

**ΕΝΩΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΩΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ
ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ
(Ε.Δ.Ε.Υ.Α.)**

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

**ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ
ΣΕ Δ.Ε.Υ.Α.**

ΟΙ ΣΥΝΤΑΞΑΝΤΕΣ

**ΣΠΥΡΟΥ ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ , ΔΕΥΑ ΣΕΡΡΩΝ
ΣΑΒΒΟΡΓΙΝΑΚΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ , ΔΕΥΑ ΛΑΡΙΣΑΣ
ΤΣΑΤΣΟΣ ΛΑΜΠΡΟΣ , ΔΕΥΑ ΠΑΤΡΑΣ
ΣΩΤΗΡΟΠΟΥΛΟΥ ΣΩΤΗΡΙΑ , ΔΕΥΑ ΑΡΓΟΥΣ
ΜΠΙΜΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ , ΔΕΥΑ ΛΕΙΒΑΔΙΑΣ**

ΧΑΛΚΙΔΑ , ΙΟΥΝΙΟΣ 2016

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι ΔΕΥΑ της χώρας , μετά και την έγκριση και δημοσίευση των Σχεδίων Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος που τις αφορά , καλούνται για την σύνταξη Σχεδίων Ύδρευσης (Masterplan) , περιοχής ευθύνης των.

Ακόμα και στην περίπτωση που κάτι τέτοιο είχε ήδη πραγματοποιηθεί από κάποια ΔΕΥΑ , πριν την ψήφιση και εφαρμογή του Νόμου «Καλλικράτης» , τώρα είναι υποχρεωμένη να επικαιροποιήσει το εν λόγω αρχικό σχέδιο , συμπεριλαμβάνοντας και όλες τις Τ.Κ. του νέου διευρυμένου Δήμου της περιοχής της.

Στο ΠΡΩΤΟ ΜΕΡΟΣ του παρόντος τεύχους , δίνονται βασικές κατευθυντήριες γραμμές και καίρια ενδιάμεσα αποτελέσματα , μιας τέτοιας συνολικής μελέτης διαχείρισης του νερού , που μπορεί να λάβει χώρα σε μία ΔΕΥΑ , αμέσως μετά την διεύρυνσή της .

Στο ΔΕΥΤΕΡΟ ΜΕΡΟΣ του παρόντος τεύχους , με κέντρο την βασική ιδέα αντιμετώπισης ενός αριθμού Τ.Κ. σε έναν νέο διευρυμένο Δήμο , ως ενιαίου πυρήνα , παρουσιάζονται οι κατευθυντήριες γραμμές , για την ενιαία διαχείριση των εξωτερικών υδραγωγείων των εν λόγω Τ.Κ.

Ειδικότερα , το ΠΡΩΤΟ ΜΕΡΟΣ , συγκροτείται από τα :

Κεφάλαιο 1^ο: αποτελεί την εισαγωγή του διαχειριστικού σχεδίου και αναφέρεται στο ιστορικό του έργου, στο σκοπό και αναγκαιότητα υλοποίησης του σχεδίου, θέτει τις βασικές κατευθύνσεις που θα ακολουθηθούν, γίνεται μία σύντομη αναφορά στο θεσμικό πλαίσιο διαχείρισης των υδατικών πόρων και παρουσιάζεται η διάρθρωση του τεύχους της μελέτης.

Κεφάλαιο 2^ο: γίνεται η παρουσίαση του υδατικού διαμερίσματος στο οποίο ανήκει η περιοχή μελέτης με αναφορές στο εγκεκριμένο σχέδιο διαχείρισης των λεκανών απορροής ποταμών του συγκεκριμένου υδατικού διαμερίσματος .

Κεφάλαιο 3^ο: περιλαμβάνει την τεχνική περιγραφή της περιοχής μελέτης (οικισμοί, διοικητική δομή, γεωγραφικά στοιχεία, πληθυσμιακά στοιχεία, εκτίμηση πληθυσμιακής εξέλιξης, τεχνικά στοιχεία ύδρευσης, γεωτρήσεις, τιμολογιακή πολιτική, προγραμματιζόμενα έργα) και την περιγραφή των βασικών στοιχείων του φυσικού περιβάλλοντος που επηρεάζουν τον υδρολογικό κύκλο του νερού (γεωμορφολογία, γεωλογία, έδαφος, βλάστηση, χρήσεις γης).

Κεφάλαιο 4^ο: παρουσιάζονται τα κλιματικά και μετεωρολογικά στοιχεία της περιοχής μελέτης με αναφορές στους μετεωρολογικούς σταθμούς από τους οποίους προέρχονται. Γίνεται στατιστική ανάλυση και επεξεργασία των διαθέσιμων δεδομένων για την εξαγωγή χρήσιμων στατιστικών παραμέτρων.

Κεφάλαιο 5^ο: γίνεται προσέγγιση του υδατικού ισοζυγίου της περιοχής μελέτης λαμβάνοντας υπόψη, τις εισροές, εκροές και απώλειες νερού. Ταυτόχρονα στο ίδιο κεφάλαιο εντοπίζονται πιθανά προβλήματα ποιότητας του νερού και γίνεται προσομοίωση των

πιθανών ρυπασμένων υπόγειων υδροφορέων.

Κεφάλαιο 6°: περιλαμβάνει τη στοχαστική προσομοίωση των υδρολογικών χρονοσειρών με μεθόδους στοχαστικής υδρολογίας με σκοπό τη γέννηση συνθετικών χρονοσειρών.

Κεφάλαιο 7°: πραγματοποιείται εκτίμηση των υδατικών αναγκών (ύδρευση, άρδευση, κτηνοτροφία, βιομηχανία, πιθανές λοιπές ανάγκες), στηριζόμενη σε παραδοχές και αποτελέσματα της πληθυσμιακής εξέλιξης των οικισμών αλλά και βάση των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων που εντοπίζονται στη λεκάνη απορροής.

Κεφάλαιο 8°: παρουσιάζεται η προσομοίωση του υδατικού ισοζυγίου της λεκάνης απορροής και εξάγονται τα τελικά συμπεράσματα σχετικά με τα διαθέσιμα υδατικά αποθέματα.

Το ΔΕΥΤΕΡΟ ΜΕΡΟΣ , συγκροτείται από τα :

Κεφάλαιο 1°: αφορά την ανάπτυξη των στρατηγικών διαχείρισης σε κάθε πυρήνα ύδρευσης .

Κεφάλαιο 2°: αναφέρεται σε ορισμένα γενικά στοιχεία για το σύνολο της περιοχής μελέτης και την συγκρότηση των πυρήνων ύδρευσης στα πλαίσια της ενιαίας διαχείρισης εξωτερικών υδραγωγείων , καθώς και στα κριτήρια ομαδοποίησης των οικισμών .

Κεφάλαιο 3°: αποτελεί την ανάλυση του εκάστοτε πυρήνα με αναφορές στην θέση του τον πληθυσμό του , τον τρόπο υδροδότησής του , τις εναλλακτικές λύσεις υδροδότησής του , τα προτεινόμενα μέτρα , την μοντελοποίηση της λύσης , τις στρατηγικές διαχείρισης , την επιλογή των λύσεων και την προ – κοστολόγηση των απαραίτητων έργων .

2. ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ

Συνοπτική αναφορά στα υδατικά διαμερίσματα που έχουν καθοριστεί σύμφωνα με τις λεκάνες απορροής της χώρας (ΦΕΚ 1383Β/02-09-2010 και τη διόρθωση σφάλματος του Παραρτήματος ΙΙ της προαναφερόμενης Απόφασης με βάση το ΦΕΚ 1572Β/28-09-2010). Παρουσίαση των υδατικών διαμερισμάτων σε πινακοποιημένη μορφή που συνοδεύεται από αντίστοιχη εικόνα.

Πίνακας 1 : Υδατικά διαμερίσματα - λεκάνες απορροής

α/α	Υδατικά Διαμερίσματα	Λεκάνες απορροής	
		Κωδικός	Όνομα
..			
			
8	Θεσσαλία	GR16	Πηνειού
		GR17	Ρεμάτων Αλμυρού - Πηλίου
9	Δυτική Μακεδονία	GR01	Εριγώνος
		GR02	Αλιάκμονα
10	Κεντρική Μακεδονία	GR03	Αξιού
		GR04	Γαλλικού
		GR05	Χαλκιδικής
		GR43	Άθως
11	Ανατολική Μακεδονία	GR06	Στρυμόνα
12	Θράκη	GR07	Νέστου
		GR08	Ρέματος Ξάνθης – Ξηρορέματος
		GR09	Ρεμάτων Κομοτηνής – Λουτρού Έβρου
		GR10	Έβρου
		GR42	Θάσου - Σαμοθράκης
..			
			



Σχήμα 2.1: Υδατικά διαμερίσματα - λεκάνες απορροής (πηγή ΥΠΕΚΑ)

Ακολουθεί ενδελεχής ανάλυση των χαρακτηριστικών του υδατικού διαμερίσματος στο οποίο ανήκει η περιοχή μελέτης με παράθεση στοιχείων από το σχετικό εγκεκριμένο σχέδιο

διαχείρισης της λεκάνης απορροής. Η εν λόγω ανάλυση περιλαμβάνει την παρουσίαση αρχικά συνοπτικών γεωγραφικών, γεωμορφολογικών, γεωλογικών και κλιματολογικών χαρακτηριστικών του υδατικού διαμερίσματος, καθώς και μία σύντομη αναφορά σε πιθανές προστατευόμενες περιοχές που μπορεί να περιλαμβάνει.

Στη συνέχεια γίνεται αναφορά σε περισσότερο ουσιαστικά στοιχεία του υδατικού διαμερίσματος και συγκεκριμένα παραθέτονται περιγραφικά και αριθμητικά στοιχεία (υδατικό δυναμικό) των υπόγειων υδατικών συστημάτων και επιφανειακών νερών που εμπλέκονται στο υδατικό δυναμικό της υπό μελέτη λεκάνης απορροής. Επίσης η περιγραφή συνοδεύεται και από σχήματα που αναπαριστούν την υπό μελέτη λεκάνη απορροής σε σχέση με θεματικούς χάρτες του υδατικού διαμερίσματος (γεωμορφολογικός, υπόγειων υδατικών συστημάτων και επιφανειακών νερών).

Η κατάληξη της σχετικής ενότητας είναι ένα υδρολογικό ισοζύγιο του υδατικού διαμερίσματος που συγκεντρώνεται σε έναν πίνακα της παρακάτω μορφής και περιλαμβάνει αριθμητικές τιμές για τις παραμέτρους: επιφάνεια, όγκος βροχής, εξάτμιση, ωφέλιμη βροχόπτωση, κατείδυση και επίγεια ροή.

Πίνακας 2 : Υδρολογικό ισοζύγιο υδατικού διαμερίσματος σε ετήσια βάση

Παράμετροι υδρολογικού ισοζυγίου	Τιμές
Επιφάνεια	 km ²
Όγκος βροχής	 hm ³
Εξάτμιση	 hm ³
Ωφέλιμη βροχόπτωση	 hm ³
Κατείδυση	 hm ³
Επίγεια ροή	 hm ³

Ταυτόχρονα παρουσιάζονται αριθμητικά στοιχεία σχετικά με τις επιμέρους χρήσεις και ζήτηση νερού, καταλήγοντας στη συνολική ετήσια ζήτηση. Για την καλύτερη παρουσίαση των επιμέρους χρήσεων και κυρίως της κατανομής τους στη συνολική ζήτηση του νερού διαμορφώνεται ένα διάγραμμα της μορφής:



Σχήμα 2.2: Χρήσεις νερού - ζήτηση

Κατακλείδα της παρουσίασης του υδατικού διαμερίσματος στο οποίο ανήκει η υπό μελέτη λεκάνη απορροής είναι η παράθεση ενός συνολικού ετήσιου ισοζυγίου προσφοράς και ζήτησης από το οποίο θα εξάγεται το συμπέρασμα αν είναι πλεονασματικό ή ελλειμματικό. Το προκυπτόμενο αποτέλεσμα θα ληφθεί υπόψη ως μέτρο σύγκρισης για το αντίστοιχο υδατικό ισοζύγιο που θα προσδιορισθεί (στη συνέχεια της μελέτης) για την υπό μελέτη λεκάνη απορροής.

3. ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Το παρόν κεφάλαιο ξεκινάει με μία συνοπτική περιγραφή της ευρύτερης περιοχής μελέτης και καταλήγει στη γενική παρουσίαση της λεκάνης απορροής στην οποία ανήκει η περιοχή μελέτης. Είναι χρήσιμη η παρουσίαση μίας εικόνας με τον υδροκρίτη που ορίζει τη λεκάνη απορροής.



Σχήμα 3.1: Περιοχή μελέτης μιας τέτοιας περιοχής (π.χ. Σερρών) .

Κυρίαρχη παράμετρος της μελέτης είναι η καταγραφή αρχικά των οικισμών για τους οποίους πρέπει να διαχειριστούν οι υδρευτικές συνθήκες και στη συνέχεια η ενδελεχής ανάλυση των δημογραφικών στοιχείων με κατάληξη στον παρόντα και μελλοντικό (σύμφωνα με προβλέψεις που στηρίζονται σε μαθηματικές μεθοδολογίες) εξυπηρετούμενο πληθυσμό. Η συγκεντρωτική παρουσίαση των οικισμών μπορεί να γίνει σε ένα πίνακα της παρακάτω μορφής.

Πίνακας 3 : Λίστα οικισμών περιοχής μελέτης – πληθυσμοί

Δήμοι	Δημοτικές Ενότητες	Δημοτικές & Τοπικές Κοινότητες	Οικισμοί	Πληθυσμός	
				De Facto Πραγμ.	Μόνιμος
Τμήμα Δήμου	1	1	1	...	...
		2	2	...	...
		...	...	...	...
		n	n	...	...
	2	1	1	...	...
		2	2	...	...
		...	...	...	...
		n	n	...	...
	...	1	1	...	...
		2	2	...	...
		...	...	...	...
		n	n	...	...
	n	1	1	...	...
		2	2	...	...
		...	...	...	...

		n	n	...	...
Σύνολο				...	...

Στα πλαίσια της ολοκληρωμένης μελέτης διαχείρισης υδατικών πόρων, **υλοποιείται** ενδεδειγμένη ανάλυση και πρόβλεψη της εξέλιξης του πληθυσμού για όλες τις Δημοτικές και Τοπικές Κοινότητες του υπό μελέτη διευρυμένου Δήμου που συνιστούν την περιοχή μελέτης. Ειδικότερα **εφαρμόζεται** η μέθοδος ανάλυσης κύριων συνιστωσών των προβολών του πληθυσμού, σύμφωνα με την οποία το μέγεθος του πληθυσμού κάποιας χρονικής στιγμής t (P_t) μπορεί να υπολογιστεί από το μέγεθος κάποιας προηγούμενης χρονικής στιγμής 0 (P_0) (συνήθως της τελευταίας απογραφής) λαμβάνοντας υπόψη τις συνιστώσες της πληθυσμιακής ανάπτυξης για το χρονικό διάστημα που μεσολάβησε δηλαδή, τις γεννήσεις (B), τους θανάτους (D) και τη μετανάστευση από (E) ή προς (I) τον πληθυσμό. Η μαθηματική εξίσωση που το περιγράφει είναι:

$$P_t = P_0 + B - D + I - E$$

Για τις ανάγκες μακροχρόνιων προβλέψεων του μεγέθους του πληθυσμού (πληθυσμιακών προβολών) η μόνη μέθοδος η οποία θεωρείται ότι παρέχει αξιόπιστα αποτελέσματα είναι η σύνθεση κύριων συνιστωσών. Η μέθοδος αυτή **εφαρμόζεται** σε κατά φύλο και δευτείες ομάδες ηλικιών δεδομένα και κατά συνέπεια **παρέχει** προβλέψεις για κάθε πληθυσμιακό κατά φύλο και 5ετή ομάδα ηλικιών υποσύνολο.

Η βασική σκέψη στην οποία στηρίζεται η ανάπτυξη αυτής της μεθόδου είναι ότι τα άτομα συγκεκριμένης ηλικίας στον πληθυσμό κάποιου έτους είναι όσα τα νεότερα κατά ένα χρόνο άτομα στον πληθυσμό του προηγούμενου έτους αφού αφαιρεθούν όσοι από αυτούς πέθαναν και όσοι μετανάστευσαν από τον πληθυσμό και προστεθούν όσοι μετανάστευσαν προς τον πληθυσμό, στην αντίστοιχη ηλικία κατά την διάρκεια του χρονικού διαστήματος που μεσολάβησε. Ειδικά τα παιδιά που δεν έχουν συμπληρώσει το πρώτο έτος ζωής (ηλικίας μηδέν) υπολογίζονται από τις γεννήσεις του προηγούμενου έτους αφού αφαιρεθούν οι θάνατοι και ληφθεί υπ' όψη η μετανάστευση.

Γνωρίζοντας το μέγεθος του πληθυσμού και την σύνθεση του κατά φύλο και ηλικία κάποιο αρχικό έτος βάσης (2011, απογραφή) και έχοντας θέσει υποθέσεις για την εξέλιξη των επιπέδων θνησιμότητας, γεννητικότητας και μεταναστευτικής κίνησης του πληθυσμού, η διαδικασία **επαναλαμβάνεται** 5 φορές για τα χρονικά σημεία: 2016, 2021, 2026, 2031 και 2036 για τα οποία έγινε προβολή του πληθυσμού. Επισημαίνεται ότι όσο οι προβολές απομακρύνονται από το χρονικό σημείο βάσης, τόσο μεγαλώνει το εύρος σφάλματος. Ωστόσο η μέθοδος αυτή είναι η περισσότερο αντικειμενική και παρέχει τις ακριβέστερες προβλέψεις για την εξέλιξη του πληθυσμού, καθώς λαμβάνει υπόψη όλες τις μεταβλητές (κύριες συνιστώσες) που επηρεάζουν τον πληθυσμό. Επισημαίνεται ότι τα στατιστικά δεδομένα στα οποία **βασίζεται** η εφαρμογή της μεθόδου προέρχονται από την Ελληνική

Στατιστική Αρχή (ΕΛ.ΣΤΑΤ.).

Τελικά προσδιορίζονται αναλυτικά οι προβολές πληθυσμών για τις Δημοτικές Ενότητες και πιθανές μεμονωμένες Τοπικές Κοινότητες της περιοχής μελέτης. Οι προβολές πληθυσμού γίνονται με κάποιο έτος βάσης (για παράδειγμα το 2011 που αποτελεί και το έτος της πιο πρόσφατης απογραφής) και ανά 5ετία, δηλαδή για τα έτη 2016, 2021, 2026, 2031 και 2036. Τα αποτελέσματα των πενταετών προβολών για τις Δημοτικές Ενότητες και πιθανές μεμονωμένες Τοπικές Κοινότητες της περιοχής μελέτης παρουσιάζονται σε ένα συγκεντρωτικό πίνακα.

Επιπλέον, δεδομένου ότι τα διαθέσιμα δεδομένα αφορούν Δημοτικές Ενότητες και όχι επιμέρους οικισμούς, γίνεται αναγωγή των επιμέρους πληθυσμών των οικισμών που συγκροτούν κάθε Δημοτική Ενότητα ή μεμονωμένη Τοπική Κοινότητα με βάση τα απογραφικά στοιχεία του έτους βάσης 2011 (συνολικά και επιμέρους) και του συνολικού πληθυσμού του αντίστοιχου κάθε φορά έτους προβολής (όπως αυτός προσδιορίστηκε με τη προαναφερόμενη μέθοδο). Με τον τρόπο αυτό υπολογίζονται αναλογικά για κάθε έτος προβολής οι πληθυσμοί των επιμέρους οικισμών.

Πίνακας 4 : Πίνακας οικισμών – 5ετείς προβολές

Δ.Ε. ή Τ.Κ. και αντίστοιχοι οικισμοί	Πενταετείς προβολές					
	2011	2016	2021	2026	2031	2036
Δ.Ε.	...	...	...	...	...	...
1	...	...	...	...	...	...
2	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
η	...	...	...	...	...	...
Δ.Ε.	...	...	...	...	...	...
1	...	...	...	...	...	...
2	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
η	...	...	...	...	...	...
Δ.Ε.	...	...	...	...	...	...
1	...	...	...	...	...	...
2	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
η	...	...	...	...	...	...
Τ.Κ.	...	...	...	...	...	...
.....	...	...	...	...	...	...
Τ.Κ.	...	...	...	...	...	...
.....	...	...	...	...	...	...

Για την καλύτερη παρουσίαση των αποτελεσμάτων μπορεί να διαμορφωθεί ένας πίνακας στον οποίο παρουσιάζονται αποκλειστικά οι σκιαγραφημένες γραμμές του παραπάνω πίνακα, δηλαδή οι πληθυσμοί των Δημοτικών Ενοτήτων και μεμονωμένων

Τοπικών Κοινοτήτων της περιοχής μελέτης όπως προέκυψαν για τις πενταετείς προβολές από το 2021 έως και το 2036.

Πίνακας 5 : Συγκεντρωτικός πίνακας – 5ετείς προβολές

Δ.Ε. ή Τ.Κ.	Πενταετείς προβολές					
	2011	2016	2021	2026	2031	2036
Δ.Ε.	...	...	...	...	...	...
Δ.Ε.	...	...	...	...	...	...
Δ.Ε.	...	...	...	...	...	...
Τ.Κ.	...	...	...	...	...	...
Τ.Κ.	...	...	...	...	...	...

Ο τελευταίος πίνακας μπορεί να συνοδεύεται από ένα αντίστοιχο διάγραμμα, στο οποίο οπτικοποιούνται τα δεδομένα του σε διαγραμματική μορφή και έτσι διακρίνεται καλύτερα η σταδιακή μείωση ή αύξηση ή αυξομείωση των πληθυσμών των υπό μελέτη οικισμών.



Σχήμα 3.2: 5έτεις προβολές

Στη συνέχεια με βάση τα δημογραφικά στοιχεία του έτους βάσης (2011) και τα στοιχεία που **προκύπτουν** για τις προβολές του πληθυσμού σε πενταετείς ομάδες ηλικιών για τα χρονικά σημεία που αναφέρθηκαν παραπάνω, **καταρτίζονται** και οι πυραμίδες του πληθυσμού. Οι πυραμίδες ηλικιών ανάλογα με τη μορφή τους, δηλαδή συνδυασμός ευρείας ή στενής βάσης, μέσης και κορυφής βοηθούν στην εξαγωγή συμπερασμάτων για την κατανομή των κατοίκων σε συγκεκριμένα πεδία ηλικιών και κατά συνέπεια για τις προοπτικές της μελλοντικής εξέλιξης του πληθυσμού.

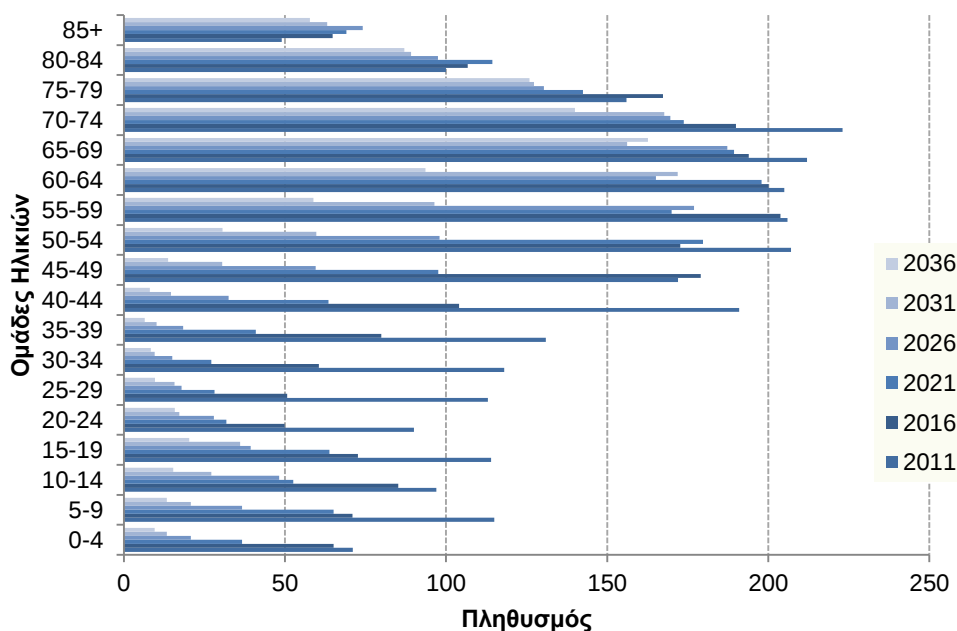
Οι πυραμίδες ηλικιών παρουσιάζονται για άνδρες και γυναίκες ανά Δημοτική Ενότητα ή Τοπική Κοινότητα με τους αντίστοιχους πίνακες, σύμφωνα με τα στοιχεία που προέκυψαν από τη μέθοδο προβολών του πληθυσμού. Στη συνέχεια παρατίθεται ένα παράδειγμα για

την καλύτερη κατανόηση της μορφής τους.

Πίνακας 6 : Προβολές πληθυσμού – άνδρες – Δ.Ε.

Ομ. Ηλικ.	2011	2016	2021	2026	2031	2036
0-4	71	65	37	21	13	10
5-9	115	71	65	37	21	13
10-14	97	85	53	48	27	15
15-19	114	73	64	39	36	20
20-24	90	50	32	28	17	16
25-29	113	51	28	18	16	10
30-34	118	60	27	15	10	8
35-39	131	80	41	18	10	6
40-44	191	104	63	33	15	8
45-49	172	179	98	60	30	14
50-54	207	173	180	98	60	31
55-59	206	204	170	177	96	59
60-64	205	200	198	165	172	94
65-69	212	194	189	187	156	163
70-74	223	190	174	170	168	140
75-79	156	167	143	130	127	126
80-84	100	107	114	97	89	87
85+	49	65	69	74	63	58

Πυραμίδα ηλικιών - άνδρες - Δ.Ε.



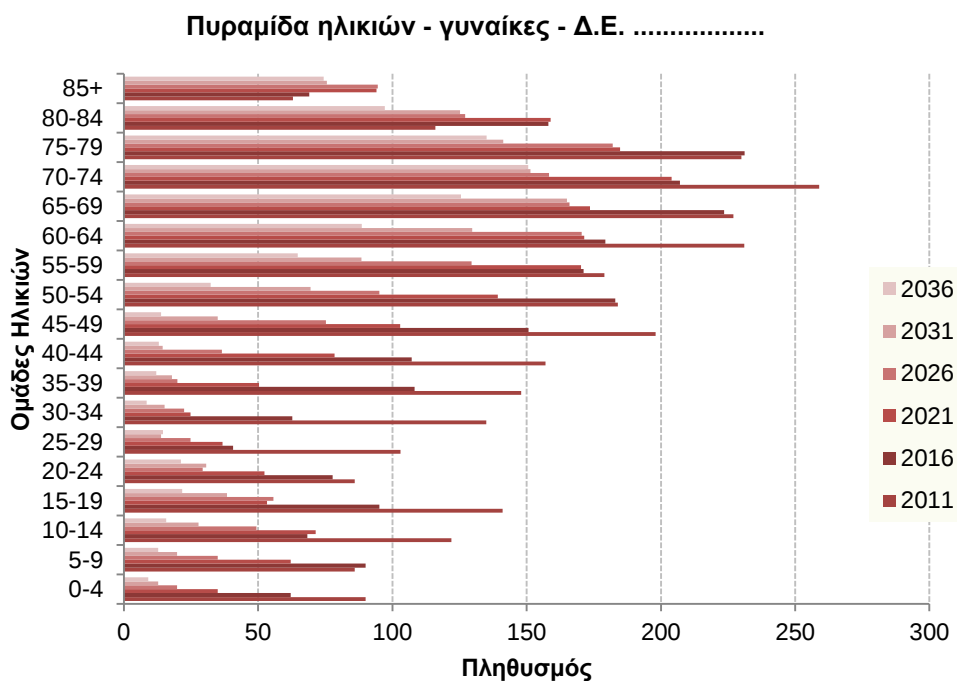
Σχήμα 3.3: Πυραμίδα ηλικιών – άνδρες – Δ.Ε.

Πίνακας 7 : Προβολές πληθυσμού – γυναίκες – Δ.Ε.

Ομ. Ηλικ.	2011	2016	2021	2026	2031	2036
0-4	90	62	35	20	13	9

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

5-9	86	90	62	35	20	13
10-14	122	68	71	49	28	16
15-19	141	95	53	56	38	22
20-24	86	78	52	29	31	21
25-29	103	41	37	25	14	15
30-34	135	63	25	22	15	8
35-39	148	108	50	20	18	12
40-44	157	107	78	36	14	13
45-49	198	151	103	75	35	14
50-54	184	183	139	95	70	32
55-59	179	171	170	130	88	65
60-64	231	179	171	171	130	89
65-69	227	224	174	166	165	126
70-74	259	207	204	158	151	151
75-79	230	231	185	182	141	135
80-84	116	158	159	127	125	97
85+	63	69	94	95	76	74



Σχήμα 3.4: Πυραμίδα ηλικιών – γυναίκες – Δ.Ε.

Στη συνέχεια παρατίθεται μία ενότητα στην οποία παρουσιάζονται τα πληθυσμιακά στοιχεία των απογραφών για τους οικισμούς που συγκροτούν την περιοχή μελέτης από την παλαιότερη απογραφή για την οποία υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία (για παράδειγμα από το 1961 έως το 2011 - τελευταία απογραφή). Ειδικότερα διαμορφώνεται ένας πίνακας που καταγράφονται όλα τα πληθυσμιακά στοιχεία στην εξέλιξη του χρόνου, από τα οποία διαπιστώνεται η πιθανή σταδιακή μείωση ή αύξηση ή σταθερότητα ή αυξομείωση του πληθυσμού των οικισμών αλλά και συνολικά της περιοχής μελέτης με την πάροδο του

χρόνου. Η οπτικοποίηση των δεδομένων αυτών γίνεται συνολικά για την περιοχή μελέτης και ανά Δημοτική Ενότητα σε κατάλληλα διαγράμματα.

Στην περίπτωση που τα αποτελέσματα από την εφαρμογή των προαναφερόμενων μεθόδων δείξουν σταδιακή μείωση των πληθυσμών, τότε με σκοπό να ληφθεί υπόψη το δυσμενέστερο σενάριο σχετικά με τις μελλοντικές υδρευτικές ανάγκες, μπορεί να εκτιμηθεί ένα μικρό ποσοστό αύξησης. Έτσι, εφαρμόζεται ο τύπος του ανατοκισμού για την πρόβλεψη της εξέλιξης του πληθυσμού στο μέλλον. Η κάλυψη του δυσμενέστερου σεναρίου θεωρείται απαραίτητη, καθώς η εξέλιξη του πληθυσμού θα καθορίσει τις παρούσες και μελλοντικές υδρευτικές ανάγκες. Επομένως η πρόβλεψη για μία μεγαλύτερη ζήτηση στο μέλλον θα καλύψει μία πιθανή μικρή ζήτηση, ενώ το αντίστροφο δεν μπορεί να συμβεί και αντίθετα θα δημιουργήσει σοβαρά προβλήματα στη διαχείριση των υδατικών πόρων.

Συνδυάζοντας τα αποτελέσματα της μεθόδου κύριων συνιστωσών για τις προβολές πληθυσμού και την επιθυμία για κάλυψη του δυσμενέστερου σεναρίου εκτιμάται μία τιμή ως ετήσιο ποσοστό αύξησης του πληθυσμού. Η τιμή αυτή μπορεί να είναι ενιαία για όλους τους οικισμούς στην περίπτωση που έχουν παρόμοια πληθυσμιακά χαρακτηριστικά ή διαφορετική αν οι οικισμοί της περιοχής μελέτης είναι διαφορετικοί μεταξύ τους (μεγαλύτεροι και μικρότεροι, κοντά σε μεγαλύτερο αστικό ιστό, τουριστικοί, παραδοσιακοί, πιθανά ειδικά χαρακτηριστικά κ.α.).

Ο τύπος του ανατοκισμού δίνεται από την παρακάτω μαθηματική εξίσωση:

$$E_v = E_o \cdot (1 + \rho)^v$$

Όπου:

E_v : ο προβλεπόμενος πληθυσμός

E_o : ο πληθυσμός κατά το έτος απογραφής

ρ : η ετήσια αύξηση του πληθυσμού

v : τα έτη για τα οποία θα γίνει η πρόβλεψη

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω οι προβλέψεις των προβολών του πληθυσμού γίνονται ανά πενταετία ξεκινώντας από το έτος βάσης 2011, με την πρώτη προβολή για το έτος 2016 και στη συνέχεια σε βάθος 20ετίας, δηλαδή μέχρι το 2036. Επομένως η πρόβλεψη του πληθυσμού με τον τύπο του ανατοκισμού **υλοποιείται** με βάση το έτος αναφοράς (2011, απογραφικά στοιχεία) αρχικά για το έτος 2016 (ως παρούσα κατάσταση) και στη συνέχεια σε βάθος δεκαετίας 2026 και σε βάθος εικοσαετίας 2036. Σημειώνεται ότι για τις αρχικές τιμές του πληθυσμού (E_o) χρησιμοποιείται ο μόνιμος πληθυσμός καθώς θεωρείται αντιπροσωπευτικότερος σύμφωνα με τους ορισμούς των πληθυσμών (Μόνιμος και De Facto Πραγματικός).

Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα πρόβλεψης του πληθυσμού των οικισμών από την εφαρμογή του τύπου του ανατοκισμού παρουσιάζονται σε ένα πίνακα της μορφής:

Πίνακας 8 : Πρόβλεψη πληθυσμού με τον τύπο του ανατοκισμού

Τοπικές Κοινότητες	Οικισμοί	Μόνιμος Πληθυσμός	Πρόβλεψη	Πρόβλεψη	Πρόβλεψη
		2011	2016	2026	2036
1	1	...	...	...	...
2	2	...	...	...	...
3	3	...	...	...	...
..	..	...	...	...	...
..	..	...	...	...	...
..	..	...	...	...	...
η	η	...	...	...	...
Σύνολο		...	...	...	...

Στη συνέχεια ακολουθεί ίσως η σημαντικότερη ενότητα του κεφαλαίου που αφορά τον προσδιορισμό των υδρευτικών αναγκών των οικισμών και η οποία γίνεται με τρεις διαφορετικούς τρόπους:

- Αρχικά ελέγχεται αν υπάρχουν εγκεκριμένοι Φάκελοι Υδρευτικών Καταστάσεων (Φ.Υ.Κ.) από τους οποίους λαμβάνονται οι ποσότητες νερού που προτείνονται (έχουν υπολογιστεί) για κάθε οικισμό.
- Υπολογισμός υδρευτικών αναγκών των οικισμών σύμφωνα με την ΚΥΑ με Α.Π. Δ11/Φ16/8500/22-3-1991 (ΦΕΚ 174/Β) που αφορά τον «προσδιορισμό κατώτατων ορίων των αναγκαίων ποσοτήτων για την ορθολογική χρήση νερού στην ύδρευση» και σύμφωνα με τις κατευθύνσεις της Διεύθυνσης Υδάτων της **Εκάστοτε Αποκεντρωμένης Διοίκησης**. Για τον υπολογισμό των υδρευτικών αναγκών χρησιμοποιούνται οι πληθυσμοί των οικισμών από την απογραφή του 2011 και τις προβλέψεις για τα έτη 2016, 2026 και 2036 που υλοποιήθηκαν με βάση τον τύπο του ανατοκισμού στην προηγούμενη ενότητα.
- Υπολογισμός των υδρευτικών αναγκών των οικισμών με βάση τις μετρήσεις που διενεργήθηκαν στις γεωτρήσεις ύδρευσης. Οι μετρήσεις πρέπει να πραγματοποιούνται σε διαφορετικές εποχές του χρόνου, ανά μήνα.

Τελικά γίνεται μία συγκεντρωτική παρουσίαση των υδρευτικών αναγκών των οικισμών με βάση τα αποτελέσματα των προαναφερόμενων μεθόδων. Έτσι είναι εφικτή η σύγκριση των αριθμητικών δεδομένων που προκύπτουν και η εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων. Η παρουσίαση γίνεται σε ένα συγκεντρωτικό πίνακα της μορφής:

Πίνακας 9 : Σύγκριση ετήσιων καταναλώσεων νερού (ΦΥΚ-ΚΥΑ-Μετρήσεις)

Οικισμοί	Φ.Υ.Κ.		Υπολογισμός υδρευτικών αναγκών - ΚΥΑ				Μετρήσεις
	2010	2030	2011	2016	2026	2036	
Δημοτική Ενότητα							
1	...	...	...	...	...	...	...

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

2	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...
n	...	...	...	...	...	...	...
Σύνολα	...	...	...	...	...	...	...
Δημοτική Ενότητα							
1	...	...	...	...	...	...	...
2	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...
n	...	...	...	...	...	...	...
Σύνολα	...	...	...	...	...	...	...
Δημοτική Ενότητα							
1	...	...	...	...	...	...	...
2	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...
n	...	...	...	...	...	...	...
Σύνολα	...	...	...	...	...	...	...
Τοπική Κοινότητα							
.....	...	...	...	...	...	...	...
Τοπική Κοινότητα							
.....	...	...	...	...	...	...	...

Θεωρείται ότι οι πραγματικές ετήσιες καταναλώσεις προσεγγίζονται ασφαλέστερα από αυτές της τελευταίας στήλης, καθώς η διενέργεια μετρήσεων αποδίδει ρεαλιστικές τιμές. Επιπλέον επισημαίνεται ότι οι μετρήσεις θα πρέπει να περιλαμβάνουν και πρόσφατες (τρέχον έτος) ώστε να αποδίδουν την παρούσα κατάσταση.

Το κεφάλαιο κλείνει με μία συνοπτική ενότητα που αφορά στοιχεία του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος (ορεινοί όγκοι, πιθανά δάση, προστατευόμενες περιοχές, πολιτισμός – ιστορία και πολεοδομικός – χωροταξικός σχεδιασμός) .

4. ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ – ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Το κεφάλαιο ξεκινάει με μία συνοπτική περιγραφή των κλιματολογικών συνθηκών που επικρατούν στην περιοχή μελέτης και στη συνέχεια παρατίθενται τα βασικά χαρακτηριστικά των μετεωρολογικών σταθμών από τους οποίους υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία και θα χρησιμοποιηθούν στους υπολογισμούς των επόμενων κεφαλαίων μελέτης.

Τα χαρακτηριστικά των μετεωρολογικών σταθμών παρουσιάζονται σε μορφή πίνακα:

Πίνακας 10 : Μετεωρολογικοί σταθμοί περιοχής μελέτης

Σταθμός	Συντεταγμένες		Υψόμετρο (m)	Περίοδος Λειτουργίας	Φορέας Λειτουργίας
	Χ	Υ			
.....					
.....					
.....					
.....					

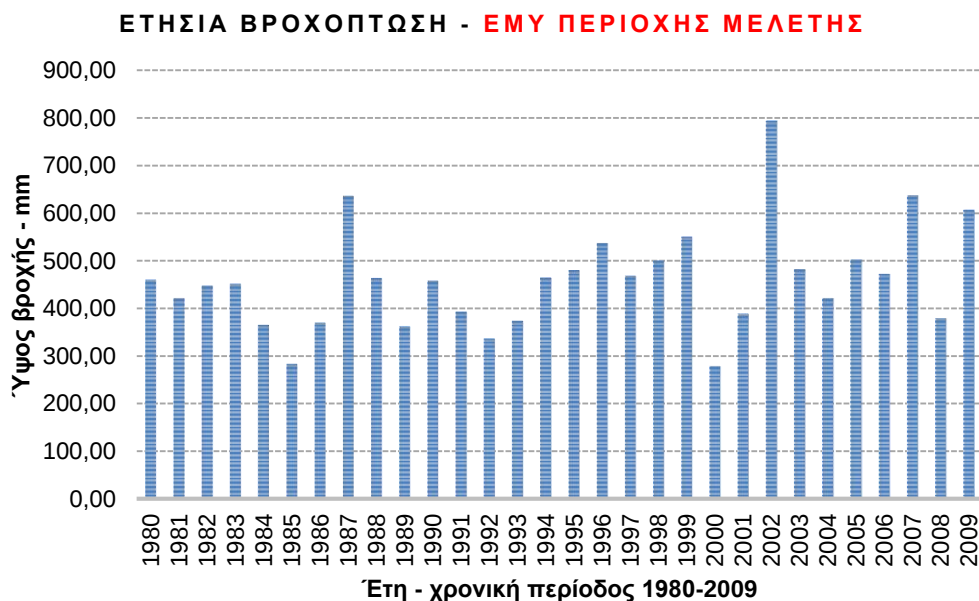
Αναφέρεται ποιες είναι οι διαθέσιμες χρονοσειρές δεδομένων και σε ποιες χρονικές περιόδους αντιστοιχούν. Σε κατάλληλους πίνακες παρουσιάζονται οι χρονοσειρές βροχόπτωσης και θερμοκρασίας με τα βασικά στατιστικά χαρακτηριστικά τους. Ειδικότερα για κάθε χρονοσειρά δεδομένων προσδιορίζονται οι παρακάτω στατιστικοί παράμετροι:

- Άθροισμα τιμών ανά έτος (για τη βροχόπτωση και όχι για τη θερμοκρασία).
- Υπάρχουσες τιμές (number of values) και τα κενά τιμών (missing values) στο σύνολο των δειγμάτων των χρονοσειρών.
- Μέγιστη (max) και ελάχιστη (min) μηνιαία τιμή για κάθε έτος.
- Μέση τιμή ή αριθμητικός μέσος (arithmetic mean): ενός συνόλου n παρατηρήσεων.
- Διακύμανση ή διασπορά (variance) ενός πληθυσμού n τιμών.
- Τυπική απόκλιση (standard deviation)
- Μέση απόλυτη απόκλιση (mean absolute deviation) που ορίζεται ως το μέσο των απόλυτων τιμών των αποκλίσεων των παρατηρήσεων από το μέσο των παρατηρήσεων αυτών.
- Συντελεστής μεταβλητότητας (coefficient of variation), που αποτελεί το πιο γνωστό μέτρο σχετικής απόκλισης και εκφράζεται ως ποσοστό και όχι στις μονάδες των δεδομένων στα οποία αναφέρεται.

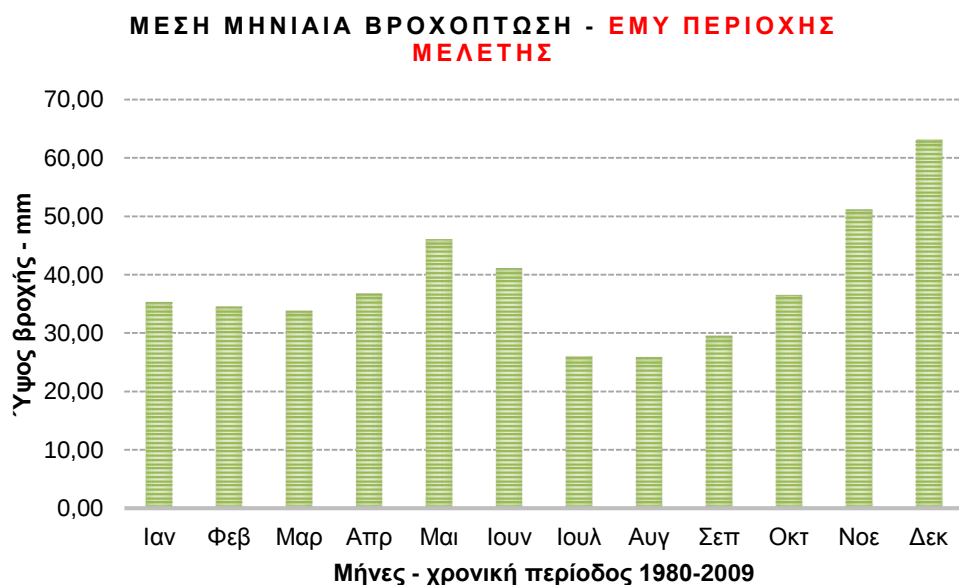
Εντοπίζονται τα κενά στις διαθέσιμες χρονοσειρές βροχοπτώσεων και θερμοκρασίας και συμπληρώνονται με την εφαρμογή κάποιας εμπειρικής ή στατιστικής μεθόδου. Σημειώνεται ότι στις τιμές βροχοπτώσεων συμπεριλαμβάνονται και αθροιστικά οι χιονοπτώσεις εκφρασμένες σε ισοδύναμο νερό.

Στη συνέχεια παρατίθενται σε διαγραμματική μορφή τα δεδομένα βροχόπτωσης (διάγραμμα με συνολικά ετήσια ύψη βροχής και διάγραμμα με μέσα μηνιαία ύψη βροχής) και θερμοκρασίας και γίνεται σχολιασμός των χαρακτηριστικών τιμών (μέσο ετήσιο ύψος των κατακρημνισμάτων, το μέγιστο μηνιαίο ύψος βροχής, ψυχρότεροι μήνες, θερμότεροι μήνες, ελάχιστη μέση μηνιαία τιμή, μέγιστη μέση μηνιαία τιμή).

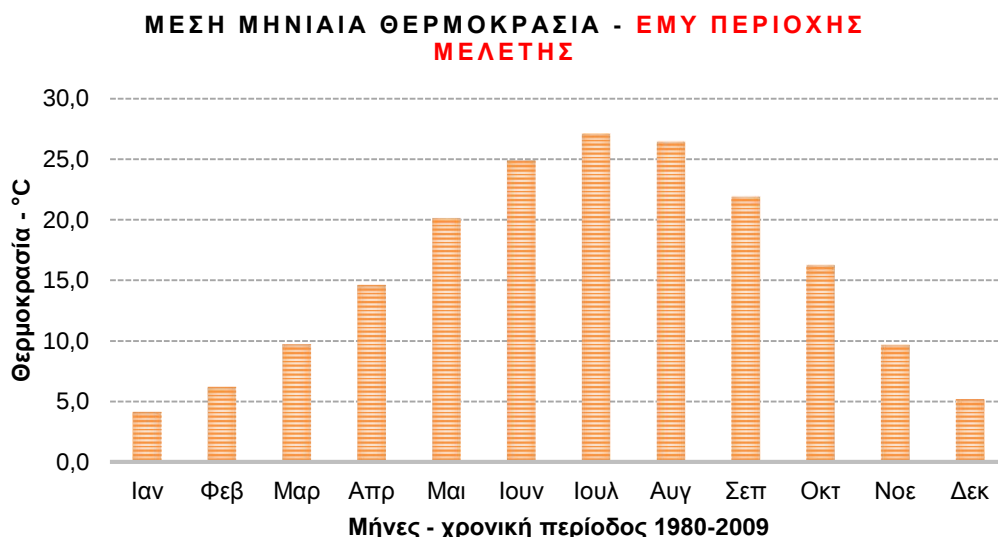
Στη συνέχεια παρατίθενται **ορισμένα τυπικά διαγράμματα από την περιοχή μελέτης για παράδειγμα:**



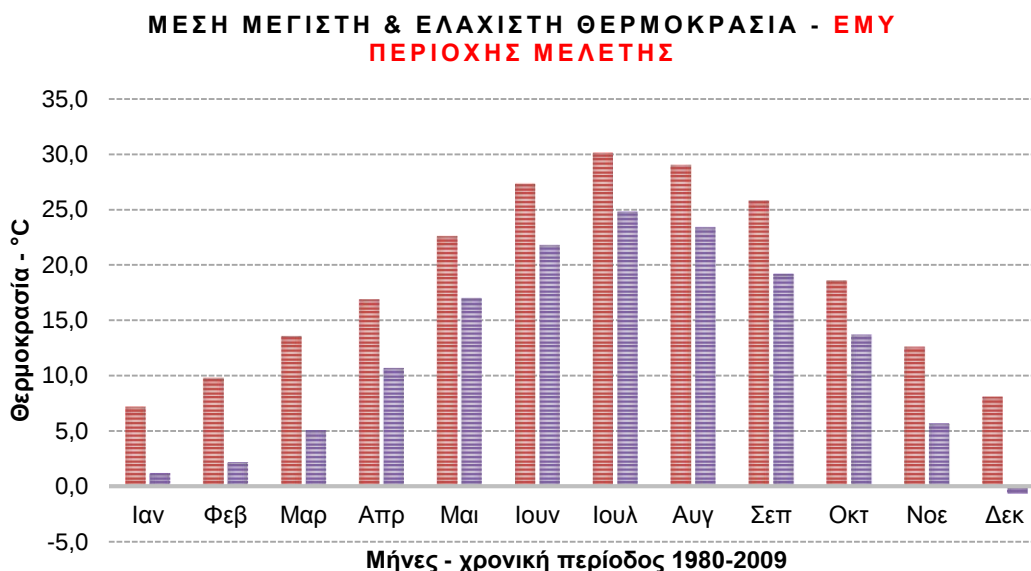
Σχήμα 4.1: Ετήσια ύψη βροχής για την περίοδο 1980-2009 (ΕΜΥ Περιοχής Μελέτης)



Σχήμα 4.2: Μέσο μηνιαίο ύψος βροχής για την περίοδο 1980-2009 (ΕΜΥ Περιοχής Μελέτης)



Σχήμα 4.3: Μέση μηνιαία θερμοκρασία για την περίοδο 1980-2009 (ΕΜΥ Περιοχής Μελέτης)



Σχήμα 4.4: Μέση μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία για την περίοδο 1980-2009 (ΕΜΥ Περιοχής Μελέτης)

Ακολουθεί η εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής καθώς η εξάτμιση υδάτινων όγκων διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην κατάρτιση των υδατικών ισοζυγίων, στην εκτίμηση των υδάτινων αναγκών καθώς και σε άλλες εφαρμογές υδρολογικού ενδιαφέροντος. Οι μεθοδολογίες που εξετάζονται αφορούν τον έμμεσο υπολογισμό με την χρήση υδρομετεωρολογικών μεταβλητών σε μηνιαίο χρονικό βήμα με κάποιες δυνατότητες εφαρμογής σε ημερήσιο χρονικό βήμα.

Οι σημαντικότερες και με συχνότερη χρήση μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της εξατμισοδιαπνοής είναι:

- Αναλυτικά μοντέλα (Penman για την εκτίμηση της εξάτμισης / Penman-Monteith για

την εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής) που απαιτούν τέσσερις υδρομετεωρολογικές μεταβλητές (μέση θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ταχύτητα ανέμου, διάρκεια ηλιοφάνειας).

- Εμπειρικά μοντέλα για την εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής (Thornthwaite, Hargreaves και Blaney-Criddle) που απαιτούν την ύπαρξη της χρονοσειράς θερμοκρασίας.
- Ειδική μεθοδολογία για την επέκταση και συμπλήρωση χρονοσειρών εξατμισμού ή εξατμισοδιαπνοής που απαιτεί την ύπαρξη της χρονοσειράς θερμοκρασίας καθώς και ένα ικανό δείγμα υπολογισμένων τιμών με την μέθοδο του Penman ή των Penman-Monteith.

Για τον προσδιορισμό της εξατμισοδιαπνοής στην εκάστοτε περιοχή μελέτης χρησιμοποιείται συγκεκριμένη μέθοδος π.χ, Thornthwaite, η εφαρμογή της οποίας απαιτεί την ύπαρξη συγκεκριμένων χρονοσειρών .

Τα μετεωρολογικά δεδομένα για την εκάστοτε λεκάνη απορροής προέρχονται από διάφορους μετεωρολογικούς σταθμούς που βρίσκονται σε διαφορετικές τοποθεσίες και αποδίδουν τις κλιματολογικές συνθήκες επιμέρους περιοχών της λεκάνης απορροής. Δεδομένου των διαφορετικών συνθηκών και χαρακτηριστικών των επιμέρους τμημάτων της λεκάνης απορροής θα υπολογιστεί η εξατμισοδιαπνοή για κάθε ένα από αυτά με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία από τον αντίστοιχο μετεωρολογικό σταθμό.

Από την εφαρμογή συγκεκριμένων εξισώσεων των αντίστοιχων μεθόδων για τα επιμέρους τμήματα της λεκάνης προκύπτει η εξατμισοδιαπνοή με βάση τη μέση μηνιαία θερμοκρασία όλων των ετών για τα οποία υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία. Ωστόσο αυτή η υπολογιστική διαδικασία επαναλαμβάνεται για το σύνολο των τιμών (μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες) των χρονοσειρών, δηλαδή για όλες τις μέσες μηνιαίες τιμές όλων των ετών. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε πίνακες παραδείγματα των οποίων παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Πίνακας 11 : Εξατμισοδιαπνοή κάτω τμήμα λεκάνης (ΕΜΥ Περιοχής μελέτης)

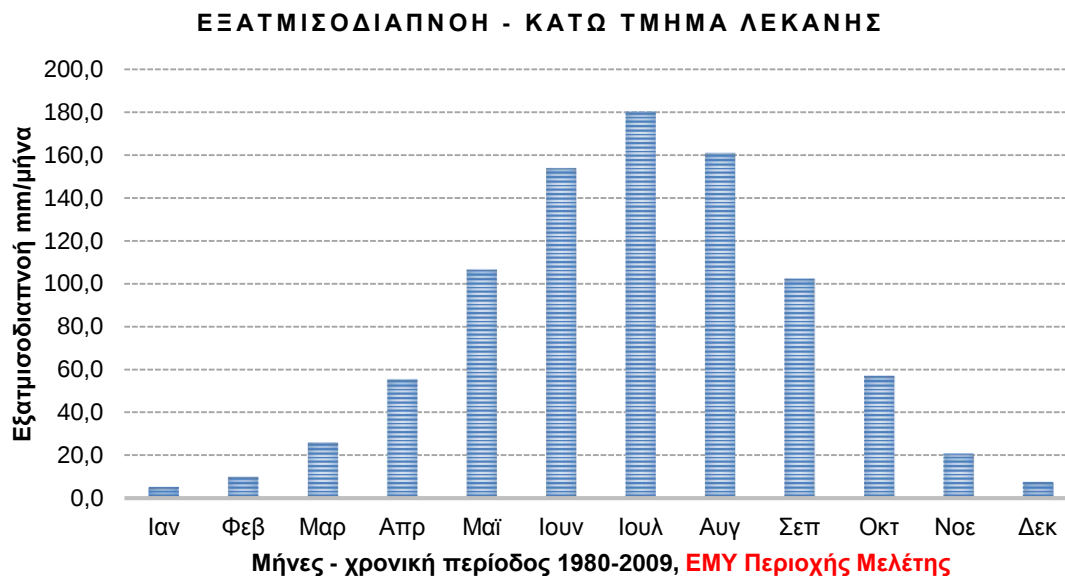
Κάτω τμήμα λεκάνης – Στοιχεία από ΕΜΥ Περιοχής Μελέτης – Εξατμισοδιαπνοή												
Μήνες	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
Αριθμός ημερών του μήνα μ	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Ημέρα στο μέσο του μήνα n	15.5	45	74.5	105	135.5	166	196.5	227.5	258	288.5	319	349.5
Απόκλιση ηλίου δ (rad)	-0.37	-0.24	-0.05	0.16	0.33	0.41	0.38	0.24	0.05	-0.16	-0.33	-0.41
Ωριαία γωνία του ήλιου ωs (rad)	1.22	1.35	1.53	1.71	1.87	1.95	1.92	1.79	1.61	1.43	1.27	1.19
Αστρονομική διάρκεια της ημέρας N (hr)	9.35	10.34	11.65	13.06	14.28	14.93	14.69	13.66	12.30	10.89	9.68	9.06
Μέση μηνιαία θερμοκρασία Τα (°C)	4.17	6.21	9.72	14.62	20.10	24.86	27.05	26.39	21.88	16.26	9.67	5.20
Συντελεστής i	0.77	1.39	2.73	5.03	8.11	11.16	12.66	12.20	9.21	5.90	2.70	1.07
Ετήσιος θερμικός δείκτης I	72.93											
Εμπειρικός συντελεστής α	1.67											
Εξατμισοδιαπνοή σε (mm/μήνα) Ep	5.06	9.83	25.93	55.53	106.64	153.76	179.94	160.60	102.39	57.08	20.65	7.11

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Πίνακας 12 : Δυνητική εξατμισοδιαπνοή κάτω τμήμα λεκάνης (ΕΜΥ Περιοχής Μελέτης)

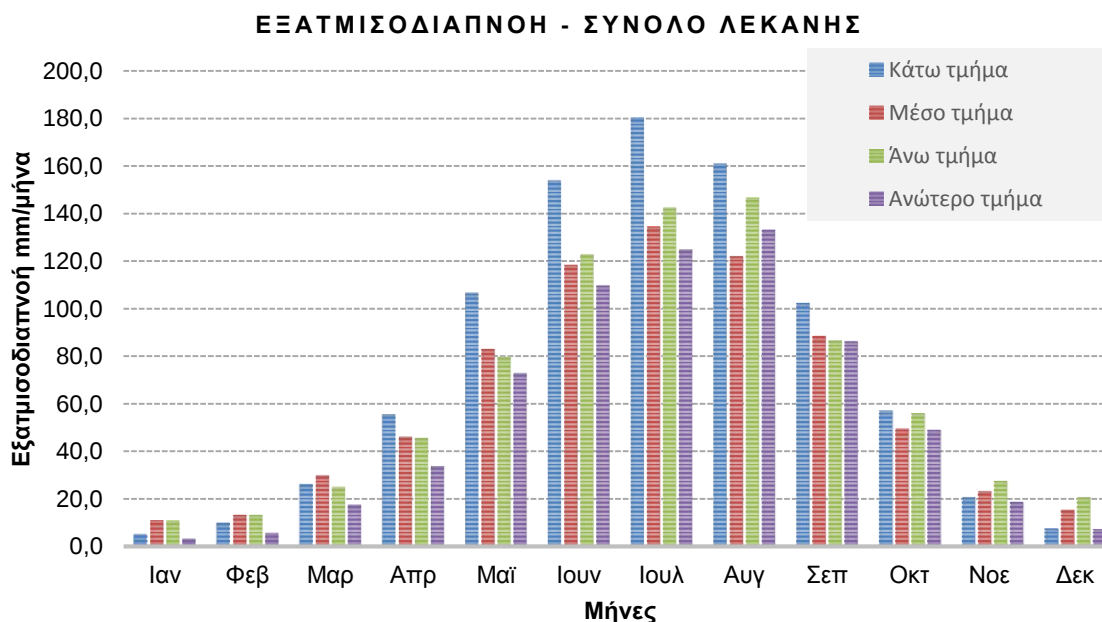
Μήνες	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	sum	μ	σ	cv	max	min
Έτη	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
1980	1.49	10.25	25.08	49.38	85.05	144.12	172.63	149.18	95.15	61.88	28.15	10.49	832.86	69.40	59.71	0.86	172.63	1.49
1981	1.93	8.06	35.56	55.66	91.28	163.50	168.29	143.00	106.11	66.49	14.25	10.37	864.52	72.04	61.77	0.86	168.29	1.93
1982	5.17	5.16	22.88	45.80	104.20	159.03	162.67	148.46	113.17	60.20	15.41	12.21	854.35	71.20	62.75	0.88	162.67	5.16
1983	6.96	7.43	31.13	70.61	118.94	126.73	165.15	139.55	98.39	52.24	16.11	9.21	842.46	70.20	57.70	0.82	165.15	6.96
1984	7.74	9.00	21.22	45.24	113.19	143.67	164.38	133.07	108.82	73.16	25.74	6.35	851.59	70.97	58.99	0.83	164.38	6.35
1985	5.72	1.73	19.43	64.39	121.02	147.92	178.17	163.69	102.43	48.14	25.14	12.16	889.91	74.16	65.51	0.88	178.17	1.73
1986	8.49	10.07	9.95	73.45	105.19	147.16	157.63	164.03	109.34	53.96	16.12	1.59	856.98	71.42	63.29	0.89	164.03	1.59
1987	3.99	16.91	13.06	52.23	94.50	147.86	186.25	148.15	110.03	46.58	16.64	7.82	844.01	70.33	64.58	0.92	186.25	3.99
1988	6.46	12.96	24.63	48.19	102.45	149.19	206.73	168.99	107.41	51.75	8.62	6.26	893.64	74.47	70.69	0.95	206.73	6.26
1989	3.95	14.58	37.20	72.39	93.91	133.69	164.17	158.60	103.89	51.92	20.32	3.64	858.25	71.52	58.92	0.82	164.17	3.64
1990	3.19	14.65	40.34	57.22	104.25	147.91	180.84	152.75	98.26	54.39	27.08	8.29	889.16	74.10	61.38	0.83	180.84	3.19
1991	3.33	7.58	29.83	50.23	89.67	169.11	165.58	152.10	102.08	61.10	26.30	1.96	858.87	71.57	63.28	0.88	169.11	1.96
1992	5.24	8.42	27.02	55.18	95.86	150.40	162.28	184.82	100.56	61.26	25.10	2.91	879.05	73.25	64.87	0.89	184.82	2.91
1993	2.87	3.53	22.11	56.28	100.96	159.10	180.26	169.76	108.56	69.84	13.05	10.42	896.72	74.73	67.71	0.91	180.26	2.87
1994	8.95	10.46	30.27	56.68	113.58	148.25	175.34	171.83	131.96	58.74	17.94	6.04	930.04	77.50	66.48	0.86	175.34	6.04
1995	2.77	17.81	27.94	54.54	106.87	164.24	178.77	146.50	99.54	52.49	12.51	9.65	873.65	72.80	64.11	0.88	178.77	2.77
1996	4.59	7.23	11.52	50.51	123.98	158.62	179.19	159.73	84.13	48.85	27.67	11.64	867.66	72.30	66.43	0.92	179.19	4.59
1997	8.73	12.91	22.92	35.30	120.11	159.07	181.64	141.89	94.16	45.17	23.48	8.97	854.33	71.19	64.37	0.90	181.64	8.73
1998	6.40	15.48	18.54	62.25	97.87	160.33	195.69	176.63	94.21	57.12	20.92	2.74	908.17	75.68	69.50	0.92	195.69	2.74
1999	5.32	5.72	28.05	60.01	105.69	156.42	182.47	169.74	107.66	63.59	21.11	7.70	913.49	76.12	66.60	0.87	182.47	5.32
2000	0.48	11.11	23.37	65.72	114.66	158.81	193.62	169.15	101.12	51.94	29.73	8.29	928.01	77.33	68.47	0.89	193.62	0.48
2001	8.07	12.74	41.61	51.82	101.88	156.00	196.85	171.97	108.64	67.71	18.06	0.00	935.36	77.95	68.42	0.88	196.85	0.00
2002	2.30	20.39	35.86	49.92	108.07	164.94	177.59	151.90	90.07	55.75	25.27	7.66	889.72	74.14	62.99	0.85	177.59	2.30
2003	10.39	2.92	19.09	43.23	127.75	168.72	185.07	173.23	96.97	53.30	27.10	7.63	915.40	76.28	70.45	0.92	185.07	2.92
2004	3.27	12.49	29.27	53.27	94.41	146.29	182.24	158.16	105.77	65.64	22.06	11.85	884.72	73.73	62.74	0.85	182.24	3.27
2005	8.75	6.61	26.11	60.37	112.03	148.37	183.39	162.28	105.02	54.29	17.55	9.22	894.00	74.50	65.19	0.88	183.39	6.61
2006	2.17	5.68	26.84	60.80	109.97	142.07	187.83	176.86	103.24	60.58	21.23	5.93	903.19	75.27	67.50	0.90	187.83	2.17
2007	10.46	13.19	28.34	55.33	118.52	176.60	213.84	174.73	91.66	52.77	16.28	3.69	955.42	79.62	74.49	0.94	213.84	3.69
2008	4.15	11.31	34.25	56.82	108.14	162.51	185.99	186.48	94.79	57.06	21.47	9.95	932.91	77.74	68.95	0.89	186.48	4.15
2009	5.98	9.22	24.20	55.01	116.91	153.39	190.69	160.35	97.45	54.73	24.55	13.79	906.27	75.52	65.95	0.87	190.69	5.98
μ	5.31	10.19	26.25	55.59	106.70	153.80	180.17	160.92	102.35	57.09	20.83	7.61	886.82					
σ	2.74	4.52	7.80	8.52	10.93	10.72	13.31	13.69	8.81	6.97	5.42	3.56						
cv	0.52	0.44	0.30	0.15	0.10	0.07	0.07	0.09	0.09	0.12	0.26	0.47						
max	10.46	20.39	41.61	73.45	127.75	176.60	213.84	186.48	131.96	73.16	29.73	13.79						
min	0.48	1.73	9.95	35.30	85.05	126.73	157.63	133.07	84.13	45.17	8.62	0.00						

Από τα στοιχεία των πινάκων καταρτίζονται στη συνέχεια τα αντίστοιχα διαγράμματα της μέσης μηνιαίας δυνητικής εξατμισοδιαπνοής.



Σχήμα 4.5: Εξατμισοδιαπνοή – πεδινό τμήμα λεκάνης (Στοιχεία ΕΜΥ **Περιοχής Μελέτης**)

Ειδικά για την περίπτωση της **περιοχής Μελέτης** γίνεται σύνθεση (σε ένα τελικό διάγραμμα) τεσσάρων διαγραμμάτων που αντιστοιχούν στην εξατμισοδιαπνοή για κάθε ένα από τα **π.χ.** τέσσερα επιμέρους τμήματα στα οποία χωρίστηκε η λεκάνη απορροής.



Σχήμα 4.6: Εξατμισοδιαπνοή – σύνολο λεκάνης

5. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

Στο παρών κεφάλαιο προσδιορίζεται το υδρολογικό ισοζύγιο της λεκάνης απορροής στην οποία ανήκει η περιοχή μελέτης.

5.1 ΜΟΝΤΕΛΟ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ

Ο υπολογισμός του υδατικού ισοζυγίου των υδατικών συστημάτων αποσκοπεί στον προσδιορισμό όλων των εισροών και εκροών νερού στη μονάδα του χρόνου. Η εξίσωση του υδατικού ισοζυγίου στην ουσία εκφράζει τη διατήρηση της μάζας, ότι δηλαδή το αλγεβρικό άθροισμα των διακινήσεων και των μεταβολών αποθήκευσης νερού στον όγκο αναφοράς είναι μηδέν για οποιαδήποτε χρονική διάρκεια, σύμφωνα με την σχέση 5.1 που αποτελεί και τη γενική μορφή της εξίσωσης του υδατικού ισοζυγίου.

$$\Delta S = I - O \quad (5.1)$$

Όπου:

ΔS : είναι η διαφορά της αποθήκευσης νερού στον όγκο αναφοράς στη συγκεκριμένη χρονική περίοδο

I : συνολικές εισροές από τον όγκο αναφοράς στην ίδια χρονική περίοδο

O : συνολικές εκροές από τον όγκο αναφοράς στην ίδια χρονική περίοδο

Οι όροι της εξίσωσης 5.1 αναλύονται σε επιμέρους συνιστώσες που ο αριθμός τους και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους εξαρτώνται από τη λεκάνη απορροής, τις κλιματολογικές συνθήκες, τη σύσταση του εδάφους, το είδος της βλάστησης και τις χρήσεις γης.

Για την εκτίμηση του υδρολογικού ισοζυγίου της λεκάνης απορροής επιλέγονται και εφαρμόζονται διάφορα μοντέλα, **π.χ.** των Thornthwaite & Matter που βασίζεται στην εξομοίωση της υδρολογικής λειτουργίας της λεκάνης απορροής με τη λειτουργία μίας απλής δεξαμενής (Thornthwaite, 1957). Το μοντέλο αυτό στηρίζεται σε μία σχέση της μορφής της 5.1, όπου αναλύοντας τις επιμέρους συνιστώσες της, αποκτά τη μορφή της σχέσης 5.2.

$$\Delta S = Q_n + P_n - E_n - Q_{An} - D_n \quad (5.2)$$

Όπου:

ΔS : μεταβολή του υποθηκευμένου νερού (mm)

Q_n : πλεόνασμα νερού (mm)

P_n : μέσο ετήσιο ύψος βροχής (mm)

E_n : μέση μηνιαία πραγματική εξατμισοδιαπνοή (mm)

Q_{An} : επιφανειακή απορροή (mm)

D_n : Διηθούμενο νερό (mm)

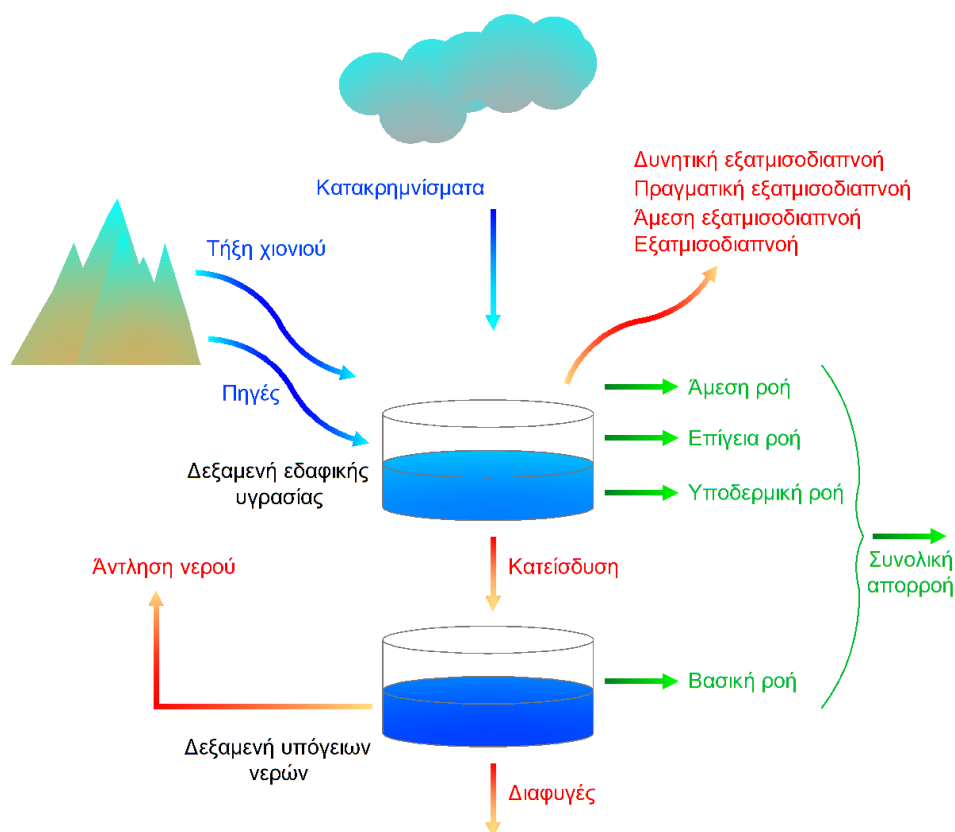
Το μοντέλο υδατικού ισοζυγίου αναπαριστά τις βασικές υδρολογικές διεργασίες μίας

λεκάνης απορροής και του υποκείμενου υδροφορέα. Ειδικότερα το μοντέλο παραμετροποιεί τις επιμέρους υδρολογικές διεργασίες που καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 13: Παράμετροι μοντέλου υδατικού ισοζυγίου

Παράμετροι μοντέλου υδατικού ισοζυγίου		
Εξατμισοδιαπνοή	Άμεση απορροή	Δεξαμενή εδαφικής υγρασίας
Δυνητική εξατμισοδιαπνοή	Επίγεια ροή	Κατείσδυση
Πραγματική εξατμισοδιαπνοή	Υποδερμική ροή	Υπόγεια δεξαμενή
Άμεση εξατμισοδιαπνοή	Βασική ροή	Άντληση
Βροχόπτωση	Συνολική απορροή	Διαφυγές
Τήξη χιονιού	Πηγές	

Στο σχήμα παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται η μορφή του υδατικού ισοζυγίου και οι παράμετροι που το επηρεάζουν.



Σχήμα 5.1: Υδατικό ισοζύγιο

Στα πλαίσια της μελέτης διαχείρισης υδατικών πόρων εφαρμόστηκε μία περισσότερο αναλυτική παραλλαγή του μοντέλου υδατικού ισοζυγίου του Thornthwaite. Επισημαίνεται ότι οι βασικές συνιστώσες του μοντέλου είναι ίδιες με το κλασσικό μοντέλο του Thornthwaite. Η διαφοροποίηση έγκειται στις περισσότερο αναλυτικές προσεγγίσεις των βασικών παραμέτρων που ρυθμίζουν το υδατικό ισοζύγιο. Στη συνέχεια περιγράφεται συνοπτικά η υπολογιστική διαδικασία εφαρμογής **αυτού του μοντέλου.**

Αρχικά στο μοντέλο εισάγονται ως δεδομένα εισόδου οι χρονοσειρές επιφανειακής βροχόπτωσης (P_t) και δυνητικής εξατμισοδιαπνοής (E_{Pt}) σε μηνιαίο βήμα όπως προσδιορίστηκαν στο προηγούμενο στάδιο. Επισημαίνεται ότι στη διαμόρφωση της χρονοσειράς βροχόπτωσης περιλαμβάνεται και το ύψος χιονιού με τη μορφή ισοδύναμου νερού, οπότε πλέον χρησιμοποιείται ο όρος κατακρημνίσματα.

Εκτιμάται η άμεση εξατμισοδιαπνοή από την εξίσωση 5.9.

$$E_{Dt} = \min(\varepsilon P_t, E_{Pt}) \quad (5.9)$$

Όπου ε το ποσοστό των κατακρημνισμάτων που μπορεί να μετατραπεί σε άμεση εξατμισοδιαπνοή.

Η περίσσεια των κατακρημνισμάτων πέραν της άμεσης εξατμισοδιαπνοής μετατρέπεται κατά ένα ποσοστό k σε άμεση απορροή Q_{Dt} σύμφωνα με την 5.10.

$$Q_{Dt} = k(P_t - E_{Dt}) \quad (5.10)$$

Κατά συνέπεια η διαθέσιμη εδαφική υγρασία S_{init} προκύπτει ως άθροισμα της αποθηκευμένης εδαφικής υγρασίας S_{t-1} και της περίσσειας κατακρημνισμάτων, σύμφωνα με την 5.11.

$$S_{init} = S_{t-1} + P_t - E_{Dt} - Q_{Dt} \quad (5.11)$$

Εφόσον η διαθέσιμη εδαφική υγρασία ξεπερνά τη χωρητικότητα της δεξαμενής εδαφικής υγρασίας K , η περίσσεια απορρέει ως επίγεια ροή Q_{Qt} σύμφωνα με την 5.12.

$$Q_{Qt} = \max(0, S_{init} - K) \quad (5.12)$$

Η διαθέσιμη εδαφική υγρασία μειώνεται σύμφωνα με την 5.13.

$$S_{init} = S_{init} - Q_{Qt} \quad (5.13)$$

Στη συνέχεια θεωρείται η εξατμισοδιαπνοή από την εδαφική υγρασία σύμφωνα με την κλασική προσέγγιση του μοντέλου Thornthwaite. Το έλλειμμα ικανοποίησης της ζήτησης για εξατμισοδιαπνοή D δίνεται από τη διαφορά 5.14.

$$D = E_{Pt} - E_{Dt} \quad (5.14)$$

Η εδαφική εξατμισοδιαπνοή, που εξαρτάται από το ποσοστό πλήρωσης της δεξαμενής εδαφικής υγρασίας και το έλλειμμα D , υπολογίζεται μέσω της σχέσης 5.15.

$$E_{St} = S_{init} \cdot (1 - e^{-D/K}) \quad (5.15)$$

Αυτό μειώνει περαιτέρω την εδαφική υγρασία, σύμφωνα με την 5.16.

$$S_{init} = S_{init} - E_{St} \quad (5.16)$$

Ακολουθεί η πραγματοποίηση της υποδερμικής ροής σύμφωνα με την 5.17.

$$Q_{It} = \max\{0, \lambda(S_{init} - H_1)\} \quad (5.17)$$

Όπου H_1 είναι το κατώφλι άνω του οποίου πραγματοποιείται η διεργασία και λ παράμετρος. Αυτό μειώνει περαιτέρω την εδαφική υγρασία, σύμφωνα με την 5.18.

$$S_{init} = S_{init} - Q_{It} \quad (5.18)$$

Ως τελευταία διεργασία για τη δεξαμενή εδαφικής υγρασίας είναι η κατείσδυση στον υπόγειο υδροφόρα 5.19.

$$PERC_t = \max(0, \mu S_{init}) \quad (5.19)$$

Όπου μ παράμετρος. Αυτό μειώνει την εδαφική υγρασία σύμφωνα με την 5.20.

$$S_{init} = S_{init} - PERC_t \quad (5.20)$$

Σε κάθε χρονικό βήμα, όλες οι παραπάνω διεργασίες θεωρούνται σε μία διαδοχική σειρά n ίσων επί μέρους υποβημάτων το κάθε ένα από τα οποία ισούται με το κλάσμα $(1/n)$ του αρχικού βήματος του μοντέλου (π.χ. ένας μήνας). Αυτό εισάγει την αναγκαιότητα επιμερισμού όλων των δεδομένων εισόδου στα υποβήματα. Ο επιμερισμός που υλοποιείται είναι ο απλούστερος δυνατός και συγκεκριμένα η απλή διαίρεση δια n για το οποίο συνήθως υιοθετείται μία τιμή της τάξης του $n=10$.

Επισημαίνεται ότι σε κάποιες περιπτώσεις δεν προσομοιώνεται η υποδερμική ροή, καθώς τα διαθέσιμα δεδομένα δεν επαρκούν για την ικανοποιητική εκτίμηση των παραμέτρων H_1 και λ που την επηρεάζουν.

Επίσης σε πολλές περιπτώσεις μελετών υπάρχουν αρκετές πηγές των οποίων η υδροφορία ποικίλει, δηλαδή τα υδατικά τους αποθέματα μπορεί να προέρχονται από τους υπόγειους υδροφορείς της λεκάνης απορροής, από την προσωρινή συλλογή κατακρημνισμάτων σε επιφανειακά εδαφικά στρώματα αλλά και από περιοχές εκτός της λεκάνης. Επιπλέον οι πηγές παρουσιάζουν μία ποικιλομορφία ως προς τα γεωλογικά χαρακτηριστικά του υπεδάφους, μέσα από τα οποία εκφορτίζονται, δηλαδή υπάρχουν πηγές:

- Σε γρανιτικά πετρώματα που είναι αποτέλεσμα εκφόρτισης κάποιων υδατικών αποθεμάτων που παγιδεύτηκαν σε αυτά και χαρακτηρίζονται από την ανάπτυξη μικρών ροών στο εσωτερικό υπόγειο αποσαθρωμένο κάλυμμα που σχεδόν πάντα αναπτύσσεται επιφανειακά.
- Σε γρανιτικά πετρώματα που έχουν υποστεί σημαντική αποσάθρωση και χαρακτηρίζονται από την ύπαρξη ρηγμάτων και κατακερματισμένων υλικών. Σε αρκετές περιπτώσεις οι ρηγματώσεις στο υπέδαφος δημιουργούνται κατά μήκος των ρεμάτων που σταδιακά εξελίσσονται και μπορεί να επεκτείνονται πέρα από τα όρια της λεκάνης ενισχύοντας σημαντικά το υδατικό δυναμικό της.
- Σε ασβεστολιθικά και μαρμαρικά πετρώματα όπου αναπτύσσονται καρστικές πηγές με σημαντική και σταθερή υδροφορία και οι οποίες σε ορισμένες περιπτώσεις συλλέγουν νερά από εκτεταμένες περιοχές εκτός της λεκάνης απορροής και παρουσιάζουν σταθερές και μεγάλες παροχές.

Αν στην υπό μελέτη λεκάνη απορροής υπάρχουν αρκετές πηγές, ορισμένες από τις οποίες έχουν μεγάλες ή σταθερές παροχές και συνεισφέρουν σημαντικά στο υδατικό δυναμικό της, προσομοιώνονται στο τελικό υδατικό ισοζύγιο. Ειδικότερα προστίθενται στο υδατικό ισοζύγιο τρεις συντελεστές s_1 , s_2 και s_3 οι οποίοι εκφράζουν αντίστοιχα:

- S_1 : ποσοστό νερού πηγών που προέρχεται από υδροφόρους ορίζοντες σε περιοχές εκτός της λεκάνης περιοχής.
- S_2 : ποσοστό νερού πηγών που προέρχεται από τον υπόγειο υδροφόρο του συγκεκριμένου κάθε φορά τμήματος της λεκάνης απορροής.
- S_3 : ποσοστό νερού πηγών που προέρχεται από τον υπόγειο υδροφόρο του ανάντη τμήματος της λεκάνης απορροής.

Με τον τρόπο αυτό και στηριζόμενοι σε διαθέσιμα στοιχεία μετρήσεων και παρατηρήσεων των πηγών εκτιμάται με τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια το ποσοστό νερού που εισέρχεται στο υδατικό δυναμικό της λεκάνης απορροής από γειτονικές λεκάνες.

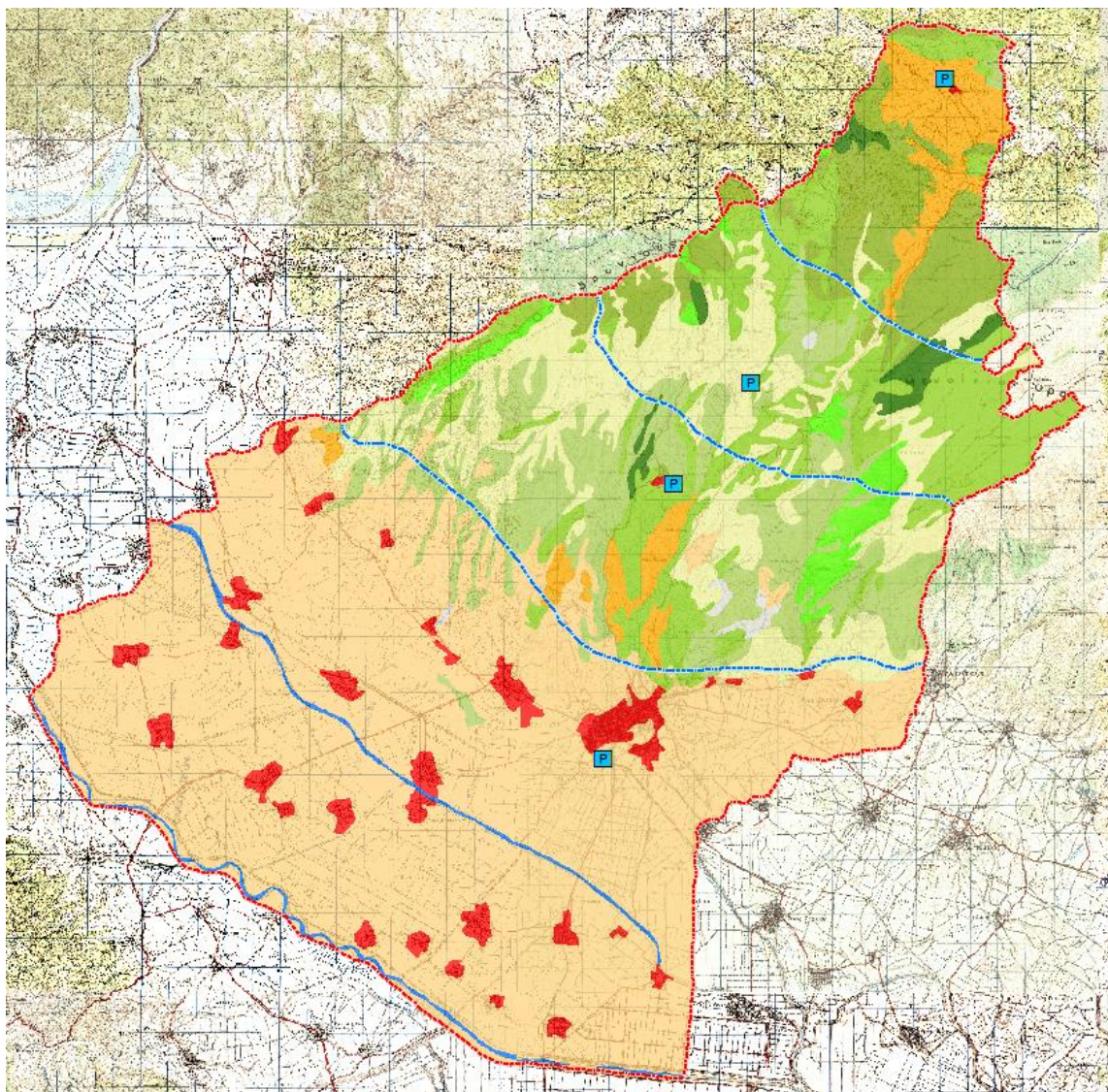
5.2 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

Αρχικά περιγράφονται τα βασικά γεωγραφικά και γεωμετρικά χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής και ειδικά για την **περίπτωση της περιοχής Μελέτης** παρουσιάζεται η τμηματοποίηση της λεκάνης λόγω της μεγάλης ποικιλίας φυσικών χαρακτηριστικών που περιλαμβάνει (μεγάλη ποικιλία οικοτόπων, διαφορετικά υψόμετρα και μορφολογία, διαφορετικές συνθήκες βλάστησης, ανθρωπογενείς δραστηριότητες, χρήσεις γης, υδατικά χαρακτηριστικά και κλιματολογικές συνθήκες. Στην εικόνα που ακολουθεί διακρίνονται οι νοητές διαχωριστικές γραμμές **που ορίζουν π.χ. τα τέσσερα τμήματα στα οποία μπορεί να χωρισθεί η λεκάνη απορροής, καθώς και οι θέσεις των μετεωρολογικών σταθμών.**



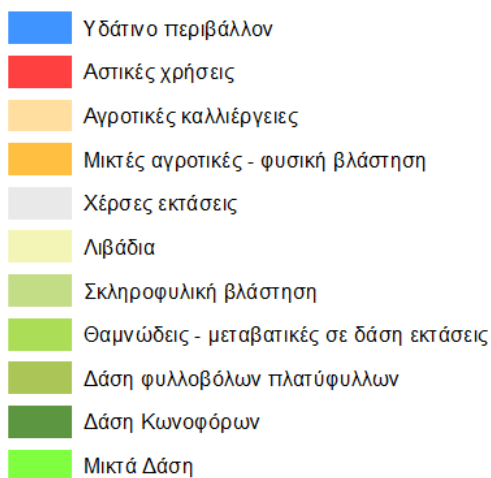
Σχήμα 5.2: Τμηματοποίηση λεκάνης απορροής (π.χ. περιοχής Σερρών) .

Σε επόμενο βήμα προσδιορίζονται η βλάστηση και οι χρήσεις γης, καθώς επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό το υδατικό ισοζύγιο μίας λεκάνης απορροής. Στην περίπτωση της περιοχής Μελέτης στην επιφάνεια της λεκάνης απορροής εντοπίζεται μεγάλη ποικιλομορφία βλάστησης και χρήσεων γης που επηρεάζουν και ρυθμίζουν σε διαφορετικό βαθμό το υδατικό ισοζύγιο. Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι μορφές βλάστησης και χρήσεων γης που καλύπτουν την επιφάνεια της λεκάνης απορροής (για την περίπτωση της περιοχής Μελέτης). Επίσης αποτυπώνονται οι διαχωριστικές γραμμές των υποτμημάτων της λεκάνης απορροής και οι θέσεις των μετεωρολογικών σταθμών.



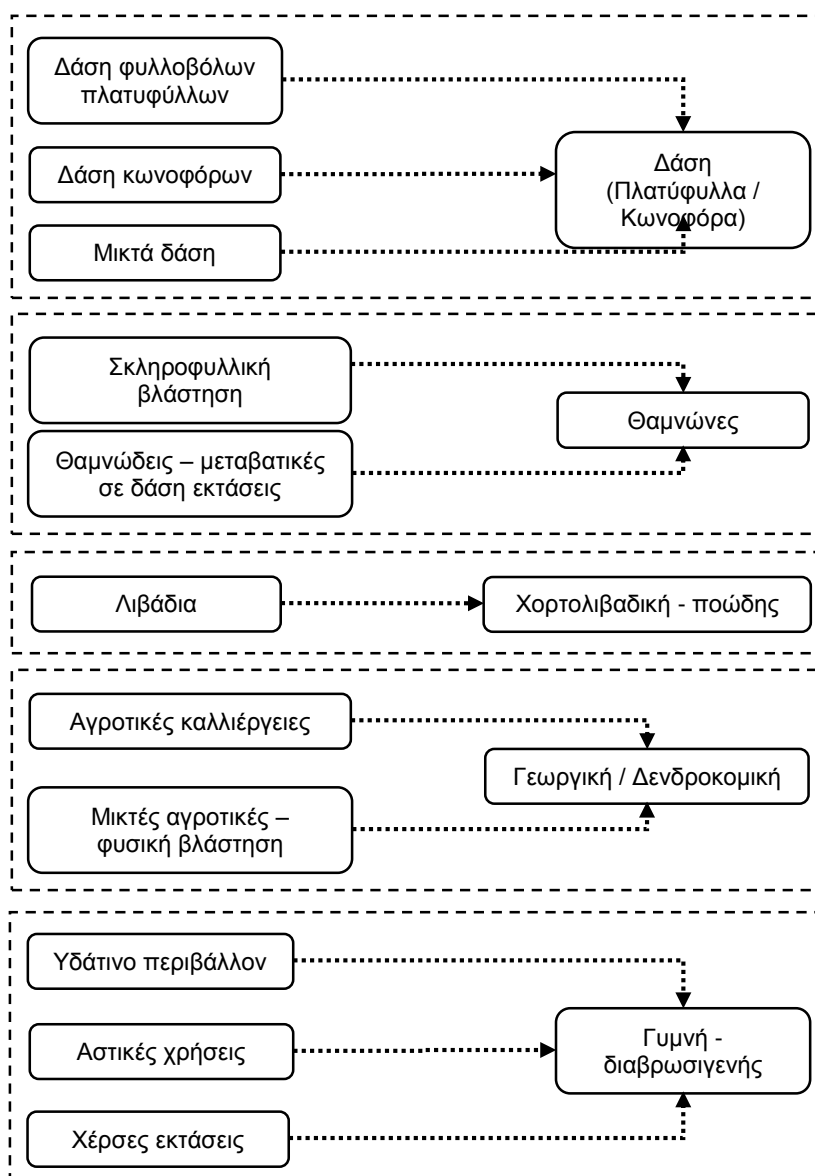
Σχήμα 5.3: Βλάστηση λεκάνης απορροής (περιοχής π.χ. Σερρών)

Το υπόμνημα του χάρτη της εικόνας 5.4 που αποδίδει τις μορφές βλάστησης και χρήσεων γης παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.



Σχήμα 5.4: Υπόμνημα χάρτη βλάστησης λεκάνης απορροής

Στον πίνακα που ακολουθεί καταγράφονται αναλυτικά με τα εμβάδα τους οι μορφές της βλάστησης και των χρήσεων γης που αποτυπώνονται στο σχετικό χάρτη. Ενώ στο δεύτερο συνεχόμενο πίνακα γίνεται μία ευρύτερη ομαδοποίηση της βλάστησης και των χρήσεων γης κατατάσσοντας σε κοινές κατηγορίες παρόμοιες μορφές βλάστησης και χρήσεων γης. Αναλυτικότερα η ομαδοποίηση που πραγματοποιήθηκε έχει τη μορφή του παρακάτω σχήματος:



Σχήμα 5.5: Ομαδοποίηση μορφών βλάστησης και χρήσεων γης

Πίνακας 14 : Μορφές βλάστησης – χρήσεις γης

Τμήματα και σύνολο λεκάνης απορροής	Ανώτερο τμήμα		Άνω τμήμα		Μέσο τμήμα		Κάτω τμήμα		Σύνολο λεκάνης απορροής	
Τύποι βλάστησης – χρήσεων γης	Έκταση (m ²)	Ποσοστό (%)	Έκταση (m ²)	Ποσοστό (%)	Έκταση (m ²)	Ποσοστό (%)	Έκταση (m ²)	Ποσοστό (%)	Έκταση (m ²)	Ποσοστό (%)
Υδάτινο περιβάλλον		%		%		%		%		%
Αστικές χρήσεις		%		%		%		%		%
Αγροτικές καλλιέργειες		%		%		%		%		%
Μικτές αγροτικές - φυσική βλάστηση		%		%		%		%		%
Χέρσες εκτάσεις		%		%		%		%		%
Λιβάδια		%		%		%		%		%
Σκληροφυλλική βλάστηση		%		%		%		%		%
Θαμνώδεις - μεταβατικές σε δάση εκτάσεις		%		%		%		%		%
Δάση φυλλοβόλων πλατυφύλλων		%		%		%		%		%
Δάση κωνοφόρων		%		%		%		%		%
Μικτά δάση		%		%		%		%		%
Σύνολα		100.00%	.....	100.00%	.....	100.00%	.....	100.00%	.....	100.00%

Πίνακας 15 : Ομαδοποιημένες μορφές βλάστησης - χρήσεις γης

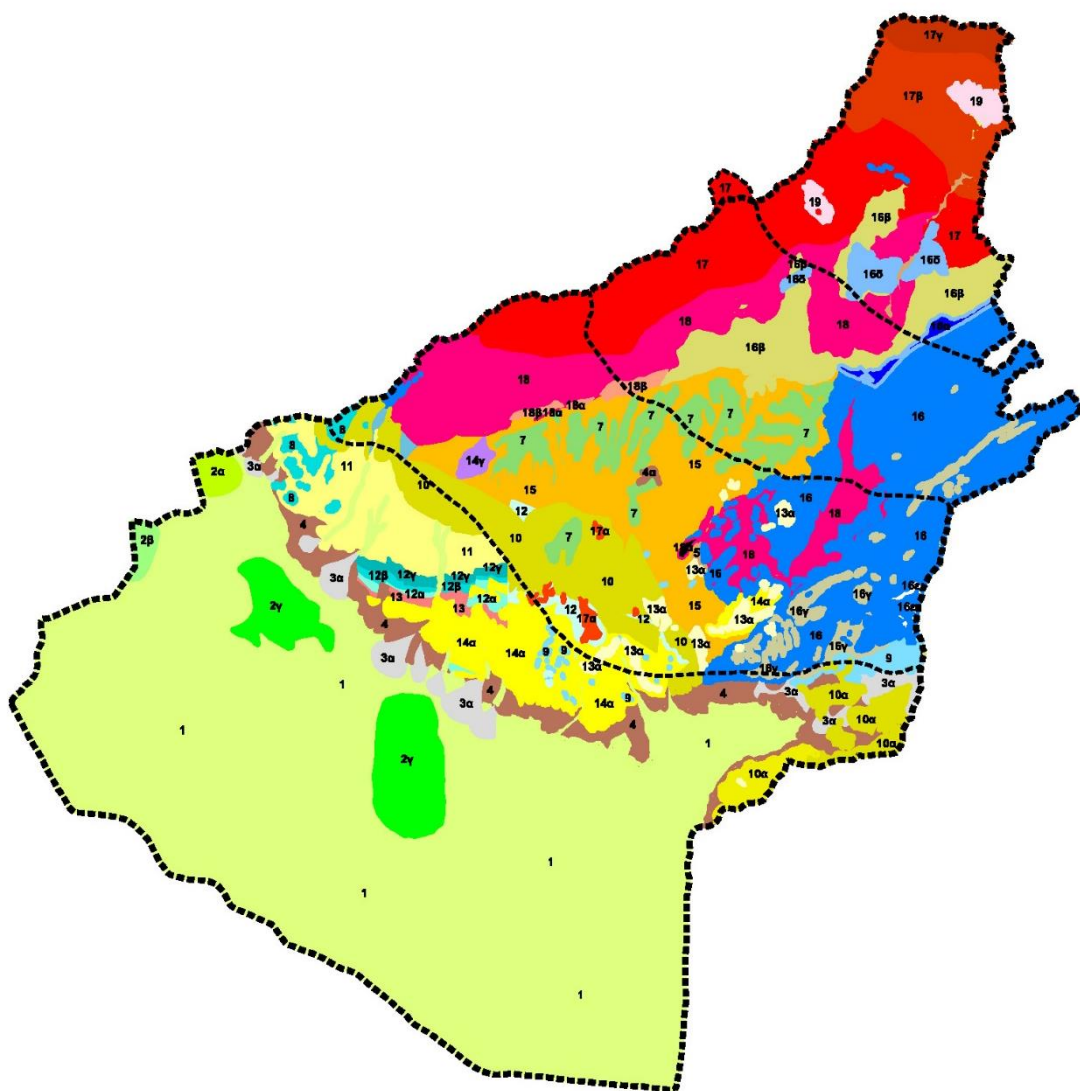
Τμήματα και σύνολο λεκάνης απορροής	Ανώτερο τμήμα		Άνω τμήμα		Μέσο τμήμα		Κάτω τμήμα		Σύνολο λεκάνης απορροής	
Τύποι βλάστησης – χρήσεων γης	Έκταση (m ²)	Ποσοστό (%)	Έκταση (m ²)	Ποσοστό (%)	Έκταση (m ²)	Ποσοστό (%)	Έκταση (m ²)	Ποσοστό (%)	Έκταση (m ²)	Ποσοστό (%)
Δάση (πλατύφυλλα / κωνοφόρα)		%		%		%		%		%
Θαμνώνες		%		%		%		%		%
Χορτολιβαδική – ποώδης		%		%		%		%		%
Γεωργική – δένδροκομική		%		%		%		%		%
Γυμνή - διαβρωσιγενής		%		%		%		%		%
Σύνολα		100.00%	.....	100.00%	.....	100.00%	.....	100.00%	.....	100.00%

Το επόμενο στάδιο είναι η καταγραφή και αποτύπωση του γεωλογικού υποβάθρου της λεκάνης απορροής. Στον πίνακα που ακολουθεί καταγράφονται αναλυτικά οι γεωλογικοί σχηματισμοί που συναντώνται στην λεκάνη απορροής και οι επιφάνειες που καταλαμβάνουν εκφρασμένες σε km^2 και σε ποσοστά επί της συνολικής επιφάνειας. Επιπλέον γίνεται καταγραφή των γεωλογικών σχηματισμών και ανά επιμέρους τμήμα της λεκάνης απορροής, όπως αυτή τμηματοποιήθηκε σε κάτω, μέσο, άνω και ανώτερο τμήμα.

Πίνακας 16 : Γεωλογικά χαρακτηριστικά λεκάνης απορροής (γεωταξινόμηση)

Κωδ.	Περιγραφή γεωλογικών σχηματισμών	Ανώτερο τμήμα		Άνω τμήμα		Μέσο τμήμα		Κάτω τμήμα		Σύνολο λεκάνης απορροής	
		Έκταση (km ²)	Ποσοστό (%)	Έκταση (km ²)	Ποσοστό (%)	Έκταση (km ²)	Ποσοστό (%)	Έκταση (km ²)	Ποσοστό (%)	Έκταση (km ²)	Ποσοστό (%)
1	Προσχώσεις μικτής κοκκομετρίας	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%
2α	Προσχώσεις Ερυθρές Άργιλοι	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%
2β	Αμμώδεις Προσχώσεις	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%
2γ	Αργιλικές προσχώσεις	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%
3α	Ριπίδια κυρίως άμμοι, χαλίκια ως και κροκάλες μαρμάρων γνευσίων	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%
3γ	Τεμάχια κυρίως μαρμάρων συγκολλημένα με ασβεστίτικο υλικό	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%
4&4α	Αναβαθμίδες κάτω και μέσο άμμοι, ιλύς πηλοί και χαλίκια	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%
5	Χαλίκια, άμμοι, αργιλούχοι άμμοι	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%
7	Κροκάλες λατύπες γρανοδιорίτη & αμμούχες άργιλοι μικρή συνεκτικότητα	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%
8	Τραβερτίνες υδροθερμικά χημικά ιζήματα - ασβεστολιθών	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%
....			%		%		%		%		%
....			%		%		%		%		%
17α	Γρανοδιорίτης Χαλαζιακός Μονζονίτης Γρανίτης Τεκτονισμένος νησίδες	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%
17β	Γρανοδιорίτης	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%
17γ	Μονζοδιорίτης	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%
18	Γρανίτης Γνεύσιος διακλάσεις	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%
18α	Γρανίτης Γνεύσιος Μυλωνίτης Τεκτονισμένος	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%
18β	Γνεύσιος με αποφύσεις γρανίτη λευκό γενικά χρώμα κατακλαστικός ιστός	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%
19	Μανδύας Αποσάθρωσης πλουτωνικών σχηματισμών	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%	.....	.....%
	Σύνολα	.....	100.00%	.....	100.00%	.....	100.00%	.....	100.00%	.....	100.00%

Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζεται το γεωλογικό υπόβαθρο της λεκάνης απορροής, όπου διακρίνεται χαρακτηριστικά η μεγάλη ποικιλομορφία των γεωλογικών σχηματισμών.



Σχήμα 5.6: Γεωλογικοί σχηματισμοί λεκάνης απορροής (π.χ. περιοχής Σερρών)

5.3 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Προσδιορίζονται οι συντελεστές του μοντέλου: K , k και μ .

Η χωρητικότητα της δεξαμενής εδαφικής υγρασίας (συντελεστής K), έχει διαστάσεις ισοδύναμου ύψους νερού και εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους (κυρίως από το πορώδες) και τη φυτοκάλυψη.

Αρχικά **γίνεται** κατηγοριοποίηση των χρήσεων γης και φυτοκάλυψης, σε τέσσερις κλάσεις, ανάλογα με το αναμενόμενο για κάθε χρήση, βάθος ριζοστρώματος. Η λήψη των στοιχείων για το μέγεθος του βάθους ριζοστρώματος γίνεται από τις αντίστοιχες συστάσεις του FAO και καταγράφονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 17: Κλάσεις των χρήσεων γης με βάση το βάθος ριζοστρώματος

Κλάση	Βάθος ριζοστρώματος (m)	Περιγραφή
I		Εσωτερικές υγρές ζώνες, παραθαλάσσιες υγρές ζώνες, χερσαία ύδατα
II		Αστική οικοδόμηση, βιομηχανικές και εμπορικές ζώνες, δίκτυα συγκοινωνιών, εκτάσεις με αραιή ή καθόλου βλάστηση, μη γεωργικές ζώνες πρασίνου, ετερογενείς περιοχές, ορυχεία, χώροι απορρίψεως απορριμμάτων, εργοτάξια
III		Αρόσιμη γη, βοσκοτόπια και λιβάδια, συνδυασμοί θαμνώδους και/ή ποώδους βλάστησης
IV		Δάση, μεταβατικές δασώδεις-θαμνώδεις εκτάσεις, μόνιμες καλλιέργειες (δενδρώδεις)

Σε προηγούμενη ενότητα της μελέτης έγινε αναλυτική παρουσίαση των μορφών βλάστησης και χρήσεων γης που καλύπτουν την επιφάνεια της λεκάνης απορροής (δάση, θαμνώνες, καλλιέργειες, γυμνές επιφάνειες κ.α.), τόσο συνολικά όσο και ανά τμήμα. Ειδικότερα παρουσιάστηκαν ποσοτικά και ποσοστιαία οι καλύψεις των διαφόρων κατηγοριών βλάστησης και χρήσεων γης. Με βάση τη συγκεκριμένη καταγραφή και ανάλυση, κατατάχθηκαν οι εκτάσεις των μορφών βλάστησης και χρήσεων γης στις τέσσερις κλάσεις του βάθους ριζοστρώματος του παραπάνω πίνακα. Επιπλέον εκφράστηκαν και σε μορφή ποσοστού οι επιφάνειες που εντάχθηκαν σε κάθε κλάση, σε σχέση με τη συνολική επιφάνεια του κάθε υποτμήματος της λεκάνης απορροής. Τέλος έγινε και εξαγωγή συγκεντρωτικών αποτελεσμάτων για το σύνολο της λεκάνης απορροής.

Επισημαίνεται ότι η κατάταξη έγινε για κάθε υποτμήμα της λεκάνης απορροής χωριστά, καθώς η εκτεταμένη έκτασης της και τα διαφορετικά περιβάλλοντα που περιλαμβάνει επιβάλουν την εκτίμηση διαφορετικών συντελεστών K για κάθε υποτμήμα της. Με τον τρόπο αυτό θα προσεγγιστεί με το βέλτιστο δυνατό τρόπο η επίδραση του συντελεστή K και εκ των πραγμάτων της βλάστησης και των χρήσεων γης στο υδατικό ισοζύγιο της λεκάνης.

Πίνακας 18: Κατηγοριοποίηση της βλάστησης και των χρήσεων γης στις τέσσερις κλάσεις βάθους ριζοστρώματος

Κλάση	Ανώτερο τμήμα		Άνω τμήμα		Μέσο τμήμα		Κάτω τμήμα		Σύνολο λεκάνης απορροής	
	Έκταση (m ²)	Ποσοστό (%)	Έκταση (m ²)	Ποσοστό (%)	Έκταση (m ²)	Ποσοστό (%)	Έκταση (m ²)	Ποσοστό (%)	Έκταση (m ²)	Ποσοστό (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
I		%		%		%		%		%
II		%		%		%		%		%
III		%		%		%		%		%
IV		%		%		%		%		%
Σύνολο		100.00%	.....	100.00%	.....	100.00%	.....	100.00%	.....	100.00%

Πίνακας 19: Υπολογισμός βάθους ριζοστρώματος ανά τμήμα της λεκάνης απορροής

Κλάση	Βάθος ριζοστρώματος ανά κλάση	Ανώτερο τμήμα	Άνω τμήμα	Μέσο τμήμα	Κάτω τμήμα
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
I					
II					
III					
IV					
Άθροισμα					
Σταθμισμένο βάθος ριζοστρώματος ανά τμήμα λεκάνης (RD)					

Στη συνέχεια γίνεται εκτίμηση της εδαφικής υγρασίας των γεωλογικών σχηματισμών με βάση τα στοιχεία του πίνακα που ακολουθεί, όπου παρουσιάζονται τιμές της διαθέσιμης εδαφικής υγρασίας για διαφόρους τύπους εδαφών. Η εδαφική υγρασία εκφράζεται σε mm νερού ανά m εδάφους.

Πίνακας 20: Διαθέσιμη εδαφική υγρασία για διαφόρους τύπους εδαφών

Κατηγορία εδαφικής υφής	mm νερού / m εδάφους
Άργιλος (clay)	
Αργιλοπηλώδες (clay loam)	
Ιλυοπηλώδες (silt loam)	
Πηλώδες (loam)	
Λεπτόκοκκο αμμοπηλώδες (fine sandy loam)	
Αμμοπηλώδες (sandy loam)	
Αμμοαργιλώδες (loamy sand)	
Άμμος (sand)	

Με βάση την ανάλυση των γεωλογικών χαρακτηριστικών της λεκάνης που έγινε σε προηγούμενη ενότητα, κατανέμονται οι διάφοροι γεωλογικοί σχηματισμοί που συνθέτουν το υπόβαθρο της λεκάνης απορροής στις κατηγορίες εδαφικής υφής του παραπάνω πίνακα. Η κατανομή γίνεται ανά τμήμα της λεκάνης και ανά σύνολο στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 21: Κατανομή των γεωλογικών σχηματισμών στις κατηγορίες εδαφικής υφής

Κατηγορία εδαφικής υφής	Ανώτερο (km ²)	Άνω (km ²)	Μέσο (km ²)	Κάτω (km ²)
Άργιλος				
Αργιλοπηλώδες				
Ιλυοπηλώδες				
Πηλώδες				
Λεπτόκοκκο αμμοπηλώδες				
Αμμοπηλώδες				
Αμμοαργιλώδες				
Άμμος				
Άθροισμα				

Στη συνέχεια πολλαπλασιάζονται οι τιμές της διαθέσιμης εδαφικής υγρασίας (mm νερού / m εδάφους) για κάθε κατηγορία εδαφικής υφής με το αντίστοιχο εμβαδό που καταλαμβάνουν οι κατηγορίες εδαφών στα υποτμήματα της λεκάνης απορροής. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των εν λόγω υπολογισμών και στη συνέχεια παρατίθενται ως παραδείγματα οι υπολογισμοί ορισμένων τιμών.

Πίνακας 22: Υπολογισμός σταθμισμένης εδαφικής υγρασίας

Κατηγορία εδαφικής υφής	Ανώτερο	Άνω	Μέσο	Κάτω
Άργιλος				
Αργιλοπηλώδες				
Ιλυοπηλώδες				
Πηλώδες				
Λεπτόκοκκο αμμοπηλώδες				
Αμμοπηλώδες				
Αμμοαργιλώδες				
Άμμος				
Άθροισμα				
Κατακρατούμενη εδαφική υγρασία (AWSC)				

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των παραπάνω υπολογισμών των συντελεστών Κ.

Πίνακας 23: Συντελεστές Κ

Μεταβλητές	Ανώτερο τμήμα	Άνω τμήμα	Μέσο τμήμα	Κάτω τμήμα
RD				
AWSC				
Κ (SWS)				

Η εκτίμηση του συντελεστή κ γίνεται με κριτήριο την απορροή που αναμένεται να εμφανιστεί στην επιφάνεια της λεκάνης απορροής, σε σχέση με τους γεωλογικούς σχηματισμούς που υπάρχουν στη λεκάνη και το πεδίο που καλύπτει κάθε ένας από αυτούς. Η πληροφορία του ποσοστού κάλυψης των διαφόρων γεωλογικών σχηματισμών εξάγεται από το γεωλογικό χάρτη της λεκάνης απορροής και στα αδιαπέρατα εδάφη δίνονται μεγαλύτεροι συντελεστές, ενώ στα διαπερατά μικρότεροι.

Αρχικά γίνεται κατηγοριοποίηση των γεωλογικών σχηματισμών, ανάλογα με την απορροή που παρουσιάζουν, σε πέντε κλάσεις. Οι κλάσεις που δημιουργήθηκαν και οι σχηματισμοί που περιλαμβάνουν παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 24: Κατάταξη γεωλογικών σχηματισμών σε κλάσεις με κριτήριο την απορροή

Κλάση	Απορροή	κ	Γεωλογικοί σχηματισμοί	Κωδικός
I	Υψηλή	.....	Στρώματα αργιλικά, αμώδη ή αργιλοαμώδη με ψαμμίτες, ιλύτες, πηλίτες	14α
II	Μέτρια έως υψηλή	.....	Αμμόδεις Προσχώσεις	2β
III	Μέτρια	.....	Προσχώσεις μικτής κοκκομετρίας	1
V	Μικρή έως μηδενική	.....	Μάρμαρα με παρεμβολές σχιστογενέσεων βιοιτικών, μοσχοβιτιτικών και αμφιβολιτικών - βιοιτικών γνεύσεων	16

Ο υπολογισμός του συντελεστή κ γίνεται για κάθε επιμέρους τμήμα της λεκάνης απορροής και προσδιορίζεται σταθμισμένος με βάση την επιφάνεια που καταλαμβάνουν οι γεωλογικοί σχηματισμοί σε κάθε επιμέρους τμήμα της λεκάνης και τις αντίστοιχες κλάσεις απορροής στις οποίες κατατάσσονται. Στον πίνακα που ακολουθεί καταγράφονται τα εμβαδά που καταλαμβάνουν οι παραπάνω, κατά κλάσεις γεωλογικοί σχηματισμοί, στις επιφάνειες των επιμέρους τμημάτων της λεκάνης απορροής, σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση που έγινε στον παραπάνω πίνακα.

Πίνακας 25: Εμβαδά γεωλογικών σχηματισμών ανά κλάση απορροής

Κλάση	Απορροή	κ	Εμβαδά γεωλογικών σχηματισμών (km ²)			
			Ανώτερο	Άνω	Μέσο	Κάτω
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
I	Υψηλή	....	.....	.....	.....	.....
II	Μέτρια έως υψηλή	....	.....	.....	.....	.....
III	Μέτρια	....	.....	.....	.....	.....
IV	Μικρή	....	.....	.....	.....	.....
V	Μικρή έως μηδενική	....	.....	.....	.....	.....
Άθροισμα εμβαδών			.....	.....	.....	.....

Στη συνέχεια κάθε επιμέρους εμβαδόν των γεωλογικών σχηματισμών για κάθε τμήμα της λεκάνης απορροής πολλαπλασιάζεται με το γενικό συντελεστή κ της αντίστοιχης κλάσης στην οποία κατατάσσεται και καταρτίζεται ο ακόλουθος πίνακας. Επιπλέον στην τελευταία γραμμή του παρακάτω πίνακα υπολογίζεται ο σταθμισμένος συντελεστής κ για κάθε τμήμα της λεκάνης.

Πίνακας 26: Υπολογισμοί σταθμισμένων συντελεστών κ

Κλάση	Απορροή	Επιμέρους τμήματα της λεκάνης απορροής			
		Ανώτερο	Άνω	Μέσο	Κάτω
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)

I	Υψηλή	.....	.....	.....	.....
II	Μέτρια έως υψηλή	.....	.....	.....	.....
III	Μέτρια	.....	.....	.....	.....
IV	Μικρή	.....	.....	.....	.....
V	Μικρή έως μηδενική	.....	.....	.....	.....
Άθροισμα		.....	.....	.....	.....
Σταθμισμένος συντελεστής κ		.....	.....	.....	.....

Η εκτίμηση του συντελεστή μ γίνεται με βάση το βαθμό υδατοπερατότητας των γεωλογικών σχηματισμών. Ειδικότερα από το γεωλογικό χάρτη εξάγεται η πληροφορία των εμβαδών που καταλαμβάνουν οι διάφοροι γεωλογικοί σχηματισμοί σε κάθε επιμέρους τμήμα της λεκάνης απορροής συνθέτοντας το σύνολο της επιφάνειας της και στη συνέχεια εκτιμάται η υδατοπερατότητα τους. Έτσι γίνεται κατηγοριοποίηση των γεωλογικών σχηματισμών, ανάλογα με την υδατοπερατότητα που παρουσιάζουν, σε πέντε κλάσεις. Οι κλάσεις που δημιουργήθηκαν και οι σχηματισμοί που περιλαμβάνουν παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 27: Κατάταξη γεωλογικών σχηματισμών σε κλάσεις με κριτήριο την υδατοπερατότητα

Κλάση	Υδάτο-περατότητα	μ	Γεωλογικοί σχηματισμοί	Κωδικός
I	υψηλή	.....	Μάρμαρα με παρεμβολές σχιστογενέσεων βιοιτιτικών, μοσχοβιτιτικών και αμφιβολιτικών - βιοιτιτικών γενέσεων	16
				
II	Μέτρια έως υψηλή	.....	Προσχώσεις, ερυθρές άργιλοι	2α
				
III	Μέτρια	.....	Προσχώσεις μικτής κοκκομετρίας	1
				
IV	Μικρή	.....	Αμμώδεις Προσχώσεις	2β
				
V	Μικρή έως μηδενική	.....	Στρώματα αργιλικά, αμμώδη ή αργιλοαμμώδη με ψαμμίτες, ιλύτες, πηλίτες	14α
				

Ο υπολογισμός του συντελεστή μ γίνεται για κάθε επιμέρους τμήμα της λεκάνης απορροής και προσδιορίζεται σταθμισμένος με βάση την επιφάνεια που καταλαμβάνουν οι γεωλογικοί σχηματισμοί σε κάθε επιμέρους τμήμα της λεκάνης και τις αντίστοιχες κλάσεις υδατοπερατότητας στις οποίες κατατάσσονται. Στον πίνακα που ακολουθεί καταγράφονται τα εμβαδά που καταλαμβάνουν οι παραπάνω, κατά κλάσεις γεωλογικοί σχηματισμοί, στις επιφάνειες των επιμέρους τμημάτων της λεκάνης απορροής, σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση που έγινε στον παραπάνω πίνακα.

Πίνακας 28: Εμβαδά γεωλογικών σχηματισμών ανά κλάση υδατοπερατότητας

Κλάση	Υδατοπερατότητα	μ	Εμβαδά γεωλογικών σχηματισμών (km ²)			
			Ανώτερο	Άνω	Μέσο	Κάτω
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
I	Υψηλή	.....	.....	.....	.....	.....
II	Μέτρια έως υψηλή	.....	.....	.....	.....	.....
III	Μέτρια	.....	.....	.....	.....	.....
IV	Μικρή	.....	.....	.....	.....	.....
V	Μικρή έως μηδενική	.....	.....	.....	.....	.....
Άθροισμα εμβαδών			.....	.....	.....	.....

Στη συνέχεια κάθε επιμέρους εμβαδόν των γεωλογικών σχηματισμών για κάθε τμήμα της λεκάνης απορροής πολλαπλασιάζεται με το γενικό συντελεστή μ της αντίστοιχης κλάσης στην οποία κατατάσσεται και καταρτίζεται ο ακόλουθος πίνακας. Επιπλέον στην τελευταία γραμμή του παρακάτω πίνακα υπολογίζεται ο σταθμισμένος συντελεστής μ για κάθε τμήμα της λεκάνης.

Πίνακας 29: Υπολογισμοί σταθμισμένων συντελεστών μ

Κλάση	Υδατοπερατότητα	Επιμέρους τμήματα της λεκάνης απορροής			
		Ανώτερο	Άνω	Μέσο	Κάτω
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
I	Υψηλή	.....	.....	.....	.....
II	Μέτρια έως υψηλή	.....	.....	.....	.....
III	Μέτρια	.....	.....	.....	.....
IV	Μικρή	.....	.....	.....	.....
V	Μικρή έως μηδενική	.....	.....	.....	.....
Άθροισμα		.....	.....	.....	.....
Σταθμισμένος συντελεστής μ		.....	.....	.....	.....

Τελικά παρουσιάζεται ένας συγκεντρωτικός πίνακας με τις τιμές των παραμέτρων Κ (χωρητικότητα της δεξαμενής εδαφικής υγρασίας), κ (άμεση επιφανειακή απορροή) και μ (συντελεστής κατείσδυσης) που προσδιορίστηκαν στις προηγούμενες ενότητες.

Πίνακας 30: Παράμετροι Κ, κ και μ λεκάνης απορροής

Επιμέρους τμήματα λεκάνης απορροής	Κ	κ	μ
Ανώτερο τμήμα			
Άνω τμήμα			
Μέσο τμήμα			
Κάτω τμήμα			

5.4 ΕΞΟΔΟΙ ΜΟΝΤΕΛΟΥ - ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΕΣ

Στο μαθηματικό αλγόριθμο (μοντέλο) που περιγράφηκε αναλυτικά στην αρχική ενότητα του κεφαλαίου εισάγονται ως δεδομένα εισόδου οι χρονοσειρές επιφανειακής βροχόπτωσης και δυνητικής εξατμισοδιαπνοής σε μηνιαίο βήμα όπως αυτές υπολογίστηκαν στο προηγούμενο στάδιο (4^ο κεφάλαιο). Επίσης για την προσομοίωση του υδατικού ισοζυγίου χρησιμοποιούνται οι τιμές των παραμέτρων K , k και μ που υπολογίστηκαν στην προηγούμενη ενότητα.

Το υδατικό ισοζύγιο προσομοιώνεται για κάθε επιμέρους τμήμα της λεκάνης απορροής χωριστά, για τα οποία παρήχθησαν χρονοσειρές σε μηνιαίο βήμα της επιφανειακής απορροής, της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής και της κατείσδυσης. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται με τη μορφή πινάκων χρονοσειρών.

Πίνακας 31: Πραγματική εξατμισοδιαπνοή

Μήνες	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	sum	μ	σ	cv	max	min
Έτη	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
1980	1.49	8.51	25.08	33.14	78.97	41.40	26.29	10.15	41.84	61.88	28.15	10.49	367.38	30.62	22.92	0.75	78.97	1.49
1981	1.93	8.06	33.26	40.28	44.52	35.08	12.86	41.05	0.73	41.23	14.25	10.37	283.62	23.64	16.97	0.72	44.52	0.73
1982	5.17	5.16	22.88	45.80	67.74	36.12	52.78	61.47	1.43	18.80	15.41	12.21	344.97	28.75	23.27	0.81	67.74	1.43
1983	6.96	7.43	23.78	35.64	46.78	117.60	37.45	50.24	16.38	9.62	16.11	9.21	377.20	31.43	31.24	0.99	117.60	6.96
1984	7.74	9.00	21.22	43.01	57.22	34.62	17.57	17.63	29.45	0.10	25.74	6.35	269.65	22.47	16.64	0.74	57.22	0.10
1985	5.72	1.73	19.43	37.64	46.17	13.50	7.49	15.60	12.47	4.52	25.14	10.42	199.82	16.65	13.59	0.82	46.17	1.73
1986	8.49	10.07	9.95	53.77	65.03	82.25	33.90	8.38	5.06	19.25	16.12	1.59	313.88	26.16	26.67	1.02	82.25	1.59
1987	3.99	16.91	13.06	52.23	79.19	79.56	39.50	53.02	16.49	46.58	16.64	7.82	424.98	35.42	26.80	0.76	79.56	3.99
1988	6.46	12.96	24.63	43.89	61.33	71.90	26.78	4.08	4.80	12.04	8.62	6.26	283.76	23.65	23.31	0.99	71.90	4.08
1989	3.65	11.44	37.20	49.20	71.29	69.88	63.49	10.22	18.15	24.97	20.32	3.64	383.43	31.95	25.54	0.80	71.29	3.64
1990	1.01	8.98	14.58	43.40	104.25	56.19	36.32	26.09	20.52	54.39	19.33	8.29	393.35	32.78	28.81	0.88	104.25	1.01
1991	3.28	7.58	27.65	50.23	54.93	37.91	36.47	96.70	14.71	20.51	26.30	1.96	378.23	31.52	26.80	0.85	96.70	1.96
1992	1.58	3.65	27.02	55.18	53.27	43.42	38.34	2.97	1.64	43.01	25.10	2.91	298.09	24.84	21.49	0.87	55.18	1.58
1993	2.87	3.53	22.11	37.22	86.48	70.07	9.05	14.71	6.70	16.94	13.05	10.42	293.14	24.43	27.02	1.11	86.48	2.87
1994	8.95	10.46	29.36	53.25	63.66	63.37	54.54	5.02	0.33	41.32	17.94	6.04	354.23	29.52	24.43	0.83	63.66	0.33
1995	2.77	17.70	27.94	47.10	73.81	49.60	43.84	59.77	28.57	0.13	12.51	9.65	373.41	31.12	23.68	0.76	73.81	0.13
1996	4.59	7.23	11.52	48.57	108.65	40.51	14.74	26.02	58.60	29.15	27.67	11.64	388.90	32.41	29.37	0.91	108.65	4.59
1997	8.73	12.91	22.92	35.30	59.05	62.66	37.56	39.16	3.73	45.17	23.48	8.97	359.64	29.97	19.72	0.66	62.66	3.73
1998	6.40	15.48	18.11	43.81	70.15	76.78	9.83	1.19	25.62	51.21	20.92	2.74	342.23	28.52	25.95	0.91	76.78	1.19
1999	5.32	5.72	28.05	58.27	84.65	107.70	55.14	4.71	18.41	37.97	21.11	7.70	434.76	36.23	33.85	0.93	107.70	4.71
2000	0.48	11.11	21.07	62.03	65.50	74.65	18.54	2.47	12.26	51.94	7.55	1.28	328.88	27.41	27.83	1.02	74.65	0.48
2001	8.07	12.74	32.81	51.82	67.34	27.91	50.33	32.00	17.17	0.05	9.40	0.00	309.65	25.80	21.85	0.85	67.34	0.00
2002	2.30	16.71	35.86	49.92	68.09	65.46	109.99	39.82	80.31	55.75	25.27	7.66	557.16	46.43	31.70	0.68	109.99	2.30
2003	10.39	2.92	16.50	41.26	95.54	62.50	18.32	8.84	10.07	53.30	21.97	7.63	349.23	29.10	28.38	0.98	95.54	2.92
2004	3.27	11.89	28.21	47.35	58.54	60.76	11.45	13.35	67.02	21.28	22.06	11.85	357.01	29.75	22.50	0.76	67.02	3.27
2005	8.75	6.61	26.11	48.85	81.50	53.24	42.91	34.90	75.84	35.36	17.55	9.22	440.84	36.74	25.09	0.68	81.50	6.61
2006	2.17	5.68	26.84	59.53	75.33	84.24	35.50	10.44	35.27	60.58	21.23	5.93	422.72	35.23	28.52	0.81	84.24	2.17
2007	10.46	13.19	27.01	31.57	87.18	46.19	3.41	79.28	91.66	52.77	16.28	3.69	462.71	38.56	32.56	0.84	91.66	3.41
2008	4.15	10.88	31.56	56.17	64.57	44.03	31.28	1.13	94.79	15.28	21.47	9.95	385.26	32.10	28.26	0.88	94.79	1.13
2009	5.98	9.22	24.20	49.41	87.99	85.15	19.62	50.49	58.22	41.05	19.02	13.79	464.14	38.68	28.20	0.73	87.99	5.98
μ	5.10	9.52	24.33	46.83	70.96	59.81	33.18	27.36	28.94	32.20	19.19	7.32	364.74					
σ	2.91	4.23	6.83	7.96	16.21	23.28	21.68	25.13	28.63	19.55	5.59	3.67						
cv	0.57	0.44	0.28	0.17	0.23	0.39	0.65	0.92	0.99	0.61	0.29	0.50						
max	10.46	17.70	37.20	62.03	108.65	117.60	109.99	96.70	94.79	61.88	28.15	13.79						
min	0.48	1.73	9.95	31.57	44.52	13.50	3.41	1.13	0.33	0.05	7.55	0.00						

Πίνακας 32: Συνολική απορροή

Μήνες	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	sum	μ	σ	cv	max	min
Έτη	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
1980	5.04	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.16	0.83	5.37	13.40	1.12	1.96	1.76	5.37	0.00
1981	5.62	20.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.79	6.62	39.66	3.31	6.15	1.86	20.63	0.00
1982	2.01	29.40	17.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.48	5.01	59.06	4.92	9.15	1.86	29.40	0.00
1983	0.96	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.01	6.57	14.54	1.21	2.40	1.98	6.57	0.00
1984	29.95	46.98	37.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.96	1.41	116.76	9.73	17.51	1.80	46.98	0.00
1985	0.97	3.19	2.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.15	0.00	15.18	1.26	2.46	1.95	8.15	0.00
1986	1.96	46.94	0.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	1.60	51.76	4.31	13.44	3.12	46.94	0.00
1987	8.76	3.67	10.06	5.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	10.89	27.21	66.76	5.56	8.03	1.44	27.21	0.00
1988	0.00	41.03	24.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.88	31.79	109.45	9.12	14.92	1.64	41.03	0.00
1989	0.00	0.00	0.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.92	3.83	5.66	0.47	1.11	2.36	3.83	0.00
1990	0.00	0.00	0.00	0.00	3.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	8.86	11.93	0.99	2.63	2.64	8.86	0.00
1991	0.00	3.40	0.00	0.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.56	0.87	8.54	0.71	1.33	1.87	3.56	0.00
1992	0.00	0.00	0.74	1.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.57	4.02	7.79	0.65	1.22	1.87	4.02	0.00
1993	1.40	1.70	1.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.29	3.40	14.23	1.19	1.93	1.63	6.29	0.00
1994	21.57	26.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.35	6.67	57.12	4.76	9.28	1.95	26.52	0.00
1995	5.66	0.00	1.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.21	10.74	20.44	1.70	3.31	1.95	10.74	0.00
1996	26.19	70.65	24.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.65	4.80	129.25	10.77	21.19	1.97	70.65	0.00
1997	2.66	2.17	0.68	1.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.23	0.75	7.74	19.88	1.66	2.34	1.41	7.74	0.00
1998	2.94	43.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.49	21.31	78.74	6.56	13.24	2.02	43.00	0.00
1999	14.86	17.06	7.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.51	10.98	52.63	4.39	6.47	1.47	17.06	0.00
2000	0.73	1.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.51	0.00	0.00	2.96	0.25	0.52	2.12	1.72	0.00
2001	6.34	1.12	0.00	1.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.24	13.74	1.14	2.22	1.94	6.34	0.00
2002	1.95	0.00	3.67	2.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57	4.39	110.78	124.02	10.34	31.67	3.06	110.78	0.00
2003	47.19	1.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.33	0.00	19.76	71.30	5.94	14.16	2.38	47.19	0.00
2004	37.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.67	5.73	47.21	3.93	10.83	2.75	37.80	0.00
2005	2.82	3.67	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.75	5.82	15.34	1.28	1.98	1.55	5.82	0.00
2006	2.25	3.93	6.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.02	0.19	4.34	18.72	1.56	2.34	1.50	6.98	0.00
2007	1.03	1.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.09	2.84	5.81	52.52	65.47	5.46	14.92	2.74	52.52	0.00
2008	4.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	0.00	1.68	3.04	10.53	0.88	1.59	1.81	4.93	0.00
2009	23.21	0.73	8.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.52	42.94	3.58	7.19	2.01	23.21	0.00
μ	8.63	12.36	5.04	0.44	0.10	0.00	0.00	0.00	0.10	0.48	3.47	12.88	43.50					
σ	12.47	19.22	9.23	1.14	0.55	0.00	0.00	0.00	0.41	1.08	3.56	21.58						
cv	1.45	1.56	1.83	2.60	5.48				4.13	2.24	1.03	1.68						
max	47.19	70.65	37.46	5.45	3.04	0.00	0.00	0.00	2.09	4.23	11.88	110.78						
min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00						

Πίνακας 33: Κατείσδυση

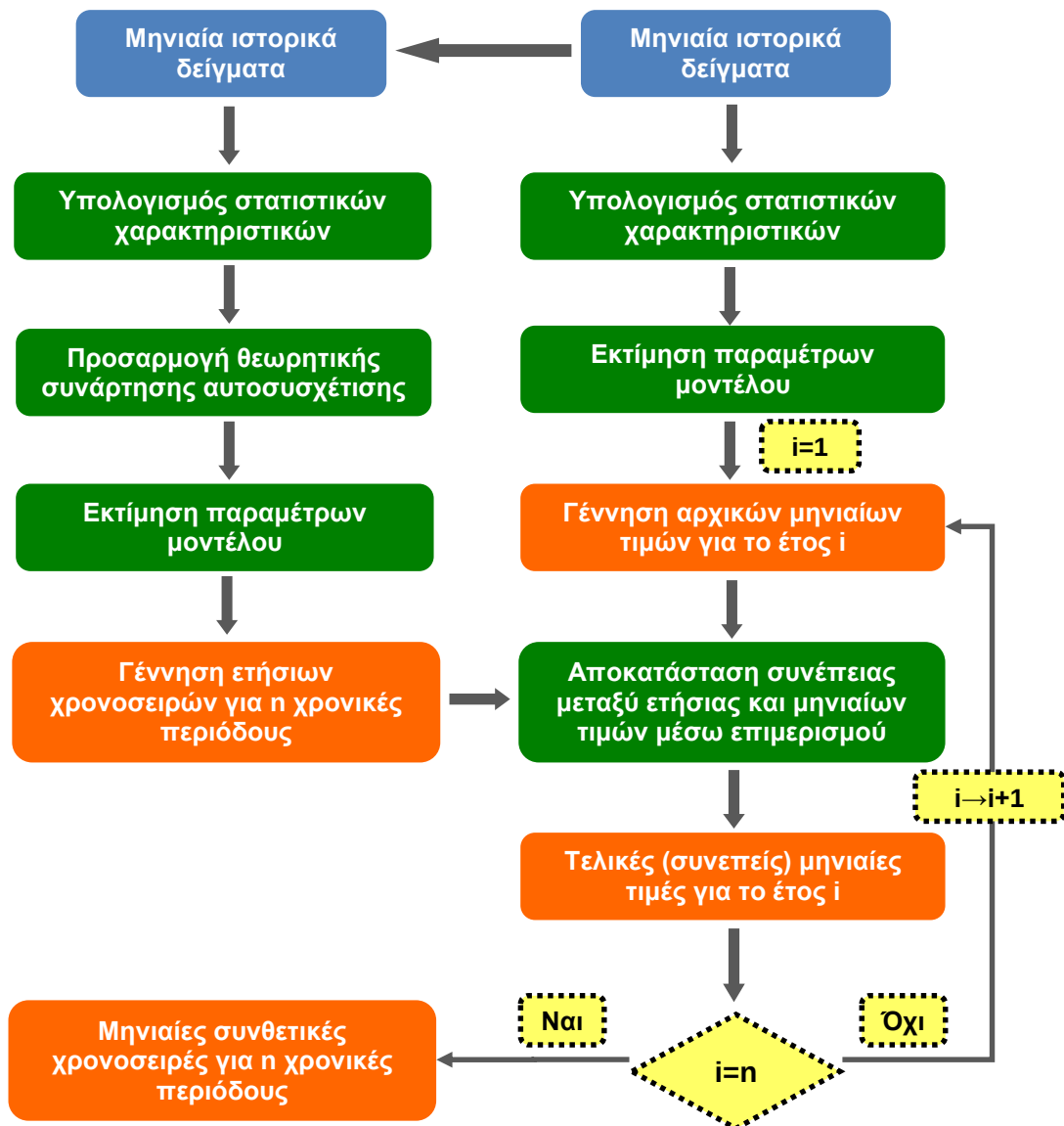
Μήνες	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	sum	μ	σ	cv	max	min
Έτη	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
1980	2.45	4.08	4.09	3.60	2.79	1.40	0.37	0.08	0.03	0.59	1.37	4.16	25.01	2.08	1.64	0.79	4.16	0.03
1981	8.52	11.64	10.28	7.05	3.81	1.29	0.28	0.07	0.02	0.01	3.31	8.79	55.08	4.59	4.42	0.96	11.64	0.01
1982	11.38	11.92	11.92	11.30	6.71	2.03	0.52	0.18	0.06	0.03	2.69	6.95	65.68	5.47	5.11	0.93	11.92	0.03
1983	8.60	8.55	7.30	4.55	2.07	1.18	0.55	0.17	0.07	0.03	2.95	8.15	44.16	3.68	3.56	0.97	8.60	0.03
1984	11.73	11.92	11.92	10.30	5.25	1.61	0.40	0.10	0.04	0.02	0.48	1.48	55.24	4.60	5.28	1.15	11.92	0.02
1985	2.34	4.02	6.21	5.25	2.42	0.73	0.15	0.03	0.01	0.00	3.97	6.55	31.69	2.64	2.51	0.95	6.55	0.00
1986	6.72	10.90	11.70	7.99	3.99	1.88	0.65	0.15	0.04	0.02	0.14	1.01	45.19	3.77	4.43	1.18	11.70	0.02
1987	5.79	10.32	11.82	11.92	8.50	3.67	1.00	0.26	0.10	0.40	5.94	11.62	71.34	5.94	4.81	0.81	11.92	0.10
1988	11.22	11.82	11.92	9.85	5.42	2.17	0.55	0.09	0.02	0.01	5.79	11.72	70.59	5.88	5.18	0.88	11.92	0.01
1989	11.00	9.05	8.09	6.01	3.69	1.98	0.75	0.21	0.06	0.03	0.47	2.64	43.99	3.67	3.91	1.07	11.00	0.03
1990	3.77	3.20	2.36	1.69	2.89	2.21	0.58	0.14	0.05	0.05	0.05	4.36	21.33	1.78	1.58	0.89	4.36	0.05
1991	7.29	8.18	8.31	7.55	5.19	1.74	0.40	0.14	0.07	0.03	1.76	3.36	44.02	3.67	3.43	0.93	8.31	0.03
1992	3.26	2.76	2.77	3.47	2.79	1.12	0.32	0.07	0.02	0.01	0.77	3.25	20.60	1.72	1.44	0.84	3.47	0.01
1993	5.13	5.95	6.68	5.48	3.77	1.87	0.46	0.09	0.02	0.01	3.07	6.81	39.34	3.28	2.72	0.83	6.81	0.01
1994	10.70	11.92	10.71	8.64	4.86	1.82	0.57	0.13	0.03	0.01	1.16	5.19	55.72	4.64	4.70	1.01	11.92	0.01
1995	9.95	10.99	10.66	8.83	5.19	1.89	0.46	0.14	0.06	0.03	1.09	7.05	56.36	4.70	4.56	0.97	10.99	0.03
1996	11.85	11.92	11.92	10.37	7.15	2.67	0.52	0.11	0.05	0.03	1.32	4.53	62.45	5.20	5.12	0.98	11.92	0.03
1997	7.19	8.51	8.78	8.91	5.12	1.62	0.43	0.12	0.04	2.09	3.85	7.50	54.17	4.51	3.58	0.79	8.91	0.04
1998	11.11	11.92	10.93	7.45	4.28	1.97	0.47	0.07	0.02	0.01	5.60	11.53	65.38	5.45	4.97	0.91	11.92	0.01
1999	11.92	11.92	11.92	10.43	6.84	3.49	1.19	0.25	0.07	0.03	1.25	7.43	66.74	5.56	5.05	0.91	11.92	0.03
2000	11.21	11.14	9.90	7.89	4.57	1.76	0.45	0.08	0.02	0.26	0.39	0.30	47.97	4.00	4.70	1.18	11.21	0.02
2001	3.35	5.98	5.33	4.95	3.77	1.38	0.31	0.07	0.02	0.01	0.01	2.55	27.74	2.31	2.31	1.00	5.98	0.01
2002	5.24	5.26	6.36	8.40	5.81	2.05	0.73	0.28	0.14	0.40	2.71	10.70	48.07	4.01	3.49	0.87	10.70	0.14
2003	11.92	11.72	10.00	8.07	5.28	2.00	0.45	0.08	0.02	1.64	2.65	8.13	61.97	5.16	4.60	0.89	11.92	0.02
2004	11.92	10.84	9.19	7.44	4.65	1.96	0.49	0.09	0.03	0.02	1.80	5.81	54.26	4.52	4.44	0.98	11.92	0.02
2005	8.77	10.71	11.12	8.29	4.83	2.00	0.54	0.13	0.06	0.04	1.37	5.12	52.97	4.41	4.33	0.98	11.12	0.04
2006	7.91	9.85	11.65	10.58	6.26	2.76	0.84	0.16	0.05	0.53	0.95	3.04	54.56	4.55	4.44	0.98	11.65	0.05
2007	4.88	5.33	5.16	3.84	2.42	0.95	0.17	0.03	1.04	3.11	6.70	11.45	45.10	3.76	3.27	0.87	11.45	0.03
2008	11.92	10.92	9.03	7.62	4.75	1.62	0.36	0.07	0.46	0.60	1.26	3.25	51.86	4.32	4.42	1.02	11.92	0.07
2009	9.15	11.57	11.80	9.63	5.71	2.61	0.70	0.15	0.07	0.05	0.04	5.15	56.62	4.72	4.76	1.01	11.80	0.04
μ	8.27	9.16	8.99	7.58	4.69	1.91	0.52	0.13	0.09	0.34	2.16	5.99	49.84					
σ	3.27	3.07	2.94	2.56	1.53	0.65	0.22	0.06	0.20	0.71	1.91	3.29						
cv	0.40	0.33	0.33	0.34	0.33	0.34	0.43	0.50	2.13	2.12	0.88	0.55						
max	11.92	11.92	11.92	11.92	8.50	3.67	1.19	0.28	1.04	3.11	6.70	11.72						
min	2.34	2.76	2.36	1.69	2.07	0.73	0.15	0.03	0.01	0.00	0.01	0.30						

6. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΥΝΘΕΤΙΚΩΝ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΩΝ

Στο παρόν κεφάλαιο υλοποιείται η γέννηση συνθετικών χρονοσειρών βροχοπτώσεων και κατείσδυσης, οι οποίες αναπαράγουν τη στατιστική εξάρτηση και τα στατιστικά χαρακτηριστικά των υδρολογικών διεργασιών. Η διαδικασία γέννησης των συνθετικών χρονοσειρών αναπαράγει όλα τα ουσιώδη στατιστικά χαρακτηριστικά των ιστορικών δειγμάτων (περιθώριες και από κοινού συναρτήσεις κατανομής), καθώς και το ιδιαίτερα κρίσιμο φαινόμενο της υδρολογικής εμμονής. Το τελευταίο υποδηλώνει την αλληλουχία μακρών περιόδων υψηλής και, ομοίως, χαμηλής υδροφορίας, η οποία συνδέεται με τις παρατεταμένες ξηρασίες και την κλιματική μεταβλητότητα.

Αρχικά καταγράφεται το θεωρητικό υπόβαθρο της δομής και των ιδιοτήτων των χρονοσειρών, ενώ για την γέννηση συνθετικών χρονοσειρών υιοθετήθηκε ένα στοχαστικό σχήμα πολλών μεταβλητών, το οποίο υλοποιείται σε δύο χρονικά επίπεδα. Κάθε μεταβλητή αναφέρεται σε συγκεκριμένη υδρολογική διεργασία, που λαμβάνει χώρα σε συγκεκριμένη γεωγραφική θέση.

Το διάγραμμα ροής της μεθοδολογίας γέννησης συνθετικών χρονοσειρών απεικονίζεται στο σχήμα 6.1. Είσοδος του μοντέλου είναι τα μηνιαία ιστορικά δείγματα των μεταβλητών, βάσει των οποίων προκύπτουν τα αντίστοιχα ετήσια.



Σχήμα 6.1: Διάγραμμα ροής σχήματος γέννησης συνθετικών χρονοσειρών

Προσομοιώνονται συνθετικές χρονοσειρές με βάση τις αρχικές συνθήκες, δηλαδή τις ιστορικές καταγεγραμμένες τιμές της βροχόπτωσης και τις υπολογισμένες τιμές της κατείσδυσης. Η γέννηση των συνθετικών χρονοσειρών γίνεται για μήκος π.χ. 30 ετών με έναρξη το τελευταίο έτος για το οποίο υπάρχουν καταγεγραμμένες τιμές σε κάθε περίπτωση (άνωτερο, άνω, μέσο και κάτω τμήμα λεκάνης) και προσομοιώνονται π.χ. 50 διαφορετικά σενάρια. Η προσομοίωση των συνθετικών χρονοσειρών πραγματοποιείται για κάθε τμήμα της λεκάνης απορροής (άνωτερο, άνω, μέσο και κατώτερο), στηριζόμενη στα διαθέσιμα μετρήσιμα στοιχεία των μετεωρολογικών σταθμών που υπάρχουν στα αντίστοιχα τμήματα (ένας σε κάθε τμήμα της περιοχής μελέτης).

Στη συνέχεια παρουσιάζεται το παράδειγμα του κάτω τμήματος της λεκάνης απορροής για την περίπτωση της περιοχής μελέτης.

6.1.1 ΚΑΤΩ ΤΜΗΜΑ ΛΕΚΑΝΗΣ (ΣΤΑΘΜΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ) - ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ

Στο σταθμό της περιοχής μελέτης υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία κατακρημνισμάτων (βροχόπτωση και χιονόπτωση) σε μηνιαίο βήμα, για συγκεκριμένη περίοδο. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται ενδεικτικά η μορφή των 50 διαφορετικών σεναρίων των συνθετικών χρονοσειρών που δημιουργήθηκαν.

Πίνακας 34: Συνθετικές χρονοσειρές βροχόπτωσης (κάτω τμήμα)

Μήνες	50 σενάρια συνθετικών χρονοσειρών							Μέση τιμή
	1	2	...	25	...	49	50	
2009/10	41.00	41.00	...	41.00	...	41.00	41.00	40.12
2009/11	19.00	19.00	...	19.00	...	19.00	19.00	52.55
2009/12	111.00	111.00	...	111.00	...	111.00	111.00	40.21
2010/01	45.37	20.14	...	36.95	...	22.56	1.78	25.51
2010/02	64.31	27.13	...	28.42	...	66.16	16.11	24.09
...	...	...	...	...	...	...	...	...
2024/10	34.38	61.61	...	74.51	...	17.50	94.32	35.82
2024/11	33.37	12.10	...	20.42	...	25.34	15.54	45.37
2024/12	33.07	8.00	...	51.98	...	62.54	7.35	44.42
2025/01	16.40	7.61	...	35.10	...	17.11	0.00	29.10
2025/02	33.68	0.00	...	29.12	...	11.67	10.58	26.22
...	...	...	...	...	...	...	...	...
2040/05	44.53	53.65	...	122.75	...	45.21	71.35	48.15
2040/06	34.36	0.00	...	31.49	...	31.13	26.53	37.29
2040/07	35.56	37.75	...	21.05	...	12.98	8.51	21.68
2040/08	19.73	0.86	...	8.41	...	40.05	2.83	23.57
2040/09	63.98	0.00	...	10.37	...	18.55	76.20	26.40

Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι μέσες τιμές των 50 σεναρίων συνθετικών χρονοσειρών (τελευταία στήλη του παραπάνω πίνακα).



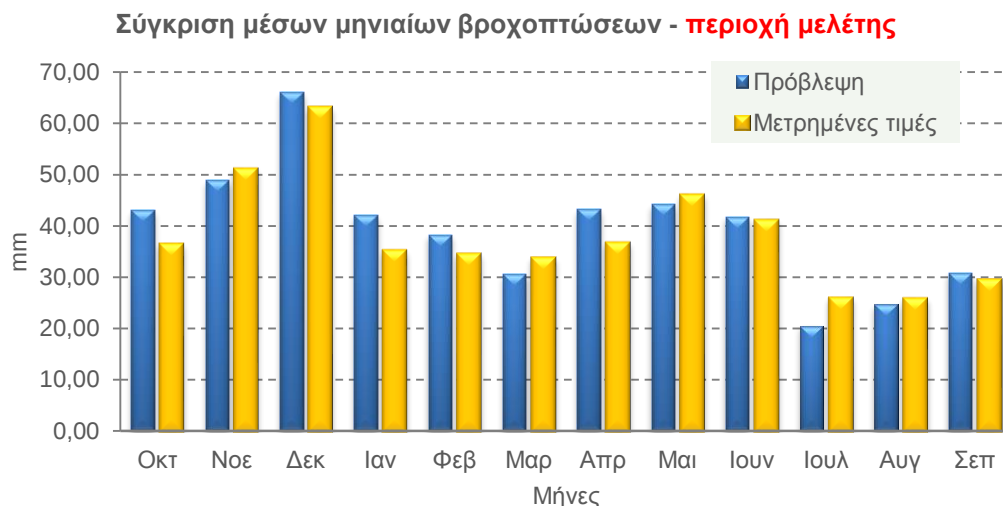
Σχήμα 6.2: Διάγραμμα μέσων τιμών συνθετικών χρονοσειρών βροχοπτώσεων (κάτω τμήμα)

Ενδεικτικά λαμβάνονται τα δεδομένα μίας συνθετικής χρονοσειράς (δηλαδή ενός σεναρίου) και στον πίνακα που ακολουθεί καταγράφονται στην πρώτη στήλη οι μέσες μηνιαίες τιμές των 30 ετών πρόβλεψης και οι μέσες μηνιαίες τιμές των ετών για τα οποία υπάρχουν ιστορικά στοιχεία. Με τον τρόπο αυτό γίνεται σύγκριση μίας τυχαίας συνθετικής χρονοσειράς, από τα 50 διαφορετικά σενάρια που δημιουργήθηκαν με μετρημένες τιμές.

Πίνακας 35: Σύγκριση συνθετικής χρονοσειράς με ιστορικά στοιχεία (κάτω τμήμα - βροχόπτωση)

Μήνες	Μέσες μηνιαίες τιμές	
	Συνθετική χρονοσειρά (2009-2040)	Μετρήσιμες τιμές (1980-2009)
Οκτ	43.05	36.53
Νοε	48.82	51.17
Δεκ	66.11	63.12
Ιαν	42.11	35.31
Φεβ	38.26	34.59
Μαρ	30.55	33.88
Απρ	43.24	36.81
Μαι	44.14	46.07
Ιουν	41.71	41.14
Ιουλ	20.48	26.08
Αυγ	24.68	25.90
Σεπ	30.79	29.60

Στο σχήμα που ακολουθεί γίνεται η οπτικοποίηση των δεδομένων του παραπάνω πίνακα όπου οι μπλε ράβδοι αντιπροσωπεύουν τις τιμές πρόβλεψης (συνθετική χρονοσειρά) και με οι κίτρινοι ράβδοι παριστάνουν τις μετρημένες τιμές.



Σχήμα 6.3: Διάγραμμα μέσων μηνιαίων τιμών βροχόπτωσης (κάτω τμήμα)

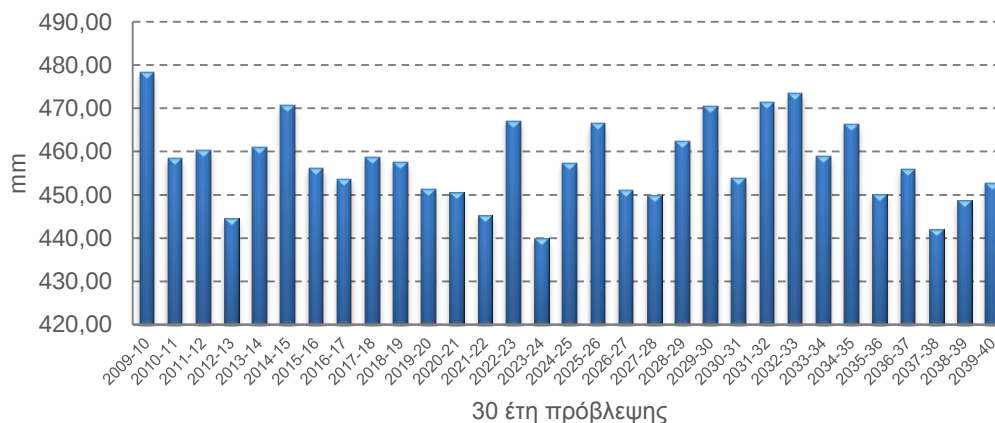
Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι ετήσιες τιμές των συνθετικών χρονοσειρών για τα 30 έτη πρόβλεψης και ειδικά στην τελευταία στήλη αποδίδονται οι μέσες ετήσιες τιμές των 50 διαφορετικών σεναρίων.

Πίνακας 36: Ετήσιες τιμές συνθετικών χρονοσειρών βροχοπτώσεων (άνωτερο τμήμα)

Έτη	50 σενάρια συνθετικών χρονοσειρών							Μέση τιμή
	1	2	...	25	...	49	50	
2009-10	484.84	461.00	...	419.19	...	498.39	531.53	478.29
2010-11	475.61	551.79	...	551.49	...	540.83	540.67	458.50
2011-12	522.08	398.10	...	481.47	...	464.26	472.92	460.27
2012-13	317.22	502.37	...	453.38	...	436.46	543.91	444.54
2013-14	488.46	382.95	...	321.94	...	435.97	451.17	460.97
...	...	...	...	...	...	...	...	...
2022-23	467.23	525.44	...	526.78	...	553.07	543.32	467.05
2023-24	203.39	456.20	...	401.27	...	500.53	368.37	440.01
2024-25	518.61	309.72	...	464.16	...	359.26	291.02	457.23
2025-26	378.31	476.15	...	490.98	...	424.73	465.49	466.49
2026-27	358.29	434.22	...	563.96	...	517.79	468.66	450.98
...	...	...	...	...	...	...	...	...
2035-36	474.22	507.35	...	489.31	...	546.89	528.43	450.20
2036-37	488.11	416.81	...	387.69	...	518.87	408.54	455.82
2037-38	371.88	226.29	...	543.90	...	488.87	572.40	442.10
2038-39	427.73	214.63	...	501.49	...	321.42	503.95	448.67
2039-40	363.68	369.00	...	513.89	...	537.60	486.43	452.65

Στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι μέσες ετήσιες τιμές των 50 συνθετικών χρονοσειρών για τα 30 έτη πρόβλεψης, δηλαδή η τελευταία στήλη του παραπάνω πίνακα.

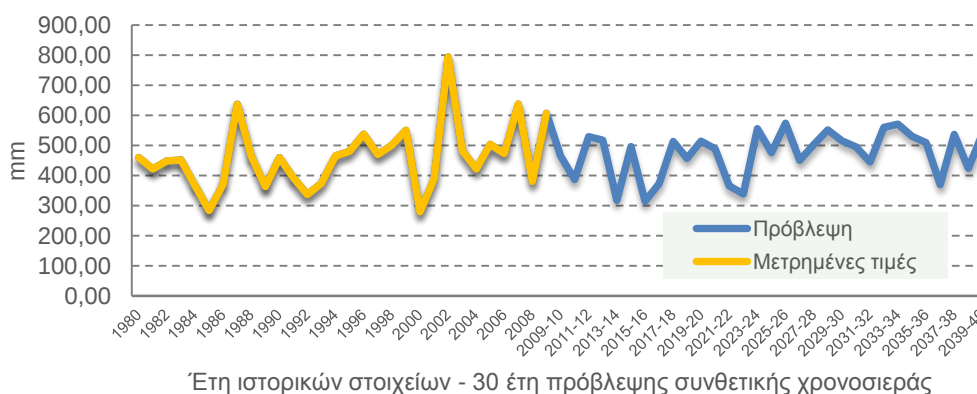
Μέσες ετήσιες τιμές συνθετικών χρονοσειρών βροχοπτώσεων -
περιοχή μελέτης



Σχήμα 6.4: Διάγραμμα μέσων ετήσιων τιμών συνθετικών χρονοσειρών βροχόπτωσης (κάτω τμήμα)

Στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι ετήσιες τιμές βροχόπτωσης για τα ιστορικά στοιχεία (κίτρινη γραμμή) και οι ετήσιες τιμές μίας τυχαίας (που επιλέχθηκε και παραπάνω) συνθετικής χρονοσειράς (μπλε γραμμή) από τις 50 διαφορετικές προβλέψεις. Διακρίνεται χαρακτηριστικά η παρόμοια διακύμανση των τιμών κατακρημνισμάτων μεταξύ μετρημένων τιμών και τιμών πρόβλεψης.

Σύγκριση ετήσιων βροχοπτώσεων (μετρημένες τιμές - τιμές μίας
συνθετικής χρονοσειράς) - περιοχή μελέτης



Σχήμα 6.5: Σύγκριση ετήσιων βροχοπτώσεων (μετρημένες τιμές – τιμές πρόβλεψης) στο ανώτερο τμήμα

6.1.2 ΚΑΤΩ ΤΜΗΜΑ ΛΕΚΑΝΗΣ (ΣΤΑΘΜΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ) - ΚΑΤΕΙΣΔΥΣΗ

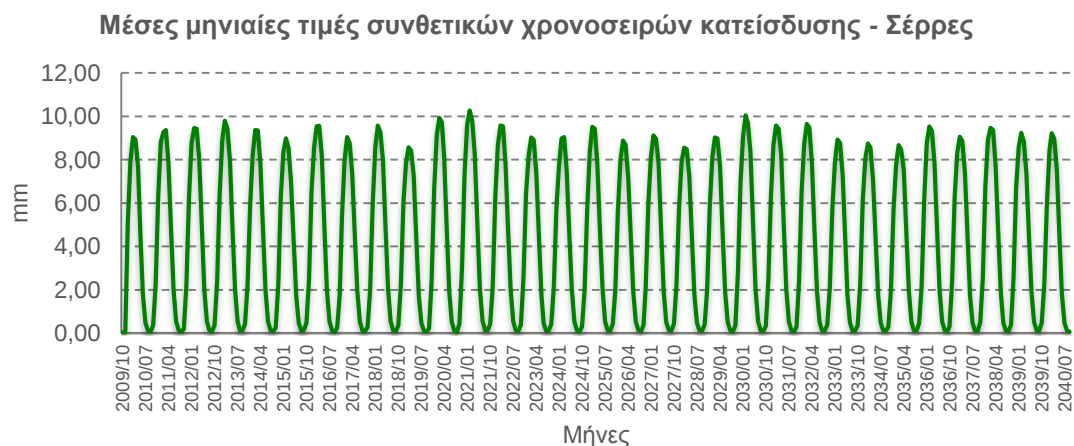
Για το κάτω τμήμα της λεκάνης απορροής, στα πλαίσια διαμόρφωσης του υδατικού ισοζυγίου (κεφάλαιο 5^ο) προσδιορίζεται χρονοσειρά κατείσδυσης σε μηνιαίο βήμα για συγκεκριμένη την περίοδο. Η προσέγγιση της χρονοσειράς κατείσδυσης έγινε στηριζόμενη σε μετρήσιμα στοιχεία κατακρημνισμάτων και θερμοκρασίας για την ίδια χρονική περίοδο, καθώς και σε αναλυτικούς υπολογισμούς για τον προσδιορισμό των παραμέτρων του

υδατικού ισοζυγίου (κεφάλαιο 5^ο). Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται ενδεικτικά η μορφή των 50 διαφορετικών σεναρίων των συνθετικών χρονοσειρών που δημιουργήθηκαν.

Πίνακας 37: Συνθετικές σειρές κατείσδυσης (άνωτερο τμήμα)

Μήνες	50 σενάρια συνθετικών χρονοσειρών							Μέση τιμή
	1	2	...	25	...	49	50	
2009/10	0.05	0.05	...	0.05	...	0.05	0.05	0.05
2009/11	0.04	0.04	...	0.04	...	0.04	0.04	0.04
2009/12	5.15	5.15	...	5.15	...	5.15	5.15	5.15
2010/01	8.55	7.79	...	8.55	...	8.23	8.53	7.91
2010/02	9.84	8.89	...	9.84	...	9.57	9.82	9.04
...	...	...	...	...	...	...	...	...
2024/10	1.28	0.00	...	0.00	...	0.14	0.91	0.31
2024/11	1.05	0.00	...	0.71	...	4.36	2.68	2.02
2024/12	4.99	0.00	...	4.57	...	9.89	7.90	5.67
2025/01	8.28	3.68	...	7.97	...	12.42	10.89	8.33
2025/02	9.55	5.71	...	9.32	...	13.08	11.63	9.52
...	...	...	...	...	...	...	...	...
2040/05	2.52	5.25	...	3.58	...	5.27	5.24	4.61
2040/06	1.04	1.93	...	1.49	...	1.94	1.97	1.81
2040/07	0.21	0.49	...	0.35	...	0.50	0.57	0.49
2040/08	0.03	0.08	...	0.08	...	0.08	0.10	0.11
2040/09	0.10	0.10	...	0.04	...	0.14	0.06	0.08

Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι μέσες τιμές των 50 σεναρίων συνθετικών χρονοσειρών (τελευταία στήλη του παραπάνω πίνακα).



Σχήμα 6.6: Διάγραμμα μέσων τιμών συνθετικών χρονοσειρών κατείσδυσης (κάτω τμήμα)

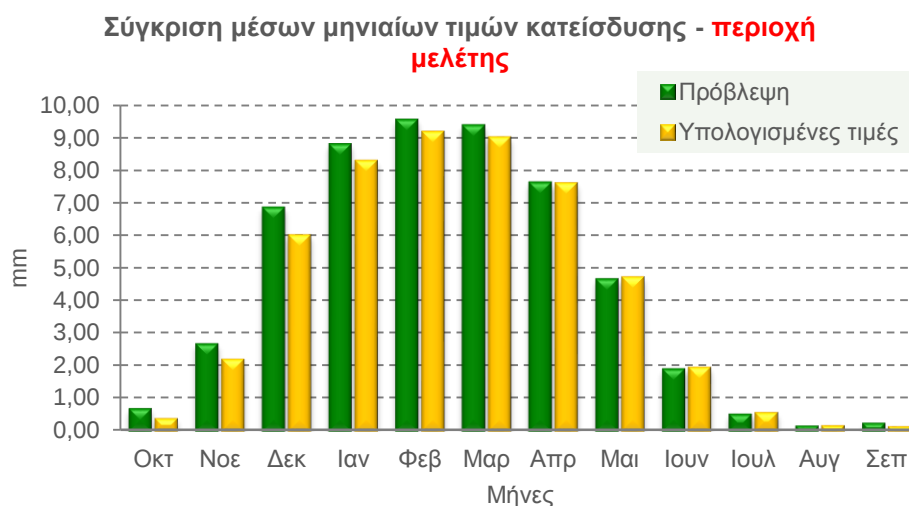
Ενδεικτικά λαμβάνονται τα δεδομένα μίας συνθετικής χρονοσειράς (δηλαδή ενός σεναρίου) και στον πίνακα που ακολουθεί καταγράφονται στην πρώτη στήλη οι μέσες μηνιαίες τιμές των 30 ετών πρόβλεψης και οι μέσες μηνιαίες τιμές των ετών για τα οποία

προσδιορίστηκε η χρονοσειρά κατείσδυσης για συγκεκριμένη περίοδο. Με τον τρόπο αυτό γίνεται σύγκριση μίας τυχαίας συνθετικής χρονοσειράς, από τα 50 διαφορετικά σενάρια που δημιουργήθηκαν με την χρονοσειρά που προσδιορίστηκε στηριζόμενη σε καταγεγραμμένα δεδομένα κατακρημνισμάτων και θερμοκρασίας.

Πίνακας 38: Σύγκριση συνθετικής χρονοσειράς με προσδιορισμένη χρονοσειρά (κάτω τμήμα - κατείσδυση)

Μήνες	Μέσες μηνιαίες τιμές	
	Συνθετική χρονοσειρά (2009-2040)	Προσδιορισμένη χρονοσειρά (1980-2009)
Οκτ	0.64	0.34
Νοε	2.64	2.16
Δεκ	6.83	5.99
Ιαν	8.77	8.27
Φεβ	9.52	9.16
Μαρ	9.36	8.99
Απρ	7.60	7.58
Μαι	4.63	4.69
Ιουν	1.87	1.91
Ιουλ	0.48	0.52
Αυγ	0.11	0.13
Σεπ	0.20	0.09

Στο σχήμα που ακολουθεί γίνεται η οπτικοποίηση των δεδομένων του παραπάνω πίνακα όπου οι πράσινοι ράβδοι αντιπροσωπεύουν τις τιμές πρόβλεψης (συνθετική χρονοσειρά) και οι κίτρινοι ράβδοι παριστάνουν τις υπολογισμένες τιμές.



Σχήμα 6.7: Διάγραμμα μέσων μηνιαίων τιμών κατείσδυσης (κάτω τμήμα)

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι ετήσιες τιμές των συνθετικών χρονοσειρών για τα 30 έτη πρόβλεψης και ειδικά στην τελευταία στήλη αποδίδονται οι μέσες ετήσιες τιμές των 50 διαφορετικών σεναρίων.

Πίνακας 39: Ετήσιες τιμές συνθετικών χρονοσειρών κατείσδυσης (κάτω τμήμα)

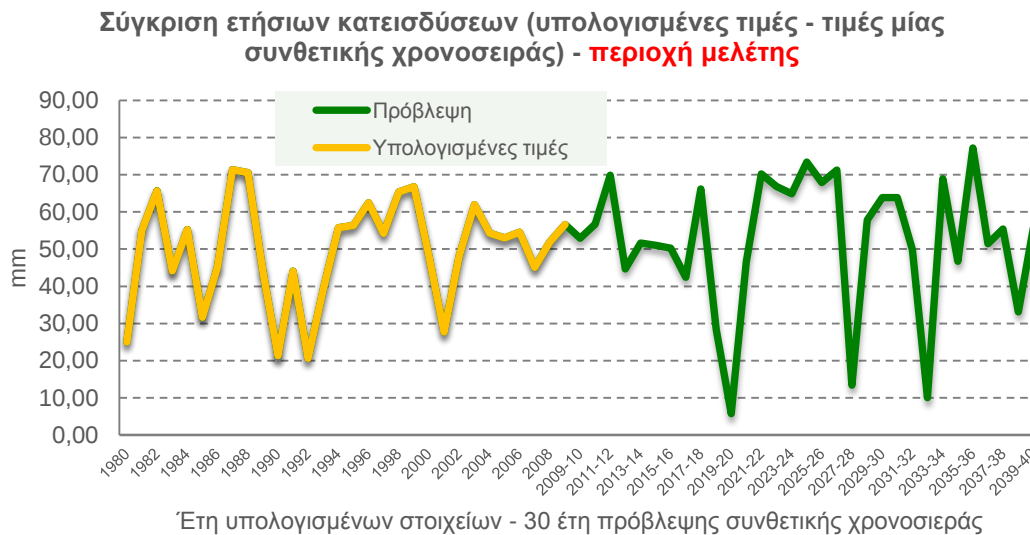
Έτη	50 σενάρια συνθετικών χρονοσειρών							Μέση τιμή
	1	2	...	25	...	49	50	
2009-10	46.47	43.27	...	49.82	...	47.00	49.87	45.88
2010-11	60.47	37.01	...	68.23	...	60.34	52.17	51.60
2011-12	41.18	52.25	...	72.00	...	59.64	24.90	51.99
2012-13	58.16	48.79	...	60.23	...	49.08	58.33	52.90
2013-14	39.99	57.37	...	64.12	...	26.75	47.21	50.84
...	...	...	...	...	...	...	...	...
2022-23	58.13	60.79	...	64.47	...	43.62	59.27	49.86
2023-24	70.30	12.56	...	48.95	...	61.16	51.12	49.02
2024-25	48.02	25.18	...	45.35	...	73.90	57.76	50.49
2025-26	22.85	45.26	...	56.31	...	57.43	73.84	47.96
2026-27	38.17	69.33	...	79.28	...	34.84	48.30	49.90
...	...	...	...	...	...	...	...	...
2035-36	45.58	33.94	...	66.09	...	47.00	51.67	51.82
2036-37	45.16	65.14	...	39.76	...	53.16	39.29	49.52
2037-38	71.71	39.42	...	53.42	...	64.26	38.67	52.60
2038-39	40.67	24.64	...	52.53	...	61.71	57.62	50.85
2039-40	24.67	59.50	...	35.40	...	66.67	52.10	49.79

Στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι μέσες ετήσιες τιμές των 50 συνθετικών χρονοσειρών για τα 30 έτη πρόβλεψης, δηλαδή η τελευταία στήλη του παραπάνω πίνακα.

**Σχήμα 6.8:** Διάγραμμα μέσων ετήσιων τιμών συνθετικών χρονοσειρών κατείσδυσης (κάτω τμήμα)

Στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι ετήσιες τιμές κατείσδυσης για τα υπολογισμένα στοιχεία (κίτρινη γραμμή) και οι ετήσιες τιμές μίας τυχαίας (που επιλέχθηκε και παραπάνω) συνθετικής χρονοσειράς (μπλε γραμμή) από τις 50 διαφορετικές

προβλέψεις. Διακρίνεται χαρακτηριστικά η παρόμοια διακύμανση των τιμών κατακρημνισμάτων μεταξύ μετρημένων τιμών και τιμών πρόβλεψης. Είναι χαρακτηριστικό το γεγονός ότι εντοπίζονται αρκετές ακραίες τιμές τόσο στα ιστορικά στοιχεία όσο και στα στοιχεία που προέκυψαν από την πρόβλεψη της συνθετικής χρονοσειράς.



Σχήμα 6.9: Σύγκριση ετήσιων κατεισδύσεων (μετρημένες τιμές – τιμές πρόβλεψης) στο κάτω τμήμα

7. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ

Στο παρών κεφάλαιο γίνεται εκτίμηση των υδατικών αναγκών όλων των χρηστών στην υπό μελέτη λεκάνη απορροής, δηλαδή των υδρευτικών αναγκών των υπό μελέτη οικισμών, των υδρευτικών αναγκών των υπόλοιπων οικισμών που βρίσκονται εντός της λεκάνης απορροής, αρδευτικών αναγκών, κτηνοτροφικές ανάγκες και βιομηχανικές ανάγκες.

Αρχικά γίνεται μία συνοπτική περιγραφή των υφιστάμενων συνθηκών ύδρευσης των οικισμών και προτείνεται η συνένωση των οικισμών κατά ομάδες με τη συγκρότηση πυρήνων ύδρευσης, η οποία:

- θα βελτιστοποιήσει τις συνθήκες υδροδότησης
- θα επιφέρει ορθολογικότερη διαχείριση του νερού
- θα επιφέρει καλύτερο και ακριβέστερο έλεγχο της κατανάλωσης νερού
- θα επιτρέψει την αποτελεσματική διαχείριση πιθανής έκτακτης μεγάλης ζήτησης νερού
- θα επιτρέψει την αντιμετώπιση πιθανών έκτακτων γεγονότων (όπως π.χ. καταστροφή μίας γεώτρησης ενός οικισμού και διακοπή της υδροδότησης του)

Για την ομαδοποίηση των οικισμών λαμβάνονται υπόψη γεωγραφικά, κοινωνικά, οικονομικά και τεχνικά (υδραυλικά) κριτήρια. Οι πυρήνες ύδρευσης που προκύπτουν καταγράφονται σε ένα πίνακα της μορφής:

Πίνακας 40: Πυρήνες ύδρευσης

Πυρήνες ύδρευσης	Οικισμοί πυρήνων				
	1	2	3	4	5
1 ^{ος}	1				
2 ^{ος}	2				
3 ^{ος}	3	1	1	1	1
4 ^{ος}	4	2	2	2	2
5 ^{ος}	5	3	3	3	3
6 ^{ος}	6	4			
7 ^{ος}	7	5			
8 ^{ος}	8				

Υδρευτικές ανάγκες

Στην ενότητα 3.3 της μελέτης που αφορά ανάγκες σε νερό ύδρευσης έγινε αναλυτικός υπολογισμός των υδρευτικών αναγκών των οικισμών που μελετώνται. Ειδικότερα οι υδρευτικές ανάγκες προσδιορίστηκαν με τρεις διαφορετικούς τρόπους:

- με βάση τους φακέλους υδρευτικής κατάστασης
- με βάση την ΚΥΑ με Α.Π. Δ11/Φ16/8500/22-3-1991 (ΦΕΚ 174/Β) και τις

κατευθύνσεις της Διεύθυνσης Υδάτων

- με βάση μετρήσεις των πραγματικών καταναλώσεων νερού

Για τη διαμόρφωση του υδατικού ισοζυγίου της λεκάνης απορροής **χρησιμοποιούνται** αρχικά οι υπολογισμοί με βάση τις μετρήσεις των πραγματικών καταναλώσεων νερού, καθώς αποτελούν τις ρεαλιστικότερες τιμές σχετικά με τη χρήση νερού. Ταυτόχρονα **λαμβάνονται** υπόψη και οι υπολογισμοί με βάση την σχετική ΚΥΑ, καθώς περιλαμβάνουν και μελλοντικές καταναλώσεις με βάση την πιθανή εξέλιξη του πληθυσμού και επιπλέον για **ορισμένους οικισμούς μπορεί και να μην υπάρχουν μετρήσιμα στοιχεία** ώστε να υλοποιηθούν οι απαραίτητοι υπολογισμοί των υδρευτικών αναγκών.

Επισημαίνεται ότι όλες οι πραγματικές καταναλώσεις των οικισμών είναι υπερβολικές και η προοπτική είναι να υλοποιηθούν κατάλληλες παρεμβάσεις και διορθώσεις, ώστε να μετριαστούν σε λογικά επίπεδα.

Ένας ακόμη σημαντικό λόγος που συνηγορεί στη χρησιμοποίηση των μετρημένων τιμών των καταναλώσεων, είναι και ο απώτερος σκοπός της παρούσας μελέτης διαχείρισης υδατικών πόρων, δηλαδή η διαχείριση των υφιστάμενων πραγματικών συνθηκών ύδρευσης στη δυσμενέστερη μορφή τους. Με τον τρόπο αυτό διασφαλίζεται η δυσμενέστερη κατάσταση και καλύπτεται η ενδεχόμενη μελλοντική διαχείριση των υδρευτικών αναγκών των οικισμών, όταν επιτευχθούν συνθήκες ορθολογικότερης διαχείρισης του νερού.

Για τους οικισμούς που δεν υπάρχουν μετρήσιμα στοιχεία των καταναλώσεων, λαμβάνονται αναγκαστικά οι τιμές που υπολογίστηκαν θεωρητικά για τα έτη 2011, 2016, 2026 και 2036. Επομένως ο τελικός πίνακας των υδρευτικών καταναλώσεων των οικισμών και των προτεινόμενων πυρήνων διαμορφώνεται παρακάτω.

Πίνακας 41 : Ετήσιες καταναλώσεις νερού οικισμών και πυρήνων ύδρευσης

Οικισμοί	Υπολογισμός υδρευτικών αναγκών			
	2011	2016	2026	2036
1^{ος} πυρήνας				
1				
2^{ος} πυρήνας				
1				
3^{ος} πυρήνας				
1				
2				
3				
4				
Σύνολο πυρήνα				
4^{ος} πυρήνας				
1				
2				
3				
4				

Σύνολο πυρήνα	.....	.....	.....	.....
5^{ος} πυρήνας				
1	.....	.....	.....	.....
2	.....	.....	.....	.....
3	.....	.....	.....	.....
4	.....	.....	.....	.....
5	.....	.....	.....	.....
Σύνολο πυρήνα	.....	.....	.....	.....
6^{ος} πυρήνας				
1	.....	.....	.....	.....
2	.....	.....	.....	.....
Σύνολο πυρήνα	.....	.....	.....	.....
7^{ος} πυρήνας				
1	.....	.....	.....	.....
2	.....	.....	.....	.....
Σύνολο πυρήνα	.....	.....	.....	.....
8^{ος} πυρήνας				
1	.....	.....	.....	.....
Γενικό σύνολο	.....	.....	.....	.....

Έτσι , τελικά διαμορφώνεται ένας συγκεντρωτικός πίνακας με τις υδρευτικές ανάγκες του συνόλου των οικισμών που βρίσκονται εντός της λεκάνης απορροής.

Πίνακας 42 : Συνολικές υδρευτικές ανάγκες στη λεκάνης απορροής

Καταναλωτές	2011	2016	2026	2036
Οικισμοί που μελετώνται (πυρήνες)				
Οικισμοί πρώην Δ. Σερρών (μελέτη διαχείρισης υδατικών πόρων)				
Επιπλέον οικισμοί που βρίσκονται στη λεκάνη απορροής				
Σύνολο				

Αρδευτικές ανάγκες

Στη συνέχεια προσδιορίζονται οι αρδευτικές ανάγκες που προκύπτουν εντός της λεκάνης απορροής, ελέγχοντας αρχικά αν υπάρχουν συλλογικά αρδευτικά δίκτυα για τα οποία στις περισσότερες περιπτώσεις υπάρχουν στοιχεία καταναλώσεων ή αρδευόμενων εκτάσεων ή ειδών που καλλιεργούνται (ανά έκταση). Σε δεύτερο προσεγγίζονται οι μικροί καταναλωτές αρδευτικού νερού, για τους οποίους συνήθως δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία και κατά συνέπεια γίνεται μία εκτιμητική προσέγγιση των συνολικών ποσοτήτων νερού που καταναλώνουν.

Η εκτίμηση της υδατικής κατανάλωσης των καλλιεργειών που αρδεύονται, ταυτίζεται με τη δυνητική εξατμισοδιαπνοή τους και γίνεται μέσω της εμπειρικής εξίσωσης:

$$E_c = K_c \cdot E_{rc}$$

Όπου E_c η δυνητική εξατμισοδιαπνοή της συγκεκριμένης καλλιέργειας που ενδιαφέρει, E_{rc} η εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας αναφοράς και K_c ο εμπειρικός συντελεστής γνωστός ως φυτικός συντελεστής. Ο συντελεστής αυτός εξαρτάται από διάφορους παράγοντες (ύψος και διάπλαση των φυτών, επιφανειακή και αεροδυναμική αντίσταση, κλιματολογικές συνθήκες κ.α.). Οι τιμές των φυτικών συντελεστών καλλιεργειών προέρχονται από τη σχετική οδηγία του FAO.

Επίσης για τον υπολογισμό των αναγκών των καλλιεργειών σε νερό έχει εκδοθεί η ΚΥΑ Φ.16/6631/2.6.1989 (ΦΕΚ 428B) με την οποία σε κάθε καλλιέργεια έχει αποδοθεί ένας φυτικός συντελεστής K . Υπάρχουν 8 κατηγορίες φυτικού συντελεστή εκτός των ξηρικών καλλιεργειών και στα πλαίσια της μελέτης διαχείρισης υδατικών πόρων και του προσδιορισμού των αρδευτικών αναγκών έγινε μία τροποποίηση των καλλιεργειών στις οποίες έχει αποδοθεί ο φυτικός συντελεστής με βάση την εμπειρία που έχει αποκτηθεί από το έτος έκδοσης της ΚΥΑ μέχρι σήμερα και τις ιδιαίτερες συνθήκες **που επικρατούν στην εκάστοτε περιοχή μελέτης**. Έτσι τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται είναι περισσότερο επικαιροποιημένα και ταυτόχρονα ακριβή.

Επιπλέον, η ίδια ΚΥΑ έχει ορίσει τα όρια για τη χρήση αρδευτικού νερού ανά κατηγορία καλλιεργειών και ανά υδατικό διαμέρισμα (σε m^3 /στρέμμα/μήνα) για κάθε δεδομένο μήνα της αρδευτικής περιόδου από τον Απρίλιο έως το Σεπτέμβριο.

Για τον υπολογισμό των θεωρητικών αναγκών (πριν αφαιρεθεί η ωφέλιμη βροχόπτωση) και των πραγματικών αναγκών σε νερό (δηλαδή των θεωρητικών αναγκών μειωμένων κατά το ποσοστό της ωφέλιμης βροχόπτωσης), **χρησιμοποιείται π.χ. η μέθοδος Blaney-Criddle**, η οποία απαιτεί μόνο την μέση μηνιαία θερμοκρασία και έχει χρησιμοποιηθεί ευρύτατα σε πολλές χώρες και ειδικότερα στην Ελλάδα για την εκτίμηση των αρδευτικών αναγκών.

Στην αρχική της μορφή εκτιμά την μηνιαία δυνητική εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας αναφοράς με βάση την ακόλουθη απλή σχέση η οποία έχει μοναδικό μετεωρολογικό δεδομένο εισόδου τη θερμοκρασία.

$$E_{rc} = 0.254 \cdot \rho \cdot (32 + 18 \cdot T_a)$$

Όπου η δυνητική εξατμισοδιαπνοή E_{rc} εκφράζεται σε mm/μήνα και η θερμοκρασία T_a σε $^{\circ}C$ και ρ είναι το ποσοστό (%) των ωρών ημέρας του συγκεκριμένου μήνα σε σχέση με το σύνολο των ωρών ημέρας του έτους. Το ποσοστό αυτό υπολογίζεται από την σχέση:

$$\rho = \frac{100 \cdot (N \cdot \mu)}{365 \cdot 12}$$

Όπου N η μέση αστρονομική διάρκεια της μέρας σε h, και μ ο αριθμός ημερών του συγκεκριμένου μήνα. Η «ωφέλιμη βροχόπτωση» προκύπτει από τον μηνιαίο μέσο όρο της πραγματικής βροχόπτωσης των ετών 1980-2009, πολλαπλασιαζόμενος με συντελεστή 0.65.

Επίσης ελέγχεται:

- Η ύπαρξη αρδευτικών γεωτρήσεων και προσεγγίζεται η άντληση νερού από αυτές με βάση πιθανά διαθέσιμα στοιχεία.
- Η ύπαρξη ορεινών καλλιεργειών για τις οποίες προσδιορίζονται ή εκτιμώνται οι απαιτήσεις νερού.
- Οι πιθανές καταναλώσεις τοπικού ή ιδιωτικού χαρακτήρα, οι οποίες λόγω ιδιαιτεροτήτων που μπορεί να παρουσιάζουν και έλλειψης μετρητικών στοιχείων είναι αδύνατο να προσδιοριστούν. Έτσι εκτιμώνται σε ένα ποσοστό επί των συνολικών αρδευτικών καταναλώσεων που υπολογίστηκαν

Η ενότητα ολοκληρώνεται με τη διαμόρφωση ενός συνολικού πίνακα:

Πίνακας 43: Συνολικές αρδευτικές ανάγκες – εκροές υδατικού ισοζυγίου

Αρδευτικά δίκτυα	Ποσότητες νερού (m ³)
1	
2	
3	
4	
Σύνολο	
Λοιπές μη προσδιορίσιμες καταναλώσεις (+10%)	
Γενικό σύνολο	

Επόμενο στάδιο είναι ο υπολογισμός των ποσοτήτων νερού που αφορούν τις κτηνοτροφικές ανάγκες. Για την προσέγγιση των υδατικών αναγκών της κτηνοτροφίας, αρχικά εκτιμάται το κτηνοτροφικό δυναμικό των οικισμών και περιοχών που βρίσκονται εντός των ορίων της λεκάνης απορροής. Για τον προσδιορισμό των ζώων που εκτρέφονται και κατά συνέπεια καταναλώνουν νερό, **χρησιμοποιούνται τα απογραφικά στοιχεία των ετών που υπάρχουν (απογραφή γεωργίας – κτηνοτροφίας), καθώς και στοιχεία που λαμβάνονται από το εκάστοτε κτηνιατρείο** και αφορούν οικόσιτα ζώα και ζώα κτηνοτροφικών μονάδων.

Με βάση τη διαμόρφωση των πυρήνων ύδρευσης, προσδιορίζονται οι υδατικές ανάγκες της κτηνοτροφίας για κάθε πυρήνα.

Πίνακας 44: Ετήσιες υδατικές κτηνοτροφικές ανάγκες πυρήνων ύδρευσης

Πυρήνες ύδρευσης	Δημοτικές και Τοπικές Κοινότητες	Σύνολο ανά οικισμό	Σύνολα ανά πυρήνα
1 ^{ος} πυρήνας	1	.....	.....
2 ^{ος} πυρήνας	2	.....	.....
3 ^{ος} πυρήνας	3	.....	.....
	4	.....	
	5	.....	

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

	6		
4 ^{ος} πυρήνας	1		
	2	.....	
	3	.....	
	4	.....	
5 ^{ος} πυρήνας	1		
	2	.....	
	3	.....	
	4	.....	
	5	.....	
6 ^{ος} πυρήνας	1		
	2	.....	
7 ^{ος} πυρήνας	1		
	2	.....	
8 ^{ος} πυρήνας	1		
		Σύνολο	

Βιομηχανικές ανάγκες

Ελέγχεται η ύπαρξη βιομηχανιών και βιοτεχνιών εντός της λεκάνης απορροής που είναι σημαντικοί καταναλωτές νερού και εκτιμώνται οι καταναλώσεις τους. Η ενότητα καταλήγει σε ένα πίνακα της μορφής:

Πίνακας 45: Βιομηχανικές υδρευτικές ανάγκες

Βιομηχανικοί καταναλωτές νερού	Ανάγκες νερού (m ³)
1	
2	
3	
Σύνολο	

Τελικά διαμορφώνεται ένας συγκεντρωτικός πίνακας με τις συνολικές υδατικές ανάγκες (υδρευτικές, αρδευτικές, κτηνοτροφικές και βιομηχανικές) που αποτελούν εκροές για το υδατικό ισοζύγιο της λεκάνης απορροής που μελετάται.

Πίνακας 46: Συγκεντρωτικός πίνακας υδατικών αναγκών (εκρών υδατικού ισοζυγίου)

Κατηγορία χρήστη (m ³)	Έτη υπολογισμών			
	2011	2016	2026	2036
Ύδρευση				
Άρδευση				
Κτηνοτροφία				
Βιομηχανία				
Σύνολο				

8. ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο 5^ο κεφάλαιο το υδατικό ισοζύγιο προσομοιώθηκε για κάθε επιμέρους τμήμα της λεκάνης απορροής χωριστά, για τα οποία παρήχθησαν χρονοσειρές σε μηνιαίο βήμα της επιφανειακής απορροής, της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής και της κατείσδυσης. Επίσης για κάθε τμήμα προέκυψαν συγκεντρωτικά αποτελέσματα των μέσων τιμών, τα οποία συνδυάστηκαν για να προκύψει το συνολικό υδατικό ισοζύγιο της λεκάνης απορροής.

Είναι πιθανό το άθροισμα της απορροής, κατείσδυσης και πραγματικής εξατμισοδιαπνοής να παρουσιάζει μία μικρή απόκλιση σε σχέση με την τιμή της βροχόπτωσης. Θεωρητικά θα έπρεπε να υπάρχει ισοδυναμία, καθώς το νερό των βροχοπτώσεων επιμερίζεται στις τρεις υδρολογικές διεργασίες. Ωστόσο το φυσικό φαινόμενο του μετασχηματισμού της βροχόπτωσης σε απορροή, κατείσδυση και πραγματική εξατμισοδιαπνοή δεν είναι γραμμικό, ενώ κατά την πραγματοποίηση των υπολογισμών εισέρχονται μεταβλητές και σταθερές (όπως π.χ. θερμοκρασία, γεωγραφικό πλάτος, αστρονομική διάρκεια ημέρας κλπ) που επηρεάζουν το τελικό αποτέλεσμα.

Επομένως είναι αναμενόμενο να προκύπτουν μικρές αποκλίσεις, οι οποίες προκειμένου να ικανοποιηθεί η θεμελιώδης ισοδυναμία του υδατικού ισοζυγίου διορθώνονται. Μετά την ολοκλήρωση των υπολογισμών διόρθωσης των τιμών καταρτίζεται ο τελικός πίνακας των παραμέτρων του υδατικού ισοζυγίου.

Πίνακας 47: Υδατικό ισοζύγιο λεκάνης απορροής

Επιμέρους τμήματα λεκάνης απορροής		Βροχόπτωση	Απορροή	Κατείσδυση	Πραγματική εξατμισοδιαπνοή
		P_t	Q	$PERC_t$	E_{Pt}
Ανώτερο τμήμα $E=XXXX \text{ km}^2$	mm	.....	.....	.....	.....
	hm ³	.....	.....	.....	.....
	%	%	%	%	%
Άνω τμήμα $E=\Psi\Psi\Psi \text{ km}^2$	mm	.....	.....	.....	.....
	hm ³	.....	.....	.....	.....
	%	%	%	%	%
Μέσο τμήμα $E=ZZZZZ \text{ km}^2$	mm	.....	.....	.....	.....
	hm ³	.....	.....	.....	.....
	%	%	%	%	%
Κάτω τμήμα $E=\Omega\Omega\Omega\Omega \text{ km}^2$	mm	.....	.....	.....	.....
	hm ³	.....	.....	.....	.....
	%	%	%	%	%

Επίσης, εκτός από τις εισροές νερού που προσδιορίστηκαν κατά τους υπολογισμούς στα προηγούμενα κεφάλαια της μελέτης, **προστίθεται** μία ακόμη που αφορά το νερό των πηγών. Αναλυτικότερα σε πολλά σημεία της επιφάνειας της λεκάνης απορροής αναβλύζουν

πηγές που εκφορτίζουν υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες και ενισχύουν το επιφανειακό υδατικό δυναμικό της λεκάνης.

Σημειώνεται ότι οι πηγές προσεγγίζονται ως μία επιπλέον υδρολογική παράμετρος εισροών, καθώς τμήμα τους υδατικού δυναμικό τους είναι πιθανό να προέρχεται από περιοχές υπόγειων υδροφόρων εκτός των ορίων της λεκάνης απορροής (υδροκρίτης). Ωστόσο ένα ποσοστό του νερού των πηγών προέρχεται από τους υπόγειους υδροφόρους του τμήματος της λεκάνης απορροής στο οποίο βρίσκονται, ενώ ένα ακόμη ποσοστό μπορεί να προέρχεται από μεταφορά, δηλαδή από το ανάντη (συνήθως) τμήμα της λεκάνης. Οι ποσότητες νερού που προέρχονται από τους υδροφόρους εντός της λεκάνης **προσομοιώνονται** στους υπολογισμούς του υδατικού ισοζυγίου αποτελώντας τμήμα του νερού που κατεισδύει στα βαθύτερα εδαφικά στρώματα.

Πίνακας 48: Υδατικό δυναμικό πηγών – καταμερισμός νερού

Τμήματα της λεκάνης απορροής	Νερό εκτός λεκάνης		Νερό εντός λεκάνης		Υπόγεια μεταφορά νερού από ανάντη	
	S ₁	Ποσότητα hm ³	S ₂	Ποσότητα hm ³	S ₃	Ποσότητα hm ³
Ανώτερο τμήμα					-	-
Άνω τμήμα						
Μέσο τμήμα						
Κάτω τμήμα						

Στο 7^ο κεφάλαιο προσδιορίστηκαν οι συνολικές ανάγκες σε νερό (υδρευτικές, αρδευτικές, κτηνοτροφικές και βιομηχανικές) για την υπό μελέτη λεκάνη απορροής.

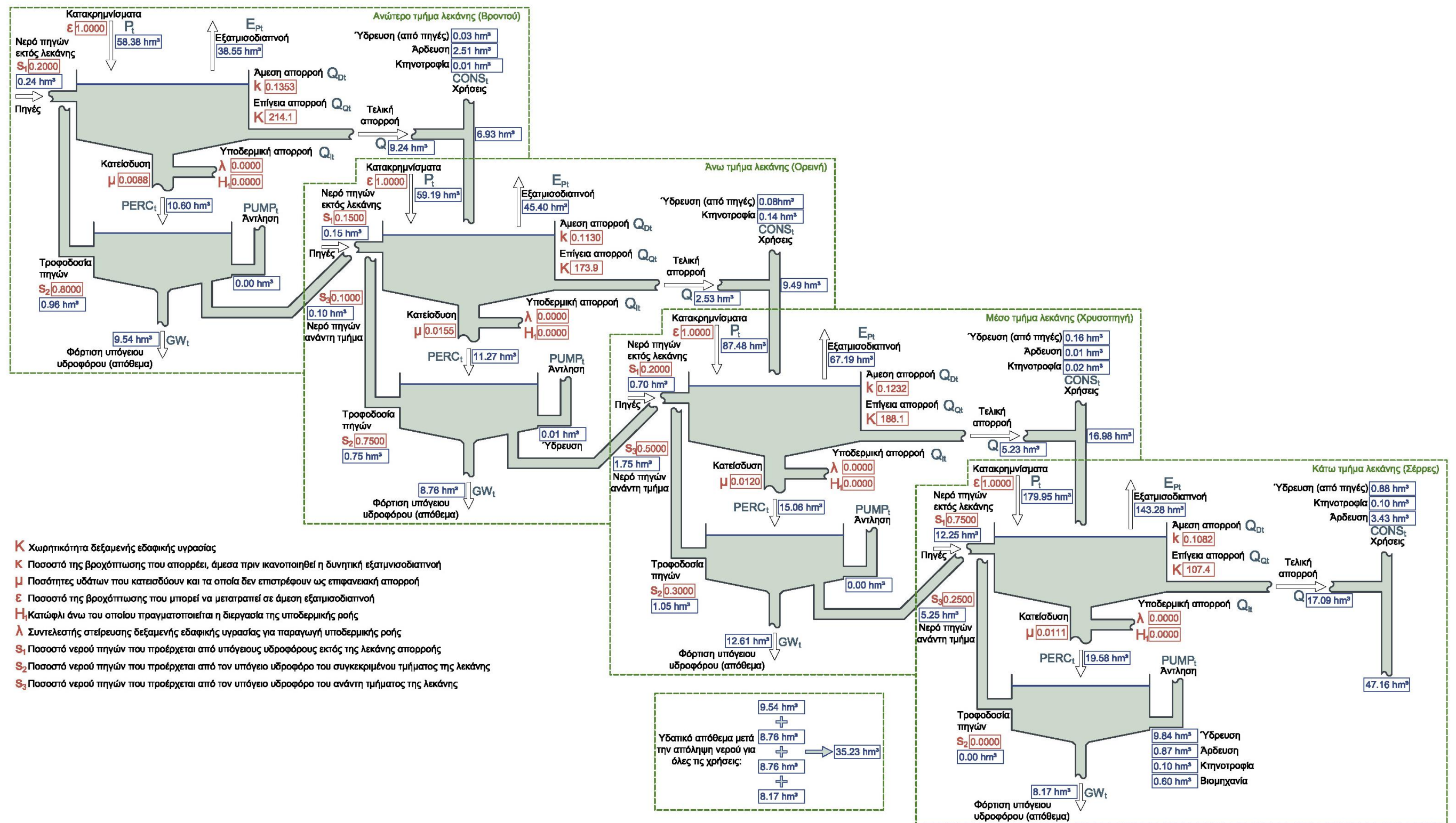
Πίνακας 49: Καταμερισμός αναγκών σε νερό

Κατηγορία χρήστη	Ποσότητα m ³	Ποσότητα hm ³ (στρογ/ση)	Καταμερισμός (hm ³)			
			Ανώτερο τμήμα	Άνω τμήμα	Μέσο τμήμα	Κάτω τμήμα
Ύδρευση						
Αρδευση						
Κτηνοτροφία						
Βιομηχανία						
Σύνολο						

Οι παραπάνω ποσότητες νερού εισάγονται ως εκροές στο υδατικό ισοζύγιο που διαμορφώνεται στην παρακάτω ενότητα.

Η λεκάνη απορροής **που κάθε φορά μελετάται μπορεί να είναι αρκετά εκτεταμένη** και να περιλαμβάνει μεγάλη ποικιλομορφία χαρακτηριστικών που σχετίζονται με τη μορφολογία του εδάφους, τη φυτοκάλυψη, το γεωλογικό υπόβαθρο, τις χρήσεις γης και το υδάτινο περιβάλλον.

Για τους παραπάνω λόγους **καταρτίζεται** ένα συνδυαστικό μοντέλο όπου αρχικά προσεγγίζονται τα επιμέρους υδατικά ισοζύγια των τμημάτων της λεκάνης και στη συνέχεια από τα ανάντη προς τα κατόντη συνδυάζονται τα αποθέματα νερού και η τελική απορροή. Στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζεται η μορφή του συνδυαστικού μοντέλου, ενώ στη συνέχεια γίνεται ενδελεχής ανάλυση της σχηματικής παρουσίασης του υδατικού ισοζυγίου ανά τμήμα της λεκάνης απορροής.



Σχήμα 8.1: Σχηματική μορφή συνδυαστικού μοντέλου Υδατικού Ισοζυγίου (π.χ. περιοχής Σερρών).

Στο 6^ο κεφάλαιο της μελέτης δημιουργήθηκαν συνθετικές χρονοσειρές με βάση τα διαθέσιμα ιστορικά μετεωρολογικά δεδομένα και τους υπολογισμούς του υδατικού ισοζυγίου (5^ο κεφάλαιο).

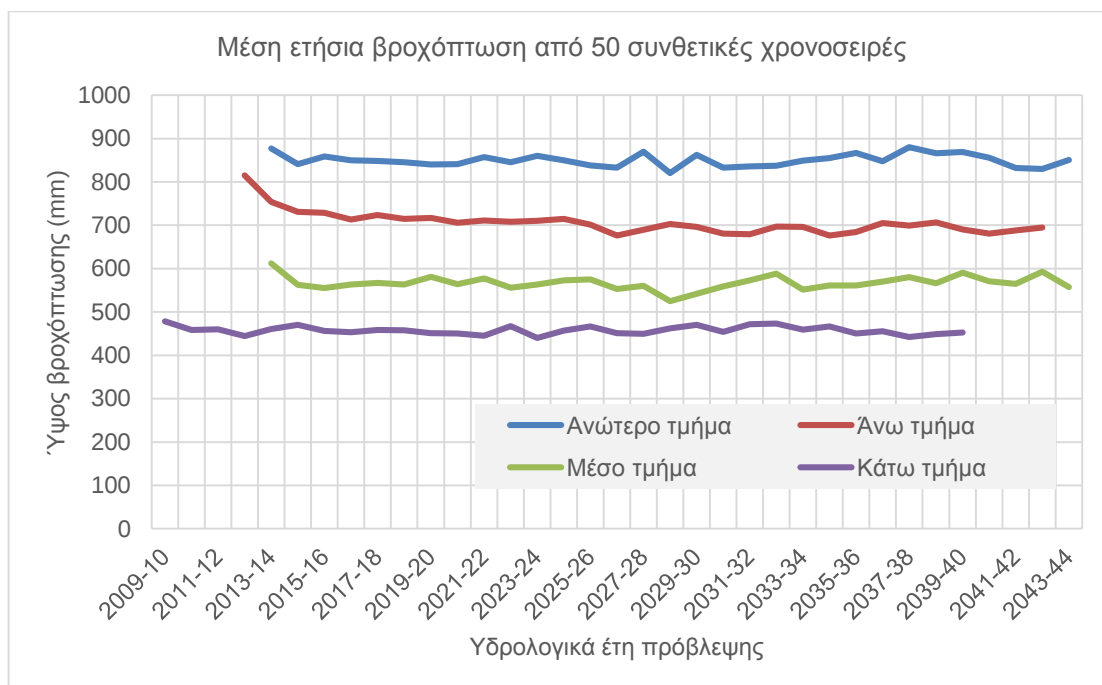
Από τα αποτελέσματα των συνθετικών χρονοσειρών βροχόπτωσης προέκυψε ότι μελλοντικά θα υπάρχουν ανάλογα επίπεδα βροχόπτωσης με αυτά των ιστορικών στοιχείων, με μία διακύμανση από ελάχιστες έως μέγιστες τιμές και από ξηρές έως υγρές χρονικές περιόδους. Έτσι διασφαλίζεται ότι θα υπάρχουν σημαντικές εισροές υδάτων μέσω των κατακρημνισμάτων στη λεκάνη απορροής. Στον πίνακα και το διάγραμμα που ακολουθούν παρουσιάζονται οι μέσες τιμές των ετήσιων βροχοπτώσεων από 50 συνθετικές χρονοσειρές.

Πίνακας 50: Μέση ετήσια βροχόπτωση από 50 συνθετικές χρονοσειρές (mm)

Έτη πρόβλεψης	Ανώτερο τμήμα	Άνω τμήμα	Μέσο τμήμα	Κάτω τμήμα
2009-10				478.29
2010-11				458.50
2011-12				460.27
2012-13		815.15		444.54
2013-14	876.88	753.93	611.73	460.97
2014-15	841.10	730.76	562.95	470.62
2015-16	858.69	728.58	555.34	456.19
2016-17	849.45	713.37	563.05	453.65
2017-18	848.37	723.19	567.19	458.77
2018-19	845.44	714.67	562.99	457.52
2019-20	840.22	716.60	581.12	451.31
2020-21	840.65	705.51	563.70	450.63
2021-22	857.15	710.72	577.24	445.28
2022-23	845.74	707.89	556.12	467.05
2023-24	860.17	710.21	563.43	440.01
2024-25	850.03	714.64	573.26	457.23
2025-26	837.78	701.41	575.48	466.49
2026-27	833.01	676.46	552.98	450.98
2027-28	869.61	689.44	560.69	449.94
2028-29	820.19	702.62	525.25	462.31
2029-30	862.31	696.34	541.88	470.34
2030-31	832.69	680.40	559.21	453.88
2031-32	835.69	679.52	572.79	471.47
2032-33	837.29	697.10	588.15	473.43
2033-34	849.24	695.89	551.76	458.96
2034-35	854.63	676.21	561.38	466.33
2035-36	866.93	684.59	561.33	450.20
2036-37	847.28	705.14	569.99	455.82
2037-38	880.21	699.34	580.61	442.10
2038-39	866.31	706.91	566.01	448.67

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

2039-40	868.99	690.59	590.31	452.65
2040-41	855.51	681.08	570.57	
2041-42	832.22	688.10	564.78	
2042-43	829.78	695.12	593.00	
2043-44	850.54		557.16	



Σχήμα 8.2: Διάγραμμα μέσης ετήσιας βροχόπτωσης από 50 συνθετικές χρονοσειρές

Από το παραπάνω διάγραμμα διακρίνεται χαρακτηριστικά πώς είναι οι βροχοπτώσεις και κατά συνέπεια η εισροή υδάτων στη λεκάνης απορροής .

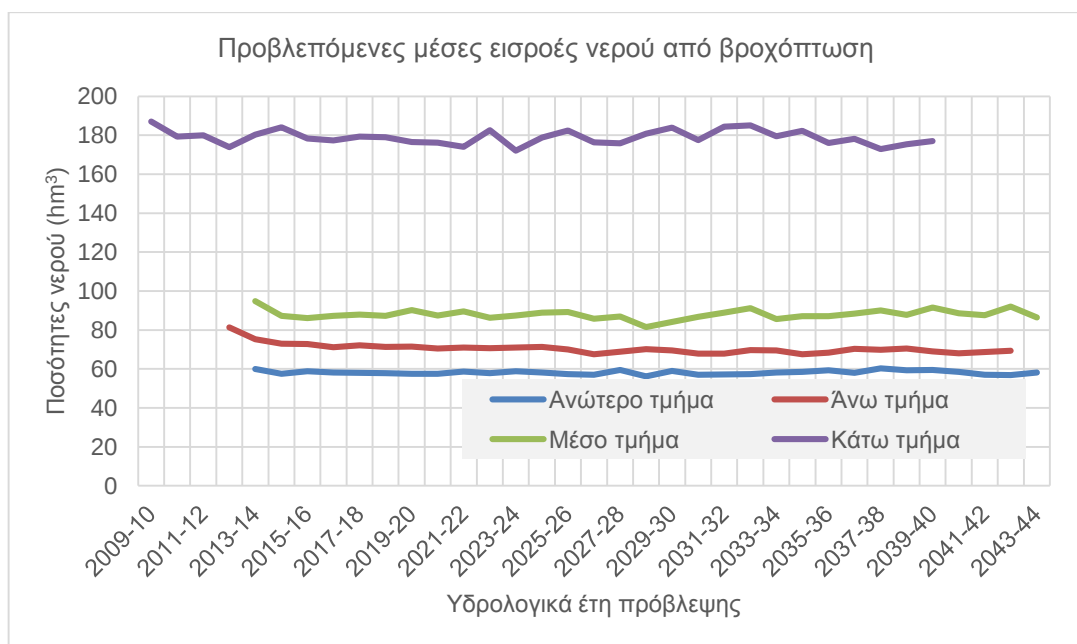
Στον πίνακα και στο διάγραμμα που ακολουθούν παρουσιάζονται πώς είναι οι εισροές νερού στα επιμέρους τμήματα της λεκάνης απορροής εκφρασμένες σε ετήσια hm^3 με βάση το ύψος βροχής και την επιφάνεια που καταλαμβάνει το κάθε τμήμα.

Πίνακας 51: Προβλεπόμενες μέσες εισροές νερού από βροχόπτωση (hm^3)

Έτη πρόβλεψης	Ανώτερο τμήμα 68.5 km^2	Άνω τμήμα 99.8 km^2	Μέσο τμήμα 155.1 km^2	Κάτω τμήμα 391.0 km^2
2009-10				187.02
2010-11				179.28
2011-12				179.97
2012-13		81.39		173.82
2013-14	60.03	75.27	94.89	180.25
2014-15	57.58	72.96	87.33	184.02
2015-16	58.79	72.74	86.15	178.38
2016-17	58.15	71.22	87.34	177.39
2017-18	58.08	72.20	87.98	179.39
2018-19	57.88	71.35	87.33	178.90
2019-20	57.52	71.55	90.14	176.47

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

2020-21	57.55	70.44	87.44	176.20
2021-22	58.68	70.96	89.54	174.11
2022-23	57.90	70.68	86.27	182.62
2023-24	58.89	70.91	87.40	172.05
2024-25	58.19	71.35	88.93	178.79
2025-26	57.35	70.03	89.27	182.41
2026-27	57.03	67.54	85.78	176.34
2027-28	59.53	68.83	86.98	175.93
2028-29	56.15	70.15	81.48	180.77
2029-30	59.03	69.52	84.06	183.91
2030-31	57.01	67.93	86.75	177.48
2031-32	57.21	67.84	88.85	184.35
2032-33	57.32	69.60	91.24	185.12
2033-34	58.14	69.48	85.59	179.46
2034-35	58.51	67.51	87.08	182.34
2035-36	59.35	68.35	87.07	176.04
2036-37	58.01	70.40	88.42	178.23
2037-38	60.26	69.82	90.07	172.87
2038-39	59.31	70.58	87.80	175.44
2039-40	59.49	68.95	91.57	176.99
2040-41	58.57	68.00	88.51	
2041-42	56.97	68.70	87.61	
2042-43	56.81	69.40	91.99	
2043-44	58.23		86.43	



Σχήμα 8.3: Διάγραμμα μέσης ετήσιας βροχόπτωσης από 50 συνθετικές χρονοσειρές

Από το παραπάνω διάγραμμα διακρίνεται χαρακτηριστικά πώς είναι οι εισροές νερού στη λεκάνης απορροής για το ανώτερο, άνω και μέσο τμήμα της λεκάνης.

Σχετικά με την πιθανή μελλοντική εξέλιξη των υπόγειων αποθεμάτων νερού στη

λεκάνη απορροής χρησιμοποιούνται τα σενάρια των 50 συνθετικών χρονοσειρών κατείσδυσης για να εξαχθούν σχετικά συμπεράσματα. Ειδικότερα λαμβάνονται οι μέσες ετήσιες τιμές κατείσδυσης από τις 50 πιθανές περιπτώσεις για τα 30 χρόνια πρόβλεψης και από τις τιμές αυτές αφαιρούνται οι εκροές σε ετήσια βάση. Οι εκροές συνίστανται σε άντληση για διάφορες χρήσεις, νερό που εκφορτίζεται στην επιφάνεια του εδάφους μέσω των πηγών και πιθανές κινήσεις υπόγειων νερών από τα ανάντη προς τα κατόντη, δεδομένου ότι η λεκάνη απορροής τμηματοποιήθηκε για την καλύτερη έρευνα των υδρολογικών συνθηκών της.

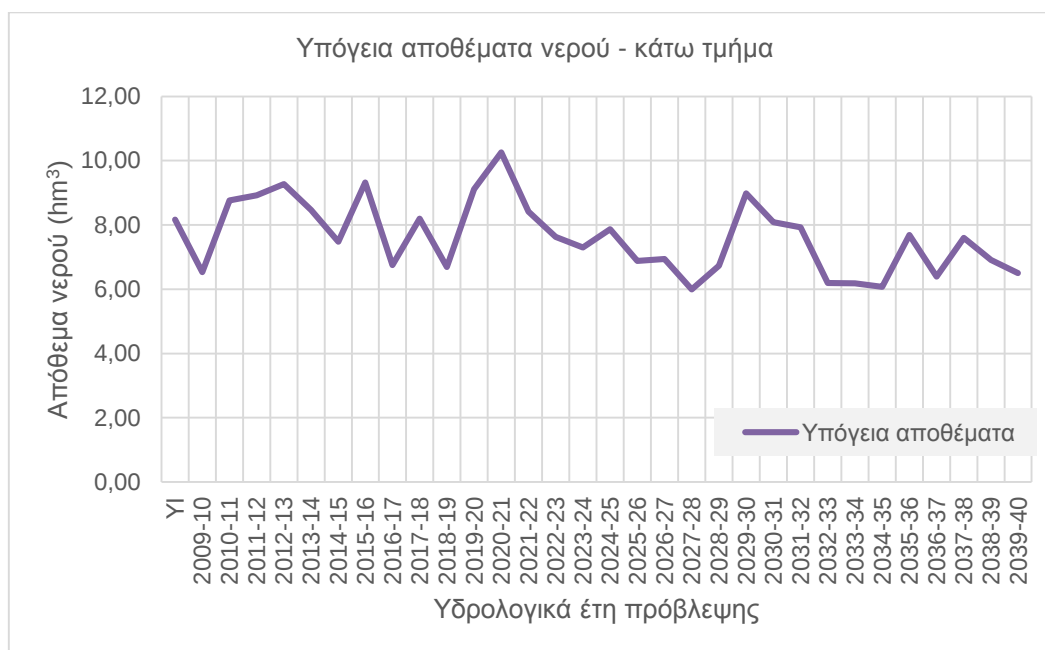
Στους πίνακες και διαγράμματα που ακολουθούν παρουσιάζεται η εξέλιξη και διακύμανση των υπόγειων αποθεμάτων νερού της λεκάνης απορροής στο χρονικό διάστημα πρόβλεψης των 30 ετών για το κάτω τμήμα της λεκάνης (ως παράδειγμα).

Πίνακας 52: Υπόγειο απόθεμα νερού – κάτω τμήμα λεκάνης απορροής

Κάτω τμήμα λεκάνης απορροής					Εμβαδόν	391.0 km ²
Χρονική περίοδος	Μέση ετήσια κατείσδυση		Τροφοδοσία πηγών	Άντληση	Υπόγεια κίνηση νερού προς κατόντη	Υπόγειο απόθεμα νερού
	(mm)	(hm ³)	(hm ³)	(hm ³)	(hm ³)	(hm ³)
ΥΙ	50.07	19.58	0.00	11.41	0.00	8.17
2013-14	45.88	17.94	0.00	11.41	0.00	6.53
2014-15	51.60	20.18	0.00	11.41	0.00	8.77
2015-16	51.99	20.33	0.00	11.41	0.00	8.92
2016-17	52.90	20.68	0.00	11.41	0.00	9.27
2017-18	50.84	19.88	0.00	11.41	0.00	8.47
2018-19	48.30	18.89	0.00	11.41	0.00	7.48
2019-20	53.02	20.73	0.00	11.41	0.00	9.32
2020-21	47.63	18.62	0.00	11.87	0.00	6.75
2021-22	51.31	20.06	0.00	11.87	0.00	8.19
2022-23	47.46	18.56	0.00	11.87	0.00	6.69
2023-24	53.67	20.98	0.00	11.87	0.00	9.11
2024-25	56.59	22.13	0.00	11.87	0.00	10.26
2025-26	51.88	20.29	0.00	11.87	0.00	8.42
2026-27	49.86	19.50	0.00	11.87	0.00	7.63
2027-28	49.02	19.17	0.00	11.87	0.00	7.30
2028-29	50.49	19.74	0.00	11.87	0.00	7.87
2029-30	47.96	18.75	0.00	11.87	0.00	6.88
2030-31	49.90	19.51	0.00	12.57	0.00	6.94
2031-32	47.48	18.56	0.00	12.57	0.00	5.99
2032-33	49.37	19.30	0.00	12.57	0.00	6.73
2033-34	55.12	21.55	0.00	12.57	0.00	8.98
2034-35	52.82	20.65	0.00	12.57	0.00	8.08
2035-36	52.41	20.49	0.00	12.57	0.00	7.92
2036-37	47.98	18.76	0.00	12.57	0.00	6.19
2037-38	47.97	18.76	0.00	12.57	0.00	6.19

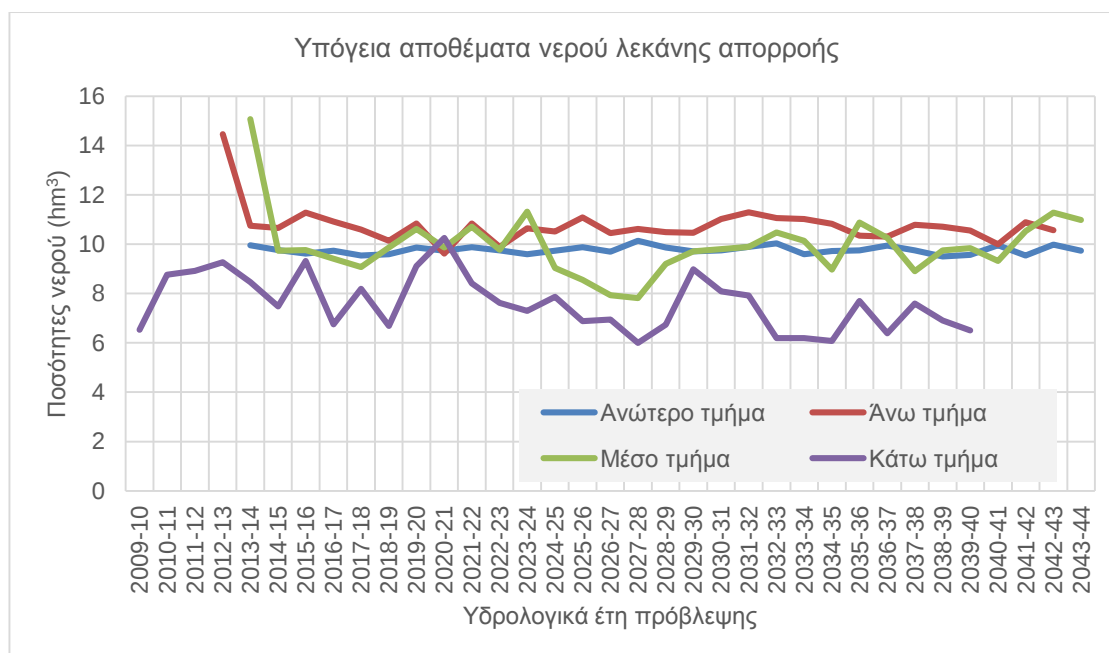
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

2038-39	47.68	18.64	0.00	12.57	0.00	6.07
2039-40	51.82	20.26	0.00	12.57	0.00	7.69
2040-41	49.52	19.36	0.00	12.97	0.00	6.39
2041-42	52.60	20.57	0.00	12.97	0.00	7.60
2042-43	50.85	19.88	0.00	12.97	0.00	6.91
2043-44	49.79	19.47	0.00	12.97	0.00	6.50



Σχήμα 8.4: Εξέλιξη υπόγειων αποθεμάτων νερού – κάτω τμήμα

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα υπόγεια αποθέματα νερού για τα επιμέρους τμήματα της λεκάνης.



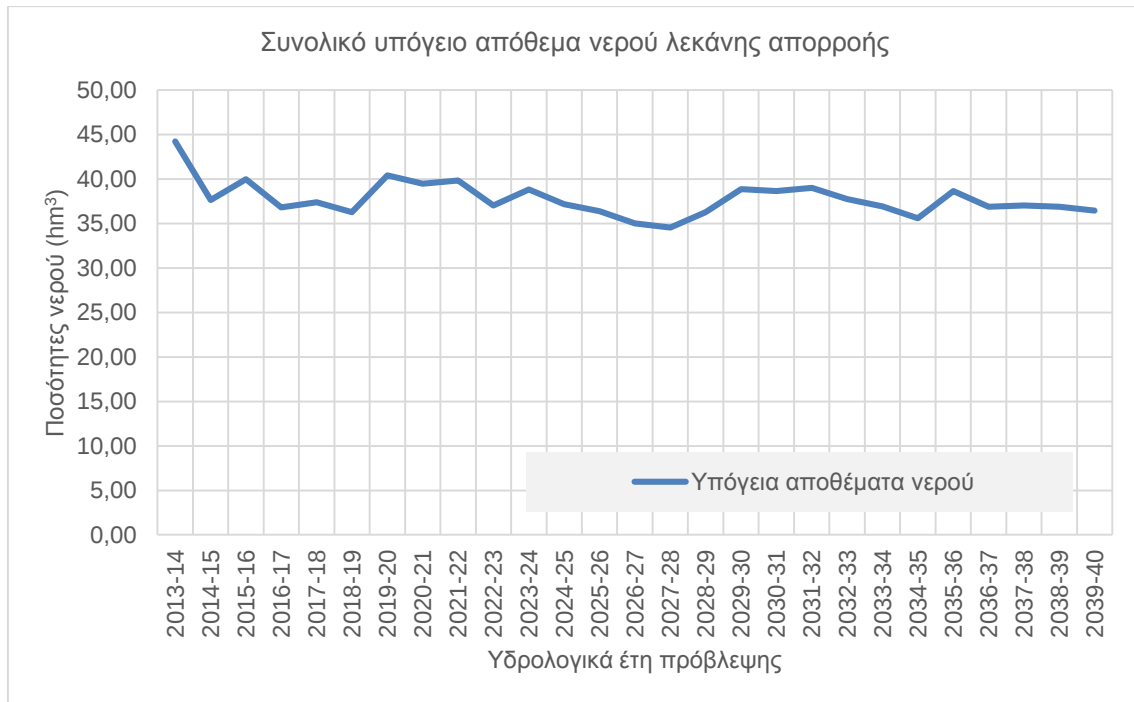
Σχήμα 8.5: Εξέλιξη υπόγειων αποθεμάτων νερού λεκάνης απορροής

Στον πίνακα που ακολουθεί συγκεντρώνονται οι τιμές των προβλέψεων των υδατικών

αποθεμάτων των επιμέρους τμημάτων της λεκάνης και αθροίζονται ανά αντίστοιχο έτος ώστε να προκύψει το τελικό συνολικό υδατικό απόθεμα. Στο αντίστοιχο διάγραμμα οπτικοποιούνται τα αποτελέσματα του πίνακα.

Πίνακας 53: Υπόγειο απόθεμα νερού –λεκάνη απορροής

Έτη πρόβλεψης	Ανώτερο τμήμα	Άνω τμήμα	Μέσο τμήμα	Κάτω τμήμα	Σύνολο
ΥΙ	9.54	8.76	8.76	8.17	35.23
2009-10				6.53	
2010-11				8.77	
2011-12				8.92	
2012-13		14.46		9.27	
2013-14	9.95	10.75	15.07	8.47	44.23
2014-15	9.77	10.65	9.74	7.48	37.63
2015-16	9.62	11.29	9.76	9.32	39.99
2016-17	9.74	10.92	9.41	6.75	36.82
2017-18	9.55	10.59	9.08	8.19	37.40
2018-19	9.59	10.14	9.87	6.69	36.29
2019-20	9.87	10.84	10.61	9.11	40.43
2020-21	9.74	9.61	9.86	10.26	39.47
2021-22	9.88	10.84	10.70	8.42	39.84
2022-23	9.74	9.89	9.78	7.63	37.03
2023-24	9.60	10.65	11.31	7.30	38.85
2024-25	9.74	10.52	9.04	7.87	37.17
2025-26	9.88	11.08	8.56	6.88	36.40
2026-27	9.70	10.46	7.94	6.94	35.03
2027-28	10.14	10.62	7.81	5.99	34.56
2028-29	9.86	10.49	9.20	6.73	36.29
2029-30	9.71	10.47	9.71	8.98	38.88
2030-31	9.75	11.01	9.80	8.08	38.65
2031-32	9.89	11.29	9.90	7.92	39.00
2032-33	10.03	11.06	10.48	6.19	37.76
2033-34	9.60	11.02	10.14	6.19	36.94
2034-35	9.72	10.82	8.97	6.07	35.59
2035-36	9.75	10.34	10.88	7.69	38.67
2036-37	9.94	10.31	10.25	6.39	36.89
2037-38	9.75	10.79	8.91	7.60	37.05
2038-39	9.50	10.71	9.75	6.91	36.88
2039-40	9.56	10.55	9.83	6.50	36.44
2040-41	9.96	10.00	9.32		
2041-42	9.53	10.89	10.53		
2042-43	9.99	10.56	11.28		
2043-44	9.74		10.99		



Σχήμα 8.6: Εξέλιξη συνολικού υπόγειου αποθέματος νερού λεκάνης απορροής

Επισημαίνεται ότι τα υπόγεια αποθέματα νερού που παρουσιάζονται τόσο στα προηγούμενα όσο και στο τελευταίο διάγραμμα είναι αυτά που απομένουν μετά την απόληψη νερού για διάφορες χρήσεις. **Από τους παραπάνω συνταχθέντες πίνακες και τα συνταχθέντα διαγράμματα εξάγεται το συμπέρασμα αν τα υπόγεια αποθέματα της λεκάνης απορροής είναι πλούσια και επαρκούν για την κάλυψη των διαφόρων αναγκών νερού και στο μέλλον , ή όχι .**

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.

Το παρόν ΔΕΥΤΕΡΟ ΜΕΡΟΣ αφορά τη διαμόρφωση των στρατηγικών διαχείρισης των υδατικών πόρων για το σύνολο των πυρήνων ύδρευσης που προτείνεται να συγκροτηθούν. Στα πλαίσια των στρατηγικών διαχείρισης εξετάζονται ενδελεχώς οι υφιστάμενες συνθήκες ύδρευσης και οι προοπτικές και πιθανή μελλοντική εξέλιξη της ποιοτικής και ποσοτικής επάρκειας του νερού. Επιπλέον προτείνονται κατάλληλα τεχνικά έργα για την υλοποίηση της ενοποίησης των εξωτερικών υδραγωγείων και την επίτευξη μίας ενιαίας διαχείρισης του νερού ανά πυρήνα ύδρευσης που συνοδεύεται και από μία συνοπτική και ενδεικτική εκτίμηση του κόστους των προτεινόμενων έργων.

2. ΠΥΡΗΝΕΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ – ΕΝΙΑΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΩΝ.

Στην παρούσα ενότητα αναφέρονται συνοπτικά ορισμένα γενικά στοιχεία για το σύνολο της περιοχής μελέτης και τη συγκρότηση των πυρήνων ύδρευσης στα πλαίσια της ενιαίας διαχείρισης εξωτερικών υδραγωγείων.

Αρχικά παρουσιάζεται μία εικόνα με τη λεκάνη απορροής σε χαρτογραφικό υπόβαθρο που ορίζει την περιοχή μελέτης με τα βασικά υδρολογικά χαρακτηριστικά τα οποία ρυθμίζουν τις υδατικές συνθήκες της περιοχής μελέτης. Εντός της λεκάνης απορροής βρίσκονται οι υπό μελέτη οικισμοί, οι οποίοι στη συνέχεια καταγράφονται σε έναν πίνακα με ταυτόχρονη αναφορά στο μόνιμο και πραγματικό (de Facto) τους πληθυσμό από την απογραφή του 2011. Ο πίνακας προέρχεται από το τεύχος II: Υδατικό ισοζύγιο λεκάνης απορροής – τεχνική έκθεση και έχει τη μορφή:

Πίνακας 2.54 : Λίστα οικισμών περιοχής μελέτης

Δήμοι	Δημοτικές Ενότητες	Δ.Κ. & Τ.Κ.	Οικισμοί	Πληθυσμός	
				De Facto	Μόνιμος
Τμήμα Δήμου Α	1	1	1	1489	1479
					
	2	2	2	2374	2388
					
	3	3	3	2144	2154
					
	4	.....	.....	.....	.....
	5	.....	.....	.....	.....
	Σύνολο			.....	.....

Σε προηγούμενο Πίνακα , του προηγούμενου Μέρους , παρουσιάζονται οι ετήσιες

καταναλώσεις μετά από ενδελεχή μελέτη και επεξεργασία μετρήσιμων στοιχείων, υπαρχόντων φακέλων υδρευτικής κατάστασης και σχετικών υπολογισμών. Στη συνέχεια παρατίθεται αυτούσιος ο πίνακας για τη διευκόλυνση των προσεγγίσεων που θα ακολουθήσουν σχετικά με τις υδατικές συνθήκες και την προτεινόμενη διαχείριση του νερού σε κάθε πυρήνα.

Πίνακας 2.55 : Ετήσιες καταναλώσεις νερού οικισμών και πυρήνων ύδρευσης

Οικισμοί	Υπολογισμός υδρευτικών αναγκών - ΚΥΑ			
	2011	2016	2026	2036
1^{ος} πυρήνας				
1	.....	.....	.....	.....
2^{ος} πυρήνας				
1	.....	.....	.....	.....
3^{ος} πυρήνας				
2	389765.0	389765.0	389765.0	389765.0
.....				
Σύνολο πυρήνα	.....	.....	.....	.....
4^{ος} πυρήνας				
1	635305.0	635305.0	635305.0	635305.0
.....				
Σύνολο πυρήνα	.....	.....	.....	.....
5^{ος} πυρήνας				
1	144396.9	148112.5	155671.9	163615.6
.....				
Σύνολο πυρήνα	.....	.....	.....	.....
6^{ος} πυρήνας				
1	183653.3	183653.3	183653.3	183653.3
.....				
Σύνολο πυρήνα	.....	.....	.....	.....
7^{ος} πυρήνας				
1	159032.4	159032.4	159032.4	159032.4
.....				
Σύνολο πυρήνα	.....	.....	.....	.....
8^{ος} πυρήνας				
1	.....	.....	.....	.....
Γενικό σύνολο	.....	.....	.....	.....

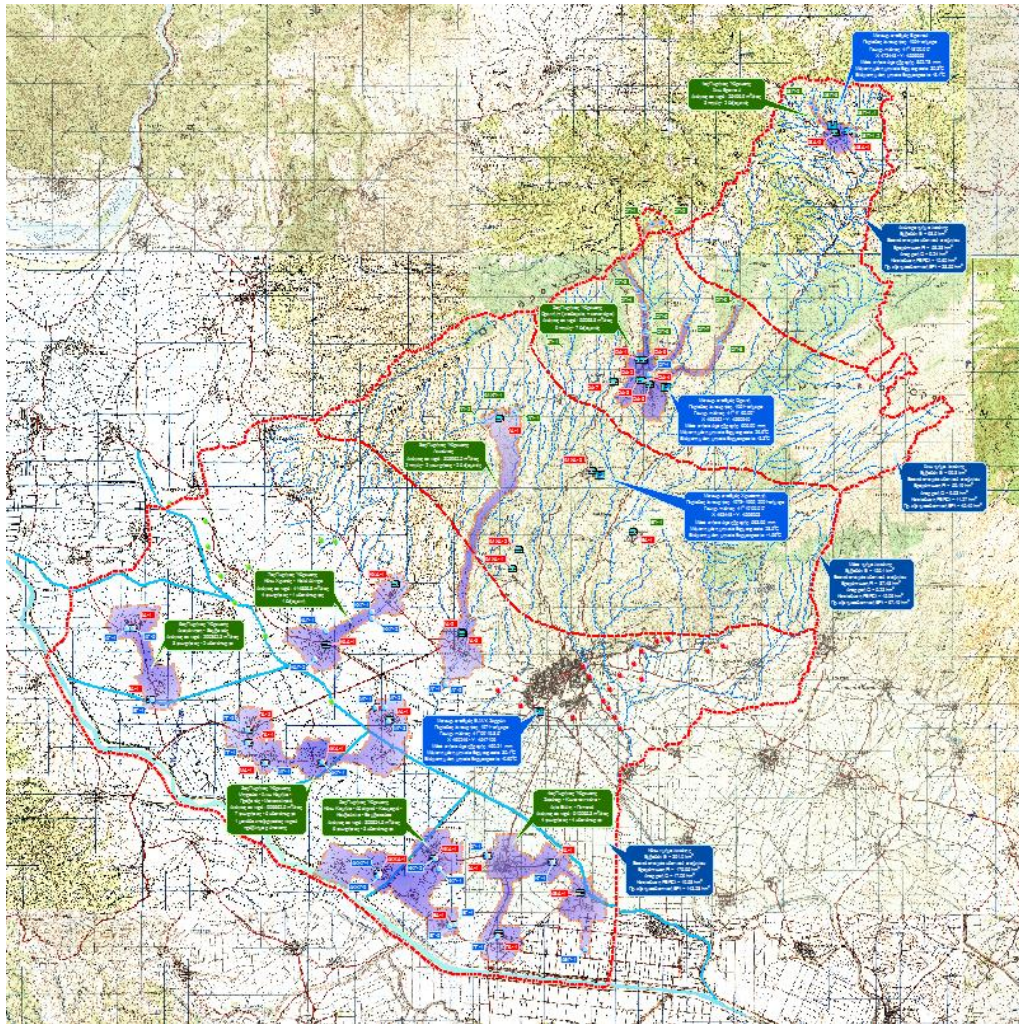
Το παρόν κεφάλαιο ολοκληρώνεται με την παράθεση των κριτηρίων με τα οποία γίνεται η ομαδοποίηση των οικισμών (γεωγραφικά, κοινωνικά, οικονομικά και τεχνικά – υδραυλικά κριτήρια). Ειδικότερα ελέγχθηκε αν οι οικισμοί που συγκροτούν την κάθε προτεινόμενη ομάδα πληρούν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Βρίσκονται στην ίδια γεωγραφική περιοχή και οι μεταξύ τους αποστάσεις είναι πολύ μικρές, ενώ το οδικό δίκτυο που τους συνδέει είναι ικανοποιητικό και σε καλή κατάσταση

- Η μορφολογία του εδάφους είναι πεδινή και οι κλίσεις πολύ μικρές γεγονός που διευκολύνει τη μεταφορά νερού μεταξύ των οικισμών και γενικά την κατασκευή και λειτουργία των απαραίτητων υδραυλικών έργων
 - Δεν υπάρχουν φυσικά ή τεχνητά εμπόδια που να δυσκολεύουν ή να αποτρέπουν την κατασκευή των απαιτούμενων τεχνικών έργων
 - Τα κοινωνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά των οικισμών παρουσιάζουν μεγάλες ομοιότητες. Οι οικισμοί είναι κατά βάση αγροτικοί και η τοπική οικονομία όλων στηρίζεται σχεδόν αποκλειστικά στην αγροτική παραγωγή
 - Οι πληθυσμοί των οικισμών είναι μικροί και έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά, δηλαδή τα ποσοστά των κατοίκων στις αντίστοιχες ομάδες ηλικιών είναι περίπου τα ίδια, όπως επίσης και τα ποσοστά των κατοίκων που συμμετέχουν στους επιμέρους τομείς της οικονομίας και στις μορφές απασχόλησης.
 - Είναι εύκολη η εύρεση ενός κεντροβαρικού σημείου για τη συγκέντρωση του νερού
- Σύμφωνα με τα παραπάνω έγινε ομαδοποίηση των οικισμών και προέκυψαν οι πυρήνες ύδρευσης που καταγράφονται στον ακόλουθο πίνακα, ενώ παρουσιάζονται και σε μία εικόνα.

Πίνακας 2.56 : Δημιουργία πυρήνων ύδρευσης

Πυρήνες ύδρευσης	Οικισμοί πυρήνων				
	1	2	3	4	5
1 ^{ος}					
2 ^{ος}					
3 ^{ος}					
4 ^{ος}					
5 ^{ος}					
6 ^{ος}					
7 ^{ος}					
8 ^{ος}					



Σχήμα 2.7: Περιοχή μελέτης – πυρήνες ύδρευσης (π.χ. περιοχής Σερρών) .

3. ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΠΥΡΗΝΑΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ .

Γεωγραφική θέση – περιοχή οικισμών πυρήνα

Το κεφάλαιο ξεκινάει με μία συνοπτική αναφορά στη γεωγραφική θέση των οικισμών που συγκροτούν τον εξεταζόμενο πυρήνα, ενώ παρουσιάζεται και μία δορυφορική εικόνα για την εμποπτική απεικόνιση της περιοχής μελέτης.

Τρόπος ύδρευσης

Στη συνέχεια γίνεται περιγραφή του τρόπου ύδρευσης των οικισμών στην υφιστάμενη κατάσταση.

Εξυπηρετούμενος πληθυσμός πυρήνα

Ακολουθεί η παράθεση στοιχείων από το προηγούμενο Μέρος της Μελέτης Διαχείρισης Υδατικών Πόρων (Υδατικό ισοζύγιο λεκάνης απορροής – τεχνική έκθεση) που αφορούν τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό και τις ανάγκες σε νερό ύδρευσης για τον πυρήνα που προτείνεται να συγκροτηθεί.

Υδρευτικές ανάγκες – διαθεσιμότητα νερού

Στην εν λόγω ενότητα γίνεται έλεγχος της διαθεσιμότητας νερού σύμφωνα αρχικά με τις ανάγκες του πληθυσμού των οικισμών που θα συγκροτήσουν τον πυρήνα και στη συνέχεια με βάση τις παροχές των γεωτρήσεων και τις απαιτούμενες ώρες λειτουργίας τους προκειμένου να καλύψουν τις υδρευτικές ανάγκες των οικισμών.

Έτσι, ελέγχεται αφενός η επάρκεια του νερού και κατ' επέκταση η δυνατότητα για πιθανή επιπλέον λειτουργία των γεωτρήσεων, ενώ εκτιμώνται οι πιθανές συνθήκες υπερλειτουργίας τους για την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών των οικισμών. Ταυτόχρονα γίνεται έλεγχος των υφιστάμενων δεξαμενών, ώστε να ελεγχθεί η επάρκεια τους για την υφιστάμενη υδρευτική λειτουργία των οικισμών αλλά και για την επίλυση ζητημάτων ταυτοχρονισμού στη ζήτηση κατά τη συνένωση των εξωτερικών υδραγωγείων.

Ο έλεγχος της λειτουργίας των γεωτρήσεων κατά την κανονική περίοδο και την περίοδο αιχμής γίνεται μέσα από έναν πίνακα της μορφής:

Πίνακας 3.1 : Επιπλέον ώρες λειτουργίας και άντλησης νερού από τις γεωτρήσεις

Γεωτρήσεις οικισμών	Παροχή m ³ /hr	Ώρες λειτουργίας		Δυνατότητα για επιπλέον λειτουργία (μέχρι 19 ώρες)		Επιπλέον ποσότητα νερού (m ³ /day)	
		Κ.Π.	Π.Α.	Κ.Π.	Π.Α.	Κ.Π.	Π.Α.
1	63	13.4	15.7	5.6	3.3	352.8	207.9
2	30	0.0	0.0	19.0	19.0	570.0	570.0

3	53	3.9	8.9	15.1	10.1	800.3	535.3
4	50	4.4	8.0	14.6	11.0	730.0	550.0
Σύνολο						2453.1	1863.2

Μέσα από την παραπάνω έρευνα ελέγχονται κατά πόσο είναι ευνοϊκές οι συνθήκες συνένωσης των οικισμών και ποια μπορεί να είναι τα έργα που μπορεί να απαιτηθούν προκειμένου να καταστεί εφικτή η συνένωση.

Διαχειριστική μορφή πυρήνα

Έτσι, γίνεται έλεγχος της διαχειριστική μορφής του προτεινόμενου πυρήνα ύδρευσης εκτιμώντας τους παράγοντες που συνηγορούν στη δημιουργία του και επίτευξης ενιαίας διαχείριση εξωτερικών υδραγωγείων που μπορεί να είναι:

- παλαιότητα των υφιστάμενων γεωτρήσεων και οι πιθανές κακές συνθήκες λειτουργίας τους
- η μη επάρκεια σε διαθέσιμη χωρητικότητα για τη συγκέντρωση του νερού
- η μη ύπαρξη υδατόπυργων σε ορισμένους οικισμούς
- μικρή ή εποχιακή παροχή των πηγών (όταν η ύδρευση γίνεται από πηγές)
- η αυτόνομη υδρευτική λειτουργία των οικισμών χωρίς εναλλακτικές λύσεις ύδρευσης σε περίπτωση για παράδειγμα καταστροφής ή ρύπανσης του νερού της μοναδικής γεώτρησης που υδρεύει έναν οικισμό
- η επιτακτική ανάγκη αδρανοποίησης γεωτρήσεων που βρίσκονται σε πολύ μικρή απόσταση από νεκροταφεία ή ρυπασμένους χώρους
- η διασφάλιση της βέλτιστης διαχείρισης αυξημένων ζητήσεων και έκτακτων συνθηκών (εξασφάλιση ποσοτικής και ποιοτικής επάρκειας νερού σε όλες τις πιθανές περιπτώσεις)
- η προοπτική επίτευξης ορθολογικής διαχείρισης και κατανομής του νερού:

Εναλλακτικές λύσεις – ανάλυση εναλλακτικών λύσεων

Το επόμενο βήμα αφορά την παράθεση και ανάλυση των εναλλακτικών λύσεων. Ειδικότερα, για τη συγκρότηση ενός πυρήνα ύδρευσης και την επίτευξη της ενιαίας διαχείρισης των εξωτερικών υδραγωγείων μίας ενότητας οικισμών αναπτύσσεται μία σειρά εναλλακτικών λύσεων. Αρχικά ελέγχονται οι διαθέσιμοι υδατικοί πόροι στην άμεση περιοχή μελέτης, η ποιοτική τους κατάσταση, οι ανάγκες ύδρευσης των οικισμών, η διαθεσιμότητα των υδατόπυργων ή δεξαμενών συγκέντρωσης νερού και η πλήρωση αντικειμενικών κριτηρίων για τη συνένωση των οικισμών σε ένα πυρήνα και η ανάγκη για ορθολογική διαχείριση του νερού ύδρευσης. Στη συνέχεια **προτείνονται** κατάλληλα μέτρα για την επίτευξη της ενιαίας διαχείρισης εξωτερικών υδραγωγείων, τα οποία **κοστολογούνται**

μελετητικά και κατασκευαστικά.

Αρχικά περιγράφονται συνοπτικά οι προτεινόμενες λύσεις και παρουσιάζονται σε διαγραμματική μορφή, ενώ στη συνέχεια έγινε ενδελεχής ανάλυση κάθε μίας με παρουσίαση των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων, καθώς και ανάλυση κόστους οφέλους.

Συμπεράσματα – τελική επιλογή

Τέλος **εφαρμόζεται** η μαθηματική μεθοδολογία της πολυκριτηριακής ανάλυσης ώστε να αξιολογηθούν οι προτεινόμενες λύσεις και να προκριθεί η βέλτιστη. Στη συνέχεια παρουσιάζεται ένα παράδειγμα της μορφής των κριτηρίων που αξιολογήθηκαν, ο πίνακας με τη βαρύτητα των κριτηρίων αξιολόγησης, οι γενικές αρχές της μεθόδου και οι τελικοί πίνακες με τα αποτελέσματα.

Επισημαίνεται ότι ο τρόπος και το σκεπτικό της βαθμολογίας των προτεινόμενων λύσεων, καθώς και τα αποτελέσματα της βαθμολογίας (ιεράρχηση λύσεων) συνοδεύτηκαν από αναλυτικούς σχολιασμούς που τεκμηρίωναν την εκάστοτε βαθμολόγηση των κριτηρίων και υποκριτηρίων και τελική επιλογή για κάθε εναλλακτική λύση.

Αναλυτικά τα κριτήρια που αξιολογούνται για κάθε λύση είναι:

Κριτήριο 1: Λειτουργικά χαρακτηριστικά κάθε λύσης δηλαδή:

1.1: Ποσοτική επάρκεια υδατικών πόρων

1.2: Ποιοτική επάρκεια υδατικών πόρων

1.3: Αποτελεσματικότητα στην ύδρευση των οικισμών

1.4: Διαχείριση έκτακτης ανάγκης (ποσοτικό ή ποιοτικό πρόβλημα)

Κριτήριο 2: Αισθητική αξία κάθε λύσης που αφορά τόσο τις άμεσες επιπτώσεις στην αισθητική του τοπίου όσο και έμμεσες επιπτώσεις στο ευρύτερο περιβάλλον.

Κριτήριο 3: Ευκολία σχεδιασμού-διαχείρισης κάθε λύσης που περιλαμβάνει:

3.1: την απλότητα του σχεδιασμού και κατασκευής

3.2: την εύκολη διαχείριση των έργων και της υδροδότησης από το φορέα

3.3: τη διαθεσιμότητα εκτάσεων για τη χωροθέτηση των έργων

Κριτήριο 4: Δαπάνες των έργων που αναλύεται σε:

4.1: Κόστος κατασκευής και

4.2: Ετήσιες Δαπάνες λειτουργίας και συντήρησης κατά τη διάρκεια ζωής του έργου

Κριτήριο 5: Προβλεπόμενος χρόνος υλοποίησης των έργων που εκτιμάται με βάση το σημερινό στάδιο ωρίμανσης των έργων (εγκεκριμένες μελέτες, διαθεσιμότητα εκτάσεων, Περιβαλλοντικοί όροι, κατασκευή κλπ)

Κριτήριο 6: Περιβαλλοντικές επιπτώσεις κάθε λύσης

Για τον προσδιορισμό της σχετικής βαρύτητας των κριτηρίων συντάχθηκε ο πίνακας, όπου βαθμολογείται η σχετική σημασία του κάθε κριτηρίου σε σχέση με τα υπόλοιπα.

Πίνακας 3.2. : Βαρύτητα κριτηρίων αξιολόγησης

Κριτήρια	1: Λειτουργικά Χαρακτηριστικά	2: Αισθητική αξία	3: Ευκολία σχεδιασμού- διαχείρισης	4: Δαπάνη έργου	5: Προβλεπόμενος χρόνος υλοποίησης	6: Περιβαλλοντικές επιπτώσεις	Σύνολο βαθμολο- γίας
1: Λειτουργικά Χαρακτηριστικά		1	1	1	1	1	5
2: Αισθητική αξία	0		0	0	0	0	0
3: Ευκολία σχεδιασμού- διαχείρισης	0	1		0	0	0	1
4: Δαπάνη Έργου	0	1	1		0	1	3
5: Ο προβλεπόμενος χρόνος υλοποίησης	0	1	1	1		1	4
6: Περιβαλλοντικές επιπτώσεις	0	1	1	0	0		2

Επεξήγηση:

1: το κριτήριο της οριζόντιας γραμμής θεωρείται πιο σημαντικό από της κατακόρυφης στήλης

0: το κριτήριο της οριζόντιας γραμμής θεωρείται λιγότερο σημαντικό από της κατακόρυφης στήλης

Για το υπό μελέτη έργο λοιπόν και με βάση τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι η σειρά δυναμικότητας των κριτηρίων αξιολόγησης είναι η ακόλουθη:

Κριτήριο 1 (K1): Λειτουργικά Χαρακτηριστικά (5) →

Κριτήριο 5 (K5): Προβλεπόμενος χρόνος υλοποίησης (4) →

Κριτήριο 4 (K4): Δαπάνη έργου (3) →

Κριτήριο 6 (K6): Περιβαλλοντικές επιπτώσεις (2) →

Κριτήριο 3 (K3): Ευκολία σχεδιασμού-διαχείρισης (1) →

Κριτήριο 2 (K2): Αισθητική αξία (0)

Με βάση την παραπάνω βαθμολογία προσδιορίζεται ο βαθμός βαρύτητας κάθε κριτηρίου σε μορφή εκατοστιαίου ποσοστού. Η μέθοδος που εφαρμόζεται αναλύεται στη παρακάτω.....

Η μέθοδος που εφαρμόστηκε παρουσιάζεται και στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 3.3. : Υπολογισμός βαρύτητας κριτηρίων συγκριτικής αξιολόγησης

Κριτήρια	Βαθμολογία	+1	Συντελεστής	Βαθμός βαρύτητας
			100/21	
K1	5	6	4.76	%
K5	4	5		%
K4	3	4		%
K6	2	3		%
K3	1	2		%
K2	0	1		%
Σύνολα		21		100%

Η βαρύτητα (%) της κάθε ομάδας κριτηρίων στο σύνολο, που προέκυψε από την παραπάνω μεθοδολογία παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα της συγκριτικής αξιολόγησης των εναλλακτικών λύσεων.

Πίνακας 3.4. : Συντελεστές βαρύτητας κριτηρίων συγκριτικής αξιολόγησης

α/α	Κριτήρια	Βάρος ομάδας στο σύνολο	Συντελεστής βαρύτητας στο σύνολο
1	Λειτουργικά χαρακτηριστικά	%	
1.1	Ποσοτική επάρκεια υδατικών πόρων		
1.2	Ποιοτική επάρκεια υδατικών πόρων		
1.3	Αποτελεσματικότητα στην ύδρευση των οικισμών		
1.4	Διαχείριση έκτακτης ανάγκης (ποσοτικά ή ποιοτικά)		

2	Αισθητική αξία	.....%	.....
3	Ευκολία σχεδιασμού - διαχείρισης	.....%	.....
3.1	Απλότητα του σχεδιασμού και κατασκευής		
3.2	Εύκολη διαχείριση των έργων και της υδροδότησης από το φορέα		
3.3	Διαθεσιμότητα εκτάσεων για τη χωροθέτηση των έργων		
4	Δαπάνες Έργων	.....%	.....
4.1	Κόστος κατασκευής		
4.2	Ετήσιες Δαπάνες λειτουργίας και συντήρησης κατά τη διάρκεια ζωής του έργου		
5	Προβλεπόμενος χρόνος υλοποίησης	.....%	.....
6	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις	.....%	.....

Στην συνέχεια παρουσιάζεται η τελική βαθμολογία των Εναλλακτικών Λύσεων ως προς κάθε επιμέρους κριτήριο. Επισημαίνεται ότι σε κάθε εξεταζόμενο υποκριτήριο, οι εναλλακτικές κατατάσσονται κατά αύξουσα σειρά και στην καλύτερη λύση δίδεται ο βαθμός 100, στην χειρότερη ο βαθμός 15, ενώ οι ενδιάμεσες βαθμολογίες με βάση την κατάταξη των λύσεων μπορεί να είναι π.χ. 30, 45, 60 και 80.

Πίνακας 3.5. : Βαθμολογία εναλλακτικών λύσεων – ανάδειξη βέλτιστης

α/α	Κριτήρια		Βαθμολογία εναλλακτικών λύσεων					
			ΕΛ I A	ΕΛ I A+B1	ΕΛ I A+B1+B2	ΕΛ II	ΕΛ III	ΕΛ IV
			Αγωγός	Αγω+Γεω	Αγω+Γεω+Δε	Επέκταση	Εκσυγχρον.	Γεω+Αγω
1	Λειτουργικά χαρακτηριστικά							
1.1	Ποσοτική επάρκεια υδατικών πόρων		.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.2	Ποιοτική επάρκεια υδατικών πόρων		.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.3	Αποτελεσματικότητα στην ύδρευση των οικισμών		.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.4	Διαχείριση έκτακτης ανάγκης (ποσοτικά ή ποιοτικά)		.....	.....	.....	.....	.....	.....
	Μέσος όρος βαθμολογίας υποκριτηρίων		.....	.....	.....	.....	.....	.....
	Συνολική βαθμολογία σύμφωνα με το βάρος του κριτηρίου	.....%	.....	.....	.....	.....	.....	.....
2	Αισθητική αξία		.....	.....	.....	.....	.....	.....
	Συνολική βαθμολογία σύμφωνα με το βάρος του κριτηρίου	.....%	.....	.....	.....	.....	.....	.....
3	Ευκολία σχεδιασμού - διαχείρισης							
3.1	Απλότητα του σχεδιασμού και κατασκευής		.....	.....	.....	.....	.....	.....
3.2	Εύκολη διαχείριση των έργων και της υδροδότησης από το φορέα		.....	.....	.....	.....	.....	.....
3.3	Διαθεσιμότητα εκτάσεων για τη χωροθέτηση των έργων		.....	.....	.....	.....	.....	.....
	Μέσος όρος βαθμολογίας υποκριτηρίων		.....	.....	.....	.....	.....	.....
	Συνολική βαθμολογία σύμφωνα με το βάρος του κριτηρίου	.....%	.....	.....	.....	.....	.....	.....
4	Δαπάνες Έργων							
4.1	Κόστος κατασκευής		.....	.....	.....	.....	.....	.....
4.2	Ετήσιες δαπάνες λειτουργίας και συντήρησης κατά τη διάρκεια ζωής του έργου		.....	.....	.....	.....	.....	.....
	Μέσος όρος βαθμολογίας υποκριτηρίων		.....	.....	.....	.....	.....	.....
	Συνολική βαθμολογία σύμφωνα με το βάρος του κριτηρίου	.....%	.....	.....	.....	.....	.....	.....
5	Προβλεπόμενος χρόνος υλοποίησης		.....	.....	.....	.....	.....	.....
	Συνολική βαθμολογία σύμφωνα με το βάρος του κριτηρίου	.....%	.....	.....	.....	.....	.....	.....
6	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις		.....	.....	.....	.....	.....	.....
	Συνολική βαθμολογία σύμφωνα με το βάρος του κριτηρίου	.....%	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	Συνολική βαθμολογία		100%	.....	.....	.....	.....	.....

Έλεγχος αδικαιολόγητης ζήτησης

Αρχικά γίνεται σύγκριση των καταγραφών των υδρομέτρων των καταναλωτών στους οικισμούς και των παροχών των γεωτρήσεων που υδροδοτούν τους αντίστοιχους οικισμούς. Στόχος είναι να διαπιστωθεί πιθανή απόκλιση του νερού που καταγράφεται στην κατανάλωση του οικισμού και του νερού που αντλείται από τις γεωτρήσεις. Έτσι θα διαπιστωθεί πιθανή αδικαιολόγητη υψηλή ζήτηση νερού ανά κάτοικο ή ύπαρξη μη τιμολογημένου νερού.

Στους πίνακες που ακολουθούν καταγράφονται οι καταναλώσεις νερού με βάση τα υδρόμετρα και με βάση την άντληση από τις γεωτρήσεις. Ειδικότερα στον πρώτο πίνακα καταγράφονται οι οικισμοί του πυρήνα ύδρευσης, ο αριθμός υδρομέτρων και η κατανάλωση νερού που αντιστοιχεί στα συγκεκριμένα υδρόμετρα. Επιπλέον γίνεται η παραδοχή ότι σε κάθε υδρόμετρο αντιστοιχούν 2.5 κάτοικοι, αριθμός που θεωρείται αντικειμενικός για τις δημογραφικές συνθήκες των οικισμών και προσδιορίζεται ο πληθυσμός, ενώ σε επόμενη στήλη καταγράφεται και ο αντίστοιχος μόνιμος πληθυσμός σύμφωνα με την απογραφή του 2011. Τελικά προσδιορίζεται η κατανάλωση ανά άτομο με βάση τον πληθυσμό που προσδιορίστηκε από τα υδρόμετρα και με βάση τον πληθυσμό της απογραφής, ενώ από τις δύο τιμές υπολογίζεται τελικά η μέση τιμή.

Στο δεύτερο πίνακα παρουσιάζεται η κατανάλωση νερού όπως αυτή προκύπτει από τις καταγραφές των μετρήσεων άντλησης νερού από τις γεωτρήσεις. Ταυτόχρονα υπολογίζεται η κατανάλωση νερού ανά άτομο, χρησιμοποιώντας τα πληθυσμιακά στοιχεία του πρώτου πίνακα. Τελικά υπολογίζεται και μία μέση κατανάλωση νερού.

Στη συνέχεια ακολουθούν δύο συγκριτικοί πίνακες των ετήσιων συνολικών καταναλώσεων των οικισμών και των καταναλώσεων ανά άτομο, εκφρασμένες σε $m^3/έτος$, ενώ στον τελευταίο πίνακα γίνεται αναγωγή των τιμών των καταναλώσεων σε λίτρα ανά ημέρα.

Πίνακας 3.6. : Τιμολογημένο νερό (καταναλώσεις με βάση τα υδρόμετρα των οικισμών) – 3^{ος} πυρήνας ύδρευσης

Οικισμοί 3 ^{ου} πυρήνα	Αριθμός υδρομέτρων	Ετήσια κατανάλωση	Πληθυσμός		Κατανάλωση ανά άτομο		
			Με βάση τα υδρόμετρα	Απογραφή 2011 μόνιμος	Με βάση τον πληθ. από τα υδρόμετρα	Με βάση τον πληθυσμό της απογραφής	Μέση κατανάλωση
	(Υ)	(m ³)	Υ x 2.5		m ³ /έτος	m ³ /έτος	m ³ /έτος
(1)	(2)	(3)	(4)=(2)x2.5	(5)	(6)=(3)/(4)	(7)=(3)/(5)	(8)=[(6)+(7)] / 2
1							
2							
3							
4							
5							
Πυρήνας							

Πίνακας 3.7. : Παραγωγή νερού από την άντληση των γεωτρήσεων – 3^{ος} πυρήνας ύδρευσης

Οικισμοί 3 ^{ου} πυρήνα	Ετήσια κατανάλωση με βάση γεωτρήσεις	Πληθυσμός		Κατανάλωση ανά άτομο		
		Με βάση τα υδρόμετρα	Απογραφή 2011 μόνιμος	Με βάση τον πληθ. από τα υδρόμετρα	Με βάση τον πληθυσμό της απογραφής	Μέση κατανάλωση
	m ³ /έτος	Υ x 2.5		m ³ /έτος	m ³ /έτος	m ³ /έτος
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)=(2)/(3)	(6)=(2)/(4)	(7)=[(5)+(6)] / 2
1						
2						
3						
4						
5						
Πυρήνας						

Πίνακας 3.8. : Σύγκριση συνολικών ετήσιων καταναλώσεων οικισμών – 3^{ος} πυρήνας ύδρευσης

Οικισμοί 3 ^{ου} πυρήνα	Ετήσια κατανάλωση με βάση τα υδρόμετρα (m ³)	Ετήσια άντληση νερού από γεωτρήσεις (m ³)	Διαφορά (m ³ /έτος)
(1)	(2)	(3)	(4)=(2)-(3)
1			-.....
2			
3			-.....
4			-.....
5			-.....
Πυρήνας			-.....

Πίνακας 3.9. : Σύγκριση ετήσιων καταναλώσεων ανά άτομο (m³/έτος) – 3^{ος} πυρήνας ύδρευσης

Οικισμοί 3 ^{ου} πυρήνα	Με βάση τον πληθυσμό από τα υδρόμετρα		Διαφορά	Με βάση τον πληθυσμό από την απογραφή		Διαφορά	Μέση κατανάλωση		Διαφορά
	υδρόμετρα	γεωτρήσεις		υδρόμετρα	γεωτρήσεις		υδρόμετρα	γεωτρήσεις	
	στήλη (6) πίνακα 3.1	στήλη (5) πίνακα 3.2		στήλη (7) πίνακα 3.1	στήλη (6) πίνακα 3.2		στήλη (8) πίνακα 3.1	στήλη (7) πίνακα 3.2	
	m ³ /έτος			m ³ /έτος			m ³ /έτος		
1			-.....			-.....			-.....
2									
3									
4									
5									
Πυρήνας			-.....			-.....			-.....

Πίνακας 3.10. : Σύγκριση καταναλώσεων ανά άτομο (λίτρα/ημέρα) – 3^{ος} πυρήνας ύδρευσης

Οικισμοί 3 ^{ου} πυρήνα	Με βάση τον πληθυσμό από τα υδρόμετρα		Διαφορά	Με βάση τον πληθυσμό από την απογραφή		Διαφορά	Μέση κατανάλωση		Διαφορά	Ποσοστό διαφοράς (%)
	υδρόμετρα	γεωτρήσεις		υδρόμετρα	γεωτρήσεις		υδρόμετρα	γεωτρήσεις		
	lt/day/άτομο			lt/day/άτομο			lt/day/άτομο			
1			-.....			-.....			-.....	%
2										
3			-.....			-.....			-.....	%
4			-.....			-.....			-.....	%
5			-.....			-.....			-.....	%
Πυρήνας			-.....			-.....			-.....	%

Στην περίπτωση που προκύψει μεγάλη απόκλιση της κατανάλωσης νερού που καταγράφεται στα υδρόμετρα των κατοικιών και του νερού που καταγράφεται στα υδρόμετρα των γεωτρήσεων (τόσο σε επίπεδο ετήσιας κατανάλωσης όσο και σε επίπεδο κατανάλωσης ανά άτομο), τότε η διαφορά αυτή αποτελεί μη τιμολογημένο νερό το οποίο με κάποιο τρόπο χάνεται από το δίκτυο ύδρευσης.

Επισημαίνεται ότι μικρές αποκλίσεις στις καταναλώσεις νερού της τάξης του $\pm 5\%$ που αποδίδονται σε απώλειες βρίσκονται στα πλαίσια των αναμενόμενων σφαλμάτων των μετρήσεων των υδρομέτρων. Ωστόσο όταν τα ποσοστά που προκύπτουν είναι εξαιρετικά μεγάλα δεν μπορούν να αποδοθούν σε σφάλματα μετρήσεων.

Διαπίστωση προβλήματος και προτεινόμενα μέτρα

Σύμφωνα με την ανάλυση που έγινε στην προηγούμενη ενότητα, ελέγχεται το πιθανό μέγεθος του προβλήματος. Συγκεκριμένα στην **εκάστοτε** περίπτωση αναφέρονται οι διαπιστώσεις της περίπτωσης του εξεταζόμενου πυρήνα ύδρευσης:

Έτσι, αν διαπιστωθεί ότι υπάρχει μεγάλη απόκλιση μεταξύ των καταναλώσεων νερού που καταγράφονται από τα υδρόμετρα των κατοικιών και των αντίστοιχων ποσοτήτων νερού που εισέρχονται στο δίκτυο από την παραγωγή των γεωτρήσεων, η διαφορά αυτή μπορεί να οφείλεται μεμονωμένα ή συνδυαστικά στους παρακάτω παράγοντες:

- Διαρροές δικτύου
- Μη τιμολογημένο νερό
- Σφάλμα υδρομέτρων

Στην περίπτωση που οι αποκλίσεις είναι μεγάλες το σφάλμα των υδρομέτρων δεν αποτελεί ικανοποιητική εξήγηση και η μεγάλη διαφορά αποδίδεται κατά κύριο λόγο στους δύο πρώτους παράγοντες. **Για την αντιμετώπιση του προβλήματος προτείνονται τότε μία σειρά από τεχνικές επεμβάσεις οι οποίες πρέπει να γίνουν ακολουθώντας μία ιεραρχική σειρά, ώστε σταδιακά και ανάλογα με τα αποτελέσματα να εξάγονται συγκεκριμένα συμπεράσματα που θα οδηγούν στην υιοθέτηση ή στον αποκλεισμό κάποιων αιτιών.** Επομένως προτείνονται με σειρά προτεραιότητας, **όπως π.χ. τα παρακάτω:**

1. Έλεγχος εξωτερικού υδραγωγείου

Πρώτιστα πρέπει να γίνει έλεγχος των υδρομέτρων των γεωτρήσεων και των υδρομέτρων στην είσοδο και έξοδο κάθε υδατόπυργου. Αν υπάρχουν υδρόμετρα πρέπει να ελεγχθεί η λειτουργικότητά τους και αν διαπιστωθούν δυσλειτουργίες από παλαιότητα, φθορά κ.α. πρέπει να αντικατασταθούν. Στην περίπτωση που δεν υπάρχει κάποιο υδρόμετρο είτε σε γεώτρηση, είτε σε είσοδο-έξοδο υδατόπυργου θα πρέπει να τοποθετηθεί. Επισημαίνεται ότι θα πρέπει να γίνονται συστηματικές μετρήσεις και καταγραφές του νερού που αντλείται από τις γεωτρήσεις και εισέρχεται-εξέρχεται στους υδατόπυργους, ώστε να δημιουργηθεί μία αξιόπιστη βάση δεδομένων.

2. Εγκατάσταση συστήματος τηλεελέγχου-τηλεχειρισμού

Σε δεύτερο χρόνο πρέπει να εγκατασταθεί σύστημα τηλεελέγχου-τηλεχειρισμού με τους κατάλληλους σταθμούς ώστε να είναι εφικτός ο έλεγχος της ροής νερού σε επιλεγμένους κόμβους του δικτύου. Με τον τρόπο αυτό θα διαπιστωθούν πιθανά σημεία διαρροής νερού ή δυσλειτουργιών από το σύνολο του δικτύου ύδρευσης και θα μπορεί να εξαχθεί ένα ασφαλές συμπέρασμα για το ποσοστό του νερού που πιθανόν χάνεται από διαρροές του δικτύου. Αν από τον παραπάνω έλεγχο διαπιστωθεί ότι το δίκτυο έχει απώλειες τότε πρέπει να ληφθούν μέτρα για την επιδιόρθωση του στα προβληματικά σημεία ή αντικατάσταση επιμέρους γραμμών και τμημάτων του ή ακόμα και την πλήρη αντικατάσταση του αν είναι παλαιωμένο και μη λειτουργικό. Στην περίπτωση που διαπιστωθεί ότι το δίκτυο δεν έχει απώλειες νερού, τότε μεθοδεύεται ο έλεγχος στο επόμενο στάδιο που είναι η καταγραφή των καταναλώσεων από τα υδρόμετρα των κατοικιών. Κλείνοντας σημειώνεται ότι η εγκατάσταση του συστήματος τηλεελέγχου-τηλεχειρισμού με τους κατάλληλους σταθμούς θα επιφέρει καλύτερο έλεγχο του δικτύου και επίλυση ζητημάτων κατανομής νερού, ταυτοχρονισμού της ζήτησης και διαχείρισης αιχμών.

3. Αλλαγή υδρομέτρων κατοικιών

Στο επόμενο στάδιο πρέπει να γίνει αντικατάσταση των υδρομέτρων των κατοικιών με τοποθέτηση νέων αξιόπιστων και βελτιωμένης τεχνολογίας, ώστε να αποδίδουν τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια στην κατανάλωση νερού. Πολύ μεγάλη σημασία πρέπει να δοθεί στη χωροθέτηση τους, δηλαδή στην επιλογή του σημείου τοποθέτησης, ώστε να είναι προστατευμένα από πιθανή καταστροφή (π.χ. σπάσιμο) ή από την κατασκευή κάποιας παράκαμψης με σωληνώσεις με σκοπό την κλοπή νερού. Ταυτόχρονα η επιλογή της βέλτιστης θέσης έχει το πλεονέκτημα της εύκολης ανάγνωσης και καταγραφής των καταναλώσεων από τον παρατηρητή. Επίσης προτείνεται η δημιουργία μίας βάσης δεδομένων με τις καταναλώσεις νερού από τα υδρόμετρα των κατοικιών ώστε να είναι εφικτή η πραγματοποίηση συγκρίσεων με τις αντίστοιχες ποσότητες νερού που εισέρχονται στο δίκτυο και η εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τις καταναλώσεις νερού. Με την εφαρμογή του μέτρου αντικατάστασης των υδρομέτρων θα διαπιστωθεί κατά πόσο οι αποκλίσεις στις καταναλώσεις νερού, οφείλονται σε μη τιμολογημένο νερό.

4. Δικαιότερη τιμολόγηση

Στην περίπτωση που διαπιστωθεί ότι υπάρχουν μεγάλες καταναλώσεις σε ατομικό επίπεδο, μπορούν να ληφθούν και μέτρα τα οποία στοχεύουν στη μείωση τους με τη δημιουργία κινήτρων. Αναλυτικότερα μπορεί να εφαρμοστεί το μέτρο της κλιμακωτής τιμολόγησης, δηλαδή να αυξάνει το κόστος νερού κλιμακωτά σε συνάρτηση με την κατανάλωση. Έτσι θα επιβραβεύονται οικονομικά οι καταναλωτές που διατηρούν τη χρήση νερού σε ορθολογικά επίπεδα.

Ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν σε κάθε οικισμό και τα αποτελέσματα που

θα προκύπτουν από τη διαδοχική εφαρμογή των προτεινόμενων μέτρων θα υιοθετηθούν ορισμένα ή το σύνολο των παραπάνω μέτρων. Έτσι θα επιτευχθεί:

- ο περιορισμός της κατασπατάλησης του νερού.
- η ορθολογική διαχείριση του νερού που αποτελεί ένα εξαιρετικά σημαντικό φυσικό πόρο.
- η διασφάλιση του πόρου για την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών των μελλοντικών γενεών.
- η μείωση του οικονομικού κόστους για τους καταναλωτές και του λειτουργικού κόστους για τη Δ.Ε.Υ.Α. α που διαχειρίζεται τα εξωτερικά και εσωτερικά υδραγωγεία.
- η μείωση του περιβαλλοντικού κόστους, λαμβάνοντας υπόψη τον εξορθολογισμό στη διαχείριση του νερού ως φυσικός πόρος.

ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΕΛΙΚΗΣ ΛΥΣΗΣ

Συνοπτική περιγραφή του μοντέλου

Η λύση που **προκρίνεται** μέσα από την πολυκριτηριακή ανάλυση για τον πυρήνα ύδρευσης είναι η συνένωση των εξωτερικών υδραγωγείων με μία κεντροβαρική δεξαμενή και το απαραίτητο δίκτυο αγωγών. Επιπλέον η προτεινόμενη λύση περιλαμβάνει και την προσθήκη μίας νέας γεώτρησης στο σύστημα για την αντικατάσταση των απωλειών νερού που θα προκύψουν από την αδρανιοποίηση **της γεώτρησης Α για την οποία μπορεί και να υπάρχει ζήτημα , π.χ. ρύπανσής της .**

Στην παρούσα ενότητα γίνεται προσομοίωση των συνθηκών ύδρευσης που θα δημιουργηθούν από την υλοποίηση της συγκεκριμένης λύσης σε βάθος εικοσαετίας και με χρονικό βήμα τα 5 χρόνια. Στο μοντέλο που δημιουργείται ορίζονται εκ των προτέρων οι παράμετροι και οι μεταβλητές που καθορίζουν τη λειτουργία του.

Αρχικά προσομοιώνεται η αναμενόμενη φθορά των υπαρχόντων γεωτρήσεων λόγω παλαιότητας και συνεχόμενης λειτουργίας και στη συνέχεια με βάση την προκυπτόμενη εξέλιξη της προσφοράς νερού από τις γεωτρήσεις, ρυθμίζεται η απαιτούμενη καθημερινή λειτουργία τους προκειμένου να καλυφθεί η ζήτηση. Επιπλέον παραμετροποιείται και η πιθανή παύση λειτουργίας κάποιας γεώτρησης λόγω μεγάλης ηλικίας και αρκετά μειωμένης παροχής. Ταυτόχρονα ενσωματώνεται στη ζήτηση νερού το ποσοστό μείωσης που εκτιμάται ότι θα επιτευχθεί από την υιοθέτηση της προτεινόμενης λύσης για το εξωτερικό υδραγωγείο σε συνδυασμό με τις προτεινόμενες παρεμβάσεις στο εσωτερικό δίκτυο. Έτσι από τη λειτουργία των γεωτρήσεων διαπιστώνεται η διαθέσιμη προσφορά νερού και από τις ανάγκες των οικισμών, την εξέλιξη του πληθυσμού και την εφαρμογή των προτεινόμενων μέτρων εξάγεται η ζήτηση νερού. Τελικά συγκρίνονται η προσφορά και ζήτηση και διαπιστώνεται αν η εφαρμογή των προτεινόμενων μέτρων επιτυγχάνει την εύρυθμη

ύδρευση του πυρήνα σε βάθος 20ετίας. Επιπλέον για την ίδια χρονική περίοδο ελέγχεται και η επάρκεια της χωρητικότητας της προτεινόμενης κεντροβαρικής δεξαμενής, με κριτήριο την κάλυψη του 70% των ημερήσιων απαιτήσεων σε νερό.

Οι στόχοι προσομοίωσης του μοντέλου για το υδροσύστημα του πυρήνα είναι:

- Η κάλυψη της ζήτησης σε νερό για ύδρευση του πυρήνα.
- Η διατήρηση αποθεμάτων νερού σε δεξαμενές / υδατόπυργους πάνω από κάποιο όριο.
- Ελάχιστη ή μέγιστη επιθυμητή παροχή των κόμβων προσφοράς νερού.
- Χρονικός ορίζοντας λειτουργίας των κόμβων προσφοράς νερού και ενδεχόμενο παύσης λειτουργίας ορισμένων από αυτούς.

Παράμετροι και μεταβλητές του μοντέλου

Οι παράμετροι του μοντέλου για την προσομοίωση της φθοράς και λειτουργίας των γεωτρήσεων είναι:

- Οι υφιστάμενες και η νέα προτεινόμενη γεώτρηση.
- Τα έτη ανόρυξης των γεωτρήσεων.
- Οι αρχικές παροχές των γεωτρήσεων που αναφέρονται στο έτος ανόρυξης.
- Τα έτη λειτουργίας των γεωτρήσεων από το έτος ανόρυξης μέχρι το 2016.
- Οι παροχές των γεωτρήσεων στην παρούσα κατάσταση.
- Οι ποσοτικές μειώσεις των παροχών των γεωτρήσεων κατά τα έτη λειτουργίας τους, δηλαδή αφαιρούνται οι σημερινές παροχές από τις αρχικές παροχές των ετών ανόρυξης.
- Η αναγωγή των ποσοτικών μειώσεων των παροχών σε 5ετία καθώς το χρονικό βήμα του μοντέλου είναι 5 χρόνια.
- Ο προσδιορισμός του ποσοστού μείωσης των παροχών των γεωτρήσεων ανά 5ετία.

Οι μεταβλητές του μοντέλου για την προσομοίωση της φθοράς και λειτουργίας των γεωτρήσεων είναι:

- Η λειτουργία ή παύση των γεωτρήσεων που καθορίζεται από ένα δυαδικό σύστημα 1-0, όπου το 1 εκφράζει λειτουργία και το 0 παύση λειτουργίας.
- Οι απαιτούμενες ώρες λειτουργίας των γεωτρήσεων προκειμένου να καλυφθούν οι υδρευτικές ανάγκες του πυρήνα για κάθε πενταετία.

Οι παράμετροι του μοντέλου για τον έλεγχο της επάρκειας νερού είναι:

- Οι πενταετίες σε βάθος 20ετίας για τις οποίες γίνεται προσομοίωση της εξέλιξης των υδρευτικών συνθηκών και έλεγχος της επάρκειας νερού.
- Η εξέλιξη του πληθυσμού για κάθε πενταετία (έχει γίνει υπολογισμός ανά 10ετία

και με γραμμική παρεμβολή προσδιορίστηκε ο πληθυσμός για τις ενδιάμεσες πενταετίες).

- Η ζήτηση νερού σε λίτρα ανά ημέρα ανά άτομο τη χειμερινή και θερινή περίοδο για τον πυρήνα σύμφωνα με τις μετρήσεις των αντλήσεων νερού από τις γεωτρήσεις, δεδομένου ότι αποτελούν μετρητικά δεδομένα για το νερό που εισέρχεται στα δίκτυα ύδρευσης των οικισμών.
- Η συνολική ζήτηση νερού του πυρήνα σε κυβικά μέτρα ανά ημέρα.
- Οι ενεργές γεωτρήσεις του πυρήνα με τις παροχές τους και τις απαιτούμενες ώρες λειτουργίας που ρυθμίζονται και προέρχονται από το προηγούμενο στάδιο του μοντέλου (προσομοίωση φθοράς και λειτουργίας γεωτρήσεων).
- Η παροχή νερού από κάθε γεώτρηση (με βάση τη λειτουργία της) που διατίθεται για τις υδρευτικές ανάγκες του πυρήνα.
- Η συνολική ποσότητα νερού από τις γεωτρήσεις (άθροισμα ποσοτήτων νερού από όλες τις γεωτρήσεις) που διατίθεται για την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών του πυρήνα (προσφορά νερού).

Η μεταβλητή του μοντέλου για τον έλεγχο της επάρκειας νερού είναι:

- Το ποσοστό αυξομείωσης της κατανάλωσης νερού που προκύπτει από τις παρεμβάσεις και τα μέτρα που προτείνονται για την υδρευτική λειτουργία του πυρήνα σε επίπεδο εξωτερικού και εσωτερικού υδραγωγείου.

Οι έξοδοι του μοντέλου (αποτελέσματα) είναι:

- Έλεγχος ισοζυγίου νερού (προσφορά-ζήτηση) και ένδειξη επάρκειας ή μη της προσφοράς νερού.
- Ποσοστό κάλυψης των ημερήσιων αναγκών νερού του πυρήνα από τη χωρητικότητα της δεξαμενής. Η αποδεκτή τιμή είναι $\geq 70\%$.

Συνιστώσες – χαρακτηριστικά μεγέθη του μοντέλου

Για την προσομοίωση του υδροσυστήματος του πυρήνα διαμορφώνονται οι παρακάτω συνιστώσες του μοντέλου που διακρίνονται σε κόμβους προσφοράς, διαχείρισης-αποθήκευσης και ζήτησης νερού:

Κόμβοι προσφοράς (εισροές):

Γεωτρήσεις: που είναι ειδικοί τύποι κόμβων, με δυνατότητα άντλησης νερού από υπόγειους υδροφορείς.

Πηγές: που είναι ειδικοί τύποι κόμβων, με δυνατότητα λήψης νερού από σημεία εκφόρτισης πηγών.

Κόμβοι διαχείρισης-αποθήκευσης:

Δεξαμενές/υδατόπυργοι: που αποτελούν ταμειυτήρες συγκέντρωσης νερού.

Κόμβοι: που είναι στοιχεία χωρίς αποθηκευτική ικανότητα και αντιστοιχούν σε σημεία που κατευθύνουν το νερό προς κόμβους ζήτησης νερού ή αλλαγής της γεωμετρίας και των χαρακτηριστικών μεγεθών του δικτύου.

Υδραγωγεία: που είναι τεχνητοί αγωγοί νερού για τη μεταφορά νερού.

Κόμβοι ζήτησης (εκροές):

Καταναλωτές: που είναι σημεία ζήτησης νερού και στην προκειμένη περίπτωση αφορούν τη ζήτηση νερού ύδρευσης από τους οικισμούς.

Σύμφωνα με τις συνιστώσες του μοντέλου ορίστηκαν τα χαρακτηριστικά μεγέθη του υδросυστήματος που μελετάται. Επομένως για τον πυρήνα ύδρευσης που συνίσταται από τους **οικισμούς 1, 2, 3, 4 ορίζονται** τα παρακάτω χαρακτηριστικά μεγέθη:

Κόμβοι προσφοράς (εισροές) για τους οποίους ορίστηκαν οι ωριές παροχές και προσδιορίστηκε η ημερήσια διάθεση νερού με βάση τη ρύθμιση των ωρών λειτουργίας τους:

- Γεώτρηση (Βασική) (ΠΓ-1 Β)
- Γεώτρηση (Εφεδρική) (ΠΓ-2 Ε)
- Γεώτρηση (ΜΓ-1)
- Γεώτρηση (ΑΚΓ-1)
- Νέα γεώτρηση που προβλέπεται από την προτεινόμενη λύση (ΝΓ-1)

Κόμβοι διαχείρισης-αποθήκευσης:

- Κεντρική δεξαμενή συγκέντρωσης νερού που προτείνεται στα πλαίσια συνένωσης των εξωτερικών υδραγωγείων για την οποία ορίστηκε χωρητικότητα 2000 m³ και ρυθμίστηκε ως αποδεκτό κατώτερο όριο για την κάλυψη των ημερήσιων υδρευτικών αναγκών του πυρήνα το 70%.
- Υδατόπυργος 1 του οικισμού 1
- Υδατόπυργος 2 του οικισμού 2
- Υδατόπυργος του οικισμού 3
- Υδατόπυργος του οικισμού 4
- Υδατόπυργος των οικισμών 5
- Κόμβος διαχείρισης που αντιστοιχεί στην προώθηση του νερού προς το σημείο ζήτησης του οικισμού 1.
- Κόμβος διαχείρισης που αντιστοιχεί στην προώθηση του νερού προς το σημείο ζήτησης του οικισμού 2.
- Κόμβος διαχείρισης που αντιστοιχεί στην προώθηση του νερού προς το σημείο ζήτησης του οικισμού 3.
- Κόμβος διαχείρισης που αντιστοιχεί στην προώθηση του νερού προς το σημείο ζήτησης των οικισμών 4.
- Υδραγωγεία εισροών: οι απαραίτητοι αγωγοί σύνδεσης των κόμβων

προσφοράς με τους κόμβους διαχείρισης-αποθήκευσης.

- Υδραγωγεία εκροών: οι απαραίτητοι αγωγοί σύνδεσης των κόμβων διαχείρισης-αποθήκευσης με τους κόμβους ζήτησης.

Κόμβοι ζήτησης: για τους οποίους ορίστηκαν συνολικά οι ημερήσιες ανάγκες σε νερό για τη θερινή και τη χειμερινή περίοδο:

- Κόμβος ζήτησης: οικισμός 1.
- Κόμβος ζήτησης: οικισμός 2.
- Κόμβος ζήτησης: οικισμός 3.
- Κόμβος ζήτησης: οικισμοί 4.

Επιπλέον για τους κόμβους ζήτησης του υδροσυστήματος ορίστηκαν επίπεδα προτεραιότητας με κλίμακα από το 1 έως 10. Για το συγκεκριμένο υδροσύστημα θεωρήθηκε ότι όλοι οι κόμβοι ζήτησης εξυπηρετούνται με τον ίδιο βαθμό προτεραιότητας, δηλαδή ταυτόχρονα. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι κόμβοι ζήτησης και οι προτεραιότητες που ορίστηκαν.

Πίνακας 3.11. : Προτεραιότητας και κόμβοι ζήτησης

Κόμβοι ζήτησης	Προτεραιότητα
Οικισμός 1	1
Οικισμός 2	1
Οικισμός 3	1
Οικισμοί 4	1

Στρατηγικές διαχείρισης

Οι στρατηγικές διαχείρισης που προσομοιώνονται στο μοντέλο είναι:

Στρατηγική Διαχείρισης 0:

Αρχικά γίνεται προσομοίωση της υφιστάμενης κατάστασης, δηλαδή της αυτόνομης υδρευτικής λειτουργίας των οικισμών με το σύστημα γεώτρηση (ή –σεις) – υδατόπυργος (ή –ργοι). Στόχος είναι να προσομοιωθεί με τον ίδιο αλγόριθμο η εξέλιξη της αυτόνομης ύδρευσης των οικισμών, ώστε να αποτελεί ένα μέτρο σύγκρισης για τις στρατηγικές διαχείρισης που αναπτύχθηκαν στα πλαίσια της προτεινόμενης λύσης. Έτσι, οι παράμετροι της στρατηγικής διαχείρισης 0 είναι:

- Ύδρευση οικισμού 1 από δύο γεωτρήσεις (π.χ. μία βασική και μία εφεδρική) και δύο υδατόπυργους.
- Ύδρευση οικισμού 2 , π.χ. από μία γεώτρηση και ένα υδατόπυργο.
- Ύδρευση οικισμού 3 , π.χ. από μία γεώτρηση και ένα υδατόπυργο.
- Ύδρευση οικισμών 4 , π.χ. από μία γεώτρηση, μία εγκατάσταση επεξεργασίας νερού (EEN), μία δεξαμενή νερού στην EEN και έναν υδατόπυργο.

- Μείωση των παροχών των γεωτρήσεων ανά πενταετία λόγω παλαιότητας.
- Παύση λειτουργίας εφεδρικής γεώτρησης Α μετά την παρέλευση της πρώτης πενταετίας λόγω παλαιότητας και χαμηλής δυναμικότητας.
- Σταδιακή αύξηση (ανά πενταετία) των ωρών λειτουργίας των γεωτρήσεων για την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών.

Στρατηγική Διαχείρισης I:

- Λειτουργία ενοποίησης εξωτερικών υδραγωγείων με κεντροβαρική δεξαμενή και το απαραίτητο δίκτυο αγωγών που επιφέρει μείωση των απωλειών σε επίπεδο εξωτερικού υδραγωγείου της τάξης του 5%.
- Προσθήκη νέας γεώτρησης λόγω της αδρανοποίησης της γεώτρησης Β που παρουσιάζει πρόβλημα , **π.χ. ρύπανσης** .
- Μείωση των παροχών των γεωτρήσεων ανά πενταετία λόγω παλαιότητας.
- Παύση λειτουργίας εφεδρικής γεώτρησης Α μετά την παρέλευση της πρώτης πενταετίας λόγω παλαιότητας και χαμηλής δυναμικότητας.
- Σταδιακή αύξηση (ανά πενταετία) των ωρών λειτουργίας των γεωτρήσεων για την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών.

Στρατηγική Διαχείρισης II:

- Λειτουργία ενοποίησης εξωτερικών υδραγωγείων με κεντροβαρική δεξαμενή και το απαραίτητο δίκτυο αγωγών που επιφέρει μείωση των απωλειών σε επίπεδο εξωτερικού υδραγωγείου της τάξης του 5%.
- Προσθήκη νέας γεώτρησης λόγω της αδρανοποίησης της γεώτρησης Β που παρουσιάζει πρόβλημα , **π.χ. ρύπανσης** .
- Μείωση των παροχών των γεωτρήσεων ανά πενταετία λόγω παλαιότητας.
- Παύση λειτουργίας εφεδρικής γεώτρησης Γ μετά την παρέλευση της πρώτης πενταετίας λόγω παλαιότητας και χαμηλής δυναμικότητας.
- Αλλαγή υδρομέτρων κατοικιών και εγκατάσταση συστήματος τηλεελέγχου-τηλεχειρισμού που συνολικά επιφέρουν μία μείωση των απωλειών και της αλόγιστης κατανάλωσης (μη τιμολογημένο νερό) της τάξης του 20%.
- Κατάλληλη ρύθμιση (ανά πενταετία) των ωρών λειτουργίας των γεωτρήσεων για την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών.

Στρατηγική Διαχείρισης III:

- Λειτουργία ενοποίησης εξωτερικών υδραγωγείων με κεντροβαρική δεξαμενή και το απαραίτητο δίκτυο αγωγών που επιφέρει μείωση των απωλειών σε επίπεδο εξωτερικού υδραγωγείου της τάξης του 5%.
- Προσθήκη νέας γεώτρησης λόγω της αδρανοποίησης της γεώτρησης Γ που παρουσιάζει πρόβλημα , **π.χ. ρύπανσης** .

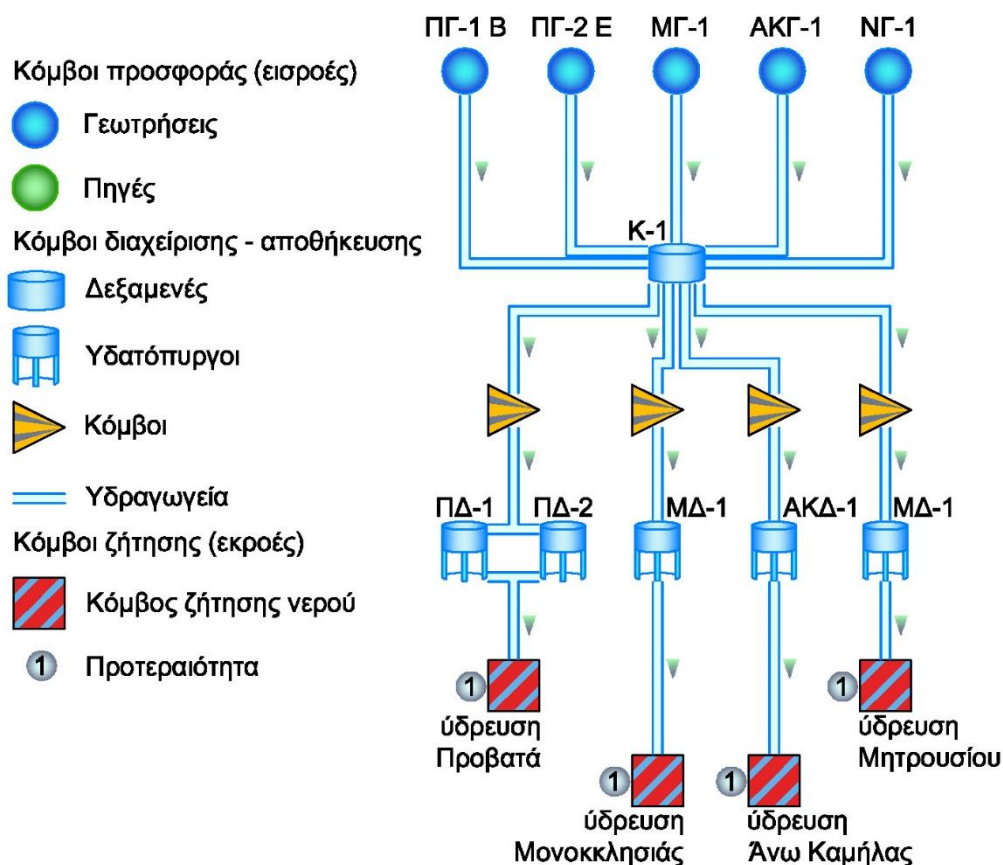
- Μείωση των παροχών των γεωτρήσεων ανά πενταετία λόγω παλαιότητας.
- Παύση λειτουργίας εφεδρικής γεώτρησης Α μετά την παρέλευση της πρώτης πενταετίας λόγω παλαιότητας και χαμηλής δυναμικότητας.
- Αλλαγή υδρομέτρων κατοικιών και εγκατάσταση συστήματος τηλεελέγχου-τηλεχειρισμού που συνολικά επιφέρουν μία μείωση των απωλειών και της αλόγιστης κατανάλωσης (μη τιμολογημένο νερό) της τάξης του 20%.
- Αντικατάσταση μερικού ή ολικού δικτύου ύδρευσης σε επίπεδο εσωτερικού υδραγωγείου που επιφέρει μείωση απωλειών ή αλόγιστης κατανάλωσης της τάξης του 10%.
- Κατάλληλη ρύθμιση (ανά πενταετία) των ωρών λειτουργίας των γεωτρήσεων για την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών.

Στρατηγική Διαχείρισης IV:

- Λειτουργία ενοποίησης εξωτερικών υδραγωγείων με κεντροβαρική δεξαμενή και το απαραίτητο δίκτυο αγωγών που επιφέρει μείωση των απωλειών σε επίπεδο εξωτερικού υδραγωγείου της τάξης του 5%.
- Προσθήκη νέας γεώτρησης λόγω της αδρανοποίησης της γεώτρησης α που παρουσιάζει πρόβλημα , **π.χ. ρύπανσης** .
- Μείωση των παροχών των γεωτρήσεων ανά πενταετία λόγω παλαιότητας.
- Παύση λειτουργίας εφεδρικής γεώτρησης Α μετά την παρέλευση της πρώτης πενταετίας λόγω παλαιότητας και χαμηλής δυναμικότητας.
- Αλλαγή υδρομέτρων κατοικιών και εγκατάσταση συστήματος τηλεελέγχου-τηλεχειρισμού που συνολικά επιφέρουν μία μείωση των απωλειών και της αλόγιστης κατανάλωσης (μη τιμολογημένο νερό) της τάξης του 20%.
- Αντικατάσταση μερικού ή ολικού δικτύου ύδρευσης σε επίπεδο εσωτερικού υδραγωγείου που επιφέρει μείωση απωλειών ή αλόγιστης κατανάλωσης της τάξης του 10%.
- Κατάλληλη ρύθμιση (ανά πενταετία) των ωρών λειτουργίας των γεωτρήσεων για την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών.
- Παύση λειτουργίας της παλαιότερης σε ηλικία γεώτρησης από την τρίτη πενταετία και μετά.

Σχηματοποίηση του υδροσυστήματος

Η σχηματοποίηση του υδροσυστήματος έγινε με στόχο την όσο το δυνατό καλύτερη απεικόνιση της πραγματικότητας βάσει των κόμβων προσφοράς, διαχείρισης-αποθήκευσης και ζήτησης νερού, καθώς **και των προτεραιοτήτων που περιγράφηκαν σε προηγούμενη ενότητα** .

Σχήμα 3.1.: Υδροσύστημα 3^{ου} πυρήνα ύδρευσης - σχηματοποίηση**Προσομοίωση μοντέλου αποτελέσματα**

Αρχικά καταγράφεται η ζήτηση νερού σε ημερήσιο επίπεδο σύμφωνα με τα μετρητικά στοιχεία των αντλήσεων νερού από τις γεωτρήσεις τόσο για τη χειμερινή (κανονική) όσο και για τη θερινή (αιχμής) περίοδο .

Πίνακας 3.12.: Ζήτηση νερού (χειμερινή περίοδος – θερινή περίοδος) – 3^{ος} πυρήνας ύδρευσης

Οικισμοί πυρήνα	Απόληψη - ζήτηση νερού από γεωτρήσεις		Μόνιμος πληθυσμός (απογραφή 2011)	Απόληψη - ζήτηση νερού από γεωτρήσεις	
	Κ.Π.*1	Θ.Π.*2		Κ.Π.*1	Θ.Π.*2
	m ³ /day	m ³ /day		lt/day/άτομο	lt/day/άτομο
1					
2					
3					
4					
Πυρήνας					
*1 → Κανονική-χειμερινή περίοδος, *2 → θερινή περίοδος αιχμής					

Στη συνέχεια πραγματοποιείται η προσομοίωση της φθοράς και λειτουργίας των

γεωτρήσεων του πυρήνα σε συνάρτηση με το χρόνο. Ειδικότερα αρχικά προσδιορίζεται το χρονικό διάστημα (έτη) της λειτουργίας των γεωτρήσεων από το έτος ανόρυξης μέχρι το 2016 που αποτελεί το σημείο έναρξης της προσομοίωσης των στρατηγικών διαχείρισης. Κατόπιν υπολογίζεται η μείωση της παροχής των γεωτρήσεων από την αρχική παροχή άντλησης μέχρι την υφιστάμενη στην παρούσα κατάσταση, δηλαδή η μείωση της παροχής που αντιστοιχεί στο συνολικό χρονικό διάστημα λειτουργίας τους και υπολογίστηκε στο προηγούμενο βήμα. Στο επόμενο στάδιο γίνεται αναγωγή της μείωσης σε επίπεδο πενταετίας που αποτελεί και το χρονικό βήμα του μοντέλου και εξάγεται το ποσοστό μείωσης των παροχών των γεωτρήσεων ανά πενταετία. Τελικά προσδιορίζεται ο μέσος όρος των ποσοστών μείωσης όλων των γεωτρήσεων, ώστε να προκύψει ένα ενιαίο ποσοστό το οποίο χρησιμοποιείται στους περαιτέρω υπολογισμούς που περιλαμβάνει η μοντελοποίηση των στρατηγικών διαχείρισης.

Η προσομοίωση της φθοράς και εξέλιξης της λειτουργίας των γεωτρήσεων (πίνακας 3.8) λαμβάνεται εκ των προτέρων ως δεδομένη για όλες τις στρατηγικές διαχείρισης. Στους πίνακες από 3.9 έως και 3.18 παρουσιάζονται οι προσομοιώσεις των στρατηγικών διαχείρισης. Παραθέτονται για παράδειγμα οι μορφές των πινάκων που αντιστοιχούν στις στρατηγικές διαχείρισης 0 και Ι.

Πίνακας 3.13. : Προσομοίωση φθοράς και λειτουργίας κόμβων προσφοράς νερού (γεωτρήσεις) – **συγκεκριμένος πυρήνας ύδρευσης**

Γεωτρήσεις πυρήνα	Έτος ανόρυξης	Αρχικές παροχές γεωτρήσεων	Έτη λειτουργίας μέχρι το:	Υφιστάμενες παροχές γεωτρήσεων	Μείωση παροχής στα έτη λειτουργίας	Αναγωγή μείωσης ανά πενταετία	Ποσοστό μείωσης ανά πενταετία
α/α	έτη	m ³ /hr	2016	m ³ /hr	m ³ /hr	m ³ /hr	(%)
ΠΓ-1 Β							%
ΠΓ-2 Ε							%
ΜΓ-1							%
ΑΚΓ-1							%
ΝΓ-1							
*ΜΓ-1						-----	-----
Μέση τιμή μείωσης των παροχών των γεωτρήσεων του πυρήνα ανά πενταετία λόγω παλαιότητας:							%
*→ Πρόκειται για τη γεώτρηση του α η λειτουργία της οποίας εφαρμόζεται μόνο στην προσομοίωση της στρατηγική διαχείρισης 0 που αφορά την υφιστάμενη κατάσταση, καθώς είναι ρυπασμένη με αρσενικό και η προοπτική στην προτεινόμενη λύση είναι να αδρανοποιηθεί. Επίσης επειδή είναι νέα γεώτρηση δεν έχει παρουσιάσει μείωση παροχής από τη μέχρι τώρα λειτουργία της, ενώ για τη μελλοντική της εξέλιξη (σταδιακή μείωση παροχής με την πάροδο των ετών) κατά την προσομοίωση λαμβάνεται το μέσο ποσοστό του 5.7%.							

Πίνακας 3.14. : Προσομοίωση στρατηγικής διαχείρισης 0 – χειμερινή περίοδος (**συγκεκριμένος πυρήνας ύδρευσης**)

Χρονικό βήμα	Οικισμοί	Εξέλιξη του πληθυσμού	Απόληψη ζήτηση νερού	Ποσοστό αυξομείωσης κατανάλωσης	Συνολική ζήτηση νερού ανά οικισμό	Ενεργές γεωτρήσεις πυρήνα	Λειτουργία γεωτρήσεων	Παροχές γεωτρήσεων	Ώρες λειτουργίας γεωτρήσεων	Παροχή νερού από γεωτρήσεις	Συνολικό διαθέσιμο νερό για οικισμούς	Ισοζύγιο νερού (προσφορά - ζήτηση)
5ετίες		Κάτοικοι	lt/day/άτομο	(%)	m ³ /day	α/α	1 ή 0	m ³ /hr	hr	m ³ /day	m ³ /day	m ³ /day
2016	1	.....	.....	0%	.....	ΠΓ-1 Β	1	.....	.....	.....	.....	.....
						ΠΓ-2 Β	1	.....	.....	.....		
	2	.....	.....		.....	ΜΓ-1	1	.....	.....	.....	.....	+.....
	3	.....	.....		.....	ΑΚΓ-1	1	.....	.....	.....	.....	+.....
	4	.....	.....		.....	*ΜΓ-1	0	.....	.....	.....	.....	+.....
16-20	1	.....	.....	0%	.....	ΠΓ-1 Β	1	.....	.....	.....	.....	+.....
						ΠΓ-2 Β	1	.....	.....	.....		
	2	.....	.....		.....	ΜΓ-1	1	.....	.....	.....	.....	+.....
	3	.....	.....		.....	ΑΚΓ-1	1	.....	.....	.....	.....	+.....
	4	.....	.....		.....	*ΜΓ-1	1	.....	.....	.....	.....	+.....
21-25	1	.....	.....	0%	.....	ΠΓ-1 Β	1	.....	.....	.....	.....	.....
						ΠΓ-2 Β	0	.....	.....	.....		
	2	.....	.....		.....	ΜΓ-1	1	.....	.....	.....	.....	+.....
	3	.....	.....		.....	ΑΚΓ-1	1	.....	.....	.....	.....	+.....
	4	.....	.....		.....	*ΜΓ-1	1	.....	.....	.....	.....	+.....
26-30	1	.....	.....	0%	.....	ΠΓ-1 Β	1	.....	.....	.....	.....	+.....
						ΠΓ-2 Β	0	.....	.....	.....		
	2	.....	.....		.....	ΜΓ-1	1	.....	.....	.....	.....	+.....
	3	.....	.....		.....	ΑΚΓ-1	1	.....	.....	.....	.....	+.....
	4	.....	.....		.....	*ΜΓ-1	1	.....	.....	.....	.....	+.....
31-36	1	.....	.....	0%	.....	ΠΓ-1 Β	1	.....	.....	.....	.....	-.....
						ΠΓ-2 Β	0	.....	.....	.....		
	2	.....	.....		.....	ΜΓ-1	1	.....	.....	.....	.....	+.....
	3	.....	.....		.....	ΑΚΓ-1	1	.....	.....	.....	.....	+.....
	4	.....	.....		.....	*ΜΓ-1	1	.....	.....	.....	.....	-.....

*→ γεώτρηση Α

Πίνακας 3.15. : Προσομοίωση στρατηγικής διαχείρισης 0 – θερινή περίοδος (συγκεκριμένος πυρήνας ύδρευσης)

Χρονικό βήμα	Οικισμοί	Εξέλιξη του πληθυσμού	Απόληψη ζήτηση νερού	Ποσοστό αυξομείωσης κατανάλωσης	Συνολική ζήτηση νερού ανά οικισμό	Ενεργές γεωτρήσεις πυρήνα	Λειτουργία γεωτρήσεων	Παροχές γεωτρήσεων	Ώρες λειτουργίας γεωτρήσεων	Παροχή νερού από γεωτρήσεις	Συνολικό διαθέσιμο νερό για οικισμούς	Ισοζύγιο νερού (προσφορά - ζήτηση)
5ετίες		Κάτοικοι	lt/day/άτομο	(%)	m ³ /day	α/α	1 ή 0	m ³ /hr	hr	m ³ /day	m ³ /day	m ³ /day
2016	1	.....	.....	0%	.....	ΠΓ-1 Β	1	.....	.....	.....	.....	+.....
						ΠΓ-2 Β	1	.....	.....	.....	.....	
	2	.....	.....		.....	ΜΓ-1	1	.....	.....	.....	.....	+.....
	3	.....	.....		.....	ΑΚΓ-1	1	.....	.....	.....	.....	+.....
	4	.....	.....		.....	*ΜΓ-1	0	.....	.....	.....	.....	-.....
16-20	1	.....	.....	0%	.....	ΠΓ-1 Β	1	.....	.....	.....	.....	+.....
						ΠΓ-2 Β	1	.....	.....	.....	.....	
	2	.....	.....		.....	ΜΓ-1	1	.....	.....	.....	.....	+.....
	3	.....	.....		.....	ΑΚΓ-1	1	.....	.....	.....	.....	+.....
	4	.....	.....		.....	*ΜΓ-1	1	.....	.....	.....	.....	-.....
21-25	1	.....	.....	0%	.....	ΠΓ-1 Β	1	.....	.....	.....	.....	-.....
						ΠΓ-2 Β	0	.....	.....	.....	.....	
	2	.....	.....		.....	ΜΓ-1	1	.....	.....	.....	.....	+.....
	3	.....	.....		.....	ΑΚΓ-1	1	.....	.....	.....	.....	+.....
	4	.....	.....		.....	*ΜΓ-1	1	.....	.....	.....	.....	-.....
26-30	1	.....	.....	0%	.....	ΠΓ-1 Β	1	.....	.....	.....	.....	-.....
						ΠΓ-2 Β	0	.....	.....	.....	.....	
	2	.....	.....		.....	ΜΓ-1	1	.....	.....	.....	.....	+.....
	3	.....	.....		.....	ΑΚΓ-1	1	.....	.....	.....	.....	+.....
	4	.....	.....		.....	*ΜΓ-1	1	.....	.....	.....	.....	-.....
31-36	1	.....	.....	0%	.....	ΠΓ-1 Β	1	.....	.....	.....	.....	-.....
						ΠΓ-2 Β	0	.....	.....	.....	.....	
	2	.....	.....		.....	ΜΓ-1	1	.....	.....	.....	.....	+.....
	3	.....	.....		.....	ΑΚΓ-1	1	.....	.....	.....	.....	+.....
	4	.....	.....		.....	*ΜΓ-1	1	.....	.....	.....	.....	-.....

*→ γεώτρηση Α

Πίνακας 3.16. : Προσομοίωση στρατηγικής διαχείρισης Ι – χειμερινή περίοδος (συγκεκριμένος πυρήνας ύδρευσης)

Χρονικό βήμα	Εξέλιξη του πληθυσμού	Απώληση ζήτηση νερού	Ποσοστό αυξομείωσης κατανάλωσης	Συνολική ζήτηση νερού πυρήνα	Ενεργές γεωτρήσεις πυρήνα	Λειτουργία γεωτρήσεων	Παροχές γεωτρήσεων	Ωρες λειτουργίας γεωτρήσεων	Παροχή νερού από γεωτρήσεις	Συνολικό διαθέσιμο νερό	Ισοζύγιο νερού (προσφορά - ζήτηση)	Ποσοστό κάλυψης από δεξαμενή
5ετίες	Κάτοικοι	lt/day/άτομο	(%)	m ³ /day	α/α	1 ή 0	m ³ /hr	hr	m ³ /day	m ³ /day	m ³ /day	2000 m ³
.....			%		ΠΓ-1 Β	1					+.....	%
					ΠΓ-2 Β	1	.....	.....	.....			
					ΜΓ-1	1	.....	.....	.....			
					ΑΚΓ-1	1	.....	.....	.....			
					ΝΓ-1	0	.....	.....	.....			
.....			-.....%		ΠΓ-1 Β	1					+.....	%
					ΠΓ-2 Β	1	.....	.....	.....			
					ΜΓ-1	1	.....	.....	.....			
					ΑΚΓ-1	1	.....	.....	.....			
					ΝΓ-1	1	.....	.....	.....			
.....			%		ΠΓ-1 Β	1					+.....	%
					ΠΓ-2 Β	0	.....	.....	.....			
					ΜΓ-1	1	.....	.....	.....			
					ΑΚΓ-1	1	.....	.....	.....			
					ΝΓ-1	1	.....	.....	.....			
.....			%		ΠΓ-1 Β	1					+.....	%
					ΠΓ-2 Β	0	.....	.....	.....			
					ΜΓ-1	1	.....	.....	.....			
					ΑΚΓ-1	1	.....	.....	.....			
					ΝΓ-1	1	.....	.....	.....			
.....			%		ΠΓ-1 Β	1					+.....	%
					ΠΓ-2 Β	0	.....	.....	.....			
					ΜΓ-1	1	.....	.....	.....			
					ΑΚΓ-1	1	.....	.....	.....			
					ΝΓ-1	1	.....	.....	.....			

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Πίνακας 3.17. : Προσομοίωση στρατηγικής διαχείρισης Ι – θερινή περίοδος (συγκεκριμένος πυρήνας ύδρευσης)

Χρονικό βήμα	Εξέλιξη του πληθυσμού	Απώληση ζήτηση νερού	Ποσοστό αυξομείωσης κατανάλωσης	Συνολική ζήτηση νερού πυρήνα	Ενεργές γεωτρήσεις πυρήνα	Λειτουργία γεωτρήσεων	Παροχές γεωτρήσεων	Ωρες λειτουργίας γεωτρήσεων	Παροχή νερού από γεωτρήσεις	Συνολικό διαθέσιμο νερό	Ισοζύγιο νερού (προσφορά - ζήτηση)	Ποσοστό κάλυψης από δεξαμενή
5ετίες	Κάτοικοι	lt/day/άτομο	(%)	m ³ /day	α/α	1 ή 0	m ³ /hr	hr	m ³ /day	m ³ /day	m ³ /day	2000 m ³
.....			%		ΠΓ-1 Β	1					+.....	%
					ΠΓ-2 Β	1	.....	.....	.....			
					ΜΓ-1	1	.....	.....	.....			
					ΑΚΓ-1	1	.....	.....	.....			
					ΝΓ-1	0	.....	.....	.....			
.....			-.....%		ΠΓ-1 Β	1					+.....	%
					ΠΓ-2 Β	1	.....	.....	.....			
					ΜΓ-1	1	.....	.....	.....			
					ΑΚΓ-1	1	.....	.....	.....			
					ΝΓ-1	1	.....	.....	.....			
.....			%		ΠΓ-1 Β	1					+.....	%
					ΠΓ-2 Β	0	.....	.....	.....			
					ΜΓ-1	1	.....	.....	.....			
					ΑΚΓ-1	1	.....	.....	.....			
					ΝΓ-1	1	.....	.....	.....			
.....			%		ΠΓ-1 Β	1					+.....	%
					ΠΓ-2 Β	0	.....	.....	.....			
					ΜΓ-1	1	.....	.....	.....			
					ΑΚΓ-1	1	.....	.....	.....			
					ΝΓ-1	1	.....	.....	.....			
.....			%		ΠΓ-1 Β	1					+.....	%
					ΠΓ-2 Β	0	.....	.....	.....			
					ΜΓ-1	1	.....	.....	.....			
					ΑΚΓ-1	1	.....	.....	.....			
					ΝΓ-1	1	.....	.....	.....			

Ακολουθεί η ανάλυση των στρατηγικών διαχείρισης και των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τους αντίστοιχους πίνακες και εξάγονται τα τελικά συμπεράσματα σχετικά με τη βέλτιστη διαχείριση των υδρευτικών συνθηκών στο παρόν και σε βάθος εικοσαετίας.

Ειδικές συνθήκες – επιπλέον τεχνικά έργα

Αναφέρονται οι ζώνες προστασίας των έργων υδροληψίας (π.χ. γεωτρήσεις) σύμφωνα με το εγκεκριμένο διαχειριστικό σχέδιο της περιοχής και στη συνέχεια ελέγχεται η τήρηση τους από τα έργα υδροληψιών της περιοχής μελέτης (οικισμών που θα συμμετέχουν στην ενιαία διαχείριση των εξωτερικών υδραγωγείων).

Τέλος επισημαίνεται ότι στην περίπτωση καταστροφής ή αδρανοποίησης κάποιου έργου υδροληψίας σε βάθος χρόνου, θα πρέπει η θέση της νέας γεώτρηση που θα την αντικαταστήσει να πληρεί τους όρους και τα μέτρα του διαχειριστικού σχεδίου.

Είναι πιθανόν στα πλαίσια υλοποίησης της ενοποίησης εξωτερικών υδραγωγείων και κατασκευής των απαραίτητων κατά περίπτωση έργων εξωτερικού και εσωτερικού υδραγωγείου να διαπιστωθεί η ανάγκη πραγματοποίησης επιπλέον τεχνικών έργων ή εργασιών. Αναλυτικότερα είναι πιθανό να απαιτηθεί η ανακατασκευή ή συντήρηση κατασκευών που έχουν φθαρεί από την πολυκαιρία ή κακή χρήση όπως οι οικίσκοι των γεωτρήσεων, οι υδατόπυργοι κλπ. Οι εργασίες μπορεί να συνίστανται σε τοποθέτηση θυρών, περιφράξεων, ελαιοχρωματισμούς, αποκατάσταση ζημιών, καθαρισμούς κλπ.

Κοστολόγηση έργων

Τα προτεινόμενα έργα εσωτερικού υδραγωγείου στα πλαίσια των στρατηγικών διαχείρισης εφαρμογής της λύσης που υιοθετήθηκε για την επίτευξη της ενιαίας διαχείρισης υδραγωγείων είναι:

- Η αλλαγή υδρομέτρων στις κατοικίες των οικισμών
- Η εγκατάσταση συστήματος τηλεελέγχου – τηλεχειρισμού
- Η αντικατάσταση δικτύων ύδρευσης που μπορεί να είναι μερική ή ολική ή ορισμένα τμήματα αγωγών

Στον πίνακα που ακολουθεί καταγράφονται τα κόστη των συγκεκριμένων έργων, που προέκυψαν μετά από μία αδρομερή προσέγγιση στα πλαίσια της παρούσας μελέτης διαχείρισης υδατικών πόρων.

Πίνακας 3.18. : Κόστη έργων εσωτερικού υδραγωγείου – στρατηγικές διαχείρισης

Έργα στρατηγικών διαχείρισης	Κόστος
Υδρόμετρα	 €/τεμάχιο
Σύστημα τηλεελέγχου-τηλεχειρισμού	 €/οικισμό
Δίκτυο ύδρευσης	 €/m ²

Αγωγοί δικτύου ύδρευσης	 €/m
-------------------------	-----------

Στον επόμενο πίνακα γίνεται ένας προσδιορισμός του συνολικού κόστους των παραπάνω εργασιών για τον **εξεταζόμενο** πυρήνα. Σημειώνεται ότι οι τελικές απαιτούμενες εργασίες για τον πυρήνα ύδρευσης θα καθοριστούν στα πλαίσια οριστικών μελετών και κατά συνέπεια και οι αντίστοιχοι προϋπολογισμοί.

Πίνακας 3.19. : Κόστη έργων εσωτερικού υδραγωγείου – **συγκεκριμένος** πυρήνας ύδρευσης

Έργα στρατηγικών διαχείρισης	Οικισμοί	Ποσότητες	Κόστος
Υδρόμετρα	1	 τεμάχια	 x = €
	2	 τεμάχια	 x = €
	3	 τεμάχια	 x = €
	4	 τεμάχια	 x = €
	Πυρήνας	 τεμάχια	 x = €
Σύστημα τηλεελέγχου-τηλεχειρισμού	1	1 οικισμός	 €
	2	1 οικισμός	 €
	3	1 οικισμός	 €
	4	1 οικισμός	 €
	Πυρήνας	4 οικισμοί	 x = €
Πλήρη αντικατάσταση δικτύου ύδρευσης	1	 m ²	 x = €
	2	 m ²	 x = €
	3	 m ²	 x = €
	4	 m ²	 x = €
	Πυρήνας	 m²	 x = €

Επισημαίνεται ότι όσα αναφέρθηκαν αποτελούν παρουσίαση ολοκληρωμένη μέν , αλλά ενός τρόπου αντιμετώπισης του θέματος διαχείρισης του νερού σε μία διευρυμένη ΔΕΥΑ . Εννοείται ότι η επιλογή της όποιας λύσης και του τρόπου προσέγγισης για την κάθε επόμενη ΔΕΥΑ , δεν μπορεί παρά να εξαρτάται και από τις πολλές ιδιαιτερότητες της κάθε περιοχής και πιθανών και των αντίστοιχων συνθηκών , είναι δε σαφώς αρμοδιότητα και τελική επιλογή των κατά τόπους αρμοδίων .

Η συντακτική Ομάδα

**ΣΠΥΡΟΥ ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ , ΔΕΥΑ ΣΕΡΡΩΝ
ΣΑΒΒΟΡΓΙΝΑΚΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ , ΔΕΥΑ ΛΑΡΙΣΑΣ
ΤΣΑΤΣΟΣ ΛΑΜΠΡΟΣ , ΔΕΥΑ ΠΑΤΡΑΣ
ΣΩΤΗΡΟΠΟΥΛΟΥ ΣΩΤΗΡΙΑ , ΔΕΥΑ ΑΡΓΟΥΣ
ΜΠΙΜΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ , ΔΕΥΑ ΛΕΙΒΑΔΙΑΣ**