάτων.</p>
Υψηλή	<p>Ενημέρωση αρμόδιων λειτουργών.</p> <p>Ενημέρωση χρηστών για μείωση στην κατανάλωση.</p> <p>Μεγιστοποίηση ύδρευσης από αφαλατώσεις.</p> <p>Δημοσιοποίηση κατάστασης και εντατικοποίηση του προγράμματος ενημέρωσης του κοινού.</p> <p>Εντατικοποίηση ελέγχων για περιορισμό ανεξέλεγκτων απολήψεων και αντλήσεων, καθώς και περιορισμό σπατάλης.</p> <p>Απολήψεις από τα μεγάλα έργα, σύμφωνα με το δείκτη αποθεμάτων, αλλά όχι περισσότερες από αυτές που αντιστοιχούν στη δράση «σημαντικές περικοπές» (βλ. Πίν. 2-14).</p> <p>Υπολογισμός του δείκτη μηνιαίας διαίτας (βλ. υποκεφ. 2.6) και λήψη μέτρων σχετικά με τις ανάντη απολήψεις εφόσον είναι απαραίτητο (δείκτης μικρότερος του 5%).</p>
Εξαιρετικά υψηλή	<p>Ενημέρωση αρμόδιων λειτουργών.</p> <p>Ενημέρωση χρηστών για μείωση στην κατανάλωση.</p> <p>Μεγιστοποίηση παραγωγής μονάδων αφαλατώσεων, όπου είναι δυνατή η ταμίευση της περίσσειας.</p> <p>Δημοσιοποίηση κατάστασης και εντατικοποίηση του προγράμματος ενημέρωσης του κοινού.</p> <p>Εντατικοποίηση ελέγχων για περιορισμό ανεξέλεγκτων απολήψεων και αντλήσεων, καθώς και περιορισμό σπατάλης.</p> <p>Απολήψεις από τα μεγάλα έργα σύμφωνα με το δείκτη αποθεμάτων, αλλά όχι περισσότερες από αυτές που αντιστοιχούν στη δράση «πολύ σημαντικές περικοπές» (βλ. Πίν. 2-14).</p> <p>Υπολογισμός του δείκτη μηνιαίας διαίτας (βλ. υποκεφ. 2.6) και λήψη μέτρων σχετικά με ανάντη απολήψεις, εφόσον είναι απαραίτητο (δείκτης μικρότερος του 5%).</p> <p>Οι περιβαλλοντικές εκροές από τα φράγματα θα περιορίζονται στις απολύτως απαραίτητες για την προστασία του ποτάμιου οικοσυστήματος και όχι για εμπλουτισμό των υπογείων σωμάτων.</p>

4. ΕΡΓΟ ΝΟΤΙΟΥ ΑΓΩΓΟΥ

4.1. Εισαγωγή

Στο Παράρτημα VII (Τελική Έκθεση Αναθεώρησης Υδατικής Πολιτικής) της παρούσας σύμβασης αξιολογείται αναλυτικά σαν πόρος το Έργο του Νότιου Αγωγού, περιγράφεται μοντέλο προσομοίωσης και το μοντέλο αυτό αξιοποιείται για τη μελέτη διαφορετικών σεναρίων.

Στο παρόν κεφάλαιο εξετάζονται τα φράγματα του Νότιου Αγωγού από τη σκοπιά της αντιμετώπισης περιόδων ξηρασίας. Ειδικότερα διερευνάται η δυνατότητα η πολιτική απολήψεων από τα φράγματα να λαμβάνει κάθε έτος υπόψη της τον κίνδυνο αστοχίας του συστήματος λόγω ξηρασίας, ο οποίος μεγαλώνει όσο μειώνεται ο ταμειευμένος όγκος, και να προσαρμόζεται ανάλογα.

4.2. Διαμόρφωση Πολιτικής Απολήψεων

Η μεγάλη αδυναμία μιας «άκαμπτης» πολιτικής απολήψεων, όπως αυτή διαμορφώνεται με την προσέγγιση της «ασφαλούς απόδοσης», είναι ότι αστοχεί αιφνιδίως και καθολικά, όταν η περίοδος ξηρασίας είναι τόσο μακρά, ώστε να εξαντληθούν τα ταμειευμένα αποθέματα.

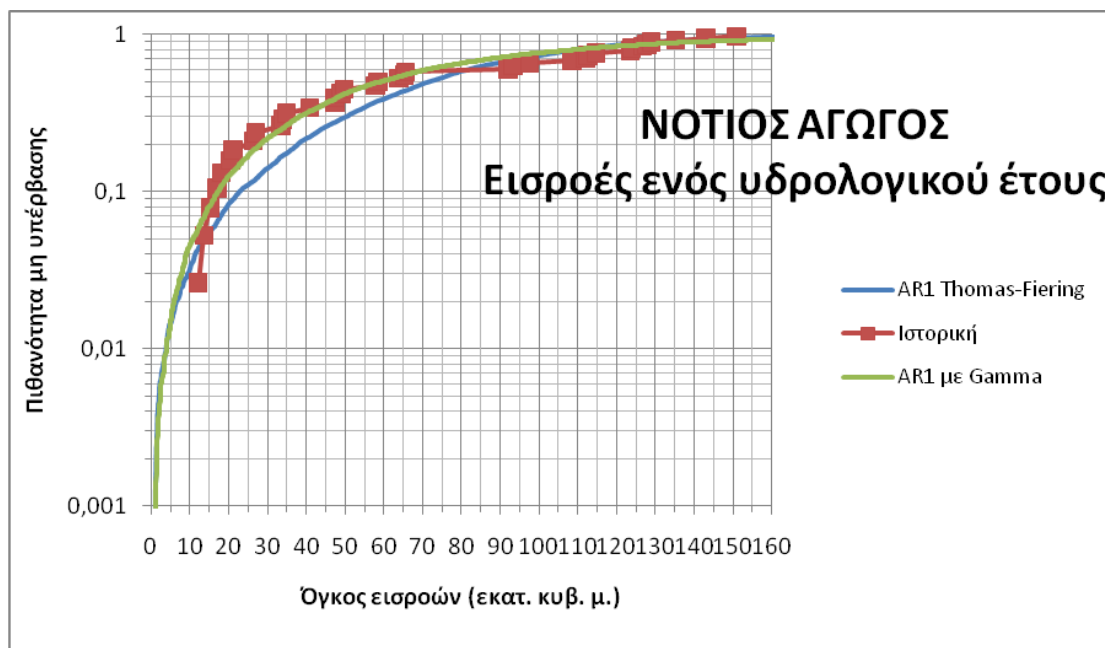
Το ζητούμενο είναι η προσαρμογή της πολιτικής απολήψεων, ώστε έγκαιρα, με τη μείωση του επιπέδου ασφαλείας λόγω μείωσης των ταμειευμένων όγκων, να γίνονται περικοπές σε χρήσεις για τις οποίες υπάρχει ελαστικότητα, ώστε να αποφευχθεί η συσσώρευση ελλείμματος προς το τέλος της περιόδου ξηρασίας με εκμηδένιση των δυνατοτήτων απόληψης.

Η κλασσική μέθοδος συνεχούς προσαρμογής της διαχείρισης στις διαμορφούμενες συνθήκες είναι αυτή του Δυναμικού Προγραμματισμού. Ωστόσο η ανάπτυξη και η, ιδιαίτερα απαιτητική, ρύθμιση των παραμέτρων ενός τέτοιου μοντέλου δυναμικού προγραμματισμού ξεφεύγει από τις απαιτήσεις και τα χρονικά περιθώρια της παρούσας Σύμβασης.

Η προσέγγιση που ακολουθήθηκε εξετάζει τις αναμενόμενες εισροές, σε περίοδο ξηρασίας, στους ταμιευτήρες για όλες τις περιόδους από 1 έως 5 έτη και εκτιμά τη συνολική απόληψη που πρέπει να πραγματοποιηθεί, ώστε να διατηρηθεί ένας ελάχιστος ταμιευμένος όγκος ασφαλείας.

Η μέθοδος αυτή, ουσιαστικά, δίνει ενδείξεις για τις απολήψεις που πρέπει να επιτραπούν ανάλογα με την ταμίευση, ώστε με την αξιοποίηση του μοντέλου που περιγράφεται στο Παράρτημα VII να επιλεγούν οι τελικά προτεινόμενες τιμές. Τα βήματα της μεθόδου περιγράφονται παρακάτω:

- I. Καταρτίζεται ιστορική χρονοσειρά ετήσιων εισροών στο σύνολο των ταμιευτήρων του Νότιου Αγωγού. Ειδικά για τις εισροές από την εκτροπή του Διάριζου, αντί ιστορικών εισροών χρησιμοποιείται η χρονοσειρά εκτροπών που προέκυψε από το μοντέλο φράγματος Αρμίνου του Παραρτήματος VII. Όπως περιγράφεται στο Παράρτημα VII, η χρονοσειρά διαθέτει αυτοσυσχέτιση μοναδιαίου χρονικού βήματος ρ_1 σημαντική στο επίπεδο αξιοπιστίας 95%. Οι αυτοσυσχετίσεις των μεγαλύτερων βημάτων δεν είναι σημαντικές. Επίσης, στο Παράρτημα VII, περιγράφεται ο έλεγχος για τάση στις χρονοσειρές εισροών ο οποίος προέκυψε αρνητικός.
- II. Καταρτίζεται μοντέλο αυτοσυσχέτισης AR1 με το οποίο παράγεται συνθετική χρονοσειρά 5000 ετών. Η τυχαία μεταβλητή του μοντέλου επιλέγεται να ακολουθεί την κατανομή Gamma με παραμέτρους που προέκυψαν από την προσαρμογή της κατανομής στην κανονικοποιημένη χρονοσειρά των ιστορικών εισροών.
- III. Από τη συνθετική χρονοσειρά των 5000 ετών υπολογίζονται και οι παράγωγες χρονοσειρές εισροών διετίας έως πεντετίας.
- IV. Εκτιμάται η πιθανότητα υπέρβασης κάθε μίας από τις τιμές των συνθετικών χρονοσειρών με εφαρμογή της σχέσης Weibull $p=r/(n+1)$ όπου p πιθανότητα υπέρβασης, r η σειρά (rank) της τιμής σε αύξουσα κατάταξη και n ο συνολικός αριθμός εισροών της συνθετικής χρονοσειράς.



Σχήμα 4-1: Σύγκριση Αθροιστικής Κατανομής Ιστορικού και Συνθετικών Δειγμάτων

Στο γράφημα του παραπάνω σχήματος (Σχήμα 4-1) συγκρίνεται η αθροιστική πιθανοτική κατανομή (πιθανότητα υπέρβασης) για τις ιστορικές εισροές και τις συνθετικές δύο μοντέλων AR1, αυτού με κατανομή Gamma για την τυχαία μεταβλητή, το οποίο και υιοθετήθηκε, και ενός μοντέλου των Thomas και Fiering. Με βάση τις τρεις καμπύλες του γραφήματος πάντως, τα δύο μοντέλα φαίνεται να υποτιμούν τις εισροές (υπερτιμούν την ένταση) των πολύ σπάνιων ξηρασιών (περιόδου επαναφοράς 50 ετών και άνω).

Στον Πίν. 4-1 παρουσιάζονται οι τιμές εισροών ξηρασίας για περιόδους επαναφοράς 20, 50 και 100 ετών και για διαστήματα ενός έως πέντε ετών, όπως προέκυψαν από τις συνθετικές χρονοσειρές. Παρουσιάζονται επίσης οι τιμές εισροών που εφαρμόστηκαν τελικά για το σχεδιασμό.

Πίν. 4-1: Εισροές Ξηρασίας σε εκατ. m³ για Διαφορετικές Περιόδους Επαναφοράς και Τιμές που Εφαρμόζονται στην Ξηρασία Αναφοράς

	1 Έτος	2 Έτη	3 Έτη	4 Έτη	5 Έτη
Περίοδος επαναφοράς 20 έτη	10,82	35,13	70,57	108,47	149,20
Περίοδος επαναφοράς 50 έτη	6,00	24,03	50,35	85,00	120,42
Περίοδος επαναφοράς 100 έτη	3,98	18,16	40,86	69,99	100,10
Τιμές που εφαρμόζονται	6	24	50	84	120

Η σχέση ταμίευσης – απόληψης που προτείνεται παρουσιάζεται στον Πιν. 4-2. Για την εκτίμηση της σχέσης αυτής μεταξύ των ταμιευμένων και των απολήψιμων όγκων προκειμένου να εξασφαλίζεται ένας ταμιευμένος όγκος ασφαλείας 15 εκατ. κυβ. μέτρων στο τέλος της περιόδου ξηρασίας, ακολουθήθηκαν τα παρακάτω βήματα:

- i. Καταρτίσθηκε μιά πενταετής περίοδος ξηρασίας σχεδιασμού με συνολικές εισροές σύμφωνα με τις εφαρμοζόμενες στον Πίν. 4-1 και με την υπόθεση διαρκώς αυξανόμενης ξηρότητας έως το τέλος της πενταετίας (Σχήμα 4-2).

- ii. Για κάθε σχέση ταμίευσης-επιτρεπόμενης απόληψης που ελέγχθηκε, εκτιμήθηκε το ισοζύγιο των φραγμάτων για την πενταετία για 140 περιπτώσεις αρχικής ταμίευσης από 10 εκατ. έως 150 εκατ. m³ (βήμα ενός εκατ. m³) και ελέγχθηκε για κάθε περίπτωση η τήρηση του όρου που είχε τεθεί για ελάχιστη ταμίευση 15 εκατ. m³ στο τέλος της περιόδου ξηρασίας. Ήταν απαραίτητο να ελεγχθούν όλες οι περιπτώσεις αρχικής ταμίευσης επειδή, για λόγους εφαρμογής στην πράξη, δεν επελέγη μία συνεχής σχέση αλλά μία κλιμακωτή. Συνεπώς, είναι δυνατόν, με την εφαρμογή της σχέσης αυτής, να υπάρχουν περιπτώσεις όπου ο μεγαλύτερος αρχικός όγκος οδηγεί σε μικρότερη τελική ταμίευση στο τέλος της πενταετίας (λόγω μεγαλύτερων απολήψεων). Στο Σχήμα 4-3 παρουσιάζονται οι πλέον κρίσιμες (από πλευράς τελικής ταμίευσης) από τις 140 περιπτώσεις που εξετάστηκαν με βάση την πολιτική απολήψεων που τελικά επελέγη.

Η ελάχιστη ταμίευση των 15 εκατ. m³, περίπου 9% του συνολικού όγκου των φραγμάτων παρέχει προστασία στα λιμναία υδάτινα σώματα των ταμιευτήρων σε συνθήκες ξηρασίας.

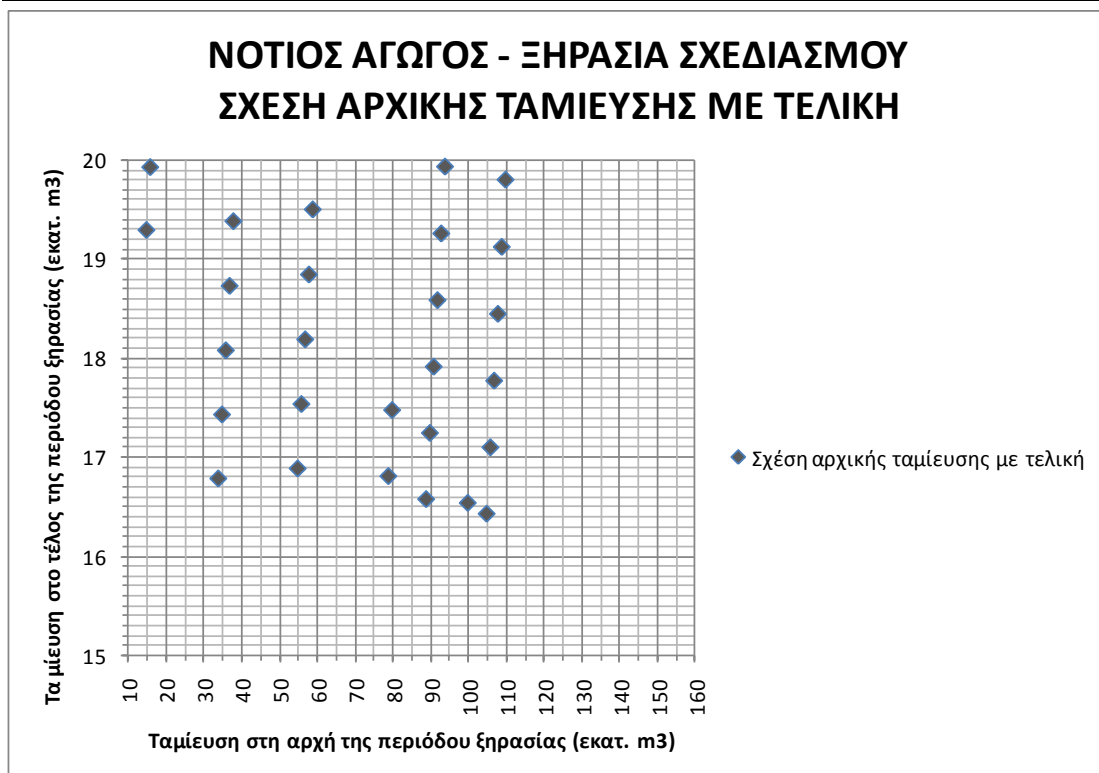
Η τελική επιλογή για τη σχέση μεταξύ του ταμιευμένου όγκου και της ετήσιας απόληψης παρουσιάζεται στον Πίν. 4-3 που ακολουθεί και αφορά τον ταμιευμένο όγκο την 1^η Απριλίου, στο τέλος της υγρής περιόδου και την αρχή της κύριας περιόδου αρδεύσεων.

Πίν. 4-2: Προτεινόμενη Πολιτική Απολήψεων σε Σχέση με Δείκτη Αποθεμάτων Νοτίου Αγωγού

ΤΑΜΙΕΥΣΗ ΤΗΝ 1 ^η ΑΠΡΙΛΙΟΥ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ	ΑΠΟΛΗΨΗ ΕΤΟΥΣ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ
Άνω των 120 εκατ.	Επάρκεια	55 εκατ.	
Μεταξύ 100 και 120 εκατ.	Ήπια ελλειμματική	44 εκατ.	Μικρές περικοπές
Μεταξύ 80 και 100 εκατ.	Μέτρια ελλειμματική	35 εκατ.	Μέτριες περικοπές
Μεταξύ 50 και 80 εκατ.	Σοβαρά ελλειμματική	25 εκατ.	Σημαντικές περικοπές
Κάτω των 50 εκατ.	Εξαιρετικά ελλειμματική	15 εκατ.	Πολύ σημαντικές περικοπές



Σχήμα 4-2: Σύγκριση Αθροιστικής Κατανομής Ιστορικού και Συνθετικών Δειγμάτων Ετήσιοι όγκοι εισροής στα φράγματα για την πενταετή περίοδο ξηρασίας σχεδιασμού.



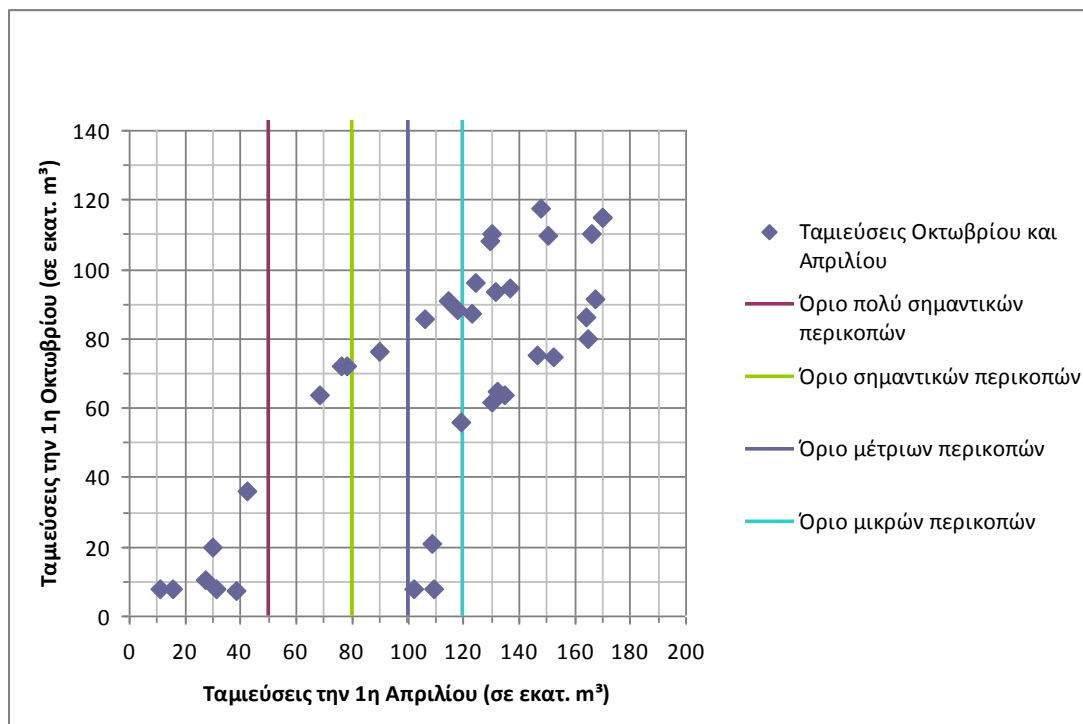
Σχήμα 4-3: Συσχέτιση όγκου ταμίευσης της αρχής με του τέλους της περιόδου ξηρασίας σχεδιασμού με βάση την προτεινόμενη πολιτική απολήψεων.

4.3. Έγκαιρη Πρόβλεψη Πιθανών Αναγκαίων Περικοπών

Η τελική απόφαση για την απολήψιμη ποσότητα από τους ταμιευτήρες πρέπει να λαμβάνεται τον Απρίλιο, επειδή τότε έχουν πλέον πρακτικά πραγματοποιηθεί οι εισροές του υδρολογικού έτους. Ωστόσο είναι σκόπιμο να έχουν προηγηθεί προβλέψεις κατά τη διάρκεια κρίσιμων μηνών για το ενδεχόμενο περικοπών. Οι κρίσιμοι μήνες είναι ο Οκτώβριος και ο Ιανουάριος, όταν λαμβάνονται αποφάσεις για καλλιέργειες από τους γεωργούς.

Στο παρακάτω γράφημα (Σχήμα 4-4) συγκρίνονται οι ταμιεύσεις Οκτωβρίου και του αντίστοιχου Απριλίου, όπως προέκυψαν με την εφαρμογή της παραπάνω πολιτικής απολήψεων από το μοντέλο του Νότιου Αγωγού. Στο γράφημα σημειώνονται και οι κατηγορίες περικοπών. Με απλή καταμέτρηση των σημείων του γραφήματος που εμπίπτουν στις διάφορες κατηγορίες περικοπών συντάχθηκε ο Πίν. 4-3, όπου παρουσιάζονται οι προβλέψεις περικοπών με βάση την ταμίευση της 1^{ης} Οκτωβρίου.

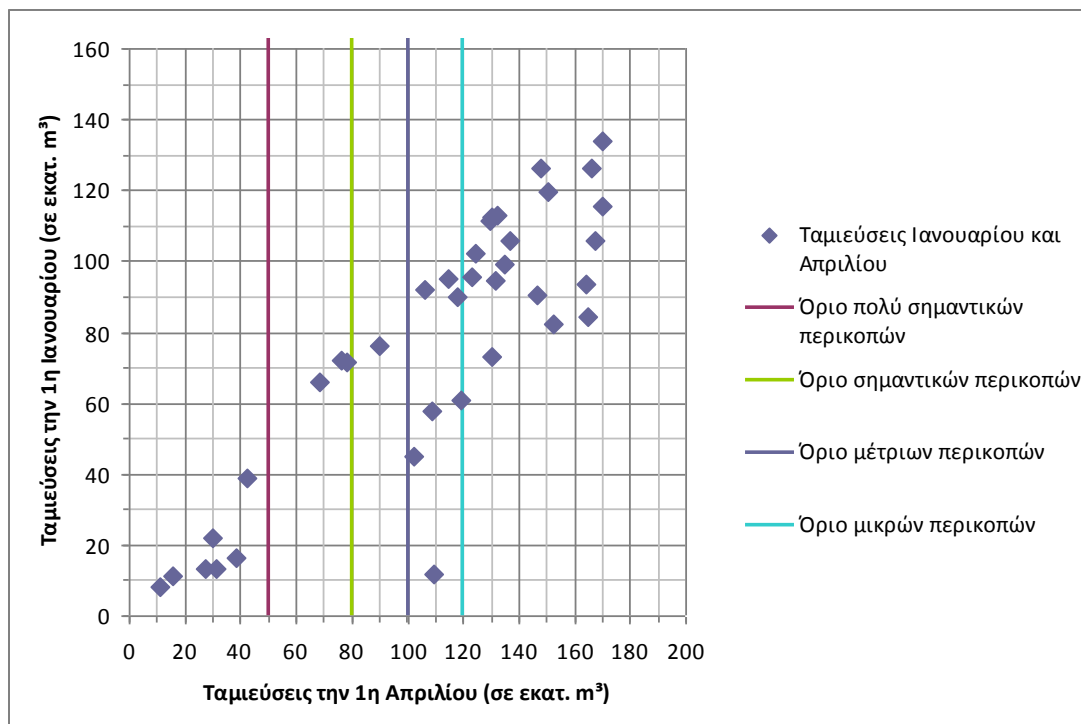
Αντίστοιχα με τα παραπάνω, αλλά με αναφορά στην ταμίευση την 1^η Ιανουαρίου είναι το Σχήμα 4-5 και ο Πίν. 4-4.



Σχήμα 4-4: Συσχέτιση όγκου ταμίευσης 1^{ης} Οκτωβρίου και 1^{ης} Απριλίου και Προτεινόμενα Όρια Περικοπών

Πίν. 4-3: Πρόβλεψη Απολήψεων από τα Φράγματα του Νότιου Αγωγού για την 1η Οκτωβρίου κάθε έτους

Συνολικός ταμιευμένος όγκος V στα φράγματα την 1 ^η Οκτωβρίου σε εκατ. m ³	Πρόβλεψη Απόφασης Περικοπών την 1 ^η Απριλίου
$V > 100$	Μη αναμενόμενες περικοπές
$80 < V < 100$	30% πιθανότητα μικρών περικοπών
$40 < V < 80$	50% πιθανότητα περικοπών
$V < 40$	Απίθανη η αποφυγή περικοπών και 70% πιθανότητα πολύ υψηλών περικοπών



Σχήμα 4-5: Συσχέτιση όγκου ταμίευσης 1^{ης} Ιανουαρίου και 1^{ης} Απριλίου και Προτεινόμενα Όρια Περικοπών

Πίν. 4-4: Πρόβλεψη Απολήψεων από τα Φράγματα του Νότιου Αγωγού για την 1η Ιανουαρίου κάθε έτους

Συνολικός ταμιευμένος όγκος V στα φράγματα την 1^η Ιανουαρίου σε εκατ. m ³	Πρόβλεψη Απόφασης Περικοπών την 1^η Απριλίου
$V > 100$	Μη αναμενόμενες περικοπές
$80 < V < 100$	30% πιθανότητα μικρών περικοπών
$40 < V < 80$	60% πιθανότητα περικοπών
$V < 40$	Απίθανη η αποφυγή περικοπών και 90% πιθανότητα πολύ υψηλών περικοπών

5. ΦΡΑΓΜΑ ΑΡΜΙΝΟΥ

Ο ταμιευτήρας Αρμίνου καλείται να επιτύχει πολλαπλούς και, σε κάποιο βαθμό, συγκρουόμενους στόχους. Αυτοί είναι:

- Η συντήρηση του περιβάλλοντος στον ποταμό κατάντη του φράγματος. Λαμβάνοντας υπόψη ότι μετά την απομάκρυνση από το φράγμα συμβάλλουν και άλλες πηγές νερού, κρίθηκε ότι οι παροχές που αφήνονται για να καλύψουν τον επόμενο στόχο παρακάτω, με κατάλληλη κατανομή εντός του έτους είναι δυνατόν να καλύψουν και την απαίτηση αυτή.
- Η εξασφάλιση παροχών στο κατάντη τμήμα του ποταμού, τόσο για την τροφοδοσία του υπόγειου υδροφορέα, όσο και για την κάλυψη απολήψεων για ανάγκες στην κοιλάδα του ποταμού και για το έργο Πάφου.
- Η εξασφάλιση παροχών για τη λειτουργία των έργων άρδευσης των υψηλών ζωνών της κοιλάδας Διαρίζου με έργο που είναι υπό κατασκευή.
- Η ενίσχυση του δυναμικού του ταμιευτήρα Κούρρη.

Η προσομοίωση της λειτουργίας του φράγματος και της σήραγγας εκτροπής και η διαμόρφωση πολιτικής λειτουργίας περιγράφονται αναλυτικά στο Παράρτημα VII (Υδατική Πολιτική). Εδώ παρατίθενται συνοπτικά οι προτάσεις για τη διαχείριση της σχέσης ταμίευσης – έναρξης εκτροπής προς Κούρρη, όπως προέκυψαν από τις προσομοιώσεις. Οι προτάσεις αυτές παρουσιάζονται στον Πίν. 5-1. Ο πίνακας περιλαμβάνει όρια ταμίευσης για συνήθη έτη και αυστηρότερα (υψηλότερα) όρια για έτη τα οποία (με βάση το κριτήριο εισροών που φαίνεται στον Πίν. 5-1) είναι ξηρά. Ο λόγος είναι η αποφυγή εκτροπής προς τον Κούρρη πριν εξασφαλισθούν οι απαιτούμενες ποσότητες για το περιβάλλον και τις τοπικές ανάγκες.

Πίν. 5-1: Όρια για Έναρξη Εκτροπής από Ταμιευτήρα Αρμίνου προς Κούρρη

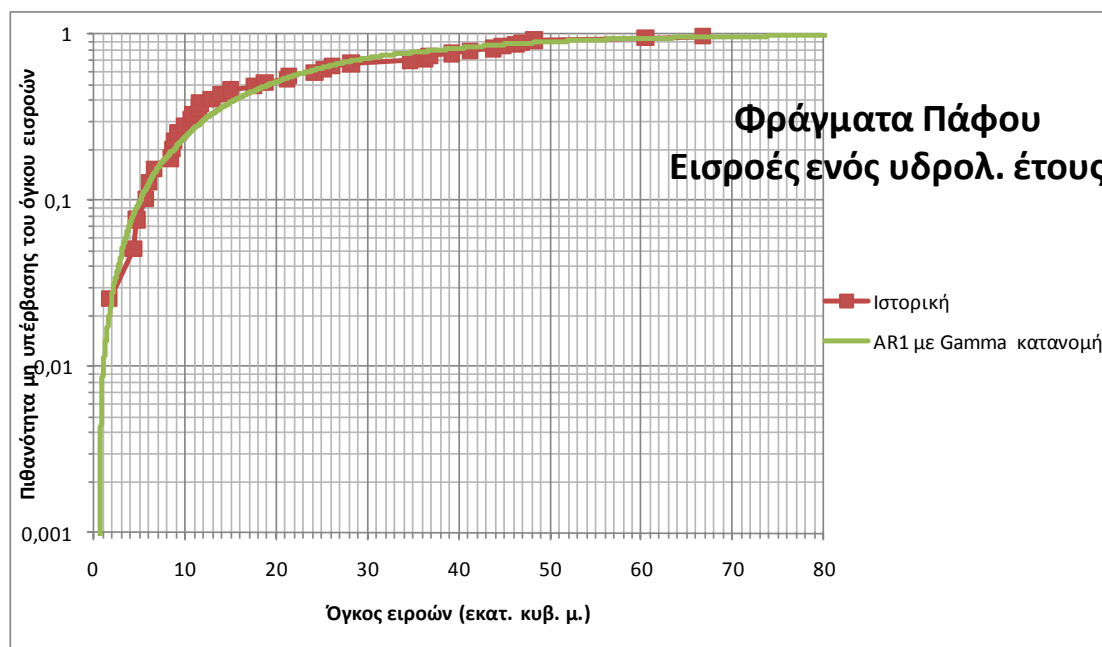
	Όρια ταμίευσης για έναρξη εκτροπής (εκατ. m ³)	Όρια ταμίευσης για ξηρές συνθήκες (εκατ. m ³)	Κριτήριο για όρια ξηρών συνθηκών
Δεκ.	2,5	-	
Ιαν.	2,5	-	
Φεβ.	2,5	4,0	Εισροές Δεκ. και Ιαν. < 4 εκατ. m ³
Μαρ.	2,5	4,0	Εισροές από Δεκ. έως και Φεβ. < 7 εκατ. m ³
Απρ.	2,5	4,0	Εισροές από Δεκ. έως και Μαρ. < 10 εκατ. m ³
Μαΐ.	3,6	-	

6. ΕΡΓΟ ΠΑΦΟΥ

6.1. Πολιτική Απολήψεων

Η μέθοδος που εφαρμόστηκε για το Νότιο Αγωγό και περιγράφεται στο κεφάλαιο 4, ακολουθήθηκε και για τα φράγματα του έργου Πάφου.

Με εφαρμογή του μοντέλου αυτοσυσχέτισης AR1 με κατανομή Gamma της τυχαίας μεταβλητής εκτιμήθηκε συνθετική χρονοσειρά η οποία συγκρίνεται με την ιστορική στο παρακάτω γράφημα (Σχήμα 6-1).



Σχήμα 6-1: Σύγκριση Αθροιστικής Κατανομής Ιστορικού και Συνθετικών Δειγμάτων

Οι εισροές ξηρασίας που εκτιμήθηκαν από τη συνθετική χρονοσειρά και οι εισροές ξηρασίας αναφοράς που επελέγησαν παρουσιάζονται στον Πίν. 6-1.

Πίν. 6-1: Εισροές Ξηρασίας σε εκατ. m³ για Διαφορετικές Περιόδους Επαναφοράς και Τιμές που Εφαρμόζονται στην Ξηρασία Αναφοράς

	1 Έτος	2 Έτη	3 Έτη	4 Έτη	5 Έτη
Περίοδος επαναφοράς 20 έτη	3,07	10,84	21,40	35,30	48,72
50 έτη	1,69	6,88	15,20	26,08	38,70
100 έτη	1,05	5,16	11,82	21,31	32,11
Τιμές που εφαρμόζονται	1,7	8	16	27	40

Το γράφημα που απεικονίζει τις ετήσιες εισροές για τη ξηρασία σχεδιασμού παρουσιάζεται στο Σχήμα 6-2.

Ο αντίστοιχος πίνακας απολήψιμου όγκου για το έργο Πάφου είναι ο Πίν. 6-2.

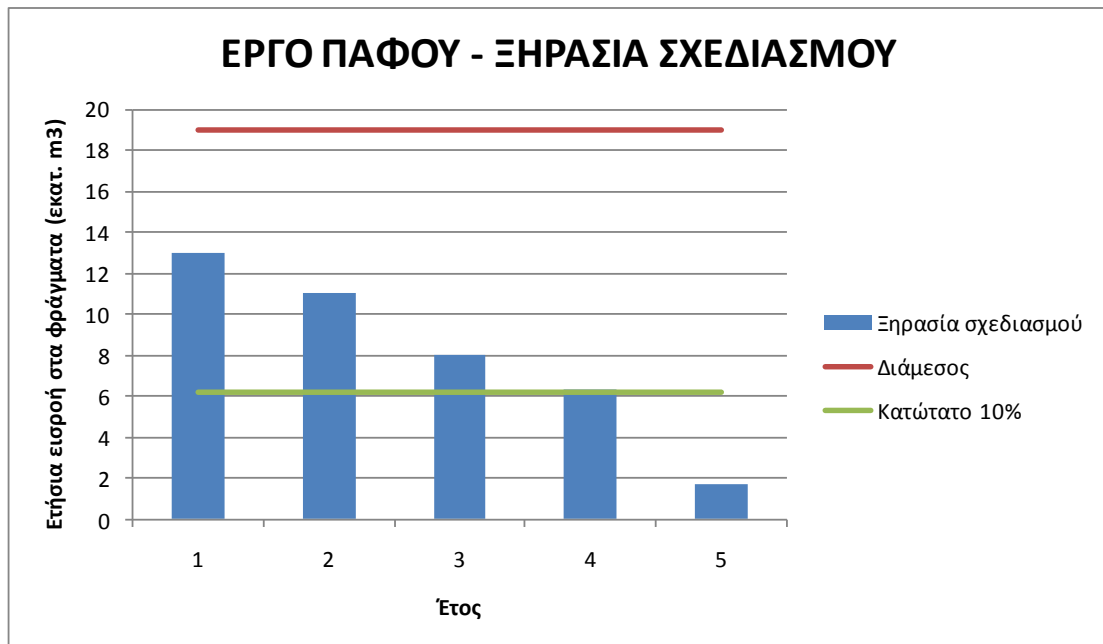
Όπως και στην περίπτωση του Νότιου Αγωγού, για κάθε σχέση ταμίευσης-επιτρεπόμενης απόληψης που ελέγχθηκε, εκτιμήθηκε το ισοζύγιο των φραγμάτων για την πενταετία για 65 περιπτώσεις αρχικής ταμίευσης από 5 εκατ. έως 70 εκατ. m³ (βήμα ενός εκατ. m³) και ελέγχθηκε για κάθε περίπτωση η τήρηση του όρου που είχε τεθεί για ελάχιστη ταμίευση 5 εκατ. m³ στο τέλος της περιόδου ξηρασίας. Ήταν απαραίτητο να ελεγχθούν όλες οι περιπτώσεις αρχικής ταμίευσης επειδή, για λόγους εφαρμογής στην πράξη, δεν επελέγη μία συνεχής σχέση αλλά μία κλιμακωτή. Συνεπώς, είναι δυνατόν, με την εφαρμογή της σχέσης αυτής, να υπάρχουν περιπτώσεις όπου ο

μεγαλύτερος αρχικός όγκος οδηγεί σε μικρότερη τελική ταμίευση στο τέλος της πενταετίας (λόγω μεγαλύτερων απολήψεων). Στο Σχήμα 6-3 παρουσιάζονται οι πλέον κρίσιμες (από πλευράς τελικής ταμίευσης) από τις 65 περιπτώσεις που εξετάστηκαν με βάση την πολιτική απολήψεων που τελικά επελέγη.

Η σχέση ταμίευσης την 1^η Απριλίου με ετήσιες απολήψεις παρουσιάζεται στον Πιν. 6-2.

Πίν. 6-2: Προτεινόμενη Πολιτική Απολήψεων σε Σχέση με Δείκτη Αποθεμάτων Έργου Πάφου

ΤΑΜΙΕΥΣΗ ΤΗΝ 1 ^η ΑΠΡΙΛΙΟΥ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ	ΑΠΟΛΗΨΗ ΕΤΟΥΣ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ
Άνω των 40 εκατ.	Επάρκεια	18 εκατ.	
Μεταξύ 25 και 40 εκατ.	Ήπια ελλειμματική	14 εκατ.	Μικρές περικοπές
Μεταξύ 15 και 25 εκατ.	Μέτρια ελλειμματική	10 εκατ.	Μέτριες περικοπές
Μεταξύ 10 και 15 εκατ.	Σοβαρά ελλειμματική	7 εκατ.	Σημαντικές περικοπές
Κάτω των 10 εκατ.	Εξαιρετικά ελλειμματική	4 εκατ.	Πολύ σημαντικές περικοπές



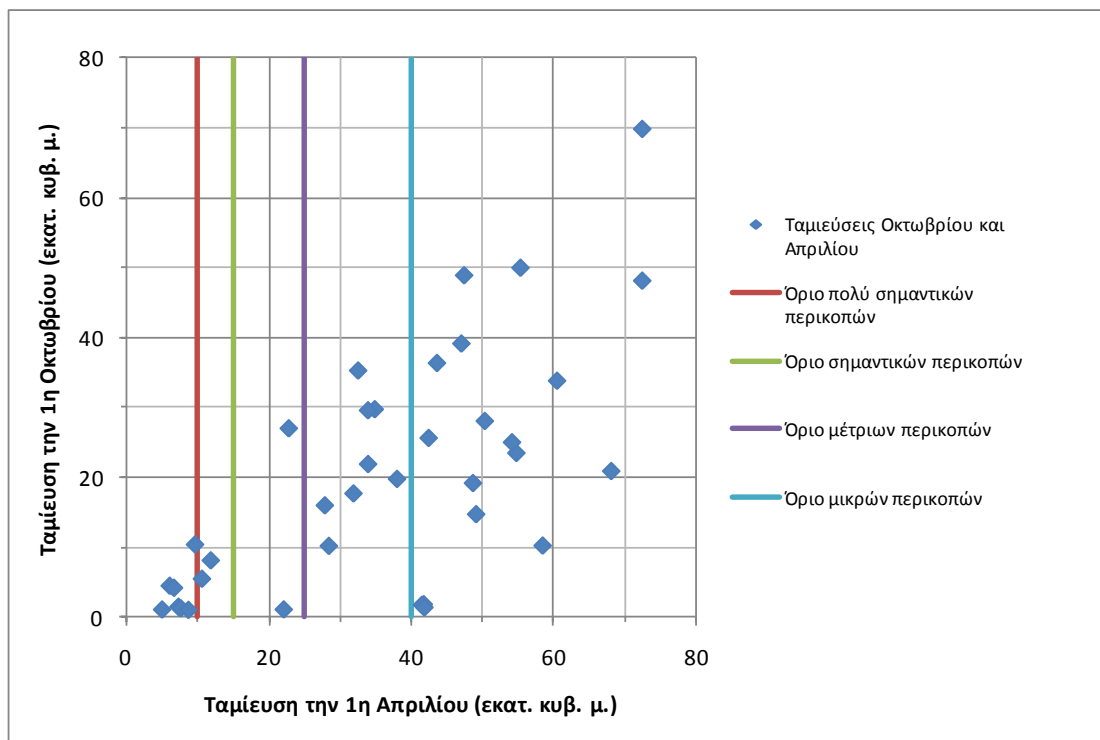
Σχήμα 6-2: Ετήσιοι όγκοι εισροής στα φράγματα για την πενταετή περίοδο ξηρασίας σχεδιασμού



Σχήμα 6-3: Συσχέτιση όγκου ταμίευσης της αρχής με του τέλους της περιόδου ξηρασίας σχεδιασμού με βάση την προτεινόμενη πολιτική απολήψεων.

6.2. Έγκαιρη Πρόβλεψη Πιθανών Αναγκαίων Περικοπών

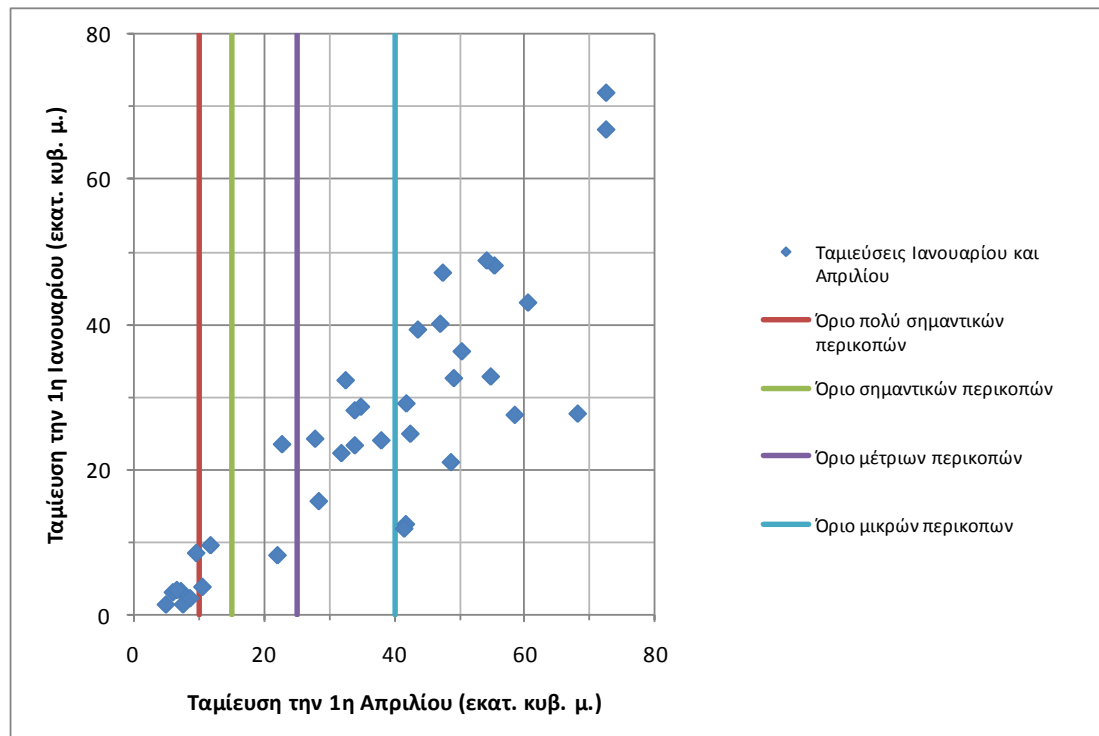
Ακολουθήθηκε η μεθοδολογία που περιγράφεται για το Νότιο Αγωγό στο υποκεφάλαιο 4.3. Τα αντίστοιχα γραφήματα συσχέτισης παρουσιάζονται στο Σχήμα 6-4 και στο Σχήμα 6-5 και οι πίνακες πρόβλεψης είναι οι Πίν. 6-3 και Πίν. 6-4 που ακολουθούν.



Σχήμα 6-4: Συσχέτιση όγκου ταμίευσης 1^{ης} Οκτωβρίου και 1^{ης} Απριλίου και Προτεινόμενα Όρια Περικοπών

Πίν. 6-3: Πρόβλεψη Απολήψεων από τα Φράγματα Έργου Πάφου για την 1η Οκτωβρίου κάθε έτους

Συνολικός ταμειυμένος όγκος V στα φράγματα την 1 ^η Οκτωβρίου σε εκατ. m ³	Πρόβλεψη Απόφασης Περικοπών την 1 ^η Απριλίου
$V > 40$	75% πιθανότητα μηδενικών περικοπών, 25% μικρών
$20 < V < 40$	60% πιθανότητα καθόλου ή μικρών περικοπών, 40% πιθανότητα μέτριων ή σημαντικών
$10 < V < 20$	35% πιθανότητα καθόλου ή μικρών περικοπών, 65% πιθανότητα μέτριων, σημαντικών ή πολύ σημαντικών
$V < 10$	Σχεδόν βέβαιες περικοπές με 50% πιθανότητα πολύ σημαντικών



Σχήμα 6-5: Συσχέτιση όγκου ταμίευσης 1^{ης} Ιανουαρίου και 1^{ης} Απριλίου και Προτεινόμενα Όρια Περικοπών

Πίν. 6-4: Πρόβλεψη Απολήψεων από τα Φράγματα Έργου Πάφου για την 1η Ιανουαρίου κάθε έτους

Συνολικός ταμειευμένος όγκος V στα φράγματα την 1^η Ιανουαρίου σε εκατ. m ³	Πρόβλεψη Απόφασης Περικοπών την 1^η Απριλίου
$V > 40$	67% πιθανότητα μηδενικών περικοπών, 33% μικρών
$20 < V < 40$	55% πιθανότητα καθόλου ή μικρών περικοπών, 45% πιθανότητα μέτριων ή σημαντικών
$10 < V < 20$	Σχεδόν σίγουρες περικοπές αλλά 50% πιθανότητα μικρών.
$V < 10$	Ουσιαστικά βέβαιες σημαντικές περικοπές με 70% πιθανότητα πολύ σημαντικών και 30% πιθανότητα σημαντικών.

7. ΕΡΓΟ ΧΡΥΣΟΧΟΥΣ

7.1. Υφιστάμενη Κατάσταση

Το αρδευτικό έργο Χρυσοχούς περιλαμβάνει αρδευτικό δίκτυο σε συνολική έκταση 3100 ha από τα οποία τα 2000 ha ανήκουν στην κοιλάδα της Χρυσοχούς και τα υπόλοιπα 1100 ha στην παράκτια ζώνη από την Αργάκα έως τον Πωμό. Για την κάλυψη των αναγκών αυτών έχουν κατασκευαστεί τα εξής φράγματα:

- Φράγμα Ευρέτου στον π. Σταυρός της Ψώκας με χωρητικότητα 25 εκατ. m³.
- Φράγμα Αργάκα στον π. Μακούντα με χωρητικότητα 1 εκατ. m³.
- Φράγμα Αγίας Μαρίας στον π. Ξηρό με χωρητικότητα 0,3 εκατ. m³.
- Φράγμα Πωμού στον π. Λιβιάδι με χωρητικότητα 0,9 εκατ. m³.

Έχει κατασκευαστεί κεντρικός παραλιακός αγωγός του έργου Χρυσοχούς από το φράγμα Ευρέτου ως το φράγμα Πωμού που συγκεντρώνει όλες τις απορροές από τα διαφορετικά σημεία υδροληψιών. Η συνολική αποθηκευτικότητα των ταμιευτήρων του έργου Χρυσοχούς ανέρχεται σε 27,2 εκατ. m³. Επίσης, έχει κατασκευαστεί η εκτροπή στον π. Μακούντα (ανάντη του φράγματος Αργάκα) στη θέση *Άγιος Μερκούριος* (δήμμα Αγίου Μερκουρίου) το οποίο εκτρέπει τμήμα της απορροής της λεκάνης του φράγματος προς το φράγμα Ευρέτου και στον π. Γιαλιά στη θέση του υδρομετρικού σταθμού με κωδικό 2-3-8-60.

Επίσης, έχουν προγραμματιστεί δυο εκτροπές σε ισάριθμα υδατορεύματα, δηλαδή στο π. Χρυσοχούς (αφορά το νότιο κλάδο του π. Χρυσοχούς, ενώ ο βόρειος είναι στον π. Σταυρός της Ψώκας που πριν την εκβολή του στο π. Χρυσοχούς είναι κατασκευασμένος ο ταμιευτήρας Ευρέτου), καθώς και εκείνου στη θέση Λειβάδι στον π. Λειβάδι ανάντη του φράγματος Πωμού. Η εκτροπή στο νότιο κλάδο του π. Χρυσοχούς δεν θα κατασκευαστεί κυρίως λόγω της επιβαρημένης ποιοτικής κατάστασης της απορροής, αλλά και της σχετικά χαμηλής παροχής στη θέση της εκτροπής, η οποία έχει τοποθετηθεί στο πλέον ανάντη τμήμα του υδατορεύματος.

7.2. Εκτίμηση Αναγκών

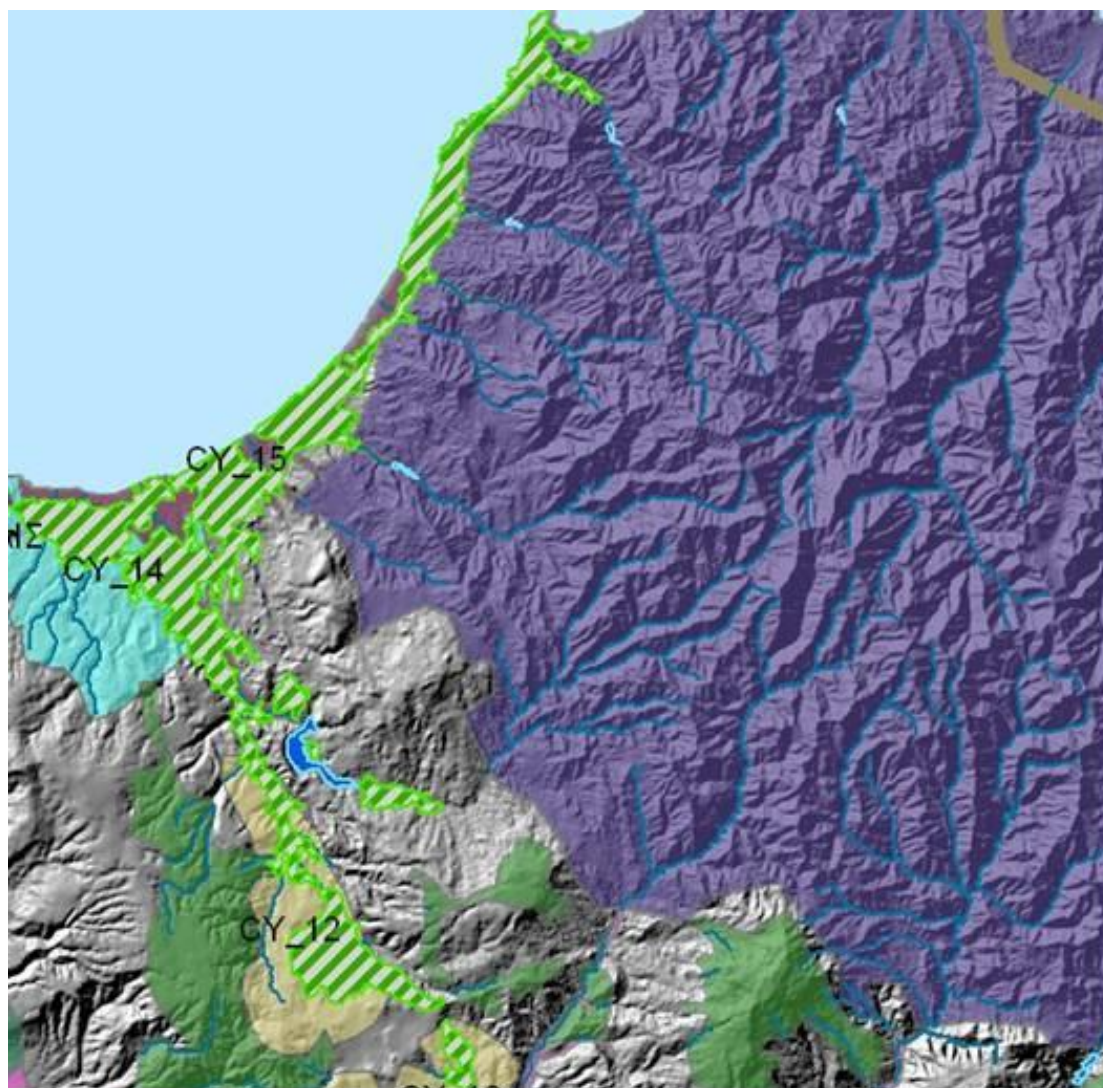
Η άρδευση αποτελεί τη μεγαλύτερη συνιστώσα ζήτησης και η ύδρευση έχει μερίδιο στη ζήτηση, αλλά σημαντικά μικρότερο. Όπως προαναφέρθηκε, παρ' όλο που στα νότια της περιοχής λειτουργεί το φράγμα Ευρέτου και λίγο πιο ανάντη τα φράγματα Αγ. Μαρίνας, Πωμού και Αργάκας-Μακούντας τα οποία τροφοδοτούν το κυβερνητικό αρδευτικό έργο Χρυσοχούς, πραγματοποιούνται και αντλήσεις για την κάλυψη της αρδευτικής ζήτησης.

Μετά από επίσκεψη της ομάδας μελέτης στο επαρχιακό γραφείο της Χρυσοχούς (12.03.2009) και τη συζήτηση με τους τεχνικούς προέκυψαν τα εξής:

- Υπάρχει γενική αίσθηση για ελάττωση της ζήτησης στη γεωργία μέσω μείωσης των θερμοκηπίων κατά 40% και συνολική μείωση των απολήψεων από γεωτρήσεις της τάξης των 60%. Έτσι εκτιμάται από την ομάδα τεχνικών του επαρχιακού γραφείου, ότι από $3-4 \times 10^6 \text{ m}^3$ η ζήτηση για άρδευση έχει μειωθεί στα $2 \times 10^6 \text{ m}^3$.
- Αύξηση ζήτησης για ύδρευση, η οποία καλύπτετο από πηγές, από την υπόγεια ταμίευση.

7.3. Υδρογεωλογικές Συνθήκες

Η περίμετρος του έργου Χρυσοχούς επεκτείνεται στα υπόγεια υδατικά σώματα Χρυσοχούς (CY_15), Λετύμβου-Γιόλου (14) και Ανδρολίκου(CY_12) με σειρά έκτασης ανά σώμα (βλ. Σχήμα 7-1) .



Σχήμα 7-1: Αρδευτικό έργο Χρυσοχούς (με πράσινη διαγράμμιση)

Ο παράκτιος υδροφορέας Χρυσοχούς αναπτύσσεται κυρίως σε Πλειστοκαινικά κροκαλοπαγή ριπιδίων και αποθέσεις αναβαθμίδων. Αποτελείται από χαλίκια, άμμους, ιλύες και ψαμμίτες με παρεμβολές μαργαϊκών στρωμάτων. Οι αποθέσεις κοίτης αποτελούνται από αλλουβιακές αποθέσεις, χαλίκων, άμμων και ιλύων. Στα κατάντη τμήματα και ειδικά στις περιοχές των δέλτα, χαμηλής περατότητας ιλυώδεις και αργιλικόι φακοί, όπως και ιλυώδεις ζώνες εμφανίζονται συχνά. Το αδιαπέρατο υπόβαθρο του υδροφορέα στο νοτιοδυτικό τμήμα του υδροφορέα αποτελείται κυρίως από Πλειοκαινικές (σχηματισμός Λευκωσίας) και κρητιδικές μάργες. Το βορειοδυτικό τμήμα του υποβάθρου του υδροφορέα αποτελείται από πυριγενή πετρώματα, λάβες και διαβάσεις. Το μέσο πάχος του υδροφορέα

αναφέρεται ότι είναι 20 έως 30 m. Από τα δεδομένα του ΤΓΕ φαίνεται ότι τοπικά υπερβαίνει τα 50 m.

Το υπόγειο υδατικό σώμα Ανδρολικού αποτελείται από ένα μερικώς υπό πίεση παράκτιο υδροφορέα που αναπτύσσεται σε καρστικούς κοραλλιογενείς ασβεστόλιθους. Υδραυλική επικοινωνία και ανταλλαγή νερού με τη θάλασσα εμφανίζεται στο βόρειο όριο του υδροφορέα. Αδιαπέρατες μάργες τον μετατρέπουν σε «υπό πίεση» στο βόρειο και ανατολικό τμήμα του. Στο ανατολικό του όριο, ο υδροφορέας είναι σε επαφή με τα ιζήματα της τάφρου της Χρυσοχούς, κατά μήκος ενός ρήγματος διεύθυνσης Βορά - Νότου. Εκτιμάται ότι ο υδροφορέας συνδέεται υδραυλικά με τον υδροφορέα των ασβεστόλιθων Κρήτου Τέρας – Αρόδων, μέσω ενός ασβεστολιθικού διαδρόμου στο νοτιοανατολικό όριο. Τα όρια του υδροφορέα, οι υδραυλικές επικοινωνίες και οι μεταγγίσεις υπόγειου νερού με τους περιβάλλοντες υδροφορείς δεν είναι ακόμα καθορισμένα. Η κύρια πηγή τροφοδοσίας του υδροφορέα είναι η βροχόπτωση. Οι εκφορτίσεις του υδροφορέα γίνονται εν μέρει μέσω πηγών (Λουτρά της Αφροδίτης). Το αδιαπέρατο υπόβαθρο του υδροφορέα αποτελείται κυρίως από αργίλους του σχηματισμού Μαμωνίων. Οι καρστικοί κοραλλιογενείς ασβεστόλιθοι ανήκουν σε ένα μέλος του Κατώτερου Μειόκαινου (σχηματισμός Πάχνας) γνωστοί ως ασβεστόλιθοι Τέρας. Το δυτικό τμήμα του υδροφορέα, στη περιοχή των Λουτρών της Αφροδίτης, καλύπτεται από Μέσο Μειοκαινικές (σχηματισμός Πάχνας) κρητίδες, αμμούχες μάργες και μάργες. Η οροφή του υπό πίεση τμήματος του υδροφορέα κατά μήκος της παράκτιας ζώνης και του ανατολικού ορίου, αποτελείται από Πλειο-Πλειστοκαινικές μάργες και αμμούχες μάργες των σχηματισμών Λευκωσίας και αποθέσεις Αναβαθμίδων.

Στο υπόγειο σώμα Λετύμβου-Γιόλου περιλαμβάνονται οι υδροφορείς Λετύμβου-Πολέμι-Λεμονά (CY_12_FAO_33) και Στρουμπή-Γιόλου (CY_12_FAO_34), οι οποίοι αμφότεροι αναπτύσσονται σε γύψους. Μόνο ο υδροφορέας Στρουμπή-Γιόλου έχει μελετηθεί σε κάποιο βαθμό. Το αδιαπέρατο υπόβαθρο αποτελείται από μέλη του σχηματισμού Πάχνας (μάργες και μαργαϊκές κρητίδες Μέσου Μειοκαινού). Οι γύψοι ανήκουν στον σχηματισμό Καλαβασού (Α. Μειόκαινο) και συναντώνται σε εναλλαγές με μάργες, μαργαϊκές κρητίδες και ψαμμίτες. Η καρστικοποίηση αναπτύσσεται στα βαθύτερα τμήματα του υδροφόρου, ενώ το ΝΔ τμήμα του σώματος καλύπτεται από μέλη του σχηματισμού Λευκωσίας (μάργες, ψαμμούχες

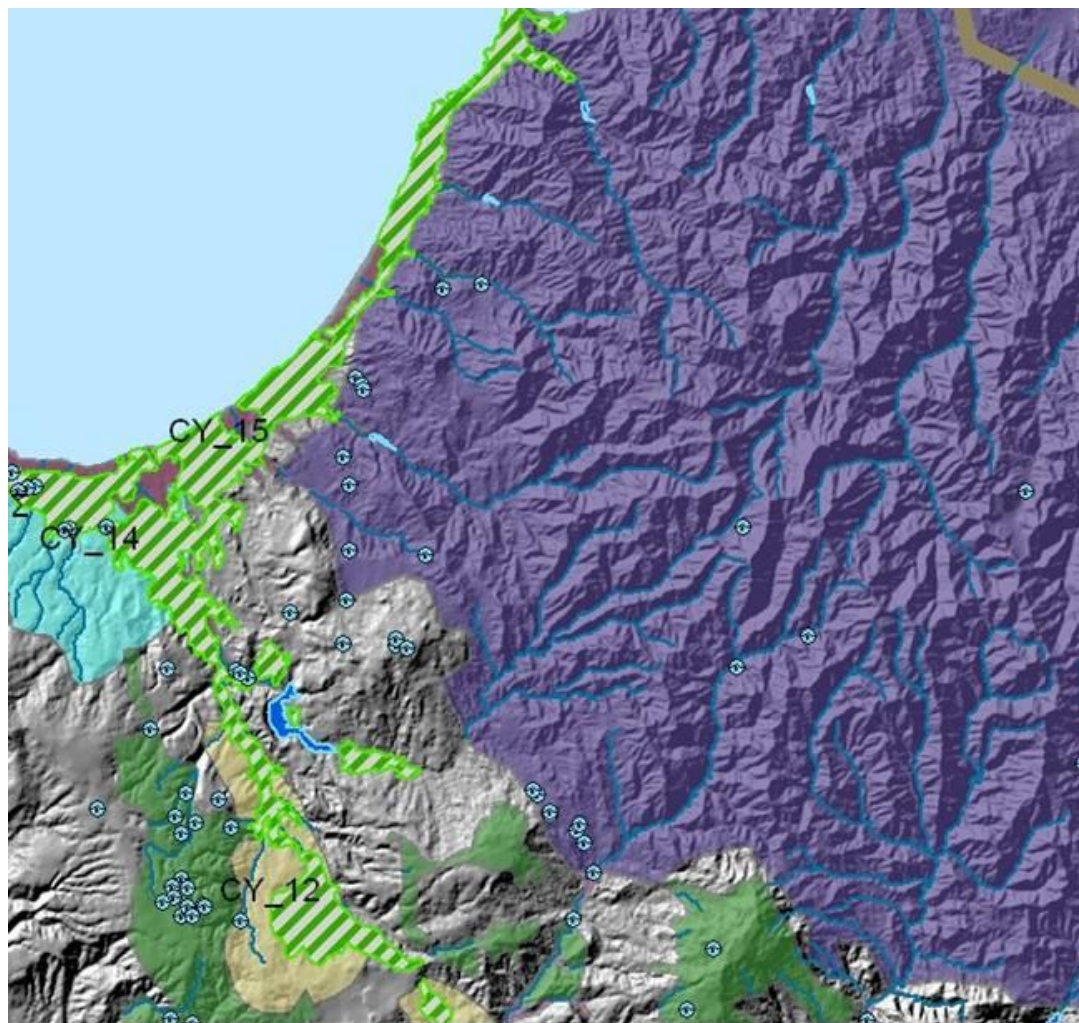
μάργες και ψαμμίτες). Από τα λιθοστρωματογραφικά δεδομένα του ΤΓΕ προκύπτουν σημαντικά πάχη >50μ., ενώ σε προγενέστερες μελέτες αναφέρονται μέχρι και 150μ. Στο μεγαλύτερο τμήμα του το σώμα παρουσιάζει φρεάτια υδροφορία με εξαίρεση το ΒΔ μέρος όπου δημιουργούνται υπό πίεση συνθήκες. Υπάρχουν έμμεσες ενδείξεις για υδραυλική επικοινωνία του σώματος με τον υδροφόρο της Έζουσας, μέσω της επιρροής στην ποιότητα των νερών του υδροφόρου από την χαρακτηριστική παρουσία θείου, ενώ αντίστοιχα φαινόμενα με πηγαίες εκφορτίσεις παρατηρούνται τόσο στην κοιλάδα του Έζουσα (Αμμάτι), όσο και στο ΒΔ τμήμα του σώματος, στην κοιλάδα της Χρυσοχούς.

7.4. Ικανοποίηση Αναγκών Ύδρευσης

Μέρος της ύδρευσης μέχρι πρόσφατα καλυπτόταν από πηγαίες αναβλύσεις, οι οποίες εγκαταλείφθηκαν λόγω ρύπανσης. Έτσι για την κάλυψη της ζήτησης ύδρευσης χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο τα υπόγεια αποθέματα. Από τα δεδομένα του ΤΑΥ (γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών), φαίνεται ότι ελάχιστες γεωτρήσεις ύδρευσης αντλούν από τον προσχωματικό υδροφόρο, οι οποίες ως επί το πλείστον βρίσκονται στα περιθώριά του ή σε κοίτες ρεμάτων ανάντη της παράκτιας ζώνης.

Υπάρχει σοβαρό ενδεχόμενο η πληροφορία αυτή των υδρευτικών γεωτρήσεων να μην συμπεριλαμβάνει τα νέα δεδομένα. Έτσι λοιπόν απαιτείται κατ'αρχήν μια επικαιροποίηση των στοιχείων σχετικά με την υδρευτική χρήση των γεωτρήσεων.

Επιπλέον έχουν καταγραφεί φαινόμενα υφαλμύρινσης στο υπόγειο σώμα καθώς και υπερβάσεις σε νιτρικά και θειικά. Σημειώνεται ότι ειδικά για τα νιτρικά έχει χαρακτηριστεί ευαίσθητη ζώνη η παράκτια περιοχή του σώματος Χρυσοχούς. Με τα χαρακτηριστικά αυτά το σώμα δεν μπορεί να αξιοποιηθεί για ύδρευση χωρίς επεξεργασία του νερού. Ο βαθμός επεξεργασίας ενδεχομένως να διαφοροποιείται από περιοχή σε περιοχή.



Σχήμα 7-2: Υδρευτικές γεωτρήσεις (κυανό) στην περιοχή έργου Χρυσοχούς

7.5. Συμπεράσματα

1. Απαιτείται κατ'αρχήν μια επικαιροποίηση των στοιχείων σχετικά με την υδρευτική χρήση των γεωτρήσεων σε συνέχεια των παραπάνω καταγραφών.
2. Απαιτείται βελτίωση της καταγραφής δεδομένων εισροών και εκροών στα φράγματα και από τις υδροληψίες (δήμματα) του σχετικά σύνθετου συστήματος.
3. Στην ευρύτερη περιοχή Χρυσοχούς το συνολικό ισοζύγιο παραμένει θετικό όμως όπως προαναφέρθηκε υπάρχει σημαντική συνεισφορά των αντλήσεων από τα υδάτινα σώματα Χρυσοχούς και Ανδρολίκου. Από αυτούς,

το υδάτινο σώμα της Χρυσοχούς παρουσιάζει ενδείξεις προοδευτικής πτώσης της στάθμης. Επιπλέον, αποτελεί πηγή ανησυχίας και η μελλοντική ποιοτική κατάσταση των υπογείων, δεδομένου ότι από αυτά καλύπτεται το σύνολο της υδρευτικής ζήτησης. Η ζήτηση για άρδευση βαίνει μειούμενη, όμως υπάρχει πρόσφατα μεγάλη τάση ανάπτυξης του τουρισμού και της παραθεριστικής κατοικίας που οδηγεί σε αυξημένη ζήτηση ύδρευσης και άρδευσης πρασίνου αλλά και αυξημένες πιέσεις στους υδροφορείς λόγω ρύπανσης. Απαιτείται λεπτομερής υδρογεωλογική μελέτη και κατάρτιση μαθηματικού ομοιώματος υπόγειας ροής και κίνησης ρύπων για τον προσχωματικό υδροφορέα Χρυσοχούς. Ανάλογα με τα συμπεράσματα της μελέτης αυτής ενδέχεται να απαιτηθεί να αναζητηθούν και άλλοι πόροι για την ύδρευση (π.χ. φράγματα Χρυσοχούς, επέκταση του υδρευτικού αγωγού Κανναβιούς). Αναμένεται επίσης ότι τα προγραμματιζόμενα έργα αφαλατώσεων θα καλύψουν πολλές από τις ολοένα αυξανόμενες ανάγκες.

4. Με δεδομένη την εγγύτητα με τα υπόγεια σώματα Ανδρολίκου και Λετύμβου –Γιόλου θα μπορούσε να διερευνηθεί η δυνατότητα κάλυψης μέρους των υδρευτικών αναγκών από τα συγκεκριμένα σώματα.

5. Η προστασία του υπογείου νερού από τις άλλες χρήσεις επιβάλλεται εφόσον το ζητούμενο είναι η διασφάλιση της ύδρευσης. Έτσι εφόσον καθορισθούν οι γεωτρήσεις ύδρευσης και οι αντίστοιχες πηγές θα πρέπει να ορισθούν άμεσα ζώνες προστασίας για την εξασφάλιση της ποιοτικής επάρκειας του νερού.

8. ΑΛΛΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

8.1. Τρόδος

8.1.1. Υφιστάμενη Κατάσταση

Σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία, λειτουργούν αρκετές εκατοντάδες γεωτρήσεις στον υδροφορέα για άρδευση και για ύδρευση. Δεν διαπιστώθηκε πτώση στάθμης της τάξης που αναφέρεται στις εκθέσεις του Άρθρου 5 με τα διαθέσιμα στοιχεία, αλλά το φαινόμενο υφίσταται και είναι πιο εμφανές στις παροχές των πηγών. Μόνο σε μερικούς μικρούς και αποτελεσματικά τροφοδοτούμενους υδροφορείς, η άντληση είναι σε ισορροπία με τη φυσική τροφοδοσία. Όπως δείχνουν τα πλέον πρόσφατα δεδομένα στάθμης, πολλοί υδροφορείς επανέρχονται μερικώς κάτω από κανονικές υδρομετεωρολογικές συνθήκες.

Στην περιοχή του υπόγειου σώματος υπάρχουν τουλάχιστον 27 ταμιευτήρες όπως αυτοί του Ξυλιάτου, Καλαβασσού, Διπόταμου, Λευκάρων, Πάνω Πλάτρες, καθώς και μικρότεροι (π.χ. έργα Πιτσιλιάς, Πύργος, Πωμός, Αργάκα κτλ.). Οι μεγαλύτεροι από αυτούς όμως εξυπηρετούν κυρίως ανάγκες που είναι εκτός του υδατικού σώματος. Το σύνολο των ταμιευτήρων όπως δίδεται στα διαθέσιμα στοιχεία του γεωγραφικού συστήματος πληροφοριών, παρατίθεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίν. 8-1: Ταμιευτήρες στην περιοχή του υδατικού σώματος

Όνομα Ταμιευτήρα	Περιοχή/Χωριό	Ταμίευση (10 ³ m ³)
Αγρός	-Κυπερούντα-Αγρίδια	99
Καλοπαναγιώτης	Καλοπαναγιώτης	363
Ξυλιάτου	Ξυλιάτος	
Καλαβασσός	Ορά	17000
Αρακαπάς	Αρακαπάς	129
Παλαιοχώρι	Παλαιοχώρι Ορεινής	
Διπόταμος	Πάνω Λεύκαρα	15000
Λεύκαρα	Πάνω Λεύκαρα	13850
Καλού Χωριού	Γούρρι	
Λύμπια	Μοσφιλότι	
Πωμός	Πωμός	859
Πύργος	Πηγαίεια	285
Μαραθάσα	Αγ. Επιφάνειος	

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VIII – ΤΕΛΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

Όνομα Ταμιευτήρα	Περιοχή/Χωριό	Ταμίευση (10 ³ m ³)
Αγ. Μαρίνα	Αγ. Μαρίνα Χρυσοχούς	298
Αργάκα-Μακούντα	–Μακούντα-Κινούσα	
Τριμίκλινη	Τριμίκλινη	340
Λυθροδόντας	Λυθροδόντας	
Λεύκα-Καφηλές	Κάμπος	
Γαλήνη	–Γαλήνη-Κάμπος	23
Πέτρα	–Ευρύχου-Φλάσου	
Ακρούντα	Ακρούντα	23
Βυζακιά	Βυζακιά	
Περαπέδι	Περαπέδι	55
Αμπελίκου-Λεύκα	Αμπελίκου-Λεύκα	
Αμπελίκου	Αμπελίκου	
Αρακαπάς	Αρακαπάς	129
Άγιοι Βαβατσινιάς	Άγιοι Βαβατσινιάς	53

8.1.2. Εκτίμηση Αναγκών

Η αρχική εκτίμηση άντλησης από αυτούς τους υδροφορείς για το έτος 2000 έγινε, βάσει των δεδομένων ζήτησης νερού που προέρχονται από το Λουκά Σαββίδη, Κυριάκο Αλεξάνδρου και Gerald Dorflinger. Η ζήτηση για ύδρευση εκτιμήθηκε σε 2,5 εκ. m³/έτος και για άρδευση σε 15,5 εκ. m³/έτος. Τμήμα της ζήτησης για άρδευση καλύπτεται από πηγές, εκτροπές επιφανειακού νερού καθώς και από φράγματα και δεξαμενές (Πρόγραμμα Πιτσιλιάς και άλλα έργα ύδρευσης/άρδευσης). Υπάρχουν >27 ταμιευτήρες διαφόρων μεγεθών στην περιοχή του σώματος (εξαιρώντας αυτούς της Πιτσιλιάς). Η άντληση εκτιμήθηκε ότι είναι της τάξης των 12-13 εκ. m³/έτος περίπου.

Με τα νέα δεδομένα του ΚΟΑΠ και της Στατιστικής Υπηρεσίας, που επεξεργάστηκε η ομάδα μελέτης στα πλαίσια της παρούσας σύμβασης, προέκυψαν πολύ διαφοροποιημένες εκτιμήσεις. Σύμφωνα με αυτές, οι ετήσιες ανάγκες για όλες τις χρήσεις στο σύνολο του σώματος, ανέρχονται σε 38 x 10⁶m³.

Η ζήτηση αυτή κατανέμεται σε 3 x 10⁶m³ για ύδρευση, 1 x 10⁶m³ για κτηνοτροφία και 34 x 10⁶m³ για άρδευση.

Σημειώνεται ότι στην εκτίμηση της άρδευσης, σημαντικό ρόλο παίζουν οι εκτάσεις με ελαιόδενδρα, καθώς ο τρόπος άρδευσής τους καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την εκτίμηση που παρατίθεται παραπάνω. Παρατηρήθηκε ότι από το σύνολο των δηλωμένων ως αρδεύσιμων εκτάσεων (περίπου 72.000 στρέμματα) οι ελιές κάθε κατηγορίας καλύπτουν >40% (31.000 στρέμματα),

ενώ από πλευράς ζήτησης, εάν γίνει δεκτό ότι αρδεύονται, αντιπροσωπεύουν επίσης >40% της συνολικής εκτιμηθείσας ζήτησης.

8.1.3. Υδρογεωλογικές Συνθήκες

8.1.3.1. Γενική Γεωλογία

Όπως αναφέρθηκε το υπόγειο σώμα, περιλαμβάνει τους υδροφόρους του όρους Τρόδος (CY_19_FAO_64) και το σύμπλεγμα πυριγενών πετρωμάτων του Δάσους Λεμεσού (CY_19_FAO_65). Οι οφιόλιθοι της ορεινής μάζας του Τρόδους αντιπροσωπεύουν ένα από τα τυπικότερα παραδείγματα στο κόσμο όπου εμφανίζεται μια πλήρης σειρά από βασικά και υπερβασικά πετρώματα. Όλη η σειρά εμφανίζεται σε ένα ομόκεντρο ελλειπτικό σχήμα με τη σειρά του Μανδύα να εμφανίζεται στο κέντρο, δηλαδή γύρω από το όρος Ολυμπος. Η ακολουθία του Μανδύα αποτελείται από Χαρτζβουργίτες και Σερπεντινίτες. Η επόμενη σειρά, δηλαδή η Πλουτωνική, αποτελείται από Δουνίτες, Βερλίτες, Πυροξενίτες, Γάββρους και Πλαγιογρανίτες. Αυτό ακολουθείται από Διαβάσεις της ακολουθίας των Φλεβικών Διεισδύσεων. Υπεράνω αυτών συναντάται το υπερβασικό σύστημα το οποίο είναι μια ζώνη μετάβασης μεταξύ Διαβάσεων και Λαβών. Τέλος στο ανώτερο τμήμα βρίσκονται οι Κατώτερες και Ανώτερες λάβες Pillow της Ηφαιστειακής σειράς.

8.1.3.2. Υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά

Οι υδροφορείς που είναι καλύτερα αναπτυγμένοι είναι αυτοί που βρίσκονται σε τεκτονικά διερρηγμένες ζώνες ή σε συμπλέγματα πετρωμάτων όπου οι διαδικασίες της εξαλλοίωσης και αποσάθρωσης δεν παράγουν αργιλικά ή γενικά αδιαπέρατα υλικά. Σύμφωνα με προγενέστερες πηγές οι πιο συνηθισμένοι υδροφορείς, αναπτύσσονται στις επιφανειακές, μικρού πάχους, αποσαθρωμένες ζώνες αυτών των πετρωμάτων ή στους κώνους κορημάτων. Είναι συνήθως πολύ μικροί παροδικοί υδροφορείς που δημιουργούνται μετά τις βροχές του χειμώνα. Εκφορτίζονται μέσω πηγών βραχύχρονης λειτουργίας ή μικροπηγών. Υδροφορείς μικρής χωρητικότητας που αναπτύσσονται σε μικρές ζώνες ρηγμάτων είναι επίσης συνηθισμένοι. Οι πιο δυναμικοί και παραγωγικοί δημιουργούνται σε Γάββρους. Αυτά τα πετρώματα είναι συνήθως σε τεκτονικά κερματισμένες ζώνες, πολύ εξαλλοιωμένα, και δημιουργούν έτσι ζώνες μεγάλου πάχους κερματισμένου υλικού υψηλής περατότητας. Άλλοι σημαντικοί υδροφορείς αναπτύσσονται σε κάποιες

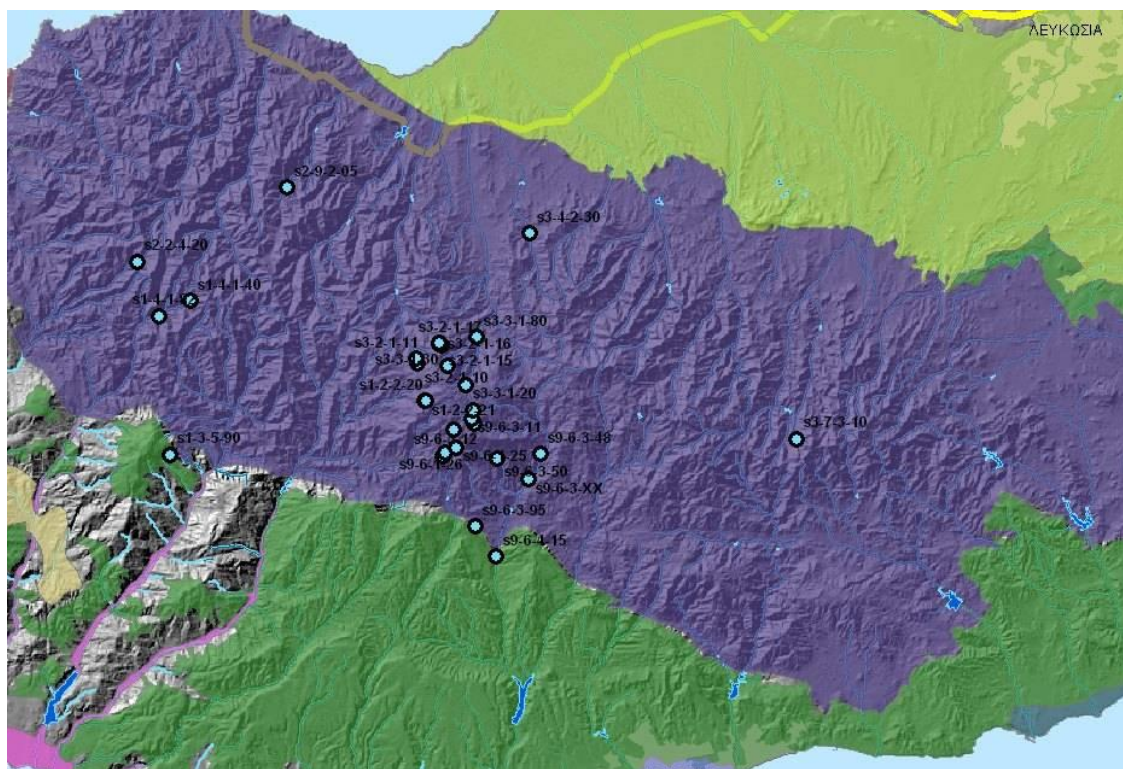
εκτεταμένες ζώνες ρηγμάτων όπως αυτή που αναπτύσσεται στη ζώνη του ρήγματος Αρακαπά. Οι περισσότερες από τις συνεχούς ροής πηγές υψηλής δυναμικότητας, τροφοδοτούνται από αυτούς τους υδροφορείς. Ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη των υδροφορέων υπάρχουν επίσης σε διερρηγμένες ζώνες Σερπεντινιτών και Πλαγιογρανιτών.

Το αποκομμένο, δυτικό τμήμα του Τροόδους δεν τυγχάνει εκμετάλλευσης. Είναι μια αραιοκατοικημένη περιοχή που είναι αρκετά μακριά από κέντρα μεγάλης ζήτησης νερού. Οι κεντρικοί και ανατολικοί υδροφορείς του Τροόδους εκμεταλλεύονται έντονα. Ο βαθμός αυτής της εκμετάλλευσης δεν ορίζεται ξεκάθαρα. Δεν είναι ακριβώς γνωστός ο αριθμός των γεωτρήσεων που κατασκευάστηκαν και η ετήσια άντληση δεν είναι καταχωρημένη. Η άντληση εκτιμάται έμμεσα μέσω του μεγέθους των αρδευόμενων περιοχών και τους τύπους της καλλιέργειας που αρδεύεται.

Όλοι οι τύποι των υδροφορέων (υπό πίεση, ελεύθεροι κτλ.) υπάρχουν σε αυτή την περιοχή.

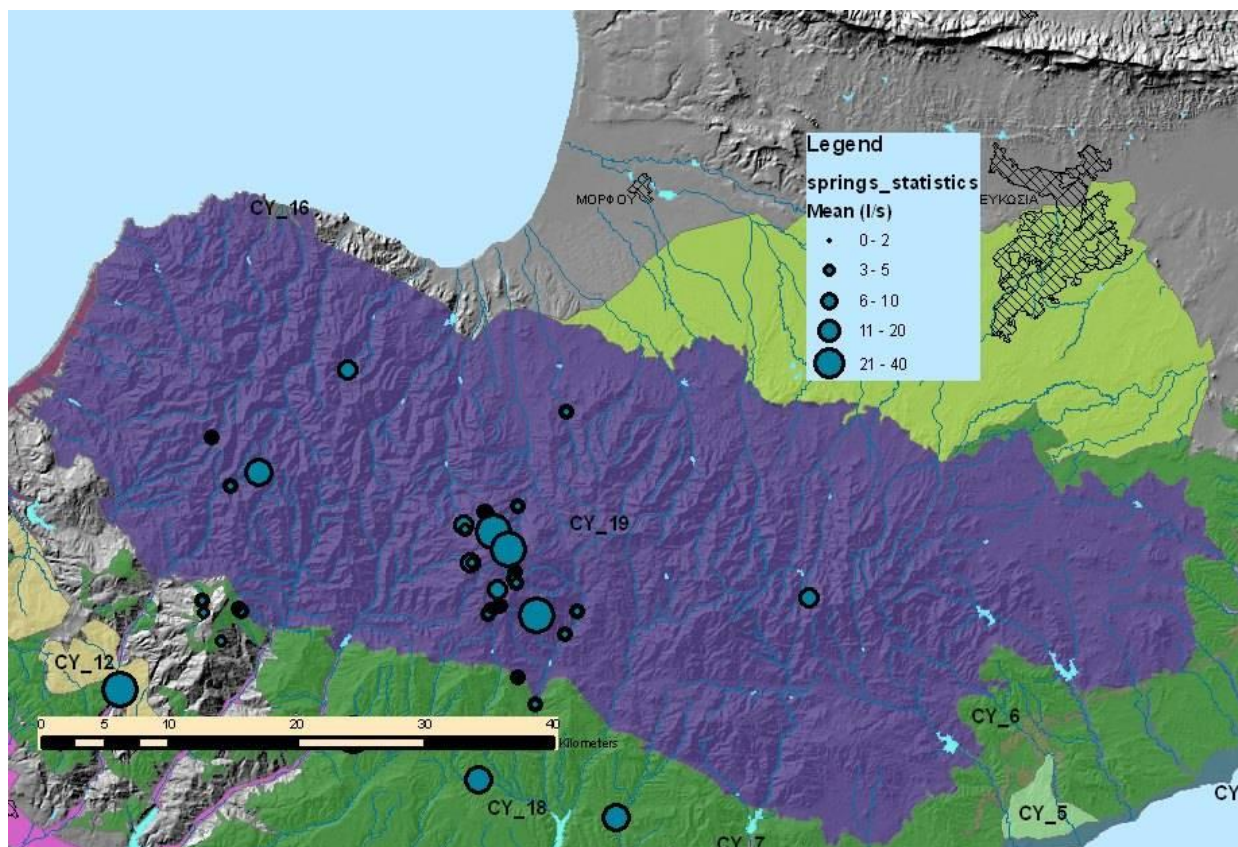
8.1.3.3. Πηγαίες Αναβλύσεις

Οι πηγαίες αναβλύσεις αποτελούν ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του υδρογεωλογικού καθεστώτος στην περιοχή του υπογείου σώματος.



Σχήμα 8-1: Σημεία με διαθέσιμα δεδομένα πηγαίων αναβλύσεων στο υδατικό σώμα Τρόδος

Εξετάσθηκαν δεδομένα παροχών από 30 πηγές στην περιοχή του σώματος. Οι περίοδοι αναφοράς ποικίλουν με κοινή βάση την δεκαετία 1970 και κατά περίπτωση οι μετρήσεις φθάνουν μέχρι σήμερα, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις οι χρονοσειρές καλύπτουν όλη την 10-ετία του 1960. Οι μέσες παροχές ποικίλουν από 4 έως > 50 l/s και φαίνεται σαφής μείωση των αιχμών μετά το 1990, ενώ σε κάποιες από τις πηγές πέρα από τις αιχμές, σαφή πτωτική τάση ακολουθεί και η βασική ροή.



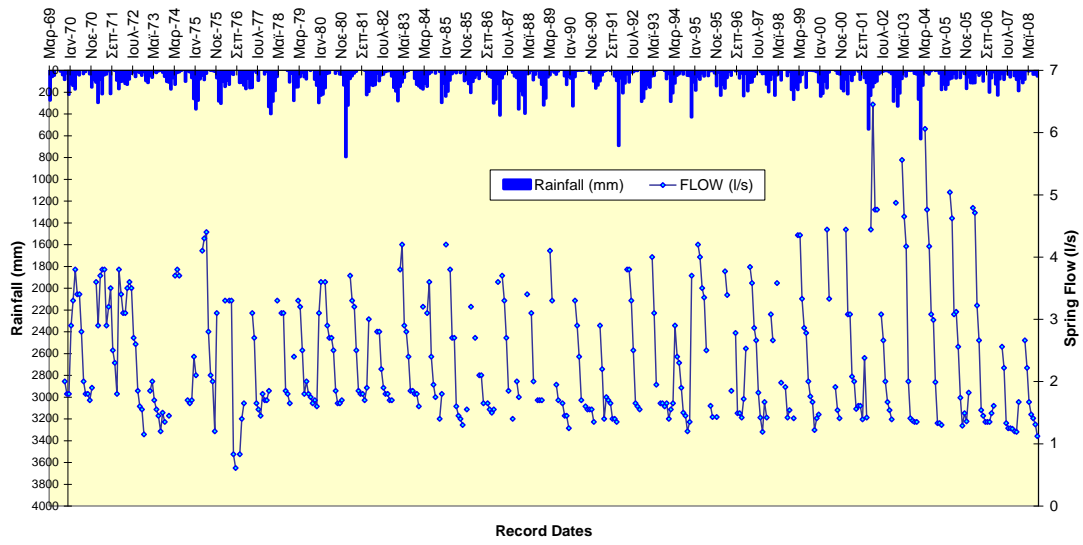
Σχήμα 8-2: Πηγαίες αναβλύσεις και μέσες τιμές παροχών(l/s).

Όπως φαίνεται και στον χάρτη παραπάνω στην περιοχή του σώματος, εμφανίζονται πηγές που παρουσιάζουν από τις μεγαλύτερες παροχές στην Κύπρο. Οι σημαντικότερες βρίσκονται στο κεντρικό και νότιο τμήμα του Τροόδους. Ένα ιδιαίτερα σημαντικό χαρακτηριστικό των πηγαίων αναβλύσεων του Τροόδους, για την διαμόρφωση του Σχεδίου Ξηρασίας, είναι ότι σύμφωνα με τα διαθέσιμα δεδομένα παροχών, πολλές από τις αναβλύσεις αυτές συνεχίζουν και την ξηρή περίοδο με μειωμένες βέβαια παροχές μέχρι 10l/s (βλ. Σχήμα 8-8).

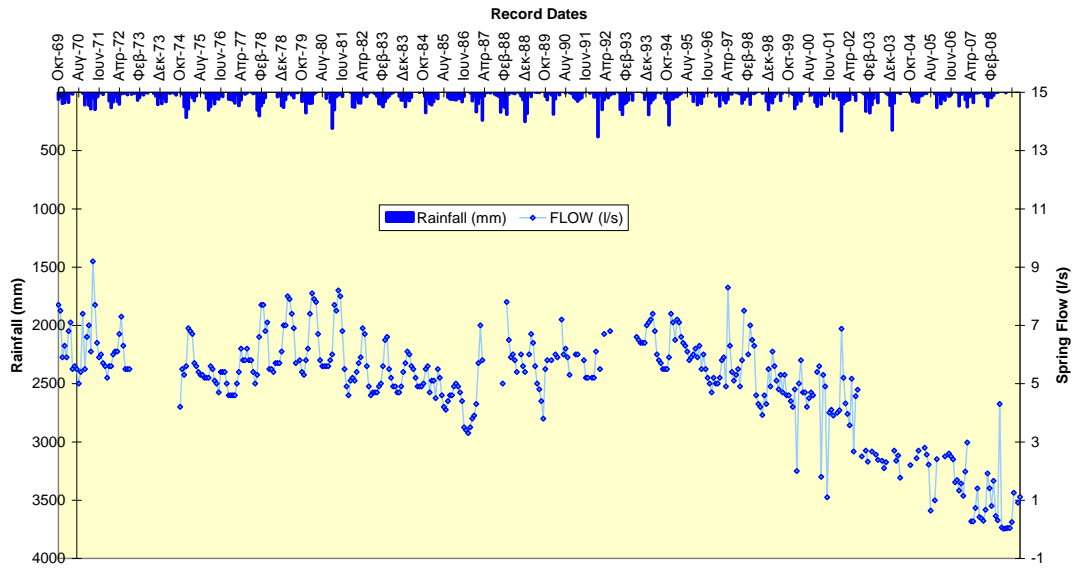
**ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΑΡΘΡΩΝ 11,13 ΚΑΙ 15
ΤΗΣ ΟΔΗΓΙΑΣ ΠΛΑΙΣΙΟ ΠΕΡΙ ΥΔΑΤΩΝ (2000/60/ΕΚ) ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VIII – ΤΕΛΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

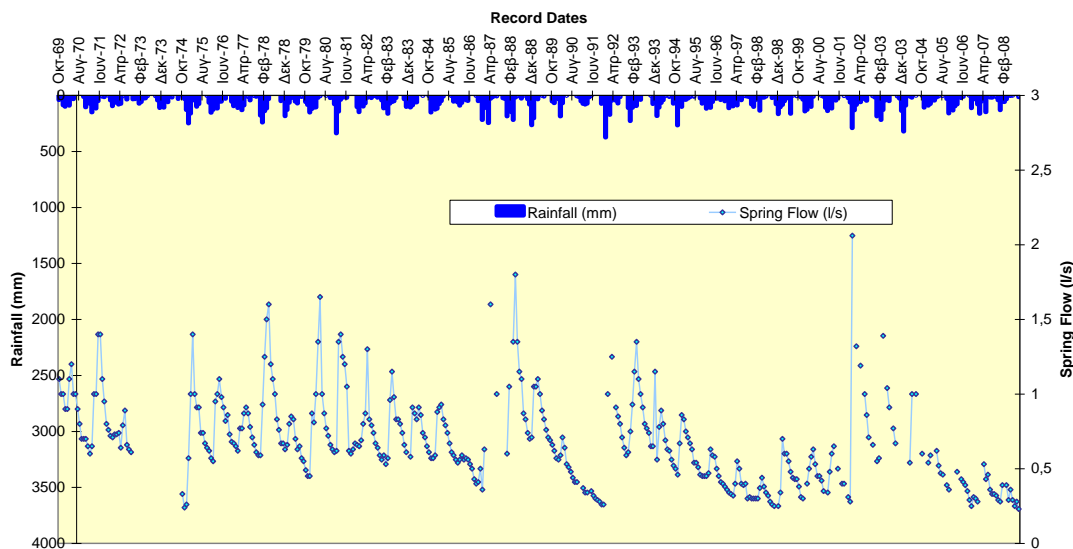
s9-6-3-12 - LOUMATA TOY ΑΕΤΟΥ "Α" - Troodos PWD Meteorological Station (Station 270)



**s3-3-1-80 - AYIOS NIKOLAOS A+B - Kakopetria Meteorological Station (EL. School)
(Station 291)**



s3-2-1-17 - MILIA "B" - Kalopanayiotis Meteorological Station (Dam Station 211)



Σχήμα 8-3: Πηγαίες αναβλύσεις (l/s) και κατακρημνίσματα (mm).

Οι περισσότερες πηγές χρησιμοποιούνται ήδη για ύδρευση ενώ κάποιες καλύπτουν αρδευτικές ανάγκες (βλ. Σχήμα 8-9). Ένα σημαντικό ζήτημα που προκύπτει από τα διαθέσιμα στοιχεία, είναι η τρωτότητα της ποιότητας του νερού των πηγών από ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Ήδη μια από τις πηγές (Συκιά ή Κρύα Πηγάδια) έχει τεθεί εκτός χρήσης λόγω ρύπανσης, ενώ και στην περιοχή της Χρυσοχούς αναφέρθηκε αντίστοιχο πρόβλημα κατά την επίσκεψη της ομάδας μελέτης. Επί του παρόντος, σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία, έχουν κηρυχθεί ζώνες προστασίας σε δύο πηγές, στη Μαραθούντα (Πάφος –Υδατικό Σώμα Λεύκαρα-Πάχνα). Θα πρέπει η πρακτική να εφαρμοσθεί σε όλες τις πηγές που χρησιμοποιούνται για ύδρευση.

8.1.3.3.1. Ανάλυση υδρογραφήματος πηγής

Η ανάλυση του υδρογραφήματος των πηγών, έχει σκοπό αφενός να προσδιορίσει την τάξη μεγέθους του όγκου νερού που είναι αποθηκευμένος σε υψομετρικό επίπεδο πάνω από το σημείο εκροής, σε επιλεγμένη χρονική στιγμή και αφετέρου να ανιχνεύσει τον τρόπο που αποθηκεύεται ο όγκος αυτός και τις επιρροές των μετεωρολογικών διακυμάνσεων σε αυτόν. Στην φάση αυτή, χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα μιας από τις μεγαλύτερες σε παροχή πηγές του υδατικού σώματος (Αρκολαχανιά S9-6-3-50), όπου

εκπονήθηκε η ανάλυση που προαναφέρθηκε. Ο βασικός λόγος που έγινε η ανάλυση στα πλαίσια της παρούσας, είναι να καταδειχθεί η αναγκαιότητα τέτοιας μορφής προσέγγισης η οποία παρέχει ιδιαίτερα χρήσιμα συμπεράσματα για την διαχείριση του νερού σε περίοδο ξηρασίας.

Η προσέγγιση που υιοθετήθηκε είναι η απλούστερη δυνατή και ενδεχομένως επιδέχεται περαιτέρω βελτιώσεων, οι οποίες θα δώσουν περισσότερο λεπτομερείς εκτιμήσεις των διαθέσιμων όγκων. Ωστόσο, επειδή η τάξη μεγέθους του όγκου αποθήκευσης, είναι αυτή που ενδιαφέρει στην παρούσα, κρίθηκε σκόπιμο να μην εφαρμοσθεί λεπτομερής εμβάθυνση στις τεχνικές ανάλυσης του υδρογραφήματος.

Έτσι, με βάση την εξίσωση $Q_t = Q_0 e^{-\alpha t}$ Maillet (1905) (8.1.1)

υπολογίζεται ο συντελεστής «α».

όπου

Q_t : παροχή της πηγής σε χρονική στιγμή t που επιλέγεται για το τέλος του καθοδικού τμήματος του υδρογραφήματος

Q_0 : παροχή της πηγής στην αρχή του πτωτικού κλάδου του υδρογραφήματος

α : συντελεστής στείρευσης

t : χρόνος σε μέρες

Ο συντελεστής «α» χρησιμοποιείται σε πολλές αναλύσεις υδρογραφημάτων και αναπαριστά την δυνατότητα του συστήματος να ελευθερώνει νερό. Εξαρτάται από τον συντελεστή T (transmissivity) και την ειδική απόδοση (specific yield) του συστήματος. Όταν ο συντελεστής «α» έχει μεγάλες τιμές τότε το σύστημα δεν αποθηκεύει πολύ νερό και το υδρογράφημα είναι απότομο, ενώ σε περίπτωση μικρών τιμών του συντελεστή, παρέχονται ενδείξεις για μεγάλη αποθηκευτική ικανότητα του συστήματος.

Για την εύρεση του συντελεστή στείρευσης «α», επιλύεται η παραπάνω εξίσωση ως εξής :

$$\alpha = -\frac{\ln(Q_t/Q_0)}{t} \quad (8.1.2)$$

Τέλος, με βάση την (8.1.3) υπολογίζεται ο όγκος δυνητικών αποθεμάτων την χρονική στιγμή Q_t ως εξής :

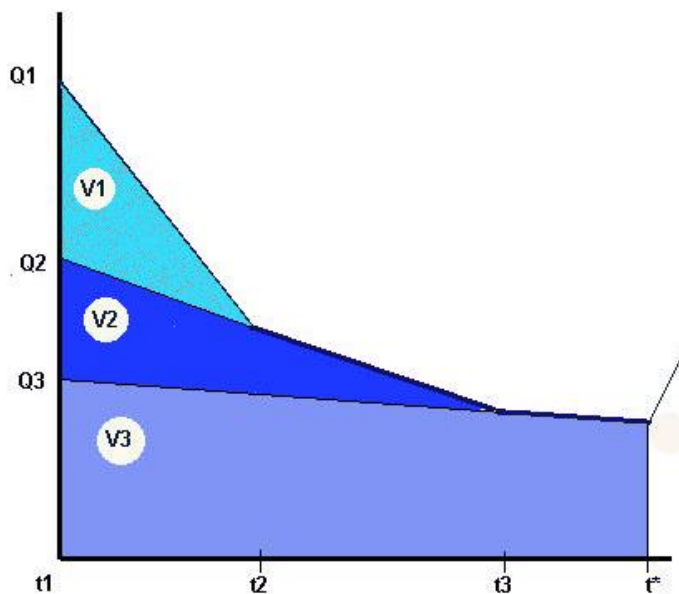
$$Q_t = \alpha S_t \quad (8.1.3)$$

όπου S_t όγκος δυνητικών αποθεμάτων την χρονική στιγμή “t”.

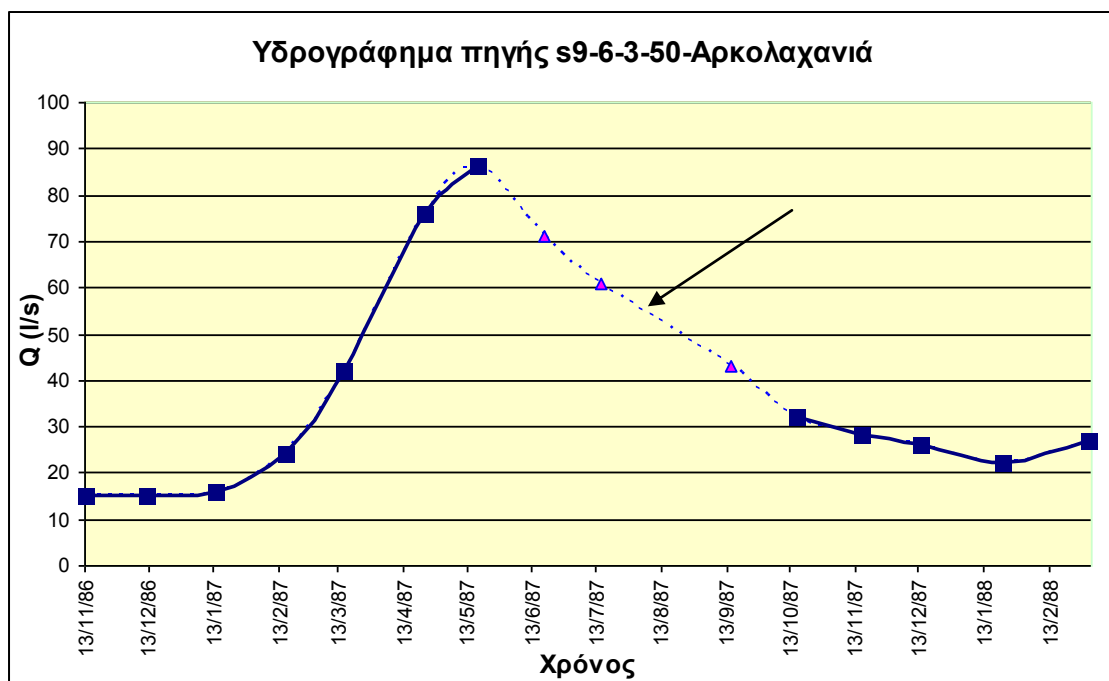
Στην πραγματικότητα πολύ λίγες είναι οι περιπτώσεις που μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο ένας συντελεστής, εφόσον υπεισέρχονται περισσότεροι του ενός μηχανισμοί αποθήκευσης και αυτό αντανακλάται στην μορφή του καθοδικού κλάδου του υδρογραφήματος.

Για την παρούσα επιλέγεται η εκτίμηση των αποθεμάτων στο σημείο αιχμής του υδρογραφήματος, που είναι συνήθως στο τέλος της Άνοιξης για την συγκεκριμένη πηγή και χρησιμοποιείται το πρώτο τμήμα του καθοδικού κλάδου με έντονη κλίση αφήνοντας τα υπόλοιπα (συνήθως άλλο ένα παρατηρείται στην συγκεκριμένη πηγή). Το πρώτο τμήμα αυτό συνήθως διαρκεί μέχρι τον Σεπτέμβριο αλλά υπάρχουν και χρονιές που αυτό είναι συντομότερο ή εκτενέστερο χρονικά.

Εδώ πρέπει να τονισθεί, ότι η προσέγγιση αυτή υιοθετείται αντί της συνολικής εκτίμησης του αποθηκευμένου όγκου, διότι το πρώτο αυτό απότομο τμήμα αντιπροσωπεύει αφενός την ταμίευση που είναι διαθέσιμη (εκρέει) στην κρίσιμη διαχειριστικά περίοδο (θερινή) και αφετέρου παρέχει συντηρητική εκτίμηση των αποθεμάτων αφήνοντας περιθώρια για βελτιστοποίηση διαχείρισης.



Σχήμα 8-4: Διαφορετικοί συντελεστές στείρευσης και αντίστοιχοι όγκοι αποθεμάτων από διαφορετικούς μηχανισμούς



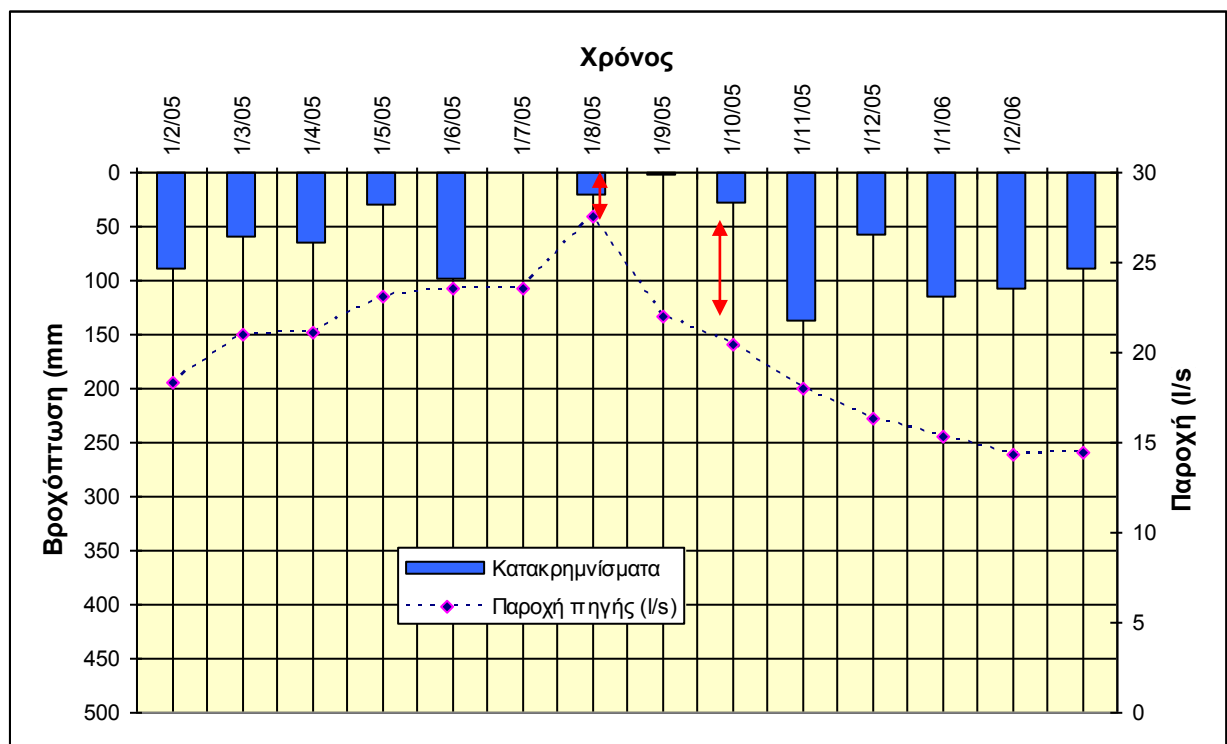
Σχήμα 8-5: Επιλογή κλάδου υδρογραφήματος (στικτή γραμμή) για εκτίμηση «α» και S (δυναμικών αποθεμάτων)

Να σημειωθεί ότι για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα του βροχομετρικού σταθμού «Άνω Αμίαντος» και ελέγχθηκαν τα γεγονότα βροχόπτωσης που επηρεάζουν την ανάλυση.

Αφού λοιπόν ελήφθησαν υπόψη τα προαναφερθέντα έγινε εκτίμηση των δυνητικών αποθεμάτων για την περίοδο των διαθέσιμων δεδομένων. Από αυτό προκύπτει ότι το εύρος των αποθεμάτων κυμαίνεται από 0,3 έως 1,8 x 10⁶ m³ ανά έτος.

Όπως προκύπτει από την ανάλυση, η δίαιτα της πηγής επηρεάζεται σε ετήσια βάση από την χειμερινή κυρίως τροφοδοσία, ενώ οι μετρήσεις παροχών ενδεχομένως επηρεάζονται άμεσα και από θερινά επεισόδια βροχόπτωσης, χωρίς να σημαίνει κάτι αυτό για την συνολική ταμίευση.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η επίδραση στο υδρογράφημα της βροχόπτωσης (19,5 mm) του Αυγούστου 2005, η οποία θα οδηγούσε σε εσφαλμένη εκτίμηση την ανάλυση, εάν δεν είχε ληφθεί υπόψη. Στην συγκεκριμένη περίπτωση η αιχμή του υδρογραφήματος, μπορεί να οφείλεται στην μεθοδολογία μέτρησης ή σε απόκριση της πηγής. Το τελευταίο δεν φαίνεται να προκύπτει από την μεταγενέστερη περίοδο.



Σχήμα 8-6: Επίδραση μεμονωμένων επεισοδίων υετού στην μορφή του υδρογραφήματος (πιθανόν λόγω μεθοδολογίας μετρήσεων) στην πηγή Αρκολαχανιά

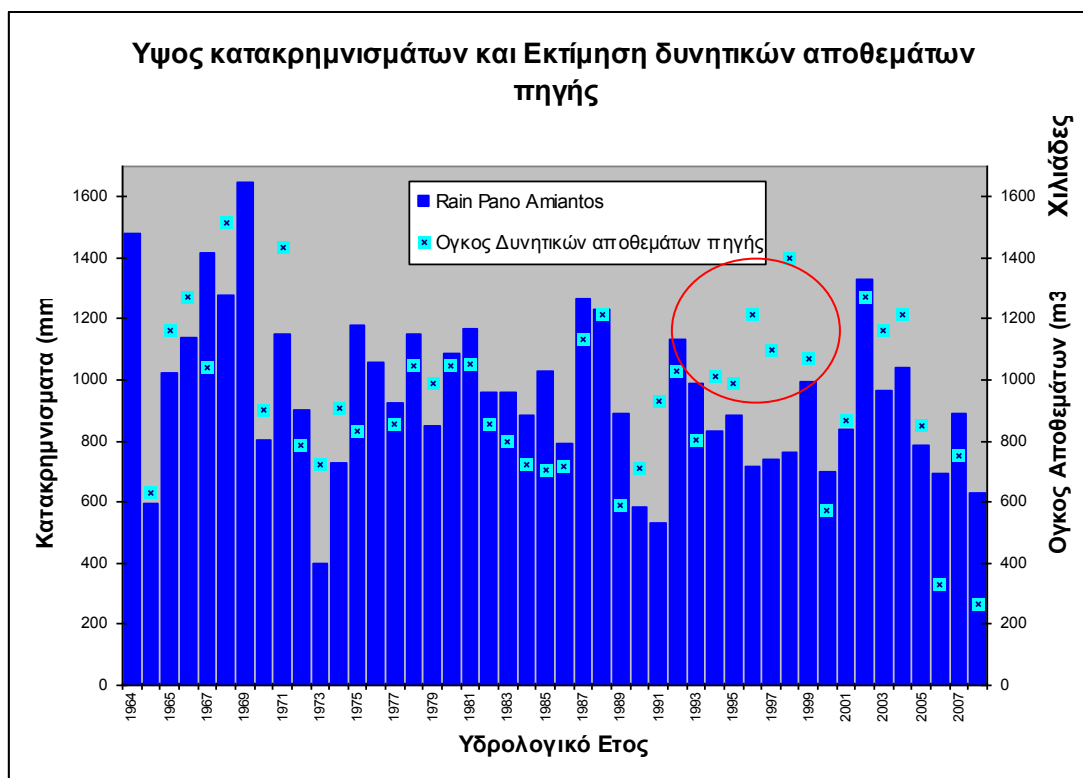
Πίν. 8-2: Εκτίμηση δυνητικών αποθεμάτων πηγής Αρκολαχανιάς

Υδρολογικό Έτος*	Όγκος Δυνητικών αποθεμάτων πηγής (m ³)	Ετήσιο Ύψος κατακρημνισμάτων (mm) Pano Amiantos	Ύψος κατακρημνισμάτων Απριλίου-Σεπτεμβρίου (mm)
1964	630.069	598	274
1965	1.159.769	1026	141
1966	1.274.521	1138	51
1967	1.042.462	1419	118
1968	1.512.767	1279,9	204
1969	1.833.630	1645,1	157
1970	903.958	805,4	69,4
1971	1.432.163	1152,6	67,6
1972	786.015	902,2	202,6
1973	722.900	401	161,1
1974	909.314	729,2	68,4
1975	830.090	1180	81,2
1976		1056,9	140,3
1977	856.607	926,8	124,6
1978	1.044.323	1149,3	87,6
1979	987.792	848,2	1,8
1980	1.046.565	1084,5	163
1981	1.051.574	1166,4	26,6
1982	857.185	958,1	30,4
1983	798.337	962,7	220,5
1984	724.674	885,9	136,7
1985	706.708	1029,2	40,3
1986	719.104	791,8	58,8
1987	1.134.930	1264,7	107,1
1988	1.211.909	1233,5	59,3
1989	590.092	892,5	46,6
1990	710.022	585,5	63
1991	931.301	531,1	9,7
1992	1.030.861	1.131	11,5
1993	804.287	990,7	137,9
1995	1.014.524	835,3	65,4
1995	989.451	885,9	103,4
1996	1.214.736	716,2	62,4
1997	1.097.497	739,4	62,5
1998	1.399.013	764	109,6
1999	1.071.231	995,9	143,1
2000	573.647	701,5	178,3
2001	864.714	836,2	34,5
2002	1.270.364	1327,2	99,8
2003	1.161.809	964	107,4
2004	1.215.135	1038,4	40,9

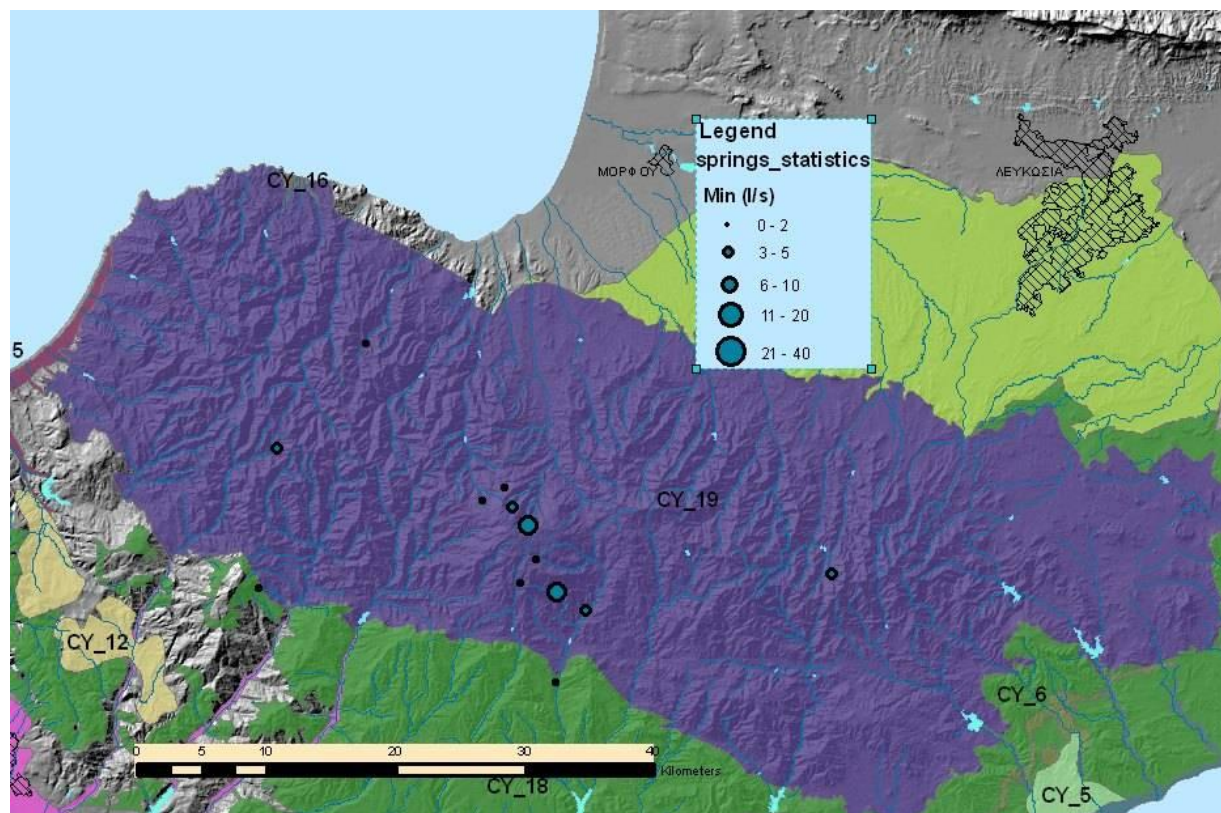
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VIII – ΤΕΛΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

Υδρολογικό Έτος*	Όγκος Δυνητικών αποθεμάτων πηγής (m ³)	Ετήσιο Ύψος κατακρημνισμάτων (mm) Pano Amiantos	Ύψος κατακρημνισμάτων Απριλίου-Σεπτεμβρίου (mm)
2005	851.561	788,1	27
2006	329.292	696,2	148,9
2007	749.390	888,8	148,2
2008	265.791	631,7	171,4

* Στον παραπάνω πίνακα ορίζεται υδρολογικό έτος 2008 η περίοδος από 10/2007 έως 9/2008



Σχήμα 8-7: Εκτίμηση δυνητικών αποθεμάτων πηγής s9-6-3-50 (ARKOLAKHANIA) και ετήσιο ύψος κατακρημνισμάτων ανάντη της πηγής σταθμού (Πάνω Αμίαντος). Υπογραμμίζεται χρονική περιοχή με αμφίβολα αποτελέσματα



Σχήμα 8-8: Πηγαίες αναβλύσεις και ελάχιστες τιμές παροχών(l/s).

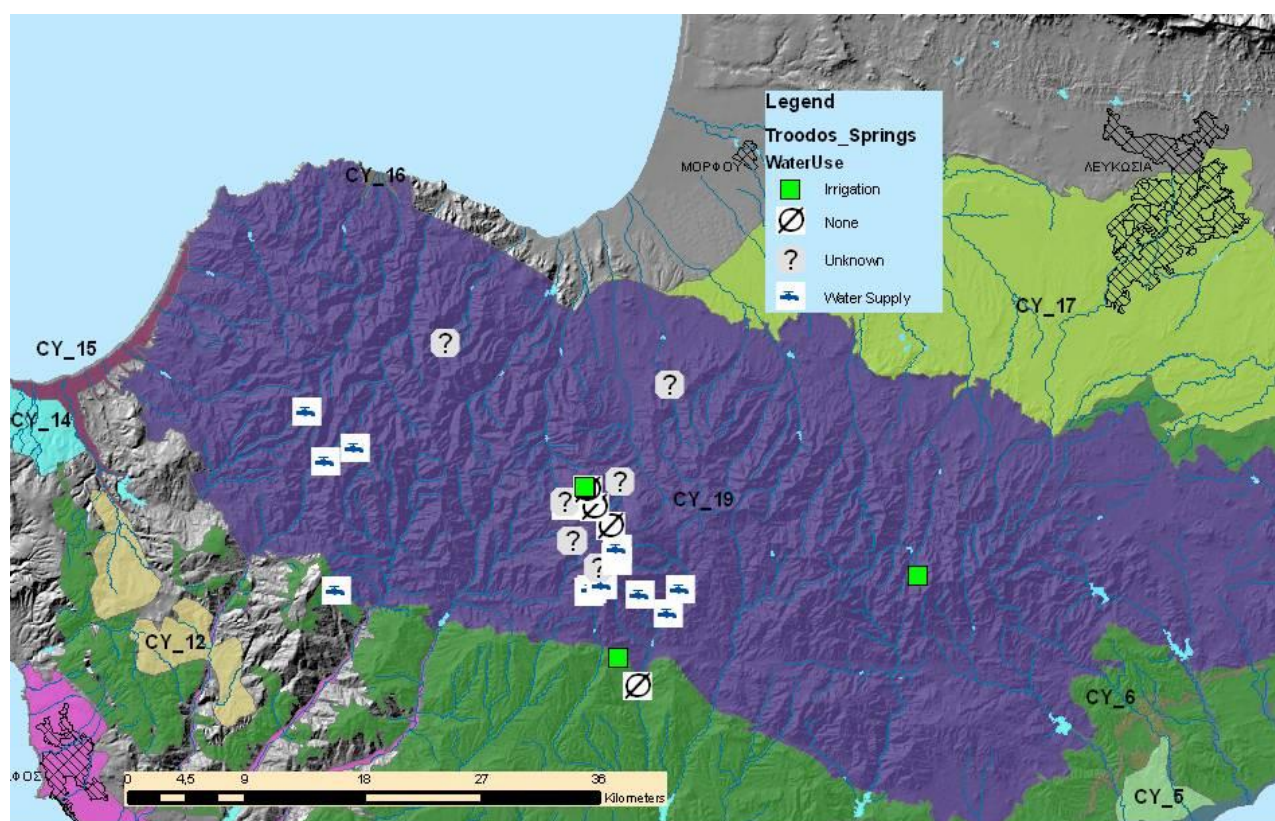
8.1.4. Ικανοποίηση Αναγκών

Η κάλυψη της ζήτησης γίνεται με αξιοποίηση των πηγαίων αναβλύσεων, με γεωτρήσεις και με έργα ταμίευσης (Έργα Πιτσιλιάς, Ξυλιάτου). Από τις πηγές η πλειοψηφία χρησιμοποιείται για ύδρευση (βλ. Σχήμα 8-9) ενώ κάποιες χρησιμοποιούνται και για άρδευση. Οι γεωτρήσεις ύδρευσης από την βάση δεδομένων του ΤΑΥ, ξεπερνάνε σε αριθμό τις 380 και βρίσκονται κυρίως στο ανατολικό τμήμα.

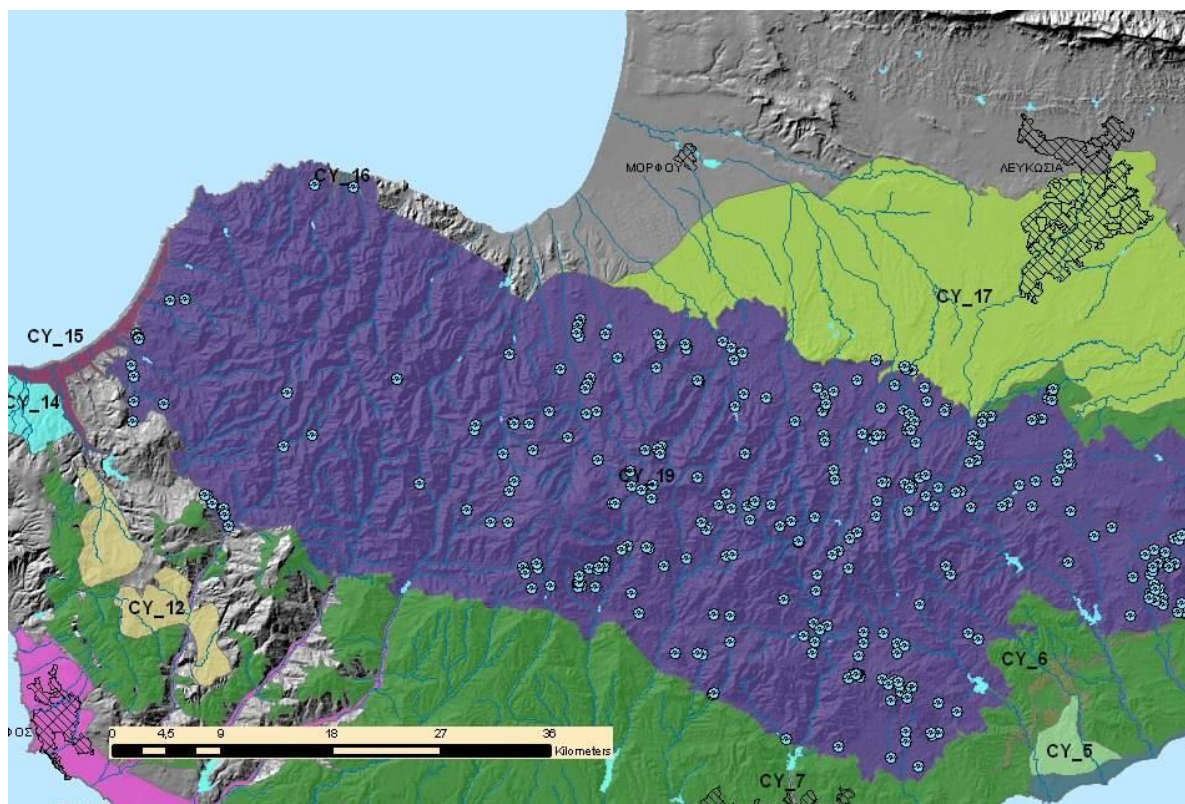
Δεν κατέστη δυνατόν να βρεθούν στοιχεία αντλήσεων, με αποτέλεσμα οι εκτιμήσεις της ζήτησης που παρατίθενται παραπάνω είναι έμμεσες και βασίζονται σε παραδοχές. Σε κάθε περίπτωση πάντως η άρδευση είναι πολλαπλάσια της ύδρευσης κατά μια τάξη μεγέθους. Γίνεται αντιληπτό λοιπόν ότι σε περίοδο ξηρασίας αρκεί περιορισμός της άρδευσης για να καλυφθεί η υδρευτική ζήτηση, υπό την προϋπόθεση ότι το ποιοτικό καθεστώς του νερού επιτρέπει την χρήση.

Από την αξιολόγηση των υδατικών σωμάτων, προέκυψε ότι η χημική κατάσταση του νερού είναι καλή με εξαίρεση κάποιες υπερβάσεις στα θειικά οι οποίες θεωρούνται φυσικής προέλευσης.

Φαίνεται λοιπόν εφικτό για την εξασφάλιση του υδρευτικού νερού, να παρακολουθούνται οι δείκτες ξηρασίας (όπως δίδονται σε άλλο κεφάλαιο της παρούσας) και να λαμβάνονται μέτρα για την μείωση της αρδευτικής ζήτησης προκειμένου να υπάρξει διαθεσιμότητα σε νερό ύδρευσης.



Σχήμα 8-9: Χρήση νερού πηγών στο Τρόδος (CY_19)



Σχήμα 8-10: Γεωτρήσεις ύδρευσης στο Τρόδος (CY_19) από στοιχεία ΤΑΥ

8.1.5. Συμπεράσματα

1. Η ύδρευση καλύπτεται από πηγές και γεωτρήσεις στο μεγαλύτερο μέρος του υπόγειου υδατικού σώματος.
2. Τα μεγάλα έργα ταμίευσης κυρίως εξυπηρετούν ανάγκες στα κατόντη του σώματος, ενώ τα υπόλοιπα μικρότερα καλύπτουν κυρίως άλλες ανάγκες εκτός ύδρευσης.
3. Η ανταγωνιστικότητα των χρήσεων και μάλιστα με κοινή περίοδο αιχμής επιβάλλει την θέσπιση προτεραιοτήτων στην κάλυψη της ζήτησης.
4. Ωστόσο η κατά πολύ μεγαλύτερη αρδευτική ζήτηση, οδηγεί σε υιοθέτηση μέτρων ελέγχου της, για την διασφάλιση υδρευτικού νερού σε περίοδο ξηρασίας.
5. Ήδη υπάρχει σημαντικός αριθμός έργων αξιοποίησης επιφανειακών νερών για αρδευτικούς κυρίως σκοπούς. Η χρησιμοποίηση του νερού

- αυτού για ύδρευση προϋποθέτει κάποιο βαθμό επεξεργασία και ανάλογο κόστος σε χρόνο και οικονομικούς πόρους.
6. Το πρόβλημα της διασφάλισης πόσιμου νερού έχει ποσοτική και ποιοτική συνιστώσα.
 7. Για την ποσοτική επάρκεια του υδρευτικού νερού, προτείνεται λοιπόν αφενός να περιορισθεί η κάλυψη της αρδευτικής ζήτησης, άμεσα από τα υπόγεια νερά (αντλήσεις), με επέκταση της αξιοποίησης επιφανειακών ροών, ενώ ταυτόχρονα να ελέγχεται κατά το δυνατόν σε ετήσια βάση η αγροτική παραγωγή σύμφωνα με δείκτες που έχουν περιγραφεί σε άλλα κεφάλαια της παρούσας. Ο έλεγχος αυτός αποσκοπεί τόσο στον προγραμματισμό ετήσιων καλλιεργειών, όσο και στις πρακτικές άρδευσης των μόνιμων (υπερετήσιων).
 8. Για την προστασία του ποιοτικού καθεστώτος προτείνεται η επέκταση των ζωνών προστασίας σε γεωτρήσεις και η καθιέρωσή τους και στις πηγές σε συνδυασμό με εμπλουτισμό του δικτύου παρακολούθησης.
 9. Θα πρέπει να αξιοποιηθούν όλα τα δεδομένα παροχών πηγών που διατίθενται με αντίστοιχες αναλύσεις για την εκτίμηση και οργάνωση της διάθεσης πόσιμου νερού από πηγές.
 10. Το πρόγραμμα παρακολούθησης αντλήσεων και φυσικών παραμέτρων του συστήματος χρήζει ουσιαστικής ανάπτυξης και βελτιστοποίησης, για την διάθεση δεδομένων που θα υποστηρίξουν την λήψη αποτελεσματικών αποφάσεων σε περιόδους ξηρασίας.

8.2. Δυτική Μεσαορία

8.2.1. Υφιστάμενη Κατάσταση

Η περιοχή της Δυτικής Μεσαορίας είναι από τις πλέον προβληματικές περιοχές όσον αφορά την έλλειψη νερού τόσο για την ύδρευση όσο και για την άρδευση. Οι ανάγκες ύδρευσης και άρδευσης καλύπτονται κυρίως με νερό που αντλείται με γεωτρήσεις.

Επιπλέον έχουν κατασκευασθεί τα φράγματα Ταμασσού επί του π. Πεδιαίου (2,8 εκατ. m³) και Κλήρου (0,08 εκατ. m³ επί του π. Ακακίου).

Υπάρχουν μερικές γεωτρήσεις στην περιοχή που χρησιμοποιούνται σε τοπικό επίπεδο για την ύδρευση των κοινοτήτων, αλλά και για την υποστήριξη της ύδρευσης της Λευκωσίας, όπου απαιτείται. Είναι γνωστό ότι έχουν θεσμοθετηθεί γεωτρήσεις με ζώνες προστασίας σε περιοχές της Κοκκινοτριμιθιάς, Μενοίκου και Ακακίου.

Μείζον πρόβλημα της περιοχής είναι η υπεράντληση των υπόγειων υδατικών της πόρων. Η υπεράντληση αυτή έχει λάβει πολύ μεγαλύτερους ρυθμούς στο παρελθόν και συνεχίσθηκε μέχρι πρόσφατα, εφόσον η μεγάλη αποθηκευτική ικανότητα του υδροφορέα επέτρεπε συνεχή πτώση στάθμης. Ωστόσο η συνέχιση του φαινομένου για μακρό χρονικό διάστημα, αφενός οδήγησε το σώμα στα όρια ταπείνωσης στάθμης και αφετέρου καθιστά απαγορευτική λόγω κόστους σε πολλές περιπτώσεις την άντληση και έτσι σήμερα ο ρυθμός ταπείνωσης έχει περιορισθεί σχετικά.

8.2.2. Εκτίμηση Αναγκών

Από την εκτίμηση αναγκών των Δήμων και Κοινοτήτων της Κύπρου που παρουσιάζεται στο Παράρτημα VII (Τελικό Σχέδιο Υδατικής Πολιτικής) προκύπτουν, για την περιοχή της Δυτικής Μεσαορίας τα εξής:

Πίν. 8-3: Κατανομή Ζήτησης ανά Τύπο Χρήσης για την περιοχή της Δυτικής Μεσαορίας

Κωδικός	Δήμος / Κοινότητα	Ύδρευση	Άρδευση	Κτηνοτροφία	Μερικά Σύνολα
---------	-------------------	---------	---------	-------------	---------------

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VIII – ΤΕΛΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

Κωδικός	Δήμος / Κοινότητα	Υδρευση	Αρδευση	Κτηνοτροφία	Μερικά Σύνολα
1362	Αστρομερίτης	215.295	1.391.991	15.280	1.622.566
1242	Δένεια	29.267	54.756	18.472	102.495
1244	Μάμμαρη	101.279	111.673	1.066	214.018
1243	Κοκκινοτριμιθιά	298.062	434.616	208.901	941.579
1368	Μένικο	94.348	465.530	231.418	791.296
1241	Παλαιομέτοχο	392.217	779.126	294.353	1.465.696
1240	Άγιοι Τριμιθιάς	127.754	418.248	34.382	580.384
1212	Αγροκηπιά	39.302	77.228	6.770	123.300
1211	Άγιος Ιωάννης (Μαλούντας)	40.579	659.239	41.039	740.857
1210	Αρεδιού	98.848	331.962	69.658	500.468
1208	Μαλούντα	36.658	101.008	10.530	148.196
1232	Πάνω Δευτερά	188.407	894.927	73.461	1.156.795
1233	Κάτω Δευτερά	157.599	457.465	0	615.064
1231	Ανάγεια	107.248	171.554	79	278.881
1229	Ψιμολόφου	123.833	637.244	44.934	806.011
1230	Εργάτες	152.882	652.025	24.140	829.047
1228	Επισκοπειό	46.597	226.272	53	272.922
1227	Πέρα	92.829	877.434	0	970.263
1226	Πολιτικό -Μονή Αγ.Ηρακλ.&Φιλάνι	33.648	320.325	7.650	361.623
1223	Καμπιά	38.025	224.344	269	262.638
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ		2.414.676	9.286.968	1.082.455	12.407.831

Ωστόσο επειδή ο βασικός πόρος είναι τα υπόγεια νερά, έχει αξία η θεώρηση των αναγκών για το σύνολο του υπόγειου υδατικού σώματος, εφόσον αυτό επεκτείνεται και στην Κεντρική Μεσαορία. Ο συνολικός ετήσιος όγκος εκτιμηθείσας ζήτησης για όλους τους τομείς παραγωγής και χρήσης νερού στο σύνολο του υπόγειου υδατικού σώματος ανέρχεται σε $30 \times 10^6 \text{ m}^3$.

8.2.3. Υδρογεωλογικές Συνθήκες

Σύμφωνα με τις διαθέσιμες πηγές, ο υδροφορέας είναι ιδιαίτερα πολύπλοκος. Αποτελείται από επιμέρους γεωλογικούς σχηματισμούς διαφορετικής περατότητας που αλληλοσυνδέονται ή βρίσκονται απομονωμένοι. Η ανεπαρκής γνώση του συστήματος, λόγω της πολυπλοκότητας του, τα μη ικανοποιητικά ιστορικά δεδομένα και ένα βασικά ανεπαρκές σύστημα παρακολούθησης, εμποδίζουν τη σωστή διαφοροποίηση και διακριτοποίηση των διαφόρων επιμέρους «υδροφορέων». Για αυτό το λόγο, αυτό το πολύπλοκο σύστημα των υδροφόρων Δυτικής και Κεντρικής Μεσαορίας, θεωρείται εδώ ως ένα υδατικό σώμα. Οι κύριοι επιμέρους υδροφορείς

αναπτύσσονται στους σχηματισμούς της Λευκωσίας, της Αθαλάσσας και σε κροκαλοπαγή ριπιδίων και ποτάμιας αλλουβιακές αποθέσεις και είναι :

- (CY_17_FAO_54) Σχηματισμός Λευκωσίας - Αθαλάσσας
- (CY_17_FAO_55) Κοίτη π. Ελιάς
- (CY_17_FAO_56) Κοίτη π. Περιστερώννα
- (CY_17_FAO_57) Κοίτη π. Ακακίου
- (CY_17_FAO_58) Κοίτη π. Πεδιαίου
- (CY_17_FAO_59) Κοίτη π. Γιαλιά

Οι κύριες πηγές τροφοδοσίας είναι οι διηθήσεις των ποταμών και η βροχόπτωση. Πέντε (5) ποτάμια διασχίζουν τον υδροφορέα. Τροφοδοτούν τις αλλουβιακές αποθέσεις και μέσω αυτών, τα μέλη των υδροφορέων που είναι σε επαφή με αυτά. Αυτά τα ποτάμια είναι ο Γιαλιάς, Πεδιαίος, Ακάκι, Περιστερώννα και Ελιά. Η συνεισφορά του ποταμού Ελιά στη τροφοδοσία του υδροφορέα είναι περιορισμένη. Η τροφοδοσία των βαθύτερων, υπό πίεση μελών του υδροφορέα προέρχεται από τις πλευρικές μεταγγίσεις της υδροφορίας που αναπτύσσεται στα πυριγενή πετρώματα.

Τα τμήματα του υδροφορέα που παρουσιάζουν υδροφορία, αναπτύσσονται σε μια αλληλουχία αδιαπέρατων και διαπερατών ιζημάτων, που αποτελείται από:

- Άνω-Μειοκαινικοί (σχηματισμός Πάχνας)
- Άνω-Μειοκαινικοί (σχηματισμός Καλαβασσού) γύψοι. Ένα τμήμα αυτού του σχηματισμού σχηματίζει τον υδροφορέα γύψου Νήσου - Δάλι που εμφανίζεται στην επιφάνεια στη κοίτη του ποταμού Γιαλιά. Σε αυτή την περιοχή εμφάνισης του αρκετές καρστικές καταβόθρες έχουν αναπτυχθεί. Ο υδροφορέας τροφοδοτείται μέσω αυτών των καταβόθρων.
- Άνω Μειοκαινικοί έως Κάτω Πλειοκαινικοί ψαμμίτες, χαλίκια και κροκαλοπαγή.

- Πλειοκαινικοί (σχηματισμός Λευκωσίας) και μαργαϊκοί ψαμμίτες.
- Πλειοκαινικοί (σχηματισμός Αθαλάσσας και σχηματισμός κροκαλοπαγών ριπιδίων) ψαμμίτες, άμμοι και χαλίκια.
- Αλλουβιακές αποθέσεις κοίτης που είναι τα πιο σύγχρονα ιζήματα και αναπτύσσονται κατά μήκος των πεδιάδων των πέντε ποταμών.

Το αδιαπέρατο υπόβαθρο του υδροφορέα αποτελείται κυρίως από Μειοκαινικές μάργες.

Η γενική εικόνα της τάσης των υπόγειων υδροφορέων είναι πτωτική σχεδόν σε όλες τις περιοχές, με τις πιο εντυπωσιακές διαφορές στις περιοχές πρωτίστως της Δευτεράς, αλλά και του Γερίου και του Περιστερώνα.

Το ποιοτικό καθεστώς χαρακτηρίζεται από τοπικά προβλήματα αμμωνίου ενώ οι υπερβάσεις σε χλωριούχα και θειικά αποδίδονται στο γεωλογικό περιβάλλον. Εντούτοις έχει θεωρηθεί «καλή» η χημική κατάσταση.

Συνοψίζοντας την αξιολόγηση που παρουσιάστηκε λεπτομερώς στο Παράρτημα VII «Σχέδιο Υδατικής Πολιτικής» της παρούσας σύμβασης, τα δεδομένα ποιότητας και ποσοτικού ισοζυγίου που επεξεργάστηκαν από τα Τμήματα Αναπτύξεως Υδάτων και Γεωλογικής Επισκόπησης (ΤΑΥ- ΤΓΕ) αποδίδουν το χαρακτηρισμό «κακή» για την κατάσταση του υπογείου σώματος, όπως αναλυτικά παρουσιάστηκε στο Παράρτημα VII «Σχέδιο Υδατικής Πολιτικής» της παρούσας σύμβασης.

8.2.4. Ικανοποίηση Αναγκών

Επί του παρόντος οι υδρευτικές ανάγκες καλύπτονται μερικώς από τα υπόγεια νερά και μερικώς από άλλους πόρους. Με δεδομένη την επιδείνωση των συνθηκών της υπόγειας ταμίευσης, για την ικανοποίηση των υδρευτικών αναγκών των Δήμων / Κοινοτήτων της Δυτικής Μεσαορίας είναι γνωστό ότι έχει μελετηθεί σε προκαταρκτικό στάδιο η κατασκευή νέου αγωγού, που θα τροφοδοτείται από τις υφιστάμενες δεξαμενές που χωροθετούνται στο Δήμο Στροβόλου στις οποίες καταλήγει ο κεντρικός αγωγός από το Διυλιστήριο Τερσεφάνου. Η χάραξη του προτεινόμενου νέου αγωγού έχει καθορισθεί στα πλαίσια της υφιστάμενης μελέτης, η οποία προβλέπει και την εγκατάσταση

νέου αντλητικού συστήματος στην περιοχή των δεξαμενών του Στροβόλου. Προτείνεται το μήκος του αγωγού να εκτείνεται μέχρι τον Αστρομερίτη.

Για την εξυπηρέτηση αυτής της περιοχής θα τεθεί ζήτημα ένταξης της στα όρια ευθύνης λειτουργίας του Συμβουλίου Υδατοπρομήθειας Λευκωσίας ή διαφορετικά στην αυτόνομη διαχείριση κάθε κοινότητας της περιοχής. Από την απόφαση αυτή θα εξαρτηθεί ο τελικός προγραμματισμός υλοποίησης του έργου του κύριου αγωγού και των συνοδών έργων (όπως για παράδειγμα η κατασκευή νέων δεξαμενών για την αύξηση της αποθηκευτικής ικανότητας των δικτύων ύδρευσης κα άλλα).

Με την προώθηση του προαναφερθέντος έργου είναι προφανές ότι η περιοχή θα μπορεί να εξυπηρετεί τις υδρευτικές της ανάγκες με το νερό που διοχετεύεται από τον αγωγό Τερσεφάνου.

Για την ικανοποίηση αρδευτικών αναγκών και με δεδομένη την ανεπάρκεια των υπογείων πόρων, θα μπορούσε να υπάρξει αφενός μεν μεγαλύτερη συμβολή των απολήψεων από τους επιφανειακούς πόρους της περιοχής αφετέρου διερεύνηση της δυνατότητας χρήσης ανακυκλωμένου νερού. Επιπλέον με δεδομένη την σημαντική συμβολή της επιφανειακής ροής στον εμπλουτισμό της υπόγειας ταμίευσης, θα ήταν χρήσιμη από τεχνικής σκοπιάς, η αξιοποίηση των ροών των ποταμών στην δυτική περιοχή για εμπλουτισμό του υδροφόρου. Οι παρεμβάσεις που θα γίνουν ενδεχομένως θα πρέπει να λάβουν υπόψη και την πολιτική συνιστώσα του ζητήματος τροφοδοσίας στα κατάντη.

8.2.5. Συμπεράσματα

Η ύδρευση της περιοχής Δυτικής Μεσαορίας θα πρέπει να ενισχυθεί από την ένταξη του συστήματος ύδρευσης στο ενιαίο σύστημα Νοτίου Αγωγού που θα ενισχυθεί περαιτέρω από τις προγραμματιζόμενες αφαλατώσεις.

Το γεγονός αυτό θεωρείται σκόπιμο όχι μόνο για ποσοτικούς λόγους αλλά και για λόγους ποιότητας. Η γενική εικόνα της ποιότητας από τα διαθέσιμα στοιχεία φαίνεται καλή. Ωστόσο έχουν αναφερθεί κατά την διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας (2009) περιστασιακά ζητήματα εμφάνισης συγκεντρώσεων αρσενικού στο νερό ύδρευσης. Η παρουσία έχει αποδοθεί σε διάφορες σημειακές κυρίως πηγές. Παρ' όλη την ανάπτυξη μεγάλου εύρους

χρήσεων κυριαρχεί η αντίληψη ότι δεν μπορεί να επηρεασθεί το νερό του υδροφόρου λόγω του μεγάλου πάχους ακόρεστης ζώνης και των υδραυλικών συνθηκών αυτής. Ωστόσο η ύπαρξη μεγάλου αριθμού γεωτρήσεων στην περιοχή ενδιαφέροντος και με δεδομένη τη μεθοδολογία κατασκευής τους που δεν εξασφαλίζει απομόνωση των ζωνών υδροφορίας από τα υπερκείμενα στρώματα, εγκυμονεί κινδύνους για την επιδείνωση της ποιότητας του υπογείου νερού μέσω διηθήσεων από την ζώνη φίλτρων των γεωτρήσεων. Έτσι, ενώ ενδεχομένως σε φυσικές συνθήκες, οι επιφανειακές σημειακές και μη πηγές ρύπανσης δεν επηρεάζουν την ποιότητα του υπόγειου νερού, η ύπαρξη μεγάλου αριθμού γεωτρήσεων αποτελεί διόδους αυξημένης περατότητας και επισπεύδει την άφιξη των ρύπων στο υπόγειο νερό. Το φαινόμενο έχει παρατηρηθεί σε πολλές περιοχές διεθνώς όπου παρά τα μεγάλα πάχη υπερκείμενων έχει παρατηρηθεί ταχεία διάδοση ρύπων σε βάθη πάνω από 150 μ. από την επιφάνεια.

Σε ότι αφορά την άρδευση, επειδή η μελέτη του υπόγειου υδατικού σώματος έχει δείξει μέχρι στιγμής ότι είναι από τις πλέον προβληματικές περιοχές κρίνεται ότι η χρήση υπόγειων πηγών θα πρέπει να περιορισθεί σε αυτό θα βοηθήσει η εισαγωγή χρήσης ανακυκλωμένου.

Η σημερινή αρδευτική ζήτηση από τα υπόγεια νερά έχει εκτιμηθεί περίπου σε $20 \times 10^6 \text{ m}^3$ ετησίως από το σύνολο του υπογείου σώματος. Φαίνεται ότι το 25% της συγκεκριμένης ζήτησης είναι από εποχικές καλλιέργειες (φυλλώδη λαχανικά), το 50% από μόνιμες καλλιέργειες (δενδρώδεις κυρίως, από τις οποίες το μεγαλύτερο μέρος τους ελιές ελαιοποιήσιμες και επιτραπέζιες) και η λοιπή ζήτηση από άλλα είδη.

8.3. Περιοχή Πισσουρίου

8.3.1. Υφιστάμενη Κατάσταση

Η περιοχή Πισσουρίου αντιμετωπίζει σημαντικό πρόβλημα έλλειψης νερού τόσο για ύδρευση όσο και για άρδευση. Αιτία είναι η εξάντληση των υπόγειων υδατικών πόρων της περιοχής, αλλά και η μείωση της απορροής του Χα-ποταμού κατά την πρόσφατη περίοδο ξηρασίας.

Οι ανάγκες ύδρευσης καλύπτονται κυρίως με νερό που αντλείται με γεωτρήσεις από την κοίτη του ποταμού Διαρίζου και μεταφέρεται με αγωγό, ωστόσο κατά το 2009 απαιτήθηκε και η μεταφορά νερού με βυτιοφόρα.

Οι ανάγκες άρδευσης καλύπτονται από γεωτρήσεις και από υφιστάμενη υδροληψία και αγωγό μεταφοράς διαμέτρου 300 mm από το Χα-ποτάμι. Το έργο αυτό τροφοδοτεί εκτός από το Πισσούρι και τις αρδεύσεις της Κοινότητας Αλέκτορα.

8.3.2. Εκτίμηση Αναγκών

Από την εκτίμηση αναγκών των Δήμων και Κοινοτήτων της Κύπρου που παρουσιάζεται στο Παράρτημα VII (Τελική Έκθεση Υδατικής Πολιτικής) προκύπτουν, για τις Κοινότητες Πισσουρίου και Αλέκτορα τα εξής:

Πίν. 8-4: Κατανομή Ζήτησης ανά Τύπο Χρήσης για τις Κοινότητες Πισσουρίου και Αλέκτορα

Τύπος Ζήτησης (m ³ /έτος)	Πισσούρι	Αλέκτορας	Μερικά Σύνολα ανά Τύπο Χρήσης
Ύδρευση	94.197,95	7.112,66	101.131,61
Κτηνοτροφία	24.811,24	13.896,28	38.707,52
Άρδευση	497.070,32	502.544,78	999.615,10
ΣΥΝΟΛΟ	616.079,51	523.553,72	1.139.633,23

8.3.3. Ικανοποίηση Υδρευτικών Αναγκών

Οι υδρευτικές ανάγκες θα πρέπει να ικανοποιηθούν από πηγές με ελεγχόμενη ποιότητα. Τέτοιες είναι οι γεωτρήσεις στην κοίτη του Διαρίζου από όπου ήδη παρέχεται υδρευτικό νερό και η κινητή μονάδα αφαλάτωσης, η οποία θα

εγκατασταθεί στα Κούκλια πλησίον των εκβολών του Διαρίζου. Η κινητή αυτή μονάδα αφαλάτωσης θα είναι προσωρινής λειτουργίας (3 έτη). Μετά την λειτουργία και της μόνιμης μονάδας αφαλάτωσης, η επικρατέστερη λύση φαίνεται να είναι η κάλυψη από το σύστημα ύδρευσης Πάφου. Σημειώνεται ότι οι απαιτούμενες ποσότητες είναι μικρές σε σχέση με τα έργα άρδευσης και ύδρευσης Πάφου.

8.3.4. Ικανοποίηση αρδευτικών αναγκών

Για την ικανοποίηση αρδευτικών αναγκών και με δεδομένη την ανεπάρκεια των υπογείων πόρων, θα πρέπει να υπάρξει μεγαλύτερη συμβολή των απολήψεων από τους επιφανειακούς πόρους της περιοχής.

Σύμφωνα με σημείωμα του ΤΑΥ (Αρ. Φακ. 2.11.019.03 από 15/4/2008) έχει εντοπισθεί θέση κατάλληλη για φράγμα, όπου διεξήχθησαν και εδαφοτεχνικές έρευνες, μεταξύ Δωράς και Ανώγυρας. Αντίθετα, σύμφωνα με το σημείωμα, έρευνες για τον εντοπισμό άλλων θέσεων κατάλληλων για φράγμα επί του ποταμού, για εξωποτάμιο φράγμα ή για λιμνοδεξαμενή δεν ευτύχησαν.

Επειδή στα κατάντη της μοναδικής πιθανής θέσης φράγματος έχει ενταχθεί η κοιλάδα του ποταμού στο δίκτυο Φύση 2000, η δυνατότητα κατασκευής νέων αγωγών μεταφοράς και άλλων έργων είναι περιορισμένη.

Διαφαίνονται οι παρακάτω λύσεις:

- Φράγμα ταμίευσης με ελεγχόμενες εκροές οι οποίες παραλαμβάνονται από την υφιστάμενη υδροληψία (δήμμα) και αγωγό Φ300 μήκους 6,2 km. Η παροχетеυτικότητα του υφιστάμενου αγωγού, χωρίς ωστόσο να υπάρχουν στη διάθεση του Συμβούλου στοιχεία μηκοτομής, εκτιμάται της τάξης των 130 l/s. Για μία ειδική παροχή άρδευσης ίση με 0,05 l/s/δεκάριο κατά την ημέρα αιχμής, ο αγωγός επαρκεί για τη μεταφορά του νερού άρδευσης 2600 δεκαρίων. Προϋπόθεση είναι η επάρκεια των έργων διανομής και ημερήσιας ταμίευσης / αναρρύθμισης στις περιοχές άρδευσης. Αυτό αντιστοιχεί στο 70% των αρδευόμενων εκτάσεων που έχουν δηλωθεί στον ΚΟΑΠ για τις Κοινότητες Πισσουρίου και Αλέκτορα. Το ποσοστό αυτό είναι σημαντικό δεδομένου ότι δεν θα έχουν ταυτόχρονες αιχμές όλες οι καλλιέργειες (κυρίως ελιές

και αμπέλια). Συγχρόνως, θα υφίσταται η δυνατότητα κάλυψης αναγκών και από υπόγειους υδροφορείς.

- Φράγμα ταμίευσης με ελεγχόμενες εκροές οι οποίες θα εμπλουτίζουν τους υδροφορείς σχηματισμών γύψων. Η βιωσιμότητα της λύσης εξαρτάται από τα αποτελέσματα ερευνητικών εργασιών που εκτελούνται από το Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης και οι οποίες δεν έχουν ολοκληρωθεί. Σημαντική παράμετρος είναι η εσωτερική αστάθεια της βραχομάζας γύψου σε ορισμένες συνθήκες εμπλουτισμού.
- Συνδυασμός των δύο παραπάνω λύσεων.

Στα υποκεφάλαια που ακολουθούν αναλύονται οι υπόγειοι και επιφανειακοί πόροι.

8.3.5. Υδρογεωλογικές Συνθήκες

Η περιοχή του Πισσουρίου βρίσκεται σε μεγάλο τμήμα της, επί του υπόγειου υδατικού σώματος Λεύκαρα-Πάχνα (CY_18). Επιπλέον στην περιοχή αναπτύσσονται οι υδροφόροι των γύψων Πισσουρίου και του ομώνυμου προσχωματικού υδροφόρου, οι οποίοι δεν εντάσσονται σε κάποιο υπόγειο υδατικό σώμα.

Πιο συγκεκριμένα οι γεωλογικοί σχηματισμοί Πάχνας (Μειόκαινο) και Λευκωσίας (Πλειόκαινο) επικρατούν στην περιοχή του Πισσουρίου, ενώ σε μικρότερες επιφανειακές εμφανίσεις συναντώνται οι σχηματισμοί Καλαβασσού (Α. Μειόκαινο), Αθαλάσσης (Πλειο-Πλειστόκαινο).

Γενικά οι υδροφορίες που αναπτύσσονται στην περιοχή είναι περιορισμένης δυναμικότητας. Από προγενέστερη μελέτη (FAO) η εκτίμηση των ετήσιων όγκων αντλήσεων από τους υδροφόρους γύψων και προσχωματικού, ανέρχονται σε $0,82 \times 10^6 \text{ m}^3$ ενώ η εκτίμηση δυναμικότητάς των είναι μικρότερη και ανέρχεται περί τα $0,7 \times 10^6$ ετησίως. Έτσι οι υδροφόροι βρίσκονταν ήδη σε καθεστώς υπεράντλησης κατά την περίοδο εκπόνησης της μελέτης αναφοράς (2002). Σημειώνεται ότι ο ανατολικός - νοτιοανατολικός υδροφορέας των γύψων είναι πολύ μικρής δυναμικότητας λόγω μεγέθους αλλά και λόγω ύπαρξης καρστικής πηγής από όπου εκτονώνεται μεγάλο μέρος του υδροφορέας σχεδόν άμεσα.

Οι υδροφόροι των γύψων ανήκουν στον σχηματισμό «Καλαβασσού», ο οποίος επίσκειται των ιζημάτων Πάχνας και θεωρητικά υπόκειται όλων των νεότερων, με την αίρεση των τεκτονικών επεισοδίων που ενδεχομένως έχουν διαφοροποιήσει την σχετική θέση του σχηματισμού. Το γεγονός αυτό αναφέρεται διότι έχει ιδιαίτερη σημασία και στην υδρογεωλογική συμπεριφορά του σχηματισμού των γύψων και ενδεχομένως αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για τον σχεδιασμό παρεμβάσεων. Πιο συγκεκριμένα έχει διατυπωθεί η άποψη ότι οι γύψοι στην περιοχή αυτή έχουν τεκτονική ασυνέχεια δεν υπάρχουν ενδείξεις επαφής των γύψων με τη θάλασσα ούτε υφαλμύριση από διείσδυση της θάλασσας. Ωστόσο τα θέματα αυτά είναι προς διευκρίνιση και γι αυτό έχουν δρομολογηθεί έρευνες και δοκιμές τεχνητού εμπλουτισμού για την ενίσχυση του δυναμικού του υδροφόρου.

Σημειώνεται εδώ ότι σύμφωνα με υφιστάμενες αναφορές, παλαιότερα γινόταν τεχνητός εμπλουτισμός μέσω των γεωτρήσεων (μέσω του αγωγού άντλησης) του αρδευτικού συνδέσμου της περιοχής όταν υπήρχε πλεόνασμα αρδευτικού νερού που εκτρεπόταν από το Χα Ποτάμι. Με επιφύλαξη της ορθότητας της πληροφορίας, αυτό γινόταν με πρωτοβουλία των μελών του Αρδευτικού Συνδέσμου. Δεν είναι γνωστή η ποσότητα εμπλουτισμού ούτε οι χρονικές περίοδοι που γινόταν αυτός ο εμπλουτισμός. Ωστόσο δεν έχουν αναφερθεί προβλήματα δημιουργίας εγκοίλων ή καταρρεύσεων των τοιχωμάτων αυτών των γεωτρήσεων.

Η εκτίμηση της ομάδας μελέτης είναι ότι μόνο ο δυτικός υδροφορέας του γύψου προσφέρει κάποιες πιθανότητες για τεχνητό εμπλουτισμό, θεωρία που παραμένει να ερευνηθεί.

Στην παρούσα φάση έχουν ολοκληρωθεί οι γεωτρήσεις εμπλουτισμού και αναμένονται οι δοκιμές. Από την συνεργασία με τους αρμοδίους λειτουργούς της Γεωλογικής Επισκόπησης προκύπτει ότι υπάρχουν επιφυλάξεις για το αποτέλεσμα των δοκιμών και για την αποτελεσματικότητα της προσέγγισης. Εάν δεν αποδώσει και η συγκεκριμένη πρακτική δεν φαίνεται ότι υπάρχει από υδρογεωλογικής άποψης δυνατότητα περαιτέρω αξιοποίησης υπόγειου δυναμικού τουλάχιστον με οικονομοτεχνική βιωσιμότητα.

8.3.6. Επιφανειακοί Πόροι – Χα-ποτάμι

Το Χα-ποτάμι είναι ο μόνος αξιόλογος επιφανειακός υδατικός πόρος. Οι υφιστάμενες υδροληψίες είναι για τη Βάση του Ακρωτηρίου από την πηγή Κισσούσας και το έργο Πισσουρίου – Αλέκτορα που αναφέρθηκε παραπάνω. Μετά το 2000 εκτρέπονται και ποσότητες νερού προς το φράγμα Κούρρη μέσω της σήραγγας Διαρίζου χωρίς, ωστόσο οι τιμές αυτές να είναι αξιόπιστα προσδιορισμένες (βλ. Παράρτημα VII για την υδατική πολιτική).

Στις τιμές που παρουσιάζονται παρακάτω, η υδροληψία Κισσούσας, η οποία είναι της τάξης των 500 χιλιάδων m^3 ανά έτος αλλά μεταβλητή, έχει ήδη αφαιρεθεί δεδομένου ότι λαμβάνει χώρα στα ανάντη του υδρομετρικού σταθμού. Λόγω της αβεβαιότητας για τις εκτροπές προς Κούρρη, η ανάλυση περιορίζεται έως το έτος 2000.

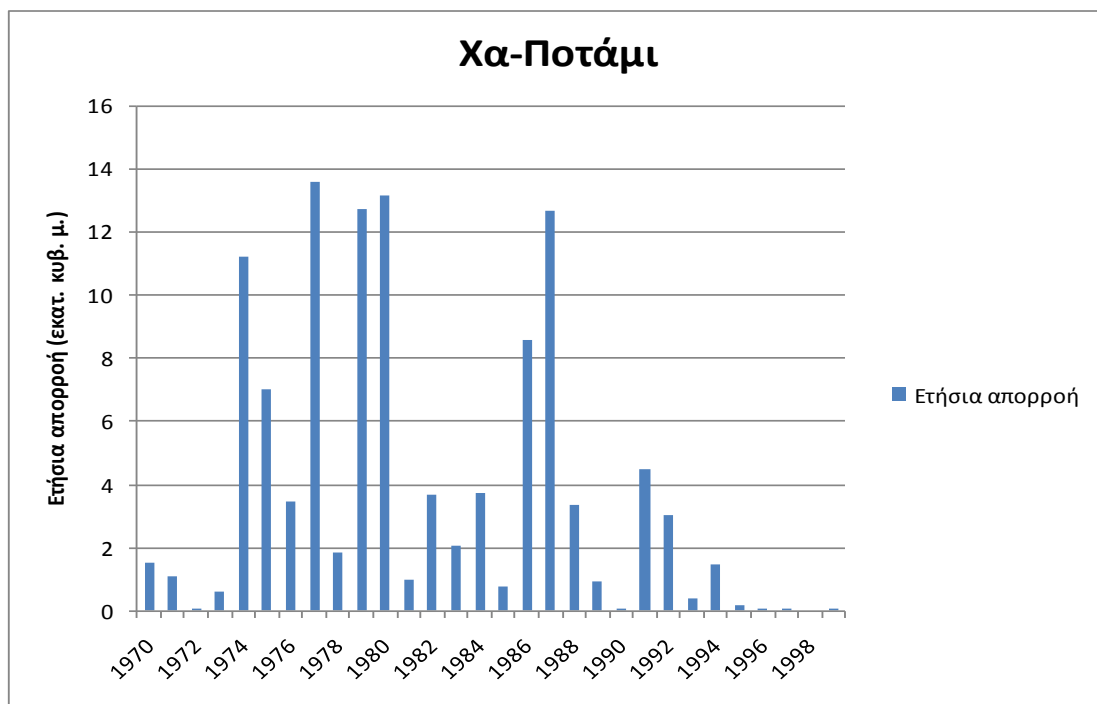
Για τα υδρολογικά έτη 1969-70 έως 1999-00 η μέση απορροή του ποταμού εκτιμήθηκε σε 3,76 εκατ. m^3 . Συγχρόνως, η απορροή εμφανίζει εξαιρετικά υψηλή μεταβλητότητα με τυπική απόκλιση ίση με 4,55 εκατομμύρια m^3 . Οι ετήσιοι όγκοι απορροής παρουσιάζονται στο Σχήμα 8-11.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι πρόταση του «του Παραρτήματος VII – Υδατική Πολιτική» σχετικά με το έργο του Νότιου Αγωγού είναι να μην συνεχισθεί η εκτροπή από το Χα-ποτάμι προς τον ταμιευτήρα Κούρρη ώστε να αυξηθεί η διαθεσιμότητα του πόρου για τις ανάγκες του περιβάλλοντος και των τοπικών κοινοτήτων. Με βάση την πρόταση αυτή, συνεπώς, είναι δυνατόν να ληφθεί υπόψη το σύνολο των παροχών στα κατάντη της υδροληψίας Κισσούσας.

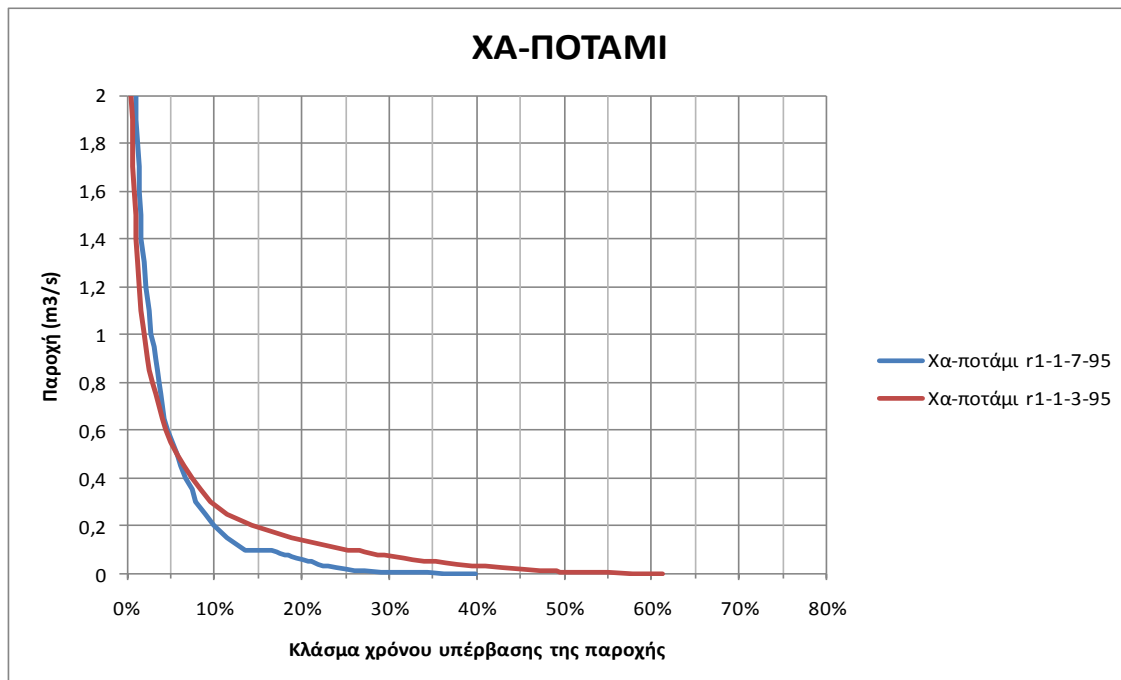
Στο Σχήμα 8-12 παρουσιάζεται η σχέση παροχής-διάρκειας για το Χα-ποτάμι ενώ στο Σχήμα 8-13 παρουσιάζεται η σχέση παροχής και όγκου απορροής που αντιστοιχεί σε παροχές ίσες ή μικρότερες από αυτή. Το Σχήμα 8-14 είναι ίδιο με το Σχήμα 8-13 αλλά με εστίαση στις μικρότερες παροχές. Στα διαγράμματα αυτά, για τις μικρές παροχές, είναι φανερή η επίπτωση της υδροληψίας μεταξύ των σταθμών r1-1-3-95 και r1-1-7-95. Για τις μεγαλύτερες παροχές είναι σημαντικότερο το μέγεθος της λεκάνης από την υδροληψία.

Από το Σχήμα 8-12 προκύπτει ότι υπάρχει κατά το 60% περίπου του χρόνου ροή στην κοίτη. Από τα στοιχεία, μάλιστα, της υδροληψίας Κισσούσας προκύπτει ότι εάν αυτή δεν υπήρχε η ροή θα ήταν συνεχής εκτός των ξηρών

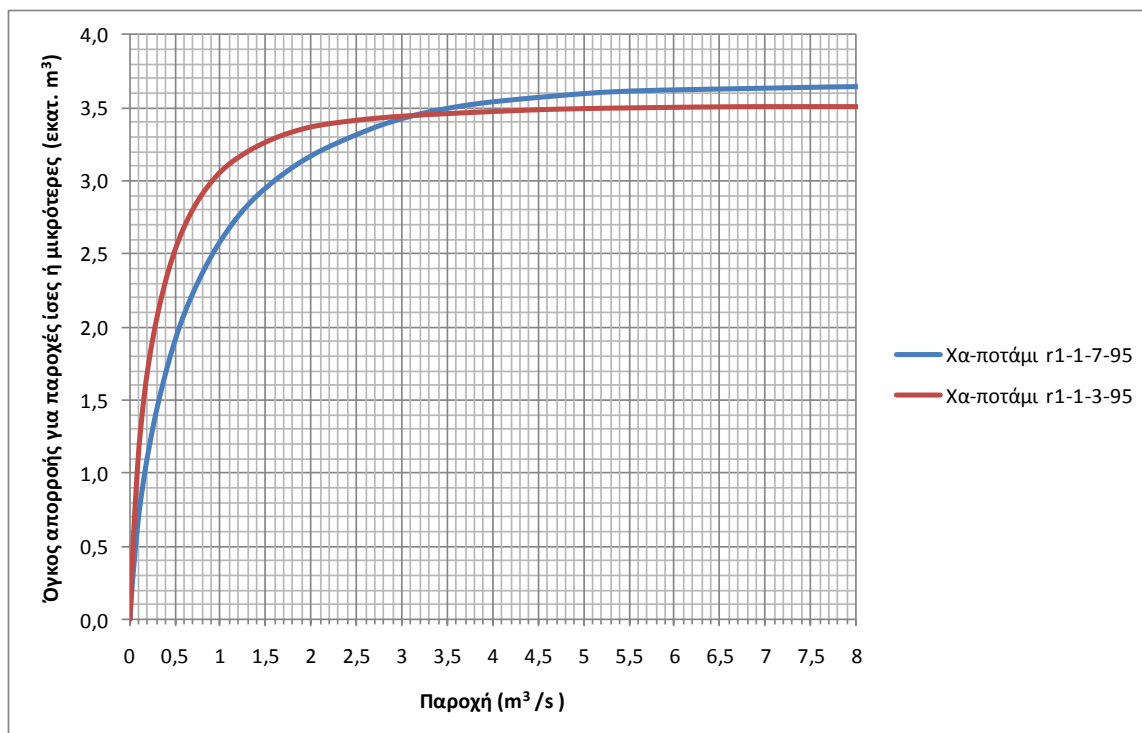
μηγών των πολύ άνωδρων ετών. Η συνεχής ροή, έστω και με μικρές παροχές της τάξης των 20 l/s τους ξηρούς μήνες, θα πρέπει να εξασφαλίζεται, για λόγους προστασίας του περιβάλλοντος, από οιοδήποτε έργο εκμετάλλευσης του πόρου.



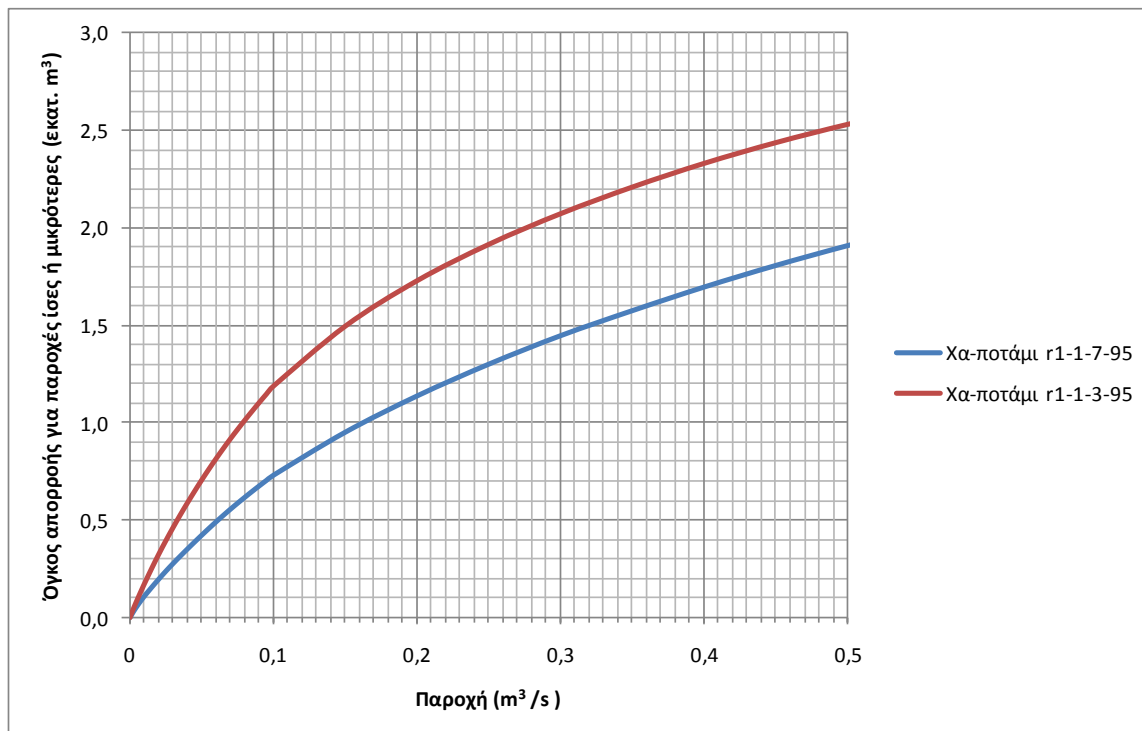
Σχήμα 8-11: Ετήσιος όγκος απορροής στο Χα-ποτάμι, στα κατάντη της υδροληψίας Κισσούσας και ανάντη της υδροληψίας Πισσουρίου-Αλέκτορα προ της λειτουργίας της εκτροπής προς Κούρρη



Σχήμα 8-12: Σχέση παροχής-διάρκειας



Σχήμα 8-13: Χα-ποτάμι, σχέση όγκου απορροής-παροχής



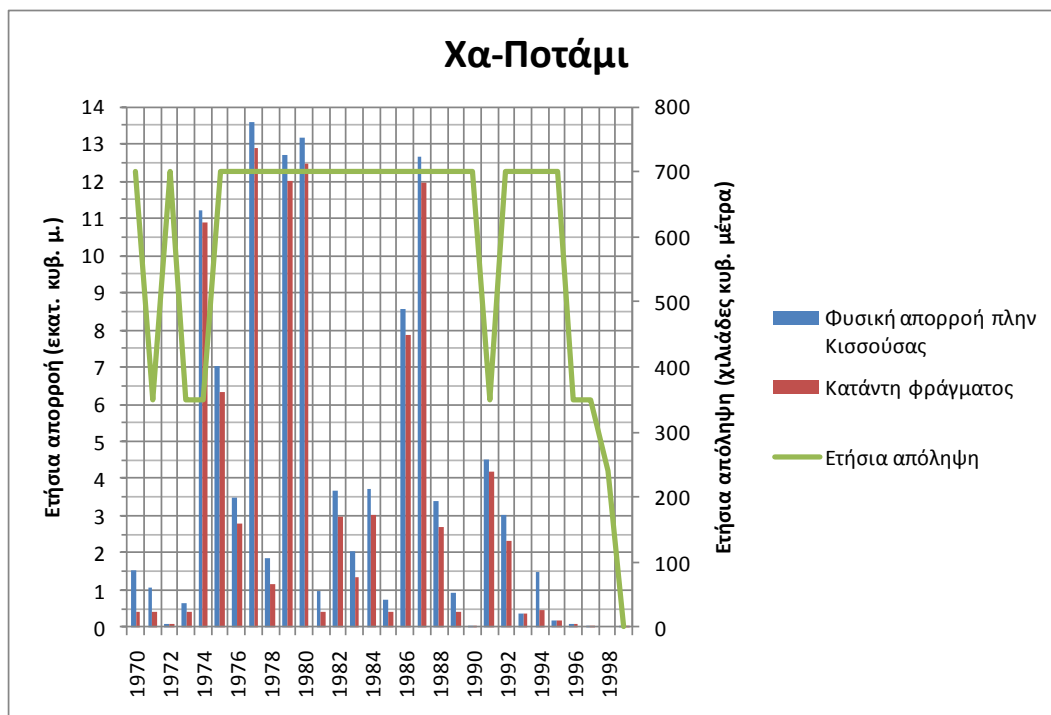
Σχήμα 8-14: Χα-ποτάμι, σχέση ογκο απορροής-παροχής

8.3.7. Λειτουργία Προτεινόμενου Φράγματος

Στο παραπάνω σημείωμα του ΤΑΥ προτείνεται φράγμα με ταμιευτήρα χωρητικότητας 3 εκατ. m³. Έγινε έλεγχος της δυνατότητας απόληψης από ένα έργο αυτής της χωρητικότητας με απλοποιημένο μοντέλο ισοζυγίου για τα έτη 1970-1999.

Τέθηκε ως όρος να αφήνονται στην κατάντη κοίτη τουλάχιστον 400 χιλιάδες m³ νερού ετησίως. Δηλαδή όταν η ετήσια απορροή είναι μικρότερη των 400 χιλιάδων m³ δεν δεσμεύεται όγκος νερού για ταμίευση. Λόγω των πολλών υπερχειλίσεων που σημειώνονται η μέση απορροή κατάντη είναι πολύ μεγαλύτερη, ίση με τη φυσική πλην τις απολήψεις και την εξάτμιση από τον ταμιευτήρα.

Κανονικά, επειδή σχεδόν όλες οι καλλιέργειες είναι μόνιμες, η ελαστικότητα της ζήτησης σε περίπτωση ανομβρίας δεν είναι πολύ υψηλή. Όμως επειδή πρόκειται κυρίως για ελιές και αμπέλια θεωρείται ότι είναι δυνατή η μείωση της ζήτησης κατά 50%, με μείωση φυσικά της παραγωγής, χωρίς να υποστούν μόνιμες ζημιές οι φυτείες.



Σχήμα 8-15: Προσομοίωση ισοζυγίου φράγματος

Μετά από δοκιμές, το συμπέρασμα ήταν ότι με σχετική αξιοπιστία λειτουργεί ένα διαχειριστικό σχήμα με επιθυμητή απόληψη τα 700 χιλιάδες m³ ανά έτος, τα οποία μειώνονται σε 350 χιλιάδες m³ όταν η ταμίευση στο τέλος της περιόδου εισροών είναι μικρότερη του 1,5 εκατ. m³. Η προσομοίωση παρουσιάζεται στο Σχήμα 8-15, όπου φαίνεται και η αστοχία του συστήματος στο τέλος της μακράς περιόδου ανομβρίας του τέλους της δεκαετίας του 90. Ωστόσο, εκτιμάται ότι με την μείωση του ρυθμού εκμετάλλευσης, οι υπόγειοι υδροφορείς θα είναι σε θέση να λειτουργήσουν πρόσκαιρα σαν εφεδρεία ασφαλείας. Η εφεδρεία αυτή θα είναι πιο αποτελεσματική εάν υπάρξει κάποιος εμπλουτισμός των υδροφόρων.

Από τα 29 έτη προσομοίωσης, τα 21 καλύφθηκε η επιθυμητή απόληψη των 700 χιλιάδων m³, τα 6 η απόληψη του 50% της επιθυμητής, δηλαδή 350 χιλιάδων m³, ένα έτος η απόληψη ήταν μόνο 240 χιλιάδες m³ και ένα έτος υπήρξε αδυναμία απόληψης.

8.3.8. Συμπεράσματα

Η ύδρευση της περιοχής Πισσουρίου μπορεί να καλυφθεί από την αφαλάτωση Πάφου.

Σε ότι αφορά την άρδευση, επειδή η μελέτη του υπόγειου υδροφορέα δεν έχει ολοκληρωθεί από μέρους της γεωλογικής επισκόπησης δεν είναι δυνατόν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα ως προς τη δυνατότητα εμπλουτισμού και κατά συνέπεια ως προς τη βιωσιμότητα ενός σχήματος εκμετάλλευσης του Χα-ποταμιού.

Η κατασκευή ενός φράγματος χωρητικότητας 3 εκατ. m³ το οποίο έχει προταθεί, κατ' αρχήν, από το ΤΑΥ φαίνεται, σε συνδυασμό με την υφιστάμενη υποδομή υδροληψίας και μεταφοράς να εξασφαλίζει μία απόληψη 700 χιλιάδων m³ ετησίως με αξιοπιστία της τάξης του 65% και 350 χιλιάδων m³ ετησίως με αξιοπιστία της τάξης του 90%. Συγχρόνως, η μείωση του όγκου των ροών στην κοίτη κατόπιν του φράγματος είναι της τάξης του 17% της φυσικής απορροής.

9. ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΠΕΡΙΚΟΠΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΦΑΛΑΤΩΣΕΙΣ

Η αυξημένη κατανάλωση νερού που προέρχεται από την υδρευτική ζήτηση θεωρείται πολύ σημαντική σε σύγκριση με την υπερκατανάλωση που μπορεί να παρατηρείται σε υδατικούς πόρους από άλλες χρήσεις (π.χ. άρδευση). Ως γνωστόν το νερό που προορίζεται για ύδρευση χαρακτηρίζεται από υψηλές προδιαγραφές ποιότητας. Επίσης, πρέπει να διατίθεται σε ικανές ποσότητες δεδομένης της επιτακτικής ανάγκης ικανοποίησης των ανθρώπινων απαιτήσεων, δηλαδή η υδρευτική ζήτηση θεωρείται ανελαστική.

Όπως προκύπτει από την «Τελική Έκθεση Υδατικής Πολιτικής» (Παράρτημα VII), για την εξυπηρέτηση των αναγκών ύδρευσης των περιοχών που εξυπηρετούνται από τα έργα Νοτίου Αγωγού και Πάφου, για μηδενικά ελλείμματα στην ύδρευση κατά τις χειρότερες περιόδους ξηρασίας, απαιτούνται αφαλατώσεις της τάξης των 75 εκατ. m³ για το 2011 και 85 εκατ. m³ για το 2031.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι θεωρητικά περίπου το 90% του εγκατεστημένου δυναμικού των μονάδων αυτών μπορεί να διατεθεί προς χρήση, εκτιμάται ότι οι αφαλατώσεις στην Κύπρο θα πρέπει να έχουν δυναμικότητα της τάξης των 83 εκατ. m³/έτος για το 2011 και 94 εκατ. m³/έτος για το 2031, ήτοι περίπου 230.000 m³/ημέρα και 260.000 m³/ημέρα για τα αντίστοιχα έτη.

Προκειμένου να εκτιμηθεί η σχέση αποφυγής περικοπών – κόστους επενδύσεων, όπως ζητείται στους Όρους Εντολής, θεωρούνται τα παρακάτω:

- Εγκατεστημένο δυναμικό αφαλατώσεων 33 εκατ. m³/έτος (κατά το χρόνο σύνταξης των Όρων Εντολής). Δηλαδή, έλλειμμα περίπου 50 εκατ. m³/έτος για ένα έτος παρατεταμένης ξηρασίας.

Στην πραγματικότητα έχουν ήδη ολοκληρωθεί επεκτάσεις, όπως αναλύεται παρακάτω.

- Το μέσο κόστος επένδυσης των μονάδων αφαλατώσεων κυμαίνεται μεταξύ 800-1000 €/m³/ημέρα εγκατεστημένου δυναμικού, δηλαδή 900 €/m³/ημέρα.

Έτσι με την προσέγγιση ότι το κόστος επένδυσης θα είναι περί τα 900 €/m³/ημέρα, υπολογίζεται ότι το 2011 το κόστος επένδυσης όλων των αφαλατώσεων θα ανέρχεται στα 206 εκατ. €, ενώ για το 2031 θα ανέλθει στα 233 εκατ. € συνολικά. Το κόστος αυτό αφορά εγκατεστημένες, προβλεπόμενες και μελλοντικές μονάδες που μπορεί να χρειασθεί να εγκατασταθούν.

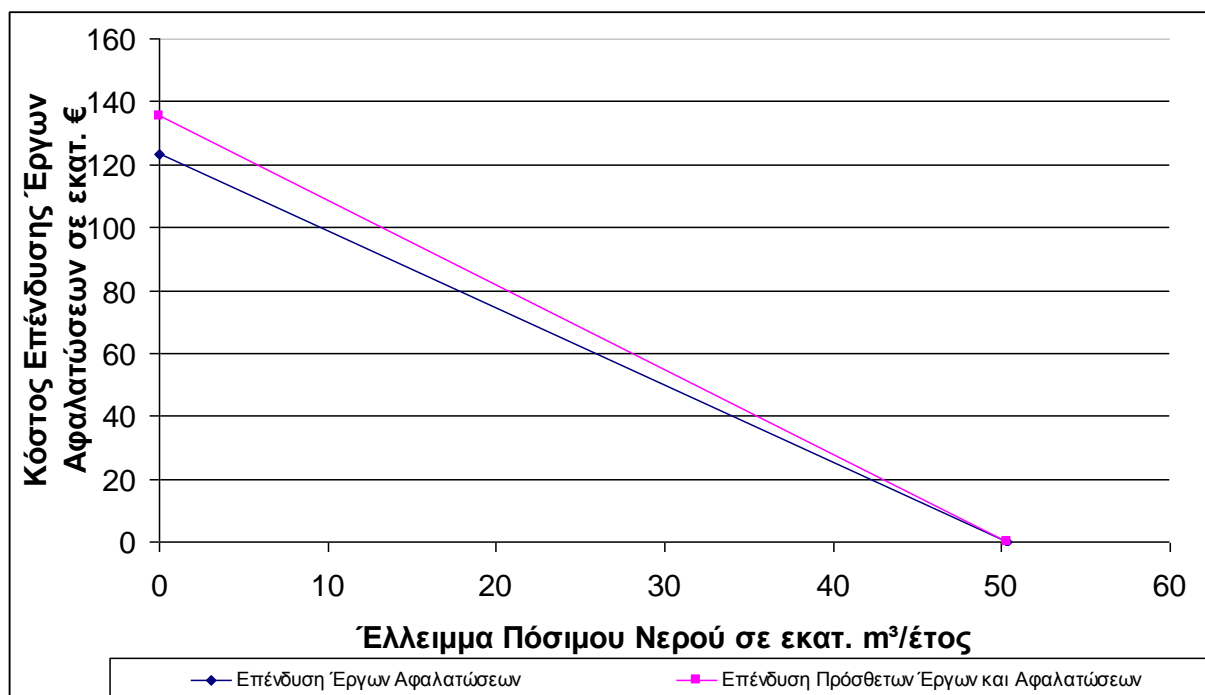
Όπως παρουσιάσθηκε αναλυτικά στην «Τελική Έκθεση Υδατικής Πολιτικής» (Παράρτημα VII) της παρούσας σύμβασης, η εγκατεστημένη δυναμικότητα του έτους 2008 των μονάδων αφαλάτωσης (Δεκέλειας και Λάρνακας), χωρίς να συμπεριλαμβάνονται οι κινητές μονάδες που χρησιμοποιούνται, ανέρχεται στα 92.000 m³/ημέρα ή περίπου σε 33 εκατ. m³/έτος. Με επεκτάσεις των υφιστάμενων και κατασκευή νέων μονάδων αφαλάτωσης επιχειρείται η κάλυψη τόσο των βραχυπρόθεσμων (2011) όσο και των μακροπρόθεσμων (2031) αναγκών.

Τα έργα επέκτασης των μονάδων αφαλάτωσης Δεκέλειας και Λάρνακας συμβάλλουν στη διασφάλιση πόσιμου νερού κατά 20.000 και 12.000 m³/ημέρα, αντίστοιχα, ενώ οι μονάδες στην Πάφο (Κούκλια), στη Λεμεσό (Επισκοπή) και αυτή στο Βασιλικό (της ΑΗΚ) αναμένεται ότι θα συμβάλλουν σημαντικά στο υδρευτικό ισοζύγιο με δυναμικότητες της τάξης των 30.000, 40.000 και 50.000 m³/ημέρα. Με την εγκατάσταση των μονάδων αυτών φαίνεται ότι θα ικανοποιηθούν οι βραχυπρόθεσμες ανάγκες σε πόσιμο νερό.

Το κόστος επένδυσης των προαναφερθεισών μονάδων ανέρχεται στα 123 εκατ. €, ενώ αν υπολογισθεί μία προσαύξηση της τάξης των 10% για λοιπές σχετικές με τις αφαλατώσεις επενδύσεις (π.χ. αγωγοί μεταφοράς), το κόστος επένδυσης φθάνει τα 135 εκατ. €.

Η θεωρητική σχέση διασφάλισης πόσιμου νερού ύδρευσης προς τους καταναλωτές έναντι των επενδύσεων που δρομολογούνται να γίνουν παρουσιάζεται στο Σχήμα 9-1.

Στην πραγματικότητα με δεδομένο ότι έχουν ολοκληρωθεί ή/και δρομολογηθεί έργα δυναμικότητας 88,5 εκατ. m³/έτος θα απαιτηθεί στο μέλλον αύξηση έως τα 94 εκατ. m³/έτος, δηλαδή 5,9 εκατ. m³/έτος ή έργα δυναμικότητας περί των 15.000 m³/ημέρα, που αντιστοιχεί σε πραγματική μελλοντική επένδυση της τάξης των 13,6 εκατ. €.



Σχήμα 9-1: Σχηματική Απεικόνιση Σχέσης Κόστους Επένδυσης Έργων με τη Διασφάλιση Ποσίμου Νερού στους Καταναλωτές

10. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΠΡΟΤΑΣΕΩΝ ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

10.1. Δείκτες Ξηρασίας

Αναπτύχθηκε ένα σύστημα το οποίο αποτελούν έξι δείκτες:

- Ο μετεωρολογικός δείκτης SPI αποτελεί το βασικό εργαλείο για τη διάγνωση και την παρακολούθηση της έντασης της ξηρασίας.
- Ο υδρολογικός δείκτης των απορροών ενός ή περισσότερων υδρολογικών ετών δίνει τη δυνατότητα ελέγχου των συμπερασμάτων του δείκτη SPI.
- Ο δείκτης αποθεμάτων των ταμιευτήρων έχει άμεση διαχειριστική σημασία δεδομένου ότι συναρτάται με την πολιτική απολήψεων.
- Ο δείκτης απορροής κατά την υγρή περίοδο λειτουργεί σαν μέσο έγκαιρης διάγνωσης της ξηρασίας.
- Ο δείκτης δίαιτας της μέσης ημερήσιας παροχής των ποταμών χρησιμοποιείται μόνο κατά τη διάρκεια ξηρασίας και αξιοποιείται για την έγκαιρη διάγνωση αυξημένων πιέσεων στα ποτάμια οικοσυστήματα.
- Για τη διάγνωση αυξημένων πιέσεων στα υπόγεια σώματα προτείνεται σαν δείκτης, η συγκριτική παρακολούθηση στάθμης σε επιλεγμένα σημεία ανά σώμα, την περίοδο λήψης αποφάσεων (συνήθως Ιανουάριο) σχετικά με την κατανομή του νερού στις χρήσεις. Με το δεδομένο ότι τα υπόγεια σώματα πρέπει να ανακάμψουν ποιοτικά και ποσοτικά, οποιαδήποτε ένδειξη ανακοπής της πορείας ανάκαμψης (πτώσεις στάθμης ή/και επιδείνωση ποιότητας), θα πρέπει να ανιχνεύεται έγκαιρα και να υπάρχει άμεση αντίδραση σχετικά με τους όγκους άντλησης. Η πρακτική αυτή θα πρέπει να αναθεωρηθεί εφόσον ανακάμψουν μελλοντικά οι υδροφορείς.

10.2. Παρατεταμένη Ξηρασία

Σε αντιστοιχία με τις προβλέψεις της Οδηγίας Πλαίσιο 2000/60, ορίσθηκε η «παρατεταμένη ξηρασία» σαν ένα γεγονός τόσο σπάνιο και με τέτοιο μέγεθος, ώστε να μην είναι δυνατή η διατήρηση όλων των μέτρων προστασίας των υδάτινων σωμάτων που προβλέπονται στο Σχέδιο Διαχείρισης.

Προτάθηκαν όρια των δεικτών SPI, απορροής και αποθεμάτων για το χαρακτηρισμό ενός γεγονότος ξηρασίας σαν «παρατεταμένης». Συγχρόνως προτάθηκε το σύστημα παρακολούθησης και χαρακτηρισμού των σωμάτων που εφαρμόζεται στα πλαίσια της Οδηγίας 2000/60 να αξιοποιείται για τη διάγνωση υποβάθμισης των σωμάτων. Τέλος, προτάθηκε το ποσοστό μη ικανοποίησης της αρδευτικής ζήτησης από τα κυβερνητικά έργα να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης των κοινωνικών επιπτώσεων της παρατεταμένης ξηρασίας.

10.3. Έργα Νοτίου Αγωγού και Πάφου

Εκτιμήθηκαν όγκοι εισροών για ξηρασίες διαφόρων περιόδων επαναφοράς και διάρκειας από ένα έως πέντε έτη και επελέγη ξηρασία σχεδιασμού. Διερευνήθηκε η ενδεδειγμένη πολιτική απολήψεων ώστε να διατηρείται και κατά τη διάρκεια της ξηρασίας σχεδιασμού ένας ελάχιστος ταμιευμένος όγκος τόσο για τη συντήρηση του οικοσυστήματος των ταμιευτήρων όσο και για ασφάλεια.

10.4. Εξασφάλιση Ύδρευσης Περιοχών εκτός Έργων Νοτίου Αγωγού και Πάφου

Διερευνήθηκε το θέμα της εξασφάλισης της ύδρευσης ποσοτικά και ποιοτικά στις περιοχές Τροόδους, Χρυσοχούς, Δ. Μεσαορίας και Πισσουρίου. Παρατίθενται επιγραμματικά τα συμπεράσματα:

10.4.1. Τρόδος

- Η ανταγωνιστικότητα των χρήσεων και μάλιστα με κοινή περίοδο αιχμής επιβάλλει την θέσπιση προτεραιοτήτων στην κάλυψη της ζήτησης.
- Ωστόσο η κατά πολύ μεγαλύτερη αρδευτική ζήτηση, οδηγεί σε υιοθέτηση μέτρων ελέγχου της, για την διασφάλιση υδρευτικού νερού σε περίοδο ξηρασίας.
- Ήδη υπάρχει σημαντικός αριθμός έργων αξιοποίησης επιφανειακών νερών για αρδευτικούς κυρίως σκοπούς. Η χρησιμοποίηση του νερού αυτού για ύδρευση προϋποθέτει κάποιο βαθμό επεξεργασίας και ανάλογο κόστος σε χρόνο και οικονομικούς πόρους.
- Το πρόβλημα της διασφάλισης πόσιμου νερού έχει ποσοτική και ποιοτική συνιστώσα.
- Για την ποσοτική επάρκεια του υδρευτικού νερού, προτείνεται αφενός να περιορισθεί η κάλυψη της αρδευτικής ζήτησης, άμεσα από τα υπόγεια νερά (αντλήσεις), με επέκταση της αξιοποίησης επιφανειακών ροών. Με το χρόνο αυτό επιτυγχάνεται ασφαλέστερα η μείωση των αρδεύσεων σε περιόδους ξηρασίας. Θα πρέπει να εξασφαλίζεται η απαίτηση διατήρησης παροχής στα κατάντη των υδροληψιών.
- Για την προστασία του ποιοτικού καθεστώτος προτείνεται η επέκταση των ζωνών προστασίας σε γεωτρήσεις και η καθιέρωσή τους και στις πηγές σε συνδυασμό με εμπλουτισμό του δικτύου παρακολούθησης.
- Θα πρέπει να αξιοποιηθούν όλα τα δεδομένα παροχών πηγών που διατίθενται με αντίστοιχες αναλύσεις για την εκτίμηση και οργάνωση της διάθεσης πόσιμου νερού από πηγές.
- Το πρόγραμμα παρακολούθησης αντλήσεων και φυσικών παραμέτρων του συστήματος χρήζει ουσιαστικής ανάπτυξης και βελτιστοποίησης, για την διάθεση δεδομένων που θα υποστηρίζουν την λήψη αποτελεσματικών αποφάσεων σε περιόδους ξηρασίας

10.4.2. Πισσούρι

- Η ύδρευση της περιοχής Πισσουρίου θα πρέπει να καλυφθεί από τον υδροφορέα Διαρίζου σε συνδυασμό, στο βαθμό που είναι απαραίτητο, με την αφαλάτωση Πάφου.
- Σε ότι αφορά την άρδευση, επειδή η μελέτη του υπόγειου υδροφορέα δεν έχει ολοκληρωθεί από μέρους της γεωλογικής επισκόπησης δεν είναι δυνατόν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα ως προς τη δυνατότητα εμπλουτισμού και κατά συνέπεια ως προς τη βιωσιμότητα ενός σχήματος εκμετάλλευσης του Χα-ποταμιού.
- Η κατασκευή ενός φράγματος χωρητικότητας 3 εκατ. κυβ. μέτρων το οποίο έχει προταθεί, κατ' αρχήν, από το ΤΑΥ φαίνεται, σε συνδυασμό με την υφιστάμενη υποδομή υδροληψίας και μεταφοράς να εξασφαλίζει μία απόληψη 700 χιλιάδων κυβ. μέτρων ετησίως με αξιοπιστία της τάξης του 65% και 350 χιλιάδων κυβικών μέτρων ετησίως με αξιοπιστία της τάξης του 90%. Συγχρόνως, η μείωση του όγκου των ροών στην κοίτη κατάντη του φράγματος είναι της τάξης του 17% της φυσικής απορροής.

10.4.3. Δ. Μεσαορία

- Η ύδρευση της περιοχής Δυτικής Μεσαορίας θα πρέπει να ενισχυθεί από την ένταξη του συστήματος ύδρευσης στο ενιαίο σύστημα Νοτίου Αγωγού που θα ενισχυθεί περαιτέρω από τις προγραμματιζόμενες αφαλατώσεις. Το γεγονός αυτό θεωρείται σκόπιμο όχι μόνο για ποσοτικούς λόγους αλλά και για λόγους ποιότητας. Η γενική εικόνα της ποιότητας από τα διαθέσιμα στοιχεία φαίνεται καλή. Ωστόσο έχουν αναφερθεί κατά την διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας (2009) περιστασιακά ζητήματα εμφάνισης συγκεντρώσεων αρσενικού στο νερό ύδρευσης. Η παρουσία έχει αποδοθεί σε διάφορες, σημειακές κυρίως, πηγές.
- Σε ότι αφορά την άρδευση, επειδή η μελέτη του υπόγειου υδατικού σώματος έχει δείξει μέχρι στιγμής ότι είναι από τις πλέον προβληματικές περιοχές κρίνεται ότι η χρήση υπόγειων πηγών θα πρέπει να περιορισθεί. Η σημερινή αρδευτική ζήτηση από τα υπόγεια νερά έχει εκτιμηθεί περίπου σε 20×10^6 m³ ετησίως από το σύνολο του υπόγειου σώματος. Φαίνεται ότι το 25% της συγκεκριμένης

ζήτησης είναι από εποχικές καλλιέργειες (φυλλώδη λαχανικά), το 50% από μόνιμες καλλιέργειες (δενδρώδεις κυρίως, από τις οποίες το μεγαλύτερο μέρος τους ελιές ελαιοποιήσιμες και επιτραπέζιες) και η λοιπή ζήτηση από άλλα είδη. Έχοντας υπόψη ότι το μεγαλύτερο μέρος των εξυπηρετούμενων καλλιεργειών είναι μόνιμες κανονικά η ελαστικότητα της ζήτησης σε περίπτωση ανομβρίας δεν είναι πολύ υψηλή. Όμως επειδή πρόκειται κυρίως για ελιές θεωρείται ότι είναι δυνατή η λύση της μείωσης της ζήτησης κατά 50%, με μείωση φυσικά της παραγωγής, χωρίς να υποστούν μόνιμες ζημιές οι φυτείες.

10.4.4. Χρυσόχου

- Απαιτείται κατ'αρχήν μια επικαιροποίηση των στοιχείων σχετικά με την υδρευτική χρήση των γεωτρήσεων σε συνέχεια των παρακάτω καταγραφών.
- Απαιτείται βελτίωση της καταγραφής δεδομένων εισροών και εκροών στα φράγματα και από τις υδροληψίες (δήμματα) του σχετικά σύνθετου συστήματος.
- Στην ευρύτερη περιοχή Χρυσόχου το συνολικό ισοζύγιο παραμένει θετικό όμως, όπως προαναφέρθηκε, υπάρχει σημαντική συνεισφορά των αντλήσεων από τα υδάτινα σώματα Χρυσόχου και Ανδρολίκου. Από αυτά, το υδάτινο σώμα της Χρυσόχου παρουσιάζει ενδείξεις προοδευτικής πτώσης της στάθμης.
- Απαιτείται λεπτομερής υδρογεωλογική μελέτη και κατάρτιση μαθηματικού ομοιώματος υπόγειας ροής και κίνησης ρύπων για τον προσχωματικό υδροφορέα Χρυσόχου. Ανάλογα με τα συμπεράσματα της μελέτης αυτής ενδέχεται να απαιτηθεί να αναζητηθούν και άλλοι πόροι για την ύδρευση (π.χ. φράγματα Χρυσόχου, επέκταση του υδρευτικού αγωγού Κανναβιούς).
- Με δεδομένη την εγγύτητα με τα υπόγεια σώματα Ανδρολίκου και Λετύμβου – Γιόλου θα μπορούσε να διερευνηθεί η δυνατότητα κάλυψης μέρους των υδρευτικών αναγκών από τα συγκεκριμένα σώματα.
- Η προστασία του υπογείου νερού από τις άλλες χρήσεις επιβάλλεται εφόσον το ζητούμενο είναι η διασφάλιση της ύδρευσης. Έτσι εφόσον καθορισθούν οι γεωτρήσεις ύδρευσης και οι αντίστοιχες πηγές θα

πρέπει να ορισθούν άμεσα ζώνες προστασίας για την εξασφάλιση της ποιοτικής επάρκειας του νερού.

10.5. Απαντήσεις σε Συγκεκριμένα Ερωτήματα των Όρων Εντολής για τα Μεγάλα Υδατικά Έργα

1. Τι ποσοστό πληρότητας πρέπει να έχουν συνολικά τα φράγματα στο τέλος της περιόδου εισροών για να αρχίσουν περικοπές στην άρδευση;

Οι απαντήσεις συνοψίζονται στους Πίν. 2-14, Πίν. 2-15, Πίν. 4-3, Πίν. 4-4, Πίν. 6-3 και Πίν. 6-4.

2. Τι ποσοστό πληρότητας πρέπει να έχουν συνολικά τα φράγματα ανάλογα με την εποχή του χρόνου, ώστε να αρχίσουν εμπλουτισμοί στους κατάντη υδροφορείς ή αλλού;

Οι απαντήσεις συνοψίζονται στον Πίν. 3-3.

3. Πότε διακόπτεται η παραγωγή αφαλατωμένου νερού και πότε ξαναρχίζει;

Εκτός περιόδων επιφυλακής η παραγωγή αφαλατωμένου νερού ακολουθεί κανόνες που περιγράφονται στην Έκθεση για την Υδατική Πολιτική. Σε περιόδους επιφυλακής, όπως συνοψίζεται στον Πίν. 3-3, μεγιστοποιείται η ικανοποίηση υδρευτικών αναγκών από αφαλατώσεις και ειδικότερα σε περιόδους με «εξαιρετικά υψηλή» επιφυλακή, μεγιστοποιείται η παραγωγή αφαλάτωσης ακόμη και με σκοπό την ταμίευση.

4. Ειδικότερα για το φράγμα Αρμίνου, πότε αρχίζει η διοχέτευση νερού στη σήραγγα εκτροπής προς το φράγμα Κούρρη σε σχέση με την εποχή του χρόνου και τη στάθμη νερού στο φράγμα;

Οι απαντήσεις συνοψίζονται στον Πίν. 5-1.

10.6. Προτάσεις για Είδη Καλλιεργειών λιγότερο Ευαίσθητων στην Ξηρασία

Σε ότι αφορά την προώθηση καλλιεργειών από το Κράτος που να μην είναι τόσο ευαίσθητες σε περιόδους ξηρασίας, υπήρξε συνεργασία με το Τμήμα Γεωργίας και διεφάνει ότι στην πράξη η επιλογή καλλιεργειών αποτελεί σύνθετο ζήτημα στο οποίο υπεισέρχονται πολύ παράγοντες περιλαμβανομένων πρωτίστως και των οικονομικών.

Σε κάθε περίπτωση όμως είναι δυνατή η σύσταση από μέρους του Τμήματος Γεωργίας και με τη συμβολή του Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών προς τους γεωργούς για την προτίμηση καλλιεργειών, όπως οι ελιές, οι χαρουπιές, κατάλληλες ποικιλίες αμπελιών (οινοποιητικά είδη), ροδιές, συκιές και άλλα.

Σημασία θα πρέπει να δίνεται και στη διατήρηση μιας ισορροπίας μεταξύ της επιλογής μονίμων και ετήσιων καλλιεργειών δεδομένου ότι οι μεν ετήσιες (ιδιαίτερα τα οικονομικά συμφέροντα πρώιμα) έχουν γενικά μεγαλύτερες απαιτήσεις σε νερό πλην όμως δίνουν την ελαστικότητα μη φύτευσής τους σε περιόδους ανομβρίας. Οι μόνιμες έχουν γενικά μικρότερες υδρευτικές απαιτήσεις, είναι όμως ανελαστικές ως προς την ανάγκη διασφάλισης επιβίωσής τους ή αποφυγής πολυετούς μείωσης της παραγωγής λόγω ζημιών.

10.7. Ετοιμότητα και Ανάγκες για την Εφαρμογή του Σχεδίου Διαχείρισης της Ξηρασίας

10.7.1. Γενικά

Στην παρούσα έκθεση προτάθηκε ένα σύστημα βασισμένο σε δείκτες για τη διάγνωση, παρακολούθηση και διαχείριση της ξηρασίας. Γενικότερα η εφαρμογή του συστήματος απαιτεί μία οργάνωση και αρκετή απασχόληση ανθρώπινου δυναμικού από πλευράς του υπεύθυνου φορέα, ώστε να γίνεται έγκαιρα η εκτίμηση των δεικτών, η εξαγωγή συμπερασμάτων και η λήψη και εφαρμογή των διαχειριστικών αποφάσεων. Επιπλέον, είναι προφανές ότι θα πρέπει περιοδικά να επαναξιολογούνται οι δείκτες και τα όρια τα οποία τους έχουν αντιστοιχηθεί.

Παρακάτω συνοψίζονται εκτιμήσεις ως προς την ετοιμότητα εφαρμογής και ανάγκες περαιτέρω εργασιών για επιμέρους συστατικά του συστήματος.

10.7.2. Δείκτες SPI

Τα δεδομένα για τον υπολογισμό των δεικτών είναι οι βροχοπτώσεις στους σταθμούς σε μηνιαία βάση και είναι, κατά συνέπεια, ήδη διαθέσιμα. Αρμόδιος φορέας είναι η Μετεωρολογική Υπηρεσία. Κατά συνέπεια, θα πρέπει να υπάρχουν οι απαραίτητες διοικητικές διευθετήσεις συνεργασίας με το ΤΑΥ για την παρακολούθηση των δεικτών.

10.7.3. Δείκτες Απορροής

Τα δεδομένα είναι οι μηνιαίες εισροές σε αντιπροσωπευτικούς ταμιευτήρες και είναι, συνεπώς, άμεσα διαθέσιμα από το ΤΑΥ. Για την Υδρολογική Περιοχή 6 (φράγμα Ταμασσού) θα πρέπει να συγκεντρωθεί επαρκές δείγμα. Εναλλακτικά, είναι δυνατόν να δημιουργηθεί δείγμα είτε με υδρολογική προσομοίωση απορροής είτε από μετρήσεις υδρομετρικού σταθμού.

10.7.4. Δείκτης Ημερήσιας Διάιτας Ποταμών

Τα στοιχεία ημερήσιων παροχών είναι άμεσα διαθέσιμα στο ΤΑΥ. Θα πρέπει όμως να εξασφαλίζεται η καλή λειτουργία του σταθμού στις πολύ χαμηλές παροχές που είναι και το αντικείμενο του δείκτη αλλά και να διατίθενται οι

ανθρώπινοι πόροι για έγκαιρη επεξεργασία των καταγραφών. Σε αυτήν την κατεύθυνση θα ήταν σημαντική η συμβολή της τοποθέτησης οργάνων ψηφιακής καταγραφής σε επιλεγμένους τουλάχιστον σταθμούς. Σε συνδυασμό με σύνδεση μεταφοράς δεδομένων (π.χ. ασύρματο δίκτυο GSM) προς το ΤΑΥ θα ήταν δυνατή η σχεδόν άμεση εποπτεία των παροχών και ο, μέσω ενός απλού λογισμικού, υπολογισμός των δεικτών. Είναι όμως απαραίτητο η αυτοματοποίηση να μην αποβεί σε βάρος των τακτικών επισκέψεων και επιθεωρήσεων των σταθμών. **Πολύ σημαντικό είναι να υπάρξει νέα, επικαιροποιημένη καταγραφή των απολήψεων (θέσεις και ποσότητες) επιφανειακού νερού στις ορεινές περιοχές, ώστε να είναι δυνατός ο σχεδιασμός και η λήψη των μέτρων εξασφάλισης ελάχιστης παροχής για τα ποτάμια οικοσυστήματα.**

10.7.5. Δείκτης Αποθεμάτων

Τα στοιχεία είναι άμεσα διαθέσιμα από το ΤΑΥ.

10.7.6. Υπόγεια Σώματα

Θα πρέπει εντός των επομένων ετών να γίνει προσπάθεια ανάπτυξης σύγχρονων μοντέλων για τα υπόγεια σώματα και ταυτόχρονα να υπάρξει ένα αξιόπιστο σύστημα καταγραφής των αντλήσεων. Αυτό θα επιτρέψει την πιο αξιόπιστη παρακολούθηση της πραγματικής τροφοδοσίας των σωμάτων. Βραχυπρόθεσμα είναι εφαρμόσιμο, προσεγγιστικά, το σύστημα που προτείνεται με τη σύγκριση σταθμών του μηνός Ιανουαρίου με του προηγούμενου έτους. Θα πρέπει, ωστόσο να πραγματοποιηθεί μία άσκηση επιλογής, σε κάθε σώμα, των πλέον κατάλληλων και αντιπροσωπευτικών γεωτρήσεων οι οποίες θα παραμένουν σταθερές. Αντίστοιχη παρακολούθηση θα απαιτηθεί και για τις πηγές.

Η ποιοτική παρακολούθηση θα πρέπει να συνεχισθεί και να επεκταθεί χωρικά για την συμπλήρωση των παρατηρήσεων που αφορούν την ποσοτική κατάσταση του σώματος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Drought Management Plan Report, Δ/ση Περιβάλλοντος ΕΕ, Technical Report 2008-23.
2. Mckee, T.B., Doesken, N.J., Kleist, J., 1993. The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales, 8th Conference on Applied Climatology, 17-22 January, Anaheim, CA, pp.179-184.
3. Thom, H.C.S., 1958. A Note on the Gamma Distribution, Monthly Weather Review, 86 (4): pp. 117-122.
4. Ben-Zvi, Arie, 1987, "Indices of Hydrological Drought in Israel", Journal of Hydrology, 92, pp. 179-191.
5. Alley, W.M. 1984. The Palmer Drought Severity Index: Limitations and assumptions. *Journal of Climate and Applied Meteorology* 23:1100–1109.
6. Doesken, N.J.; T.B. McKee; and J. Kleist. 1991. Development of a surface water supply index for the western United States. Climatology Report Number 91–3, Colorado State University, Fort Collins, Colorado.
7. Edwards, D.C.; and T. B. McKee. 1997. Characteristics of 20th century drought in the United States at multiple time scales. Climatology Report Number 97–2, Colorado State University, Fort Collins, Colorado.
8. Gibbs, W.J.; and J.V. Maher. 1967. Rainfall deciles as drought indicators. *Bureau of Meteorology Bulletin* No. 48, Commonwealth of Australia, Melbourne.
9. Gommès, R.; and F. Petrassi. 1994. Rainfall variability and drought in Sub-Saharan Africa since 1960. Agrometeorology Series Working Paper No. 9, Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
10. Heddinghaus, T.R.; and P. Sabol. 1991. A review of the Palmer Drought Severity Index and where do we go from here? In *Proc. 7th Conf. on Applied Climatology*, pp. 242–246. American Meteorological Society, Boston.
11. Karl, T.R.; and R.W. Knight. 1985. Atlas of Monthly Palmer Hydrological Drought Indices (1931–1983) for the Contiguous United States. Historical Climatology Series 3–7, National Climatic Data Center, Asheville, North Carolina.
12. Kogan, F.N. 1995. Droughts of the late 1980s in the United States as derived from NOAA polar-orbiting satellite data. *Bulletin of the American Meteorological Society* 76(5):655–668.
13. Le Houérou, H.N.; G.F. Popov; and L. See. 1993. Agrobioclimatic classification of Africa. Agrometeorology Series Working Paper No. 6, Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.

14. McKee, T.B.; N.J. Doesken; and J. Kleist. 1995. Drought monitoring with multiple time scales. Preprints, 9th Conference on Applied Climatology, pp. 233–236. January 15–20, Dallas, Texas.
15. McKee, T.B.; N.J. Doesken; and J. Kleist. 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. Preprints, 8th Conference on Applied Climatology, pp. 179–184. January 17–22, Anaheim, California.
16. Palmer, W.C. 1968. Keeping track of crop moisture conditions, nationwide: The new Crop Moisture Index. *Weatherwise* 21:156–161.
17. Palmer, W.C. 1965. Meteorological drought. Research Paper No. 45, U.S. Department of Commerce Weather Bureau, Washington, D.C.
18. Shafer, B.A.; and L.E. Dezman. 1982. Development of a Surface Water Supply Index (SWSI) to assess the severity of drought conditions in snowpack runoff areas. In *Proceedings of the Western Snow Conference*, pp. 164–175. Colorado State University, Fort Collins, Colorado.
19. Smith, D.I.; M.F. Hutchinson; and R.J. McArthur. 1993. Australian climatic and agricultural drought: Payments and policy. *Drought Network News* 5(3):11–12.
20. White, D.H.; and B. O’Meagher. 1995. Coping with exceptional droughts in Australia. *Drought Network News* 7(2):13–17.
21. Wilhite, D.A. 1995. Developing a precipitation-based index to assess climatic conditions across Nebraska. Final report submitted to the Natural Resources Commission, Lincoln, Nebraska.
22. Wilhite, D.A.; and M.H. Glantz, 1985. Understanding the drought phenomenon: The role of definitions. *Water International* 10(3):111–120.
23. Willeke, G.; J.R.M. Hosking; J.R. Wallis; and N.B. Guttman. 1994. *The National Drought Atlas*. Institute for Water Resources Report 94–NDS–4, U.S. Army Corps of Engineers.