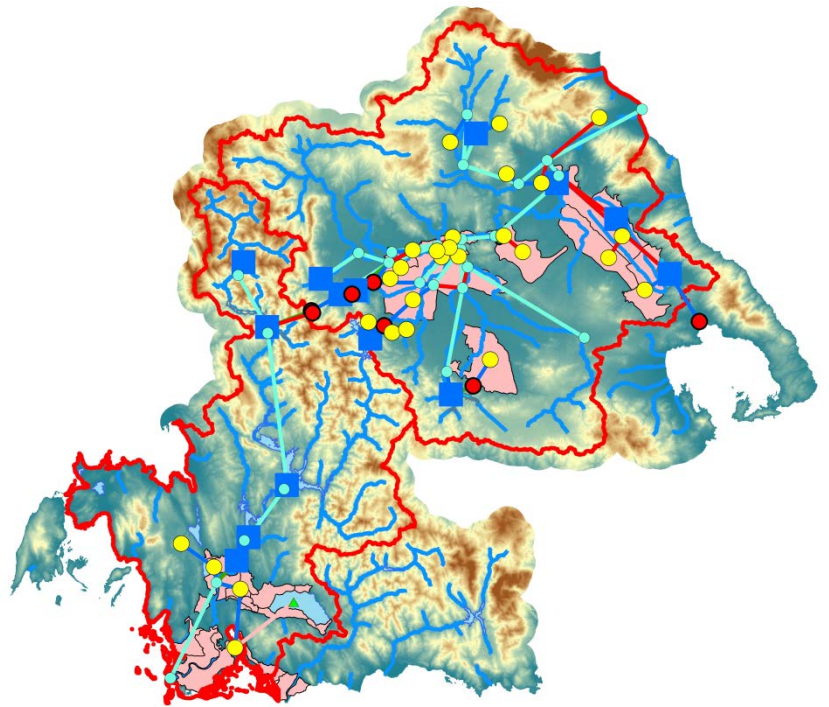




**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ
ΠΟΡΩΝ &
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

Ανάπτυξη μοντέλου συνδυασμένης διαχείρισης λεκανών απορροής Αχελώου και Πηνειού



Διονύσης Νικολόπουλος

**Επιβλέπων: Δ. Κουτσογιάννης, Καθηγητής ΕΜΠ
Συνεπιβλέπων: Α. Ευστρατιάδης, ΕΔΙΠ**

Αθήνα, Μάρτιος 2015

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Ανάπτυξη μοντέλου συνδυασμένης διαχείρισης λεκανών απορροής
Αχελώου και Πηνειού

Διονύσης Νικολόπουλος

Επιβλέπων: Δ. Κουτσογιάννης, Καθηγητής ΕΜΠ
Συνεπιβλέπων: Α. Ευστρατιάδης, ΕΔΙΠ

Αθήνα, Μάρτιος 2015



Το παρόν έγγραφο υπάγεται στην άδεια (CC BY-NC-SA 3.0)
Διονύσης Νικολόπουλος, 2015

«Έμαθες κι αυτό το μυστικό από τον ποταμό: ότι δεν υπάρχει χρόνος;» τον ρώτησε κάποτε.

Το πρόσωπο του Βαζουντέβα γέμισε από ένα φωτεινό χαμόγελο.

«Ναι, Σιντάρτα», είπε. «Θέλεις να πεις αυτό: ότι ο ποταμός είναι την ίδια στιγμή παντού, στις πηγές και στην εκβολή, στον καταρράκτη, στο πέραμα, στο στρόβιλο, στη θάλασσα, στην οροσειρά, παντού, την ίδια στιγμή, και πως μόνο το παρόν υπάρχει γι' αυτόν, κι όχι η σκιά του μέλλοντος;»

-Έρμαν Έσσε, Σιντάρτα

Ευχαριστίες

Καθώς αυτές είναι οι τελευταίες γραμμές που γράφω για την εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας, νιώθω την ειλικρινή ανάγκη να ευχαριστήσω θερμά όλα τα πρόσωπα που συνέβαλλαν με τον τρόπο τους στο να ολοκληρωθεί αυτό το όμορφο και μακρύ ταξίδι γνώσης, μελέτης και έρευνας.

Πρωτίστως θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή και επιβλέποντα της εργασίας Δημήτρη Κουτσογιάννη για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα εξαιρετικά ενδιαφέρον θέμα. Χωρίς την εμπιστοσύνη που μου έδειξε όταν συζητήσαμε για «ένα καλό θέμα Διπλωματικής» δεν θα μπορούσα ποτέ να καταπιαστώ με το μακράν καλύτερο πράγμα που έκανα στη διάρκεια των σπουδών μου. Ήταν η μοναδική επιλογή μου για εκπόνηση διπλωματικής, καθώς το ήθος του, η καταπληκτική διδασκαλία του και το εξαιρετικό έργο του, αποτελούν πρότυπο για εμένα.

Δεν υπάρχουν λέξεις αρκετές για να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στον συνεπιβλέποντα Δρ. Πολιτικό Μηχανικό Ανδρέα Ευστρατιάδη για την ανεκτίμητη βοήθεια του από την αρχή ως το τέλος της εργασίας μου. Αφιέρωσε πραγματικά αμέτρητες ώρες προσπαθώντας να μου μεταδώσει τις πολύτιμες γνώσεις του και να με υποστηρίξει θεωρητικά, τεχνικά, αλλά και ηθικά, με κάθε τρόπο, σε όλα τα στάδια της εργασίας, σε όλα τα προβλήματα που προέκυψαν. Χωρίς τον Ανδρέα, θα φάνταζε στα μάτια μου αδύνατη η επιτυχής ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας.

Τη συνεχή και αμέριστη υποστήριξη του μου παρείχε επίσης από την αρχή ο Αντώνης Κουκουβίνος. Τον ευχαριστώ θερμά που με έφερε σε επαφή με το άγνωστο αντικείμενο των συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών, για την εκπαίδευση που μου προσέφερε, τη βοήθεια του στη συλλογή πρωτογενών δεδομένων για την εργασία, τα δημιουργικά σχόλια του σε όλη τη πορεία της εργασίας.

Ευχαριστώ πολύ τον καλό μου φίλο και συνάδελφο Παναγώτη Δήμα. Ήταν εκείνος που με έφερε σε επαφή με το αντικείμενο της εργασίας και οι συμβουλές του στην αρχή της διπλωματικής υπήρξαν κάτι παραπάνω από πολύτιμες.

Πολλές ευχαριστίες οφείλω επίσης στον Αλέξανδρο Σίσκο τόσο για την συνεχείς αλλαγές στον κώδικα του Υδρονομέα για τους σκοπούς της εργασίας όσο και για την παρέα που είχα στο γραφείο 207. Για την υποστήριξη του Υδρονομέα θα ήθελα να ευχαριστήσω ακόμα τους Γιώργο Καραβοκυρό και Αντώνη Χροστοφίδη. Για το ευχάριστο κλίμα συνεργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω επίσης όλους τους ανθρώπους του εργαστηρίου και της ερευνητικής ομάδας ΙΤΙΑ.

Ιδιαίτερη αναφορά θα ήθελα να κάνω στους Αριστοτέλη Τέγο και Δημήτρη Μπουζιώτα, καθώς και οι δύο μου δώσανε προς αξιοποίηση και ανάλυση δεδομένα από τις δικές τους

διπλωματικές εργασίες. Επίσης, με την άριστη γνώση της περιοχής, ο Τέγος μου έλυσε αρκετές απορίες ως προς την σωστή και ορθή αναπαράσταση του υδροσυστήματος.

Ολοκληρώνοντας, ευχαριστώ από τα βάθη της καρδιάς μου τους δικούς μου ανθρώπους, στους οποίους αφιερώνω αυτή την εργασία: Ευχαριστώ τους γονείς μου, την αδερφή μου, τις γιαγιάδες μου και τους παππούδες μου για την αγάπη τους, την εμπιστοσύνη τους, τις θυσίες τους και τους κόπους τους ώστε να καταφέρω να «μάθω γράμματα». Ευχαριστώ την Κωνσταντίνα για την ατελείωτη υποστήριξη της, την υπομονή της και την ελπίδα που μου έδινε όταν απογοητευόμουν και μου φαινόταν αδύνατο να προχωρήσω.

Διονύσης Νικολόπουλος

Μάρτιος 2015

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	iv
Περίληψη	xi
Abstract.....	xi
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : Εισαγωγή	1
1.1 Εισαγωγικό σημείωμα - Αντικείμενο της εργασίας.....	1
1.2 Συνοπτική αναφορά στο διαχειριστικό πρόβλημα	2
1.3 Διάρθρωση της εργασίας.....	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : Περιοχή μελέτης και διαχειριστικά προβλήματα	5
2.1 Περιοχή μελέτης	5
2.2 Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας-ΛΑΠ Πηνειού	6
2.2.1 Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας.....	6
2.2.2 Υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά ΛΑΠ Πηνειού	7
2.2.3 Ανθρωπογενές περιβάλλον	10
2.2.4 Άρδευση	15
2.2.5 Ύδρευση	24
2.2.6 Κτηνοτροφικές χρήσεις.....	25
2.2.7 Βιομηχανικές Χρήσεις.....	26
2.2.8 Συνολική ζήτηση και προσφορά νερού	27
2.3 Υδατικό διαμέρισμα Δυτικής Ελλάδας-ΛΑΠ Αχελώου	30
2.3.1 Υδατικό διαμέρισμα Δυτικής Ελλάδας	30
2.3.2 Υδρο-γεωλογικά χαρακτηριστικά ΛΑΠ Αχελώου.....	31
2.3.3 Ανθρωπογενές περιβάλλον	33
2.3.4 Υδροηλεκτρική Παραγωγή.....	36
2.3.5 Άρδευση	37
2.3.6 Ύδρευση	41
2.3.7 Κτηνοτροφία	42
2.3.8 Βιομηχανικές χρήσεις	43
2.3.9 Συνολική ζήτηση και προσφορά νερού στο ΥΔ04 και στη ΛΑΠ Αχελώου	43
2.4 Διαχειριστικά προβλήματα περιοχής μελέτης και πιθανοί τρόποι αντιμετώπισης	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : Υπολογιστικά εργαλεία και θεωρητικά στοιχεία διαχείρισης υδατικών πόρων	49
3.1 Εισαγωγή στη διαχείριση υδατικών πόρων και εφαρμογή στο υδροσύστημα λεκανών απορροής Αχελώου - Πηνειού.....	49
3.2 Το μοντέλο ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ.....	52

3.2.1 Θεωρητικό πλαίσιο ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ	52
3.2.3 Αναπαράσταση υδροσυστήματος στον ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ	55
3.2.4 Στόχοι και περιορισμοί του μοντέλου	56
3.2.5 Το σκέλος της προσομοίωσης.....	56
3.2.6. Η διαδικασία βελτιστοποίησης	57
3.2 Το μοντέλο Κασταλία.....	59
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Δημιουργία συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών	62
4.1 Rasters.....	62
4.1.1 DEM Υδατικών Διαμερισμάτων Θεσσαλίας και Δυτικής Ελλάδας	62
4.1.2 Raster χρήσεων γης κατά Corine 2000 (CLC2000).....	62
4.2 Shapefiles	65
4.2.1 Φυσικό υδρογραφικό δίκτυο.....	65
4.2.2 Φυσικές λίμνες και τεχνητοί ταμιευτήρες.....	67
4.2.3 Λεκάνες απορροής και έξοδοι	68
4.2.4 Υπόγειοι υδροφορείς	70
4.2.5 Ζώνες αρδευόμενων εκτάσεων, αντλιοστάσια, κανάλια.....	71
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : Σχηματοποίηση Υδροσυστήματος.....	74
5.1 Συνοπτική περιγραφή σταδίων σχηματοποίησης	74
5.2 Περιοχή Π1: Άνω Ρους Αχελώου και Δυτική Θεσσαλία	75
5.2.1 Τοπολογία και υδρογραφικό δίκτυο	75
5.2.2 Δεδομένα ζητήσεων και κατανομή σε κόμβους.....	80
5.2.3 Στόχοι προσομοίωσης και κανόνες λειτουργίας	81
5.3 Περιοχή Π2: Ευρύτερη περιοχή Ν. Τρικάλων.....	83
5.3.1 Τοπολογία και υδρογραφικό δίκτυο	83
5.3.2 Δεδομένα ζητήσεων και κατανομή σε κόμβους.....	85
5.3.3 Στόχοι προσομοίωσης και κανόνες λειτουργίας	85
5.4 Περιοχή Π3: Εκτάσεις σχετιζόμενες με την εκτροπή του Αχελώου.....	86
5.4.1 Τοπολογία και υδρογραφικό δίκτυο	86
5.4.2 Δεδομένα ζητήσεων και κατανομή σε κόμβους.....	88
5.4.3 Στόχοι προσομοίωσης και κανόνες λειτουργίας	89
5.5 Περιοχή Π4: Εκτάσεις που υδροδοτούνται από τον ταμιευτήρα Πλαστήρα.....	90
5.5.1 Τοπολογία και υδρογραφικό δίκτυο	90
5.5.2 Δεδομένα ζητήσεων και κατανομή σε κόμβους.....	92
5.5.3 Στόχοι προσομοίωσης και κανόνες λειτουργίας	94

5.6 Περιοχή Π5: Εκτάσεις που υδροδοτούνται από τον ταμειευτήρα Σμοκόβου	95
5.6.1 Τοπολογία και υδρογραφικό δίκτυο	95
5.6.2 Δεδομένα ζητήσεων και κατανομή σε κόμβους.....	98
5.6.3 Στόχοι προσομοίωσης και κανόνες λειτουργίας	100
5.7 Περιοχή Π6: Ενδιάμεση Λεκάνη Πηνειού-Ν. Λάρισας	101
5.7.1 Τοπολογία και υδρογραφικό δίκτυο	101
5.7.2 Δεδομένα ζητήσεων και κατανομή σε κόμβους.....	103
5.7.3 Στόχοι προσομοίωσης και κανόνες λειτουργίας	103
5.8 Περιοχή Π7: Περιοχή Ν. Λάρισας σχετιζόμενη με έργα Κάρλας, Γυρτώνης και Πλατύκαμπου	104
5.8.1 Τοπολογία και υδρογραφικό δίκτυο	104
5.8.2 Δεδομένα ζητήσεων και κατανομή σε κόμβους.....	107
5.8.3 Στόχοι προσομοίωσης και κανόνες λειτουργίας	108
5.9 Περιοχή Π8: Τιταρήσιος και εκβολές Πηνειού	109
5.9.1 Τοπολογία και υδρογραφικό δίκτυο	109
5.9.2 Δεδομένα ζητήσεων και κατανομή σε κόμβους.....	112
5.9.3 Στόχοι προσομοίωσης και κανόνες λειτουργίας	112
5.10 Περιοχή Π9: Μέσος Ρους Αχελώου	112
5.10.2 Δεδομένα ζητήσεων και κατανομή σε κόμβους.....	116
5.10.3 Στόχοι προσομοίωσης και κανόνες λειτουργίας	117
5.11 Περιοχή Π10: Κάτω Ρους Αχελώου.....	117
5.11.1 Τοπολογία και υδρογραφικό δίκτυο	117
5.11.2 Δεδομένα ζητήσεων και κατανομή σε κόμβους.....	121
5.11.3 Στόχοι προσομοίωσης και κανόνες λειτουργίας	122
5.12 Μοντελοποίηση γεωτρήσεων και απολήψεων από υπόγειους υδροφορείς.....	122
5.14 Χαρακτηριστικά στοιχείων του μοντέλου που καθορίστηκαν έπειτα από προσομοίωση	127
5.15 Συνολική σχηματοποίηση, πίνακας στόχων και κατηγοριοποίηση.	128
5.16 Ενεργειακά δεδομένα.....	131
5.17 Περιοχές της ΛΑΠ Πηνειού εκτός μοντέλου.....	132
5.18 Στοιχεία Υδρονομέα σε σχέση με το φυσικό περιβάλλον	132
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : Υδρολογικές χρονοσειρές εισόδου	134
6.1 Συνοπτική περιγραφή εργασιών	134
6.2 Ιστορικές χρονοσειρές απορροών λεκανών ταμειευτήρων.....	134
6.2.1 Υπολεκάνη ανάντη φράγματος Μεσοχώρας.....	135

6.2.2 Ενδιάμεση υπολεκάνη μεταξύ φραγμάτων Μεσοχώρας και Συκιάς	135
6.2.3 Ενδιάμεση υπολεκάνη μεταξύ φραγμάτων Συκιάς και Κρεμαστών	136
6.2.4 Ενδιάμεση υπολεκάνη μεταξύ φραγμάτων Κρεμαστών και Καστρακίου	137
6.2.5 Υπολεκάνη ανάντη φράγματος Πλαστήρα	138
6.2.6 Υπολεκάνες ανάντη φραγμάτων Πύλης και Μουζακίου	139
6.2.7 Υπολεκάνη ανάντη φράγματος Σμοκόβου	141
6.2.8 Υπολεκάνη ανάντη φράγματος Αγιονερίου	141
6.2.8 Ενδιάμεση υπολεκάνη μεταξύ φραγμάτων Καστρακίου και Στράτου	142
6.2.9 Κλειστή λεκάνη λίμνης Κάρλας.....	142
6.3 Ιστορικές χρονοσειρές βροχόπτωσης.....	142
6.3.1 Ταμιευτήρας Μεσοχώρας.....	142
6.3.2 Ταμιευτήρας Συκιάς.....	143
6.3.3 Ταμιευτήρας Κρεμαστών	144
6.3.4 Ταμιευτήρες Καστρακίου και Στράτου	144
6.3.5 Ταμιευτήρας Πύλης	145
6.3.6 Ταμιευτήρας Μουζακίου	146
6.3.7 Ταμιευτήρας Πλαστήρα.....	146
6.3.8 Ταμιευτήρας Σμοκόβου	147
6.3.9 Λίμνη Κάρλα και ταμιευτήρας Αγιονερίου	148
6.4 Ιστορικές χρονοσειρές εξάτμισης επιφάνειας ταμιευτήρων	149
6.3 Ιστορικές χρονοσειρές απορροής ποταμών	152
6.3.1 Δυτική Θεσσαλία	155
6.3.2 Ανατολική Θεσσαλία.....	161
6.3.3 Υπολεκάνες Αχελώου.....	163
6.4 Παραγωγή συνθετικών χρονοσειρών με το μοντέλο Κασταλία.....	163
6.5. Αναγωγή συνθετικών χρονοσειρών απορροής Δυτικής Θεσσαλίας.....	165
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Προσομοίωση και Βελτιστοποίηση Συστήματος	167
7.1 Γενικοί Προβληματισμοί.....	167
7.2 Διατύπωση προβλήματος βελτιστοποίησης	169
7.3 Διάταξη Δ1 : εκτροπή 250 hm ³ με αντλησιοταμίευση.....	171
7.3.1 Σενάριο Δ1-1: Βέλτιστοποίηση παραγωγής πρωτεύουσας ενέργειας.....	171
7.3.2 Σενάριο Δ1-2: Ελαχιστοποίηση των αστοχιών στους αρδευτικούς στόχους	175
7.3.3 Σενάριο Δ1-Ε: Ελαχιστοποίηση του ελλείμματος στους αρδευτικούς στόχους.....	178
7.3.4 Σενάριο Δ1-3: Ενδιάμεσο σημείο του μετώπου Pareto Ενέργεια 99%-Αστοχία	183

7.3.4 Σενάριο Δ1-E2: Ενδιάμεσο σημείο του μετώπου Pareto Ενέργεια 99%-Έλλειμμα.....	186
7.3.5 Σενάριο Δ1-4: Διερεύνηση άλλου ενδιάμεσου σημείο του μετώπου Pareto Ενέργεια 99%-Αστοχία.	190
7.3.6 Διερεύνηση της καλύτερης συμβιβαστικής λύσης μεταξύ των δύο μετώπων Pareto	192
7.4 Διάταξη Δ2 : εκτροπή 600 hm ³ με αντλησιοταμίευση.....	194
7.4.1 Σενάριο Δ2-1 : Βελτιστοποίηση παραγωγής πρωτεύουσας ενέργειας.....	194
7.4.2 Σενάριο Δ2-2 : Ελαχιστοποίηση αστοχίας αρδευτικών στόχων.	197
7.4.3 Σενάριο Δ2-E : Ελαχιστοποίηση ελλείμματος αρδευτικών στόχων.....	200
7.5 Διάταξη Δ3: Κατασκευή όλων των έργων, αλλά χωρίς εκτροπή.....	203
7.5.1 Σενάριο Δ3-1 : Σενάριο με βελτιστοποίηση ενέργειας.....	203
7.5.2 Σενάριο Δ3-E: Υλοποίηση της «μηδενικής λύσης», βραχυπρόθεσμο σενάριο.	206
7.6 Διάταξη Δ4: Κατασκευή όλων των έργων εκτροπής, αλλά χωρίς τα έργα αντλησιοταμίευσης στο ΥΗΣ Πευκοφύτου.....	210
7.7 Διάταξη Δ5: Σενάρια μειωμένης κατανάλωσης.....	212
7.7.1 Σενάριο Δ5-1 Ενεργειακή Διερεύνηση διάταξης Δ1 με μειωμένη κατανάλωση.....	212
7.7.2 Σενάριο Δ5-2: Υλοποίηση της «μηδενικής λύσης», μακροπρόθεσμο σενάριο.	215
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 : Συμπεράσματα	218
Βιβλιογραφικές Αναφορές.....	220
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι : Ιστορικές υδρολογικές χρονοσειρές.....	226
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ : Χάρτες ΜΠΕ 1995	262
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ : Χαρακτηριστικά ταμιευτήρων – αγωγών πτώσεως	266
ΙΙΙ.1: Στάθμη-όγκος-επιφάνεια ταμιευτήρων	266
ΙΙΙ.2: Ύψος πτώσης-παροχетеυτικότητα-ειδική ενέργεια	270
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙV: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ σεναρίου Δ1 -E2 (καλύτερη συμβιβαστική λύση).	273

Περίληψη

Οι διαχειριστικές λεκάνες των ποταμών Αχελώου και Πηνειού αποτελούν δύο ιδιαίτερα σημαντικά υδροσυστήματα σημαντικά υδροσυστήματα του ελληνικού χώρου. Πλήθος χρήσεων γης και οικονομικών δραστηριοτήτων έντονα ανταγωνιστικών μεταξύ τους σχετίζονται με τους επιφανειακούς και υπόγειους υδατικούς πόρους τους. Για να αντιμετωπιστεί το έλλειμμα νερού για άρδευση στη Θεσσαλία, σχεδιάστηκαν εδώ και δεκαετίες τα έργα εκτροπής μέρους της ροής Αχελώου στο Πηνειό. Το έργο παραμένει ημιτελές καθώς είναι εξαιρετικά αμφιλεγόμενο, με ενστάσεις όσον αφορά την ικανοποιητική επίτευξη άλλων στόχων, περιβαλλοντικών και παραγωγής ενέργειας κυρίως. Επιπρόσθετα, το σύστημα των δύο λεκανών δεν έχει μελετηθεί ποτέ με συνδυασμένη διαχείριση υδατικών πόρων και στις δύο λεκάνες ώστε να εξαγχούν εμπεριστατωμένα συμπεράσματα. Αυτό επιχειρείται στην παρούσα εργασία, με χρήση του μοντέλου υποστήριξης αποφάσεων ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ. Το πλήρες υδροσύστημα των δύο λεκανών διαμορφώνεται ως μοντέλο προσομοίωσης και είναι το μεγαλύτερο που έχει μελετηθεί στην Ελλάδα. Αξιοποιούνται οι υφιστάμενες τεχνικές μελέτες και ΜΠΕ, χωρικά δεδομένα σε ΣΓΠ και ιστορικά υδρολογικά δεδομένα. Ο ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ υλοποιεί τη μεθοδολογική προσέγγιση της σύζευξης παραμετροποίησης – προσομοίωσης - βελτιστοποίησης και δίνει σημαντικά συμπεράσματα για την απόκριση του συστήματος στους στόχους και στις ανάγκες του, εξετάζοντας διαφορετικά σενάρια λειτουργίας. Παράλληλα με την χρήση συνθετικών χρονοσειρών εισόδου, έπειτα από στοχαστική προσομοίωση στο λογισμικό ΚΑΣΤΑΛΙΑ, επιτυγχάνεται και ποσοτικοποίηση της αβεβαιότητας του συστήματος σε πολλαπλές χρονικές κλίμακες και εξετάζεται η συμπεριφορά του ακόμη και σε ακραίες καταστάσεις.

Abstract

Achelous and Pineios river water basins form two notably important hydrosystem in Greece. Various land cover uses and economic activities, most often contradictory, take place within the basins that relate directly to ground or surface water recourses. In order to cover the excessive deficit for irrigation in Thessaly region, a large project has been proposed decades ago that diverts water from Achelous to Pineios river. The project is met with fierce resistance from some stakeholders, due to environmental skepticism and the common misconception that there will be a decline in hydroelectric energy production of the overall system (as the biggest hydroelectric plants are in the Achelous basin), despite the following operation of two new pump - storage reservoir systems. An approach of combined water resources management in a hydrosystem that comprises both river water basins has never been implemented in the case of Achelous and Pineios, neither has been implemented to such a large scale in Greece. Therefore, the goal of this thesis is to form a simulation model

of the whole hydrosystem and examine the prospects of combined management of resources in order to meet the wide range of water demands. Real infrastructure planning details, GIS data and hydrologic historical data are used in the process of modelling. Hydronomeas is used in this case study as a decision support system, employing the parameterization – simulation – optimization scheme. Castalia generates by stochastic simulation the hydrological timeseries being used as system inputs, thus estimating the systems uncertainty. By the evaluation of different operation scenarios in various conditions (even extreme), conclusions are drawn as to the feasibility of the diversion project and its long term impacts or benefits to the hydrosystem.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : Εισαγωγή

1.1 Εισαγωγικό σημείωμα - Αντικείμενο της εργασίας

Το αντικείμενο της παρούσης εργασίας είναι η κατάστρωση του μοντέλου προσομοίωσης ενός ιδιαίτερα σύνθετου υδροσυστήματος που περιλαμβάνει δύο γειτονικές υδρολογικές λεκάνες, του Αχελώου και του Πηνειού, και η εξέταση των προοπτικών συνδιαχείρισης τους. Οι εν λόγω λεκάνες ταυτίζονται με τις διαχειριστικές ενότητες ΛΑΠ Αχελώου και ΛΑΠ Πηνειού, που συνδέονται μέσω των έργων εκτροπής που είχαν προβλεφθεί στη μελέτη γενικής διάταξης που είχε εκπονήσει η Ειδική Υπηρεσία Δημοσίων Έργων Αχελώου του ΥΠΕΧΩΔΕ στα μέσα της δεκαετίας του '90.

Η πορεία εξέτασης του προβλήματος βασίστηκε στην αναπαράσταση της λειτουργίας του υδροσυστήματος μέσω ενός εννοιολογικού μοντέλου, που αν και αρκετά αφαιρετικό θα πρέπει να αναπαριστά ορθά τις σχέσεις των τεχνικών έργων μεταξύ τους και με το φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον. Τα επιμέρους στοιχεία του μοντέλου ήταν οι λεκάνες απορροής, οι υπόγειοι υδροφορείς, οι αγροτικές εκτάσεις, οι οικισμοί, οι ταμιευτήρες, οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί (που σε δύο περιπτώσεις είναι αντιστρεπτής λειτουργίας) και το δίκτυο μεταφοράς νερού.

Για τις ανάγκες τις εργασίες πραγματοποιήθηκε συλλογή πληθώρας δεδομένων καθώς και αποδελτίωση μεγάλου αριθμού υδρολογικών και διαχειριστικών μελετών. Η οργάνωση και ανάλυση των χωρικών δεδομένων έγινε με την υποστήριξη ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών. Σημαντικός φόρτος αναλώθηκε στις υδρολογικές αναλύσεις και την εκτίμηση των υδατικών αναγκών της περιοχής. Αφού καθορίστηκαν τα υδρολογικά δεδομένα εισόδου του υδροσυστήματος, παρήχθησαν συνθετικές χρονοσειρές 1000 ετών μέσω στοχαστικής προσομοίωσης, που αναπαράγουν τα στατιστικά χαρακτηριστικά των ιστορικών δειγμάτων ποσοτικοποιώντας την αβεβαιότητά τους σε πολλαπλές χρονικές κλίμακες. Από την άλλη πλευρά, οι ζητήσεις νερού για διάφορες χρήσεις και οι σχετικοί περιορισμοί διαμορφώθηκαν έπειτα από επεξεργασία των διαθέσιμων ιστορικών δεδομένων καθώς και σχεδίων ανάπτυξης από διάφορες μελέτες, ώστε να ανταποκρίνονται όσο το δυνατόν πιο πιστά στην πραγματικότητα.

Με βάση τα παραπάνω, καταρτίστηκαν εναλλακτικά σενάρια ανάπτυξης και διαχείρισης του υδροσυστήματος, τα οποία αναλύθηκαν και αξιολογήθηκαν μέσω των εργαλείων προσομοίωσης και βελτιστοποίησης του λογισμικού ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ. Στις αναλύσεις, ιδιαίτερο βάρος δόθηκε στη βελτιστοποίηση της ενεργειακής παραγωγής του συστήματος, με τρόπο ώστε να ικανοποιούνται πλήρως οι υψηλής προτεραιότητας χρήσεις νερού (υδρευτικές ανάγκες και περιβαλλοντικοί περιορισμοί) και να εξασφαλίζεται ικανοποιητικό επίπεδο αξιοπιστίας στην ικανοποίηση των αρδευτικών χρήσεων.

1.2 Συνοπτική αναφορά στο διαχειριστικό πρόβλημα

Το υδροσύστημα που εξετάζεται είναι εξαιρετικά κρίσιμο για την εθνική οικονομία, καθώς τα υδροηλεκτρικά έργα του Αχελώου κατέχουν σημαντικό μέρος της εγκατεστημένης υδροηλεκτρικής ισχύος της χώρας, ενώ στην λεκάνη απορροής του Πηνειού βρίσκονται οι μεγαλύτερες καλλιεργήσιμες εκτάσεις. Είναι ακόμη γνωστό ότι η ΛΑΠ Αχελώου είναι από τις πλουσιότερες υδρολογικές λεκάνες, και οι ζητήσεις υδατικών πόρων της καλύπτονται με επάρκεια, ενώ στην φτωχότερη υδρολογικά Θεσσαλία η ζήτηση είναι σημαντικά μεγαλύτερη της προσφοράς. Μάλιστα, εκτός του ίδιου του ελλείμματος, μείζον πρόβλημα, το οποίο πρέπει να αντιμετωπιστεί άμεσα, είναι η περιβαλλοντική υποβάθμιση και υπερεκμετάλλευση τόσο των επιφανειακών όσο και, κυρίως, των υπογείων υδάτων.

Η συνδιαχείριση των δύο λεκανών και η προσπάθεια επίλυσης της ελλειμματικής κατάστασης στη Θεσσαλία θα μπορούσε να υλοποιηθεί μέσω της εκτροπής μικρού μέρους της απορροής του Αχελώου στην λεκάνη του Πηνειού. Τα έργα της εκτροπής, παρόλο που έχουν μελετηθεί εδώ και δεκαετίες, ακόμη παραμένουν ημιτελή, ενώ επανειλημμένα έχουν ακυρωθεί οι εγκρίσεις περιβαλλοντικών όρων από το Συμβούλιο της Επικρατείας μετά από πιέσεις και αντιδράσεις κοινωνικών ομάδων. Οι ενστάσεις γίνονται ως προς το περιβαλλοντικό, κυρίως, κόστος της εκτροπής, ενώ γίνεται και αναφορά σε ενδεχόμενη μείωση της παραγόμενης ενέργειας των υδροηλεκτρικών στον Αχελώο. Παραγνωρίζεται ωστόσο πως με λειτουργία διατάξεων αντλησιοταμίευσης (π.χ. μεταξύ των ταμιευτήρων Συκιάς και Μουζακίου, όπως προβλέπεται σε παλαιότερο σχεδιασμό), το ενεργειακό όφελος της ΔΕΗ θα είναι μεγαλύτερο από ότι στην υφιστάμενη κατάσταση (Κουτσογιάννης, 2006). Όσον αφορά στο περιβαλλοντικό κόστος, μέχρι σήμερα δεν έχει γίνει καμιά ολοκληρωμένη προσπάθεια αποτίμησής του, με συνυπολογισμό του περιβαλλοντικού οφέλους στην λεκάνη του Πηνειού, μεταξύ άλλων και λόγω του περιορισμού των αντλήσεων. Αυτό καταδεικνύει και τη σοβαρή έλλειψη στρατηγικού σχεδιασμού για τα έργα μεγάλης κλίμακας και συντονισμού όλων των ενδιαφερόμενων μερών με σκοπό τον καθορισμό ενός κοινού οράματος για τη βιώσιμη διαχείριση των δύο λεκανών και τη μεγιστοποίηση της κοινής ωφέλειας που παράγεται από την αξιοποίηση των υδατικών τους πόρων. Η ελληνική πραγματικότητα δυστυχώς βρίθει από παρόμοια παραδείγματα. Η ολοκληρωμένη διαχείριση των υδατικών πόρων γίνεται περισσότερο δυσχερές λόγω του κατακερματισμού των διαφόρων υπηρεσιών σε πολλούς φορείς, όπως η ΔΕΗ για την λειτουργία των ταμιευτήρων και την υδροηλεκτρική παραγωγή, οι τοπικοί ΓΟΕΒ και ΤΟΕΒ για τις πρακτικές άρδευσης, οι τοπικές ΔΕΥΑ για το πόσιμο νερό και άλλοι. Περαιτέρω εμπόδια φέρνει η προσπάθεια ιδιωτικοποίησης μερικών από αυτών (π.χ. ΔΕΗ) μέσω της ιδιωτικοποίησης του κέρδους και της μετακύλισης των απωλειών και των επιπτώσεων στην κοινωνία (Δήμας, 2013).

Η παρούσα διπλωματική εργασία δεν έχει σκοπό να υπεραμυνθεί υπέρ του έργου της εκτροπής Αχελώου σε βάρος άλλων λύσεων που θα μπορούσαν να είχαν δρομολογηθεί, όπως την αντικατάσταση των καλλιεργειών της Θεσσαλίας με άλλες ξηρικές ή λιγότερο υδροβόρες, οι οποίες όμως είναι κυρίως ζήτημα πολιτικής στην αγροτική παραγωγή.

Σκοπός της είναι, με δεδομένη την υφιστάμενη κατάσταση ζητήσεων ενέργειας, άρδευσης και ύδρευσης και επίτευξης περιβαλλοντικών στόχων, να παρουσιάσει ένα βέλτιστο πλαίσιο διαχείρισης των διαθέσιμων υδατικών πόρων και των δύο λεκανών ώστε να επιτυγχάνεται το μέγιστο δυνατό όφελος. Το ενδιαφέρον του διαχειριστικού προβλήματος είναι πως πρέπει να συγκεραστούν στόχοι που είναι :

- **Συχνά αντικρουόμενοι και διαφορετικής σημαντικότητας:** Στην περίπτωση αυτή τίθεται ζήτημα πολιτικής προτεραιότητας σε συνθήκες ανεπάρκειας κάλυψης όλων των ζητήσεων, ανάλογα και με τους υφιστάμενους τεχνικούς περιορισμούς. Για παράδειγμα η ικανοποίηση της ύδρευσης θα πρέπει να προηγείται πάντα της άρδευσης, ενώ, αντίθετα, η περιβαλλοντική ροή μέσω της διώρυγας φυγής ενός ΥΗΣ συνήθως δεν έρχεται σε αντίθεση με την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας.
- **Χωρικά εξαρτημένοι:** Οι κύριες λεκάνες απορροής είναι δυο, και πρέπει να καθοριστεί με σαφήνεια η πολιτική διαχείρισης σε ό,τι αφορά στην μεταφορά νερού από τη μία στην άλλη. Ένα παράδειγμα που απαντήθηκε κατά την προσομοίωση του συστήματος, ήταν το πώς αντιμετωπίζεται η υπερχειλίση του ταμιευτήρα Συκιάς. Αν επιλέγεται «χαλαρή» πολιτική σχετικά με την επιτρεπόμενη ποσότητα, το νερό μπορεί να οδηγηθεί στο διαμέρισμα Θεσσαλίας, παράγοντας ενέργεια μέσω του Υ/Η έργου Πευκοφύτου, ενώ αν η πολιτική είναι αυστηρή, ο ταμιευτήρας αφήνεται να υπερχειλίσει και το νερό αυτό αποθηκεύεται στα Κρεμαστά..
- **Χρονικά εξαρτημένοι:** Η τυπικότερη περίπτωση αφορά στη ζήτηση για αρδευτικό νερό που εμφανίζεται μόνο την θερινή περίοδο, όταν μάλιστα οι απορροές στη Θεσσαλία είναι ελάχιστες. Αν τότε ο στόχος για την χειμερινή παραγωγή ενέργειας είναι πολύ μεγάλος, ενδέχεται το καλοκαίρι η στάθμη του ταμιευτήρα να βρεθεί χαμηλά, οπότε το όφελος από την πλεονασματική ενέργεια μπορεί να εξανεμηθεί από την κατανάλωση ενέργειας για άντληση από γεωτρήσεις και από το κόστος ενδεχόμενης αστοχίας κάλυψης της ζήτησης.

Το γεγονός πάντως πως αρκετά από τα έργα, ιδιαίτερα στην περιοχή της Θεσσαλίας, δεν είναι κατασκευασμένα ανοίγει το δρόμο για την ανάλυση διάφορων εναλλακτικών αποφάσεων και αξιολογήσεων τους στο σύστημα, όπως την προσθήκη ή όχι συγκεκριμένων ταμιευτήρων ή την αλλαγή της ποσότητας εκτροπής. Δόθηκε έτσι η ευκαιρία να εξεταστεί σε βάθος ένα μοναδικό για τα ελληνικά δεδομένα ως προς την πολυπλοκότητα και τον αριθμό των βαθμών ελευθερίας διαχειριστικό πρόβλημα.

1.3 Διάρθρωση της εργασίας

Η παρούσα εργασία αποτελείται από επτά κεφάλαια τέσσερα παραρτήματα.

Στο πρώτο κεφάλαιο αποτελεί εισαγωγή στο αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας, με συνοπτική αναφορά στις προκλήσεις και στους στόχους που καλείται να αντιμετωπίσει.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται συνοπτική περιγραφή της περιοχής μελέτης. Κυρίως σκιαγραφείται αδρά η υφιστάμενη κατάσταση των ΛΑΠ Αχελώου και Πηνειού, χωρίς αναφορά σε τεχνικά έργα.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται μια σύντομη αναφορά στα υπολογιστικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται στην εργασία (μοντέλα Κασταλία και Υδρονομίας) και το θεωρητικό τους υπόβαθρο.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η κατάσταση του συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών και η σχέση του μοντέλου με φυσικές συνιστώσες του υδροσυστήματος.

Στο πέμπτο κεφάλαιο αναλύεται διεξοδικά η διαδικασία και φιλοσοφία σχηματοποίησης του μοντέλου του υδροσυστήματος. Για καλύτερη εποπτεία, η περιοχή μελέτης χωρίζεται σε δέκα υποπεριοχές και σε κάθε μία γίνεται και εκτενής περιγραφή των τεχνικών έργων, των ζητήσεων, των κανόνων λειτουργίας αλλά και των επιμέρους στόχων που πρέπει να επιτευχθούν. Η περιγραφή αναφέρεται στο βασικό διαχειριστικό σενάριο της εκτροπής των 250 hm³/έτος, με πλήρη ανάπτυξη των έργων, αλλά δίνονται και κάποια στοιχεία για τις παραδοχές που εξετάζονται στα άλλα σενάρια.

Στο έκτο κεφάλαιο εξηγείται η εκτίμηση των ιστορικών υδρολογικών δεδομένων και η παραγωγή των αντίστοιχων συνθετικών χρονοσειρών εισόδου, μέσω στοχαστικής προσομοίωσης.

Στο έβδομο κεφάλαιο παρουσιάζεται η διαμόρφωση του μοντέλου προσομοίωσης και βελτιστοποίησης και η κατάσταση των διαφόρων σεναρίων, για τα οποία γίνεται κριτική αξιολόγηση και σύγκριση των αποτελεσμάτων τους.

Στο έβδομο κεφάλαιο συνοψίζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τις παραπάνω αναλύσεις, που κωδικοποιούνται σε προτάσεις σχετικά με το βέλτιστο πλαίσιο διαχείρισης των δύο λεκανών. Ακόμη, εκφράζονται προβληματισμοί σχετικά με τις προοπτικές των έργων της εκτροπής αλλά και των λοιπών αναπτυξιακών σχεδίων της περιοχής, και συζητώνται προτάσεις για περαιτέρω διερεύνηση.

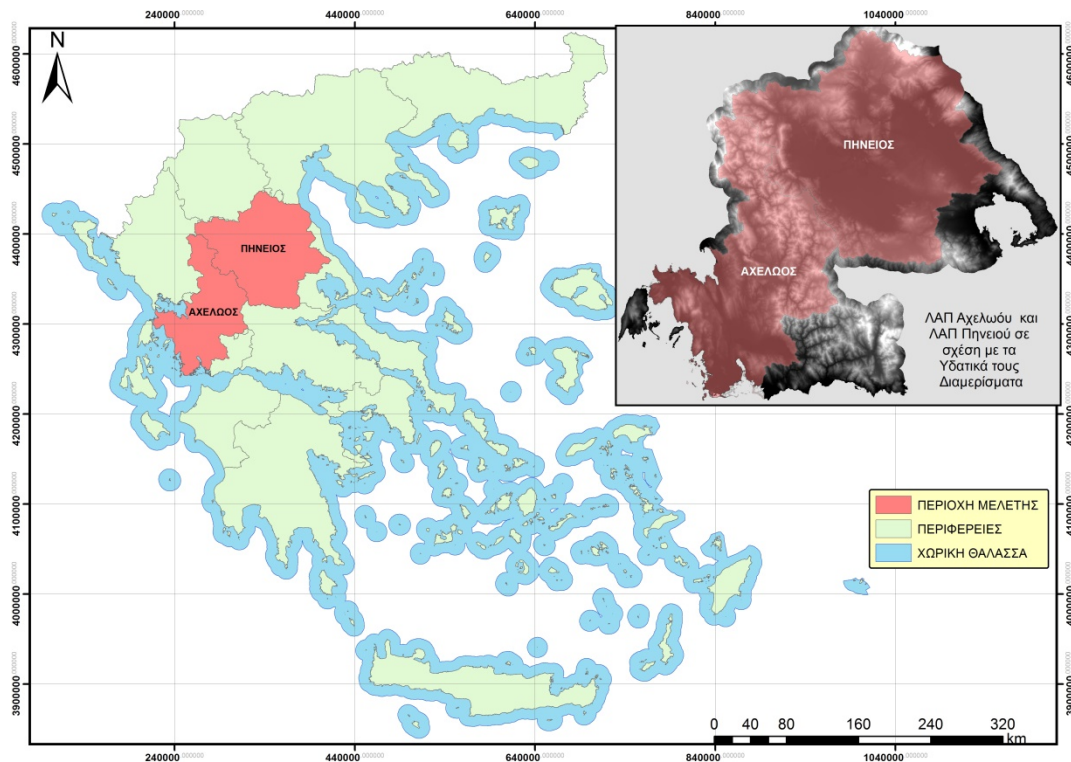
Στα παραρτήματα δίνονται αναλυτικά τεχνικά στοιχεία των έργων, στατιστικά χαρακτηριστικά των υδρολογικών χρονοσειρών, χάρτες που ψηφιοποιήθηκαν και συγκεντρωτικά αποτελέσματα ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ που για λόγους συνοχής του κειμένου παραλήφθηκαν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : Περιοχή μελέτης και διαχειριστικά προβλήματα

Το παρόν κεφάλαιο επιχειρεί μια συνοπτική αλλά κατά το δυνατό ολοκληρωμένη περιγραφή του πολύπλοκου υδροσυστήματος που συνθέτουν οι λεκάνες απορροής των ποταμών Πηνειού, που ανήκει στο Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας (ΥΔ08), και Αχελώου, που ανήκει στο Υδατικό Διαμέρισμα Δυτικής Ελλάδας (ΥΔ04), καθώς και στην ανάδειξη των διαχειριστικών προβλημάτων που προκύπτουν. Ανάλυση των τεχνικών έργων της περιοχής μελέτης θα ακολουθήσει στο *Κεφάλαιο 5* της εργασίας, όπου θα αναλυθεί και η σχέση των επιμέρους στοιχείων που θα παρουσιαστούν εδώ μεταξύ τους. Κύρια βιβλιογραφική πηγή του κεφαλαίου αποτελούν τα διαχειριστικά σχέδια των αντίστοιχων Υδατικών Διαμερισμάτων (ΥΔ), που εκπονήθηκαν στο πλαίσιο της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ.

2.1 Περιοχή μελέτης

Η εξέταση επιλέγεται να γίνει σε επίπεδο λεκανών απορροής ποταμού (ΛΑΠ), η οποία είναι η μεγαλύτερη δυνατή μονάδα διακριτοποίησης του υδροσυστήματος της διπλωματικής εργασίας. Ο χωρικός αυτός προσδιορισμός ακολουθήθηκε και στην διαμόρφωση των διαχειριστικών σχεδίων ανά Υδατικό Διαμέρισμα της χώρας ώστε να είναι εναρμονισμένα με την Οδηγία Πλαίσιο 2000/60/ΕΚ για τα νερά. Έτσι, ολόκληρη η περιοχή μελέτης εκτείνεται σε 18 592.89 km² από τα οποία τα 11 062.2 km² ανήκουν στη ΛΑΠ Πηνειού (GR16 η κωδική της ονομασία) και τα 7 530.69 km² στη ΛΑΠ Αχελώου (GR15).

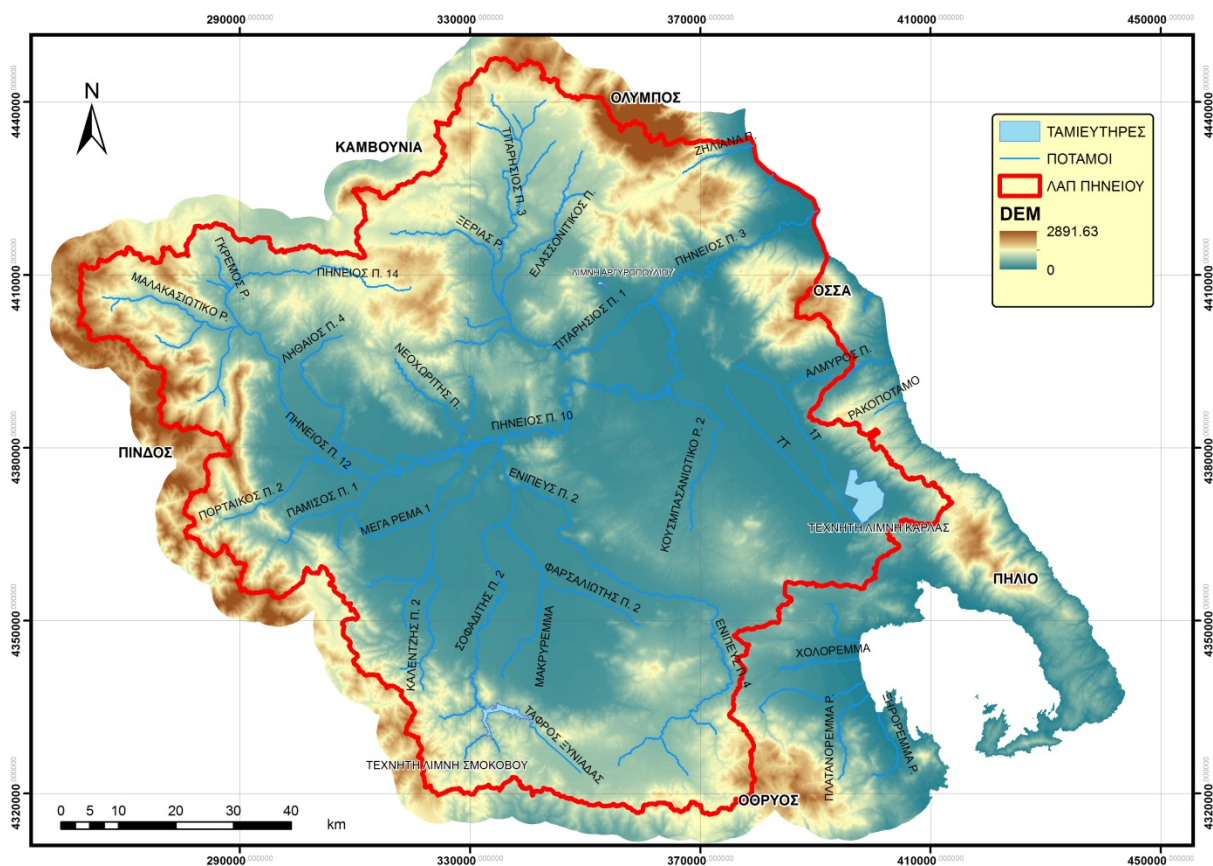


Εικόνα 2.1 : Περιοχή μελέτης.

2.2 Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας-ΛΑΠ Πηνειού

2.2.1 Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας

Η ΛΑΠ Πηνειού, έκτασης 11 062 km², αποτελεί μέρος του ευρύτερου ΥΔ08 που περιλαμβάνει και την ΛΑΠ Ρεμάτων Αλμυρού-Πηλίου, έκτασης 2 079 km² (ΥΠΕΚΑ, 2011). Το ΥΔ08 εκτείνεται κατά το μεγαλύτερο ποσοστό του εντός της Περιφέρειας Θεσσαλίας και καταλαμβάνει και μικρό έως ελάχιστο ποσοστό των Περιφερειών Στερεάς Ελλάδας και Δυτικής και Κεντρικής Μακεδονίας αντίστοιχα. Η ΛΑΠ Πηνειού εκτείνεται σε όλες τις παραπάνω περιοχές και διατρέχει όλη τη Θεσσαλική Πεδιάδα, ενώ η ΛΑΠ Ρεμάτων Αλμυρού-Πηλίου εκτείνεται μόνο στους νομούς Λάρισας και Μαγνησίας. Γεωμορφολογικά, το ΥΔ08 αποτελείται από περιφερειακούς ορεινούς όγκους και την Θεσσαλική Πεδιάδα στο κέντρο του (Εικόνα 2.2). Οι οροσειρές Ολύμπου-Καμβουνίων στα βόρεια, Πίνδου στα δυτικά, Όθρυος στα νότια και Πηλίου-Όσσας στα ανατολικά τροφοδοτούν τον Πηνειό και τους παραποτάμους του, καθώς και τα ρέματα Αλμυρού-Πηλίου στα νότια και ανατολικά.



Εικόνα 2.2: Γεωμορφολογικός χάρτης ΥΔ08.

Το κλίμα του διαμερίσματος μεταβάλλεται από μεσογειακό στην ανατολική παράκτια και ορεινή περιοχή, σε ηπειρωτικό στην κεντρική πεδινή και σε ορεινό στη δυτική ορεινή. Η ετήσια βροχόπτωση εμφανίζει τα μεγαλύτερα ύψη της στα δυτικά (π.χ. 1 142 mm στο Μουζάκι), μειώνεται στο πεδινό τμήμα (π.χ. 468 mm στη Λάρισα) και αυξάνει εκ νέου στο ανατολικό ορεινό τμήμα (π.χ. 550 mm στον Τύρναβο). Η μέση ετήσια βροχόπτωση του ΥΔ εκτιμάται σε 678 mm. Όπως γενικά ισχύει στον ελληνικό χώρο, υπάρχει άνιση κατανομή

της βροχόπτωσης με εποχικότητα. Οι μήνες από τον Οκτώβριο ως τον Ιανουάριο είναι οι πιο βροχεροί, ενώ οι μήνες Ιούλιος και Αύγουστος είναι ιδιαίτερα ξηροί. Η μέση θερμοκρασία του Υδατικού Διαμερίσματος κυμαίνεται από 16 ως 17°C. Το ετήσιο θερμομετρικό εύρος ξεπερνά τους 22°C. Οι πιο θερμοί μήνες είναι ο Ιούλιος και ο Αύγουστος και οι πιο ψυχροί ο Ιανουάριος, ο Φεβρουάριος και ο Δεκέμβριος. Οι παγετοί είναι συχνοί και εμφανίζονται κατά την περίοδο Νοεμβρίου – Απριλίου, ενώ η χιονοπτώσεις είναι συχνές στα ορεινά του Διαμερίσματος.

2.2.2 Υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά ΛΑΠ Πηνειού

Η ΛΑΠ Πηνειού αποτελείται από πολλές επιμέρους υπολεκάνες, καθώς ακτινικά της κοίτης του Πηνειού συγκλίνει πλήθος παραπόταμων που τον τροφοδοτούν με τα νερά τους, με σημαντικότερους τους Καλέτζη, Πάμισο, Ενιπέα, Σοφαδίτη, Φαρσαλιώτη, Ληθαίο, Πορταϊκό, Νεοχωρίτη και Τιταρήσιο (Εικόνα 2.2). Επιπρόσθετα στο Πηνειό καταλήγουν (μέσω του Καλέτζη) οι εκροές του ταμιευτήρα Ταυρωπού, τα νερά του οποίου προέρχονται από εκτροπή του ομώνυμου παραπόταμου του Αχελώου, που υδρολογικά ανήκει στο ΥΔ04.

Πίνακας 2.1: Κυριότερα φυσικά ποτάμια συστήματα της ΛΑΠ Πηνειού.

Ποτάμια συστήματα ΛΑΠ Πηνειού	Μήκος (km)
Πηνειός	262
Ενιπέας	132
Φαρσαλιώτης	38
Σοφαδίτης	56
Καλέτζης	58
Πάμισος	25
Πορταϊκός	24
Ληθαίος	63
Νεοχωρίτης	27
Τιταρήσιος	96

Εκτός των φυσικών ρεμάτων και παραποτάμων του Πίνακα 2.1, το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης συγκροτείται και από πλήθος τεχνητών τάφρων και διωρύγων που προέκυψαν από την ανθρώπινη παρέμβαση για την άρδευση, με σπουδαιότερα την τάφρο του Μέγα, την διευθέτηση του Κουσμπασανιώτικου ρέματος, και τις συλλεκτήριες τάφρους 7Σ και 1Τ (Εικόνα 2.2) που εμφανίζουν αξιόλογες παροχές. Σημειώνεται ότι στη λεκάνη του Πηνειού προσμετρώνται ακόμη οι κλειστές λεκάνες της αποξηραμένης λίμνης Κάρλας, έκτασης 1 050 km², που ανασυστάθηκε ως τεχνητή λίμνη πλέον για αρδευτικούς σκοπούς, και άλλων δύο μικρότερων αποξηραμένων λιμνών, της Ξυνιάδας (αποτελεί τμήμα της λεκάνης απορροής του ταμιευτήρα Σμοκόβου) και της Καλλιπεύκης. Η μέση ετήσια απορροή της ΛΑΠ Πηνειού εκτιμάται σε 3 540 hm³, με τα 3 325 hm³ να ανήκουν στη φυσική λεκάνη του Πηνειού. Στο υδατικό δυναμικό προστίθενται και άλλα 150 hm³ από την εκτροπή του Ταυρωπού μέσω του ομώνυμου ταμιευτήρα.

Ως προς τα λιμναία συστήματα, υπάρχει πλήθος μικρών αρδευτικών ταμιευτήρων (άνω των 155) σε όλη την πεδιάδα της Θεσσαλίας τα περισσότερα πρόχειρα εποχικά φράγματα με αναχώματα (Θανόπουλος κ.α, 2008). Τα μόνα αξιόλογα είναι η τεχνητή λίμνη Σμοκόβου, το Μάτι Τυρνάβου (ή λίμνη Αργυροπουλίου) και η εν μέρει τεχνητή λίμνη Κάρλας. Βέβαια, σε επίπεδο μελετών έχουν προταθεί πολλοί νέοι ταμιευτήρες, με σημαντικότερους αυτούς της Πύλης και του Μουζακίου, που σχετίζονται με μία από τις προτεινόμενες διατάξεις έργων του ευρύτερου σχεδίου εκτροπής του Αχελώου. Οι δύο αυτοί ταμιευτήρες μελετήθηκαν στο πλαίσιο των θεωρητικών αναλύσεων της παρούσας εργασίας, που αφορά σε μελλοντικά σενάρια ανάπτυξης του διασυνδεδεμένου υδροσυστήματος.

Ως προς τα υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά, διακρίνονται τρεις κύριες κατηγορίες υπόγειων υδατικών συστημάτων με κριτήριο την υδρολιθολογική συμπεριφορά των σχηματισμών τους (καρστική, κοκκώδης, ρηγματώδης). Αναλυτικότερα:

- Η πρώτη κατηγορία αφορά σε προσχωματικούς υδροφορείς, στους οποίους η κίνηση του νερού γίνεται μέσω του πρωτογενούς πορώδους των σχηματισμών. Αυτοί κυρίως εντοπίζονται στην πεδιάδα της Θεσσαλίας, η οποία χωρίζεται στην ανατολική και δυτική υδρογεωλογική λεκάνη. Στον Πίνακα 2.2 παρουσιάζονται οι κύριες προσχωματικές υδροφορίες του Διαμερίσματος, ανάλογα με την θέση τους.
- Η δεύτερη κατηγορία αφορά σε σχηματισμούς όπου η κίνηση του νερού γίνεται μέσω ρηγμάτων, διακλάσεων κτλ, δηλαδή από το δευτερογενές πορώδες τους. Στο ΥΔ08 αντιπροσωπευτική των σχηματισμών αυτών είναι η λοφώδης περιοχή νεογενών αποθέσεων της Ταουσάνης, με διάφορα ασυνεχή και ανομοιογενή υδροφόρα στρώματα. Αυτά παρουσιάζουν προβληματική υδροφορία, καθώς η επαναπλήρωση τους γίνεται από την κατείσδυση της βροχής. Η λοφώδης αυτή ζώνη βρίσκεται ανάμεσα στη δυτική και ανατολική πεδιάδα προσχωματικών υδροφορέων και τις διαχωρίζει. Ρηγματώδεις σχηματισμοί βρίσκονται, επίσης, και στα ορεινά του Διαμερίσματος.
- Η τρίτη κατηγορία είναι τα καρστικά στρώματα που απαντώνται περιμετρικά της πεδιάδας Θεσσαλίας στους ορεινούς όγκους, και στα οποία η κυκλοφορία του νερού γίνεται από τη διάλυση των ανθρακικών σχηματισμών σε ασβεστόλιθους και μάρμαρα. Στην περιοχή αυτή αναπτύσσονται τρεις γεωτεκτονικές ζώνες, υπερπινδική, πελαγονική και υποπελαγονική. Κοινά χαρακτηριστικά τους είναι ότι συνδέονται με πλήθος πηγών και εμφανίζουν σημαντικές παροχές. Τα κυριότερα καρσικά συστήματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.3.

Στο ΥΔ08 παρατηρούνται και μεικτού τύπου σχηματισμοί, με κύριο χαρακτηριστικό τις ρηγματώσεις. Στην Εικόνα 2.3 απεικονίζεται ο υδρογεωλογικός χάρτης του ΥΔ, και ειδικότερα το επεξεργασμένο επίπεδο «GWB» (ground water bodies – υπόγειοι υδροφορείς) του διαχειριστικού σχεδίου του ΥΠΕΚΑ (2011).

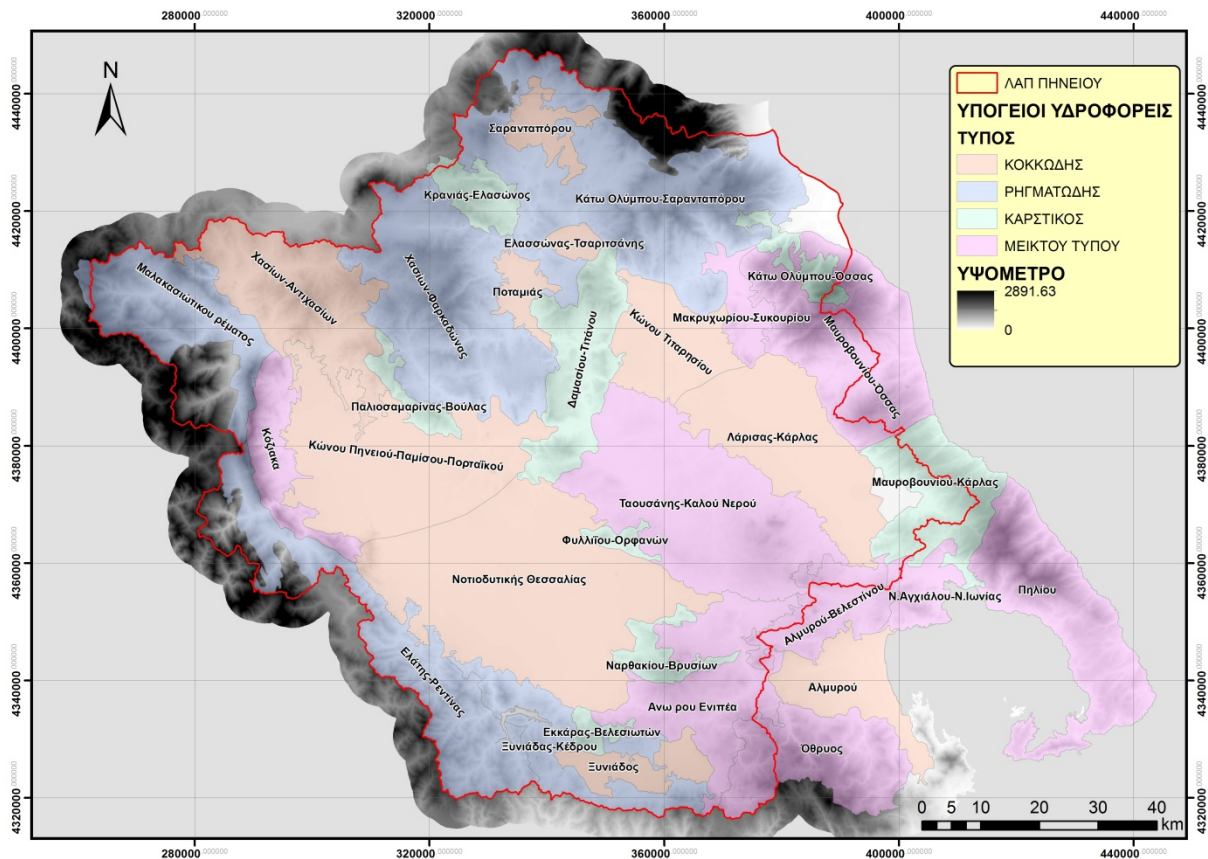
Πίνακας 2.2: Κοκκώδεις υπόγειοι υδροφορείς ΛΑΠ Πηνειού.

Δυτική υδρογεωλογική λεκάνη	Χαρακτηριστικά
Κώνιοι Πηνειού, Πορταϊκού, Πάμισου	Φρεάτιοι, υψηλό δυναμικό, τροφοδοσία από ποταμούς και κατείσδυση βροχής
Κώνος Σοφαδίτη	Φρεάτιος με μετάπτωση σε υπό πίεση, υψηλό δυναμικό, τροφοδοσία από ποταμό
Υπόλοιπο δυτικής λεκάνης	Διάφοροι υπό πίεση υδροφορείς, τροφοδοσία από παραπόταμους του Πηνειού, δυσκολία επαναπλήρωσης των απολήψεων
Ανατολική υδρογεωλογική λεκάνη	Χαρακτηριστικά
Λεκάνη Τυρνάβου	Φρεάτιοι υδροφορείς , μεταπίπτουν σε υπό πίεση, τροφοδοσία από τον ποταμό Τιταρήσιο και κατείσδυση βροχής
Υπόλοιπο ανατολικής λεκάνης	Βαθιοί υπό πίεση υδροφορείς, βραδεία τροφοδοσία από πλευρική μετάγγιση του κώνου Τιταρησίου

Πίνακας 2.3: Καρστικοί υπόγειοι υδροφορείς ΥΔ08, στη ΛΑΠ Πηνειού ανήκουν οι τονισμένοι.

Ομάδα
Καρστική ενότητα Κοζιάκα
Καρστική ενότητα κρυσταλλικών ασβεστόλιθων κεντρικής Θεσσαλίας
Καρστική ενότητα Μαυροβουνίου-Πηλίου (Κάρλας)
Καρστική ενότητα Όσσας Κάτω Ολύμπου
Καρστική ενότητα ασβεστολιθικών εμφανίσεων νότιας πεδιάδας Θεσσαλίας
Καρστικό σύστημα βόρειας Όθρυος
Καρστικό σύστημα Κεφαλόβρυσου Ελασσόνας
Καρστικό σύστημα Ολύμπου
Καρστικό σύστημα Πίνδου

Αξίζει να σημειωθεί πως καθώς στο ΥΔ08 υπάρχουν δύο υδρολογικές λεκάνες, του Πηνειού και των Ρεμάτων Αλμυρού-Πηλίου, σε αρκετές περιπτώσεις οι υπόγειοι υδροφορείς τους είναι διασυννοριακοί. Όμως για τους σκοπούς αυτής της διπλωματικής ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι υδροφορείς που αναπτύσσονται κυρίως στην λεκάνη του Πηνειού. Οι υπόγειοι υδροφορείς της Θεσσαλίας είναι ιδιαίτερα σημαντικοί για το Διαμέρισμα, καθώς αποτελούν τον κυριότερο τροφοδότη για το υδρευτικό και αρδευτικό νερό, με εκτιμώμενες μέσες ετήσιες απολήψεις 758 hm³ στην ΛΑΠ Πηνειού.



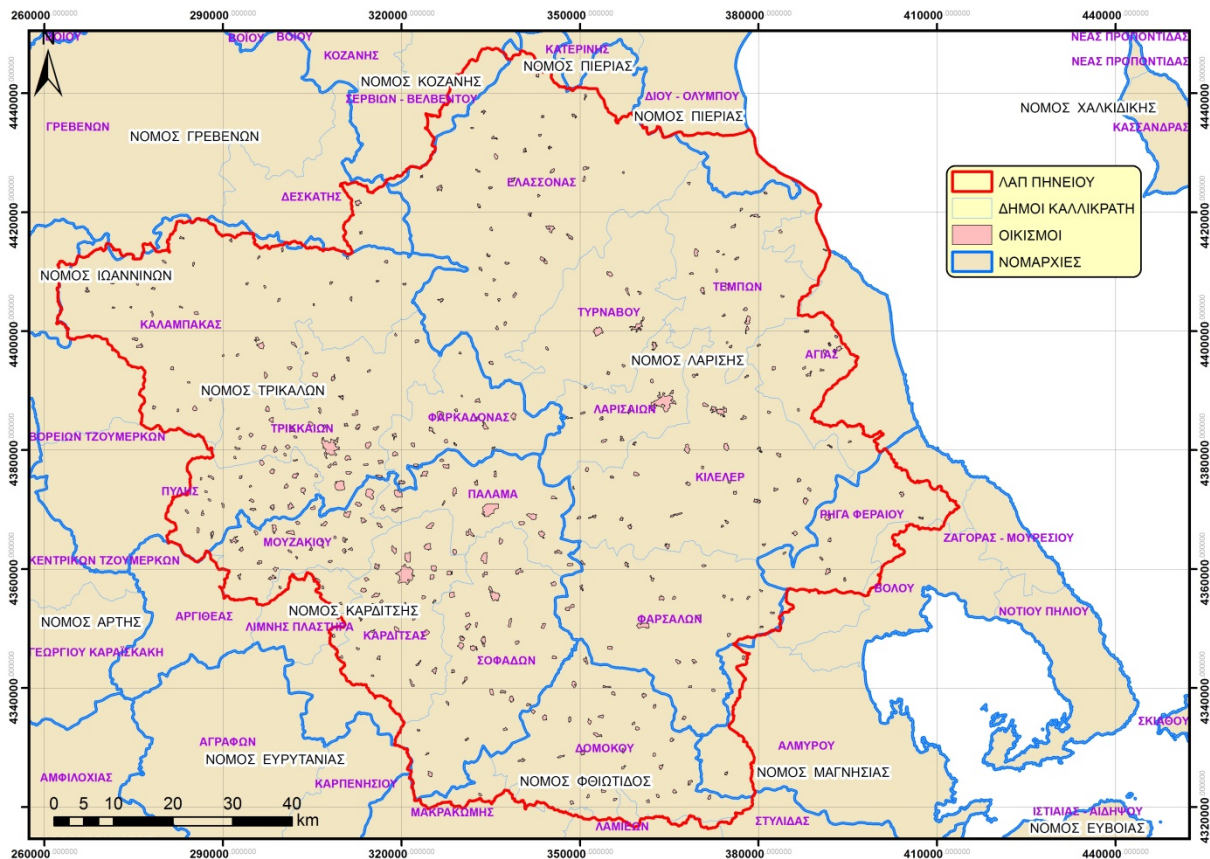
Εικόνα 2.3: Υδρογεωλογικός χάρτης ΥΔ08.

2.2.3 Ανθρωπογενές περιβάλλον

Σύμφωνα με την απογραφή της ΕΣΥΕ το 2001, ο πληθυσμός του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας ήταν 750 445 μόνιμοι κάτοικοι, ενώ στην περιφέρεια Θεσσαλίας το 2011 ζούσαν 732 762 κάτοικοι. Στον Πίνακα 2.4 παρουσιάζονται οι μεγαλύτερες πόλεις του ΥΔ08, ενώ οι αντίστοιχοι Καλλικρατικοί Δήμοι απεικονίζονται στον χάρτη της Εικόνας 2.4.

Πίνακας 2.4: Σημαντικές πόλεις του ΥΔ Θεσσαλίας.

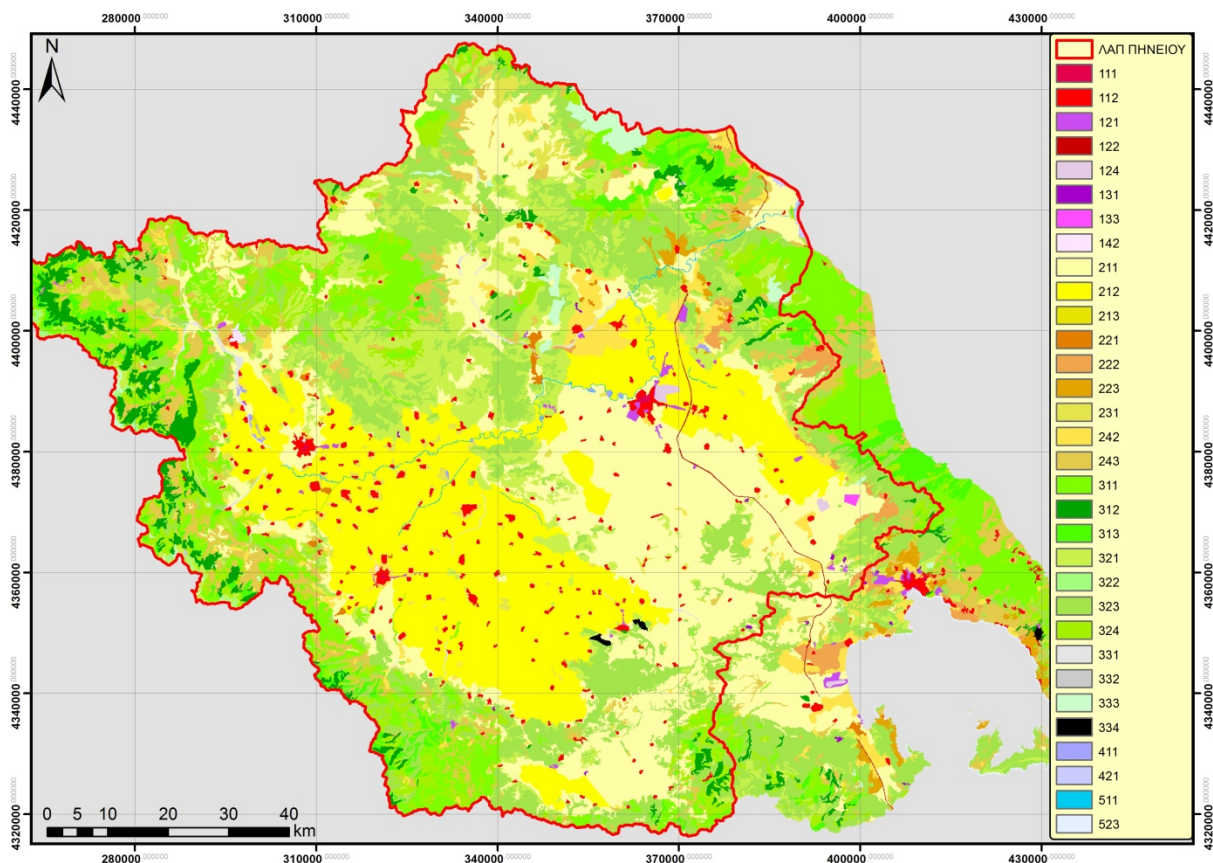
Πόλη	Πληθυσμός 2011	ΛΑΠ
Λάρισα	144 651	Πηγειού
Βόλος	86 046	Ρεμάτων Αλμυρού - Πηλίου
Τρίκαλα	61 653	Πηγειού
Καρδίτσα	38 554	Πηγειού
Τύρναβος	11 069	Πηγειού
Φάρσαλα	9 298	Πηγειού
Καλαμπάκα	8 330	Πηγειού
Αλμυρός	7 955	Ρεμάτων Αλμυρού-Πηλίου
Γιάννουλλη	7 885	Πηγειού
Ελασσόνα	7 338	Πηγειού
Αμπελώνας	6 083	Πηγειού
Σοφάδες	5 556	Πηγειού



Εικόνα 2.4: Δήμοι της ΛΑΠ Πηνειού.

Οι υδατικές ανάγκες του ανθρωπογενούς περιβάλλοντος στην ΛΑΠ Πηνειού (αλλά και σε ολόκληρο το ΥΔΟ8) περιλαμβάνουν ύδρευση, άρδευση, τουρισμό, βιομηχανικές χρήσεις, και κτηνοτροφία. Το σημαντικότερο μέρος της ζήτησης αποτελεί η άρδευση, και ακολουθεί η ζήτηση πόσιμου νερού για ύδρευση και τουρισμό. Οι κτηνοτροφία και οι βιομηχανικές χρήσεις αποτελούν μικρότερο ποσοστό. Όλες οι δραστηριότητες αναλύονται ξεχωριστά παρακάτω. Απολήψεις για τις παραπάνω χρήσεις πραγματοποιούνται τόσο από επιφανειακά νερά όσο και από υπόγειους υδροφορείς.

Στην Εικόνα 2.5 παρουσιάζονται οι χρήσεις γης όπως αποτυπώθηκαν στο πρόγραμμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης Corine Land Cover (CLC) 2000. Τα δεδομένα παρέχονται από τον ιστότοπο του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος (<http://www.eea.europa.eu>), σε μορφή επιπέδου πληροφορίας για χρήση σε Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ). Το πρόγραμμα CLC 2000 αφορά την αποτύπωση μέσω δορυφόρων (LANDSAT TM, LANDSAT TSS και SPOT) των χρήσεων γης σε όλη την Ευρώπη και αποτύπωση τους σε χάρτη με κλίμακα 1:100 000. Χρησιμοποιεί για την αποτύπωση τρία επίπεδα διαχωρισμού σε 44 κατηγορίες χρήσεων γης. Το επίπεδο πληροφορίας που χρησιμοποιήθηκε έχει ανάλυση 100x100 m. Περισσότερες πληροφορίες για την κατάταξη κάθε στοιχείου σε κατηγορία μπορεί να αναζητήσει κανείς στον τεχνικό οδηγό του προγράμματος CLC 2000 (<http://www.eea.europa.eu/publications/tech40add>).



Εικόνα 2.5 : Χάρτης χρήσεων γης ευρύτερης περιοχής Θεσσαλίας (Πηγή: Corine 2000).

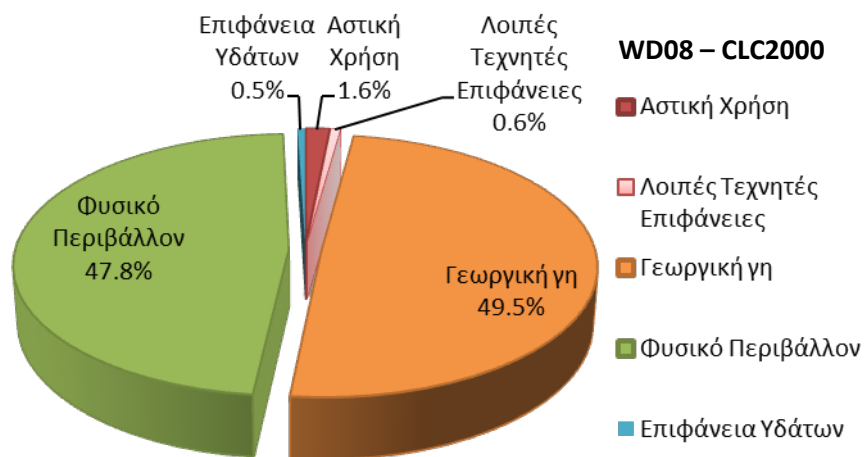
Λόγω της χρονολογίας των δεδομένων (2000), δεν έχουν αποτυπωθεί οι ταμειυτήρες Σμοκόβου και Κάρλας που δημιουργήθηκαν μεταγενέστερα. Πάντως σε μεγάλη κλίμακα ο χάρτης αυτός αποτελεί ένα αρκετά καλό εποπτικό μέσο της περιοχής μελέτης όσον αφορά στη κατανομή των χρήσεων γης. Έτσι, από την ερμηνεία του χάρτη Corine εξάγονται τα διαγράμματα που παρουσιάζουν το ποσοστό των χρήσεων γης για το ευρύτερο Διαμέρισμα Θεσσαλίας (Εικόνα 2.6) αλλά και για την περιοχή ενδιαφέροντος μέσα στην ΛΑΠ Πηνείου (Εικόνα 2.7). Στο Πίνακα 2.5 παρουσιάζονται οι εκτάσεις που καταλαμβάνουν οι διάφορες κατηγορίες χρήσεων στο ΥΔ08 αλλά και στη ΛΑΠ Πηνείου. Στην κατηγοριοποίηση διατηρείται η αγγλική ορολογία προς αποφυγή συγχύσεων.

Πίνακας 2.5: Εκτάσεις που καταλαμβάνουν οι διάφορες κατηγορίες χρήσεων γης (Πηγή: Corine 2000).

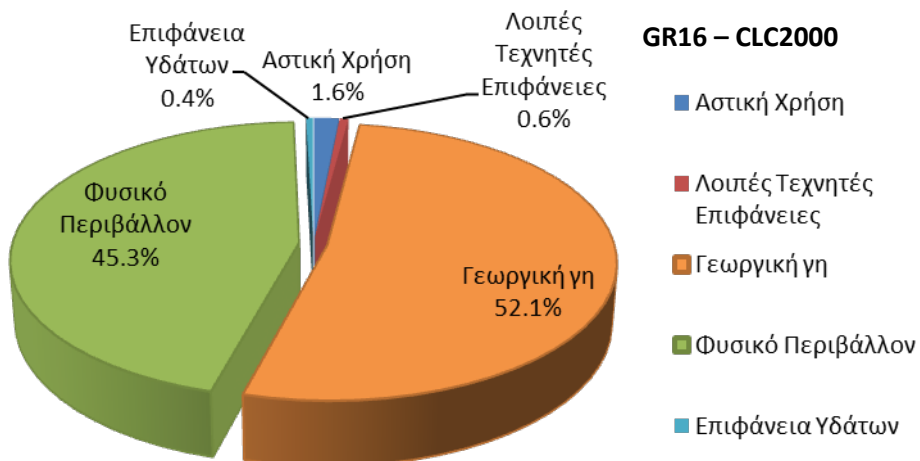
Level	Type	Code	WD08 (km ²)	GR16 (km ²)
1	Artificial surfaces			
2	Urban fabric			
3	Continuous urban fabric	111	6.01	3.62
3	Discontinuous urban fabric	112	200.69	170.13
2	Industrial, commercial and transport units			
3	Industrial or commercial units	121	39.96	26.55
3	Road and rail networks and associated land	122	13.24	9.55

3	Port Areas	123	0.39	0
3	Airports	124	13.49	11.23
2	Mine, dump and construction sites			
3	Mineral extraction sites	131	5.79	3.34
3	Dump Sites	132	0.3	0
3	Construction sites	133	5.59	5.08
2	Artificial, non-agricultural vegetated areas			
3	Green urban areas	141	0.37	0.37
3	Sport and leisure facilities	142	5.67	5.21
1	Agricultural areas			
2	Arable land			
3	Non-irrigated arable land	211	2725.32	2465.31
3	Permanently irrigated land	212	2208.02	2208.06
3	Rice fields	213	1.62	1.61
2	Permanent crops			
3	Vineyards	221	22.76	19.58
3	Fruit trees and berry plantations	222	103.72	60.28
3	Olive groves	223	99.39	32.2
2	Pastures			
3	Pastures	231	168.15	166.93
2	Heterogeneous agricultural areas			
3	Complex cultivation patterns	242	376.26	274.07
3	Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation	243	805.02	544.41
1	Forest and semi natural areas			
2	Forests			
3	Broad-leaved forest	311	1177.59	799.5
3	Coniferous forest	312	325.5	296.35
3	Mixed forest	313	294.09	210.77
2	Scrub and/or herbaceous vegetation associations			
3	Natural grasslands	321	1158.94	1081.27
3	Moors and heathland	322	19.46	15.09
3	Sclerophyllous vegetation	323	2323.51	1765.33
3	Transitional woodland-shrub	324	832.24	700.8
2	Open spaces with little or no vegetation			
3	Beaches, dunes, sands	331	36.16	36.16
3	Bare rocks	332	1.2	1.19
3	Sparsely vegetated areas	333	104.23	102.72
3	Burnt areas	334	7.56	5.18
1	Wetlands			
2	Inland wetlands			8.18

3	Inland marshes	411	8.28	8.18
2	Maritime wetlands			8.8
3	Salt marshes	421	8.8	8.8
1	Water bodies			
2	Inland waters			
3	Water courses	511	22.45	22.35
3	Water bodies	512	0.04	0
2	Marine waters			
3	Sea and ocean	523	24.69	1.18



Εικόνα 2.6: Κατανομή χρήσεων γης στο Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας.



Εικόνα 2.7 : Κατανομή χρήσεων γης στη ΛΑΠ Πηνειού.

2.2.4 Άρδευση

Η αγροτική παραγωγή στη Θεσσαλία αποτελεί μία από τις κύριες δραστηριότητες. Η γεωργική γη στο ΥΔ08 εκτείνεται σε περίπου 5 000 000 στρέμματα, με την αρδευόμενη έκταση να εκτιμάται σε περίπου 2 700 000 στρέμματα (Υπουργείο Ανάπτυξης, 2006). Από αυτά, τα 870 000 στρέμματα ανήκουν σε συλλογικά αρδευτικά δίκτυα που ομαδοποιούνται σε Τοπικούς Οργανισμούς Έγγειων Βελτιώσεων (ΤΟΕΒ). Τα στοιχεία των καλλιεργειών έχουν ληφθεί ετήσια απογραφή της ΕΣΥΕ για την γεωργία και κτηνοτροφία του έτους 2000. Η συγκεκριμένη απογραφή για κάθε είδος καλλιέργειας περιέχει στοιχεία για την έκταση, την παραγωγή και σε ορισμένες περιπτώσεις για τον αριθμό των φυτών ανά καλλιέργεια. Τα στοιχεία αυτά παρέχονται για κάθε Δημοτικό Διαμέρισμα (ΔΔ), παρέχοντας το πλεονέκτημα μιας αρκετά λεπτομερούς χωρικής διακριτοποίησης. Προκειμένου να καθοριστούν οι ανάγκες σε νερό άρδευσης του Διαμερίσματος διαμορφώνονται οκτώ κατηγορίες καλλιεργειών ανάλογα με το φυτικό συντελεστή, και έπειτα καθορίζονται τα όρια χρήσης αρδευτικού νερού σύμφωνα με την ΚΥΑ Φ.16/6631/2.6.1989 (ΦΕΚ Β 428). Αναλυτικά στοιχεία δίνονται στους Πίνακες 2.6 και 2.7.

Οι συνολικές εκτάσεις των καλλιεργειών στο Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας ανά κατηγορία της ΚΥΑ στην οποία ανήκουν δίνονται στο Παράτημα. Οι μεγαλύτερες παρουσιάζονται στο Πίνακα 2.8, όπως και συνολικά οι εκτάσεις κάθε κατηγορίας. Σημειώνεται πως οι καλλιέργειες με κατάταξη «0» είναι ξηρικές και δεν χρειάζονται άρδευση, ενώ οι υπόλοιπες σχετίζονται με τις τιμές στους Πίνακες 2.6 και Πίνακες 2.7.

Στον Πίνακα 2.9 δίνονται οι καλλιεργούμενες εκτάσεις ανά κατηγορία και ανά Δήμο. Σημειώνεται πως ο διαχωρισμός έγινε με τους Δήμους του 2001 και όχι τους νέους «Καλλικρατικούς». Οι μικρότεροι συγχωνεύτηκαν, αλλά ο πίνακας δίνει μια πληρέστερη γεωγραφική κατανομή τους. Στο πίνακα δεν προστέθηκε η κατηγορία ΚΥΑ VIII καθώς εμφανίζονται μόνο καλλιέργειες ρυζιού έκτασης 50 στρεμμάτων στο Δήμο Λαμιέων.

Πίνακας 2.6: Κατηγορίες καλλιεργειών ανά φυτικό συντελεστή Κ.

Κατηγορία I Κ = 0,55	Κατηγορία II Κ = 0,60	Κατηγορία III Κ = 0,65	Κατηγορία IV Κ = 0,70
Εσπεριδοειδή Ελιές	Σανός Ρόβι	Οπωροφόρα Ακρόδρυα Όσπρια Βαμβάκι Φράουλες Άνθη	Καπνά δυτ. τύπ. Κηπευτικά, σόργο Μποστανικά Πατάτες Ζαχαρότευτλα Ηλίανθος Αραχίδα
Κατηγορία V Κ = 0,75	Κατηγορία VI Κ = 0,80	Κατηγορία VII Κ = 0,85	Κατηγορία VIII Κ = 1,20
Καλαμπόκι Γρασίδια Λεύκες	Τριφύλλι Μηδική	Δεν εμφανίζεται	Ρύζι

Πίνακας 2.7: Όρια χρήσης αρδευτικού νερού m³/στρέμμα/μήνα.

K		Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος
I	Min	58	80	91	104	96	71
	Max	69	96	110	124	115	88
	M.O.	63.5	88	100.5	114	105.5	79.5
II	Min	60	78	99	114	105	72
	Max	72	96	120	135	126	90
	M.O.	66	87	109.5	124.5	115.5	81
III	Min	65	85	107	123	114	78
	Max	78	104	130	146	136	98
	M.O.	71.5	94.5	118.5	134.5	125	88
IV	Min	70	91	115	133	122	84
	Max	84	112	140	157	147	105
	M.O.	77	101.5	127.5	145	134.5	94.5
V	Min	75	97	124	142	131	90
	Max	90	120	150	169	157	112
	M.O.	82.5	108.5	137	155.5	144	101
VI	Min	80	104	132	152	140	96
	Max	96	128	160	180	168	120
	M.O.	88	116	146	166	154	108
VII	Min	85	89	123	140	132	89
	Max	102	115	153	170	161	119
	M.O.	93.5	102	138	155	146.5	104
VIII	Min	120	156	198	228	210	144
	Max	144	192	240	270	252	180
	M.O.	132	174	219	249	231	162

Πίνακας 2.8: Οι δέκα μεγαλύτερες καλλιέργειες και η συνολική έκταση κατά κατάταξη ΚΥΑ στο ΥΔ08.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΚΤΑΣΗ ΑΠΟ ΕΣΥΕ (στρεμ.)	ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΥΑ
Βαμβάκι ποτιστικό	1 589 472	III
Σιτάρι σκληρό	1 465 542	0
Καλαμπόκι χωρίς συγκαλλιέργεια	251 644	V
Ελαιόδενδρα για βρώσιμες ελιές	227 449	I
Σιτάρι μαλακό	206 187	0
Κριθάρι	189 931	0
Εκτάσεις με λαχανοκομικά είδη	132 882	IV
Μηδική (πολυετές τριφύλλι)	128 145	VI
Ζαχαρότευτλα	116 050	IV
Αμυγδαλιές	84 061	0
Σύνολο ΚΥΑ 0	2 330 659	0
Σύνολο ΚΥΑ I	228 236	I
Σύνολο ΚΥΑ II	48 102	II
Σύνολο ΚΥΑ III	1 607 771	III
Σύνολο ΚΥΑ IV	438 869	IV
Σύνολο ΚΥΑ V	261 951	V
Σύνολο ΚΥΑ VI	135 733	VI

Σύνολο ΚΥΑ VII	0	VII
Σύνολο ΚΥΑ VIII	50	VIII

Πίνακας 2.9: Γεωργική γη ανά Δήμο (2001) του ΥΔ08.

ΔΗΜΟΣ (2001)	Κατηγορίες ΚΥΑ							Σύνολο αρδ. (στρ)
	0	I	II	III	IV	V	VI	
ΝΟΜΟΣ ΦΘΙΩΤΙΔΟΣ								
Λαμιέων	3,752	695	50	1,455	850	129	78	3,307
Δομοκού	134,029	0	2,365	7,416	39,887	6,930	910	57,508
Θεσσαλιώτιδας	18,577	0	50	57,840	11,157	335	635	70,017
Λειανοκλαδίου	805	119	0	887	425	65	50	1,547
Μακρακώμης	3,223	57	115	112	428	476	431	1,619
Ξυνιάδας	50,639	0	1,190	305	34,740	2,673	2,743	41,651
Στυλίδος	94	298	2	0	30	8	4	342
ΝΟΜΟΣ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ								
Καρδίτσης	15,727	516	50	44,888	3,453	16,762	1,987	67,656
Άρνης	35,582	0	600	29,661	3,700	2,513	1,580	38,054
Ιθώμης	8,578	91	110	10,151	1,798	6,716	4,240	23,106
Καλλιθήρου (Ιτάμου)	5,835	1	22	2,948	438	527	296	4,232
Καλλιφωνίου	12,653	2	128	19,073	3,039	3,392	586	26,220
Κάμπου	12,348	0	10	39,950	4,266	13,020	2,480	59,726
Μενελαΐδας	12,079	5	80	11,588	770	1,269	1,360	15,072
Μουζακίου	0	0	0	0	0	0	0	0
Παλαμά	10,663	6	205	11,059	2,508	2,987	8,874	25,639
Πάμισου	18,829	0	142	70,712	5,228	3,607	1,250	80,939
Πλαστήρα (Μορφοβουνίου)	1,585	0	0	36,759	1,653	1,340	2,410	42,162
Ρεντίνας	6,017	54	90	308	415	285	158	1,309
Σελλάνων	1,915	0	50	30	190	0	30	300
Σοφάδων	4,989	82	1,440	49,246	8,198	1,949	3,380	64,295
Ταμασίου	61,081	0	1,693	112,383	21,523	7,573	2,293	145,465
Φύλλου	25,846	168	85	56,386	7,496	348	2,651	67,134
ΝΟΜΟΣ ΛΑΡΙΣΑΣ								
Λαρίσης	24,786	121	140	41,096	3,215	1,343	305	46,220
Αγιάς	36,178	1,138	53	314	3,838	4,210	0	9,553
Αμπελώνος	44,352	320	0	6,712	11,425	4,120	5,400	27,977
Αντιχασίων	9,810	0	0	100	529	830	410	1,869
Αρμενίου	32,956	0	0	55,961	1,880	1,244	430	59,515
Γιάννουλης	11,113	0	86	23,528	2,495	846	525	27,480
Γόννων	15,478	21,200	70	450	1,399	2,260	1,364	26,743

Ελασσόνος	74,644	265	350	104	4,030	5,810	3,440	13,999
Ενιππέα	22,351	0	531	99,412	13,191	1,135	1,414	115,683
Ευρυμενών	11,972	200	0	1,791	2,342	5,210	4,600	14,143
Κάτω Ολύμπου	14,619	416	14	1,810	5,916	3,022	2,845	14,023
Κιλελέρ (Κυψέλης)	42,592	100	2,200	51,978	6,278	1,912	295	62,763
Κοιλιάδος	46,487	61	460	46,927	7,615	4,725	695	60,483
Κρανώνος	90,463	12	2,108	57,202	10,354	1,047	130	70,853
Λακερείας	19,026	36	0	20,783	2,985	2,833	500	27,137
Λιβαδίου	14,378	395	52	20	974	4,880	580	6,901
Μακρυχωρίου	24,672	12,468	2	10,643	6,118	1,450	885	31,566
Μελιβοίας	25,193	1,200	50	920	1,824	59	49	4,102
Ναρθακίου	64,224	0	2,330	10,930	6,100	213	430	20,003
Νέσσωνος	24,561	8,119	15	5,711	2,882	992	469	18,188
Νικαίας	149,637	12	14,331	55,777	7,181	606	513	78,420
Ολύμπου	48,954	60	402	5	1,587	4,833	1,262	8,149
Πλατυκάμπου	63,947	0	275	118,017	10,708	5,120	2,707	136,827
Πολυδάμαντα	121,278	140	9,215	65,461	32,019	3,040	260	110,135
Ποταμιάς	42,707	210	0	52	1,690	6,299	3,750	12,001
Σαρανταπόρου	52,592	315	275	21	1,128	1,434	936	4,109
Τυρνάβου	47,299	26,501	942	13,623	18,067	5,000	5,300	69,433
Φαρσάλων	19,508	0	260	26,897	4,137	983	80	32,357
Αμπελακίων	3,723	1,027	0	0	396	230	110	1,763
Βερδικούσσης	6,145	255	0	0	392	2,200	250	3,097
Καρυάς	14,144	0	30	230	569	860	430	2,119
ΝΟΜΟΣ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ								
Βόλου	1,123	309	50	300	3,633	0	0	4,292
Αγριάς	1,918	7,040	0	170	195	0	0	7,405
Αισωνίας	14,202	4,451	10	1,077	5,540	0	10	11,088
Αλμυρού	123,663	5,506	852	34,445	8,360	3,300	2,478	54,941
Αργαλαστής	9,844	19,056	0	20	128	120	40	19,364
Αρτέμιδας	2,896	10,384	0	940	1,759	0	0	13,083
Αφετών	2,463	11,768	0	175	268	0	0	12,211
Ζαγοράς	18,700	3,999	0	450	543	0	0	4,992
Ιωλκού	159	342	0	14	303	0	0	659
Κάρλας	52,603	772	0	32,236	3,172	2,055	3,932	42,167
Μηλεών	1,370	21,289	0	647	573	0	0	22,509
Μουρσιού	8,491	3,649	0	565	658	0	0	4,872
Νέας Αγχιάλου	20,149	21,697	200	1,194	7,110	160	1,500	31,861
Νέας Ιωνίας	10,485	2,094	0	60	478	0	89	2,721
Πορταριάς	925	2,617	15	53	335	0	10	3,030
Πτελεού	830	3,922	11	1	5	2	6	3,947
Σηπιάδος	1,308	24,511	0	3	110	0	0	24,624
Σούρπης	18,965	18,833	135	8,705	3,000	1,413	385	32,471

Φερών	70,480	2,324	90	34,282	10,873	1,685	950	50,204
Ανάβρας	7,154	0	350	2	44	0	50	446
Μακρινίτισης	1,832	4,630	30	20	338	0	0	5,018
Τρικερίου	52	7,836	0	0	26	0	0	7,862
ΝΟΜΟΣ ΤΡΙΚΑΛΩΝ								
Τρικκαίων	11,673	50	25	11,888	12,410	6,523	4,500	35,396
Ελάτης (Αιθικών)	129	0	0	7	24	5	33	68
Βασιλικής	10,743	20	324	1,910	3,268	7,910	490	13,922
Γόμφων	10,165	659	49	8,850	4,276	10,184	6,963	30,981
Εστιαιώτιδας	3,776	0	66	17,123	3,264	2,291	2,160	24,904
Καλαμπάκας	21,435	11	289	1,812	2,341	4,601	3,359	12,413
Καλλιδενδρίου	1,896	0	0	1,041	1,994	7,193	2,265	12,493
Καστανιών	4,200	0	8	150	684	224	334	1,400
Κλεινόβου (Κλεινού)	3,884	0	371	166	709	3,107	2,053	6,406
Κόζιακα	5,131	12	89	273	984	3,467	818	5,643
Μαλακασίου (Παναγίας)	3,623	0	0	14	298	327	893	1,532
Μεγάλων Καλυβίων	3,187	0	3	15,935	1,863	2,163	7,385	27,349
Οιχαλίας (Νεοχωρίου)	11,011	0	81	8,651	3,011	12,412	856	25,011
Παληόκαστρου	11,021	253	36	11,848	2,156	2,718	1,166	18,177
Παραληθαίων	24,532	153	166	2,954	2,652	2,511	492	8,928
Πελιννέων	6,028	46	80	23,421	5,804	1,046	742	31,139
Πιαλείων	5,355	131	15	3,041	2,809	6,057	3,326	15,379
Πύλης	5,613	495	249	1,171	1,441	2,453	1,322	7,131
Πυνδαίων (Στουρναραϊκών)	466	0	3	42	100	141	269	555
Τυμφαίων	8,136	3	109	211	1,449	1,470	195	3,437
Φαλωρείας	14,309	0	228	6,371	3,761	11,656	2,682	24,698
Φαρκαδόνας	12,848	165	0	32,989	3,297	6,831	1,942	45,224
Χασίων	27,312	0	1,092	79	2,145	3,566	823	7,706
ΝΟΜΟΣ ΓΡΕΒΕΝΩΝ								
Δεσκάτης	13,324	0	328	0	419	777	654	2,178
ΝΟΜΟΣ ΚΟΖΑΝΗΣ								
Καμβουνίων	1,093	0	0	5	21	40	102	169
Σερβίων	15,075	91	0	14	610	1,519	552	2,786
ΝΟΜΟΣ ΠΙΕΡΙΑΣ								
Ανατολικού Ολύμπου	10,287	1,028	0	202	1,599	330	640	3,800

Πίνακας 2.10 : Μέσος όρος κατακρημνισμάτων στις δύο κύριες περιοχές άρδευσης και ενεργός βροχόπτωση

Μήνας	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος
Ανατολική Πεδιάδα Μ.Ο (mm)	41.6	41.9	19.5	20.3	19.0	14.6
Ανατολική Πεδιάδα ενεργός βροχόπτωση (mm)	27.0	27.2	12.7	13.2	12.4	9.5
Δυτική Πεδιάδα Μ.Ο (mm)	62.3	48.5	22.1	15.7	20.6	19.9
Δυτική Πεδιάδα ενεργός βροχόπτωση (mm)	40.5	31.5	14.4	10.2	13.4	12.9

Για την εκτίμηση των υδατικών αναγκών πολλαπλασιάστηκε η έκταση της κάθε κατηγορίας καλλιέργειας με το μέσο όρο των αρδευτικών ορίων του Πίνακα 2.6 . Έπειτα, εκτιμήθηκε η ενεργός βροχόπτωση από τον μέσο όρο των κατακρημνισμάτων σε σταθμούς που κρίνονται αντιπροσωπευτικοί για τις πεδινές εκτάσεις που αρδεύονται. Ο συντελεστής αναγωγής τέθηκε ίσος με 0.65. Για την Δυτική Πεδιάδα επιλέχτηκαν ως πλέον χαρακτηριστικοί οι σταθμοί Καρδίτσας και Λάρισας, ενώ για την Ανατολική Πεδιάδα επιλέχτηκαν οι Λάρισα και Ζάππειο. Στο Πίνακα 2.10 δίνονται οι αντίστοιχες τιμές σε mm.

Στη συνέχεια αφού αφαιρέθηκε η ενεργός βροχόπτωση από τις θεωρητικές ανάγκες άρδευσης, διαιρέθηκαν οι καθαρές ανάγκες ανά περιοχή με ένα συντελεστή απόδοσης που επιλέχτηκε κατά την μελέτη ίσος με 0.7125. Γενικά αυτός ο συντελεστής κυμαίνεται περίπου από 0.6 ως 0.9 για να εκφράσει τις συνολικές απώλειες λόγω διαρροών στα δίκτυα και μειωμένης απόδοσης της αντίστοιχης μεθόδου άρδευσης (επιφανειακή, καταιονισμός, στάγδην). Τα αποτελέσματα αναγκών ανά νομό φαίνονται στον Πίνακα 2.11.

Πίνακας 2.11: Ανάγκες άρδευσης ανά Νομό ΥΔ08, με την υπόθεση συντελεστή απόδοσης 0.7125.

Νομός	Έκταση (στρ)	Λεκάνη	Καθαρές ανάγκες (hm ³)	Προσαυξημένες ανάγκες (hm ³)	Ειδική κατανάλωση (m ³ /στρ)
Φθιώτιδα	175 990	Δυτική	95.39	133.88	761
Καρδίτσα	730 667	Δυτική	384.47	539.61	739
Τρίκαλα	359 892	Δυτική	201.22	282.41	785
Γρεβενά	2 180	Δυτική	1.28	1.80	826
Λάρισα	1 117 611	Ανατολική	591.46	830.11	743
Μαγνησία	359 767	Ανατολική	170.05	238.66	663
Κοζάνη	2 955	Ανατολική	1.83	2.57	871
Πιερία	3 800	Ανατολική	2.12	2.97	781
Σύνολο	2 752 862		1447.82	2032.02	738

Στο παράρτημα που δημοσιεύεται στη μελέτη του Υπουργείου Ανάπτυξης (2006) δίνονται, ανά Δήμο και ανά μήνα, τα επιμέρους δεδομένα του Πίνακα 2.10. Συγκεντρωτικά, στο

Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας αρδεύονται 2 752 862 στρέμματα με εκτιμώμενες ετήσιες ανάγκες 2032 hm³, δηλαδή τα όρια χρήσης κατά μέσο όρο εκτιμώνται σε 738 m³ ανά στρέμμα και ανά αρδευτική περίοδο. Η τιμή αυτή είναι αντιπροσωπευτική για προσωρινά έργα άρδευσης (όχι σε κλειστά δίκτυα) και σύμφωνη με τις μέσες τιμές που προέβλεπε η μελέτη των ΕΥΔΕ Αχελώου και Υδροεξυγιαντικής (1995) για άρδευση από τα εκτρεπόμενα νερά του Αχελώου (760 m³/στρ στο Νομό Λάρισας, 700 m³/στρ στο Νομό Καρδίτσας και 730 m³/στρ στο Νομό Τρικάλων). Αυτά τα μεγέθη χρησιμοποιούνται στα επόμενα στάδια της εργασίας, ενώ για τη μηνιαία κατανομή των αρδευτικών αναγκών εφαρμόζονται τα ποσοστά του Πίνακα 2.12, που αναφέρονται στην παραπάνω μελέτη.

Μπορούμε να αντιπαραβάλλουμε την ετήσια αρδευτική ζήτηση που προκύπτει με τα μεγέθη της πραγματικής άρδευσης του έτους 1995 σύμφωνα με την ΜΠΕ Αχελώου, που παρουσιάζονται στο Πίνακα 2.13. Συνεπώς διαφαίνεται μια χρόνια ελλειμματική ζήτηση, αφού η χρήση αρδευτικού νερού (309 m³/στρ) είναι σημαντικά μικρότερη από τα όρια χρήσης που εκτιμήθηκαν.

Ακόμα στο διαχειριστικό σχέδιο του ΥΔ08 αναφέρεται πως η ζήτηση για τις ανάγκες άρδευσης με στοιχεία του 2007 υπολογίστηκε σε 2001 hm³ (με εκτίμηση αρδευόμενης γης 2 500 000 στρέμματα) και η πραγματική κατανάλωση ανήλθε σε 1 211 hm³. Οι εκτιμήσεις του Υπουργείου Ανάπτυξης φαίνεται να συμβαδίζουν με αυτές του διαχειριστικού σχεδίου. Τόσο από τα στοιχεία του 1995 όσο και από του 2007, γίνεται εμφανές πως το Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας εμφανίζει πολύ σημαντικά ελλείμματα αρδευτικού νερού, δημιουργώντας ένα σοβαρό διαχειριστικό πρόβλημα.

Πίνακας 2.12: Ποσοστιαία μηνιαία κατανομή ετήσιας ζήτησης αρδευτικού νερού.

Μήνας	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος
%	5.0	11.0	23.6	30.2	26.4	3.8

Πίνακας 2.13: Στοιχεία άρδευσης 1995 στο ΥΔ08.

Νομός	Γεωργική γη (στρ.)	Γεωργική γη προς άρδευση (στρ.)	Αρδευθείσα γεωργική γη (στρ.)	Ποσοστό άρδευσης	Απολήψεις (hm ³)	Ειδική κατανάλωση (m ³ /στρ)
Φθιώτιδα	99 000	89 000	80 000	0.90	32.00	400
Καρδίτσα	1 183 000	986 500	788 000	0.80	258.36	328
Τρίκαλα	673 100	462 500	270 000	0.58	102.75	381
Λάρισα	2 307 600	1 674 300	1 108 475	0.66	282.31	255
Μαγνησία	590 300	253 500	175 000	0.69	73.25	419
Σύνολο	4 853 000	3 465 800	2 421 475	0.70	749.00	309

Αυτό που ενδιαφέρει ιδιαίτερα στην παρούσα εργασία είναι ο καθορισμός των αρδευτικών αναγκών (ζήτησης) σε σχέση με την προσφορά νερού στην ΛΑΠ Πηνειού. Στο Ν. Μαγνησίας περίπου 175 000 στρέμματα ανήκουν στις παρακάρλιες περιοχές (ΕΥΔΕ Αχελώου-ΥΠΕΧΩΔΕ, 1995), άρα και στη ΛΑΠ Πηνειού. Ακόμα, κάποιες μικρές πεδινές εκτάσεις του Ν. Λαρίσης μένουν εκτός στο Δήμο Μελίβοιας (25 000 στρέμματα) και μικρότερες σε άλλους Δήμους, οπότε περίπου 2 500 000 στρέμματα αποτελούν την αρδεύσιμη έκταση της ΛΑΠ Πηνειού. Σύμφωνα με την κατάταξη Corine που έχει μικρότερη ακρίβεια και παλαιότερα δεδομένα η αρδεύσιμη έκταση εκτιμάται σε περίπου 2 250 000 στρέμματα, ενώ με τα στοιχεία του διαχειριστικού σχεδίου ανηγμένα από τη ζήτηση της ΛΑΠ Πηνειού (1 743 hm³) με τη μέση τιμή χρήσης ανά στρέμμα (738 m³/στρ) προκύπτουν 2 360 000 στρέμματα. Ως πιο επίκαιρα, για τους σκοπούς της εργασίας χρησιμοποιούνται τα στοιχεία του διαχειριστικού σχεδίου.

Αξίζει να γίνει ιδιαίτερη αναφορά στα συλλογικά αρδευτικά δίκτυα του Υδατικού Διαμερίσματος, καθώς σε αρκετά από αυτά γίνεται απόληψη επιφανειακού νερού και η κυρίως χρήση των κρατικών γεωτρήσεων που λειτουργούν υπό την ΥΕΒ στο πλαίσιο του Προγράμματος Ανάπτυξης Υπόγειων Υδάτων Θεσσαλίας (ΠΑΥΥΘ), οι οποίες εκτιμώνται σε περίπου 1700. Ως επί το πλείστον, οι υπόλοιπες εκτάσεις που καλλιεργούνται από ιδιώτες κάνουν χρήση ιδιωτικών γεωτρήσεων ή αφορούν σε καλλιέργειες που δεν αρδεύονται. Σύμφωνα με τα παραπάνω, εκτιμάται ότι έχουν διανοιχτεί συνολικά 30 000 ως 33 000 γεωτρήσεις, που σε πολλές περιπτώσεις μάλιστα λειτουργούν χωρίς άδεια. Τα συλλογικά αρδευτικά δίκτυα χωρίζονται σε Τοπικούς Οργανισμούς Έγγειων Βελτιώσεων (ΤΟΕΒ). Ο αριθμός τους ανέρχεται σε 55 και ο διαχωρισμός τους ανά νομό δίνεται στον Πίνακα 2.14 με στοιχεία του 2004 (Υπουργείο Ανάπτυξης, 2006). Στον πίνακα δίνονται και στοιχεία για τον τρόπο άρδευσης του έτους 2004 (2003, για Ν. Λάρισας), που προέρχονται από την Γενική Διεύθυνση Έγγειων Βελτιώσεων.

Πίνακας 2.14: ΤΟΕΒ ΥΔ08.

ΤΟΕΒ/Νομός	Αρδεύσιμη έκταση (στρ)	Άρδευση με Επιφανειακά νερά (στρ)	Άρδευση με φράγματα (στρ)	Άρδευση με Γεωτρήσεις (στρ)
Ν. Τρικάλων (σύνολο)	194459	2300	0	136690
ΤΟΕΒ ΑΓ. ΑΠΟΣΤΟΛΩΝ	3026			1500
ΤΟΕΒ ΑΓ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ	700			395
ΤΟΕΒ. ΒΑΣΙΛΙΚΗΣ	11200			10313
ΤΟΕΒ. ΒΥΤΟΥΜΑ	800			555
ΤΟΕΒ ΓΟΜΦΩΝ	9275			5208
ΤΟΕΒ ΔΕΝΔΡΟΧΩΡΙΟΥ	4200			2380
ΤΟΕΒ ΔΙΑΛΕΚΤΟΥ	5500			4940
ΤΟΕΒ ΔΙΠΟΤΑΜΟΥ	1200			910
ΤΟΕΒ ΔΡΟΣΕΡΟΥ	4672			2812
ΤΟΕΒ ΕΛΕΥΘΕΡΟΧΩΡΙΟΥ	3500			1750
ΤΟΕΒ ΖΑΡΚΟΥ	12500			11068
ΤΟΕΒ ΘΕΟΠΕΤΡΑΣ	1800			1245
ΤΟΕΒ ΚΑΤΩ ΕΛΑΤΗΣ	3500			3110

ΤΟΕΒ ΚΛΟΚΩΤΟΥ	2100			954
ΤΟΕΒ ΚΑΛΟΝΕΡΙΟΥ	800			460
ΤΟΕΒ ΛΗΘΑΙΟΥ	13820			11010
ΤΟΕΒ ΛΥΓΑΡΙΑΣ	3900			3280
ΤΟΕΒ ΜΕΓΑΡΧΗΣ	9200			4245
ΤΟΕΒ Μ. ΚΕΦΑΛΟΒΡΥΣΟΥ	5350			2120
ΤΟΕΒ ΚΕΦΑΛΟΒΡΥΣΟΥ	8000			6980
ΤΟΕΒ Μ.ΚΑΛΥΒΙΩΝ	18236			11820
ΤΟΕΒ ΜΟΥΡΙΑΣ	5152			4019
ΤΟΕΒ ΠΑΛΑΙΟΜΟΝΑΣΤΗΡΙΟΥ	6000			3650
ΤΟΕΒ ΠΗΓΗΣ	8858			5320
ΤΟΕΒ ΠΡΙΝΟΥΣ	2300			1248
ΤΟΕΒ ΠΕΡΙΣΤΕΡΑΣ	1800			1260
ΤΟΕΒ ΡΑΞΑΣ	6610			5590
ΤΟΕΒ ΡΙΖΩΜΑΤΟΣ	3000			2218
ΤΟΕΒ ΡΟΓΓΙΩΝ	1200			840
ΤΟΕΒ ΣΑΡΑΚΙΝΑΣ	5500			3949
ΤΟΕΒ ΤΑΞΙΑΡΧΩΝ	1100			900
ΤΟΕΒ ΦΗΚΗΣ	7800			5470
ΤΟΕΒ ΦΩΤΑΔΑΣ	2914			2467
ΓΟΕΒ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	14000			12704
ΤΕΑ ΠΥΛΗΣ	4946	2300		
Ν. Λάρισσας (σύνολο)	319466	129629	20000	114671
ΤΟΕΒ ΠΗΝΕΙΟΥ	127000	128331.5	20000	9306.5
ΤΟΕΒ ΜΑΤΙ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	60000	791.5		8990
ΤΟΕΒ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	10400			7484.5
ΤΟΕΒ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΔΑΜΑΣΙΟΥ	12746	248		7685.5
ΤΟΕΒ ΕΝΙΠΕΩΣ ΦΑΡΣΑΛΩΝ	55000			50592
ΤΟΕΒ ΤΑΟΥΣΑΝΗΣ	19000			15250.5
ΤΟΕΒ ΑΓΙΑΣ ΣΟΦΙΑΣ	24000			11342.5
ΤΟΕΒ ΡΑΨΑΝΗΣ	1820	258		
ΤΟΕΒ ΜΑΚΡΥΧΩΡΙΟΥ	9500			4019.5
Ν. Καρδίτσας (σύνολο)	217300	0	97867	70523
ΑΡΕΑ ΤΑΥΡΩΠΟΥ	114300		96587	
ΑΡ ΣΤ. ΘΕΣΣΑΛΙΩΤΙΔΟΣ	50000			38182
ΑΡ ΣΤ. ΣΕΛΛΑΝΩΝ	30000			19202
ΑΡ ΣΤ. ΤΙΤΑΝΙΟΥ	10000			3769
ΑΡΕΑ ΓΕΛΑΝΘΗΣ	4000			3810
ΑΡΕΑ ΛΑΖΑΡΙΝΑΣ	6000			5560
ΑΡΕΑ ΜΟΣΧΑΤΟΥ ΜΕΣΣΕΝΙΚΟΛΑ ΜΟΡΦΟΒΟΥΝΙΟΥ	3000		1280	
Ν. Μαγνησίας (σύνολο)¹	139450			139450
ΤΟΕΒ ΝΕΑΣ ΑΓΧΙΑΛΟΥ	7500			7500
ΤΟΕΒ ΑΓ. ΒΛΑΣΙΟΥ	600	600		600
ΤΟΕΒ ΠΛΑΤΑΝΟΥ	1350			1350

¹ Δεν υπήρξαν δεδομένα για τις αρδευθείσες εκτάσεις του 2004, και χρησιμοποιούνται τα δεδομένα του Υπουργείου Ανάπτυξης.

ΤΟΕΒ ΛΙΜΝΗΣ ΚΑΡΛΑΣ	130000			130000
ΣΥΝΟΛΟ	870675	132529	117867	460734

Από τα στοιχεία του Πίνακα 2.14 παρατηρούμε πως αρδεύτηκαν 711 130 στρέμματα από τα 870 675 στρέμματα αρδεύσιμης έκτασης που ανήκουν σε ΤΟΕΒ, ήτοι ποσοστό 82%. Από αυτά, το 65% των εκτάσεων αρδεύτηκαν από γεωτρήσεις, πράγμα που καταδεικνύει το μέγεθος της υπερεκμετάλλευσης του υπόγειου δυναμικού ακόμα και με ύπαρξη οργανωμένων δικτύων άρδευσης. Επίσης διαφαίνεται και η έλλειψη έργων που θα προσέφεραν επιφανειακούς υδατικούς πόρους. Σημειώνεται ακόμα πως ο διαχωρισμός των συλλογικών δικτύων του Ν. Τρικάλων σε 35 μικρούς γειτονικούς ΤΟΕΒ σε σχέση με τον αριθμό και το μέγεθος των ΤΟΕΒ των άλλων Νομών, κρίνεται υπερβολικός. Το μεγαλύτερο ποσοστό των ΤΟΕΒ βρίσκεται στην ΛΑΠ Πηνειού, με συνολική έκταση 707 000 στρέμματα.

2.2.5 Ύδρευση

Υπεύθυνες για την ύδρευση του Διαμερίσματος είναι οι Δημόσιες Εταιρίες Ύδρευσης Αποχέτευσης (ΔΕΥΑ), συγκεκριμένα:

- ΔΕΥΑ Νομού Μαγνησίας: Μείζονος Περιοχής Βόλου, Αλμυρού, Ν. Αγκιάλου, Μουρεσίου (Τσαγκαράδα), Φερών (Βελεστίνο). Επισημαίνεται ότι οι ΔΕΥΑ των Σποράδων (Σκιάθου, Σκοπέλου και Αλοννήσου) ανήκουν στο ΥΔ της Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας.
- ΔΕΥΑ Νομού Λάρισας: Λάρισας, Αγιάς, Αμπελώννα – Βρυότοπου, Γιάννουλη – Φαλάνης, Ελασσόνας, Μελιβοΐας, Σαρανταπόρου, Τυρνάβου, Χασιών, Φαρσάλων.
- ΔΕΥΑ Νομού Τρικάλων: Τρικάλων, Αιθικών (Ελάτη), Γόμφων (Λυγαριά), Εστιαιώτιδας (Μεγαλοχώρι), Καλαμπάκας, Πελλιναίων (Ταξιάρχες), Πύλης, Οιχαλίας (Νεοχώρι), Φαρκαδώνας.
- ΔΕΥΑ Νομού Καρδίτσας: Καρδίτσας, Μουζακίου, Παλαμά, Σοφάδων.

Με βάση στοιχεία των ΔΕΥΑ και της απογραφής της ΕΣΥΕ του πληθυσμού του 200,1 η ειδική κατανάλωση εκτιμήθηκε σε 170 l/d/κάτοικο. Επίσης εκτιμήθηκαν κατά την μελέτη του Υπουργείου Ανάπτυξης σημαντικές απώλειες στα δίκτυα, τέτοιες ώστε οι συνολικές ετήσιες υδρευτικές ανάγκες να εμφανίζονται προσαυξημένες κατά 40%, στα 64.2 hm³. Στον Πίνακα 2.15 παρουσιάζονται οι υδρευτικές ανάγκες ανά Νομό, ενώ αναλυτικότερα στοιχεία δίνονται στα παραρτήματα της μελέτης του ΥΠ.ΑΝ.

Επισημαίνεται ότι οι εκτιμήσεις αυτές είναι λίγο παλαιότερες (2001) από το διαχειριστικό σχέδιο του ΥΔΟ8 (2007) και υπάρχουν μικρές διαφορές που θα ληφθούν υπόψη στη συνέχεια. Έλλειπει πιο επικαιροποιημένων μελετών πάντως δίνουν αρκετή πληροφορία για τη χωρική τουλάχιστον κατανομή της ζήτησης.

Πίνακας 2.15: Υδρευτικές ανάγκες ανά Νομό του ΥΔ08.

Νομός	Μόνιμος	Ημερήσια	Ετήσια	Προσαύξηση με
Φθιώτιδος	13875	2358.75	0.86	1.21
Καρδίτσας	114557	19474.69	7.11	9.95
Λαρίσης	282156	47966.52	17.51	24.51
Μαγνησίας	189178	32160.26	11.74	16.43
Τρικάλων	130135	22123.47	8.08	11.30
Γρεβενών	2656	451.52	0.16	0.23
Κοζάνης	531	90.27	0.03	0.05
Πιερίας	6442	1095.14	0.40	0.56
Σύνολο	739530	125720.62	45.89	64.24

Για την ύδρευση αξιοποιείται σε όλο το Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας νερό γεωτρήσεων, με εξαίρεση το νερό που προέρχεται από τον ταμιευτήρα Πλαστήρα για χρήση στο Σύνδεσμο Καρδίτσας και σε 37 πέριξ Δήμους και Κοινότητες (Ευστρατιάδης κ.ά., 2002) και το νερό του ταμιευτήρα Σμοκόβου που θα χρησιμοποιηθεί για την ύδρευση της Ανατολικής Καρδίτσας σε 55 συνολικά οικισμούς των Δήμων Ταμασίου, Μενελαΐδας, Καλλιφώνου, Σοφάδων, Άρνης, Παλαμά και Φύλλου (Μαμάσης κ.ά., 2007).

Στις ανάγκες ύδρευσης πρέπει να συνυπολογιστούν και πρόσθετες ζητήσεις πόσιμου νερού λόγω του τουρισμού. Στο ΥΔ08 υπάρχει τουριστική κίνηση κυρίως κατά την χειμερινή περίοδο ιδιαίτερα στη περιοχή του Πηλίου, στην ευρύτερη περιοχή της Λίμνης Πλαστήρα, στην Καλαμπάκα και στο Περτούλι Τρικάλων, ενώ παρατηρείται και στις παραθαλάσσιες περιοχές της Λάρισας το καλοκαίρι. Ο ετήσιος όγκος υπολογίστηκε με μεγαλύτερες ανάγκες ανά διανυκτέρευση, που κυμαίνονται από 300 ως 400 l/d/ισοδύναμο κάτοικο, με βάση στοιχεία της ΕΣΥΕ για το έτος 2002. Με τις παραπάνω παραδοχές, εκτιμώνται από το Υπουργείο Ανάπτυξης πρόσθετες ανάγκες 0.52 hm³ ετησίως (Πίνακας 2.16).

Πίνακας 2.16: Ζητήσεις ανά Νομό του ΥΔ08 για τουρισμό ετησίως.

Νομός	Πρόσθετη κατανάλωση για τουρισμό hm ³ /γ
Μαγνησίας	0.216
Τρικάλων	0.107
Λάρισας	0.107
Καρδίτσας	0.052
Φθιώτιδας	0.031
Σύνολο	0.519

2.2.6 Κτηνοτροφικές χρήσεις

Ανάγκες ύδρευσης (πόσιμου νερού) παρουσιάζονται και για την κτηνοτροφία της περιοχής. Κυρίως τα βοοειδή, τα χοιροειδή και τα πουλικά χρησιμοποιούν ως πηγή νερού τα οργανωμένα υδρευτικά δίκτυα καθώς πρόκειται για εσταβλισμένη κτηνοτροφία, ενώ τα προβατοειδή και οι αίγες κυρίως χρησιμοποιούν φυσικές πηγές νερού λόγω της ελεύθερης

βοσκής. Σημειώνεται πως το 83.7 % της δραστηριότητας της εσταυλισμένης κτηνοτροφίας λαμβάνει χώρα στην ΛΑΠ Πηνειού. Στο Πίνακα 2.17 παρουσιάζονται οι κεφαλές ζώων ανά Νομό (δεν περιλαμβάνονται μικρές μονάδες) και στον Πίνακα 2.18 οι ανάγκες κάθε κατηγορίας με τις οποίες έγινε η εκτίμηση της ζήτησης για το έτος 2001. Συνολικά, περίπου 4.3 εκατομμύρια ζώα εκτρέφονται στο ΥΔ08, με εκτιμώμενες ετήσιες ανάγκες 12.8 hm³.

Πίνακας 2.17: Σύνολο εκτρεφόμενων ζώων στο ΥΔ08.

Νομός	Σύνολο Ζώων
Μαγνησίας	513 297
Τρικάλων	999 725
Λαρίσης	1 503 058
Καρδίτσας	917 469
Γρεβενών	25 650
Φθιώτιδας	144 896
Σύνολο	4 104 095

Πίνακας 2.18: Ανάγκες ανά κατηγορία ζώου.

Κατηγορία	Ημερήσιες ανάγκες (l/d)
Βοοειδή	80.0
Προβατοειδή	8.0
Αίγες	8.0
Χοίροι	80.0
Ιπποειδή-Όνοι	36.0
Κουνέλια	4.0
Πουλερικά	0.2

2.2.7 Βιομηχανικές Χρήσεις

Ακόμα μία ζήτηση νερού, όχι όμως κατά ανάγκη ποσίμου-επεξεργασμένου, είναι η προς βιομηχανική χρήση. Η διεξοδική περιγραφή της ξεφεύγει από τους σκοπούς αυτής της διπλωματικής, οπότε θα παρατεθούν συνοπτικά στοιχεία από το διαχειριστικό σχέδιο του Διαμερίσματος και το Υπουργείο Ανάπτυξης.

Στο ΥΔ Θεσσαλίας, οι περιοχές συγκέντρωσης της βιομηχανικής δραστηριότητας είναι η Μαγνησία και η Λάρισα (δίπολο Λάρισα – Βόλος όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται στην έκθεση του ΥΠΑΝ), ιδίως για τις μεγαλύτερες μονάδες. Στις μεγάλες αστικές περιοχές και σε κύριους οδικούς άξονες λειτουργεί και πλήθος μικρομεσαίων και οικογενειακών μονάδων. Μεγάλος αριθμός βιομηχανιών έχει εγκατασταθεί εντός των καθορισμένων βιομηχανικών περιοχών, συγκεκριμένα στις ΒΙΠΕ Λαρίσας και ΒΙΠΕ Βόλου, το ΒΙΟ.ΠΑ Βόλου και τη ΒΙΠΕ Καρδίτσας. το 40% των μονάδων βρίσκεται εντός βιομηχανικών περιοχών και

περίπου το 60% στον άξονα των καλλικρατικών Δήμων Λάρισας, Κιλελέρ, Ρήγα Φεραίου, Βόλου και Αλμυρού. Για τις μονάδες εκτός ΒΙΠΕ, από το σύνολο των απογραφισών μονάδων η βιομηχανική δραστηριότητα εξειδικεύεται σε κλάδους μεταποίησης αγροτικών προϊόντων (κυρίως βιομηχανίες ειδών διατροφής), όπως είναι λογικό δεδομένης της έντονης γεωργικής δραστηριότητας στην περιοχή.

Ως προς την χωρική κατανομή της βιομηχανικής δραστηριότητας το 63.3% αναπτύσσεται στην λεκάνη του Πηνειού, ενώ το 36.7% στην λεκάνη ρεμάτων Αλμυρού-Πηλίου παρόλο την σημαντικά μικρότερη έκταση της δεύτερης. Η ζήτηση για όλο το διαμέρισμα σύμφωνα με το ΥΠΑΝ (στο οποίο βασίστηκε το διαχειριστικό σχέδιο) εκτιμήθηκε σε 17.65 hm³.

2.2.8 Συνολική ζήτηση και προσφορά νερού

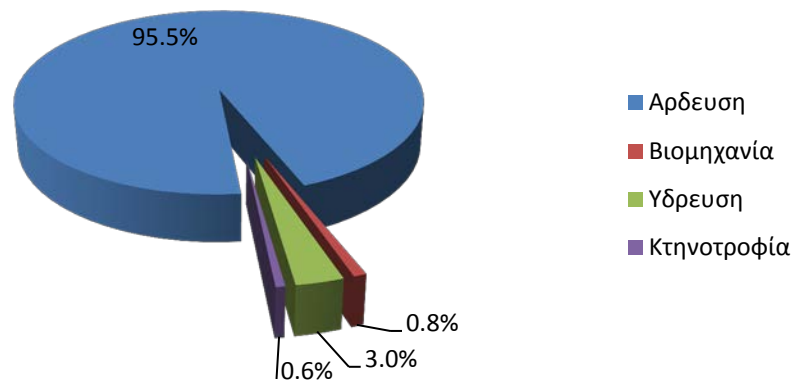
Αθροίζοντας όλες τις ζητήσεις του ΥΔ08 προκύπτει μια ετήσια ποσότητα υδατικών αναγκών 2 127.3 hm³, που ακολουθεί την κατανομή του σχήματος της *Εικόνας 2.8*. Η εικόνα της κατανομής παραμένει ίδια και στη ΛΑΠ Πηνειού στην οποία θα επικεντρωθούμε, με την άρδευση να αποτελεί και εκεί το 96% περίπου της συνολικής ζήτησης.

Έχοντας ήδη αναλύσει διεξοδικά τη μέγιστη ζήτηση προς ικανοποίηση όλων των ανθρωπογενών ζητήσεων στο Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας, θα πρέπει να εξεταστεί και η προσφορά νερού, ώστε να αποσαφηνιστεί η ύπαρξη ελλείμματος και να διαγνωστεί το μεγάλο διαχειριστικό πρόβλημα της περιοχής.

Ειδικά για την περίπτωση της κάλυψης των υδατικών αναγκών γεωργίας είχε διαπιστωθεί ανεπάρκεια των υδατικών πόρων της Θεσσαλίας από τα τέλη του 19^{ου} αιώνα, ενώ από τις αρχές το περασμένου είχαν αρχίσει σκέψεις για μεταφορά νερού από γειτονικές λεκάνες. Σε αυτό το πλαίσιο έγινε και η πρώτη εκτροπή ποταμού προς το ΥΔ08, με την δημιουργία του ταμιευτήρα Πλαστήρα έπειτα από την ολική εκτροπή του ποταμού Ταυρωπού (Μέγδοβα), παραπόταμου του Αχελώου, από το Υδατικό Διαμέρισμα Δυτικής Ελλάδας.

Τα στοιχεία του έτους 2007 δείχνουν πως για την ΛΑΠ Πηνειού οι απολήψεις ήταν 1184 hm³ για αντίστοιχη ζήτηση μεγαλύτερη από 1813 hm³, δημιουργώντας έλλειμμα 629 hm³. Αντίστοιχα, και στην ΛΑΠ ρεμάτων Αλμυρού-Πηλίου οι απολήψεις ήταν 118 hm³ έναντι ζήτησης 258 hm³, εμφανίζοντας έλλειμμα περίπου 140 hm³. Συμπερασματικά, το συνολικό έλλειμμα του Διαμερίσματος στα 770 hm³ περίπου.

Η μέση ετήσια απορροή της ΛΑΠ Πηνειού εκτιμήθηκε σε 3325 hm³, σε σύνολο 3540 hm³ του Υδατικού Διαμερίσματος. Η ΛΑΠ Πηνειού δέχεται ακόμη γύρω στα 130 hm³ ετησίως από την υδρολογική λεκάνη του Ταυρωπού. Στο *Κεφάλαιο 5* περιγράφεται αναλυτικά η μεθολογία εκτίμησης των απορροών που θα χρησιμοποιηθούν για τους σκοπούς της εργασίας.



Εικόνα 2.8: Κατανομή ζήτησης στο ΥΔ08.

Η υπερετήσια απορροή μπορεί να φαίνεται σχετικά μεγάλη, όμως ο όγκος του νερού είναι κατανεμημένος σε πάρα πολλά δευτερεύοντα ρέματα και ποταμούς. Ακόμη, λόγω κλίματος, το μεγαλύτερο μέρος των απορροών παράγεται τον χειμώνα, ενώ το συντριπτικά μεγαλύτερο κομμάτι της ζήτησης εμφανίζεται την θερινή περίοδο, κατά την οποία οι παροχές είναι ελάχιστες. Το πρόβλημα επιδεινώνεται καθώς δεν υπάρχουν επαρκή έργα ταμίευσης στη Θεσσαλία. Τα μόνα αξιόλογα είναι οι ταμιευτήρες Σμοκόβου, Κάρλας, και Πλαστήρα (που ανήκει στη ΛΑΠ Αχελώου αλλά διαχειριστικά στη ΛΑΠ Πηνειού). Υπάρχει ακόμα πλήθος μικρότερων αρδευτικών ταμιευτήρων (άνω των 65 σε αριθμό) που έχουν κατασκευαστεί και μερικοί ακόμη μικροί υπό κατασκευή, με σημαντικότερο του Αγιονερίου (13.7 hm^3), όμως η συμβολή τους είναι ιδιαίτερα μικρή στο συνολικό πρόβλημα.

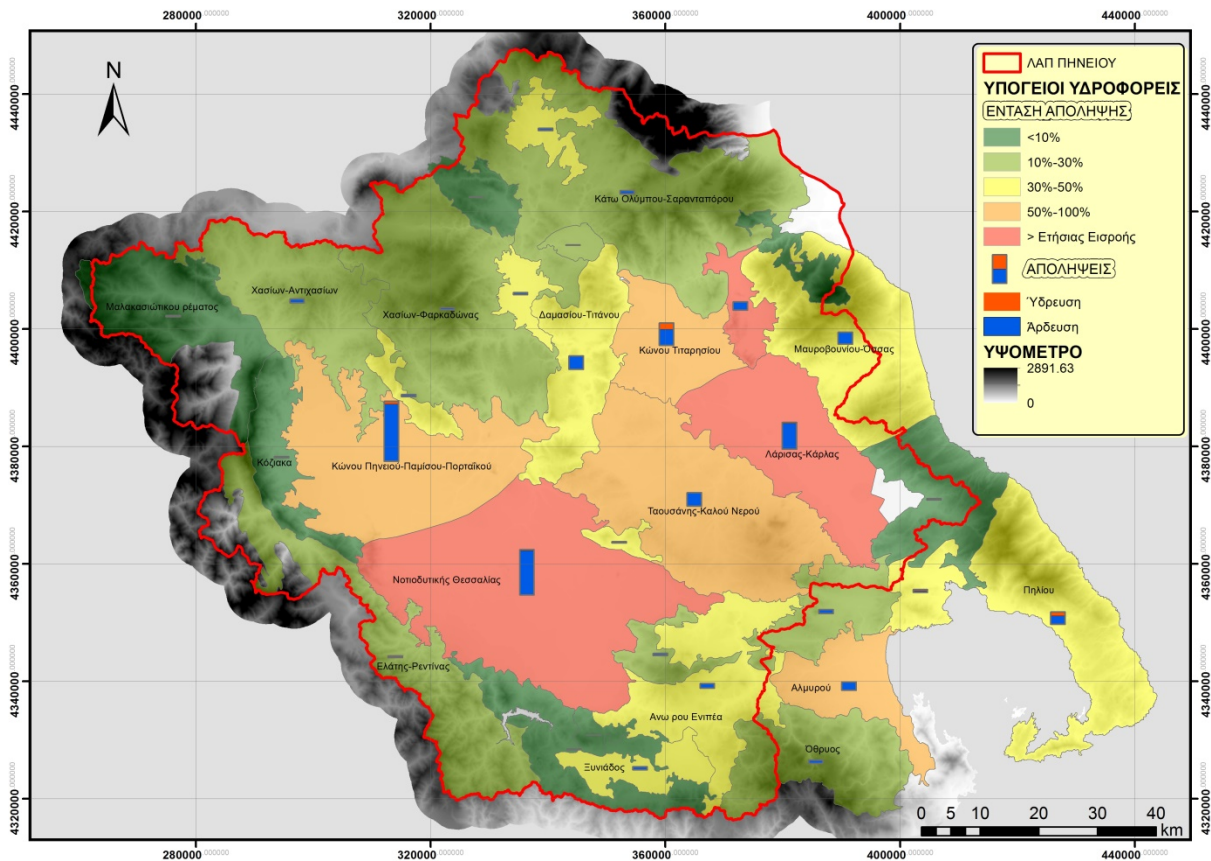
Φυσικό επακόλουθο της μη ικανοποιητικής ταμίευσης και της πολύ περιορισμένης απευθείας απόληψης από επιφανειακά νερά για την κάλυψη των θερινών αναγκών είναι η στροφή προς την απόληψη από υπόγειους υδροφορείς. Πράγματι, το μεγαλύτερο μέρος των απολήψεων πραγματοποιείται από τα υπόγεια αποθέματα, όχι μόνο τα ανανεώσιμα αλλά και τα μη ανανεώσιμα, που έχουν εξαιρετικά περιορισμένη δυνατότητα επαναπλήρωσης. Σε αρκετές περιπτώσεις, μάλιστα, οι υπόγειοι υδροφορείς τροφοδοτούν και ποταμούς, οπότε δεν είναι εύκολος ο προσδιορισμός της προέλευσης της απόληψης. Όπως φαίνεται από το χάρτη χρήσεων γης (Εικόνα 2.5) και από το υδρογεωλογικό χάρτη (Εικόνα 2.3), δημιουργείται μια σημαντική χωρική συσχέτιση της εμφάνισης της «Δυτικής» και «Ανατολικής Υδρογεωλογικής Λεκάνης» με αρδευόμενες εκτάσεις. Στη Δυτική λεκάνη γίνεται η θεώρηση ότι εμπλουτίζονται επαρκώς από την επιφανειακή ροή, καθώς είναι κλειστή, αλλά δεν ισχύει το ίδιο για την Ανατολική, όπου η βαθμιαία ταπείνωση του ορίζοντα οδηγεί στο συμπέρασμα ότι γίνεται μεγαλύτερη απόληψη μη ανανεώσιμων αποθεμάτων. Σε κάθε περίπτωση, πάντως, παρατηρείται υπεράντληση σε αρκετά από τα υπόγεια υδατικά συστήματα, με χαρακτηριστικό παράδειγμα τις γεωτρήσεις που έχουν διανοιχθεί σε βάθος ως και 300 m στην περιοχή της Κάρλας και έχουν οδηγήσει σε έντονη υφαλμύριση στον υδροφορέα Αγκιάλου-Ν.Ιωνίας. Στον Πίνακα 2.19 δίνεται η απόληψη από

τους υπόγειους υδροφορείς της ΛΑΠ Πηνειού, που ενδιαφέρουν ιδιαίτερα το αντικείμενο της παρούσας εργασίας.

Είναι λοιπόν σαφές ότι ένα ακόμα διαχειριστικό πρόβλημα της περιοχής, το οποίο μάλιστα έχει μείζονες περιβαλλοντικές προεκτάσεις, είναι η υπεράντληση επί μακρόν του υπογείου υδροφορέα. Στην *Εικόνα 2.9* παρουσιάζεται η ποσοτική κατάσταση των υπόγειων υδατικών σωμάτων στη ΛΑΠ Πηνειού.

Πίνακας 2.19: Μέσο ετήσιο Ισοζύγιο και απολήψεις υπόγειων υδροφορέων της ΛΑΠ Πηνειού (hm³).

Υδροφορέας	Εισροή	Απόληψη	Άρδευση	Υδρευση
Κόζιακα	55	3.6	1.8	1.8
Παλαιοσαμαρίνας - Βούλας	20	6.5	5.8	0.7
Πεδιάδα νοτιοδυτικής Θεσσαλίας	140	147	144	3
Σαραντάπορου	23	7.5	6.9	0.4
Κρανιας – Ελασσόνας	32	0.6	0.2	0.4
Ποταμιάς	16	6.5	6	0.5
Δομασίου – Τιτάνου	120	44	42.6	1.4
Φυλληΐτου – Ορφανών	9	4.5	4.2	0.3
Εκκάρας – Βελεσιωτών	10	0.5	0.0	0.5
Λάρισας – Κάρλας	60	87	83	4,0
Ολύμπου – Όσσας	27	1.8	1.4	0.4
Ταουσάνης – Καλού νερού	50	42	41.6	1.4
Ναρθακίου – Βρυσίων	24	6.5	6.0	0.5
Χασίων – Αντιχασίων	65	12.5	11.9	0.6
Ξυνιάδος	30	10	9.8	0.2
Ελασσώνας – Τσαρίτσανης	5	1.2	0.6	0.6
Κώννου Τιταρήσιου	90	72.5	52	20.5
Κώννου Πηνειού–Πορταϊκού – Παμισού	350	195	185.5	9.5
Χασίων – Φαρκαδώνας	40	6.8	5.3	1.5
Κάτω Ολύμπου – Σαραντάπορου	75	11.3	9.5	1.8
Μακρυχωρίου – Συκουρίου	20	26.7	26.3	0.4
Μαυροβουνίου – Όσσας	90	38	36.2	1.8
Άνω Ρου Ενιπέα	40	15	14	1.0
Ξυνιάδας – Κέδρου	25	2.0	1.2	0.8
Ελάτης – Ρεντίνας	25	5.6	5.6	0.0
Μαλακασιώτικου ρέματος	50	4.0	4.0	0.0
Σύνολο	1491	758.6	705.4	54



Εικόνα 2.9: Ένταση απολήψεων στη ΛΑΠ Πηνειού (και στο υπόλοιπο ΥΔ08).

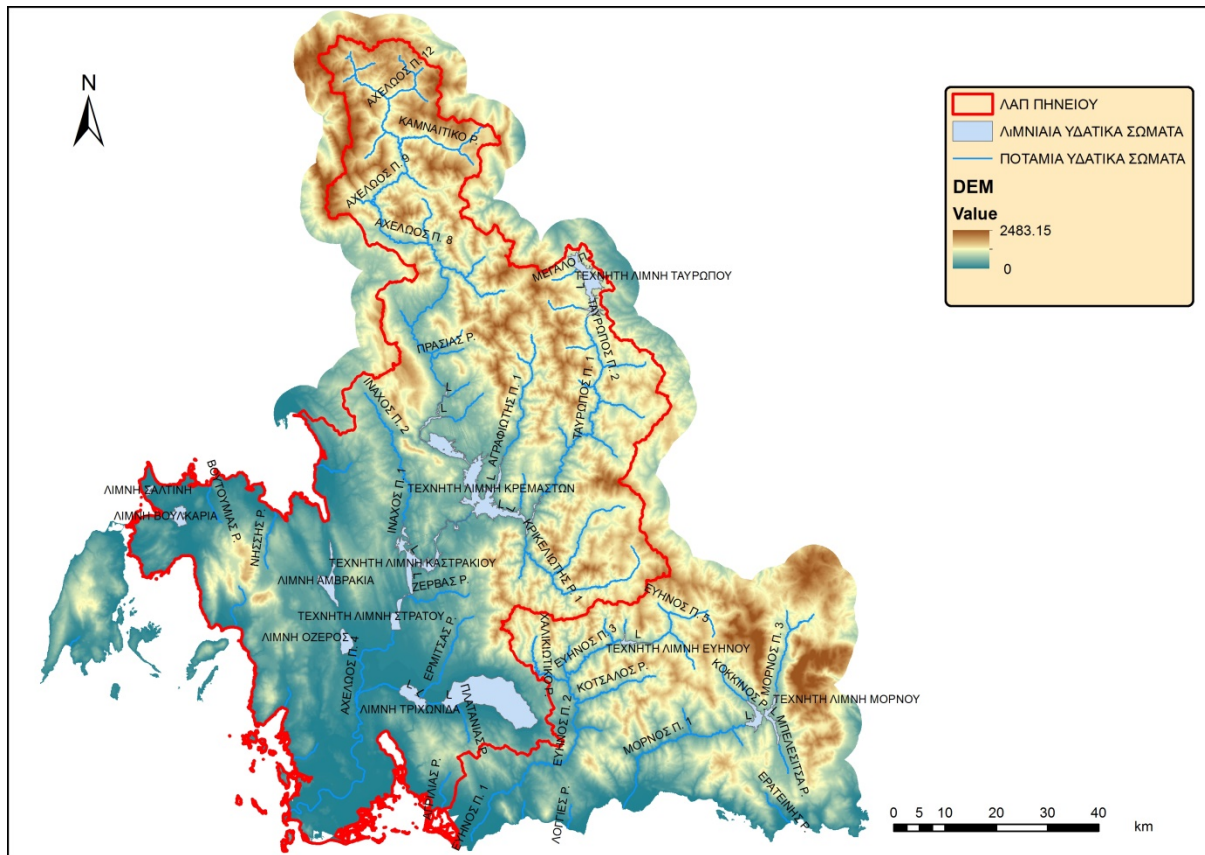
2.3 Υδατικό διαμέρισμα Δυτικής Ελλάδας-ΛΑΠ Αχελώου

2.3.1 Υδατικό διαμέρισμα Δυτικής Ελλάδας

Η ΛΑΠ Αχελώου, έκτασης 4 762 km², αποτελεί μέρος του ευρύτερου ΥΔ04 (Εικόνα 2.10) που ακόμη περιλαμβάνει τις ΛΑΠ Μόρνου (1 438 km²), Ευήνου (1 163 km²) και Λευκάδας (365 km²). Το μεγαλύτερο μέρος του Υδατικού Διαμερίσματος εκτείνεται στο βόρειο τμήμα της Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας. Περιλαμβάνει ακόμη μέρος των Περιφερειών Στερεάς Ελλάδας και Ιονίων Νήσων, μικρό μέρος της Περιφέρειας Θεσσαλίας, και ελάχιστο μέρος της Περιφέρειας Ηπείρου. Τα γεωγραφικά του όρια αποτελούν το όρος Λάκμος προς τα βορειοδυτικά, ο ορεινός όγκος της Πίνδου, των Βαρδουσιών και της Γκιώνας προς τα ανατολικά, τα όρη Βάλτου και Αθαμανικά, ο Αμβρακικός Κόλπος και το Ιόνιο Πέλαγος προς τα δυτικά, ο Κορινθιακός Κόλπος και ο Πατραϊκός κόλπος προς τα νότια.

Το ΥΔ04 είναι εν γένει ορεινό, ιδιαίτερα στα ανατολικά, ενώ υπάρχουν μικρές πεδινές εκτάσεις μόνο στα νότια στα παράλια του Μεσολογγίου και Βόνιτσας και στην πεδιάδα του Αγρινίου. Το μεγαλύτερο υψόμετρο εμφανίζεται στα Αθαμανικά Όρη, με την κορυφή στα 2416 m. Το ύψος των κατακρημνισμάτων είναι το δεύτερο μεγαλύτερο στην χώρα (μετά του Διαμερίσματος της Ηπείρου) με εύρος 800-1000 mm στα παράκτια και πεδινά, ενώ σε

ορεινές περιοχές ο μέσος όρος φτάνει τα 1400 mm και σε ψηλά υψόμετρα ξεπερνάει τα 1800 mm. Ως εκ τούτου, το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής είναι πλούσιο, με πολλούς ποταμούς και λίμνες, και τον μεγαλύτερο σε παροχή ποταμό της χώρας, τον Αχελώο.



Εικόνα 2.10: Γεωμορφολογικός χάρτης ΥΔ04.

2.3.2 Υδρο-γεωλογικά χαρακτηριστικά ΛΑΠ Αχελώου

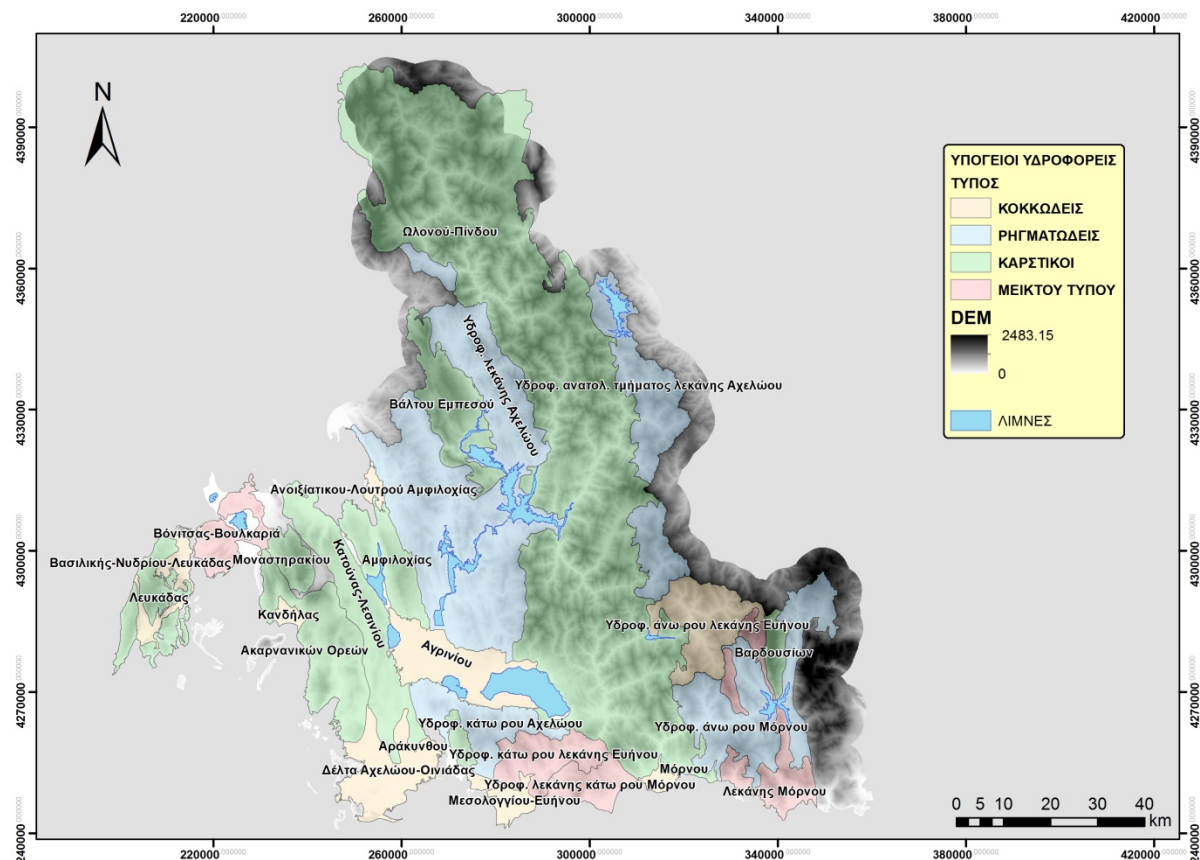
Η ΛΑΠ Αχελώου οριοθετείται στα δυτικά από τα όρη Θύαμο, Βάλτο και Αθαμάνια, στα βοριοδυτικά από τον Λάκμο, και ανατολικά από την οροσειρά της Πίνδου, τον Τυμφρηστό, την Οξιά και το Παναιτωλικό. Αποτελείται από πολλές επιμέρους υπολεκάνες, με κύριους ποταμούς τους Αχελώου, Αγραφιώτη, Ταυρωπό (εκτρέπεται στην Θεσσαλία), Ίναχο και Κρικελιώτη.

Πίνακας 2.20 : Κυριότερα φυσικά ποτάμια συστήματα της ΛΑΠ Αχελώου.

Ποτάμια Υδατικά Συστήματα ΛΑΠ Αχελώου	Μήκος (km)
Αχελώος	220
Αγραφιώτης	33
Ταυρωπός (Εκτρέπεται)	52
Ίναχος	35
Κρικελιώτης	37

Εκτός των ποταμών στη ΛΑΠ Πηνειού σχηματίζονται και μεγάλα λημναία συστήματα με τις φυσικές λίμνες Τριχωνίδα, Οζερό, Λυσιμαχία, Βουλκαριά, Αμβρακία και Σαλτίνη. Κατά μήκος του Αχελώου έχουν επίσης κατασκευαστεί οι τεχνητοί ταμειυτήρες Κρεμαστά, Καστράκι και Στράτος, ρυθμίζοντας τις ροές του ποταμού.

Ως προς την γεωμορφολογία, στο δυτικό τμήμα της ΛΑΠ εκτείνεται η Ιόνιος γεωτεκτονική ζώνη, στα νοτιοανατολικά η ζώνη Γαβρόβου-Τρίπολης και βορειοανατολικά-ανατολικά εκτείνεται σε πολύ μεγάλη έκταση η ζώνη της Πίνδου. Νεογενείς αποθέσεις δημιουργήθηκαν στα βυθίσματα όλων των λεκανών, ιδιαίτερα στην λιμνοθάλασσα του Αιτωλικού. Στην πεδιάδα του Αγρινίου και στο Δέλτα Αχελώου υπάρχουν σημαντικές τεταρτογενείς αποθέσεις. Ως προς τους υπόγειους υδροφορείς, στη ζώνη Ιονίου και Γαβρόβου-Τρίπολης εμφανίζονται σημαντικοί καρστικοί υδροφορείς. Στη ζώνη της Πίνδου εμφανίζονται πυριτικοί σχηματισμοί με ποικίλη δυναμικότητα, ενώ στις τεταρτογενείς αποθέσεις κοκκώδεις σχηματισμοί με σημαντικές υδροφορίες. Τέλος στους σχηματισμούς του φλύσχη εμφανίζονται πιο περιορισμένοι υδροφορείς μεγάλης όμως τοπικής σημασίας, καθώς αποτελούν τοπικές ανάγκες για άρδευση, ύδρευση και κτηνοτροφία. Στην *Εικόνα 2.11* απεικονίζεται ο υδρογεωλογικός χάρτης του ΥΔ, και ειδικότερα το επεξεργασμένο επίπεδο «GWB» (ground water bodies – υπόγειοι υδροφορείς) του διαχειριστικού σχεδίου του ΥΠΕΚΑ (2011).



Εικόνα 1.11: Υδρογεωλογικός χάρτης του ΥΔ04.

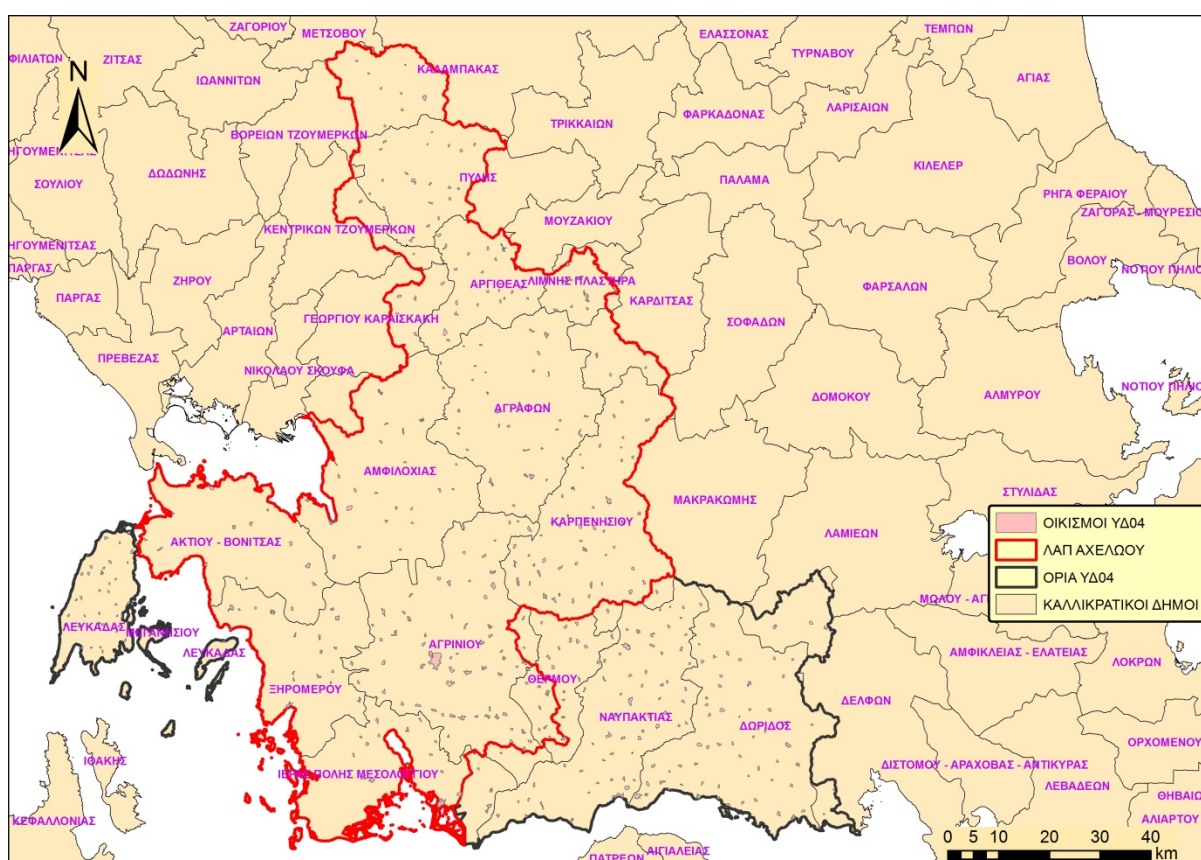
2.3.3 Ανθρωπογενές περιβάλλον

Ο μόνιμος πληθυσμός του Υδατικού Διαμερίσματος Δυτικής Ελλάδας, σύμφωνα με την απογραφή της ΕΣΥΕ το 2001, ήταν 312 516 κάτοικοι. Στον Πίνακα 2.11 παρουσιάζονται οι μεγαλύτερες πόλεις στο ΥΔ04 σύμφωνα με στοιχεία της απογραφής της ΕΣΥΕ για το 2011. Οι αντίστοιχοι Καλλικρατικοί Δήμοι Παρουσιάζονται στον χάρτη της Εικόνας 2.12.

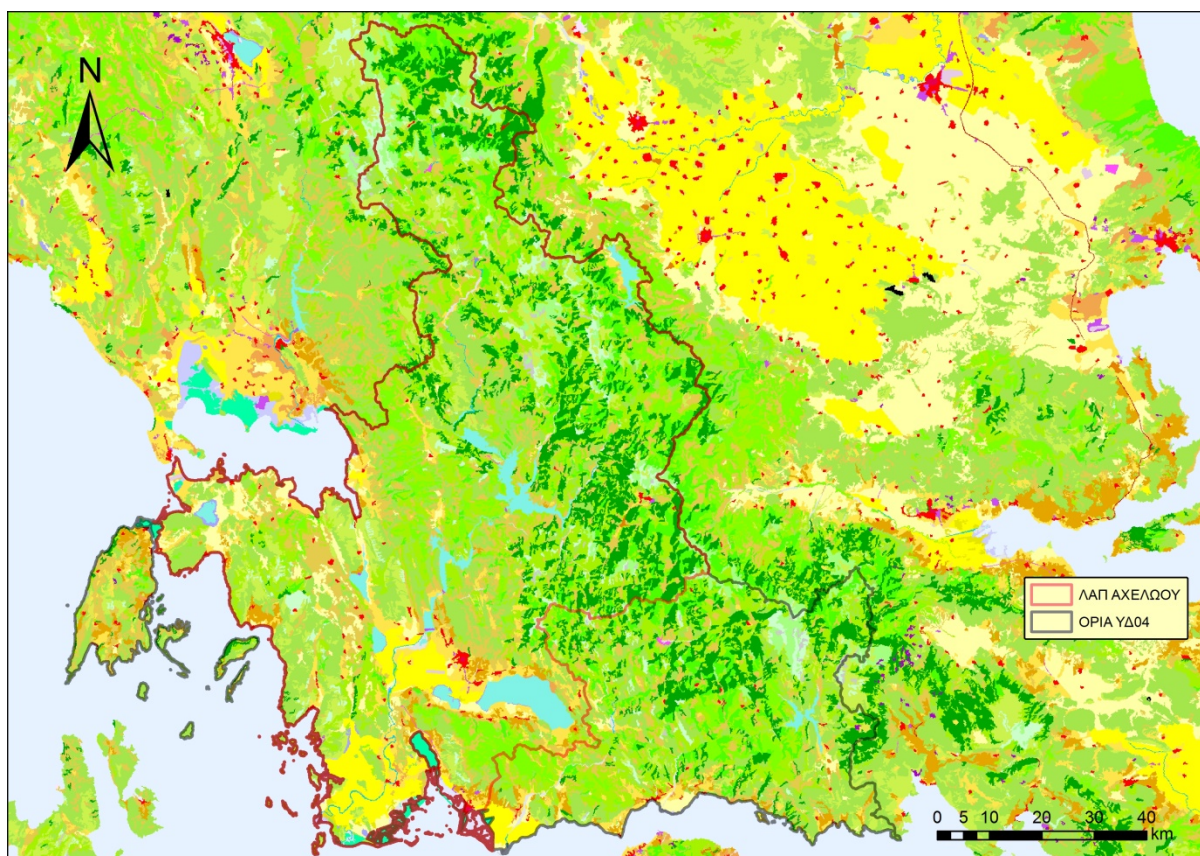
Το ΑΕΠ του Διαμερίσματος είναι χαμηλό, περίπου το 75% του μέσου εθνικού. Τα στοιχεία του της ΕΣΥΕ για το 2001 δείχνουν πως το 46% απασχολείται στον τριτογενή τομέα, ακολουθεί η απασχόληση στον πρωτογενή τομέα με 35%. Στην Εικόνα 2.13 παρουσιάζονται οι χρήσεις γης, ενώ στον Πίνακα 2.22 καταγράφονται οι εκτάσεις που καταλαμβάνουν οι διάφορες κατηγορίες χρήσεων γης στο ΥΔ04 αλλά και στη ΛΑΠ Αχελώου.

Πίνακας 2.21: Σημαντικές πόλεις του ΥΔ04.

Πόλη	Πληθυσμός 2011	ΛΑΠ
Αγρίνιο	46 899	Αχελώου
Ναύπακτος	13 415	Ευήνου
Μεσολόγγι	12 785	Αχελώου
Καρπενήσι	7 183	Αχελώου
Βόνιτσα	4 703	Αχελώου
Αιτωλικό	4 012	Αχελώου
Αμφιλοχία	3 827	Αχελώου



Εικόνα 2.12: Δήμοι της ΛΑΠ Αχελώου.

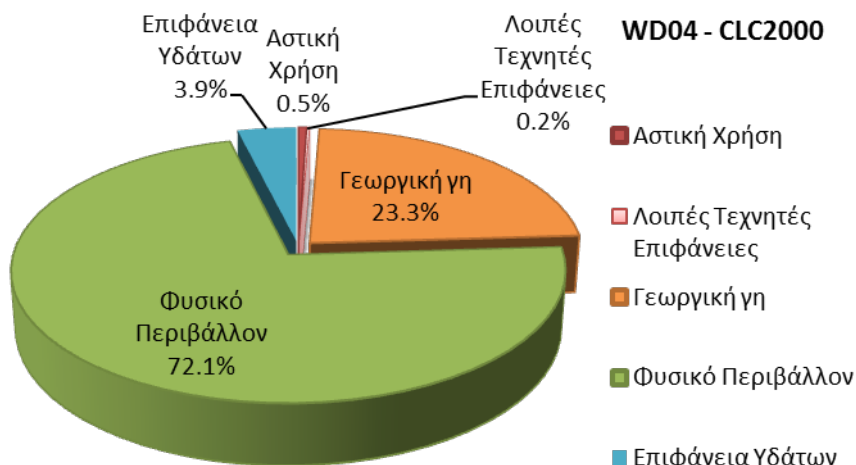


Εικόνα 2.13: Χάρτης χρήσεων γης της ευρύτερης περιοχής του ΥΔ04 σύμφωνα με το Corine 2000.

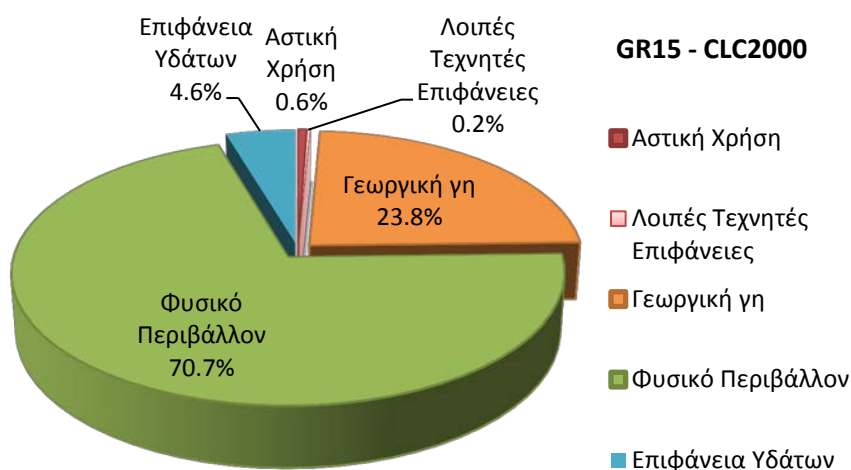
Πίνακας 2.22: Εκτάσεις που καταλαμβάνουν οι διάφορες κατηγορίες χρήσεων γης (Πηγή: Corine 2000).

Level	Type	Code	WD04 (km ²)	GR15 (km ²)
1	Artificial surfaces			
2	Urban fabric			
3	Continuous urban fabric	111	1.42	1.42
3	Discontinuous urban fabric	112	55.34	42.08
2	Industrial, commercial and transport units			
3	Industrial or commercial units	121	6.06	6.06
3	Road and rail networks and associated land	122	0.78	0.24
3	Airports	124	4.43	4.43
2	Mine, dump and construction sites			
3	Mineral extraction sites	131	1.49	0.26
3	Construction sites	133	5.5	3.8
2	Artificial, non-agricultural vegetated areas			
3	Sport and leisure facilities	142	0.34	0.34
1	Agricultural areas			
2	Arable land			
3	Non-irrigated arable land	211	286.43	239.1

3	Permanently irrigated land	212	320.84	277.06
3	Rice fields	213	8.93	8.93
2	Permanent crops			
3	Vineyards	221	2.63	1.48
3	Fruit trees and berry plantations	222	14.18	8.11
3	Olive groves	223	197.33	106.99
2	Pastures			
3	Pastures	231	19.52	1.41
2	Heterogeneous agricultural areas			
3	Complex cultivation patterns	242	478.41	362.51
3	Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation	243	1128.46	789.67
1	Forest and semi natural areas			
2	Forests			
3	Broad-leaved forest	311	589.41	443.12
3	Coniferous forest	312	1302.63	910.02
3	Mixed forest	313	607.37	386.97
2	Scrub and/or herbaceous vegetation associations			
3	Natural grasslands	321	619.08	505.27
3	Moors and heathland	322	270.93	200.42
3	Sclerophyllous vegetation	323	1749.65	1201.14
3	Transitional woodland-shrub	324	2088.34	1425.73
2	Open spaces with little or no vegetation			
3	Beaches, dunes, sands	331	57.02	38.51
3	Bare rocks	332	35.62	19.15
3	Sparsely vegetated areas	333	268.32	199.42
1	Wetlands			
2	Inland wetlands			
3	Inland marshes	411	15.8	15.8
2	Maritime wetlands		8.8	0
3	Salt marshes	421	18.74	16.38
3	Salines	422	12.18	11.09
1	Water bodies			
2	Inland waters		22.35	
3	Water courses	511	18.45	17.18
3	Water bodies	512	278.52	261.93
2	Marine waters			
3	Coastal lagoons	521	14.63	13.86
3	Sea and ocean	523	21	13.34



Εικόνα 2.14: Κατανομή χρήσεων γης στο Υδατικό Διαμέρισμα Στερεάς Ελλάδας.



Εικόνα 2.15: Κατανομή χρήσεων γης στη ΛΑΠ Αχελώου.

2.3.4 Υδροηλεκτρική Παραγωγή

Γίνεται εμφανής μια μεγάλη διαφοροποίηση με το Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας ως προς την χρήση των υδατικών πόρων. Με την δημιουργία μεγάλων ταμιευτήρων στον Αχελώο, σε συνδυασμό με το πολύ πλούσιο υδατικό δυναμικό και τις σχετικά μικρές αρδευόμενες εκτάσεις, η κύρια χρήση του νερού είναι η παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας. Πράγματι, στην ΛΑΠ Αχελώου η ΔΕΗ λειτουργεί ΥΗΣ με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 913.6 MW και μέση ετήσια παραγωγή 2794 GWh (εξαιρείται ο ΥΗΣ Ταυρωπού που διαχειριστικά ανήκει στο ΥΔ Θεσσαλίας). Στον Πίνακα 2.23 δίνονται τα βασικά μεγέθη των υδροηλεκτρικών

έργων. Δεν περιλαμβάνεται το έργο Ταυρωπού, ισχύος 130 MW, γιατί διαχειριστικά ανήκει στο ΥΔ08, ούτε το έργο της Μεσοχώρας, που αν και έχει σχεδόν ολοκληρωθεί εδώ και μία δεκαετία, έχει παγώσει η λειτουργία του.

Πίνακας 2.23: Μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα στη ΛΑΠ Αχελώου.

Ταμιευτήρας	Εγκατεστημένη ισχύς (MW)	Μέση ετήσια καθαρή παραγωγή ενέργειας (GWh)
Κρεμαστών	437	1300
Καστρακίου	320	900
Στράτου Ι	150	578
Στράτου ΙΙ	6.6	16
Σύνολο	913.6	2794

2.3.5 Άρδευση

Από πλευράς ποσότητας νερού, και στο ΥΔ04 η άρδευση αποτελεί τον μεγαλύτερο καταναλωτή. Ωστόσο, σε σχέση με το ΥΔ Θεσσαλίας, η γεωργική γη είναι κατά πολύ μικρότερη. Εκτείνεται σε περίπου 1 373 000 στρέμματα με την αρδευόμενη έκταση να εκτιμάται σε περίπου 602 000 στρέμματα. Τα στοιχεία των καλλιεργειών έχουν ληφθεί ετήσια απογραφή της ΕΣΥΕ για την γεωργία και κτηνοτροφία του έτους 2000 (Υπουργείο Ανάπτυξης, 2006). Πολύ μεγάλο μέρος της αρδεύσιμης έκτασης έχει οργανωθεί σε ΤΟΕΒ, ιδιαίτερα στην περιοχή Κάτω Αχελώου, σε πλήρη αντίθεση με το ΥΔ08. Βεβαίως μια ακόμα ειδοποιός διαφορά, που θα αναπτυχθεί και παρακάτω, είναι πως η απόληψη αρδευτικού νερού γίνεται κυρίως από επιφανειακά νερά. Για να καθοριστούν οι ανάγκες σε νερό άρδευσης του Διαμερίσματος θεωρήθηκαν οι ίδιες κατηγορίες καλλιεργειών με το ΥΔ08 (Πίνακας 2.6), αλλά με διαφορετικά όρια χρήσης του αρδευτικού νερού ανά καλλιέργεια (Πίνακας 2.24) και διαφορετικές τιμές βροχόπτωσης (Πίνακας 2.25). Σημειώνεται πως για την βροχόπτωση χρησιμοποιήθηκε ο σταθμός του Αγρινίου ως ο πιο αντιπροσωπευτικός για τις πεδινές περιοχές του διαμερίσματος. Ο συντελεστής ενεργού βροχόπτωσης τέθηκε ίσος με 0.65. Ο Πίνακας 2.26 αναφέρεται στις κυριότερες καλλιέργειες του Διαμερίσματος.

Δεδομένου ότι το σημαντικότερο μέρος της αρδεύσιμης γης στην ΛΑΠ Αχελώου ανήκει σε συλλογικά αρδευτικά δίκτυα, στην περίπτωση αυτή η επιμέρους ανάλυση θα γίνει σε επίπεδο ΤΟΕΒ και όχι περιοχών ή δήμων, όπως έγινε στη Θεσσαλία. Στο ΥΔ04 λειτουργούν 49 ΤΟΕΒ, με τους 40 να βρίσκονται στο Ν. Αιτωλοακαρνανίας. Οι μεγαλύτερες αρδευόμενες εκτάσεις αναπτύσσονται στην περιοχή του Κάτω Αχελώου, που εκτείνεται κατάντη του Στράτου ως τις εκβολές του Αχελώου και ανατολικά ως τις εκβολές του Ευήνου. Στο Πίνακα 2.27 δίνονται τα στοιχεία των ΤΟΕΒ του Ν. Αιτωλοακαρνανίας που παρουσιάζουν ενδιαφέρον για την εργασία, όσοι δηλαδή βρίσκονται στη ΛΑΠ Αχελώου και δύνανται να αρδευτούν από αυτόν.

Πίνακας 2.24: Όρια χρήσης αρδευτικού νερού m³/στρέμμα/μήνα.

K	04	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος
I	Min	44	71	93	104	96	63
	Max	58	88	113	124	115	80
	M.O.	51	80	103	114	106	72
II	Min	48	78	102	114	105	69
	Max	63	96	123	135	126	87
	M.O.	56	87	113	125	116	78
III	Min	52	85	110	123	114	75
	Max	68	104	133	146	136	94
	M.O.	60	95	122	135	125	85
IV	Min	56	91	119	133	122	80
	Max	73	112	143	157	147	101
	M.O.	65	102	131	145	135	91
V	Min	60	97	127	142	131	86
	Max	69	120	154	169	157	109
	M.O.	65	109	141	156	144	98
VI	Min	64	104	136	152	140	92
	Max	84	128	164	180	168	116
	M.O.	74	116	150	166	154	104
VII	Min	68	110	144	161	149	98
	Max	89	136	174	191	178	123
	M.O.	79	123	159	176	164	111
VIII	Min	96	156	204	228	210	138
	Max	126	192	246	270	252	174
	M.O.	111	174	225	249	231	156

Πίνακας 2.25: Μέσος όρος κατακρημισμάτων στις γεωργικές εκτάσεις ΥΔ04 και ενεργός βροχόπτωση.

Μήνας	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος
M.O (mm)	71.7	38.0	19.3	18.2	23.1	31.7
M.O ενεργού βροχόπτωσης (mm)	46.6	24.7	12.5	11.8	15.0	20.6

Πίνακας 2.26: Οι δέκα μεγαλύτερες καλλιέργειες και η συνολική έκταση κατά κατάταξη ΚΥΑ στο ΥΔ04.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΚΤΑΣΗ ΑΠΟ ΕΣΥΕ (στρεμ)	ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΥΑ
Ελαιόδενδρα για ελιές ελαιοποιήσεως	191 150	0
Μηδική (πολυετές τριφύλλι)	155 000	VI
Καλαμπόκι χωρίς συγκαλλιέργεια	153 242	V

Ελαιόδενδρα για βρώσιμες ελιές	126 921	0
Βαμβάκι ποτιστικό	89 655	III
Βρώμη για γρασίδι	74 565	0
Καπνός ανατολικού τύπου	70 836	0
Βρώμη	62 987	0
Κοφτολίβαδα	45 351	0
Τριφύλια ετήσια και λοιπά πολυετή	45 166	VI
Σύνολο ΚΥΑ 0	733 714	0
Σύνολο ΚΥΑ I	7281	I
Σύνολο ΚΥΑ II	8336	II
Σύνολο ΚΥΑ III	124 052	III
Σύνολο ΚΥΑ IV	133 495	IV
Σύνολο ΚΥΑ V	317 480	V
Σύνολο ΚΥΑ VI	200 166	VI
Σύνολο ΚΥΑ VII	0	VII
Σύνολο ΚΥΑ VIII	0	VIII

Πίνακας 2.27: ΤΟΕΒ σχετιζόμενοι με την ΛΑΠ Αχελώου στο ΥΔ04.

α/α	ΤΟΕΒ	Πηγές υδροδότησης	Κυριότερο	Αρδευόμενη	Αρδευθείσα
ΓΟΕΒ Αχελώου					
1	Αγρινίου	ΔVII, γεωτρήσεις	Καταιονισμός	3500	1164
2	Ευηνοχωρίου	ΔXXVIII, π. Εύηνος	Καταιονισμός	20000	17816
3	Καλυβίων	ΔVII, γεωτρήσεις	Επιφανειακή	19000	18000
4	Κατοχής	ΔXX, π. Αχελώος	Καταιονισμός	35850	35850
5	Κλεισούρας	Λίμνη Λυσιμαχία	Επιφανειακή	4000	2100
6	Λεσινίου	Πηγές Λάμπρας, ΔXX	Καταιονισμός	39905	34781
7	Λυσιμαχίας	ΔVII	Επιφανειακή	19000	12000
8	Μακρύνειας	Λίμνη Τριχωνίδα	Επιφανειακή	23000	11830
9	Μεσολογγίου	ΔXXVIII	Καταιονισμός	26000	16523
10	Νεοχωρίου	ΔXX, π. Αχελώος	Καταιονισμός	78000	53012
11	Οζερού	Λίμνη Οζερός, ΔI	Επιφανειακή	32500	29937
12	Παλαιομάνινας	Ποταμός Αχελώος	Καταιονισμός	6217	3802
13	Πάμφιας	Λίμνη Τριχωνίδα	Επιφανειακή	3700	2762
14	Παναιτώλιου	Παναιτώλιο, Καινούριο, Αβώρακι	Επιφανειακή	21300	13100
15	Παραβόλας	Λίμνη Τριχωνίδα	Επιφανειακή	5897	1392
16	Πεδιάδας	ΔVII, γεωτρήσεις	Επιφανειακή	31000	26430
17	Φυτειών	ΔI	Καταιονισμός	16000	10509
ΔΕΒ Αιτωλοακαρνανίας					

18	Αβαρίκου - Ανάληψης	3 γεωτρήσεις στον Εύηνο και πηγές Αβαρίκου-Ανάληψης	Καταιονισμός	5500	1950
19	Βόνιτσας	Πηγές	Καταιονισμός	23500	8325
20	Γαλατά	Π. Εύηνος (σε περίπτωση ανάγκης η ΔΧΧVIII)	Επιφανειακή	14000	14000
21	Θέρμου -	Πηγές Θέρμου και	Επιφανειακή	6100	2870
22	Καιουρίου	Λίμνη Τριχωνίδα	Καταιονισμός	1000	614
23	Λευκού -	Πηγές	Καταιονισμός	2200	1249
24	Λουτρού	3 γεωτρήσεις	Καταιονισμός	1180	1180
25	Σκουτεράς	Χείμαρρος	Καταιονισμός	1150	630
26	Σπάρτου	Έλος Κατούνας και γεωτρήσεις	Καταιονισμός	1250	1000
27	Τρίκορφου	Π. Εύηνος	Καταιονισμός	1900	1350
28	Χαλκιόπουλου	5 γεωτρήσεις και αντλιοστάσιο στον π. Ίναχο	Καταιονισμός	3100	2200
Τοπικοί ΤΟΕΒ (μεταγενέστεροι του 1991)					
29	Αγ. Βλασίου	Φρέαρ	Καταιονισμός	350	200
30	Θύριου	Γεωτρήσεις	Καταιονισμός	4500	4500
31	Κατούνας -	Λίμνη Αμβρακία	Καταιονισμός	4500	2400
32	Κεκροπίας	Λίμνη Βουλκαριά	Καταιονισμός	1800	1800
33	Μυρτιάς - Νερομάνας	Πηγές Μυρτιάς	Καταιονισμός	2500	2500
34	Παντάνασσας	Λίμνη Τριχωνίδα	Επιφανειακή	1466	1340
35	Ποριάρη - Φαμίλα	Χείμαρρος Φαμίλας	Επιφανειακή	500	500
36	Χρυσοβίτσας	Πηγές Λάμπρας	Καταιονισμός	5159	4256
37-39	Χρυσοβέργιου, Σταθά και Αγ. Ιωάννη Ρηγανά	Άγνωστο	Άγνωστο	Πολύ μικρή	Πολύ μικρή
Σύνολο				466 524	343 872

Επισημαίνεται πως στον Πίνακα 2.27 αναφέρονται και οι πηγές υδροδότησης. Οι διώρυγες «Δ» ακολουθούμενες από λατινικό αριθμό αναφέρονται στα εγγειοβελτιωτικά έργα κατάντη του ταμιευτήρα Στράτου. Τα έργα αυτά θα περιγραφούν με λεπτομέρεια στο Κεφάλαιο 5, στο οποίο θα γίνει εκτενής περιγραφή του σύνθετου δικτύου, καθώς και οι προτεινόμενες επεκτάσεις. Η διαφορά μεταξύ των αρδευόμενων και αρδευθεισών

προκύπτει επειδή η πρώτη τιμή αναφέρεται σε περίμετρο που περιέχει και ξηρικές καλλιέργειες αλλά και απουσία δικτύων.

Οι ανάγκες άρδευσης των ΤΟΕΒ παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.28. Αυτές έχουν υπολογιστεί με την ίδια μεθοδολογία όπως στη Θεσσαλία, προσαυξάνοντας τις πραγματικές ανάγκες με έναν συντελεστή απόδοσης 0.7215 για τις απώλειες μεταφοράς και διανομής. Το όριο χρήσης λαμβάνεται ίσο με το μέσο όρο του Ν. Αιτωλοακαρνανίας, δηλαδή 744 m³/στρ. Η ποσοστιαία μηνιαία κατανομή της ζήτησης για τους σκοπούς αυτής της εργασίας θεωρείται ίδια με της Θεσσαλίας (Πίνακας 2.12).

Πίνακας 2.28: Ανάγκες άρδευσης των ΤΟΕΒ ΛΑΠ Αχελώου.

Έκταση (στρ)	Απόδοση	Καθαρές ανάγκες (hm ³)	Προσαυξημένες ανάγκες (hm ³)	Χρήση (m ³ /στρ)
ΤΟΕΒ ΛΑΠ Αχελώου				
343 872	0.7125	182.29	255.84	744

Στο διαχειριστικό σχέδιο της περιοχής αναφέρεται ότι στη ΛΑΠ Αχελώου η ζήτηση του 2007 για άρδευση ήταν 287 hm³, ενώ σε όλο το ΥΔ04 555 hm³. Παρόλα αυτά δημιουργείται μια σύγχυση στα μεγέθη, καθώς αναφέρεται επίσης ότι οι απολήψεις ήταν 455 hm³ (μαζί με απολήψεις από λίμνες και τον ποταμό Εύηνο), από τα οποία 100 hm³ περίπου προέρχονται από υπόγεια νερά, για τη ΛΑΠ Αχελώου. Η πολύ μεγάλη απόκλιση εικάζεται ότι οφείλεται στους εξής λόγους:

- Στην έλλειψη συντονισμού μεταξύ της ΔΕΗ που λειτουργεί τον ταμιευτήρα Στράτου και στους ΤΟΕΒ που πραγματοποιούν απολήψεις από αυτό.
- Στις απώλειες στα παλιά δίκτυα, καθώς η περιοχή Κάτω Αχελώου έχει από τα παλαιότερα και πιο σύνθετα δίκτυα της χώρας και χρήζει εκσυγχρονισμού.
- Σε μη ορθολογικές πρακτικές άρδευσης, ενδεχομένως και λόγω της υπερεπάρκειας των υδατικών πόρων.

Σε κάθε περίπτωση, καθίσταται σαφές ότι η αρδευτική ζήτηση του διαμερίσματος είναι εξασφαλισμένη, όπως φαίνεται και από την ανάλυση του ισοζυγίου προσφοράς και ζήτησης του εδαφίου 2.3.9.

2.3.6 Ύδρευση

Υπεύθυνες για την ύδρευση του ΥΔ04 είναι οι ΔΕΥΑ Αγρινίου, Μεσολογγίου, Ναυπάκτου, Αμφιλοχίας, Αντιρρίου, Οινιάδων και Καρπενησίου. Οι πηγές υδροδότησης είναι πηγές και γεωτρήσεις για όλες τις ΔΕΥΑ εκτός του Αγρινίου, που υδρεύεται από το ταμιευτήρα Καστρακίου. Με βάση την έκθεση του ΥΠΑΝ που χρησιμοποιεί στοιχεία της ΕΣΥΕ του 2001, εκτιμήθηκε μια μέση ζήτηση ανά κάτοικο 170 l/d. Σε ετήσια βάση, η καθαρή ζήτηση φτάνει τα 18.7 hm³/y. Με παραδοχή απωλειών της τάξης του 40%, η συνολική υδρευτική ζήτηση ανέρχεται στα 26.2 hm³. Οι υδρευτικές ανάγκες ανά νομό του ΥΔ04 παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.29.

Επισημαίνεται ότι οι εκτιμήσεις αυτές είναι λίγο παλαιότερες (2001) από το διαχειριστικό σχέδιο του ΥΔ04 (2007) και υπάρχουν μικρές διαφορές που θα ληφθούν υπόψη στη συνέχεια. Ελλείπει πιο επικαιροποιημένων μελετών, πάντως, θεωρείται ότι παρέχουν επαρκή πληροφορία για τη χωρική, τουλάχιστον, κατανομή της ζήτησης.

Στις ανάγκες ύδρευσης ακόμα θα πρέπει να συνυπολογιστούν πρόσθετες ζήτησης πόσιμου νερού λόγω του τουρισμού. Στο ΥΔ04 υπάρχει τουριστική κίνηση κατά την χειμερινή περίοδο, ιδιαίτερα στη περιοχή της ορεινής Ναυπακτίας και της Ευρυτανίας, ενώ τη θερινή περίοδο κύριος προορισμός είναι η Λευκάδα. Η εκτίμηση έγινε με τον ίδιο τρόπο όπως στη Θεσσαλία. Στο Πίνακα 2.30 συνοψίζονται οι υδρευτικές ανάγκες των τουριστών ανά Νομό.

Πίνακας 2.29: Υδρευτικές ανάγκες ανά Νομό του ΥΔ08 με στοιχεία του έτους 2001.

Νομός	Μόνιμος Πληθυσμός 2001	Ημερήσια (m ³ /d)	Ετήσια (hm ³ /y)	Προσαύξηση με απώλειες (hm ³ /y)
Αιτωλοακαρνανίας	219092	37244	13.59	19.03
Ευρυτανίας	19518	3317	1.21	1.70
Φωκίδος	12479	2122	0.77	1.08
Λευκάδος	21888	3721	1.36	1.90
Άρτας	3456	588	0.21	0.30
Καρδίτσας	9854	1675	0.61	0.86
Τρικάλων	2220	378	0.14	0.19
Σύνολο	288507	49045	17.90	25.06

Πίνακας 2.30: Ζητήσεις ανά Νομό του ΥΔ08 για τουρισμό ετησίως.

Νομός	Πρόσθετη κατανάλωση για τουρισμό hm ³ /y
Αιτωλοακαρνανίας	0.102
Λευκάδος	0.078
Ευρυτανίας	0.030
Φωκίδας	0.004
Σύνολο ΥΔ04	0.214

2.3.7 Κτηνοτροφία

Ανάγκες ύδρευσης (πόσιμο νερού) παρουσιάζονται και για την κτηνοτροφία της περιοχής. Ως προς τον τρόπο υπολογισμού ισχύουν τα προαναφερθέντα στην περίπτωση της Θεσσαλίας. Στον Πίνακα 2.31 παρουσιάζονται τα συνοπτικά μεγέθη των κτηνοτροφικών αναγκών ανά νομό. Σημειώνεται πως το 79 % της δραστηριότητας της εσταυλισμένης κτηνοτροφίας λαμβάνει χώρα στην ΛΑΠ Αχελώου, και συγκεκριμένα στον ποταμό Αχελώο και τις λίμνες Βουλκαρία και Λυσιμαχία, ενώ σχεδόν όλη η υπόλοιπη δραστηριότητα λαμβάνει χώρα στη ΛΑΠ Μόρνου.

Πίνακας 2.31: Σύνολο εκτρεφόμενων ζώων στο ΥΔ04.

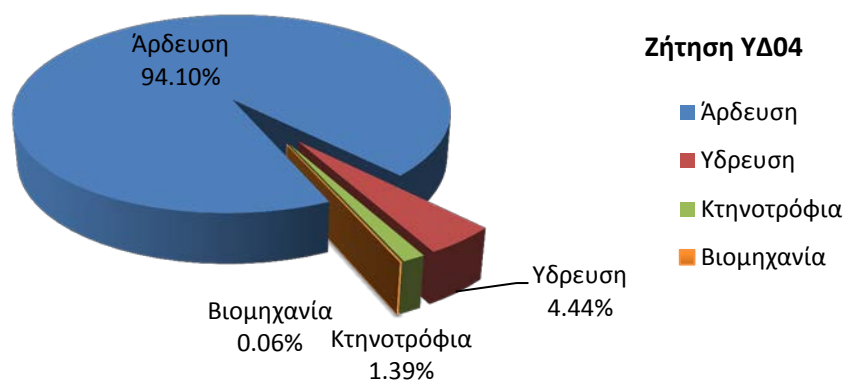
Νομός	Αριθμός ζώων	Ανάγκες (hm ³)
Αιτωλοακαρνανίας	1 948 599	7.10
Ευρυτανίας	145 266	0.41
Φωκίδος	140 153	0.42
Λευκάδος	77 009	0.11
Καρδίτσας	64 867	0.18
Τρικάλων	19 446	0.08
Άρτας	12 855	0.03
Σύνολο	2 408 195	8.32

2.3.8 Βιομηχανικές χρήσεις

Ως προς τις βιομηχανικές χρήσεις, η βιομηχανική δραστηριότητα στο ΥΔ04 περιορίζεται περίπου στο 15% του ακαθόριστου προϊόντος και της απασχόλησης, και αφορά κυρίως σε βιομηχανίες επεξεργασίας τροφίμων, όπως ελαιотреβεία (39% της δραστηριότητας). Σύμφωνα με το διαχειριστικό σχέδιο, το 80.3% της δραστηριότητας κατανέμεται στην ΛΑΠ Αχελώου, συγκεντρωμένη στην περιοχή του Αγρινίου, στον Αχελώο και τις λίμνες Τριχωνίδα, Βουλκαρία, Αμβρακία και Λυσιμαχία. Σημαντικό τμήμα της υπόλοιπης δραστηριότητας πραγματοποιείται στην ΛΑΠ Μόρνου. Η εκτιμώμενη ζήτηση είναι πολύ μικρή, γύρω στα 0.36 hm³ ετησίως (ΥΠΑΝ, 2006).

2.3.9 Συνολική ζήτηση και προσφορά νερού στο ΥΔ04 και στη ΛΑΠ Αχελώου

Αθροίζοντας όλες τις χρήσεις νερού του ΥΔ04, προκύπτει μια ετήσια ανάγκη της τάξης των 595.1 hm³ (σύμφωνα με το ΥΠΑΝ), που ακολουθεί την κατανομή της Εικόνας 2.16. Αυτή συμφωνεί σχεδόν απόλυτα με το διαχειριστικό σχέδιο, που την τοποθετεί στα 599 hm³ ετησίως. Είναι σαφές ότι, όπως και στο ΥΔ Θεσσαλίας η άρδευση αποτελεί το κυρίως κομμάτι της ζήτησης. Η εικόνα του ΥΔ04 είναι αντίστοιχη και την κατανομή της ΛΑΠ Αχελώου, όπου η άρδευση αφορά το 91% της ζήτησης (287 στα 318 hm³).



Εικόνα 2.16: Κατανομή ζήτησης στο ΥΔ04.

Σε σχέση με το Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας, η εικόνα του ισοζυγίου προσφοράς και ζήτησης αντιστρέφεται. Ήδη, εκτός από τις ανάγκες του Διαμερίσματος, για τις οποίες όπως προαναφέρθηκε γίνεται υπεραπόληψη, ικανοποιούνται και ανάγκες στο Ν. Καρδίτσα μέσω της εκτροπής του Ταυρωπού (ΛΑΠ Αχελώου) της τάξης των 150 hm³ ετησίως, και στο Ν. Αττικής, με τη μεταφορά έως και 500 hm³ ετησίως από τους ταμιευτήρες Μόρνου και Ευήνου, που ανήκουν στις αντίστοιχες ΛΑΠ.

Στο διαχειριστικό σχέδιο, η μέση ετήσια απορροή του ΥΔ04 εκτιμάται σε 5 841 hm³, με την κατανομή του Πίνακα 2.32. Και εδώ προφανώς η απορροή είναι μεγαλύτερη τον χειμώνα και κατανέμεται σε πολλά δευτερεύοντα ρέματα και ποταμούς, ωστόσο τα μεγάλης κλίμακας έργα ταμίευσης (κυρίως τα Κρεμαστά, που είναι ο μεγαλύτερος ταμιευτήρας της χώρας), όπως και οι φυσικές λίμνες, επιτρέπουν το μεγαλύτερο μέρος των απολήψεων να γίνονται από επιφανειακά νερά. Οι ταμιευτήρες του μέσου ρου του Αχελώου (Κρεμαστά, Καστράκι, Στράτος) έχουν συνολική ωφέλιμη χωρητικότητα 3476 hm³, ενώ ενδέχεται να προστεθούν και άλλοι μεγάλοι ταμιευτήρες στο μέλλον (Μεσοχώρα, Συκιά).

Όσον αφορά τις απολήψεις από υπόγεια νερά, αυτές γίνονται κυρίως για τις ανάγκες ποσίμου νερού, αλλά και για την άρδευση σε περιπτώσεις ιδιωτών και μερικών συλλογικών αρδευτικών δικτύων. Λόγω των μικρών ποσοτήτων των απολήψεων, όλοι οι υπόγειοι υδροφορείς διατηρούνται σε καλή ποσοτική κατάσταση, εκτός από το σύστημα Ανοιξιάτικου-Λουτρού Αμφιλοχίας. Αναλυτικά στοιχεία για τις απολήψεις στην ΛΑΠ Αχελώου παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.33.

Παρατηρούμε πως οι συνολικές απολήψεις είναι περίπου το 5% της επιφανειακής και υπόγειας τροφοδοσίας, σε αντίθεση με το Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας, όπου το αντίστοιχο ποσοστό φτάνει το 51%, υποδηλώνοντας την διαφοροποίηση ως προς την εκμετάλλευση των επιφανειακών και υπόγειων πόρων.

Πίνακας 2.32: Μέση απορροή κυριότερων ποταμών και λιμνών ΥΔ04 (τονισμένα όσα βρίσκονται στη ΛΑΠ Αχελώου).

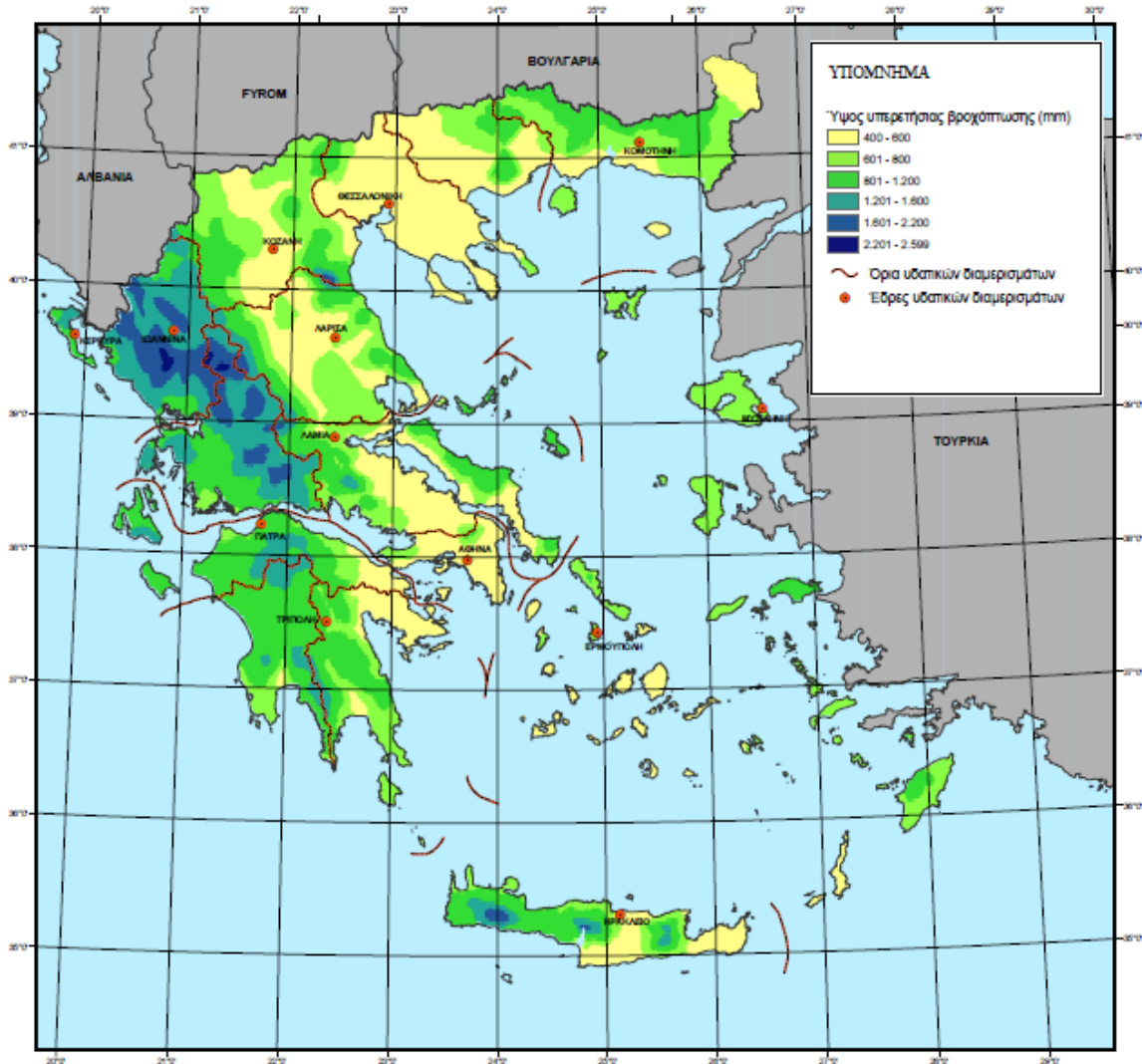
Λεκάνες Απορροής	Μέση Ετήσια Απορροή (hm ³)
π. Αχελώος	4336
π. Ευήνος	856
π. Μόρνος	782
λίμνη Τριχωνίδα	254
λίμνη Λυσιμαχία	123
λίμνη Αμβρακία	84
λίμνη Οζερού	24

Πίνακας 1.33: Μέσο ετήσιο ισοζύγιο και απολήψεις υπογείων υδροφορέων στη ΛΑΠ Αχελώου (τιμές σε hm³).

Όνομασία	Μέση τροφοδοσία	Μέσες απολήψεις	Άρδευση	Ύδρευση
Σύστημα Ανοιξιάτικου - Λουτρού Αμφιλοχίας	5	2	1.6	0.4
Σύστημα Κατούνας-Λεσινίου	30	9	7.8	1.1
Σύστημα Αγρινίου	230	19	18.3	0.7
Σύστημα Αρακύνθου	16	1.5	0	1.5
Σύστημα Δέλτα Αχελώου-Οινιάδων	25	5.6	5.3	0.3
Σύστημα Ωλονού-Πίνδου	1450	35	22.5	12.5
Σύστημα Αμφιλοχίας	100	7	6.8	0.2
Σύστημα Βάλτου-Εμπεσού	160	5.7	4.5	1.2
Σύστημα Βόνιτσας – Βουλκαριά	60	3.7	3.6	0.1
Σύστημα υδροφοριών λεκάνης Αχελώου	63	16	14.9	1.1
Σύστημα υδροφοριών ανατολικού τμήματος λεκάνης Αχελώου	20	0.6	0.3	0.3
Σύστημα υδροφοριών κάτω ρου Αχελώου	8	3.3	3.0	0.3
Σύστημα Μοναστηρακίου	38	4.5	2.7	1.8
Σύστημα Ακαρνανικών Ορέων	165	4	2.6	1.4
Σύστημα Κανδήλας	8	2.9	2.6	0.3
Σύνολο	2378	119.8	96.5	23.2

2.4 Διαχειριστικά προβλήματα περιοχής μελέτης και πιθανοί τρόποι αντιμετώπισης

Το κύριο διαχειριστικό πρόβλημα της περιοχής μελέτης είναι η ανεπάρκεια κάλυψης του συνόλου της ζήτησης νερού στην περιοχή της Θεσσαλίας. Αυτό κυρίως ανάγεται στην πλημμελή άρδευση των καλλιεργήσιμων εκτάσεων, καθώς σε απόλυτη προτεραιότητα ικανοποίησης βρίσκονται οι ανάγκες ποσίμου νερού που είναι υποδεκαπλάσιες των αρδευτικών. Πρόκειται για το πλέον τυπικό υδρολογικό πρόβλημα της χώρας που οφείλεται στις χωρικής και χρονικής ανομοιομορφίας της προσφοράς και ζήτησης νερού. Ως γνωστόν, τα μεγαλύτερα ύψη βροχόπτωσης παρατηρούνται στη Δυτική Ελλάδα, την περίοδο του χειμώνα, ενώ την μεγαλύτερη ζήτηση παρουσιάζει ο Θεσσαλικός Κάμπος, τη θερινή περίοδο (Εικόνα 2.17)



Εικόνα 2.17: Χάρτης υπερετήσιας βροχόπτωσης της Ελλάδας (Πηγή : ΥΠΑΝ κ.α, 2003 μετά από τροποποίηση).

Βεβαίως, λόγω τις αδυναμίας κάλυψης της ζήτησης, προκύπτει και ένα μείζον περιβαλλοντικό πρόβλημα, που είναι η υποβάθμιση των υδροφορέων. Η εκμετάλλευση των υπογείων υδάτων, ειδικά στην Νοτιοδυτική και Νοτιοανατολική Θεσσαλία, πρέπει να περιοριστεί δραματικά για να ανακουφιστούν από την υπεράντληση οι υδροφορείς. Χαρακτηριστικά εκτιμάται ότι για ανάκαμψη των υδροφορέων χρειάζονται 50-60 χρόνια, με εμπλουτισμό 300 hm³ ετησίως (ΥΠΕΚΑ, 2011).

Και στα δύο Υδατικά Διαμερίσματα, ιδίως στις ΛΑΠ Αχελώου και Πηνειού, εντοπίστηκαν μη ορθές πρακτικές άρδευσης, με αποτέλεσμα σπατάλη πολύτιμων φυσικών πόρων, και πολύ μεγάλες απώλειες τόσο στα υδραγωγεία μεταφοράς του αρδευτικού νερού όσο και στα δίκτυα διανομής των αρδευτικών δικτύων. Διαπιστώνεται πόσο σημαντικός είναι τόσο ο εκσυγχρονισμός της αγροτικής παραγωγής με αλλαγές στις πρακτικές εφαρμογής νερού και ίσως αλλαγή καλλιεργειών σε λιγότερο υδροβόρες, όσο και η βελτίωση, ανάπτυξη και ανακατασκευή των υφιστάμενων εγγειοβελτιωτικών έργων και ταμιευτήρων. Βέβαια αυτό

δεν αποτελεί ένα καθεαυτό πρόβλημα «διαχειριστικής» φύσης, αλλά συνιστά μια πραγματική απαίτηση για αλλαγή γεωργικής πολιτικής.

Για την επίλυση του σύνθετου αυτού προβλήματος διαφαίνονται δύο προσεγγίσεις.

Η μηδενική λύση: Στην λύση αυτή προτείνονται αλλαγές μόνο στα όρια του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας. Τα μέτρα αντιμετώπισης του ελλείματος νερού περιλαμβάνουν:

- Ανάπτυξη πρόσθετων υδραυλικών έργων ταμίευσης και διαχείρισης στη ΛΑΠ Πηνειού. Μεταξύ αυτών είναι οι ταμιευτήρες Καλούδας, Παλαιομονάστηρου, Θεόπετρας, Νεοχώρι, Κρύας Βρύσης, Παλαιομονάστηρου, Μουζακίου και Πύλης συνολικής πρόσθετης μέσης ετήσιας απόληψης 794 hm³ (Λαζαρίδης, 1996). Οι μελέτες των έργων αυτών υπάρχουν εδώ και αρκετές δεκαετίες αλλά δεν έχουν προχωρήσει. Κάποιοι βέβαια εξ αυτών, κυρίως τα έργα Κρύας Βρύσης και Θεόπετρας (με εκτιμώμενη ασφαλή απόληψη 387 hm³), έχουν κριθεί ασύμφοροι οικονομικά και περιβαλλοντικά, ενώ ο ταμιευτήρας Παλαιομονάστηρου (με ετήσια απόληψη 30 hm³) είναι αδύνατο να κατασκευαστεί, καθώς στην ίδια λεκάνη ξεκίνησε η ανέγερση του φράγματος Αγιονερίου.
- Βελτίωση, συντήρηση των και περαιτέρω ανάπτυξη των υφιστάμενων συλλογικών αρδευτικών δικτύων έτσι ώστε να περιοριστούν οι μεγάλες απώλειες κατά την μεταφορά του νερού και αλλαγή των πρακτικών άρδευσης για καλύτερη απόδοση.
- Μείωση των αρδευόμενων εκτάσεων με πρακτικές αγρανάπαυσης, αλλαγής καλλιεργειών σε ξηρικές και αλλαγή των υδροβόρων καλλιεργειών με άλλες.

Η μεταφορά νερού από τον Άνω Ρου Αχελώου: Στη λύση αυτή προτείνεται η μερική εκτροπή νερού από τον Άνω Ρου Αχελώου προς Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας. Η λύση αυτή περιλαμβάνει την κατασκευή έργων και στο ΥΔ04 και στο ΥΔ08, που προϋποθέτει την συνδυασμένη διαχείριση τους. Στο ΥΔ04 πρόκειται να κατασκευαστούν οι ταμιευτήρες Μεσοχώρας και Συκιάς, καθαρά ενεργειακά έργα, με την εκτροπή να πραγματοποιείται την αρδευτική περίοδο μέσω σήραγγας και ταμίευσης της στον ταμιευτήρα Μουζακίου, ο οποίος επίσης δέχεται εισροές μέσω σήραγγας από τον ταμιευτήρα Πύλης. Η αρχική μελέτη έθετε στόχο την μεταφορά 1100 hm³ ώστε να κάλυπτε πλήρως το έλλειμμα της Θεσσαλίας, όμως από το ΣτΕ κρίθηκε παράνομη η έκκριση των περιβαλλοντικών όρων της, και με νέα Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (1995, που χρησιμοποιείται ως βάση περιγραφής των έργων στην παρούσα εργασία) μειώθηκε στα 600 hm³. Χρόνιες αντιδράσεις από περιβαλλοντικές οργανώσεις και κατοίκους των επηρεαζόμενων περιοχών στην Δυτική Ελλάδα επέφεραν την εμπλοκή στο ΣτΕ εκ νέου των έργων εκτροπής που στο μεταξύ είχαν ξεκινήσει και παραμένουν μέχρι σήμερα ημιτελή. Κατά την διάρκεια της κατάρτισης των σχεδίων διαχείρισης υδατικών πόρων, η εκτρεπόμενη ποσότητα μειώθηκε εκ νέου στα 250 hm³ και το Σεπτέμβριο του 2014 εγκρίθηκε. Περισσότερες λεπτομέρειες για το έργο της εκτροπής ακολουθούν στο *Κεφάλαιο 5*. Και σε αυτή τη λύση πάντως, θεωρείται απαραίτητο ότι ταυτόχρονα με την κατασκευή των νέων έργων θα πρέπει να βελτιωθούν και εκσυγχρονιστούν τα ήδη υφιστάμενα δίκτυα, ώστε η μέση χρήση

αρδευτικού νερού να μειωθεί σταδιακά από πάνω από 700 m³/στρ σήμερα σε περίπου 550 m³/στρ ανά αρδευτική περίοδο, στο μέλλον.

Σε αυτήν τη διπλωματική εργασία εξετάζεται το πολύπλοκο υδροσύστημα που προκύπτει από τη δεύτερη λύση, δηλαδή τη μεταφορά νερού από τη ΛΑΠ Αχελώου στη ΛΑΠ Πηνειού, με την πλέον πρόσφορη διάταξη έργων που προτάθηκε στη ΜΠΕ του 1995.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : Υπολογιστικά εργαλεία και θεωρητικά στοιχεία διαχείρισης υδατικών πόρων

Σε αυτό το Κεφάλαιο θα γίνει συνοπτικά μια περιγραφή των υπολογιστικών εργαλείων που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή τη διπλωματική εργασία και μια μικρή αναφορά στη θεωρία της διαχείρισης υδροσυστημάτων και μοντέλων προσομοίωσης.

3.1 Εισαγωγή στη διαχείριση υδατικών πόρων και εφαρμογή στο υδροσύστημα λεκανών απορροής Αχελώου - Πηνειού

Ως διαχείριση υδατικών πόρων νοείται η εφαρμογή μέτρων, κατασκευαστικών και μη, για τον έλεγχο φυσικών και τεχνητών συστημάτων υδατικών πόρων, με στόχο την ωφέλεια του ανθρώπου και του περιβάλλοντος (Grigg, 1996). Συνεπώς είναι αναγκαίο το αντικείμενο της παρούσης εργασίας, η συνδυασμένη διαχείριση των λεκανών απορροής Αχελώου και Πηνειού, να χαρακτηρίζεται από ένα πλαίσιο συγκεκριμένων αποφάσεων. Οι αποφάσεις αυτές πρέπει να διασφαλίζουν με ορθολογικό και αποδοτικό τρόπο την μεγιστοποίηση του οφέλους των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων από την αξιοποίηση των υδατικών πόρων της περιοχής μελέτης που ορίστηκε στο *Κεφάλαιο 2*. Ταυτόχρονα όμως είναι απαραίτητο στα πλαίσια της αειφόρου ανάπτυξης να μην υπονομευτεί το περιβάλλον ώστε οι ανάγκες του σήμερα να μην δημιουργούν συμβιβασμούς στην κάλυψη των αναγκών των επόμενων γενεών (Bruntdland 1987). Παράδειγμα μέτρων που συμβάλλουν σε αυτή την κατεύθυνση είναι για παράδειγμα η διατήρηση οικολογικής παροχής και η μείωση απολήψεων από τον υπόγειο υδροφόρο στην περιοχή της Θεσσαλίας.

Η βασική μεθοδολογική προσέγγιση στη διαχείριση υδατικών πόρων είναι η συστημική ανάλυση. Κύριο χαρακτηριστικό της διεργασίας αυτής είναι η διαδικασία αποδόμησης ενός συστήματος σε μικρότερα απλούστερα μέρη. Μελετώντας τις σχέσεις και τον τρόπο αλληλεπίδρασης των επιμέρους στοιχείων μεταξύ τους και με το περιβάλλον τους, αποσκοπεί στην αναγνώριση του τρόπου λειτουργίας του συστήματος χωρίς λεπτομερειακή θεώρηση των σχέσεων και φυσικών διεργασιών που το διέπουν. (Μακρόπουλος 2012, Grigg 1996).

Η περιοχή μελέτης φυσικά στην προκειμένη υπόθεση εργασίας νοείται ως ένα υδροσύστημα. Ως σύστημα ορίζεται το σύνολο ανεξάρτητων μεταξύ τους στοιχείων, το οποίο χαρακτηρίζεται από α) την ύπαρξη συνόρου, το οποίο καθορίζει αν ένα στοιχείο ανήκει στο σύστημα ή στο περιβάλλον, β) αλληλεπιδράσεις με το περιβάλλον της μορφής εισόδων και εξόδων (inputs-outputs) και γ) ένα σύνολο σχέσεων μεταξύ των στοιχείων του συστήματος και των εισόδων – εξόδων (Mays and Tung, 1992). Ως υδροσύστημα ειδικότερα, καλείται το σύστημα αποτελούμενο από φυσικά υδάτινα σώματα και τεχνικά έργα που συνεργαζόμενα εξυπηρετούν έναν ή περισσότερους σκοπούς, τηρώντας παράλληλα μία σειρά από περιορισμούς (Ευστρατιάδης, κ.α. 2007).

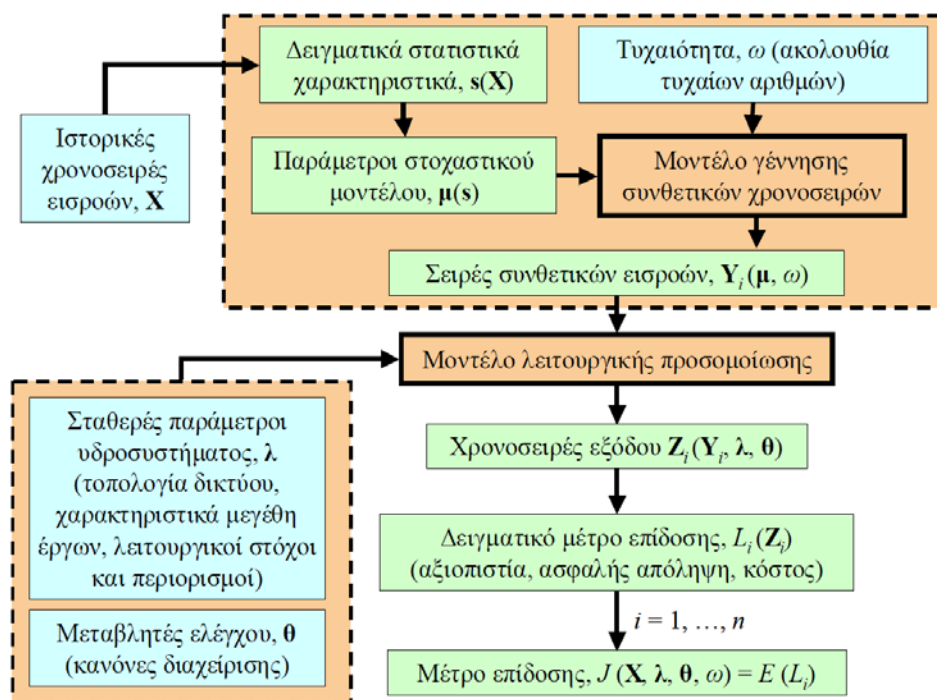
Τα γεωγραφικά όρια της περιοχής μελέτης, δηλαδή τα όρια των ΛΑΠ Αχελώου και Πηνειού, αποτελούν το σύνορο του υδροσυστήματος υπό εξέταση. Τα επιμέρους στοιχεία που το απαρτίζουν είναι τμήμα του φυσικού περιβάλλοντος (λεκάνες απορροής, ποταμοί, υπόγειοι υδροφορείς, λίμνες) και τμήμα του ανθρωπογενούς περιβάλλοντος (ταμιευτήρες, ΥΗΣ, υδραγωγεία, διώρυγες, συστήματα γεωτρήσεων, αγροτικές εκτάσεις). Ως εισοδοί στο σύστημα θεωρούνται οι υδρολογικές μεταβλητές των λεκανών απορροής και οι ζητήσεις για τις χρήσεις νερού (μηνιαία ζήτηση για άρδευση, ύδρευση, παραγωγή ενέργειας, περιβαλλοντικές παροχές). Έξοδος του συστήματος είναι παραγόμενη ενέργεια, αστοχίες αρδευτικών, υδρευτικών και περιβαλλοντικών ζητήσεων. Ζήτημα είναι να βρεθεί η βέλτιστη διαχειριστική πολιτική με συνολικά μέγιστο όφελος.

Η εγγενής πολυπλοκότητα του υπό μελέτη υδροσυστήματος δεν είναι μοναδική περίπτωση λόγω παραδείγματος χάρη του μεγέθους του. Συνήθως στα διαχειριστικά προβλήματα επιβάλλεται η συστημική προσέγγιση λόγω της μη γραμμικής δυναμικής των φυσικών διεργασιών, της ανάγκης ταυτόχρονης ικανοποίησης πολλαπλών και, συχνά, αντικρουόμενων στόχων και περιορισμών, που επιβάλλονται από ομάδες με διαφορετικά συμφέροντα, του καθεστώτος αβεβαιότητας στην πρόβλεψη των υδρολογικών εισροών και, σε μικρότερο βαθμό, της ζήτησης, καθώς και της ανάγκης συγκερασμού της οικονομικότητας και του ρίσκου, και μάλιστα σε μακροπρόθεσμο ορίζοντα (Grigg, 1996). Όλα τα προαναφερθέντα είναι δομικά χαρακτηριστικά του υδροσυστήματος Αχελώου – Πηνειού. Οπότε αποτελεί τυπικό παράδειγμα διαχειριστικού προβλήματος και άρα μπορεί να χρησιμοποιηθούν τα τυπικά εργαλεία της συστημικής ανάλυσης, οι μέθοδοι προσομοίωσης και βελτιστοποίησης.

Η προσομοίωση ορίζεται ως η τεχνική μίμησης ενός πραγματικού συστήματος, όπως αυτό εξελίσσεται στο χρόνο (Winston, 1994). Καθώς η προσομοίωση δεν γίνεται ποτέ στο πρωτότυπο σύστημα, έμμεση απόρροια της διαδικασίας είναι η διαμόρφωση ενός μοντέλου προσομοίωσης. Το τελευταίο αποτελεί ένα σύνολο υποθέσεων για τη λειτουργία του συστήματος, εκφρασμένων υπό μορφή μαθηματικών ή/και λογικών σχέσεων μεταξύ των αντικειμένων του συστήματος και συνήθως είναι κωδικοποιημένο σε γλώσσα προγραμματισμού (Κουτσογιάννης, 2000). Τέλεια μοντέλα βεβαίως δεν υπάρχουν, με την έννοια της τέλει απόκρισης στην πραγματικότητα. Ένα μοντέλο είναι εξ ορισμού ελλιπές (αρχής της ελλιπούς γνώσης) όπως αυτό συνεπάγεται από την αρχή της απροσδιοριστίας του Heisenberg από την οποία απορρέει ότι η πληροφορία που μπορεί να λάβει ένα σύστημα ελέγχου είναι απαραίτητως ημιτελής. (Μακρόπουλος, 2012). Έτσι είναι απόλυτα βέβαιο πως θα παρεισφρήσει πληθώρα σφαλμάτων και αβεβαιοτήτων στην κατασκευή ενός μοντέλου οπότε ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην διαδικασία σχηματοποίησης του. Όλες οι φυσικές συνιστώσες ενός συστήματος μετασχηματίζονται σε συνιστώσες του μοντέλου με εφαρμογή συνήθως της μορφής γράφου, με διάταξη κόμβων συνδεδεμένων με κλάδους (Ευστρατιάδης, κ.α. 2007). Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της διαδικασίας είναι η αφαίρεση στοιχείων μη αναγκαίων για τη προσομοίωση, η τυποποίηση ομοίων στοιχείων του συστήματος σε εννοιολογικά αντικείμενα του μοντέλου και απλοποίηση του

συστήματος με την ομαδοποίηση και σύμπτυξη ομάδων με κοινή ιδιότητα (Karavokiros et al., 2002) Η διαδικασία σχηματοποίησης του φυσικού υδροσυστήματος Αχελώου – Πηνειού σε μοντέλο προσομοίωσης περιγράφεται ιδιαίτερα αναλυτικά στο *Κεφάλαιο 5*. Περιγράφονται μαζί με τεκμηρίωση για τις αποφάσεις απλοποίησης και τις παραδοχές που επιλέχτηκαν καθώς η σχηματοποίηση είναι μια διαδικασία που γίνεται με ευθύνη του μηχανικού ή αναλυτή και έχει βαρύνουσα σημασία ως προς τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα που αργότερα εξάγονται από το μοντέλο (Karavokiros et al., 2002). Επισημαίνεται πως τα μοντέλα προσομοίωσης διακρίνονται σε ντετερμινιστικά ή στοχαστικά. Η διάκριση αφορά την κατάσταση της γνώση των παραμέτρων τους και των εξωτερικών διεγέρσεών τους. Όταν θεωρούνται γνωστά, το μοντέλο καλείται ντετερμινιστικό και έχει μία και μοναδική απόκριση, σε περίπτωση που θεωρούνται τυχαίες μεταβλητές το μοντέλο θεωρείται στοχαστικό και άρα και οι αποκρίσεις που παράγει είναι επίσης τυχαίες μεταβλητές. Καθίσταται προφανές από την περιγραφή του συστήματος Αχελώου-Πηνειού ότι η αβεβαιότητα είναι κύριο χαρακτηριστικό του, οπότε ένα στοχαστικό μοντέλο προσομοίωσης είναι η σωστή επιλογή για την ανάλυση του.

Η προσομοίωση του συστήματος για να θεωρείται στοχαστική θα πρέπει να χρησιμοποιεί συνθετικά δεδομένα εισόδου, με την μορφή χρονοσειρών συνήθως, που να διατηρούν όμως στατιστικά χαρακτηριστικά των ιστορικών τους δειγμάτων και συγχρόνως να διατηρούν μία συσχέτιση μεταξύ τους. Από μόνη της η γέννηση συνθετικών χρονοσειρών αποτελεί μια προσομοίωση του ιστορικού δείγματος άρα χρειάζεται ένα ξεχωριστό μοντέλο παραγωγής τους. Η διαδικασία παραγωγής των συνθετικών σειρών του υπό εξέταση συστήματος περιγράφεται αναλυτικά στο *Κεφάλαιο 6*. Στο σχήμα της *Εικόνας 3.1* δίνεται ένα τυπικό διάγραμμα ροής μιας στοχαστικής προσομοίωσης υδροσυστήματος.



Εικόνα 3.1: Τυπικό διάγραμμα ροής στοχαστικής προσομοίωσης σε υδροσυστήματα (Πηγή : Ευστρατιάδης κ.α, 2007)

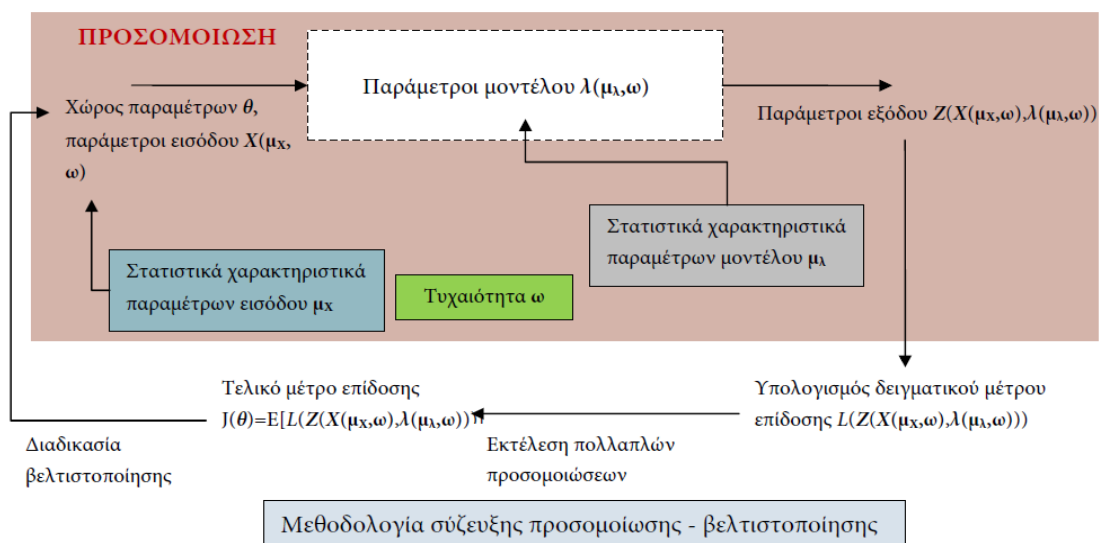
Η διαδικασία αναζητήσης της καλύτερης λύσης σε ένα διαχειριστικό πρόβλημα συνήθως ανάγεται σε έναν βρόγχο όπου διαδοχικά επιλέγονται αποφάσεις και αξιολογούνται οι επιπτώσεις τους στο σύστημα. Διάφορες τεχνικές αντιστοιχούν ένα μέτρο επίδοσης σε κάθε εναλλακτική λύση και ειδικοί αλγόριθμοι αναζητούν τη βέλτιστη λύση. Οι αποφάσεις που επιφέρουν αλλαγή στο μέτρο επίδοσης καλούνται μεταβλητές ελέγχου, ενώ το μέτρο επίδοσης συνήθως αντιστοιχεί στη τιμή μιας στοχικής συνάρτησης (objective function) η οποία πρέπει είτε να ελαχιστοποιηθεί είτε να μεγιστοποιηθεί. Οι μεταβλητές ελέγχου επαναπροσδιορίζονται με επαναληπτική διαδικασία βάση του αλγορίθμου βελτιστοποίησης που έχει επιλεχτεί.

3.2 Το μοντέλο ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ

3.2.1 Θεωρητικό πλαίσιο ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ

Ο ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ είναι ένα σύστημα υποστήριξης αποφάσεων, που ενσωματώνει ένα εξελιγμένο μοντέλο προσομοίωσης και βελτιστοποίησης συστημάτων υδατικών πόρων, που έχει αναπτυχθεί στο ΕΜΠ σε διάφορες εκδοχές. Η τελευταία έκδοση (4.9) του λογισμικού αναπτύχθηκε κατά την διάρκεια εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας και οι πρόσθετες λειτουργίες δοκιμάστηκαν στο σύστημα Αχελώου – Πηνειού. Κύρια βιβλιογραφική πηγή του υποκεφαλαίου είναι το τεύχος θεωρητικής τεκμηρίωσης του μοντέλου (Ευστρατιάδης κ.α, 2007).

Η θεμελιώδης αρχή του Υδρονομέα είναι ότι συνδυάζει τις τεχνικές της προσομοίωσης και της βελτιστοποίησης σε ένα ενιαίο πλαίσιο, αντίθετα με παλαιότερες πρακτικές όπου θεωρούνται ξεχωριστές πρακτικές (Mays and Tung, 1996, Lucks et al, 1986). Σχηματικό διάγραμμα ροής της διαδικασίας δίνεται στην *Εικόνα 3.2*. Κατά τον τρόπο αυτό αποφεύγει τις υπεραπλουστεύσεις του υδροσυστήματος με την χρήση (π.χ γραμμικοποίηση) κατά τη διάρκεια της βελτιστοποίησης καθώς χρησιμοποιεί λεπτομερειακό μοντέλο προσομοίωσης. Έτσι δεν χρειάζεται αναπροσαρμογή των εξισώσεων της δυναμικής κατάστασης του συστήματος αφού μέσω της προσομοίωσης χρησιμοποιούνται τα αποτελέσματα της για τον καθορισμό του μέτρου επίδοσης του υδροσυστήματος που αντιστοιχεί στη στοχική συνάρτηση του προβλήματος βελτιστοποίησης. και αφετέρου τις αυθαίρετες επιλογές του χρήστη, καθώς η λειτουργία του συστήματος προκύπτει μέσα από διαδικασίες συστηματικής αναζήτησης βέλτιστων λύσεων. Ο ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ υιοθετεί μία στοχαστική προσέγγιση στη προσομοίωση καθώς χρησιμοποιούνται συνθετικά σενάρια εισροών. Έτσι μειώνονται στο ελάχιστο οι απαιτεί αυθαίρετες επιλογές εισόδου από το χρήστη και ποσοτικοποιείται η αβεβαιότητα και το ρίσκο στη λήψη αποφάσεων. Επιπλέον, η κατανομή των απολήψεων στο δίκτυο ακολουθεί την οικονομικότερη διαδρομή, ελαχιστοποιώντας τα πάγια και μεταβλητά κόστη των έργων σύλληψης και μεταφοράς (υδραγωγεία, αντλιοστάσια, γεωτρήσεις), όπως εξάλλου συμβαίνει στις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας του συστήματος.



Εικόνα 3.2 : Διάγραμμα ροής πλαισίου συνδυασμένης προσομοίωσης και βελτιστοποίησης (Πηγή: Μπουζιώτας, 2012)

Το μαθηματικό μοντέλο του ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ αποσκοπεί σε μια ρεαλιστική αναπαράσταση τόσο των φυσικών (υδρολογικών και υδραυλικών) διεργασιών των υδροσυστημάτων όσο και των πρακτικών διαχείρισης σε αυτά. Στο μοντέλο εξασφαλίζεται η αυστηρή τήρηση των φυσικών περιορισμών που επιβάλλονται με περιορισμούς στο σύστημα αλλά και των διαχειριστικών και λειτουργικών στόχων που αποφασίζει ο χρήστης μέσω της ιεράρχησής τους κατά σειρά προτεραιότητας. Το γενικό μεθοδολογικό πλαίσιο παραμετροποίηση – προσομοίωση - βελτιστοποίηση, όπως υλοποιήθηκε στον ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ, απεικονίζεται στην Εικόνα 3.3 και περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα:

Βήμα 1ο: Διαμορφώνεται από το χρήστη η σχηματοποίηση του υδροσυστήματος και εισάγονται τα δεδομένα του μαθηματικού μοντέλου, δηλαδή τα χαρακτηριστικά μεγέθη των φυσικών και τεχνητών συνιστωσών, οι λειτουργικοί περιορισμοί, το μέτρο επίδοσης και οι χρονοσειρές εισροών. Οι τελευταίες είτε είναι οι ιστορικές είτε συνθετικές, οπότε γεννώνται μέσω ενός στοχαστικού μοντέλου που αναπαράγει τα στατιστικά χαρακτηριστικά των αντίστοιχων ιστορικών δειγμάτων.

Βήμα 2ο: Ορίζονται γενικοί κανόνες διαχείρισης του υδροσυστήματος, που περιγράφονται από ένα σύνολο παραμέτρων, θ . Η παραμετροποίηση οφείλει να είναι φειδωλή, έτσι ώστε το πλήθος των παραμέτρων, και συνεπώς το πλήθος των βαθμών ελευθερίας του προβλήματος, να διατηρείται όσο το δυνατό πιο μικρό για να μη επιβαρύνει τη διαδικασία αναζήτησης της βέλτιστης λύσης. Με την προϋπόθεση στασιμότητας των χαρακτηριστικών του συστήματος, οι κανόνες διαχείρισης, και ως εκ τούτου οι παράμετροι, δεν πρέπει να μεταβάλλονται διαχρονικά, ώστε η διάσταση του προβλήματος να μην εξαρτάται από τον χρονικό ορίζοντα ελέγχου. Από την άλλη πλευρά, ορισμένες παράμετροι έχει νόημα να

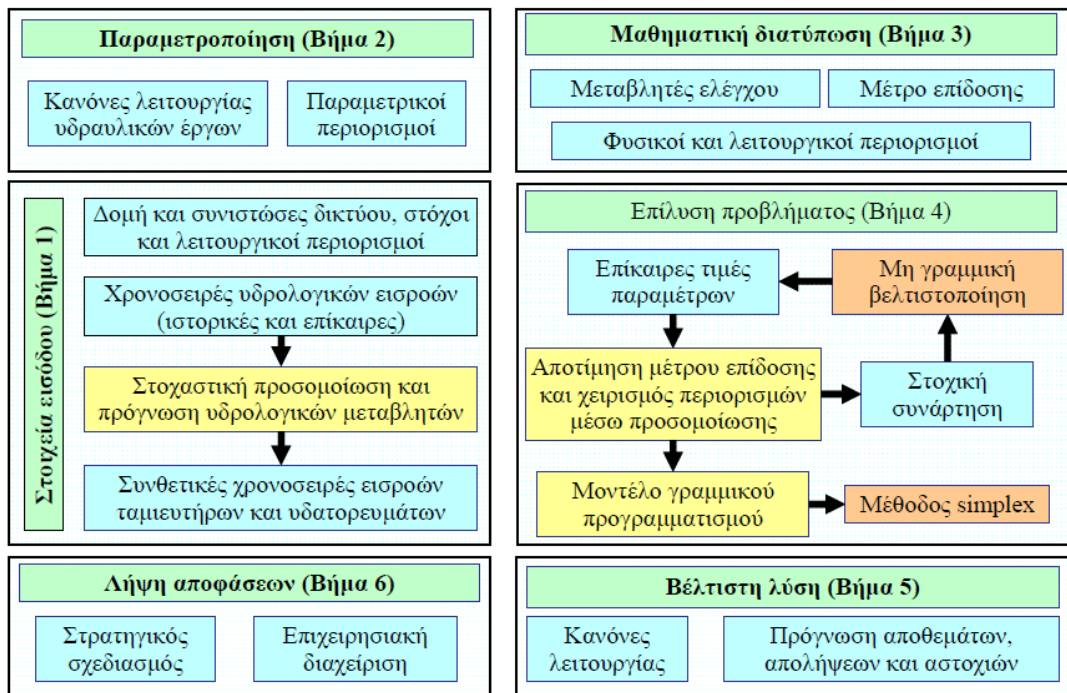
μεταβάλλονται εποχιακά, ώστε η διαχειριστική πολιτική που αποτυπώνουν να προσαρμόζεται στην ενδοετήσια ανισοκατανομή ορισμένων χρήσεων νερού.

Βήμα 3ο: Ορίζεται το πρόβλημα βελτιστοποίησης, με στοχική συνάρτηση το μέτρο επίδοσης του συστήματος και μεταβλητές ελέγχου τις παραμέτρους θ . Επιπλέον, διατυπώνονται μαθηματικοί περιορισμοί συναρτήσει των χαρακτηριστικών μεγεθών του συστήματος και των στόχων που έχει θέσει ο χρήστης, χωρίς ωστόσο να εισάγονται στο μοντέλο βελτιστοποίησης.

Βήμα 4ο: Για δεδομένη διαχειριστική πολιτική, δηλαδή δεδομένες τιμές παραμέτρων, καλείται το μοντέλο λειτουργικής προσομοίωσης που επιλύει το μαθηματικό μοντέλο του συστήματος, δηλαδή τις εξισώσεις δυναμικής και τους μαθηματικούς περιορισμούς, για το σύνολο του ορίζοντα ελέγχου. Η επίλυση γίνεται βήμα προς βήμα, μετασχηματίζοντας το πρόβλημα σε ένα μοντέλο γραμμικού προγραμματισμού, ο χειρισμός του οποίου γίνεται με αναλυτικές τεχνικές (μέθοδος simplex). Μετά το πέρας της διαδικασίας προσομοίωσης αποτιμάται η τιμή της στοχικής συνάρτησης, δηλαδή η επίδοση του συστήματος έναντι της συγκεκριμένης διαχειριστικής πολιτικής. Για την μεγιστοποίηση του εν λόγω μέτρου, εισάγεται μια εξωτερική διαδικασία βελτιστοποίησης, σε κάθε δοκιμή της οποίας ορίζονται νέες τιμές παραμέτρων, και επαναλαμβάνεται η προσομοίωση. Η διαδικασία σταματά όταν επέλθει σύγκλιση στην βέλτιστη λύση. Επειδή το μοντέλο βελτιστοποίησης είναι έντονα μη γραμμικό, αντιμετωπίζεται με εξειδικευμένες υπολογιστικές μεθόδους (εξελικτικούς αλγορίθμους).

Βήμα 5ο: Εντοπίζεται η βέλτιστη λύση του προβλήματος, που περιλαμβάνει τους κανόνες λειτουργίας και ένα πλήθος πληροφοριών που αναφέρονται στην εκτίμηση της πιθανότητας αστοχίας των περιορισμών και την στοχαστική πρόγνωση όλων των μεταβλητών απόκρισης του υδροσυστήματος (απολήψεις, παροχές υδραγωγείων, αντλήσεις, κλπ.).

Βήμα 6ο: Τα αποτελέσματα της βέλτιστης λύσης αξιοποιούνται για την λήψη αποφάσεων, είτε σε επίπεδο στρατηγικού σχεδιασμού είτε σε κλίμακα επιχειρησιακής διαχείρισης. Εφόσον κρίνεται αναγκαίο, η διαδικασία επαναλαμβάνεται τροποποιώντας τόσο τα δεδομένα εισόδου του μοντέλου όσο και τα κριτήρια βελτιστοποίησης.



Εικόνα 3.3 : Διάγραμμα ροής μεθοδολογικού σχήματος παραμετροποίηση – προσομοίωση –βελτιστοποίηση όπως υλοποιήθηκε στον ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ (Πηγή: Ευστρατιάδης, Καραβοκυρός και Κουτσογιάννης, 2007).

3.2.3 Αναπαράσταση υδροσυστήματος στον ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ

Στον ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ παρέχεται η δυνατότητα περιγραφής των σημαντικών φυσικών και τεχνητών συνιστωσών ενός υδροσυστήματος, χωρίς περιορισμούς στην κλίμακα των έργων και τη γενική τους διάταξη. Η χρήση του στο μεγάλο και πολυσύνθετο υδροσύστημα του Αχελώου-Πηνειού αποδείχτηκε ιδιαίτερα πρόσφορη. Οι χαρακτηριστικές συνιστώσες του συστήματος που υποστηρίζει το μοντέλο είναι:

- **κόμβοι**, που είναι στοιχεία χωρίς αποθηκευτική ικανότητα και αντιστοιχούν σε σημεία ζήτησης νερού ή αλλαγής της γεωμετρίας και των χαρακτηριστικών μεγεθών του δικτύου.
- **κόμβοι εισροής**, που είναι ειδικοί τύποι κόμβων με δεδομένη προσφορά νερού.
- **ταμιευτήρες**, που είναι ειδικοί τύποι κόμβων, με δυνατότητα αποθήκευσης επιφανειακών υδατικών πόρων.
- **γεωτρήσεις**, που είναι ειδικοί τύποι κόμβων, με δυνατότητα άντλησης νερού από υπόγειους υδροφορείς.
- **υδατορεύματα**, που είναι φυσικοί αγωγοί, χωρίς περιορισμό παροχетеυτικότητας.
- **υδραγωγεία**, που είναι τεχνητοί αγωγοί νερού, πεπερασμένης παροχетеυτικότητας.
- **στρόβιλοι**, που είναι ειδικοί τύποι υδραγωγείων, κατά μήκος των οποίων παράγεται ενέργεια.
- **αντλιοστάσια**, που είναι ειδικοί τύποι υδραγωγείων, κατά μήκος των οποίων καταναλώνεται ενέργεια.

Τα δεδομένα εισόδου ενός διαχειριστικού σεναρίου χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, στατικά και δυναμικά. Τα στατικά δεδομένα αναφέρονται στα χαρακτηριστικά μεγέθη των τεχνικών έργων, τους στόχους και λειτουργικούς περιορισμούς και ορισμένες οικονομικές παραμέτρους της διαχείρισης τα οποία αποφασίζει σύμφωνα με τη κρίση του ή τα διαθέσιμα στοιχεία ο χρήστης κατά την διάρκεια της σχηματοποίησης. Όσον αφορά στα δυναμικά δεδομένα, αυτά αναφέρονται σε χρονοσειρές εισροών και απωλειών σε ταμιευτήρες ή κόμβους του υδρογραφικού δικτύου. Οι εν λόγω χρονοσειρές μπορεί να είναι ιστορικές ή συνθετικές, με τη δεύτερη κατηγορία να ενδείκνυται όταν είναι επιθυμητή η ακριβής αποτίμηση των πιθανοτικών μεγεθών του συστήματος, ιδιαίτερα όταν τα τελευταία αναφέρονται σε ακραία επίπεδα αξιοπιστίας. Επιπλέον, όταν το σύστημα λειτουργεί ως εργαλείο πρόγνωσης, πρέπει αναγκαστικά να χρησιμοποιήσει σενάρια υδρολογικών εισροών που διατηρούν την ίδια στατιστική δομή. Τα εν λόγω σενάρια παράγονται από το λογισμικό ΚΑΣΤΑΛΙΑ, που περιγράφεται στο εδάφιο 3.3.

3.2.4 Στόχοι και περιορισμοί του μοντέλου

Ο ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ προσφέρει μεγάλο πλήθος διαχειριστικών επιλογών που μπορούν να εισαχθούν στο υδροσύστημα με τη μορφή στόχων σε κόμβους οι οποίοι μπορεί να αφορούν:

- **επιθυμητή απόληψη νερού** για άρδευση, ύδρευση ή άλλη χρήση, που αναφέρεται σε κόμβο ή ταμιευτήρα
- **αποφυγή απωλειών νερού** λόγω υπερχείλισης, που αναφέρεται σε ταμιευτήρα
- **διατήρηση του αποθέματος ταμιευτήρα** μεταξύ μιας ελάχιστης και μιας μέγιστης επιθυμητής τιμής
- **διατήρηση παροχής** είτε μεταξύ μιας ελάχιστης ή μιας μέγιστης επιθυμητής τιμής, είτε σε μια σταθερή τιμή σε υδραγωγείο ή υδατόρευμα
- **παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας** σε στρόβιλο

Οι στόχοι (και περιορισμοί) που ορίζει ο χρήστης σε αρκετές περιπτώσεις είναι ανταγωνιστικοί μεταξύ τους και για το λόγο αυτό εντάσσονται σε ένα ιεραρχικό σύστημα προτεραιοτήτων, αποτελούμενο από διάφορα επίπεδα τα οποία καθορίζονται κατά την σχηματοποίηση. Το μαθηματικό μοντέλο επιδιώκει την ικανοποίηση των στόχων ακολουθώντας την προκαθορισμένη σειρά προτεραιότητας. Δύο ή περισσότεροι στόχοι μπορούν να ενταχθούν στο ίδιο επίπεδο, οπότε αντιμετωπίζονται από το μοντέλο κατανομής με την ίδια ιεραρχία.

3.2.5 Το σκέλος της προσομοίωσης

Σε μελέτες σχεδιασμού ή στρατηγικής διαχείρισης συστημάτων υδατικών πόρων, όπου ζητούμενο είναι η αποτίμηση της μακροχρόνιας επίδοσης του συστήματος, η εν λόγω επίδοση θεωρείται ότι δεν επηρεάζεται από τις συνθήκες εκκίνησης του μοντέλου στοχαστικής προσομοίωσης, δηλαδή το αρχικό καθεστώς υδροφορίας και αποθεμάτων. Επιπλέον, όλα τα υπόλοιπα δεδομένα εισόδου του συστήματος, όπως η διάταξη και τα χαρακτηριστικά των έργων και η ετήσια ζήτηση νερού, θεωρούνται σταθερά και

ανεξάρτητα του χρόνου. Ο τύπος αυτός της προσομοίωσης ονομάζεται μόνιμη κατάσταση (steady-state). Κατά την προσομοίωση μόνιμη κατάσταση, οι επιμέρους σειρές εισροών μπορούν να θεωρηθούν ισοδύναμα μιας μεμονωμένης χρονοσειράς μεγάλου (θεωρητικά άπειρου) μήκους.

Αντίθετα, η επιχειρησιακή διαχείριση ενός υδροσυστήματος, δηλαδή η λειτουργία του σε πραγματικό χρόνο, επιβάλλει την ενσωμάτωση των αρχικών συνθηκών στο μοντέλο στοχαστικής προσομοίωσης. Στην περίπτωση αυτή, η βραχυχρόνια και πιθανόν μεσοπρόθεσμη επίδοση του συστήματος ενδέχεται να εξαρτάται καθοριστικά τόσο από το επίκαιρο καθεστώς υδροφορίας όσο και από τα επίκαιρα αποθέματα νερού. Επιπλέον, οι παράμετροι του υδροσυστήματος είναι συνήθως μεταβαλλόμενες στον χρόνο, λόγω της ένταξης νέων έργων στο σύστημα ή και την προσωρινής απενεργοποίησης ορισμένων, λόγω συντήρησης ή βλάβης, της εισαγωγής νέων περιορισμών, της αύξησης της ζήτησης, κλπ. Στην περίπτωση αυτή ακολουθείται μια διαφορετική προσέγγιση, με εφαρμογή μιας διαδικασίας που ονομάζεται καταληκτική (terminating) προσομοίωση (Ευστρατιάδης, Καραβοκυρός και Κουτσογιάννης, 2007).

Στην περίπτωση που εξετάζουμε εδώ μας ενδιαφέρει η προσομοίωση σταθερής κατάστασης, καθώς το πεδίο εφαρμογής είναι η κατάρτιση ενός μακροπρόθεσμου σχεδίου συνδυασμένης διαχείρισης δύο λεκανών απορροής.

3.2.6. Η διαδικασία βελτιστοποίησης

Η διαδικασία που ακολουθείται από τον ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ, περιλαμβάνει αρχικά τον ορισμό των μεταβλητών ελέγχου. Εκτός των παραμέτρων των κανόνων λειτουργίας, ο χρήστης μπορεί να ορίσει μεταβλητές ελέγχου σε τιμές στόχων και λειτουργικών περιορισμών, με την προϋπόθεση ότι αυτές έχουν διαχρονική ισχύ.

Η αποτίμηση της κάθε διαχειριστικής πολιτικής πραγματοποιείται μέσω ενός δείκτη που ονομάζεται μέτρο επίδοσης. Ο εν λόγω δείκτης ορίζεται ως ακολούθως:

$$F = \sum_{j=1}^m w_j f_j \quad (3.1)$$

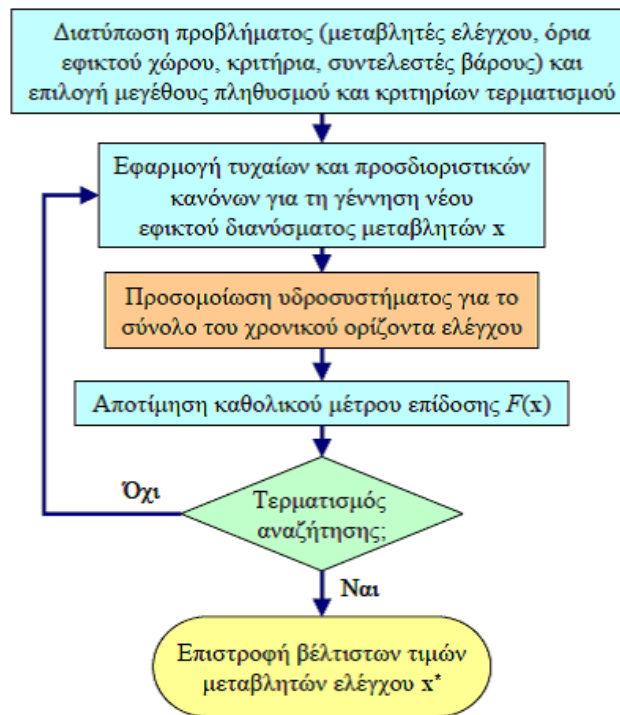
όπου f_j μεμονωμένα κριτήρια ελέγχου και w_j συντελεστές βάρους, που εκφράζουν τη σχετική σπουδαιότητα των κριτηρίων. Όπως ορίζεται το μέτρο επίδοσης, με στάθμιση δηλαδή επιμέρους κριτηρίων που δεν χρησιμοποιούν κοινή μονάδα μέτρησης, είναι αδύνατο να αποδοθεί κάποιο φυσικό νόημα. Στην πραγματικότητα, πρόκειται για μια μαθηματική ποσότητα, που αντιστοιχεί στη στοχική συνάρτηση του προβλήματος βελτιστοποίησης και χρησιμοποιείται ως μέτρο σύγκρισης εναλλακτικών λύσεων (ως λύση νοείται ένα σύνολο εφικτών τιμών των μεταβλητών ελέγχου, που υποδηλώνει μια συγκεκριμένη διαχειριστική πολιτική). Είναι προφανές ότι η εισαγωγή διαφορετικών κριτηρίων ή και η διατήρηση των ίδιων, αλλά με διαφορετικές τιμές συντελεστών βάρους, διαφοροποιεί το πρόβλημα και οδηγεί εύλογα σε αλλαγή της προτεινόμενης διαχειριστικής πολιτικής (Ευστρατιάδης, Καραβοκυρός και Κουτσογιάννης, 2007).

Η διαδικασία της βελτιστοποίησης αναζητεί τη βέλτιστη διαχειριστική πολιτική όπως αυτή εκφράζεται από το σύνολο των μεταβλητών ελέγχου $x = [x_1, x_2, \dots, x_n]$ μέσω της ελαχιστοποίησης της συνάρτησης F :

$$\min F(x) = \sum_{j=1}^m w_j f_j(x) \quad (3.2)$$

$$x \in [x_{\min}, x_{\max}]$$

Ο αλγόριθμος της διαδικασίας βελτιστοποίησης εικονίζεται στη μορφή διαγράμματος ροής στην *Εικόνα 3.4*.



Εικόνα 3.4: Διάγραμμα ροής διαδικασίας βελτιστοποίησης (Πηγή: Ευστρατιάδης, Καραβοκυρός και Κουτσογιάννης, 2007).

Το γραφικό περιβάλλον του ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ δίνει τη δυνατότητα παρακολούθησης της εξέλιξης της τιμής του μέτρου επίδοσης ανάλογα με τον αύξοντα αριθμό της προσομοίωσης. Αντίστοιχα παραδείγματα θα παρατεθούν στο κεφάλαιο 7, όπου αναλύονται τα διαφορετικά σενάρια μελέτης και αναλυτικά οι στοχικές συναρτήσεις με τα βάρη στα κριτήρια ελέγχου που χρησιμοποιήθηκαν.

3.2 Το μοντέλο Κασταλία

Η Κασταλία πραγματοποιεί στοχαστική ανάλυση πολλαπλών δειγμάτων μεταβλητών, οι οποίες αναφέρονται σε διαφορετικές διεργασίες στην ίδια θέση ή σε διαφορετικές θέσεις. Οι διεργασίες αυτές έχουν συσχέτιση μεταξύ τους και ανήκουν σε συστήματα με κοινή υδρολογική δίαιτα, όπως για παράδειγμα μια λεκάνη απορροής. Πρόκειται δηλαδή για ένα πολυμεταβλητό στοχαστικό μοντέλο, που αρχικά αναπτύχθηκε για τη μελέτη μηνιαίων υδρολογικών μεταβλητών, όπως η βροχή και η απορροή (Ευστρατιάδης και Κουτσογιάννης, 2004, Ευστρατιάδης κ.ά., 2005). Πρόσφατα, στα πλαίσια της διπλωματικής εργασία του Διαλυνά (2011), έγινε επέκταση του μοντέλου, ώστε να υποστηρίζει την γέννηση βροχοπτώσεων σε ημερήσιο χρονικό βήμα.

Η ανάλυση των ιστορικών δειγμάτων και η γέννηση των συνθετικών χρονοσειρών πραγματοποιείται σε τρία βασικά βήματα: στο πρώτο πραγματοποιείται η γέννηση συνθετικών χρονοσειρών ετήσιας χρονικής κλίμακας, στο δεύτερο πραγματοποιείται η γέννηση των χρονοσειρών μηνιαίας χρονικής κλίμακας και, τέλος, στο τρίτο βήμα πραγματοποιείται η γέννηση των χρονοσειρών ημερήσιας χρονικής κλίμακας. Οι συνθετικές χρονοσειρές στις διάφορες χρονικές κλίμακες παράγονται με διαφορετικά στοχαστικά μοντέλα. Στην ετήσια κλίμακα χρησιμοποιούνται στοχαστικά μοντέλα που αναπαράγουν την μακροπρόθεσμη εμμονή των υδρολογικών διεργασιών, γνωστή ως φαινόμενο Hurst, ενώ σε μηνιαία και ημερήσια κλίμακα χρησιμοποιούνται μοντέλα που αναπαράγουν την περιοδικότητα και άλλα χαρακτηριστικά των διεργασιών λεπτής χρονικής κλίμακας.

Και στις δύο περιπτώσεις, τα μοντέλα αναπαράγουν το ελάχιστο σύνολο των ουσιωδών στατιστικών παραμέτρων δηλαδή:

- α) τις παραμέτρους των περιθωρίων συναρτήσεων κατανομής κάθε μεταβλητής, και συγκεκριμένα την μέση τιμή, την διασπορά και τον συντελεστή ασυμμετρίας, και
- β) τις παραμέτρους των από κοινού συναρτήσεων κατανομής των μεταβλητών, και συγκεκριμένα τους συντελεστές αυτοσυσχέτισης πρώτης τάξης και τους συντελεστές ετεροσυσχέτισης μηδενικής τάξης.

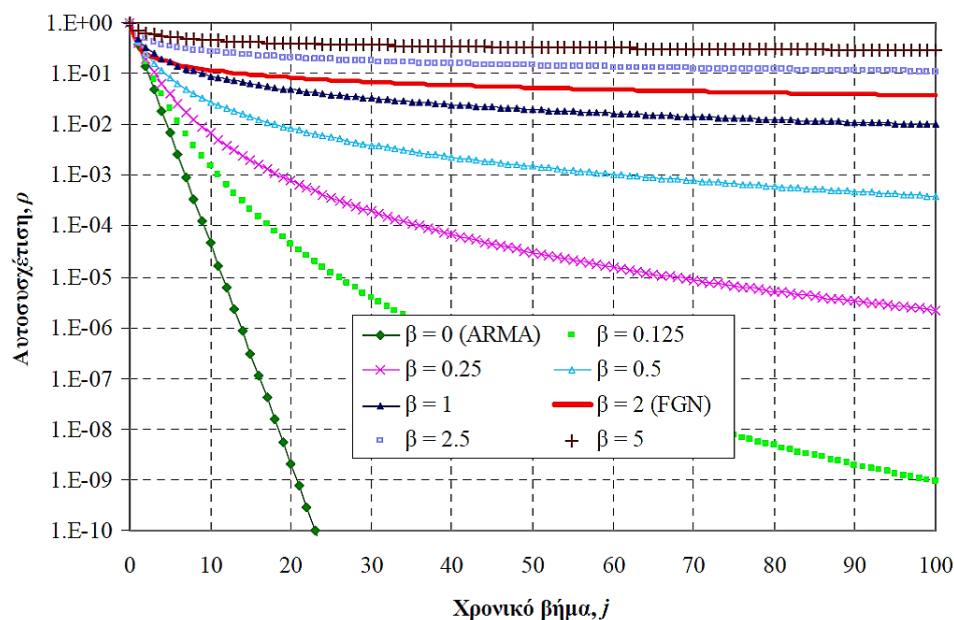
Με τον τρόπο αυτό παράγονται χρονοσειρές στατιστικά ισοδύναμες με τις ιστορικές, ενώ ταυτόχρονα διατηρείται η χωρική (ετεροσυσχέτιση) και χρονική εξάρτηση (βραχυπρόθεσμη εμμονή), καθώς και η στοχαστική δομή των ιστορικών χρονοσειρών. Για την γέννηση των συνθετικών χρονοσειρών γίνεται η χρήση της κατανομής γάμα τριών παραμέτρων. Η κατανομή αυτή θεωρείται κατάλληλη για την περιγραφή υδρολογικών μεταβλητών στις εξεταζόμενες χρονικές κλίμακες (ετήσια, μηνιαία και ημερήσια), αφού ορίζεται μόνο για θετικές τιμές της μεταβλητής και είναι σε θέση να αναπαράγει την ασυμμετρία των ιστορικών δειγμάτων, η οποία είναι αρκετά μεγάλη, ιδιαίτερα στην ημερήσια κλίμακα.

Οι παραγόμενες συνθετικές χρονοσειρές πρέπει να χαρακτηρίζονται από συνέπεια στις διαφορετικές κλίμακες, δηλαδή η μηνιαία κλίμακα πρέπει να είναι συνεπής με την ετήσια και η ημερήσια με την μηνιαία. Στο μοντέλο, οι μηνιαίες μεταβλητές παράγονται ανεξάρτητα από τις ετήσιες και με διαφορετικό σχήμα προσομοίωσης όπως επίσης και οι ημερήσιες παράγονται χωρίς αναφορά στις μηνιαίες. Για τον λόγο αυτό, μετά την αρχική γέννηση των χρονοσειρών, πραγματοποιείται αναγωγή τους μέσω μιας μεθοδολογίας επιμερισμού. Ο επιμερισμός εφαρμόζεται αρχικά για τις μηνιαίες τιμές, ώστε το άθροισμα τους να ισούται με την αντίστοιχη ετήσια συνθετική τιμή, και στη συνέχεια για τις ημερήσιες τιμές, ώστε το άθροισμα τους να ισούται με την αντίστοιχη μηνιαία συνθετική τιμή. Με αυτόν τον τρόπο προκύπτουν οι τελικές ημερήσιες και μηνιαίες τιμές εξόδου του συστήματος (Τσεκούρας, 2012).

Για την αναπαραγωγή της εμμονής επιλέγεται το μοντέλο SMA. Για μεγάλα χρονικά βήματα, οι θεωρητικές συναρτήσεις αυτοσυνδιασφοράς τόσο των ARMA όσο και των FGN ανελίξεων μπορούν να θεωρηθούν ως ειδικές περιπτώσεις της λεγόμενης γενικευμένης συνάρτησης αυτοσυνδιασφοράς (Koutsoyiannis, 2013):

$$\gamma_j = \gamma_0 [1 + \kappa \cdot \beta \cdot j]^{-1/\beta} \quad (3.3)$$

όπου κ, β παράμετροι. Η παράμετρος κ περιγράφει το σχήμα της συνάρτησης αυτοσυνδιασφοράς, ενώ η παράμετρος β σχετίζεται άμεσα με την εμμονή της стоχαστικής ανέλιξης.



Εικόνα 3.5: Παραδείγματα εφαρμογής της γενικευμένης συνάρτησης αυτοσυνδιασφοράς για παράμετρο σχήματος $\kappa = 1$ και διάφορες τιμές της παραμέτρου εμμονής β .

Για $\beta = 0$, με εφαρμογή του κανόνα de l' Hospital, η σχέση (3.3) γίνεται:

$$\gamma_j = \gamma_0 \exp(-\kappa j) \quad (3.4)$$

Για $\beta > 1$, η (5.25) προσεγγίζει τη συνάρτηση αυτοσυνδιασποράς του μοντέλου FGN, εφόσον θέσουμε:

$$\kappa = \frac{1}{\beta(1-1/\beta)(1-1/2\beta)^\beta} =: \kappa_0 \quad (3.5)$$

Για $\kappa \neq \kappa_0$ ή για τιμές της παραμέτρου εμμονής β στο διάστημα $[0, 1]$ η σχέση (3.3) εξακολουθεί να αποτελεί μια εφικτή δομή αυτοσυνδιασποράς για στοχαστικές ανελίξεις διαφορετικού τύπου από τις ARMA και FGN. Στην εικόνα 3.5 απεικονίζεται η (3.3) για διάφορες τιμές της παραμέτρου β , θεωρώντας σταθερή τιμή $\kappa = 1$. Για $\beta = 0$, η (3.3) ταυτίζεται με μια ανέλιξη τύπου ARMA, η αυτοσυνδιασπορά της οποίας φθίνει μετά από ελάχιστα βήματα και σε ημιλογαριθμικό διάγραμμα παρίσταται με μια ευθεία γραμμή. Με συμπαγή γραμμή απεικονίζεται η εξίσωση για την ειδική περίπτωση $\kappa = \kappa_0$ και $\beta = 2$, οπότε ταυτίζεται με μια μακράς μνήμης FGN ανέλιξη. Είναι προφανές ότι όσο αυξάνει η τιμή της παραμέτρου β , τόσο αυξάνει η μνήμη της στοχαστικής ανελίξης. Κατά συνέπεια, η παράμετρος β είναι αντίστοιχη του συντελεστή Hurst της μεθόδου FGN (Ευστρατιάδης, Κουτσογιάννης και Κοζάνης, 2005). Το πρόγραμμα ΚΑΣΤΑΛΙΑ δίνει την επιλογή μεταξύ της εκτίμησης του β απευθείας από το δείγμα ή της εισαγωγής του από το χρήστη.

Στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας κατασκευάστηκε με επιτυχία ο μεγαλύτερος αριθμός συνθετικών χρονοσειρών βροχής και απορροής, ετεροσυσχετιζόμενων μεταξύ τους, που είχε ως τώρα επιχειρηθεί με το μοντέλο Κασταλία, 26 στον αριθμό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Δημιουργία συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών

Για την κατανόηση της λειτουργίας του υδροσυστήματος λεκανών απορροής Αχελώου και Πηνειού, κρίσιμης σημασίας ήταν η κατανόηση της χωρικής αλληλεξάρτησης όλων των εμπλεκόμενων συνιστωσών. Κρίθηκε έτσι σκόπιμο να δημιουργηθεί ένα σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την μελέτη του συστήματος και για την κατασκευή των χαρτών που παρουσιάζονται σε όλα τα κεφάλαια της παρούσας εργασίας. Πηγές των πρωτογενών δεδομένων της εργασίας ήταν οι εξής:

- Τα επίπεδα πληροφορίας (shapefiles και rasters) των διαχειριστικών σχεδίων για τα Υδατικά Διαμερίσματα Θεσσαλίας και Δυτικής Στερεάς (ΥΠΕΚΑ, 2011).
- Τα επίπεδα πληροφορίας που δημιουργήθηκαν κατά την εκπόνηση του ερευνητικού έργου «Εκτίμηση και Διαχείριση των Υδατικών Πόρων της Στερεάς Ελλάδας - Φάση 3» για τη περιοχή του Αχελώου (Κουκουβίνος και Χριστοφίδης, 1999).
- Τα επίπεδα πληροφορίας για τις χρήσεις γης (CORINE 2000) του Ευρωπαϊκού οργανισμού Περιβάλλοντος (<http://www.eea.europa.eu/el>).

Ακόμα ψηφιοποιήθηκαν με προσωπική εργασία πλήθος στοιχείων του συστήματος (διώρυγες, αντλιοστάσια, ζώνες άρδευσης κτλ) από χάρτες που αφορούσαν έργα της εκτροπής του Αχελώου (ΕΥΔΕ Αχελώου-ΥΠΕΧΩΔΕ, 1997). Επίσης αποτυπώθηκαν στον χώρο αδρομερώς οι συνιστώσες του μοντέλου προσομοίωσης του Υδρονομέα (η σχηματοποίηση περιγράφεται στο *Κεφάλαιο 5*) ώστε να φανεί η συσχέτιση τους με τις φυσικές συνιστώσες και παρουσιάζεται στο *εδάφιο 5.18* για λόγους συνοχής του κειμένου.

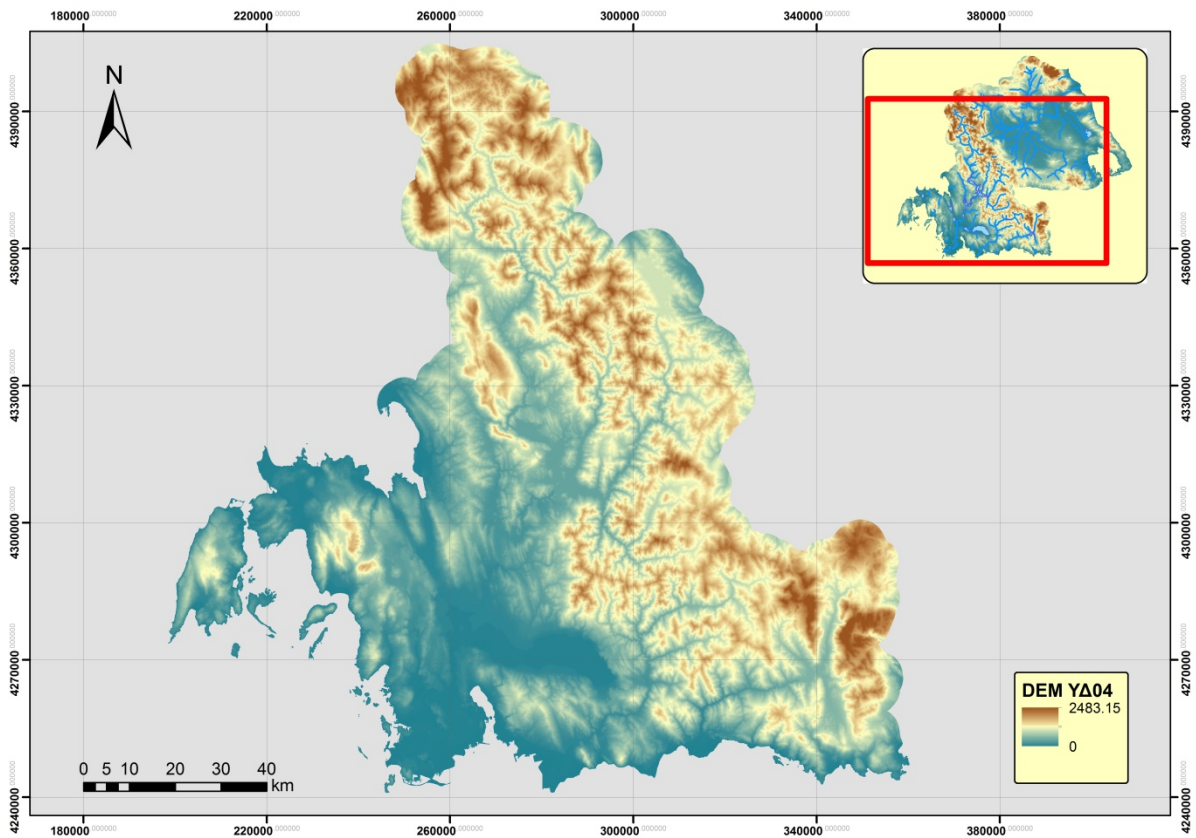
4.1 Rasters

4.1.1 DEM Υδατικών Διαμερισμάτων Θεσσαλίας και Δυτικής Ελλάδας

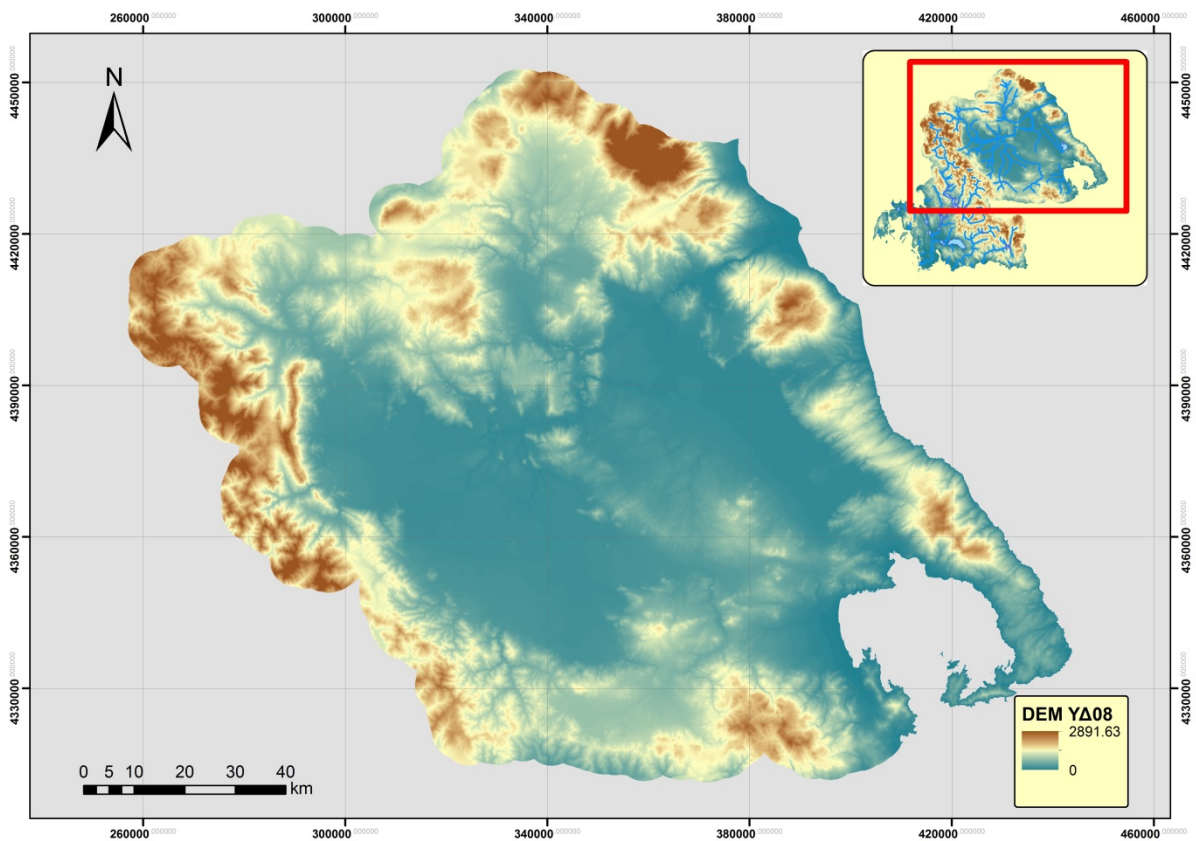
Τα Raster αυτά χρησιμοποιήθηκαν σε πολλές περιπτώσεις ως επίπεδο-βάση για τους χάρτες που καταρτίστηκαν. Πηγή των δεδομένων ήταν τα διαχειριστικά σχέδια της περιοχής μελέτης. Το κάθε κύτταρο (cell) του επιπέδου πληροφορίας (raster) έχει διαστάσεις (25,25) και ως μοναδικό χαρακτηριστικό (attribute) το ύψος του κυττάρου. Στην *Εικόνα 4.1* παρουσιάζεται το Raster για το DEM του ΥΔ08, στην *Εικόνα 4.2* το Raster για το DEM του ΥΔ04.

4.1.2 Raster χρήσεων γης κατά Corine 2000 (CLC2000)

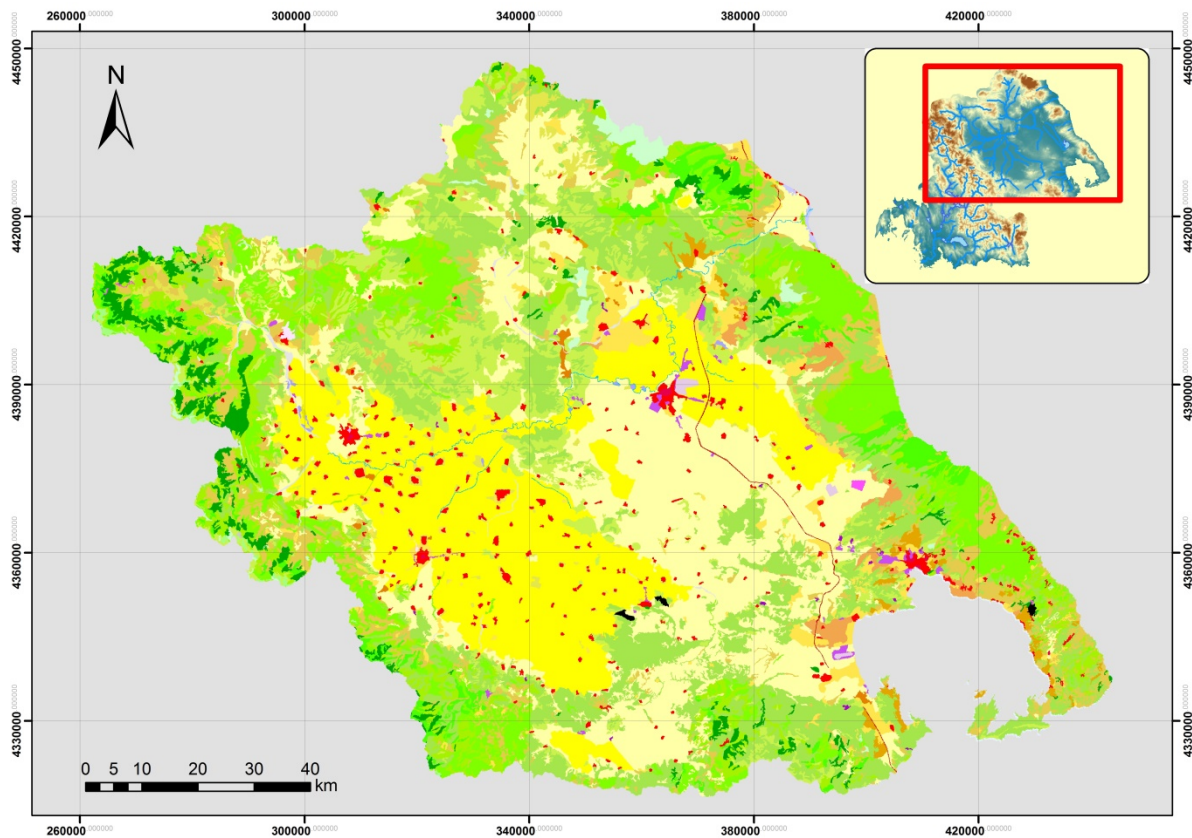
Η επισκόπηση και διερεύνηση των χρήσεων γης στα δύο Υδατικά Διαμερίσματα έγινε με χρήση Raster από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος (www.eea.eu) προερχόμενα από το πρόγραμμα Corine. Το μέγεθος των κυττάρων είναι (100,100) και ως χαρακτηριστικό τον τριψήφιο κωδικό σημειολογίας Corine. Επισυνάπτεται μαζί με το Raster αρχείο και οδηγός χρωματικής απεικόνισης (colormap) για την σωστή προβολή. Στις *Εικόνες 4.3* και *4.4* παρουσιάζονται τα δύο raster χρήσεων γης για τα ΥΔ04 κα ΥΔ08.



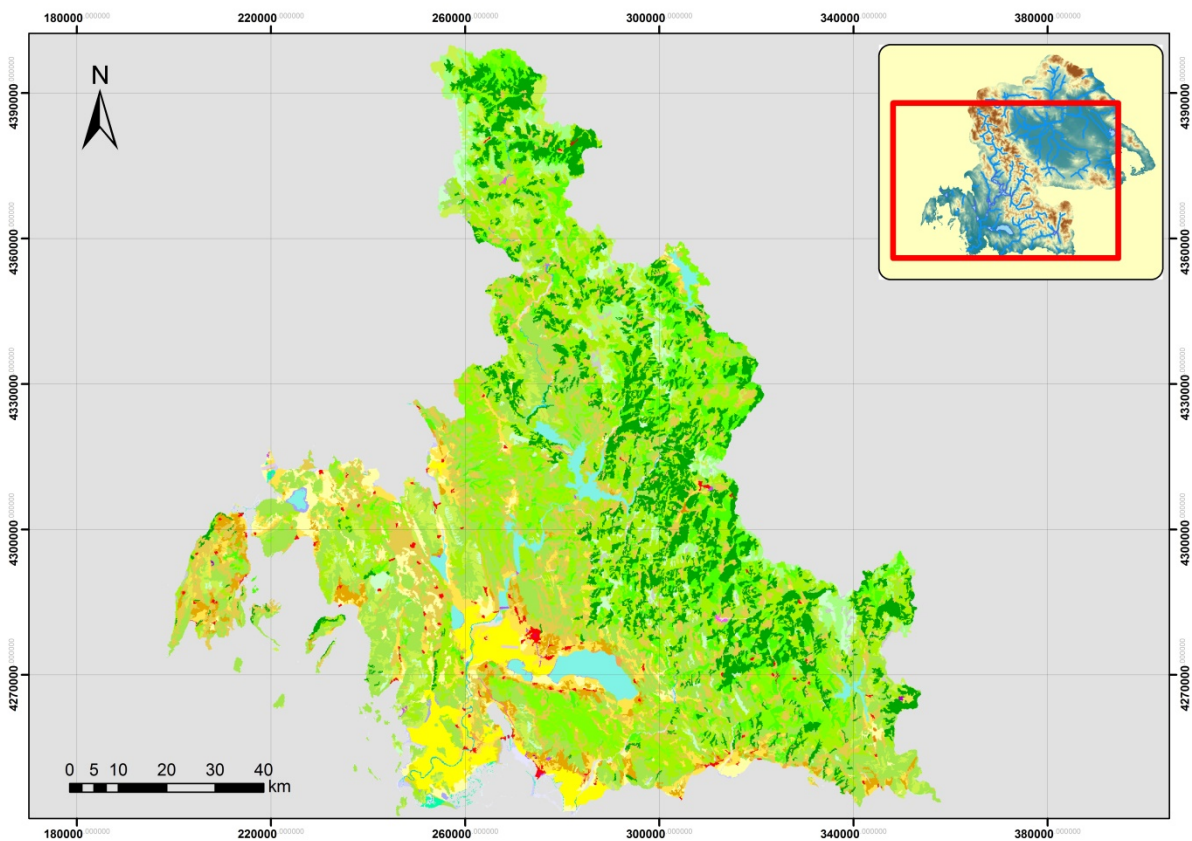
Εικόνα 4.1 : Digital Elevation Model του ΥΔ04.



Εικόνα 4.2 Digital Elevation Model του ΥΔ08.



Εικόνα 4.3 : Raster CLC 2000 για το ΥΔ08.

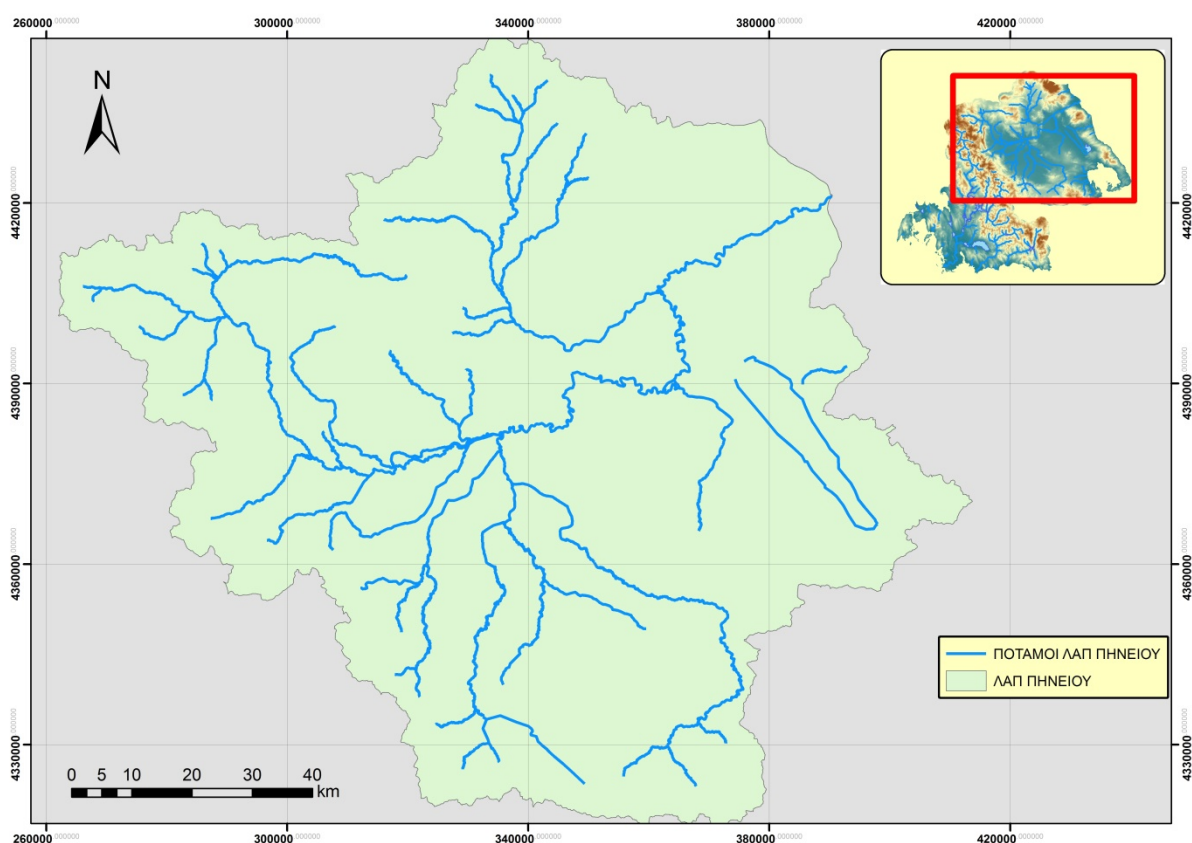


Εικόνα 4.4 : Raster CLC 2000 για το ΥΔ04.

4.2 Shapefiles

4.2.1 Φυσικό υδρογραφικό δίκτυο

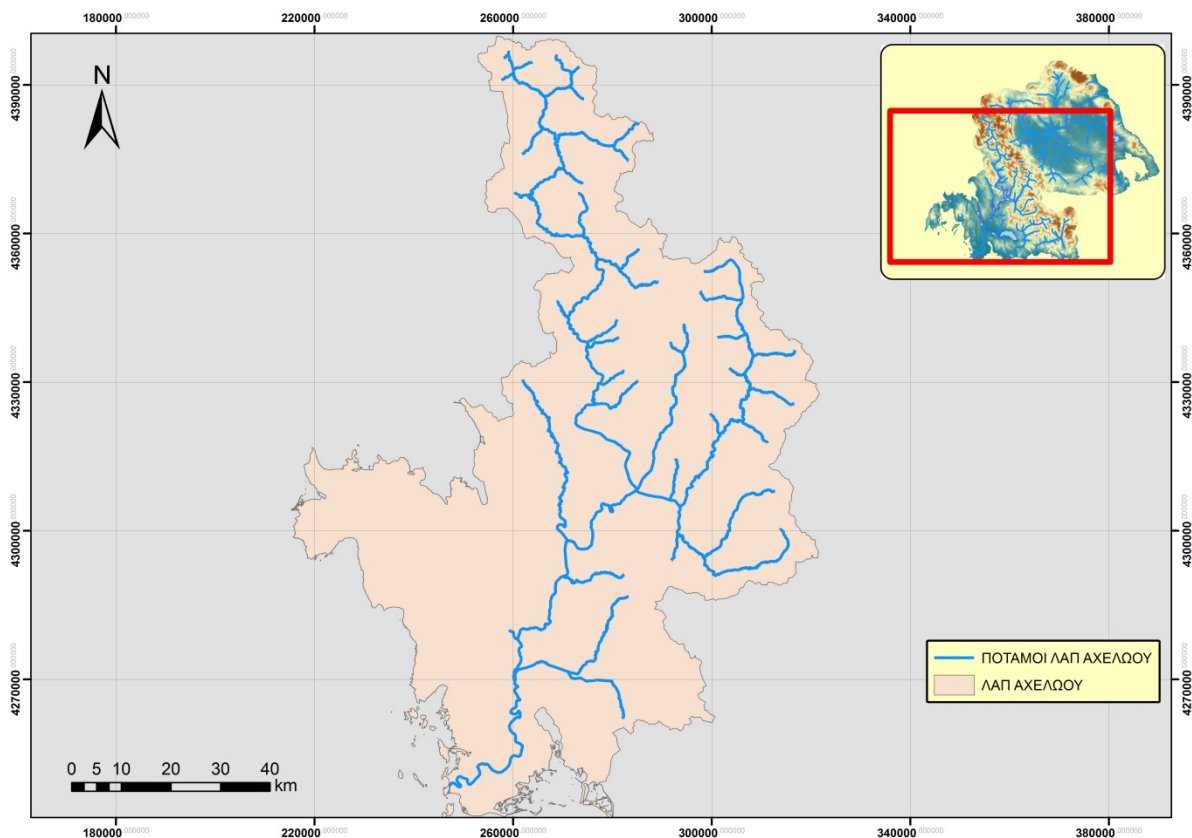
Τα επίπεδα πληροφορίας προέρχονται από την κατάρτιση των διαχειριστικών σχεδίων. Στις *Εικόνες 4.5* και *4.6* παρουσιάζεται το φυσικό υδρογραφικό δίκτυο στις ΛΑΠ Πηνηιού και Αχελώου, ενώ στους *Πίνακες 4.1* και *4.2* παρουσιάζονται οι πίνακες χαρακτηριστικών τους (attribute table)



Εικόνα 4.5 : Φυσικό υδρογραφικό δίκτυο ΛΑΠ Πηνηιού.

Πίνακας 5.1 : Πίνακας χαρακτηριστικών φυσικού υδρογραφικού δικτύου ΥΔ08 (απόσπασμα)

EU_Code	Name_GR	Length
GR0816R000200022N	ΠΗΝΗΙΟΣ Π. 10	29.82647556
GR0816R000000064A	7T	36.16248148
GR0816R000000062A	1T	37.89009618
GR0816R000000163N	ΑΛΜΥΡΟΣ Π.	9.542176926
GR0816R000202007N	ΤΙΤΑΡΗΣΙΟΣ Π. 2	36.46629736
GR0816R000200016A	ΠΗΝΗΙΟΣ Π. 7	2.329045427
GR0816R000204019N	ΚΟΥΣΜΠΑΣΑΝΙΩΤΙΚΟ Ρ. 2	16.94563317
GR0816R000202108N	ΣΜΟΛΙΩΤΙΚΟ Ρ.	12.4565781
GR0816R000202209N	ΚΑΡΚΑΤΣΕΛΙ Ρ.	10.28811576
GR0816R000202411N	ΞΕΡΙΑΣ Ρ.	26.05169325
GR0816R000202310N	ΕΛΑΣΣΟΝΙΤΙΚΟΣ Π.	43.90074354



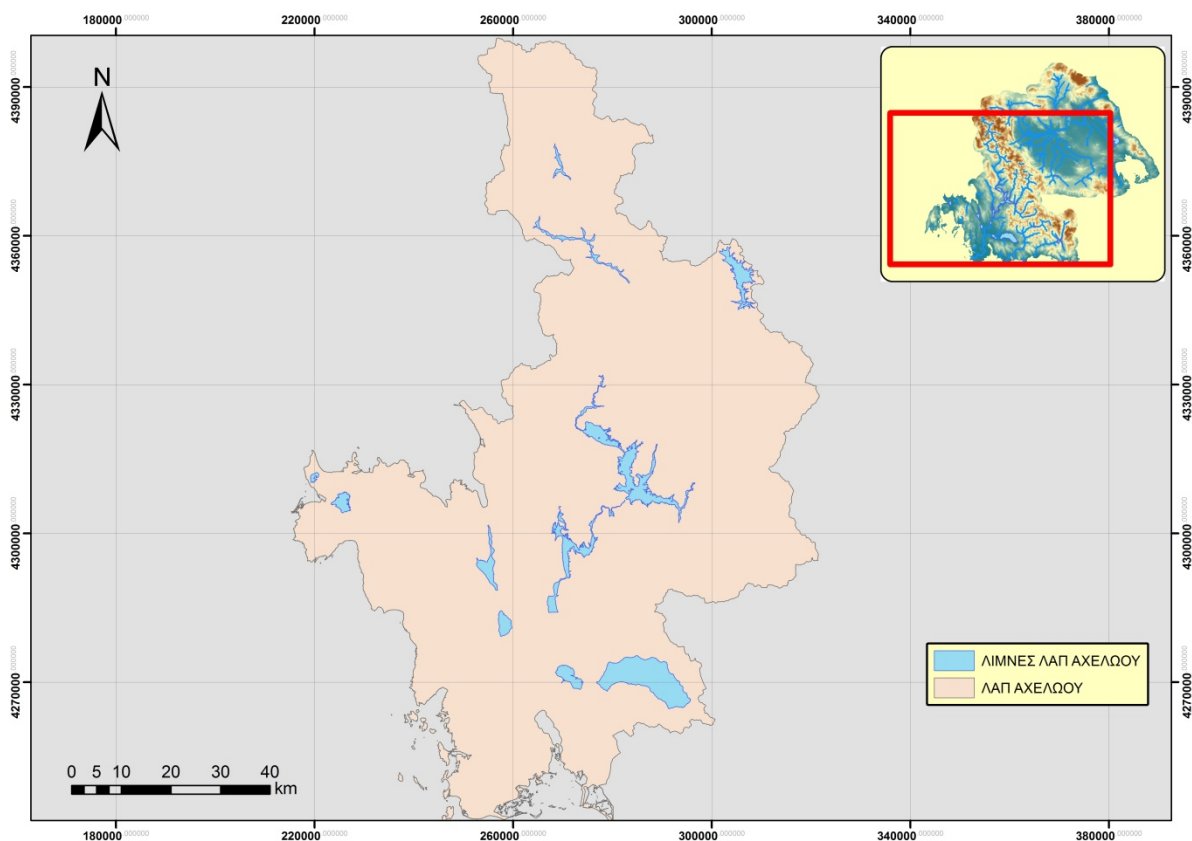
Εικόνα 4.6 : Φυσικό υδρογραφικό δίκτυο ΛΑΠ Αχελώου.

Πίνακας 5.2 : Πίνακας χαρακτηριστικών φυσικού υδρογραφικού δικτύου ΥΔ04 (απόσπασμα)

EU_Code	Name_GR	Length
GR0415R000200004H	ΑΧΕΛΩΟΣ Π. 3	7.742102
GR0415R000234055N	ΑΧΕΛΩΟΣ Π. - ΠΑΡΑΠΟΤΑΜΟΣ 1	5.668357
GR0415R000200054N	ΑΧΕΛΩΟΣ Π. 10	19.43905
GR0415R000236056N	ΚΑΜΝΑΙΤΙΚΟ Ρ.	24.39997
GR0415R000202005H	ΔΙΜΗΚΟΣ Π.	11.1133
GR0415R000202007H	ΕΝΩΤΙΚΗ ΤΑΦΡΟΣ	2.755711
GR0415R000204010H	ΤΑΦΡΟΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗΣ ΟΖΕΡΟΥ	2.911466
GR0415R000000008N	ΠΛΑΤΑΝΙΑΣ Ρ.	8.59544
GR0415R000206012N	ΖΕΡΒΑΣ Ρ.	16.32328
GR0415R000210015N	ΚΡΙΚΕΛΙΩΤΗΣ Ρ. 1	22.19943
GR0415R000210217N	ΚΑΡΠΕΝΙΣΙΩΤΗΣ Ρ. 1	15.45828
GR0415R000210116N	ΑΓΑΛΙΑΝΟΣ Ρ.	6.122911
GR0415R000214033N	ΦΡΑΓΓΙΣΤΑΝΟΡΕΜΜΑ	7.662753
GR0415R000212021N	ΤΑΥΡΩΠΟΣ Π. 1	39.79608
GR0415R000216034N	ΑΓΡΑΦΙΩΤΗΣ Π. 1	15.98333
GR0415R000212223N	ΑΓΙΟΤΡΙΑΔΙΤΙΚΟ Ρ.	7.701609
GR0415R000212324N	ΤΑΥΡΩΠΟΣ Π. - ΠΑΡΑΠΟΤΑΜΟΣ ΜΕ	7.696343
GR0415R000212527N	ΣΑΡΑΝΤΑΠΟΡΟΥ Ρ. 1	5.638138

4.2.2 Φυσικές λίμνες και τεχνητοί ταμιευτήρες

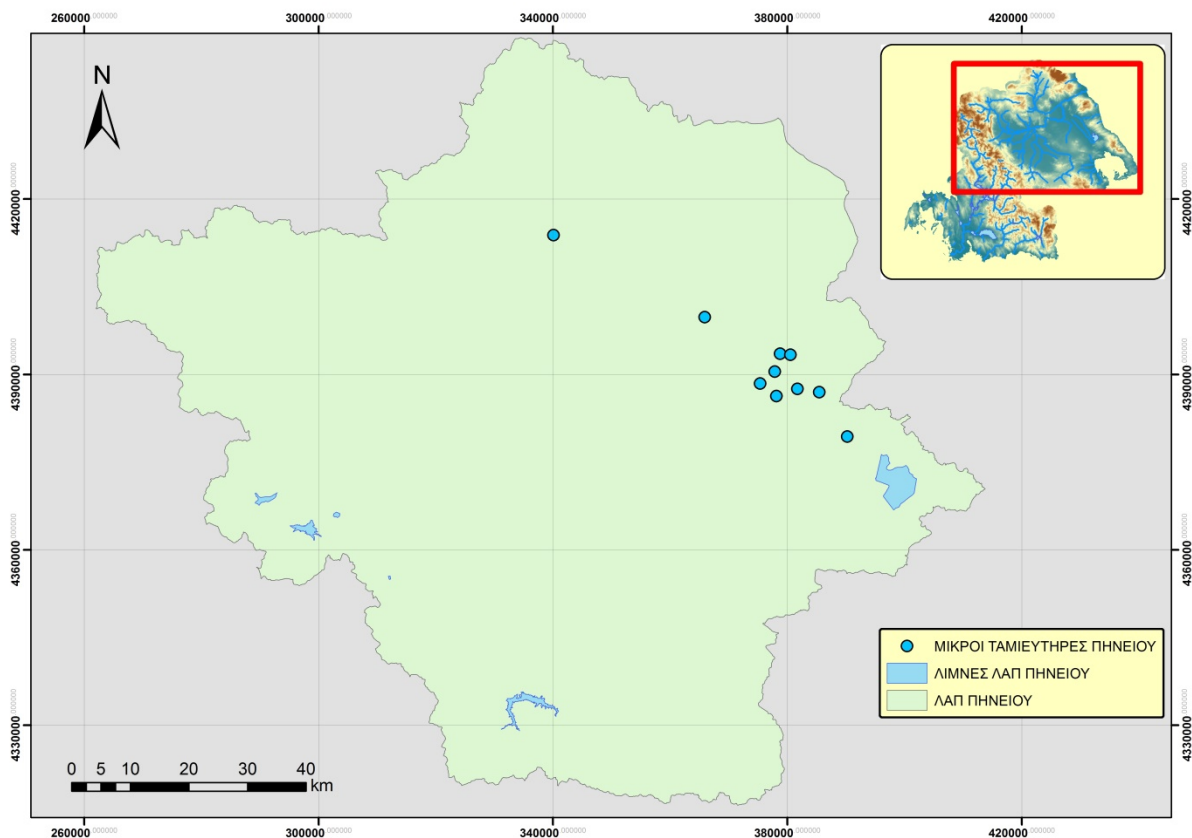
Πηγή των δεδομένων ήταν τα διαχειριστικά σχέδια της περιοχής για τις φυσικές λίμνες και τους υπάρχοντες ταμιευτήρες, ενώ για τα μελλοντικά έργα έγινε ψηφιοποίηση από τους χάρτες της ΜΠΕ των έργων εκτροπής (ΕΥΔΕ Αχελώου και ΥΠΕΧΩΔΕ, 1995). Οι Πίνακες 5.3 και 5.4 παρουσιάζουν τα χαρακτηριστικά του επιπέδου πληροφορίας. Περιλαμβάνεται ως χαρακτηριστικό ένα κλειδί (στήλη RelatID) για την συσχέτιση με στοιχεία της σχηματοποίησης στον Υδρονομέα. Κάποιες επιμέρους εγγραφές δεν χρησιμοποιούνται στο μοντέλο του Κεφαλαίου 5 και είναι κενές.



Εικόνα 4.7 : Φυσικές και τεχνητές λίμνες ΥΔ04

Πίνακας 5.3 : Πίνακας χαρακτηριστικών φυσικών και τεχνητών λιμνών ΥΔ04 .

Όνομασία	CatchmentA	Storage	UsefulStor	RelatID
ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑΣ ΜΕΣΟΧΩΡΑΣ	644.1	358	228	143
ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑΣ ΣΥΚΙΑΣ	530.8	591	500	148
ΤΕΧΝΗΤΗ ΛΙΜΝΗ ΚΡΕΜΑΣΤΩΝ	2395	4500	3500	149
ΤΕΧΝΗΤΗ ΛΙΜΝΗ ΚΑΣΤΡΑΚΙΟΥ	548	857	107	150
ΤΕΧΝΗΤΗ ΛΙΜΝΗ ΣΤΡΑΤΟΥ	202	70	11	155
ΤΕΧΝΗΤΗ ΛΙΜΝΗ ΤΑΥΡΩΠΟΥ	161.3	373	288	57
ΛΙΜΝΗ ΛΥΣΙΜΑΧΙΑ	0	0	0	4051
ΛΙΜΝΗ ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ	0	0	0	4051



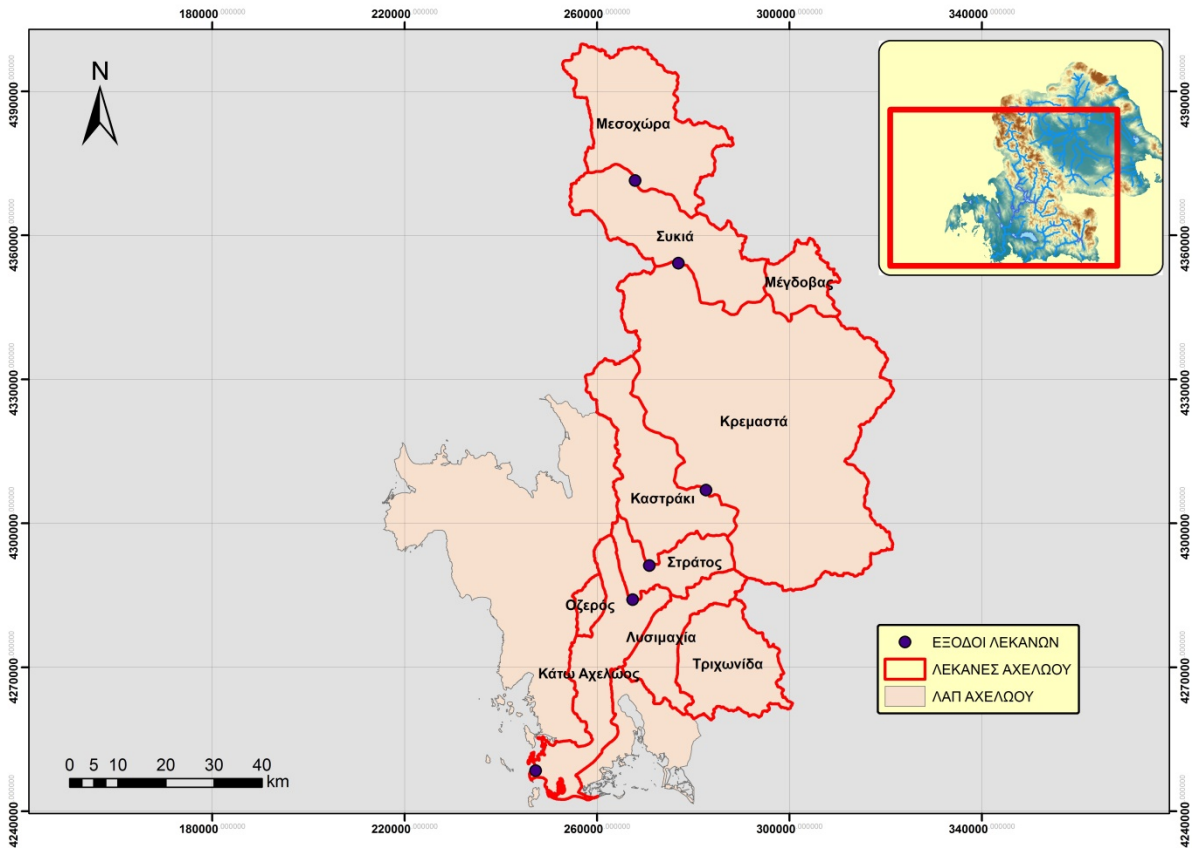
Εικόνα 4.8 : Φυσικές και τεχνητές λίμνες ΥΔ08

Πίνακας 5.4 : Πίνακας χαρακτηριστικών φυσικών και τεχνητών λιμνών ΥΔ08.

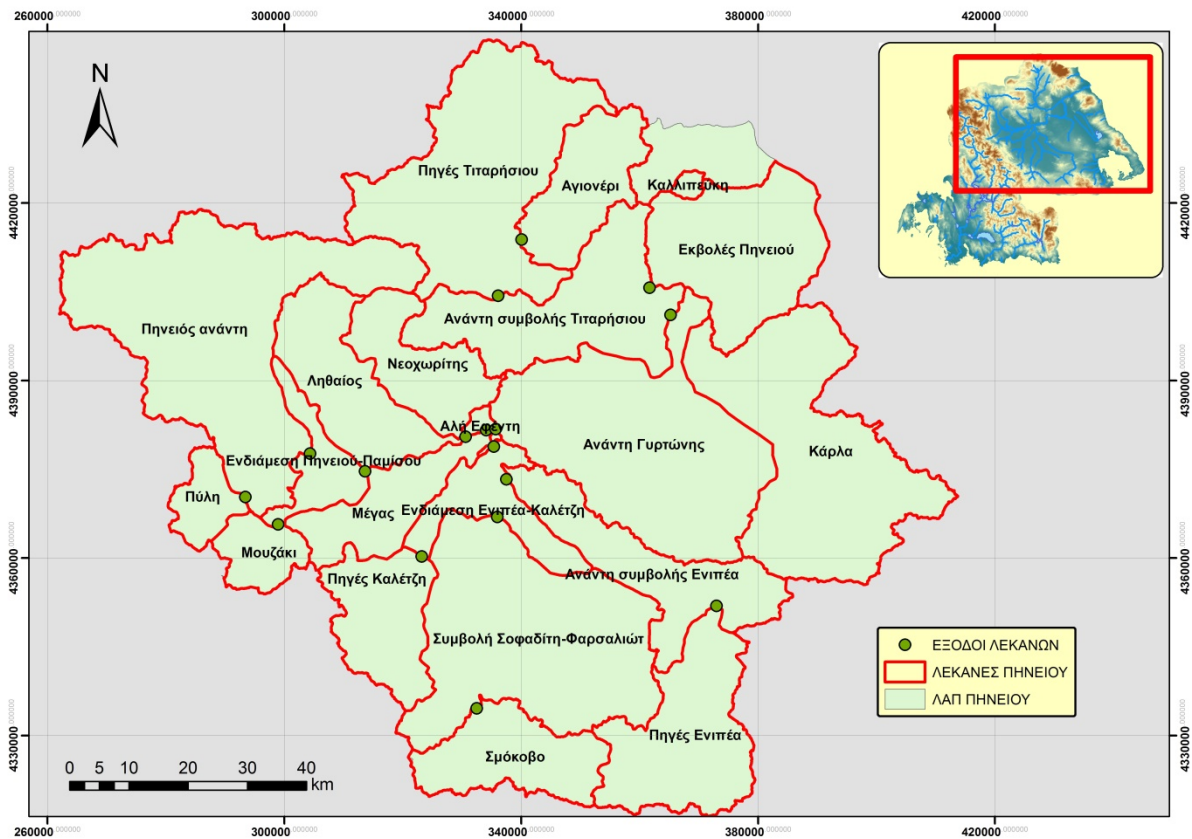
Όνομασία	CatchmentA	Storage	UsefulStorage	RelateID
ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑΣ ΠΥΛΗΣ	132	68.7	46	170
ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑΣ ΜΟΥΖΑΚΙΟΥ	140.6	237.2	182.8	167
ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑΣ ΜΑΥΡΟΜΑΤΙΟΥ	0	7.7	4.9	179
ΑΝΑΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΠΛΑΣΤΗΡΑ	0	0.6	0.6	52
ΤΕΧΝΗΤΗ ΛΙΜΝΗ ΚΑΡΛΑΣ	1050	141.14	84.13	1315
ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑΣ ΣΜΟΚΟΒΟΥ	376.5	237.6	209.2	4
ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑΣ ΑΓΙΟΝΕΡΙΟΥ	342.8	15.0	13.7	804
ΛΟΙΠΟΙ ΜΙΚΡΟΙ	0	20	20	1529

4.2.3 Λεκάνες απορροής και έξοδοι

Για το ΥΔ04 οι λεκάνες απορροής προέρχονται από το ερευνητικό έργο «Εκτίμηση και Διαχείριση των Υδατικών Πόρων της Στερεάς Ελλάδας - Φάση 3». Για το ΥΔ08 κατασκευάστηκαν όπως περιγράφεται στο *Κεφάλαιο 6* για τους σκοπούς αυτής της εργασίας. Οι έξοδοι είναι διαφορετικό επίπεδο πληροφορίας άμεσα σχετιζόμενο με την λεκάνη και τη σχηματοποίηση στον Υδρονομέα.



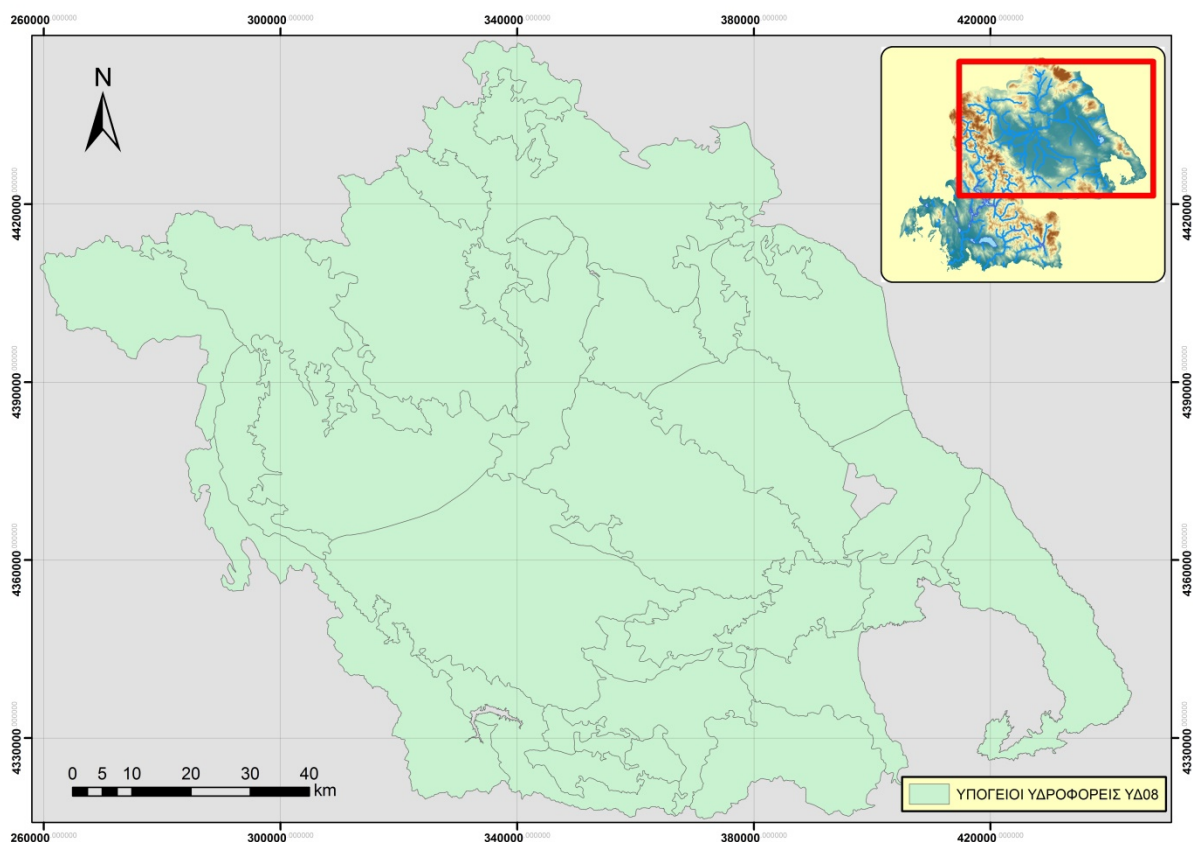
Εικόνα 4.9 : Λεκάνες απορροής ΛΑΠ Αχελώου.



Εικόνα 4.10 : Λεκάνες απορροής ΛΑΠ Πηνειού.

4.2.4 Υπόγειοι υδροφορείς

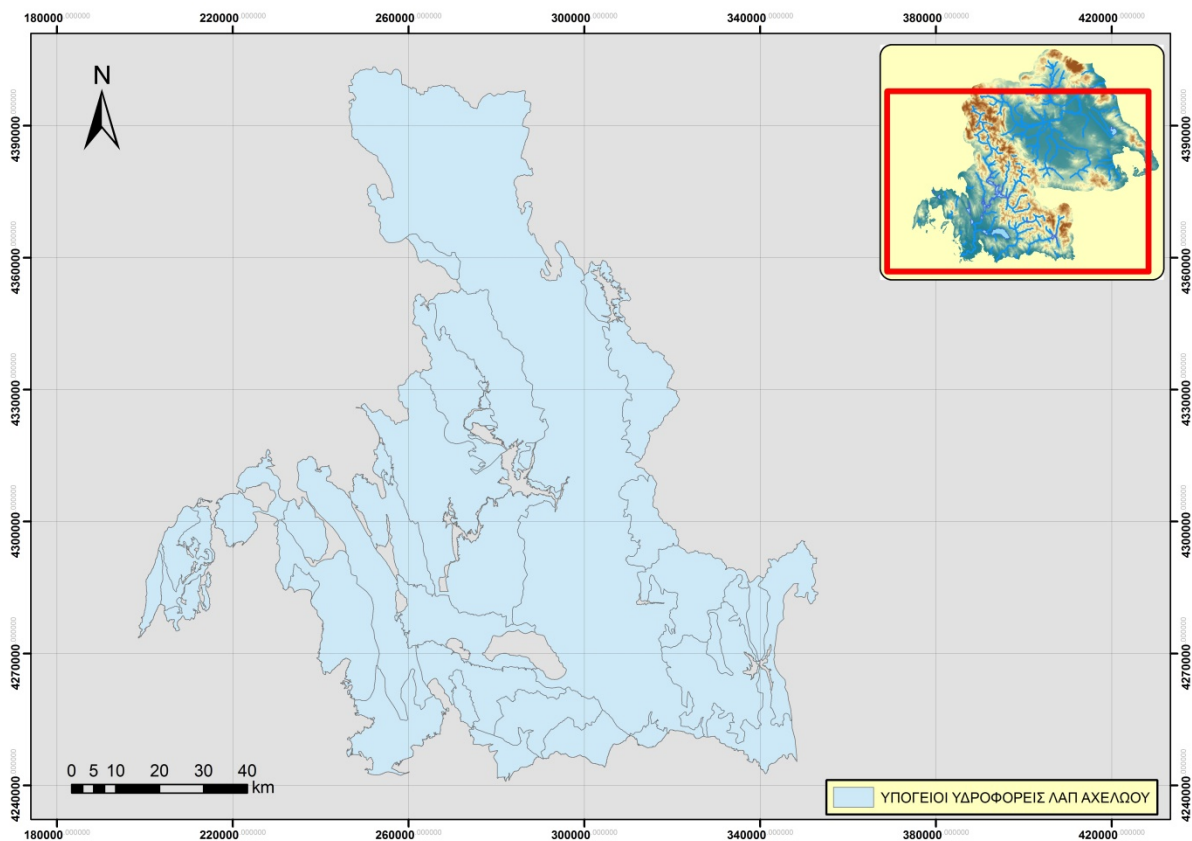
Τα επίπεδα πληροφορίας προέρχονται από τα διαχειριστικά σχέδια και για τα δύο Υδατικά Διαμερίσματα. Παρουσιάζονται στις Εικόνες 4.11 και 4.12.



Εικόνα 4.11: Υπόγειοι υδροφορείς ΛΑΠ Πηνειού.

Πίνακας 4.5: Πίνακας χαρακτηριστικών υπόγειων υδροφορέων ΛΑΠ Πηνειού (Απόσπασμα).

WB_CODE	WB_NAME_EN	ΕΙΔΟΣ	Εισροή	Απόληψη	Άρδ.	Υδρ.
GR0800140	Αλμυρού	Κοκκώδης	50	27	24.8	2.2
GR0800300	Ξυνιάδας-Κέδρου	Ρωγματώδης	25	2	1.2	0.8
GR0800200	Ξυνιάδος	Κοκκώδης	30	10	9.8	0.2
GR0800100	Εκκάρας-Βελεσιωτών	Καρστικός	10	0.5	0	0.5
GR0800160	Όθρυος	Καρστικός-Ρωγματώδης	55	11	10.4	0.6
GR0800180	Ναρθακίου-Βρυσίων	Καρστικός	24	6.5	6	0.5
GR0800290	Ανω ρου Ενιπέα	Ρωγματώδης-Κοκκώδης	40	15	14	1
GR0800090	Αλμυρού-Βελεσίνου	Καρστικός-Ρωγματώδης	40	12	11.6	0.4
GR0800280	Ν.Αγχιάλου-Ν.Ιωνίας	Ρωγματώδης-Καρστικός-Κοκκώδης	25	9	4.8	4.2
GR0800080	Φυλλιϊτού-Ορφανών	Καρστικός	9	4.5	4.2	0.3
GR0800170	Πηλίου	Καρστικός-Ρωγματώδης	80	40	27.8	12.2



Εικόνα 4.12: Υπόγειοι υδροφόροις ΛΑΠ Αχελώου.

4.2.5 Ζώνες αρδευόμενων εκτάσεων, αντλιοστάσια, κανάλια

Για την Θεσσαλία χρησιμοποιούνται οι ζώνες και τα συμπαραμαρτούντα έργα της ΜΠΕ του 1995. Δεν υπήρχαν διαθέσιμα shapefiles και έτσι πραγματοποιήθηκε ψηφιοποίηση τους από τους χάρτες που δίνονται στο Παράρτημα II. Για την λεκάνη του Αχελώου υπάρχουν διαθέσιμα shapefiles για όλα τα έργα των συλλογικών αρδευτικών δικτύων (Κουκουβίνος και Χριστοφίδης, 1999). Στους Πίνακες 4.6-4.8 παρουσιάζονται αποσπάσματα από τα χαρακτηριστικά των shapefile για την ΛΑΠ Πηνειού (και στις δύο ΛΑΠ παρόμοιοι πίνακες).

Πίνακας 4.6: Πίνακας χαρακτηριστικών αντλιοστασίων ΛΑΠ Πηνειού (απόσπασμα).

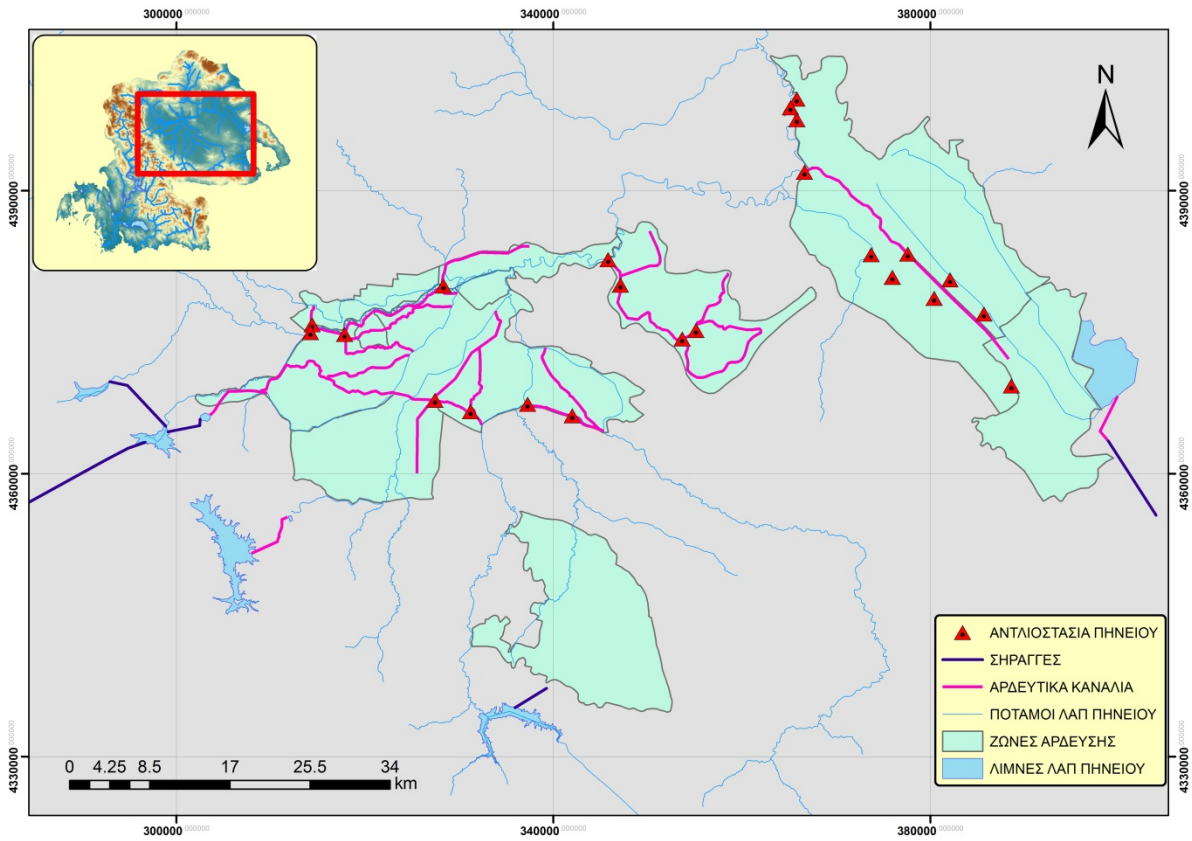
Relate_Id	Ονομασία	Group	DC
3138	A(Π)Γ1.1	0	12.7
3941	AZ.1	1	9
3941	AZ.4	1	2.5
3941	AZ.5	1	1.2
3941	AZ.2	1	2.5
3941	AZ.3	1	2.5
3941	AZ.6	1	5.5
2674	A-A(Π)Z.1	2	22.45
2674	Δ-A(Π)Z.2	2	19.39
2674	Γ/Ε	2	2.77
2674	B	2	1.39

Πίνακας 4.7; Πίνακας χαρακτηριστικών αρδευτικών καναλιών ΛΑΠ Πηνειού (απόσπασμα).

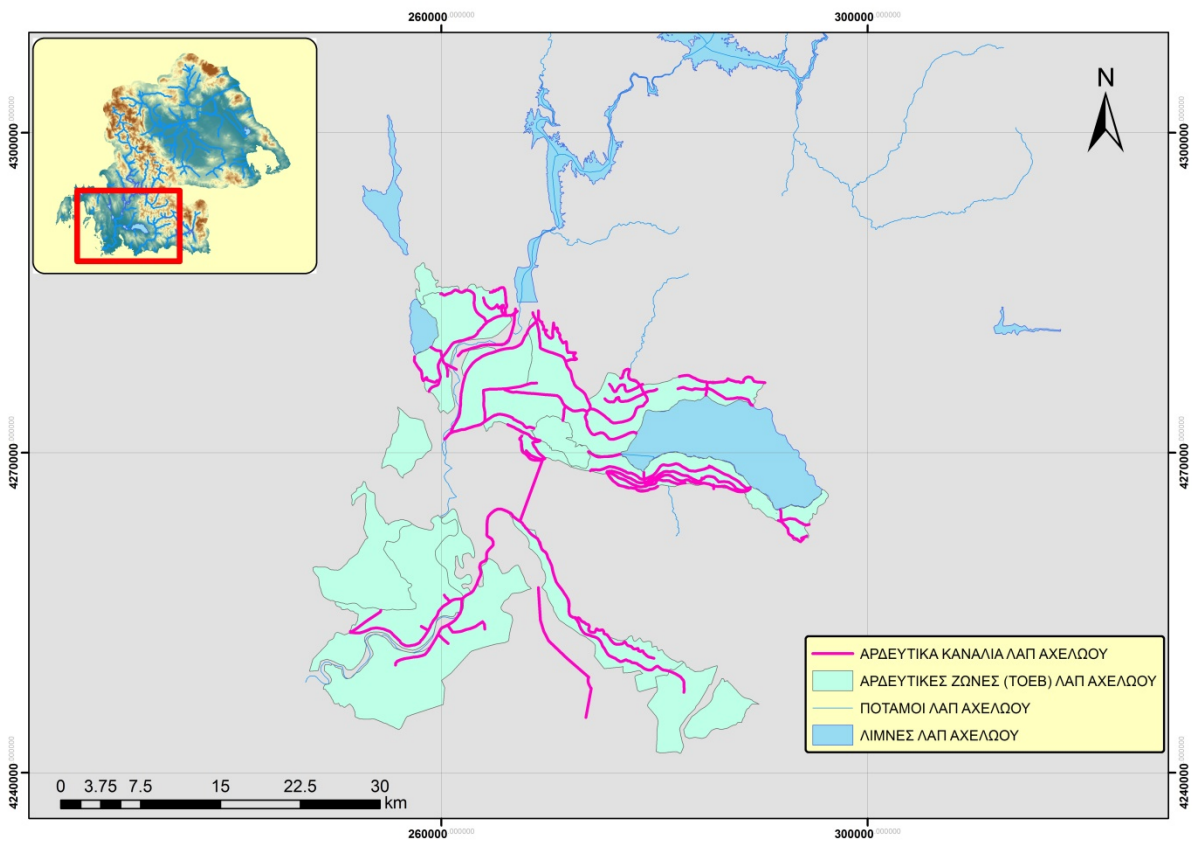
Relate_Id	Ονομασία	DC
3944	Δ2	0
3944	ΔΓ2.1	2.65
3944	ΔΓ2	14.8
3138	ΔΓ1	19.3
3138	ΔΓ1-1	4
1126	ΙΤΑΛΙΚΟΣ	0
3923	ΟΝΟΧΩΝΟΣ	0
2672	ΔΒ1.3	10
4004	ΔΒ1.2	3.25
4004	ΠΑΛΑΙΑ ΚΟΙΤΗ ΠΑΜΙΣΟΥ	0
4004	ΡΕΜΑ ΒΑΒΟΥΛΙΝΑΣ	0
-	ΠΑΡΑΤΑΦΡΟΣ ΠΗΝΕΙΟΥ	0
3973	ΚΑΤΑΘΛΙΠΤΙΚΟΣ ΑΓΩΓΟΣ	1.69
-	ΡΕΜΑ ΣΕΡΒΩΤΩΝ	0
0	ΡΕΜΑ ΒΕΛΑ	0
2673	ΚΑΤΘΛ. ΑΓΩΓΟΣ 1.1	6.1
2673	ΚΑΤΑΘΛ. ΑΓΩΓΟΣ 1.1α	6.1

Πίνακας 4.8: Πίνακας χαρακτηριστικών αρδευτικών ζωνών ΛΑΠ Πηνειού.

Area	ονομασία	Relate_Id
45.1077	ΤΡΙΚΑΛΑ Α1-Π2-Π3	3953
138.961	ΑΡΔΕΥΤΙΚΟ ΤΑΥΡΩΠΟΥ	1118
354.122	ΚΑΡΔΙΤΣΑ Β1	3994,3971,3972,746,45
159.974	ΛΑΡΙΣΑ Γ1,Γ2	963,943
181.532	ΑΡΔΕΥΤΙΚΟ ΚΑΡΛΑΣ	322
282.811	ΛΑΡΙΣΑ Ζ,Α-1	816
198.246	ΛΑΡΙΣΑ Ζ,ΥΠΟΛΟΙΠΟ	3940
232.798	ΑΡΔΕΥΤΙΚΟ ΣΜΟΚΟΒΟΥ	16
27.5823	ΤΡΙΚΑΛΑ Β1	3984
40.8253	ΤΡΙΚΑΛΑ Α1-Π1	3863



Εικόνα 4.13: Κυρίως αρδευτικό δίκτυο στη ΛΑΠ Πηνείου.



Εικόνα 4.14: Κυρίως αρδευτικό δίκτυο στη ΛΑΠ Αχελώου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : Σχηματοποίηση Υδροσυστήματος

5.1 Συνοπτική περιγραφή σταδίων σχηματοποίησης

Ως αυτό το σημείο αναγνωρίσαμε το διαχειριστικό πρόβλημα της περιοχής μελέτης, αναφερθήκαμε εν συντομία στα χαρακτηριστικά της γνωρίσματα και επιλέξαμε τα κατάλληλα υπολογιστικά εργαλεία ώστε να το αποτυπώσουμε ορθά σε ένα μοντέλο προσομοίωσης. Το παρον κεφάλαιο έχει σκοπό να αξιοποιήσει τα δεδομένα που αφορούν στη γεωγραφία της περιοχής, τα τεχνικά έργα και τις χρήσεις γης, καθώς και τις συναφείς πληροφορίες που συλλέχθηκαν από τα επίκαιρα διαχειριστικά σχέδια, μετατρέποντας τις συνιστώσες του φυσικού συστήματος σε εννοιολογικά στοιχεία του τοπολογικού μοντέλου του Υδρονομέα. Κύρια τέτοια στοιχεία είναι το υδρογραφικό δίκτυο, τα τεχνικά έργα ταμίευσης, μεταφοράς νερού και παραγωγής ενέργειας, και οι κόμβοι που αναπαριστούν αρδευόμενες εκτάσεις και ύδρευση οικισμών.

Μετά τον καθορισμό της τοπολογίας σε μορφή δικτύου, που αποτελεί το πρώτο στάδιο της σχηματοποίησης, ακολουθεί η εκτίμηση της προσφοράς και ζήτησης νερού και η κατανομή τους στους κόμβους. Σημειώνεται πως στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται μόνο η διαδικασία εκτίμησης των ζητήσεων. Η εκτίμηση των υδρολογικών δεδομένων εισόδου του μοντέλου (χρονοσειρές απορροών, βροχοπτώσεων και εξατμίσεων) αναπτύσσεται στο επόμενο κεφάλαιο, παρόλο που και αυτή αφορά στη συνολική διαδικασία σχηματοποίησης. Αυτό γίνεται επειδή η επεξεργασία της υδρολογικής πληροφορίας είναι πιο περίπλοκη, ενώ χρησιμοποιούνται και άλλα υπολογιστικά εργαλεία (Υδρογνώμων, Κασταλία).

Τελευταίο στάδιο της διαδικασίας σχηματοποίησης είναι ο καθορισμός των στόχων και περιορισμών του συστήματος και των κανόνων λειτουργίας του. Το τελικό αποτέλεσμα είναι η μαθηματική διατύπωση του μοντέλου προσομοίωσης.

Η καλύτερη επισκόπηση της διεργασίας της σχηματοποίησης, καθώς και η μεθοδολογική προσέγγιση της ανάλυσης συστημάτων, επιβάλλουν το χωρισμό της περιοχή μελέτης σε δέκα υποπεριοχές: τις Π1 ως Π8 για τη ΛΑΠ Πηνειού και Π9 ως Π10 για την ΛΑΠ Αχελώου. Αξίζει να σημειωθεί πως καθώς δεν έχουν υλοποιηθεί ή περατωθεί πολλά έργα που αναφέρονται στα διαχειριστικά σχέδια και έχουν επίσης προταθεί πολλές εναλλακτικές λύσεις, η περιγραφή αφορά το πλήρες σχήμα έργων (βλέπε και «Διάταξη Δ1» στο Κεφάλαιο 7) που περιλαμβάνει την εκτροπή 250 hm³ και τα έργα φάσης Α1. Για πολλά στοιχεία του συστήματος υπάρχουν εναλλακτικά σενάρια ή διαδοχικές φάσεις κατασκευής των συναφών έργων, και θα αναφέρονται ξεχωριστά οι αλλαγές που υπεισέρχονται σε τυχόν διαφορετική σχηματοποίηση του μοντέλου.

5.2 Περιοχή Π1: Άνω Ρους Αχελώου και Δυτική Θεσσαλία

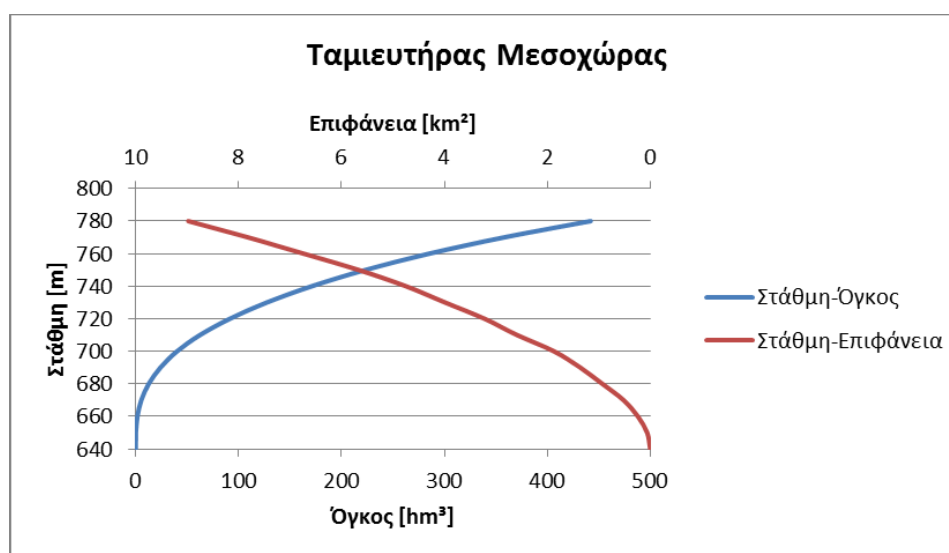
5.2.1 Τοπολογία και υδρογραφικό δίκτυο

Η περιοχή εκτείνεται σε τμήματα και των δύο Υδατικών Διαμερισμάτων και περιλαμβάνει τον άνω ρου του ποταμού Αχελώου, και τους ποταμούς Πορταϊκό και Πάμισο στην ΛΑΠ Πηνειού. Τα τεχνικά έργα που κατασκευάζονται ή έχει προταθεί να κατασκευαστούν αφορούν το συνολικό έργο της εκτροπής του Αχελώου και είναι τα ακόλουθα:

Α) Στη ΛΑΠ Αχελώου

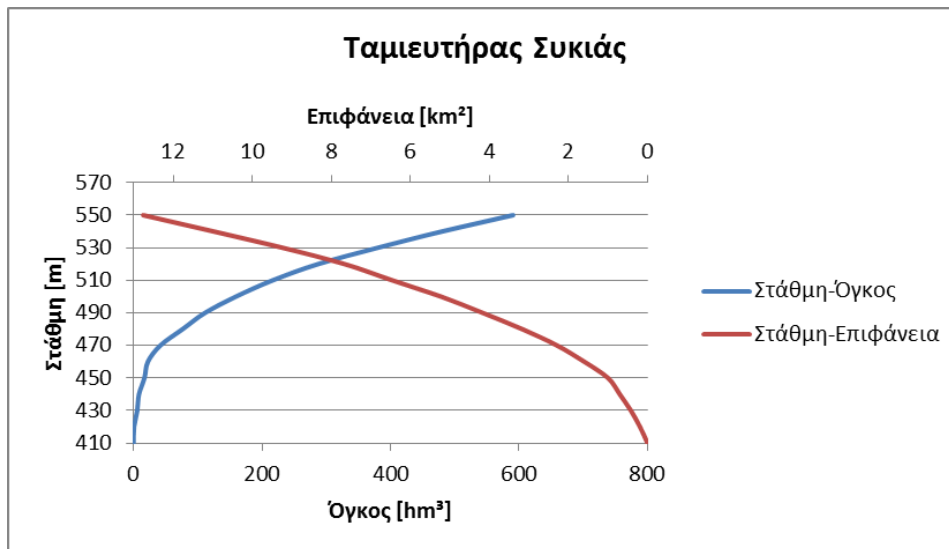
Φράγμα Μεσοχώρας: Πρόκειται για ήδη κατασκευασμένο αλλά ανενεργό λιθόρριπτο φράγμα ύψους 135 m, με ανάντη πλάκα από σκυρόδεμα. Η λεκάνη απορροής ανάντη του φράγματος έχει έκταση 644.1 km². Η συνολική χωρητικότητα είναι 358 hm³, με ωφέλιμο όγκο 228 hm³. Η υδροληψία βρίσκεται στην στάθμη +731 m. Το φράγμα της Μεσοχώρας εξυπηρετεί μόνο ενεργειακές σκοπιμότητες και είναι ανεπηρέαστο πρακτικά από την αρδευτική σκοπιμότητα του Θεσσαλικού κάμπου, καθώς δεν απαιτείται η διατήρηση πρόσθετου ρυθμιστικού όγκου αφού μόνος του ο ταμιευτήρας της Συκιάς έχει ικανή αποθηκευτικότητα (Κουτσογιάννης, 1996)². Οι καμπύλες στάθμης-όγκου-επιφάνειας του ταμιευτήρα απεικονίζονται στην Εικόνα 5.1.

Σήραγγα και ΥΗΣ Γλύστρας: Κατάντη του φράγματος ξεκινά σήραγγα προσαγωγής, μήκους 7.5 km, διαμέτρου 5 m και παροχετευτικότητας ως 34.72 m³/s. Η σήραγγα καταλήγει στη θέση Γλύστρα όπου βρίσκεται ο ΥΗΣ, συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 160 MW (δύο μονάδες των 80 MW), με μέγιστο ύψος πτώσης 220 m.



Εικόνα 5.2: Καμπύλες στάθμης-όγκου-επιφάνειας ταμιευτήρα Μεσοχώρας.

² Το συμπέρασμα αυτό εξάγεται από την μελέτη (Κουτσογιάννης, 1996, 2001) της μείωσης της ποσότητας εκτροπής σε 600 hm³ και προφανώς παραμένει αληθές και για μικρότερες ποσότητες.



Εικόνα 5.3: Καμπύλες στάθμης-όγκου-επιφάνειας ταμιευτήρα Συκιάς.

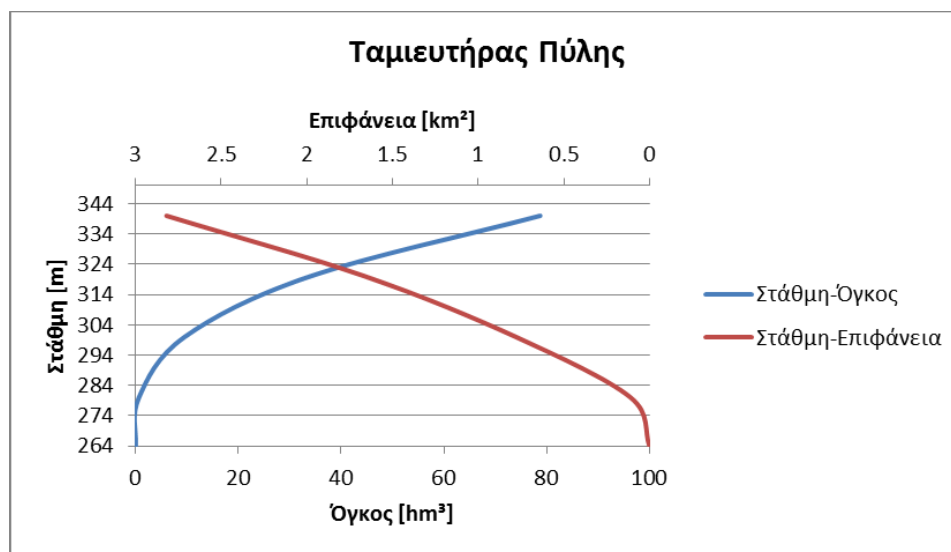
Φράγμα Συκιάς: Μη κατασκευασμένο φράγμα στον άνω ρου του Αχελώου από αμμοχάλικο κοίτης, ύψους 150 m. Η λεκάνη απορροής του ανέρχεται σε 530.8 km². Η συνολική χωρητικότητα του ταμιευτήρα υπολογίζεται σε 591 hm³, με ωφέλιμο όγκο 500 hm³ και υδροληψία στη στάθμη +485 m. Οι καμπύλες στάθμης-όγκου-επιφάνειας του ταμιευτήρα Συκιάς δίνονται στην Εικόνα 5.2.

ΥΗΣ Συκιάς: Το φράγμα Συκιάς έχει την ιδιαιτερότητα να είναι το άμεσα συνδεδεμένο με την εκτροπή έργο και έτσι κατάντη του φράγματος σχεδιάζονται δύο σήραγγες προσαγωγής με δικό τους ΥΗΣ. Η πρώτη οδηγεί το νερό στον Αχελώο με μήκος 1 km, διάμετρο 6 m και μέγιστη παροχετευτικότητα 49 m³/s, ενώ ο ΥΗΣ έχει δύο μονάδες, συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 120 MW³. Σημειώνεται πως στον αρχικό σχεδιασμό (ΔΕΗ/ΔΑΥΕ, 1987) που αφορούσε την εκτροπή 1100 hm³ προς τη λεκάνη του Πηνειού, η σήραγγα θεωρήθηκε μικρότερη (4.5 m), όπως αντίστοιχα και η ισχύς του ΥΗΣ Συκιάς (60 MW). Επίσης σύμφωνα με τη μελέτη, αν δεν πραγματοποιούνταν η εκτροπή η εγκατεστημένη ισχύς θα έπρεπε να αυξηθεί στα 220 MW. **Σήραγγα εκτροπής Αχελώου και ΥΗΣ Πευκόφυτου:** Η σήραγγα έχει μήκος 17.4 km, διάμετρο 6 m και μέγιστη παροχετευτικότητα 44 m³/s. Το νερό οδηγείται στον ΥΗΣ Πευκοφύτου, ισχύος 260 MW (2 x 130 MW) και στη συνέχεια στον ταμιευτήρα Μουζακίου. Λόγω του μεγάλου ύψους πτώσης και της εγγύτητας των δύο ταμιευτήρων, προτάθηκε να λειτουργήσει και αντιστρεπτή λειτουργία του υδροηλεκτρικού σταθμού μέσω συστήματος άντλησης-ταμίευσης. Εκτιμάται ότι λόγω των πολύ ευνοϊκών συνθηκών, η διάταξη αυτή θα αποβεί εξαιρετικά συμφέρουσα σε σχέση με την πλήρη ενεργειακή αξιοποίηση των νερών του Αχελώου από τα υδροηλεκτρικά έργα του κάτω ρου (Κουτσογιάννης, 1996, 2006).

³ Τα χαρακτηριστικά αυτά προτάθηκαν λόγω της αλλαγής της λειτουργίας των έργων (Κ.Υ.Α 24552, 1995) από τη μείωση της εκτρεπόμενης ποσότητας από τα 1100 στα 600 hm³ και μεταφορά μόνο κατά την αρδευτική περίοδο. Καθώς δεν υπάρχει επικαιροποίησή τους με την νέα μείωση στα 250 hm³, θεωρούνται ακόμα αντιπροσωπευτικά.

Β) Στην ΛΑΠ Πηνειού

Φράγμα Πύλης: Προβλέπεται να κατασκευαστεί στον Πορταϊκό φράγμα ύψους 90 m, με ανάντη λεκάνη απορροής 132 km². Ο ταμιευτήρας θα διαθέτει συνολικό όγκο 68.7 hm³ και ωφέλιμο 46 hm³. Η υδροληψία του έργου θα βρίσκεται στην στάθμη +318 m. Σκοπός του έργου είναι να μεταφέρει νερό μέσω μιας συνδετήριας σήραγγας μήκους 8 km, διαμέτρου 3 m και μέγιστης παροχετευτικότητας 17.04 m στον ταμιευτήρα Μουζακίου. Στη τρέχουσα μελέτη της ΔΕΗ (ΔΕΗ/ΔΑΥΕ, 1997) δεν προβλέπεται να λειτουργήσει κάποιος ΥΗΣ, καθώς η ενεργειακή αξιοποίηση γίνεται εξ ολοκλήρου στο Μουζάκι.



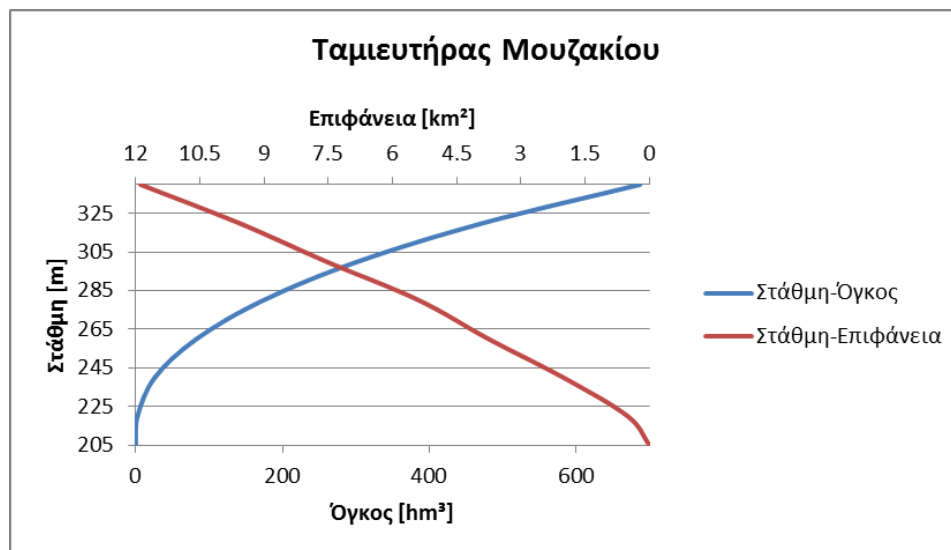
Εικόνα 5.4: Καμπύλες στάθμης-όγκου-επιφάνειας ταμιευτήρα Πύλης.

Φράγμα Μουζακίου: Προβλέπεται⁴ να κατασκευαστεί στον Πάμισο (ή αλλιώς Πλιούρη) φράγμα με στέψη στα +290 m, που θα δημιουργεί ταμιευτήρα συνολικής χωρητικότητας 237.2 hm³ και ωφέλιμου όγκου 182.8 hm³ (ΥΠΕΧΩΔΕ/ΕΥΔΕ Αχελώου, 1996). Η ανάντη λεκάνη απορροής έχει έκταση 140.6 km². Ο ταμιευτήρας θα δέχεται, επιπλέον, τα νερά της εκτροπής του Αχελώου και της λεκάνης της Πύλης. Για την ενεργειακή αξιοποίηση προβλέπεται σήραγγα προσαγωγής μήκους 4 km, διαμέτρου 8 m και μέγιστης παροχετευτικότητας 100 m³/s, με έξοδο σε ΥΗΣ στη θέση Μαυρομάτι, εγκατεστημένης ισχύος 270 MW (2 x 135 MW). Ο Κουτσογιάννης (1996) είχε προτείνει και σε αυτή τη θέση την κατασκευή έργου άντλησης-ταμίευσης, ώστε να μεγιστοποιηθεί το ενεργειακό όφελος, σε συνδυασμό με το αναρρυθμιστικό έργο Μαυροματίου.

Αξίζει να σημειωθεί πως για το έργο του Μουζακίου έχουν προταθεί πολλές εναλλακτικές διατάξεις, οι οποίες είτε δεν το περιλαμβάνουν στα έργα (η πρόταση αυτή αφορά και το φράγμα Πύλης) είτε μειώνουν το ύψος του σε διαφορετικές στάθμες, στο +250 m και +280 m. Η πρόταση που δεν συμπεριλαμβάνει τα έργα Πύλης και Μουζακίου δεν θα περιληφθεί σε ένα από τα διαχειριστικά σενάρια της εργασίας καθώς η έλλειψη τους όπως

⁴ Στην πρώτη μελέτη της ΔΕΗ/ΔΑΥΕ (1987), με την μεγαλύτερη εκτρεπόμενη ποσότητα προβλεπόταν ύψος φράγματος 114 m και 355 hm³ ωφέλιμος όγκος.

και η μείωση των όγκων τους αναμένεται να έχουν αρνητική επίδραση στην οικονομική επίδοση, την αξιοπιστία και την ελαστικότητα του συστήματος (Κουτσογιάννης, 2001· Λαζαρίδης, 2010).



Εικόνα 5.5: Καμπύλες στάθμης-όγκου-επιφάνειας ταμιευτήρα Μουζακίου.

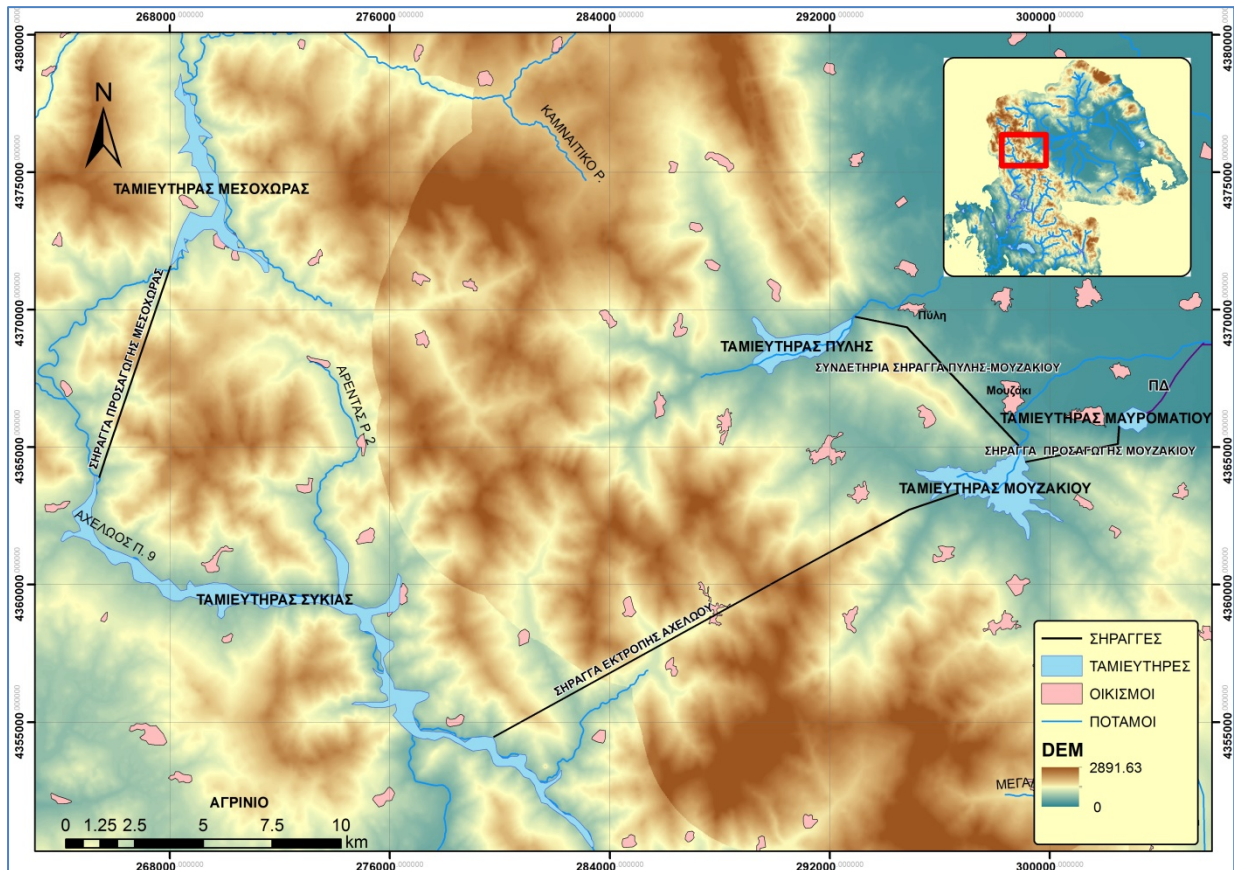
Αναρρυθμιστικό έργο Μαυροματίου: Πρόκειται ουσιαστικά για ανάχωμα, που δημιουργεί λιμνοδεξαμενή ημερήσιας ρύθμισης με σκοπό την προσωρινή αποθήκευση του νερού, ώστε να λειτουργεί το σύστημα άντλησης ταμίευσης, και την αναρρύθμιση των νερών της εκτροπής. Η δεξαμενή θα κατασκευαστεί κοντά στο ομώνυμο χωριό. Έχει συνολική χωρητικότητα 7.7 hm^3 και ωφέλιμη 4.9 hm^3 . Το ανάχωμα της δεξαμενής είναι χωμάτινο με ύψος 25 m. Η στέψη του αναχώματος τοποθετείται στο υψόμετρο +162.0 m και ο όγκος του είναι περίπου $250\,000 \text{ m}^3$ (Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. 2006). Στην έξοδο του διαθέτει μικρό ΥΗΣ 30 MW με ακαθάριστο ύψος πτώσης 25 m. Επειδή στην τρέχουσα έκδοσή του ο ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ λειτουργεί με μηνιαίο και όχι ημερήσιο βήμα, προκειμένου να προσομοιωθεί σωστά η ενεργειακή λειτουργία της δεξαμενής, αντιμετωπίζεται στο μοντέλο ως ταμιευτήρας χωρητικότητας 100 hm^3 , με την παραδοχή αυτή να μην επηρεάζει το σύστημα της προσομοίωσης (Ευστρατιάδης και Ζερβός, 1999).

Σημειώνεται ότι κατάντη του Μαυροματίου υπάρχουν θυροφράγματα (κόφτρες) στις διώρυγες σε όλο το αρδευτικό δίκτυο, ώστε να αποταμιεύουν προσωρινά το νερό στο σύστημα, για τα οποία δεν υπάρχει η δυνατότητα προσομοίωσης στον ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ. Σε κάθε περίπτωση, ακόμα και αν στα διαδοχικά στάδια της προσομοίωσης υπάρχει αποθηκευμένος αδιάθετος όγκος μεγαλύτερος από τον πραγματικό του Μαυροματίου που δεν έχει φύγει στον Πηνεϊό, η κατάσταση αυτή είναι κοντά στην πραγματικότητα.

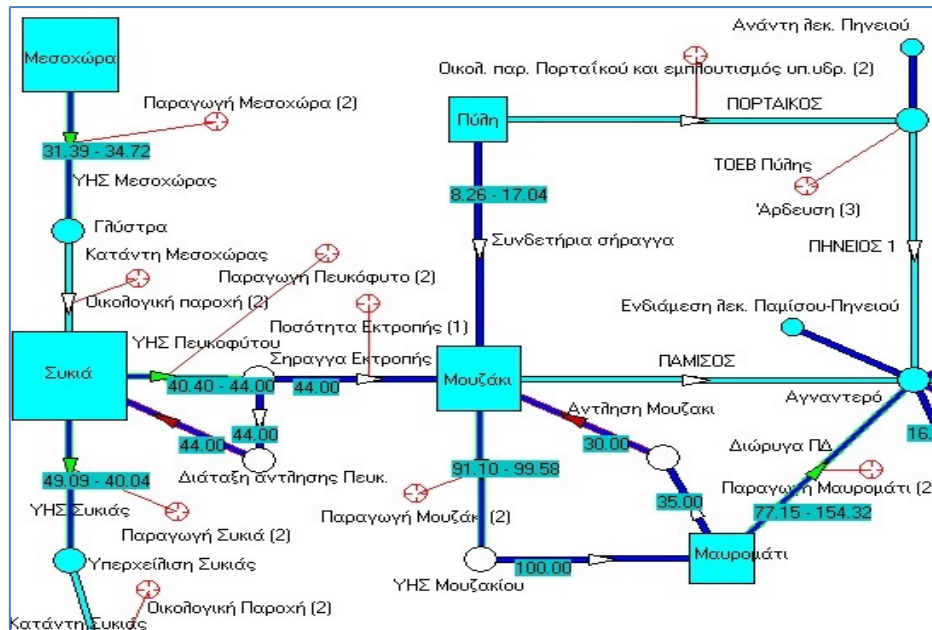
Κύρια διώρυγα ΠΔ: Από τη δεξαμενή του Μαυροματίου σχεδιάζεται να ξεκινάει κανάλι πολύ μεγάλης παροχευτικότητας (άνω των $120 \text{ m}^3/\text{s}$), ώστε να καλύπτει τις αιχμές της αρδευτικής ζήτησης (Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε, 2006). Η ΠΔ θα καταλήγει στο Αγναντερό απ' όπου το νερό της εκτροπής μέσω δευτερευόντων έργων που αναλύονται παρακάτω και θα

διαμοιράζεται στις περιοχές ζήτησης του Θεσσαλικού κάμπου. Συνεπώς, το Αγναντερό είναι το πιο κατάντη τοπολογικό σημείο της υποπεριοχής των έργων εκτροπής.

Στην Εικόνα 5.5 φαίνεται η γεωγραφική σχέση όλων των προαναφερθέντων έργων , ενώ στην Εικόνα 5.6 παρατίθεται η ερμηνεία αυτών των σχέσεων στο λογισμικό ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ μέσω ενός στιγμιότυπου οθόνης από το γραφικό περιβάλλον εργασίας του.



Εικόνα 6.5: Χάρτης τεχνικών έργων της Π1.



Εικόνα 5.6 : Σχηματοποίηση της περιοχής Π1 στο λογισμικό ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ.

5.2.2 Δεδομένα ζητήσεων και κατανομή σε κόμβους

Επειδή στην περιοχή αυτή λειτουργούν μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα, ενώ ταυτόχρονα υλοποιείται κυρίως μεταφορά νερού από μια ορεινή λεκάνη σε μια άλλη, τα έργα της εκτροπής έχουν ουσιαστικά αποκοπεί από τα έργα άρδευσης, και για τον λόγο αυτό δεν υπάρχουν κόμβοι ζήτησης αρδευτικού νερού. Εξάιρεση αποτελεί ο μικρός ΤΟΕΒ Πύλης, έκτασης περίπου 5 000 στρεμμάτων, που εξυπηρετείται από επιφανειακές απολήψεις από τον κύριο ρου του ποταμού Πηνειού, εκτός από τον Πορταϊκό, όπως φαίνεται στην Εικόνα 5.6 . Και στη σημερινή κατάσταση ο ΤΟΕΒ αρδεύεται από επιφανειακά νερά, άρα η ένταξη της ζήτησης στο μοντέλο είναι ανεξάρτητη της εκτροπής του Αχελώου.

Στον Πίνακα 5.1 δίνονται οι μηνιαίες ζητήσεις σε αρδευτικό νερό της Π1, που υπολογίζεται για όλα τα σενάρια. Λεπτομέρειες για τον υπολογισμό και την κατανομή της ζήτησης δίνονται στο *Κεφάλαιο 2*.

Για την παραγωγή ενέργειας εφαρμόζονται οι τιμές-στόχοι που προκύπτουν από τη βελτιστοποίηση του συνόλου των ενεργειακών έργων του υδροσυστήματος (*Κεφάλαιο 7*).

Εκτός της χρήσης του για παραγωγής ενέργειας και άρδευση, το νερό των ταμιευτήρων στο σύστημα είναι πολύτιμο και για την διατήρηση των οικοσυστημάτων κατάντη, άρα πρέπει να ορίζεται και μια περιβαλλοντική παροχή στα ποτάμια που η ροή τους αναρρυθμίζεται από τα φράγματα. Επιλέγεται να τοποθετείται σε μεγαλύτερη προτεραιότητα από αυτή των αρδευτικών ζητήσεων και σε ίδια με αυτή της παραγωγής ενέργειας, καθώς τα νερά φυγής των ΥΗΣ στην πραγματικότητα οδηγούνται στα κατάντη ποτάμια. Το μέγεθος της παροχής για τον Αχελώο κατάντη της Μεσοχώρας ορίζεται σε σταθερή ροή $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$ και κατάντη της Συκιάς σε $5 \text{ m}^3/\text{s}$ όπως κατά την ΜΠΕ της ΕΥΔΕ Αχελώου και ΕΝΥΕCO (1995). Για τον Πάμισο ορίζεται $0.15 \text{ m}^3/\text{s}$, ενώ για τον Πορταϊκό $0.15 \text{ m}^3/\text{s}$ για την περιβαλλοντική παροχή και

επιπρόσθετα 0.35 m³/s ώστε να επιτευχθεί η ισορροπία του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα που διαταράσσεται με την κατασκευή του φράγματος Πύλης (Κουτσογιάννης, 1996).

Πίνακας 5.1: Αρδευτική ζήτηση ανά κόμβο περιοχής Π1.

Περιοχή Π1 : Κατανομή αρδευτικής ζήτησης (hm ³)								
Κόμβος	Αρδ. Έκταση (στρ)	Σύνολο (hm ³)	Απρ	Μαΐ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ
ΤΟΕΒ Πύλης	5000	3.5	0.175	0.385	0.826	1.057	0.924	0.133

5.2.3 Στόχοι προσομοίωσης και κανόνες λειτουργίας

Σύμφωνα με τα παραπάνω, στο μοντέλο τίθενται διάφοροι στόχοι τους οποίους πρέπει να ικανοποιεί όσο το δυνατόν καλύτερα προκειμένου τα αποτελέσματα της προσομοίωσης να είναι αντιπροσωπευτικά της πραγματικής κατάστασης. Οι στόχοι αυτοί είναι πολλές φορές αντικρουόμενοι, με συνέπεια να πρέπει οπωσδήποτε να καθοριστεί η σειρά προτεραιότητας τους σε περιπτώσεις μειωμένης ικανότητας του δικτύου. Σε συνθετότερες περιπτώσεις, η αναπαράσταση της διαχείρισης των υδατικών πόρων του συστήματος στο μοντέλο γίνεται με πρόσθετους κανόνες λειτουργίας.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η περίπτωση του συνδυασμού της εκτροπής δεδομένης ποσότητας και των διατάξεων άντλησης-ταμίευσης στη Συκιά, όπου το μοντέλο θα πρέπει να είναι σε θέση να διαχειριστεί μια ποσότητα την οποία πρέπει να μεταφέρει στο Μουζάκι, αλλά να μην την αντλήσει πίσω ώστε να παράξει περισσότερη ενέργεια. Έτσι τέθηκαν οι εξής στόχοι στο μοντέλο, που στη ουσία είναι κανόνες λειτουργίας:

- Στόχος σταθερής παροχής στην σήραγγα εκτροπής ανά μήνα (Πίνακας 5.2):

Πίνακας 5.2: Κατανομή παροχής της σήραγγας εκτροπής (για 250 hm³ στην αρδευτική περίοδο).

m ³ /s	Ιαν-Μαρ	Απρ	Μαΐ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ-Δεκ
	0.00	4.74	10.44	22.39	28.65	25.05	3.60	0.00

- Κανόνας λειτουργίας μείωσης παροχетеυτικότητας (Πίνακας 5.3) στο ποσοστό που αναλογεί στη μηνιαία εκτροπή για να εξασφαλίζεται ότι ο παραπάνω στόχος δεν θα παραβιάζεται με υπέρβασή του. Αυτό είναι απαραίτητο λόγω της λογικής του ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ, που προκειμένου να μην χάσει ενεργειακή αξία λόγω της υπερχειλίσης πραγματοποιεί παραγωγή και από το Πευκόφυτο ταυτόχρονα με την Συκιά, όταν παρουσιάζονται πολύ μεγάλες εισροές.

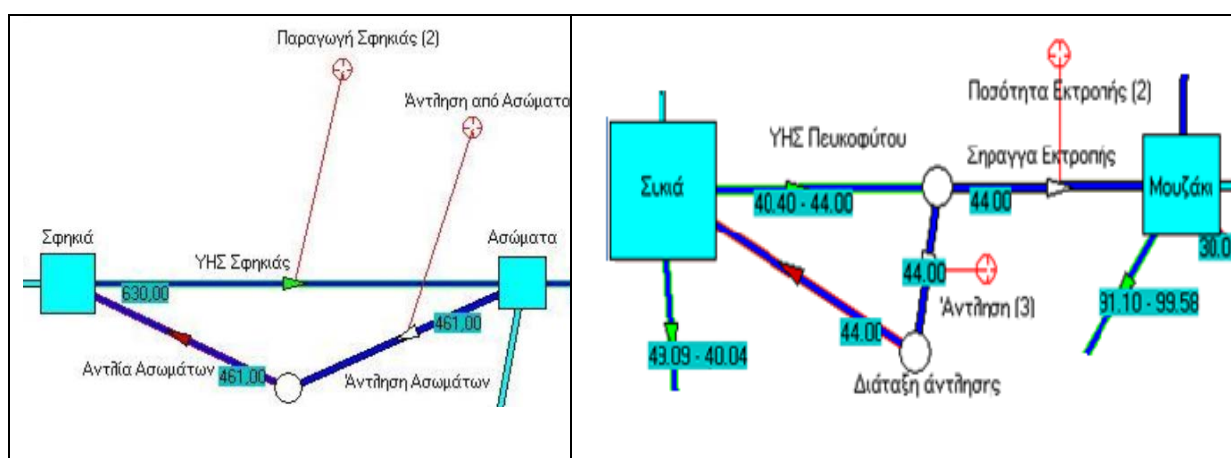
Πίνακας 5.3: Κατανομή συντελεστή μείωσης παροχетеυτικότητας (RC) της σήραγγας εκτροπής.

RC	Ιαν-Μαρ	Απρ	Μαΐ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ-Δεκ
	1.000	0.893	0.763	0.491	0.349	0.431	0.918	1.000

- Κανόνας λειτουργίας καθολικής μείωσης παροχетеυτικότητας ώστε η αντλησιοταμίευση να λειτουργεί ικανοποιητικά παράγοντας ηλεκτρική ενέργεια και το χειμώνα όπου δεν εκτρέπεται νερό στη Θεσσαλία και όσο μεταφέρει στο Μουζάκι να το

επιστρέφει στον ταμιευτήρα της Συκιάς στη διάρκεια της μέρας. Με την παραδοχή ότι το νυχτερινό τιμολόγιο της ΔΕΗ ισχύει για 6 ώρες, ο μειωτικός συντελεστής τέθηκε 0.75 στο αντλητικό στοιχείο. Η ίδια παραδοχή και τιμές εφαρμόστηκαν και στο αντλητικό έργο Μουζακίου-Μαυροματίου.

Τονίζεται σε αυτό το σημείο πως λόγω της συνδυασμένης εκτροπής με αντλησιοταμίευση η σχηματοποίηση της διάταξης διαφέρει από τις μέχρι τώρα συνήθεις μοντελοποιήσεις στον ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ (Εικόνα 5.7). Με την δημιουργία του εικονικού κόμβου σε ενδιάμεσο σημείο της σήραγγας εκτροπής με σκοπό τον τεχνητό περιορισμό: « $Q_{\text{εκτροπής}} = Q_{\text{ΥΗΣ}} - Q_{\text{Αντλησης}}$ » αναδείχτηκε η ανάγκη για την αλλαγή στον κώδικα ώστε να συμπεριλάβει τον κανόνα λειτουργίας μεταβλητής παροχетеυτικότητας ως επιλογή στα στοιχεία που προσομοιάζουν υδραγωγεία. Πλέον, ο μειωτικός συντελεστής μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προσομοιώνονται θυροφράγματα που λειτουργούν σε μηνιαία βάση.



Εικόνα 5.7 : Συμβατική σχηματοποίηση διάταξης αντλησιοταμίευσης (αριστερά, Πηγή : Δήμας, 2013) έναντι αυτής που συνδυάζεται με έργο εκτροπής (δεξιά). Χρειάστηκε τροποποίηση ώστε η ποσότητα της εκτροπής να είναι ανεξάρτητη της λειτουργίας άντλησης.

Ολοκληρώνοντας την περιγραφή της σχηματοποίησης της περιοχής Π1 δίνεται ο Πίνακας 5.4 που περιέχει συνοπτικά όλους τους στόχους που τέθηκαν στην περιοχή, με την αντίστοιχη σειρά προτεραιότητας. Ο στόχος της εκτροπής 250 hm³ νερού κάθε έτος βρίσκεται σε πρώτη προτεραιότητα όχι γιατί αποτελεί την πιο άμεση ανάγκη του υδροσυστήματος, αλλά είναι απαραίτητο διαχειριστικά προκειμένου να διερευνηθούν οι δυνατότητες του υδροσυστήματος, τα οφέλη αλλά και τα μειονεκτήματα της λύσης αυτής, κυρίως σε ότι αφορά την υδροηλεκτρική παραγωγή. Με την παραπάνω λογική, τίθενται σε δεύτερη προτεραιότητα οι στόχοι παραγωγής πρωτεύουσας ενέργειας και ελάχιστης ροής σε ποταμούς (αρχική σχηματοποίηση, βλέπε εδάφιο 5.14), και σε τελευταία προτεραιότητα η άρδευση της μικρής έκτασης που σχετίζεται με το έργο Πύλης.

Πίνακας 5.4: Συνοπτικός πίνακας στόχων περιοχής Π1.

α/α	Στόχος ή περιορισμός	Κατηγορία	Προτεραιότητα
1	Εκτροπή νερού από τη Συκιά	Const. Flow	1
2	Παραγωγή Μεσοχώρας	Power generation	2
3	Παραγωγή Συκιάς	Power generation	2

4	Παραγωγή Μουζάκι	Power generation	2
5	Παραγωγή Μαυρομάτι	Power generation	2
6	Οικολογική παροχή Αχελώου 1	Min. Flow	2
7	Οικολογική παροχή Αχελώου 2	Min. Flow	2
8	Οικολογική παροχή Πορταϊκού	Min. Flow	2
9	Οικολογική παροχή Παμίσου	Min. Flow	2
10	Άρδευση ΤΟΕΒ Πύλης	Irrigation	3

5.3 Περιοχή Π2: Ευρύτερη περιοχή Ν. Τρικάλων

5.3.1 Τοπολογία και υδρογραφικό δίκτυο

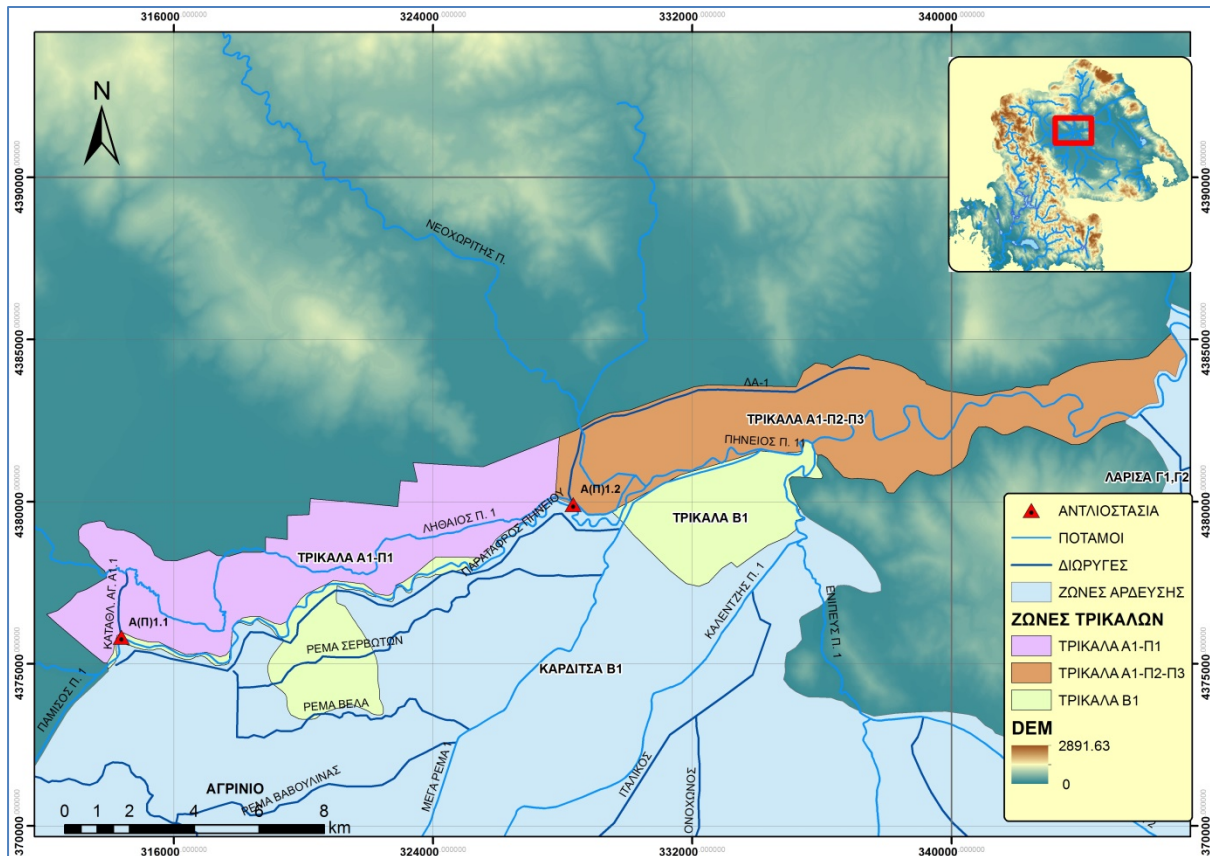
Η περιοχή Π2 περιλαμβάνει τις εκτάσεις του Ν. Τρικάλων που εντάσσονται στο μοντέλο προσομοίωσης. Οι αρδεύσιμες εκτάσεις του νομού χρησιμοποιούν σχεδόν εξ ολοκλήρου το νερό γεωτρήσεων είτε του κρατικού οργανισμού ΠΑΥΥΘ είτε ιδιωτικές. Στην παρούσα κατάσταση μόνο μικρής σημασίας αρδευτικά δίκτυα υδροδοτούνται επιπρόσθετα των γεωτρήσεων με μικρές απολήψεις από τους ποταμούς Ληθαίο, Πορταϊκό, Πηνειό αλλά και από τις πηγές Κεφαλόβρυσου. Έτσι μεγάλο μέρος στα βόρεια του νομού μένει εκτός της σχηματοποίησης. Το υδρογραφικό δίκτυο περιλαμβάνει τους ποταμούς Πηνειό (μέχρι το κατάντη όριο της Π2) και τους ποταμούς Ληθαίο και Νεοχωρίτη στον κάτω ρου τους.

Τα τεχνικά έργα που προγραμματίζονται είναι γνωστά ως «Εγγειοβελτιωτικά έργα περιοχής Α1». Στη μελέτη της των ΕΥΔΕ Αχελώου – ΥΠΕΧΩΔΕ (1995) αναφέρονται ως περιοχή «Α1» (η οποία είναι τμήμα της περιοχής «Α» των Τρικάλων όπως αυτή οριζόταν στην ΜΠΕ του Αχελώου, 1987). Πρόκειται για παραποτάμιες εκτάσεις του Πηνειού που εκτείνονται από τα νοτιοδυτικά των Τρικάλων ως την κοινότητα του Ζάρκου και της Φαρκαδώνας στα όρια του Ν. Λάρισας, μέχρι το υψόμετρο +200 m. Εδώ προβλέπεται να κατασκευαστεί δίκτυο που θα αξιοποιεί μέρος της εκτροπής του Αχελώου. Με την κατασκευή του αναμένεται να εξυπηρετούνται πλέον από επιφανειακά νερά οι εκτάσεις του ΓΟΕΒ Θεσσαλίας και των ΤΟΕΒ Ληθαίου και Ζάρκου.

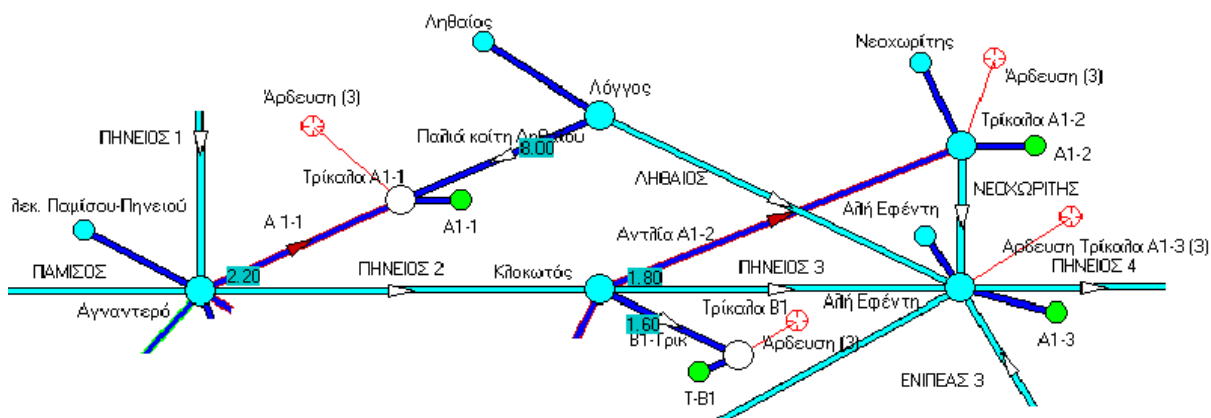
Στην κεφαλή του δικτύου βρίσκονται δύο κύριες υδροληψίες στην αριστερή όχθη του Πηνειού. Η πρώτη, στα βόρεια του οικισμού Αγναντερού, θα αντλεί το νερό από το υπό σχεδιασμό αντλιοστάσιο Α(Π)1.1, παροχетеυτικότητας 2.2 m³/s, ως την παλαιά κοίτη του Ληθαίου, η οποία θα διευθετηθεί για μήκος 17 km. Μέσω της φυσικής, πλέον, ροής του ποταμού θα μεταφέρεται ανατολικά, με τους χρήστες να χρησιμοποιούν δευτερεύουσες τάφρους, παρόχθιες υδροληψίες και θυροφράγματα για απολήψεις μέχρι το Κλοκοτό (οικισμός που βρίσκεται πλησίον της συμβολής του Ληθαίου), στη συμβολή του Νεοχωρίτη και του Πηνειού. Εκεί σχεδιάζεται η δεύτερη κύρια υδροληψία, το αντλιοστάσιο το Α(Π)1.2 παροχетеυτικότητας 1.8 m³/s που θα ανυψώσει το νερό ως τη ΔΑ-1 διώρυγα, παροχетеυτικότητας 2.0 m³/s για να εξυπηρετηθούν οι χρήστες της Φαρκαδώνας και του Ζάρκου. Κατάντη του Α(Π)1.2 βρίσκονται και οι παρόχθιες εκτάσεις της Πηνειάδας που πραγματοποιούν απευθείας απόληψη από τον Πηνειό.

Η σχηματοποίηση της περιοχής είναι απλή, καθώς με διαχωρισμό των περιοχών ανάλογα την πηγή υδροδότησης δημιουργούνται δύο αρδευτικοί κόμβοι, και η τρίτη περιοχή εισάγεται απευθείας ως στόχος άρδευσης για απλούστευση.

Στη *Συνολική Μελέτη Οικονομικής Σκοπιμότητας* (ΕΥΔΕ Αχελώου και ΥΠΕΧΩΔΕ, 1997) αναφέρεται πως δεν υπάρχουν εναλλακτικές επιλογές σε αυτή τη διάταξη έργων. Σημειώνεται βέβαια πως η διάταξη αυτή δεν διαφέρει από τα προηγούμενα σχέδια εκτροπής των 600 hm³.



Εικόνα 5.8 : Περιοχές Α1 και Β1 του Ν. Τρικάλων που σχεδιάζεται αρδεύονται από την εκτροπή του Αχελώου.



Εικόνα 5.9 : Σχηματοποίηση περιοχής Π2 στο λογισμικό ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ.

5.3.2 Δεδομένα ζητήσεων και κατανομή σε κόμβους

Στην εξεταζόμενη περιοχή εμφανίζονται μόνο αρδευτικές ζητήσεις. Αυτές κατανέμονται σε τέσσερις κόμβους, τρεις για την περιοχή «Τρίκαλα Α1» και μία για την περιοχή «Τρίκαλα Β1». Οι κόμβοι χωρίστηκαν ανά πηγή υδροδότησης, δηλαδή Τρίκαλα Α1-Π1, που αφορά στις εκτάσεις που αρδεύονται από το αντλιοστάσιο Α(Π)1.1), Τρίκαλα Α1-Π2, που αναπαριστά τις περιοχές που σχετίζονται με το Α(Π)1.2, ενώ για την περίπτωση των εκτάσεων Πηνειάδας (Τρίκαλα Α1-Π3) αντί για κόμβο εισάγεται, για απλούστευση, στόχος άρδευσης κατευθείαν στον κόμβο Αλή Εφέντη του Πηνείου. Οι αρδεύσιμες εκτάσεις υπολογίζονται σύμφωνα με τη μελέτη του 1995, και αφορούν την πρώτη φάση έργων που σχετίζονται με την εκτροπή του Αχελώου, την επονομαζόμενη «Φάση Α-1» (ΜΠΕ Εκτροπής Αχελώου, ΕΥΔΕΑ – ΥΠΕΧΩΔΕ, 1995). Οι ζητήσεις ανά μήνα παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.5.

Σε επόμενη φάση (πχ Α-2), στις αρδεύσιμες εκτάσεις μπορούν να προστεθούν 62 000 (από περίμετρο 90 000) στρέμματα καλλιεργήσιμης γης (ΕΥΔΕΑ – ΥΠΕΧΩΔΕ 1995). Όμως στη «μηδενική λύση» όλες οι αναφερόμενες εκτάσεις αρδεύονται κυρίως από γεωτρήσεις.

Πίνακας 5.5: Αρδευτική ζήτηση ανά κόμβο της Π2 περιοχής.

Περιοχή Π2: Κατανομή αρδευτικής ζήτησης (hm ³)								
Κόμβος/Στόχος	Αρδ. Έκταση (στρ)	Σύνολο hm ³	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ
Τρίκαλα Α1-Π1	33300	23.31	0.00	0.00	0.00	1.17	2.56	5.50
Τρίκαλα Α1-Π2	19300	13.51	0.00	0.00	0.00	0.68	1.49	3.19
Τρίκαλα Α1-Π3	6500	4.55	0.00	0.00	0.00	0.23	0.50	1.07
Τρίκαλα Β1	19300	13.51	0.68	1.49	3.19	4.08	3.57	0.51

5.3.3 Στόχοι προσομοίωσης και κανόνες λειτουργίας

Παρατηρούμε πως ελλείψει άλλων ζητήσεων στην περιοχή, κύριος στόχος είναι η ικανοποίηση της άρδευσης. Η σχετικά απλή διάταξη των έργων δεν δημιουργεί διαχειριστικά προβλήματα, τίθεται έτσι η γενική ιεράρχηση σε τρίτη προτεραιότητα των

εξυπηρετούμενων από τον Αχελώο αρδεύσιμων εκτάσεων, ώστε να εξασφαλίζεται η ταυτόχρονη ικανοποίηση όλων με ίδια απόδοση.

Πίνακας 5.6: Συνοπτικός πίνακας στόχων της περιοχής Π2.

α/α	Στόχος ή περιορισμός	Κατηγορία	Προτεραιότητα
1	Άρδευση Τρίκαλα Α1-Π1	Irrigation	3
2	Άρδευση Τρίκαλα Α1-Π2	Irrigation	3
3	Άρδευση Τρίκαλα Α1-Π3	Irrigation	3
4	Άρδευση Τρίκαλα Β1	Irrigation	3

5.4 Περιοχή Π3: Εκτάσεις σχετιζόμενες με την εκτροπή του Αχελώου

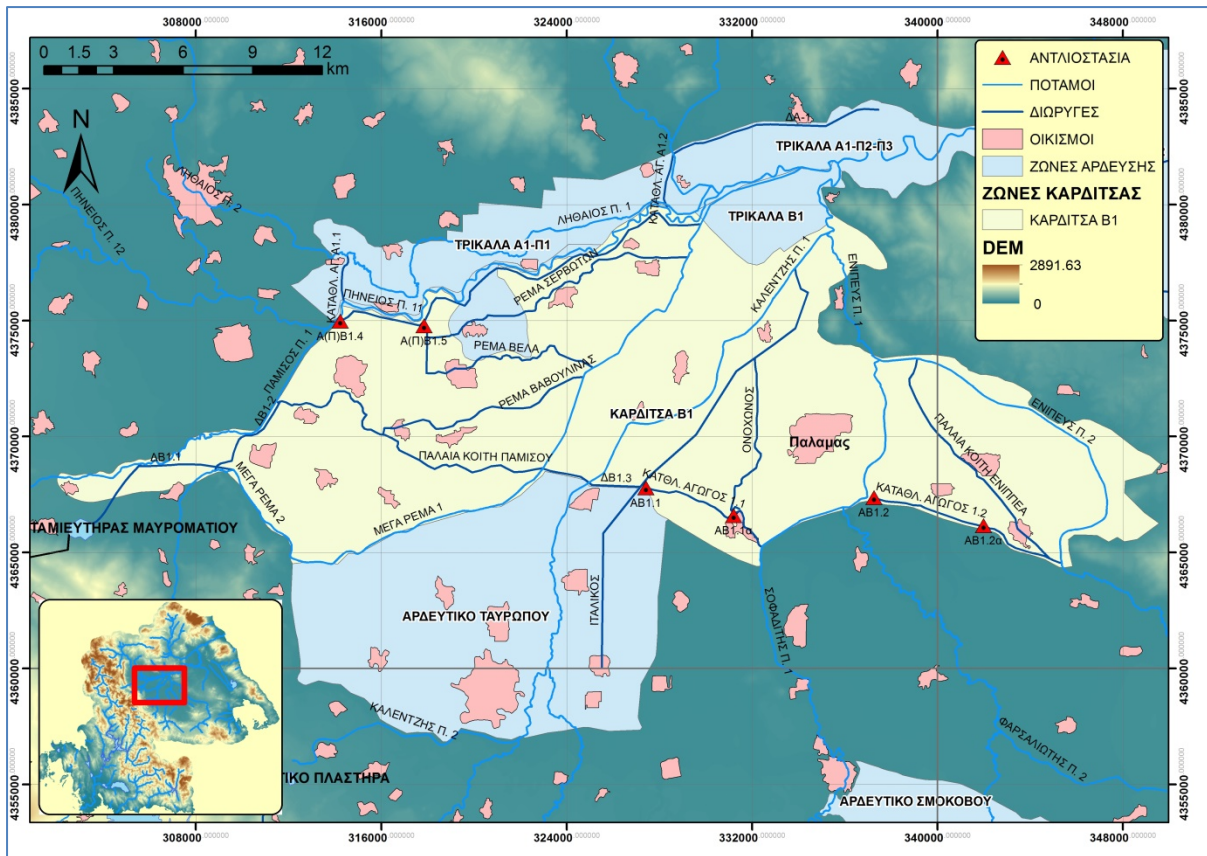
5.4.1 Τοπολογία και υδρογραφικό δίκτυο

Πρόκειται για την Βόρεια και Ανατολική περιοχή του Ν. Καρδίτσας (σκιαγραφημένη στον χάρτη *Εικόνα 5.10*). Στην παρούσα κατάσταση, τα αρδευτικά έργα της Π3 εξυπηρετούνται πλημμελώς με επιφανειακά νερά ή/και με γεωτρήσεις. Η απόληψη με επιφανειακά νερά γίνεται κυρίως με ημιμόνιμα έργα στις συλλεκτήριες τάφρους των νερών φυγής της αρδευόμενης από τον Πλαστήρα εκτάσεων καθώς και στους παραποτάμους του Πηνειού Καλέτζη, Σοφαδίτη, Φαρσαλιώτη και Ενιπέα. Αποτελεί τμήμα της περιοχής «Β» της ΜΠΕ και τα εγγειοβελτιωτικά έργα που προτείνονται την οριοθετούν ως περιοχή «Β1». Τονίζεται πως στην Β1 κανονικά προστίθενται οι εκτάσεις «Τρίκαλα Β1», που για λόγους απλότητας αποτυπώθηκαν στη σχηματοποίηση της Π2. Μετά την αφαίρεση, η συνολική έκταση της περιοχής ανέρχεται σε 330 000 στρέμματα με καθαρή γεωργική γη 273 500 στρέμματα.

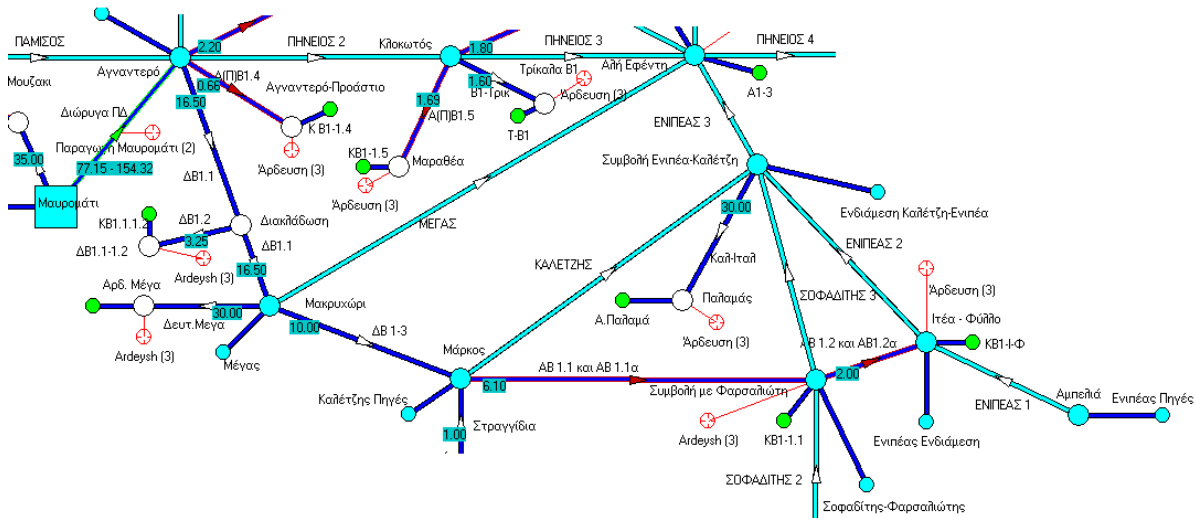
Στην πρώτη φάση (Α-1) προβλέπονται τα εξής έργα:

Κατάντη της προσαγωγού διώρυγας ΠΔ θα κατασκευαστεί η συνδετήρια διώρυγα ΔΒ1.1 μήκους 4.3 km, διατομής 1.5x2.2 m και παροχευτικότητας 16.5 m³/s, ώστε να τροφοδοτεί τη συλλεκτήρια τάφρου του Μέγα. Στην ΔΒ1.1, ανάντη της συμβολής με τον Μέγα, υπάρχει η διακλάδωση με την ΔΒ1.2, παροχευτικότητας 3.25 m³/s, που μεταφέρει νερό στην παλαιά κοίτη του Πάμισου και το ρέμα Βαβουλίνας. Έτσι θα εξυπηρετείται και μέρος της περιοχής Τρικάλων-Β1⁵. Επίσης, κατάντη της ΠΔ κατασκευάζονται δύο αντλιοστάσια, το Α(Π)Β1.4, που θα εξυπηρετεί τις παραποτάμιες περιοχές Αγναντερού και Προαστίου, και το Α(Π)Β1.5, που θα ανυψώνει το νερό μέσω της παρατάφρου του Πηνειού στο ρέμα Βελά και στο ρέμα Σερβωτών, εξυπηρετώντας τις παραποτάμιες περιοχές μέχρι την κοινότητα της Μαραθέας.

⁵ Στη μοντελοποίηση για λόγους απλότητας έγινε η παραδοχή πως όλη η περιοχή Τρίκαλα Β1 αρδεύεται όπως φαίνεται στη Π1 από τον Πηνειό πριν της συμβολής με Ενιπέα και Μέγα.



Εικόνα 5.10 : Περιοχές Β1 Ν. Καρδίτσας.



Εικόνα 5.11: Σχηματοποίηση περιοχής Π3 στο λογισμικό ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ.

Η συνολική έκταση των αρδευόμενων περιοχών από το αρδευτικό δίκτυο που σχηματίζεται με τις διώρυγες και τα φυσικά ρέματα ανάμεσα στον Πηνειό και τον Μέγα ανέρχεται σε 108 000 στρέμματα. Στο μοντέλο αναπαρίστανται με τον κόμβο «ΔΒ1.1-1.2» οι περιοχές που σχετίζονται με την ΔΒ1.1, με τους κόμβους «Α(Π)Β1.4» και «Α(Π)Β1.5» οι υπόλοιπες που σχετίζονται με τα αντίστοιχα αντλιοστάσια, ενώ το σύνολο των περιοχών που έχουν ως τροφοδοσία τη τάφρο Μέγα συμπυκνώνονται στο κόμβο «Αρδ. Μέγα» για απλοποίηση.

Στη συνέχεια, η τάφρος του Μέγα συνδέεται με τον ποταμό Καλέτζη και την τάφρο Ιταλικός, κοντά στην κοινότητα Μακρυχωρίου, μέσω της συνδετήριας διώρυγας ΔΒ 1.3 μήκους 3.5 km, διατομής 1.5x2.5 και παροχετευτικότητας 10 m³/s. Στα κατάντη του Καλέτζη και του Ιταλικού οι χρήστες εξυπηρετούνται μέσω προσωρινών φραγμάτων, ενώ χρειάζεται η κατασκευή του αντλιοστασίου ΑΒ1.1, παροχετευτικότητας 6.1 m³/s, 3 km ανατολικά του Μακρυχωρίου και του ενδιάμεσου ΑΒ1.1α ίδιας παροχετευτικότητας βόρεια του Μάρκου για να ανυψώσει το νερό στον Σοφαδίτη και Ονόχωνο. Οι αρδευόμενες περιοχές μεταξύ Καλέτζη, Ιταλικού, Ονοχώνου και της κοινότητας Παλαμά έχουν έκταση περίπου 31 450 στρέμματα και αναπαριστώνται με τον κόμβο «Παλαμάς». Στη σχηματοποίηση της περιοχής (Εικόνα 5.11), για αποφυγή πρόσθετης πολυπλοκότητας, ο κόμβος «Παλαμάς» συνδέεται απευθείας με Καλέτζη και Σοφαδίτη, χωρίς την σχηματοποίηση των διωρύγων Ονοχώνου και Ιταλικού. Η έκταση που αρδύεται από τα αντλιοστάσια ΑΒ1.1/ΑΒ1.1α, 45380 στρεμμάτων, εισάγεται απευθείας σαν στόχος στην συμβολή των ποταμών Σοφαδίτη και Φαρσαλιώτη, για περιορισμό του μεγέθους του μοντέλου.

Τέλος, ανατολικότερα του Σοφαδίτη, για την κάλυψη των αναγκών άρδευσης των περιοχών Ιτέα και Φύλλου, προτείνονται τα αντλιοστάσια ΑΒ1.2 και ΑΒ1.2α παροχετευτικότητας 2 m³/s το καθένα, το πρώτο κατάντη της συμβολής Σοφαδίτη και Φαρσαλιώτη και το δεύτερο στην κοινότητα Φύλλου, ανυψώνοντας νερό μέχρι σχεδόν τα όρια του Ν. Λάρισας. Η αντίστοιχη αρδευόμενη έκταση ανέρχεται στα 32 970 στρέμματα.

5.4.2 Δεδομένα ζητήσεων και κατανομή σε κόμβους

Η περιοχή Π3 καλύπτει εκτάσεις περιμέτρου 330 000 στρεμμάτων, με καθαρή γεωργική γη 273 500 στρέμματα, και μόνη ζήτηση την αρδευτική. Για πληρότητα δίδεται ο Πίνακας 5.7, που συνοψίζει την κατανομή των εκτάσεων στους κόμβους και με τις ονομασίες που είχαν στη μελέτη του 1987. Επίσης αναφέρει και την υποδιαίρεση τους σε επιμέρους υδροληψίες που σε αρκετές περιπτώσεις έχουν συγχωνευτεί κατά την σχηματοποίηση. Στον Πίνακα 5.8 δίνεται η μηνιαία κατανομή της ζήτησης, όπως εισάγεται στον ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ.

Αλλαγές των υπαρχόντων ζητήσεων σε διαφορετικές υποθέσεις εργασίας θα ήταν οι εξής:

- Σε επόμενη φάση της κατασκευής των εγγειοβελτιωτικών έργων (φάση Α-2) μπορούν να προστεθούν στο δίκτυο ακόμη 150 000 στρέμματα καθαρής γεωργικής, σύμφωνα με τη μελέτη του 1995, με επέκταση του δικτύου νοτιότερα κάνοντας χρήση άντλησης ως τα όρια του αρδευτικού έργου Σμοκόβου και ανατολικά ως την επαρχία Φαρσάλων, στα όρια του Ν. Λάρισας.
- Στη «μηδενική λύση» οι ζητήσεις δεν αλλάζουν ιδιαίτερα, καθώς σημαντικό μέρος των εκτάσεων ήδη αρδύεται με επιφανειακά νερά, απλώς το δίκτυο απλοποιείται αφού εκλείπουν οι συνδετήριες διώρυγες και τα αντλιοστάσια και προστίθεται δυναμικότητα γεωτρήσεων.

Πίνακας 5.7: Κατανομή γεωργικών εκτάσεων της Π3 σε κόμβους.

Κόμβος υδρονομέα	Έργο/υδροληψία	Ζώνες άρδευσης (Ονομασία 1987)	Αρδευόμενη έκταση (στρ)	Σύνολο κόμβου (στρ)
Ιτέα - Φύλλο	Π. κοίτη Ενιπέα	A 8.1	18250	32970
	Αντλιοστ. Α1.1/1.1α	A 8.2	14720	
(Στόχος) Αντλιοστ. ΑΒ1.1/ΑΒ1.1α	Φαρσαλιώτης	A 8.2/Ββ-3-9	17080	45380
	Σοφαδίτης	Ββ-1-2-3	11000	
	Ονόχωνος	Ββ-1-2-6-8	17300	
Παλαμάς	Ιταλικός	Ββ-5-6-8-9	18950	31450
	Καλέτζης-συνδ. Μέγα	Ββ-4/Ββ-5/Ββ-7	12500	
ΔΒ1.1-1.2	Βαβουλίνα/ΔΒ1.2	Βα-6-7-9-10-11-12-13-14-15-16	44950	55500
	Μαγουλιά	Βα-2-3-4	10550	
ΚΒ1.4	Α(Π)Β1.4	Βα-12-13	9500	9500
ΚΒ1.5	Α(Π)Β1.5	Βα-14-15-17-18	24180	24180
Αρδ. Μέγα	Μέγας	Βα-5-6-7-8-10-11-16-18	50020	97420
		Ββ-4—10-11-12	29400	

Πίνακας 5.8: Αρδευτική ζήτηση ανά κόμβο της περιοχής Π3 (Β1).

Περιοχή Π2: Κατανομή αρδευτικής ζήτησης (hm ³)								
Κόμβος/Στόχος	Αρδ. Έκταση (στρ)	Σύνολο hm ³	Απρ	Μαΐ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ
ΔΒ1.1 και ΔΒ1.2	55 500	38.85	1.94	4.27	9.17	11.73	10.26	1.48
Μέγας	79 420	55.59	2.78	6.12	13.12	16.79	14.68	2.11
Παλαμάς	31 450	22.02	1.10	2.42	5.20	6.65	5.81	0.84
ΑΒ1.1-(Σοφ-Φαρ)	45 380	31.77	1.59	3.49	7.50	9.59	8.39	1.21
Ιτέα-Φύλλο	32 970	23.08	1.15	2.54	5.45	6.97	6.09	0.88
ΑΒ1.4	9 500	6.65	0.33	0.73	1.57	2.01	1.76	0.25
ΑΒ1.5	24 180	16.93	0.85	1.86	3.99	5.11	4.47	0.64

5.4.3 Στόχοι προσομοίωσης και κανόνες λειτουργίας

Στην περιοχή Π3 υπάρχουν μόνο κόμβοι αρδευτικής ζήτησης, ίδιας προτεραιότητας για την ικανοποίησή τους, καθώς τα έργα μεταφοράς του εκτρεπόμενου νερού είναι σειριακά. Έτσι οι στόχοι της προσομοίωσης είναι απλά η ικανοποίηση των ζητήσεων και δεν παρουσιάζεται κάποιο διαχειριστικό πρόβλημα, όπως στις περιοχές Π1 και Π2.

Στον Πίνακα 5.9 δίδεται ο κατάλογος των αρδευτικών στόχων της περιοχής Π3, που αναφέρονται στους αντίστοιχους κόμβους του μοντέλου.

Πίνακας 5.9: Συνοπτικός Πίνακας στόχων της Π3.

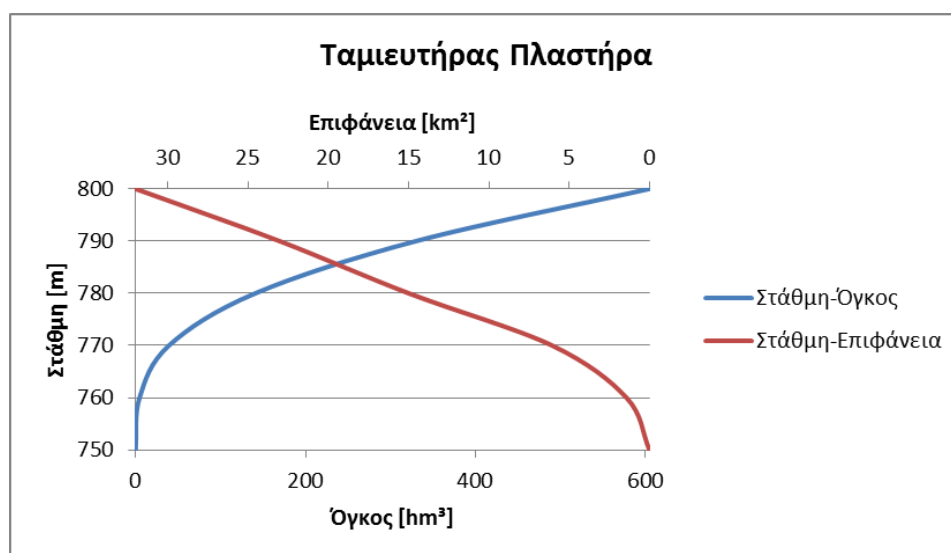
α/α	Στόχος ή περιορισμός	Κατηγορία	Προτεραιότητα
1	ΔΒ1.1 και ΔΒ1.2	Irrigation	3
2	Μέγας	Irrigation	3
3	Παλαμάς	Irrigation	3
4	ΑΒ1.1-(Σοφ-Φαρ)	Irrigation	3
5	Ιτέα-Φύλλο	Irrigation	3
6	ΑΒ1.4	Irrigation	3
7	ΑΒ1.5	Irrigation	3

5.5 Περιοχή Π4: Εκτάσεις που υδροδοτούνται από τον ταμιευτήρα Πλαστήρα

5.5.1 Τοπολογία και υδρογραφικό δίκτυο

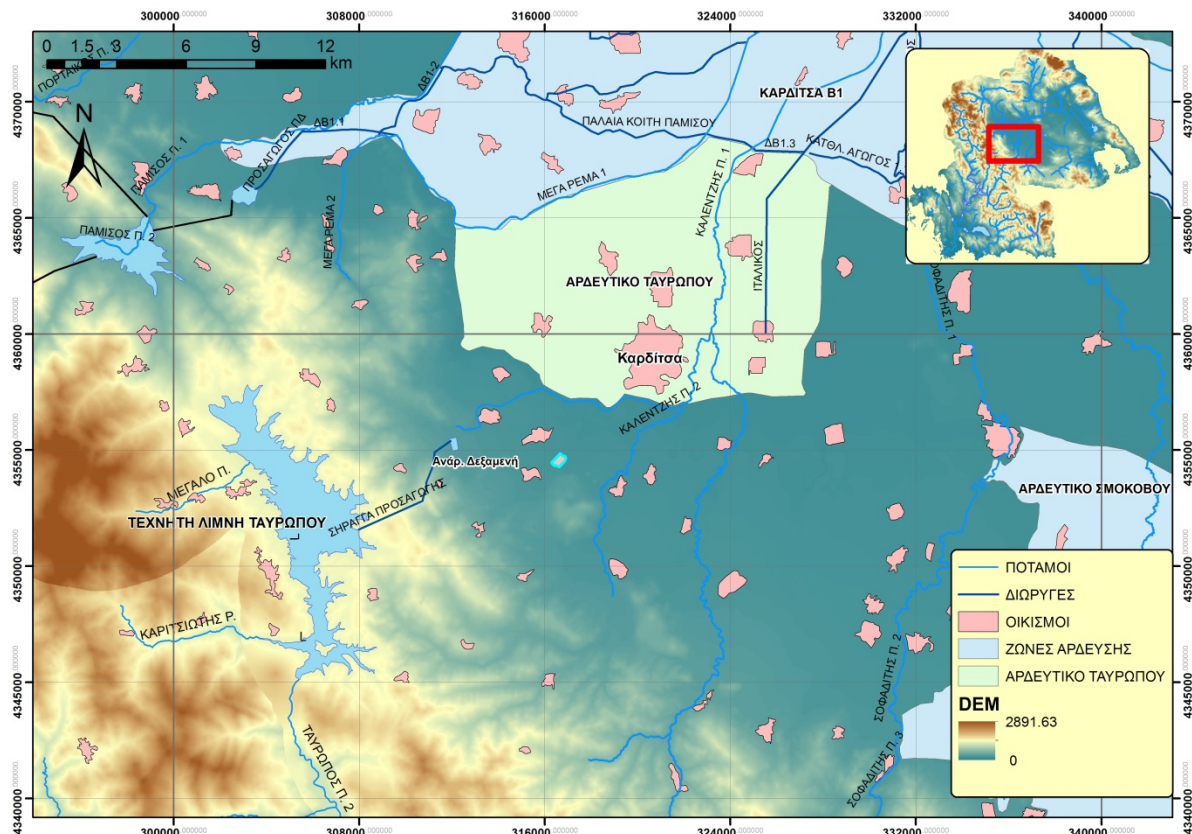
Πρόκειται για τις εκτάσεις νότια και δυτικά της πόλης της Καρδίτσας, με χαρακτηριστικό ότι υδροδοτούνται από τον ταμιευτήρα Πλαστήρα. Ανήκουν στην περιοχή «Β» της μελέτης του 1987 και πρόκειται για έργα που λειτουργούν εύρυθμα στην παρούσα κατάσταση.

Η κατασκευή του φράγματος Πλαστήρα αποτέλεσε και την πρώτη εκτροπή νερών του Αχελώου προς την Θεσσαλία εκτρέποντας ολόκληρο τον ποταμό Μέγδοβα ή αλλιώς Ταυρωπό στην λεκάνη του Πηνειού. Ο ταμιευτήρας έχει λεκάνη απορροής 161.3 km² και βρίσκεται στα Άγραφα με το φράγμα να τοποθετείται κοντά στο χωριό Καστανιά. Συνολικός μεικτός όγκος νερού για ΑΣΛ στη στάθμη +792 m είναι 373 hm³ ενώ νεκρός όγκος για στάθμη υδροληψίας τα +776 m είναι 85 hm³. Η καμπύλη στάθμης-όγκου-επιφάνειας απεικονίζεται στην *Εικόνα 5.12*⁶.

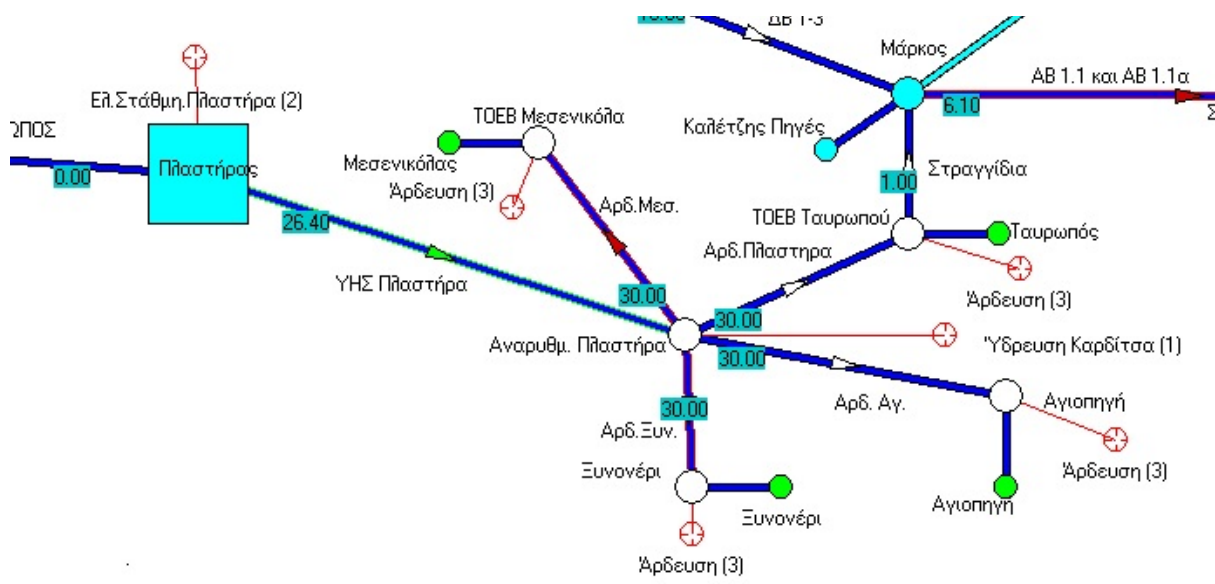


Εικόνα 5.12: Καμπύλες στάθμης-όγκου-επιφάνειας ταμιευτήρα Πλαστήρα.

⁶ Τα στοιχεία για την κατασκευή της καμπύλης προέρχονται από το ερευνητικό έργο *Διερεύνηση των δυνατοτήτων διαχείρισης και προστασίας της ποιότητας της Λίμνης Πλαστήρα* (Ευστρατιάδης κ.ά, 2002), και αναδεικνύουν μια μικρή υπερεκτίμηση της αποθηκευτικής ικανότητας σε σχέση με τις εκτιμήσεις της ΔΕΗ.



Εικόνα 5.13: Γεωγραφία περιοχής Π4.



Εικόνα 5.14: Σχηματοποίηση περιοχής Π4 στο λογισμικό ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ με τον ταμιευτήρα και τα συναφή έργα αξιοποίησης.

Στον πλευρά της Θεσσαλίας λειτουργεί και ΥΗΣ με τρεις στροβίλους τύπου Pelton, συνολικής ισχύος 129.9 MW. Ο ΥΗΣ βρίσκεται στους πρόποδες της Πίνδου δημιουργώντας μέγιστο ύψος πτώσης 577 m, ένα από τα μεγαλύτερα στην Ελλάδα. Η σήραγγα προσαγωγής έχει μήκος 2625 m, διάμετρο 3.5 m και παροχετευτικότητα 54.6 hm³/μήνα (ΔΕΗ, 1997). Μετά την έξοδο από τον ΥΗΣ βρίσκεται η αναρρυθμιστική δεξαμενή του Πλαστήρα που έχει όγκο 0.6 hm³ για την προσωρινή αποθήκευση των νερών που θα χρησιμοποιηθούν για τις άλλες χρήσεις (άρδευση, ύδρευση).

Τα έργα κατάντη της αναρρυθμιστικής δεξαμενής είναι (Τέγος, 2005):

- Υδροληψία ύδρευσης της πόλης της Καρδίτσας.
- Αρδευτικό δίκτυο ΤΟΕΒ Ταυρωπού: Το συλλογικό αρδευτικό δίκτυο έχει περίμετρο 160 000 στρεμμάτων και καθαρή γεωργική γη έκτασης 120 000 στρεμμάτων. Λειτουργεί αξιόπιστα για επιφανειακή άρδευση τριών ζωνών (Α, Β, Γ), ωστόσο τα κανάλια παρουσιάζουν σημαντικές απώλειες νερού. Από το εκτεταμένο στραγγιστικό του δίκτυο που καταλήγει στον μέσω Μέγα και τον Καλέτζη εκτάσεις αρδεύονται στα Σέλλανα και τον Παλαμά, ενώ δύναται να φτάσει νερό και στον Ν. Λάρισας μέσω του ίδιου δικτύου.
- Αρδευτικό έργο Μοσχάτου-Ξυνονερίου-Ρούσσου για την άρδευση 6 000 στρεμμάτων με άντληση μέσω καταθλιπτικών αγωγών.
- Αρδευτικό έργο Μεσενικόλα για την άρδευση 3 200 στρεμμάτων με άντληση.
- Υδροληψία για συμπλήρωση της άρδευσης στην περιοχή της Αγιοπηγής.

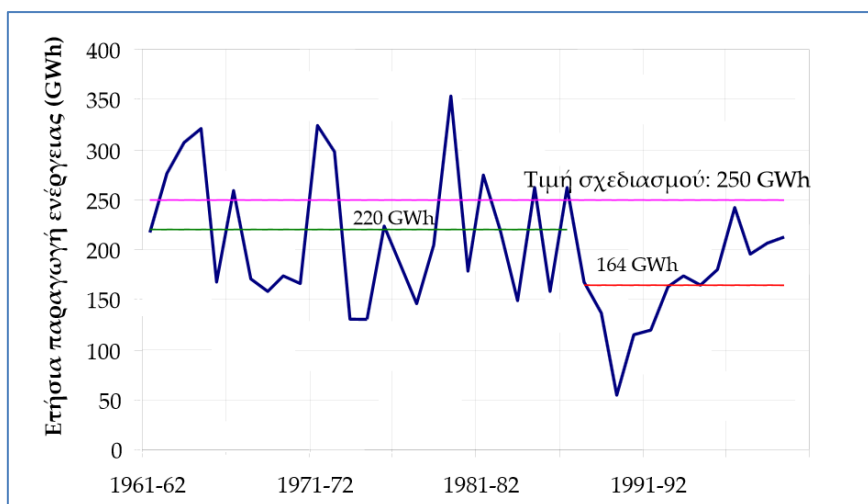
5.5.2 Δεδομένα ζητήσεων και κατανομή σε κόμβους

Όπως αναφέρθηκε, στην περιοχή σχηματοποίησης Π4 έχουμε ταμειυτήρα που εξυπηρετεί πολλαπλούς σκοπούς. Σε πρώτη προτεραιότητα έχουμε την ζήτηση για ύδρευση του Συνδέσμου Καρδίτσας και των πέριξ περιοχών, με συνολικά 37 κοινότητες. Τίθεται σταθερή ζήτηση 2.0 hm³ ανά μήνα (Ευστρατιάδης κ.ά, 2006) που καλύπτει την μελλοντική αύξηση του πληθυσμού και του χειμερινού τουρισμού. Το 1993 η συνολική ζήτηση ήταν 15 hm³ (ΕΥΔΕ Αχελώου-ΥΠΕΧΩΔΕ, 1995), ενώ η ίδια μελέτη για το έτος 2035 προβλέπει ζήτηση 23 hm³. Για απλοποίηση, για την ύδρευση δεν δημιουργείται ξεχωριστός κόμβος αλλά εισάγεται απευθείας στόχος απόληψης στον κόμβο του αναρρυθμιστικού Πλαστήρα.

Όσο αφορά στις ανάγκες άρδευσης διαμορφώνεται ο Πίνακας 5.10 με τις αντίστοιχες εκτάσεις και την ζήτηση τους που αντιστοιχούν σε κάθε κόμβο του μοντέλου.

Πίνακας 5.10 : Αρδευτική ζήτηση ανά κόμβο της περιοχής Π4 (Πλαστήρας).

Περιοχή Π4: Κατανομή αρδευτικής ζήτησης (hm ³)								
Κόμβος	Αρδ. Έκταση (στρ)	Σύνολο hm ³	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ
ΤΟΕΒ Ταυρωπού	114 300	80.01	4.00	8.80	18.88	24.16	21.12	3.04
Μεσενικόλας	3 200	2.24	0.11	0.25	0.53	0.68	0.59	0.09
Ξυνονέρι	6 000	4.20	0.21	0.46	0.99	1.27	1.11	0.16
Αγιοπηγή	22 771	15.94	0.80	1.75	3.76	4.81	4.21	0.61



Εικόνα 5.15: Χρονοσειρά παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας Πλαστήρα (Πηγή: Κατσιρή και Κουτσογιάννης, 2005).

Ο συνολικός όγκος ανά αρδευτική περίοδο του Πλαστήρα για άρδευση των παραπάνω περιοχών είναι 102.39 hm^3 , όμως δεν προσμετρούνται οι ζητήσεις που εξυπηρετεί ο ταμιευτήρας στον Παλαμά και στα Σέλλανα, καθώς οι κόμβοι τους περιέχονται σε άλλες σχηματοποιήσεις και αναμένεται να εξυπηρετούνται και από νερά της εκτροπής του Αχελώου. Ιστορικά αναφέρεται πως η ζήτηση, συμπεριλαμβανομένων και των παραπάνω περιοχών, μπορεί να φτάσει και τα 185 hm^3 (Χατζημπίρος κ.ά., 2002). Σημειώνεται πως οι εκτάσεις για τον ΤΟΕΒ Ταυρωπού προέρχονται από το «Παράρτημα Β» της μελέτης «Έργα εκτροπής Αχελώου και Ε/Β έργα Θεσσαλικής Πεδιάδας» (ΕΥΔΕ, 2004), για την Αγιοπηγή με αναγωγή από τον όγκο άρδευσης σύμφωνα με την προσέγγιση του Τέγου (2005), ενώ για τα υπόλοιπα αρδευτικά έργα από τη Συνολική Μελέτη Οικονομικής Σκοπιμότητας για την εκτροπή του Αχελώου του ΥΠΕΧΩΔΕ (1996), καθώς υπάρχουν μικροδιαφορές στις διάφορες πηγές και αυτές οι τιμές κρίνονται πιο αντιπροσωπευτικές.

Ως προς την παραγωγή ενέργειας, παρόλο που το έργο αποδίδει κατά μέσο όρο 160 GWh , η παραγωγή έχει πλέον συνδεθεί με τις απολήψεις για άρδευση και δεν μπορεί να παραχθεί πρωτεύουσα ενέργεια. Συνεπώς, δεν μπορεί να προγραμματιστεί σχεδιασμός από τη ΔΕΗ, ενώ υποδιπλασιάζεται η αξία της παραγόμενης ενέργειας (Ευστρατιάδης κ.ά., 2002). Σε κάθε περίπτωση, ο αρχικός στόχος του έργου για παραγωγή 250 GWh ετησίως δεν ικανοποιείται, προφανώς λόγω υπερεκτίμησης των υδρολογικών εισροών κατά τη μελέτη σχεδιασμού (Εικόνα 5.15). Έτσι, δεν μπορεί να τεθεί ως ζήτηση στο μοντέλο.

Τέλος, λόγω της τουριστικής αξιοποίησης της περιοχής γύρω από την τεχνητή λίμνη, υπάρχει η απαίτηση η λίμνη να διατηρεί την στάθμη της ψηλά, ώστε να αποκρύπτεται η νεκρή ζώνη που μειώνει την καλαισθησία της. Έτσι απαιτείται να παραμένει η στάθμη τουλάχιστον στα $+782\text{m}$, στο όριο δηλαδή όπου ακόμα η λίμνη παραμένει ικανοποιητικά καλαισθητή από επισκέπτες (Σαργέντης και Χριστοφίδης, 2002) και η απολήψιμη ποσότητα με ικανοποιητική αξιοπιστία δεν επηρεάζεται ιδιαίτερα (Ευστρατιάδης κ.ά., 2002).



Εικόνα 5.16 : Η εμφάνιση της νεκρής ζώνης μειώνει την καλαισθησία του τοπίου, οπότε κρίνεται αναγκαία η τήρηση ελάχιστης στάθμης στον ταμιευτήρα. (Πηγή: Σαργέντης και Χριστοφίδης, 2002).

5.5.3 Στόχοι προσομοίωσης και κανόνες λειτουργίας

Στην περιοχή Π4 παρατηρούμε πλήθος στόχων διαφορετικού τύπου. Εδώ έχει ιδιαίτερη σημασία η σειρά προτεραιότητας των στόχων, αφού είναι έντονα ανταγωνιστικές μεταξύ τους οι ζητήσεις.

Η ύδρευση, αν και είναι σημαντικά μικρότερη (ποσοτικά) της άρδευσης, πρέπει να τεθεί σε πρώτη προτεραιότητα, αφού έχει την μεγαλύτερη κρισιμότητα για τους καταναλωτές.

Η ελάχιστη στάθμη του ταμιευτήρα Πλαστήρα ακολουθεί σε δεύτερη προτεραιότητα, καθώς εξασφαλίζει την καλαισθησία του τοπίου συμβάλλοντας στην τουριστική αξία της περιοχής. Ακόμη, διατηρεί ωφέλιμο απόθεμα 83.4 hm^3 εξασφαλίζοντας πλήρη, πρακτικά, αξιοπιστία στην κάλυψη των αναγκών ύδρευσης, ενώ συμβάλλει θετικά στον περιορισμό του κινδύνου ευστροφισμού της λίμνης. Καθώς δεν αποτελεί στόχο συγκεκριμένης ζήτησης, θεωρείται περιορισμός του συστήματος, που μάλιστα μπορεί να μεταβάλλεται κατά τη βελτιστοποίηση. Πρέπει να διευκρινιστεί επίσης πως ο πραγματικός στόχος που εισάγεται στο μοντέλο αφορά στο ελάχιστο απόθεμα του ταμιευτήρα, που ανάγεται σε περιορισμό ελάχιστης στάθμης.

Σε τρίτη προτεραιότητα τίθεται η άρδευση. Αδυναμία κάλυψης του σχετικών στόχων πρακτικά σημαίνει μειωμένη ικανότητα απόληψης, αλλά όχι και γενική αστοχία, αφού σε αρκετούς κόμβους υπάρχει δυνατότητα συμπληρωματικής απόληψης από γεωτρήσεις.

Πίνακας 5.11 : Συνοπτικός πίνακας στόχων περιοχής Π4.

α/α	Στόχος ή περιορισμός	Κατηγορία	Προτεραιότητα
1	Ύδρευση Καρδίτσας	Water Supply	1
2	Ελάχιστη Στάθμη Πλαστήρα	Min Volume	2
3	Άρδευση ΤΟΕΒ Ταυρωπού	Irrigation	3
4	Άρδευση Μεσενικόλα	Irrigation	3
5	Άρδευση Ξυνονέρι	Irrigation	3
6	Άρδευση Αγιοπηγή	Irrigation	3

5.6 Περιοχή Π5: Εκτάσεις που υδροδοτούνται από τον ταμιευτήρα Σμοκόβου

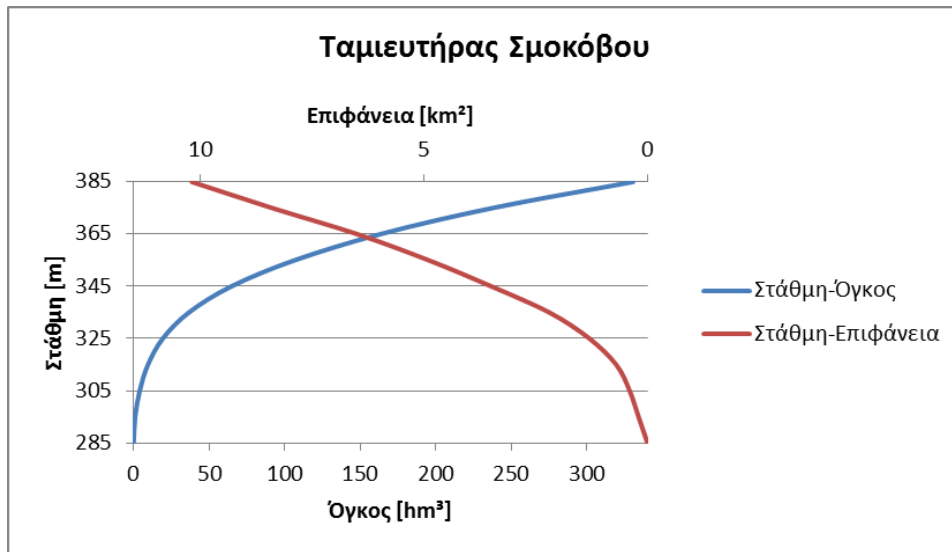
5.6.1 Τοπολογία και υδρογραφικό δίκτυο

Πρόκειται για το νοτιοδυτικό τμήμα του ΥΔ Θεσσαλίας, και περιλαμβάνει τμήματα των Νομών Καρδίτσας, Φθιώτιδας και Λάρισας. Το κύριο έργο της περιοχής είναι ο ταμιευτήρας Σμοκόβου και το εκτεταμένο αρδευτικό δίκτυο που κατασκευάζεται, που στην τελική του φάση θα φτάνει στα 250 000 στρέμματα. Στη ΜΠΕ του 1995 αναφέρεται ως τμήμα της περιοχής «Δ». Τα στοιχεία που παρατίθενται προέρχονται κυρίως από το ερευνητικό έργο *Διερεύνηση σεναρίων διαχείρισης του ταμιευτήρα Σμοκόβου* (Κουτσογιάννης κ.ά., 2008).

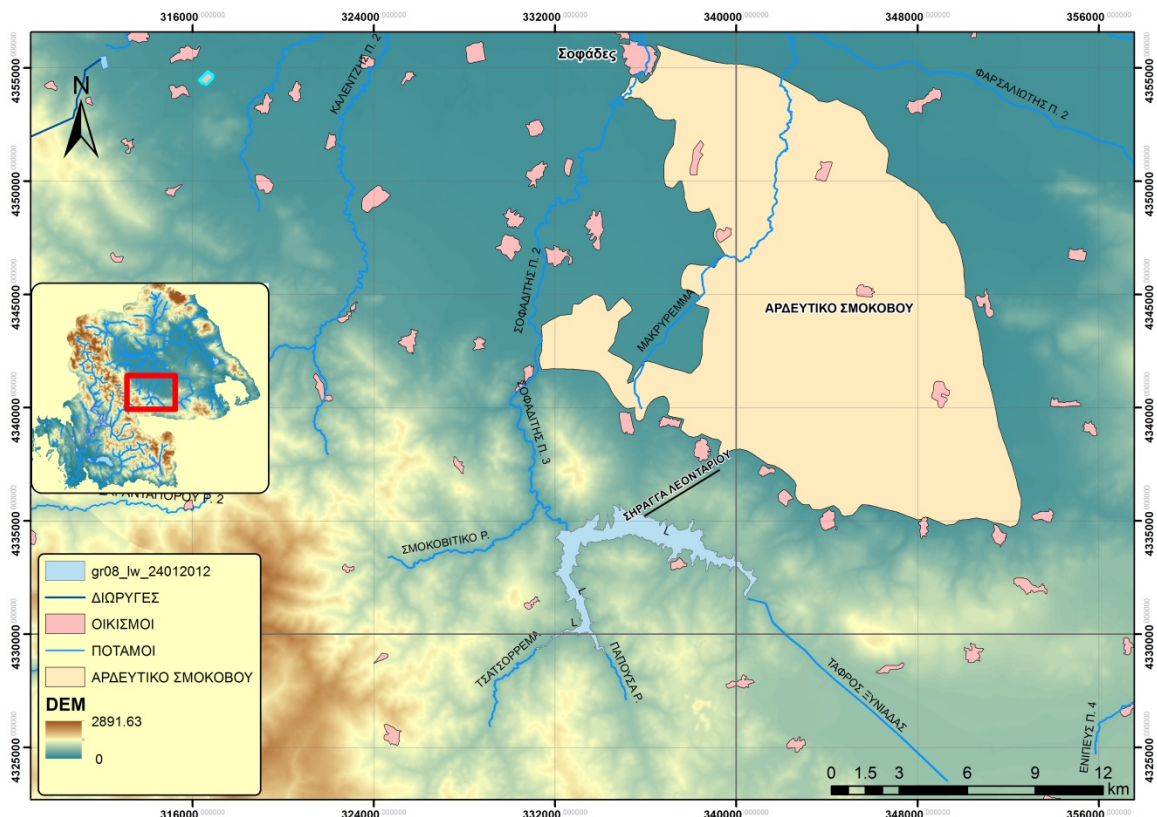
Ο ταμιευτήρας βρίσκεται στο Ν. Καρδίτσας, στη συμβολή των ρεμάτων Ρεντινιώτικου και Ονόχωνου που σχηματίζουν τον ποταμό Σοφαδίτη. Η λεκάνη απορροής του που εκτείνεται και στο Ν. Φθιώτιδας έχει έκταση 376.5 km² και περιλαμβάνει και τα 80 km² του οροπεδίου Ξυνιάδας (αποξηραμένη πλέον λίμνη) που αποστραγγίζεται μέσω τάφρου στον Ονόχωνο. Κατά την αρδευτική περίοδο, η τάφρος φράζεται και έτσι η λεκάνη της Ξυνιάδας δεν συμβάλλει στις εισροές του ταμιευτήρα. Το φράγμα είναι λιθόρριπτο ύψους 104 m με κεκλιμένο αργιλικό πυθμένα, συνολικού όγκου (μαζί με το ενσωματωμένο πρόφραγμα) 3.6 hm³. Το μήκος της στέψης είναι 456 m και το πλάτος της 11 m. Η στέψη του φράγματος βρίσκεται στη στάθμη +382 m, ενώ η στάθμη της στέψης του υπερχειλιστή στο +375 m, και η στάθμη υδροληψίας στο +330 m. Η συνολική χωρητικότητα του ταμιευτήρα ανέρχεται σε 237.6 hm³, με ωφέλιμο όγκο 209.2 hm³ και νεκρό όγκο 27.1 hm³. Η καμπύλη στάθμης-όγκου-επιφάνειας του έργου δίνεται στην *Εικόνα 5.17*.

Από την υδροληψία το νερό οδηγείται στα κατάντη έργα, μέσω της σήραγγας Λεονταρίου. Η σήραγγα έχει μήκος 4120 m και παροχετευτικότητα ως 25 hm³, και καταλήγει στον ΥΗΣ Λεονταρίου, εγκατεστημένης ισχύος 10 MW. Ο σταθμός περιλαμβάνει τρεις στροβίλους τύπου Francis, ο ένας με παροχή λειτουργίας 2-5 m³/s και οι άλλοι δύο 5-10 m³/s'. Το ύψος πτώσης κυμαίνεται από 28 έως 88 m. Η μέγιστη ετήσια ενέργεια που παράγει είναι της τάξης των 28.6 GWh, όμως δεν υπάρχει δυνατότητα παραγωγής πρωτεύουσας ενέργειας καθώς η παραγωγή συνδέεται άμεσα με τις απολήψεις για άρδευση. Μετά την έξοδο του

ΥΗΣ το νερό οδηγείται στην λεκάνη ηρεμίας, από όπου ξεκινά το σωληνωτό δίκτυο για την άρδευση αλλά και ύδρευση των οικισμών Ανατολικής Καρδίτσας.



Εικόνα 5.17 : Καμπύλες στάθμης-όγκου-επιφάνειας ταμιευτήρα Σμοκόβου.

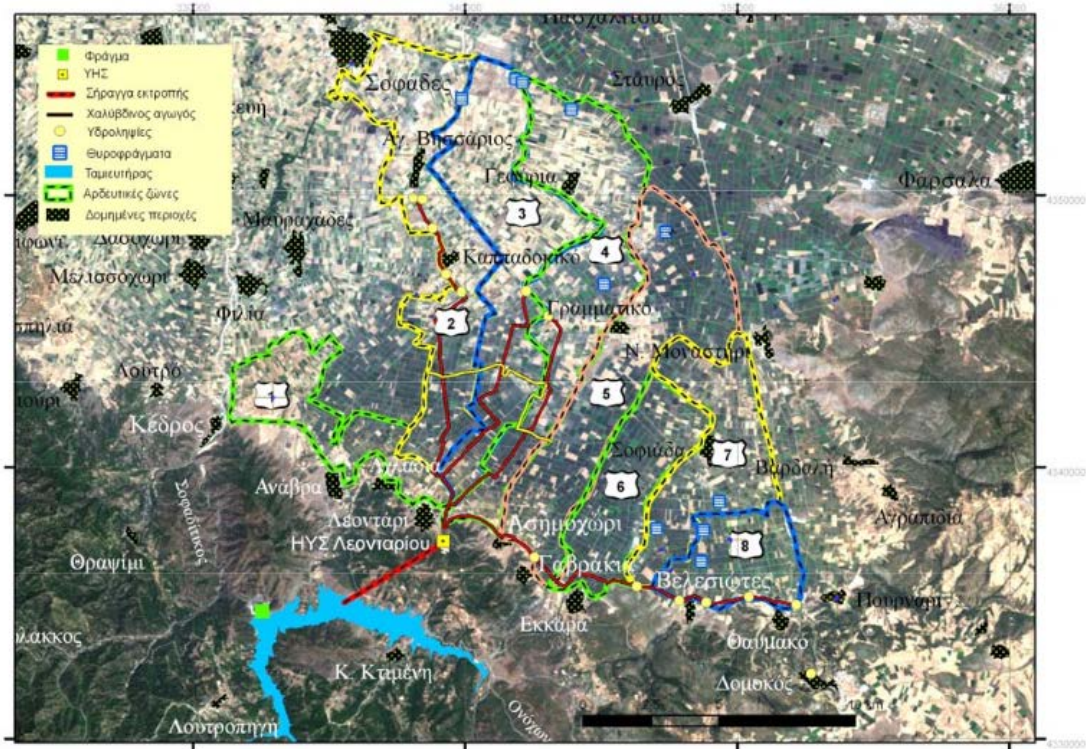


Εικόνα 5.18: Χάρτης περιοχής P5.

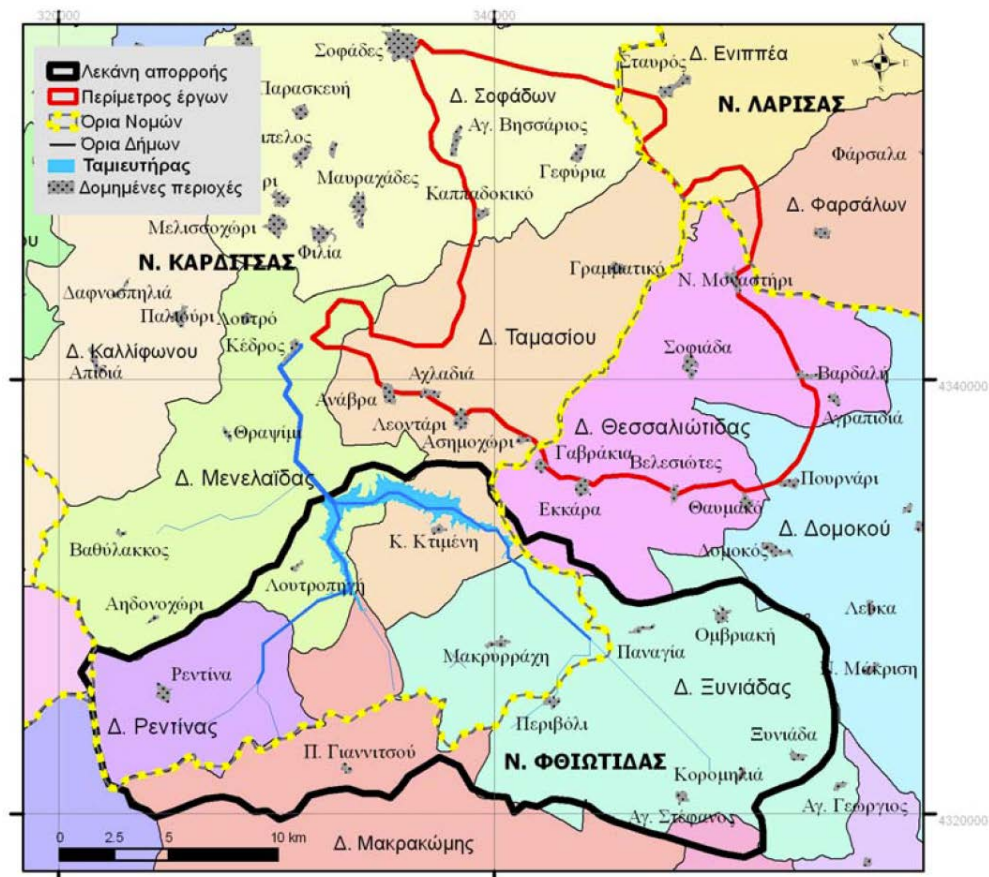


Εικόνα 5.19: Σχηματοποίηση περιοχής Π5 στο λογισμικό ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ.

Σύμφωνα με τον σχεδιασμό, το αρδευτικό δίκτυο θα εξυπηρετεί γεωργικές εκτάσεις περιμέτρου 252 600 στρεμμάτων σε πλήρη ανάπτυξη, με την καθαρή γεωργική γη να εκτιμάται σε 224 700 στρέμματα. Προβλέπονται τρεις χαρακτηριστικές φάσεις ανάπτυξης του (Α, Β, Γ). Το δίκτυο χωρίζεται σε δύο περιοχές με οκτώ ζώνες, όπως φαίνεται στις Εικόνες 5.20 και 5.21. Οι ζώνες Σ1, Σ2, Σ3 και Σ4 ανήκουν στον Ν. Καρδίτσας και βρίσκονται νότια του Σοφαδίτη και κεντρικά του μετώπου εξόδου της σήραγγας Λεονταρίου. Ανατολικά των ζωνών Σ1 ως Σ4 εκτείνεται η ζώνη Σ5, στο μέσον του αρδευτικού δικτύου. Ανατολικά της ζώνης Σ5, στην περιοχή που υπάγεται στο Ν. Φθιώτιδας αναπτύσσεται η Σ6, ακόμη ανατολικότερα η ζώνη Σ7 που εκτείνεται σε Ν. Φθιώτιδας και Ν. Λάρισας και, τέλος, στο πιο ανατολικό άκρο του δικτύου η ζώνη Σ8. Στο μοντέλο προσομοίωσης, όλες οι ζώνες ομαδοποιήθηκαν στον κόμβο «Αρδευτικό Σμοκόβου».



Εικόνα 5.20 : Ζώνες αρδευτικού δικτύου Σμοκόβου στην πλήρη ανάπτυξη του κατά τον αρχικό σχεδιασμό (Πηγή : Κουτσογιάννης κ.α, 2008).



Εικόνα 5.21: Διοικητικά όρια περιοχής P5 (Κουτσογιάννης κ.ά., 2008).

5.6.2 Δεδομένα ζητήσεων και κατανομή σε κόμβους

Όπως και στην περιοχή P4, έχουμε να κάνουμε με έναν ταμιευτήρα που εξυπηρετεί πολλαπλούς σκοπούς, ανάμεσά τους την ύδρευση, άρδευση, διατήρηση οικολογικής παροχής και παραγωγή ενέργειας.

Για την ύδρευση η ζήτηση υπολογίστηκε για την ικανοποίηση των 55 κοινοτήτων που ανήκουν στους Δήμους Ταμασίου, Μενελαΐδας, Καλλιφώνου, Σοφάδων, Άρνης, Παλαμά και Φύλλου. Ο εξυπηρετούμενος πληθυσμός εκτιμήθηκε για το έτος 2042 έως 55 000 άτομα. Στην παρούσα κατάσταση οι κοινότητες αυτές υδρεύονται είτε από γεωτρήσεις είτε από τοπικές πηγές, ενώ ο Δήμος Σοφάδων υδρεύεται και από τον Πλαστήρα. Με την τυπική τιμή κατανάλωσης στον ελληνικό χώρο των 250 L/κάτοικο υπολογίζονται οι υδρευτικές ανάγκες σε περίπου 5 hm³ το χρόνο (Κουκοβίνος κ.α, 2006). Αξίζει όμως να αναφερθεί πως από στοιχεία του Συνδέσμου Ύδρευσης Καρδίτσας προκύπτουν υπερδιπλάσιες καταναλώσεις, λόγω της χρήσης του υδρευτικού νερού για άρδευση αλλά και εξαιτίας των σημαντικών απωλειών στα εσωτερικά δίκτυα διανομής. Συνεπώς προκύπτει ένα πρόβλημα που πρέπει να αντιμετωπισθεί άμεσα, στα πλαίσια της ορθολογικής διαχείρισης των υδατικών πόρων της Θεσσαλίας. Στο μοντέλο λοιπόν, και στην κατεύθυνση του αναπόφευκτου εξορθολογισμού της διαχείρισης της υδρευτικής κατανάλωσης, τίθεται ως ζήτηση στο κόμβο «Ανατολική Καρδίτσα» η τυπικά υπολογιζόμενη όπως κατανέμεται στον Πίνακα 5.12.

Πίνακας 5.12: Υδρευτική ζήτηση Σμοκόβου.

Κατανομή υδρευτικής ζήτησης από ταμιευτήρα Σμοκόβου (hm ³)												
Σύνολο	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μάι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
5.165	0.33	0.33	0.33	0.512	0.512	0.512	0.619	0.512	0.512	0.33	0.33	0.33

Πίνακας 5.13: Γεωργικές εκτάσεις ανά Ζώνη σε πλήρη ανάπτυξη του αρδευτικού Σμοκόβου.

Ζώνη	Περίμετρος (στρέμματα)	Καθαρή γεωργική έκταση (στρέμματα)
Σ1-Σ4	132 700	117 720
Σ5	49 800	44 400
Σ6	19 900	18 200
Σ7	24 600	21 100
Σ8	25 600	23 300
Σύνολο	252 600	224 720

Η επόμενη ζήτηση που πρέπει να ικανοποιεί το μοντέλο είναι εκείνη του κόμβου «Αρδευτικό Σμοκόβου». Εδώ η διαμόρφωση της ζήτησης που εισάγεται στο μοντέλο προσομοίωσης γίνεται πιο περίπλοκη, καθώς προγραμματίζονται τρεις διακριτές φάσεις ανάπτυξης του αρδευτικού δικτύου, είναι όμως αβέβαιο αν θα εξασφαλιστεί επαρκής χρηματοδότηση. Υπενθυμίζεται ότι στην πλήρη ανάπτυξή τους οι ζώνες έχουν τις εκτάσεις που δίνονται στον Πίνακα 5.13. Ειδικότερα (Κουκοβίνος κ.α, 2006):

- Στην Φάση Α προβλέπεται η ένταξη 87 000 στρεμμάτων στις ζώνες Σ2 ως Σ8 . Από αυτά 18 000 στρέμματα θα είναι μόνιμα κλειστά δίκτυα στην «Περιοχή 1», 37 000 στρέμματα μη μόνιμα στην «Περιοχή 1» και 32 000 μη μόνιμα στην «Περιοχή 2». Τα μη μόνιμα δίκτυα δημιουργούνται από προσωρινούς ρουφράκτες.
- Στην Φάση Β, η συνολική καθαρή έκταση θα φτάσει τα 136 000 στρέμματα. Από αυτά, 42 000 στρέμματα θα είναι μόνιμα κλειστά δίκτυα στην «Περιοχή 1», 59 000 στρέμματα μη μόνιμα στην «Περιοχή 1» και 35 000 μη μόνιμα στην «Περιοχή 2».
- Τέλος, στη Φάση Γ θα συμπληρωθούν 75 000 στρέμματα μόνιμων κλειστών δικτύων στη «Περιοχή 1» και θα περατωθούν τα έργα μόνιμα ή προσωρινά στην «Περιοχή 2, έκτασης 107 000 στρεμμάτων. Η φάση αυτή χωρίζεται στην Γ1 και Γ2 ανάλογα την χρηματοδότηση για τη κατασκευή κλειστών δικτύων στην «Περιοχή 2».

Η ζήτηση ανά στρέμματα καθαρής γεωργικής γης ανέρχεται σε 450 L/στρέμμα για τα μόνιμα δίκτυα και 700 L/στρέμμα για τα προσωρινά. Έτσι, ανάλογα και την φάση του αρδευτικού δικτύου Σμοκόβου διαμορφώνεται η ετήσια ζήτηση, σύμφωνα με τον Πίνακα 5.14 .

Λόγω των προβλημάτων της χρηματοδότησης και της υπερεκτίμησης κατά των σχεδιασμό των εισροών του ταμιευτήρα (Ευστρατιάδης κ.α, 2008) ως βασική ζήτηση για το μοντέλο θα τεθεί εκείνη της Φάσης Β, και παρουσιάζεται η κατανομή της στον Πίνακα 5.15. Οι Φάσεις Α, Γ1, Γ2, θα εξεταστούν σε διαφορετικά σενάρια, όπως και η ζήτηση για την υφιστάμενη

κατάσταση στην οποία έχουν περατωθεί τα έργα για την άρδευση 20 000 στρεμμάτων της Α' φάσης.

Επόμενη ζήτηση που καλείται να καλύψει ο ταμιευτήρας Σμοκόβου είναι η περιβαλλοντική παροχή του ποταμού Σοφαδίτη. Σύμφωνα με τη ΜΠΕ του έργου (Βαβίζος κ.ά., 1995) προτάθηκε να αφήνεται μέσω του εκκενωτή πυθμένα εκροή 0.7 έως 1.1 m³/s κατά τους μήνες Απρίλιο έως Σεπτέμβριο, με ετήσιο όγκο 10 hm³ (Πίνακας 5.16). Στόχος είναι ο εμπλουτισμός του κώνου του Σοφαδίτη και η προστασία των κατάντη οικοσυστημάτων.

Για την παραγωγή ενέργειας δεν θέτουμε κάποια συγκεκριμένη ζήτηση, καθώς είναι συνυφασμένη με την παροχή αρδευτικού νερού, άρα αποτελεί δευτερεύουσα ενέργεια. Πάντως εκτιμήθηκε πως ο ΥΗΣ θα παράγει 28.4 GWh ετησίως (Κουτσογιάννης κ.ά., 2008).

Πίνακας 5.14: Εκτάσεις και ζητήσεις του δικτύου Σμοκόβου ανάλογα την φάση κατασκευής.

Φάση	Έκταση δικτύων σε στρέμματα αρδευτικού Σμοκόβου				Ετήσια αρδευτική ζήτηση (hm ³)
	Περιοχή 1 (Σ1 ως Σ4)		Περιοχή 2 (Σ5 ως Σ8)		
	Μόνιμα	Προσωρινά	Μόνιμα	Προσωρινά	
A	18000	37000	-	32000	56.4
B	42000	59000	-	35000	84.7
Γ1	117720	-	-	94000	118.8
Γ2	117720	-	107000	-	101.1

Πίνακας 5.15: Κατανομή αρδευτικής ζήτησης Περιοχής Π5 (Σμοκόβου).

Περιοχή Π5: Κατανομή αρδευτικής ζήτησης (hm ³)								
Κόμβος	Αρδ. Έκταση (στρ)	Σύνολο hm ³	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ
Αρδ. Σμοκόβου	136000	84.7	4.24	9.32	19.99	25.58	22.36	3.22

Πίνακας 5.16: Περιβαλλοντική παροχή Σοφαδίτη.

Περιβαλλοντική παροχή Σοφαδίτη						
Μονάδα	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ
hm ³	0.36	1.76	2.43	2.93	1.84	0.71
m ³ /s	0.14	0.66	0.94	1.09	0.69	0.27

5.6.3 Στόχοι προσομοίωσης και κανόνες λειτουργίας

Και εδώ θα ακολουθηθεί η λογική της περιοχής Π4 ως προς την σειρά προτεραιότητας της κάλυψης των αναγκών. Έτσι πρώτη ικανοποιείται η ύδρευση, ακολουθεί η τήρηση των περιβαλλοντικών κανονισμών με την οικολογική παροχή του Σοφαδίτη, και κατόπιν ο στόχος του αρδευτικού δικτύου. Θα μπορούσε βεβαίως να προσομοιωθεί και η σειρά ικανοποίησης της αρδευτικής ζήτησης στις διάφορες ζώνες μιας και η συγκέντρωση μιας τόσο μεγάλης έκτασης σε ένα κόμβο διαχειριστικά δεν είναι ότι καλύτερο, γιατί έλλειμμα

σε μία μόνο ζώνη σημαίνει αστοχία όλου του αρδευτικού. Αλλά για λόγους απλοποίησης του μοντέλου και στα πλαίσια της μεγάλης κλίμακας του υδροσυστήματος παραλείπεται.

Πίνακας 5.17: Συνοπτικός πίνακας στόχων περιοχής Π5.

α/α	Στόχος ή περιορισμός	Κατηγορία	Προτεραιότητα
1	Υδρευση Αν. Καρδίτσας	Water Supply	1
2	Οικολογική παροχή Σοφαδίτη	Min. Flow	2
3	Άρδευση Σμοκόβου	Irrigation	3

5.7 Περιοχή Π6: Ενδιάμεση Λεκάνη Πηνειού-Ν. Λάρισας

5.7.1 Τοπολογία και υδρογραφικό δίκτυο

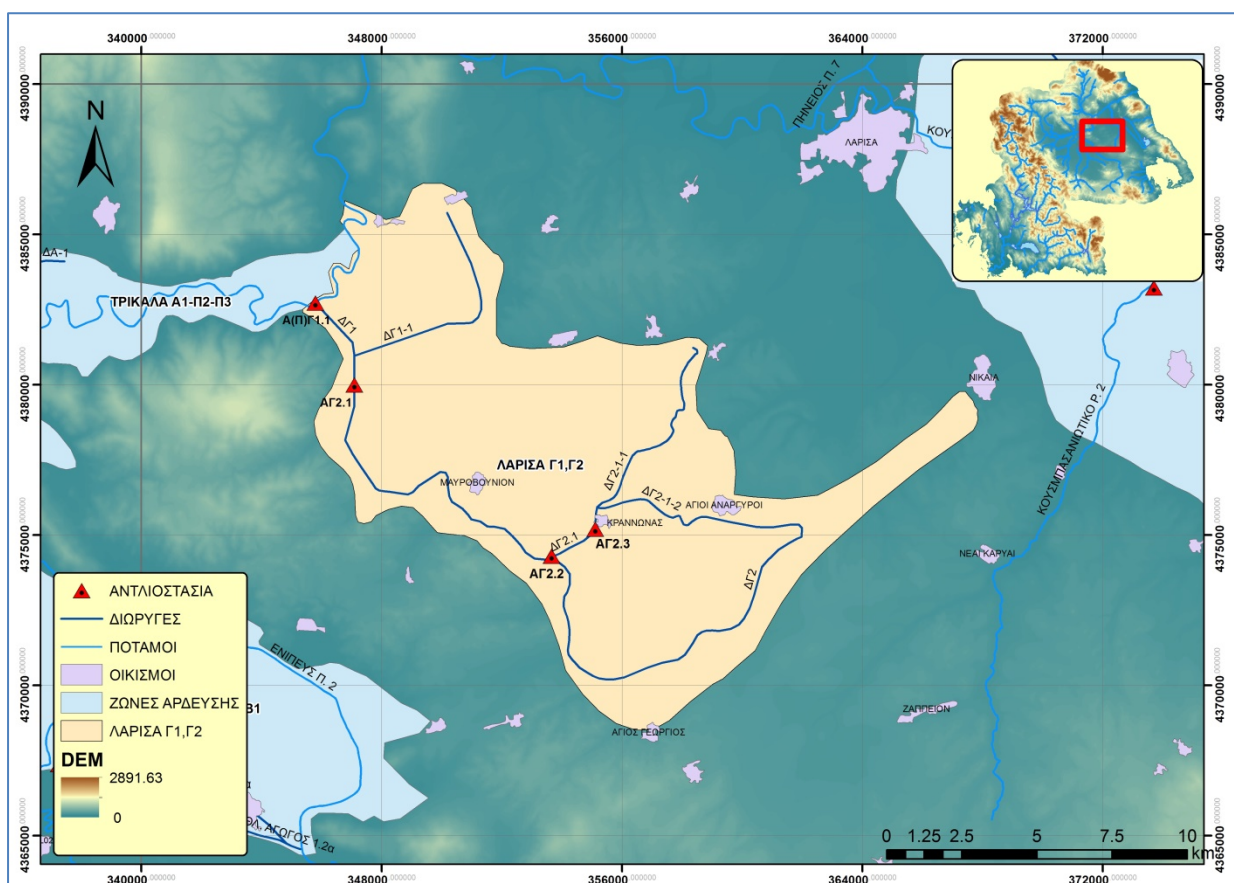
Η Περιοχή Π6 αναφέρεται στις αντίστοιχες εκτάσεις «Γ1» και «Γ2» της ΜΠΕ του Αχελώου (ΕΥΔΕ Αχελώου-ΥΠΕΧΩΔΕ, 1995) και ανήκει στο Ν. Λάρισας. Προβλέπεται η μεταφορά νερού από το έργο της εκτροπής με χρήση αντλιοστασίων, καθώς το μέγεθος των γεωργικών εκτάσεων είναι πολύ μεγάλο, αλλά το λοφώδες ανάγλυφο δεν βοηθά στην επιφανειακή απόληψη από τον Πηνειό. Συνεπακόλουθο είναι στην παρούσα κατάσταση να συντελείται εντατική χρήση γεωτρήσεων, που έχει οδηγήσει σε έντονη ταπείνωση της στάθμης του υπογείου ορίζοντα, σε μια περιοχή που είναι ήδη πολύ φτωχή υδρογεωλογικά (σύστημα Ταουσάνης-Καλού Νερού).

Το υδρογραφικό δίκτυο ουσιαστικά συγκροτείται από τον Πηνειό μόνο, και τα εγγειοβελτιωτικά έργα έχουν την κύρια υδροληψία τους στην δεξιά όχθη του, ΒΔ του Κάστρου. Ως υδροληψία σχεδιάζεται το αντλιοστάσιο Α(Π)Γ1 παροχетеυτικότητας 12.7 m³/s που θα οδηγεί το νερό στην διώρυγα ΔΓ1, μήκους 2600 m, που θα τροφοδοτεί δευτερεύουσες διώρυγες (ΔΓ1-1, ΔΓ2, ΔΓ2-1 κ.α) και αντλιοστάσια για την ανύψωση (ΑΓ2.1, ΑΓ2.2, ΑΓ,2.3), με συνολικό μήκος δικτύου 54 km. Στον Πίνακα 5.18 δίδονται οι εξυπηρετούμενες περιοχές ανά έργο μεταφοράς.

Για λόγους απλοποίησης, χωρίς να βλάπτεται η λειτουργία του μοντέλου, τα παραπάνω μελλοντικά έργα σχηματοποιούνται ως απλή υδροληψία με άντληση από το κύριο Α(Π)Γ1 αντλιοστάσιο, ένας αρδευτικός κόμβος που αντιστοιχεί στο άθροισμα των εξυπηρετούμενων περιοχών από την διώρυγα ΔΓ1 και ΔΓ1-1 και ένας κόμβος που αντιστοιχεί στην ΔΓ2 και τις δευτερεύουσες της, συνδεόμενες με ένα αντλιοστάσιο που προσομοιώνει κοινά τα τρία αντλιοστάσια (Εικόνα 5.23). Η γεωγραφία της Π6 περιοχής δίνεται στην Εικόνα 5.22.

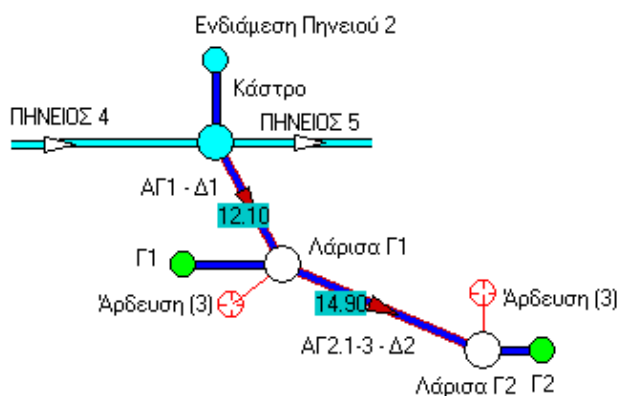
Πίνακας 5.18: Εξυπηρετούμενες περιοχές από εγχειοβελτιωτικά έργα «Γ1-Γ2» - περιοχή Π6.

Έργο μεταφοράς	Μήκος (km)	Παροχή (m ³ /s) ⁷	Εξυπηρετούμενες περιοχές	Σύνδεση με
ΔΓ1	2600	19.3	Κάστρο	Α(Π)Γ1, ΔΓ2.1
ΔΓ1-1	8000	4.0	Κάστρο	ΔΓ1-1
ΔΓ2	28000	14.8	Υψίπεδο Κράνωνα-Μαυροβουνίου, Αγ. Γεώργιος και Αγ. Ανάργυροι, περιοχή ανάντη Νίκαιας	ΑΓ2.2
ΔΓ2-1	1700	2.65	Κράνωνας	ΑΓ2.3
ΔΓ2-1-1	7000	2.1	περιοχή Ελευθέρων	ΔΓ2-1
ΔΓ2-1-2	3000	0.2	περιοχή Αγ. Αναργύρων	ΔΓ2-1



Εικόνα 5.22 : Περιοχή Π6.

⁷ Η διαστασιολόγηση τους προβλέπει την πρόσθετη παροχή άρδευσης για την επέκταση του δικτύου στην περιοχή Ζαπτείου και Ν. Καρυών (βλέπε 5.7.2).



Εικόνα 5.23: Σχηματοποίηση περιοχής Π6.

5.7.2 Δεδομένα ζητήσεων και κατανομή σε κόμβους

Στην περιοχή Π6 κυριαρχεί η αρδευτική ζήτηση, καθώς πρόκειται ουσιαστικά για την σχηματοποίηση ενός μεγάλου αρδευτικού έργου. Στον Πίνακα 5.23 δίνονται τα μεγέθη ζήτησης των δύο κόμβων του δικτύου και ο επιμερισμός τους στις ζώνες άρδευσης.

Αλλαγές που μελετώνται σε άλλα σενάρια, είναι οι ακόλουθες:

- Η ανάπτυξη του δικτύου με την συνέχιση της ΔΓ2 διώρυγας (Α-2 φάση) προς την περιοχή Ζαπτείου και Ν Καρυών που προσθέτει άλλα 95 000 στρέμματα καθαρής γεωργικής γης. Σε ακόμη περαιτέρω ανάπτυξη με πλήρη ολοκλήρωση και αξιοποίηση έργων το μέγεθος του κόμβου μπορεί να φτάσει τα 275 000 στρέμματα.
- Το σενάριο της παρούσας κατάστασης, όπου τα μόνα αξιόλογα συλλογικά αρδευτικά δίκτυα είναι αυτά της κοινότητας Μοίρων (4 000 στρέμματα), Λουτρού (3 000 στρέμματα) και ΤΟΕΒ Ταουσάνης (18 000 στρέμματα) και λειτουργούν μόνο με γεωτρήσεις, οπότε ο κόμβος έχει μηδενικές απολήψεις επιφανειακού νερού.

Πίνακας 5.19: Κατανομή αρδευτικής ζήτησης περιοχής Π6 (Γ1-Γ2).

Περιοχή Π6: Κατανομή αρδευτικής ζήτησης (hm ³)								
Κόμβος	Αрд. Έκταση (στρ)	Σύνολο (hm ³)	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ
Λάρισα Γ1	29 500	20.65	1.03	2.27	4.87	6.24	5.45	0.78
Λάρισα Γ2	88 000	61.60	3.08	6.78	14.54	18.60	16.26	2.34

5.7.3 Στόχοι προσομοίωσης και κανόνες λειτουργίας

Η περιοχή Π6 αποτελεί την πιο απλή σχηματοποίηση του δικτύου, καθώς εμφανίζεται μόνο ζήτηση άρδευσης χωρίς περίπλοκους κανόνες λειτουργίας. Η προτεραιότητα τίθεται ίση με 3, όπως στους περισσότερους κόμβους άρδευσης που συνδέονται σειριακά με την εκτροπή του Αχελώου.

Πίνακας 5.20: Συνοπτικός πίνακας στόχων περιοχής Π6.

α/α	Στόχος ή περιορισμός	Κατηγορία	Προτεραιότητα
1	Άρδευση Λάρισα Γ1	Irrigation	3
2	Άρδευση Λάρισα Γ1	Irrigation	3

5.8 Περιοχή Π7: Περιοχή Ν. Λάρισας σχετιζόμενη με έργα Κάρλας, Γυρτώνης και Πλατύκαμπου

5.8.1 Τοπολογία και υδρογραφικό δίκτυο

Οι εκτάσεις αυτές αντιστοιχούν στις χαρακτηριζόμενες ως «Z1», «Z2» και «Z3» περιοχές της ΜΠΕ του 1995. Περιλαμβάνουν τις πεδινές περιοχές στα νότια του Πηνειού ως το έργο της Γυρτώνης, στα ανατολικά τις Νίκαια και Χάλκη, στα δυτικά τις περιοχές ως την Νέα Εθνική Οδό Λάρισας-Βόλου, την περιοχή της Κάρλας και τις βορειοδυτικές εκτάσεις του Ν. Μαγνησίας. Τα υφιστάμενα ή προβλεπόμενα έργα από τα ανάντη είναι τα εξής:

Φράγμα Γυρτώνης: Πρόκειται για έργο στον Πηνειό, κατάντη της Λάρισας και αποτελείται από ρουφράκτη ύψους 15.6 m, διώρυγες προσαγωγής στα κατάντη αρδευτικά έργα και άλλα μικρότερα θυροφράγματα. Με τη στέψη να διαμορφώνεται στα +63.00 m, ο μικρός ταμιευτήρας που δημιουργείται στον Πηνειό έχει χωρητικότητα 5 hm³. Ο ρόλος του έργου είναι η παροχή αρδευτικού νερού σε κατάντη περιοχές του Ν. Λάρισας καθώς οι περιοχές «Z» είναι φτωχές σε υπόγεια νερά. Ο ρουφράκτης έχει ιδιαίτερο αναρρυθμιστικό ρόλο καθώς πρόκειται για το τελευταίο έργο που δέχεται τα νερά της εκτροπής του Αχελώου. Κατά την χειμερινή περίοδο ο κύριος σκοπός του έργου είναι η πλήρωση των λιμνοδεξαμενών του ΤΟΕΒ Πηνειού και του ταμιευτήρα Κάρλας με βαρύτητα (την θερινή λειτουργούν αντλιοστάσια στο Πηνειό). Στην έξοδο θα λειτουργεί μικρό υδροηλεκτρικό έργο ισχύος 5 MW. Ακόμα, θα εξασφαλίζει οικολογική παροχή 10 m³/s του Πηνειού προς τα Τέμπη. Τονίζεται πως το φράγμα Γυρτώνης αποτελεί το πιο κατάντη μικρό φράγμα στον Πηνειό. Ακόμη, έχουν μελετηθεί τα φράγματα Τερψιθέας, Αμυγδαλιάς και Τιτάνου, με παρόμοια χαρακτηριστικά (Μαυρονικολάου, 2008), τα οποία δεν έχουν ληφθεί υπόψη στη σχηματοποίηση .

Εγγειοβελτιωτικά έργα και μικροί ταμιευτήρες ΤΟΕΒ Πηνειού και περιοχής Πλατύκαμπου: Αναπτύσσονται σε εκτάσεις 280 000 στρεμμάτων που ανήκουν στις περιοχές Z1 και Z3 της ΜΠΕ (ΕΥΔΕ Αχελώου, 1995). Από αυτά, τα 125 000 στρέμματα ανήκουν στον ΤΟΕΒ Πηνειού που αρδεύεται ήδη με επιφανειακά νερά μέσω πολλών μικρών αρδευτικών ταμιευτήρων που πληρώνονται από εκτροπή της χειμερινής απορροής του Πηνειού. Τα στοιχεία τους δίνονται στον Πίνακα 5.21. Στο μοντέλο επιλέχτηκε να προσομοιωθούν όλοι ως ένας ταμιευτήρας με το σύνολο της χωρητικότητας, 19 hm³, καθώς λόγω του πλήθους και μικρού μεγέθους ήταν εύλογη μια τέτοια απλοποίηση. Η συμπλήρωση των αναγκών άρδευσης κατά τους θερινούς μήνες γίνεται μέσω παρόχθιων αντλιοστασίων στον Πηνειό

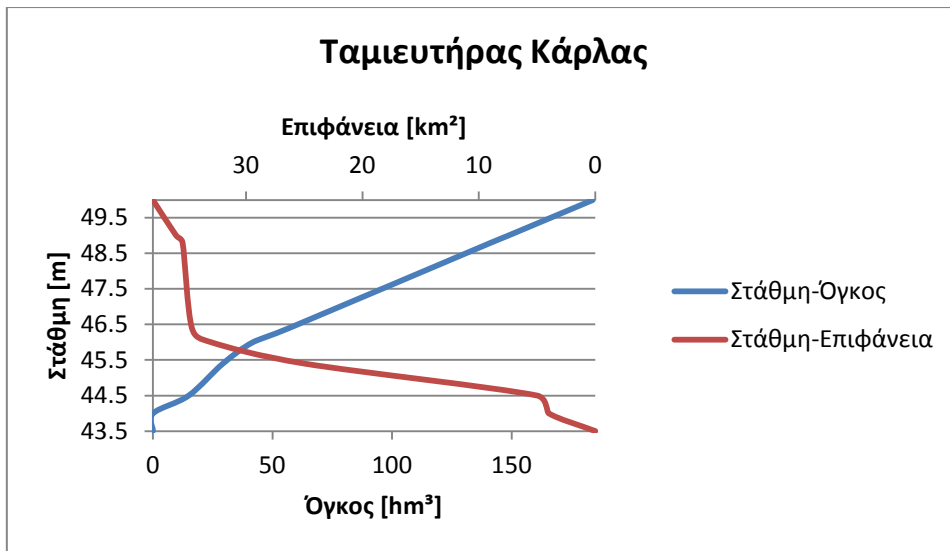
τα Α (14 300-16 000 m³/h), Ε (10000 m³/h), Β (5000 m³/h) και Δ (6000 m³/h). Λόγω της ένταξης επιπλέον 160 000 στρεμμάτων, προβλέπεται η προσθήκη των δύο νέων αντλιοστασίων, Α(Π)Ζ1 και Α(Π)Ζ2, δυναμικότητας 18 m³/s έκαστο, που επίσης για λόγους απλότητας σχηματοποιούνται ως μία αντλητική διάταξη στο μοντέλο. Σημειώνεται ότι στην παρούσα κατάσταση, χωρίς την λειτουργία του θυροφραγματος Γυρτώνης, τα αντλιοστάσια λειτουργούν και τη χειμερινή περίοδο για την πλήρωση των προαναφερθέντων ταμιευτήρων. Οι κύριες αρδευτικές διώρυγες της περιοχής είναι οι Δ2-6Τ, 9Τ16, 9Τ17 και 9Τ, που σχετίζονται με τα αντλιοστάσια Α, Ε, Β και Δ, αντίστοιχα.

Κάνοντας χρήση του στραγγιστικού δικτύου του ΤΟΕΒ Πηνειού και των νέων αντλιοστασίων ΑΖ1 ως ΑΖ7 είναι εφικτό ακόμα να αρδευτεί από το Πηνειό και τμήμα της γεωργικής γης ανατολικά της Εθνικής Οδού (Ζ2 περιοχή) συνολικής έκτασης 150 000 στρεμμάτων. Τα αντλιοστάσια έχουν συνολική δυναμικότητα 26.6 m³/s και συνδέονται με πλήθος τάφρων, οπότε σχηματοποιήθηκαν ως ένας κόμβος στον ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ. Περισσότερες πληροφορίες για τα δευτερεύοντα αυτά έργα δίνονται στην ΜΠΕ της εκτροπής.

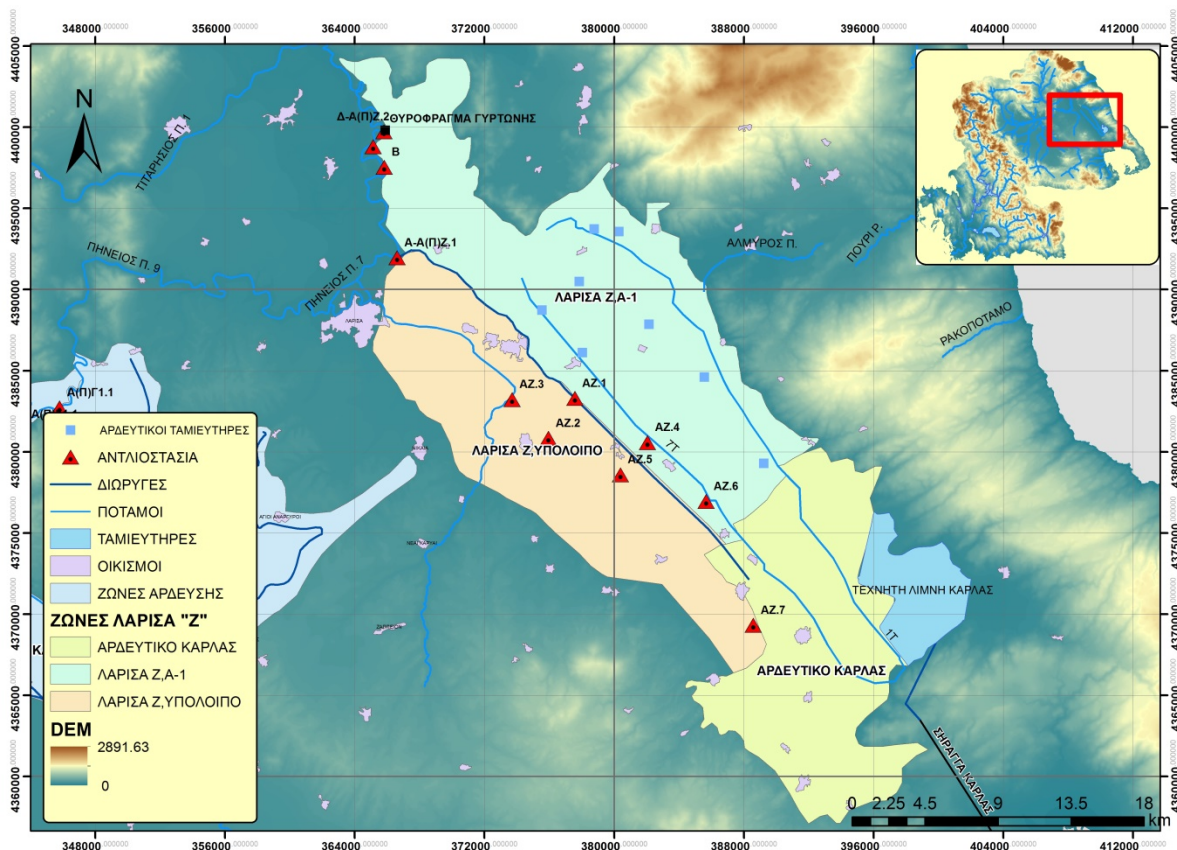
Πίνακας 5.21: Μικροί ταμιευτήρες περιοχής Πλατυκάμπου-ΤΟΕΒ Πηνειού.

A/A	Ονομασία	Χωρητικότητα (hm ³)
1	Ασμάκη (κοίτη παλαιού ρέματος)	4,0
2	Καλαμακίου	6.0
3	Ναμάτων	2.3
4	Ελευθερίου	2.0
5	Δήμητρας	1.2
6	Πλατυκάμπου	0.5
7	Γλαύκης (νέος και παλαιός)	2.0
8	Καστρίου	1.0

Ταμιευτήρας Κάρλας: Πρόκειται για την επανασύσταση της ομώνυμης λίμνης που αποξηράνθηκε το 1962 προκειμένου να κερδηθεί γεωργική γη που χανόταν από τις συχνές πλημμύρες. Η λεκάνη απορροής και το τεχνικό έργο βρίσκονται σε μια κλειστή λεκάνη που υπάγεται διοικητικά στους Νομούς Λάρισας και Μαγνησίας, στο νοτιοανατολικό τμήμα της Θεσσαλικής πεδιάδας. Σκοπός του έργου είναι η άρδευση του ΤΟΕΒ Κάρλας και των γύρω περιοχών. Η νέα λίμνη έχει κατασκευαστεί με αναχώματα μήκους 14 km στο υψόμετρο +52.0 m, και η λεκάνη απορροής της έχει έκταση 1050 km² (ΥΠΕΚΑ, 2011). Η επιφάνεια της λίμνης στην ανώτατη στάθμη πλημμύρας +50.0 m φτάνει τα 38 km² και ο αποθηκευμένος όγκος τα 183.88 hm³. Στον όγκο αυτό προστίθενται τα 42.74 hm³ της πλημμυρικής ανάσχεσης, καθώς ο ωφέλιμος όγκος για άρδευση είναι 84.13 hm³ και ο νεκρός 57.01 hm³. Η ανώτατη στάθμη άρδευσης είναι στα +48.80 m και η κατώτατη στα +46.40 m (Λουκάς κ.α). Το κατώτατο υψόμετρο του ταμιευτήρα, που ταυτόχρονα είναι το χαμηλότερο υψόμετρο της Θεσσαλικής πεδιάδας, είναι στη στάθμη +43.50 m. Οι καμπύλες στάθμης-όγκου-επιφάνειας της Κάρλας φαίνονται στην *Εικόνα 5.23*.



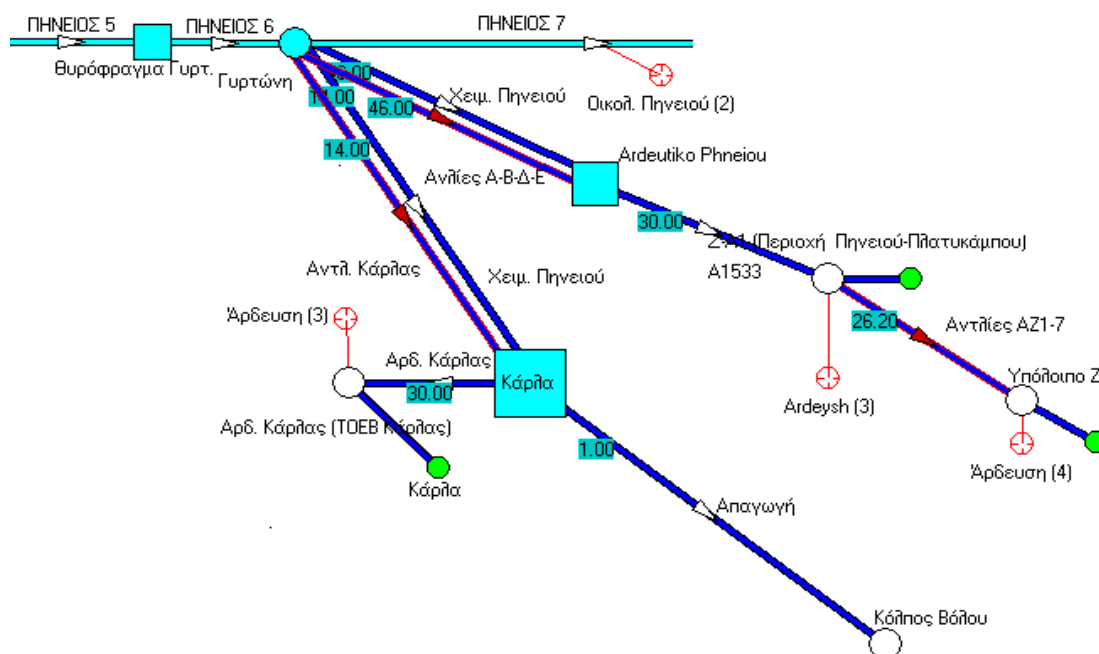
Εικόνα 5.23: Καμπύλες στάθμη-όγκου-επιφάνειας ταμιευτήρα Κάρλας.



Εικόνα 5.24: Χάρτης περιοχής σχηματοποίησης Π7.

Η απορροή της λεκάνης δεν επαρκεί μόνη της για την πλήρωση του ταμιευτήρα και έτσι είναι αναγκαία η άντληση παροχής $14 \text{ m}^3/\text{s}$ από τον Πηνειό. Επιπρόσθετα ο ταμιευτήρας κατακλύζει εδάφη υψηλής περατότητας και οι διαφυγές εκτιμώνται σε $20\text{-}25 \text{ hm}^3$ ετησίως, οπότε χρειάστηκε ισχυρή στεγάνωση πάχους 1 m . Σε περίπτωση πλημμύρας, τα υπερχειλίζοντα νερά απάγονται μέσω σήραγγας στον Παγασητικό Κόλπο. Ο ταμιευτήρας

πρόκειται να αρδεύσει πλήρως την περιοχή του ΤΟΕΒ Κάρλας 130 000 στρεμμάτων. Αν πραγματοποιηθεί το σενάριο της εκτροπής Αχελώου, τότε είναι δυνατό να προστεθούν στην εξυπηρετούμενη έκταση 45 000 στρέμματα της περιοχής Ριζόμυλου-Βαλεστίνου, ώστε να αποδεσμευτεί το πολύ καλής ποιότητας νερό τους για ύδρευση της πόλης του Βόλου, με 15 hm³ ετησίως (ΕΥΔΕ Αχελώου, 1995).



Εικόνα 5.25: Σχηματοποίηση περιοχής Π7.

5.8.2 Δεδομένα ζητήσεων και κατανομή σε κόμβους

Στην περιοχή Π7 κυριαρχεί είναι η αρδευτική ζήτηση, για την οποία διαμορφώνονται τρεις κόμβοι για αντίστοιχες διακριτές περιοχές. Η περιοχή ΤΟΕΒ Πηγειού-Πλατυκάμπου, έκτασης 210 000 στρεμμάτων και μια πρόσθετη έκταση 70 000 στρεμμάτων ανατολικά της Δ2 διώρυγας συνθέτουν τον πρώτο καταναλωτή αρδευτικού νερού, που στη φάση Α-1 προβλέπεται να χρησιμοποιεί και νερά της εκτροπής του Αχελώου. Ο δεύτερος κόμβος είναι το υπόλοιπο της περιοχής Ζ της Λάρισας που συνδέεται με το αποστραγγιστικό δίκτυο του πρώτου. Ο τρίτος αρδευτικός κόμβος είναι αυτός της Κάρλας, όπου περιλαμβάνει τον ΤΟΕΒ Κάρλας, έκτασης 130 000 στρεμμάτων, και παρακάρλιες περιοχές επιπλέον 45 000 στρεμμάτων. Η κατανομή των ζητήσεων ανά κόμβο δίνεται στον Πίνακα 5.22.

Πίνακας 5.22: Αρδευτική ζήτηση ανά κόμβο περιοχής Π7.

Περιοχή Π7: Κατανομή αρδευτικής ζήτησης (hm ³)								
Κόμβος	Αρδ. Έκταση (στρ)	Σύνολο (hm ³)	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ
Λάρισα Ζ-Α1	280000	196.00	9.80	21.56	46.26	59.19	51.74	7.45
Υπόλοιπο Ζ	150000	105.00	5.25	11.55	24.78	31.71	27.72	3.99
Αρδ. Κάρλας	175000	122.50	6.13	13.48	28.91	37.00	32.34	4.66

Αλλαγές που μπορούν να εξεταστούν σε διαφορετικά διαχειριστικά σενάρια είναι οι εξής:

- Επέκταση των έργων στο πλαίσιο της Α-2 φάσης, ώστε να συμπεριλάβουν στις περιοχές που αρδεύονται από την Κάρλα (και κατά επέκταση από μέρος της εκτροπής του Αχελώου, μέσω άντλησης από τον Πηνειό) τις περιοχές Αερινού-Περίβλεπτου-Αγ. Δημητρίου, νοτιοδυτικά του Βελεσίνου, έκτασης 40 000 στρεμμάτων. Σε αυτές μπορεί να προστεθούν επιπλέον 30 000 στρεμμάτων στην περιοχή της Νίκαιας και άλλα 70 000 στρέμματα στην λοφώδη περιοχή γύρω από την Εθνική οδό.
- Το σενάριο της υπάρχουσας κατάστασης, στο οποίο εξυπηρετούνται από επιφανειακά νερά 125 000 στρέμματα του ΤΟΕΒ Πηνειού και 130 000 στρέμματα του ΤΟΕΒ Κάρλας.

Όσον αφορά στην περιβαλλοντική παροχή του Πηνειού μέσω του έργου Γυρτώνης, τίθεται στόχος σταθερής παροχής 10 m³/s ανά μήνα στο κατάντη υδατόρευμα.

5.8.3 Στόχοι προσομοίωσης και κανόνες λειτουργίας

Η περιοχή Π7 έχει ιδιαίτερο διαχειριστικό ενδιαφέρον, καθώς ο ταμιευτήρας Γυρτώνης θα πρέπει να προμηθεύει νερό σε δυο άλλα συστήματα ταμίευσης, αυτά του Πλατυκάμπου και Κάρλας, μόνο κατά την διάρκεια της χειμερινής περιόδου, ώστε να αποφεύγεται η χρήση των παρόχθιων αντλιοστασίων. Έτσι θα πρέπει να εισαχθούν κανόνες λειτουργίας που να δίνουν τη δυνατότητα επιλογής ανάμεσα στα συστήματα βαρύτητας και άντλησης. Αυτό επιτυγχάνεται με εφαρμογή κατάλληλης τιμής του μηνιαίου συντελεστή μείωσης της παροχетеυτικότητας στους εικονικούς αγωγούς ορθής και ανάστροφης ροής που αναπαριστούν ροή με βαρύτητα και άντληση, αντίστοιχα (Πίνακας 5.23).

Κατά τα γνωστά, συντάσσεται ο πίνακας στόχων της περιοχής Π7 (Πίνακας 5.24), με την άρδευση στην προτεραιότητα «3» για τις περιοχές που σχετίζονται άμεσα με την εκτροπή και την περιβαλλοντική παροχή του Πηνειού «2». Η άρδευση του υπολοίπου τμήματος της περιοχής Ζ τίθεται στην προτεραιότητα «4» ώστε και να μην διαταράσσει την λειτουργία των έργων εκτροπής, αλλά και επειδή χρησιμοποιώντας το αποστραγγιστικό δίκτυο στην πραγματικότητα εξυπηρετείται σε δεύτερη φάση.

Πίνακας 5.23: Συντελεστής μείωσης παροχетеυτικότητας (reduction coefficient) στους αγωγούς της Γυρτώνης.

	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ
Συντελεστής μείωσης	ΤΟΕΒ Πηνειού - Πλατύκαμπου με αγωγό βαρύτητας											
	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	ΤΟΕΒ Πηνειού - Πλατύκαμπου με αντλιοστάσιο											
	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	Κάρλα με αγωγό βαρύτητας											
	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
Κάρλα με αντλιοστάσιο												
	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 5.24: Συνοπτικός πίνακας στόχων περιοχής Π7.

α/α	Στόχος ή περιορισμός	Κατηγορία	Προτεραιότητα
1	Περιβαλλοντική παροχή Πηνειού	Min. Flow	2
2	Άρδευση Λάρισα Z-A1	Irrigation	3
3	Άρδευση υπόλοιπο Z	Irrigation	4
4	Άρδευση Κάρλας	Irrigation	3

5.9 Περιοχή Π8: Τιταρήσιος και εκβολές Πηνειού

5.9.1 Τοπολογία και υδρογραφικό δίκτυο

Η τελευταία περιοχή σχηματοποίησης για την Θεσσαλία περιλαμβάνει την περιοχή γύρω από τον Τιταρίσιο ποταμό και το κομμάτι του Πηνειού κατάντη της συμβολή τους. Στη ΜΠΕ του 1995 η περιοχή Τύρναβου-Ελασσόνας που βρίσκονται κοντά στον Τιταρίσιο ονομάζεται «Η» ενώ το κατάντη τμήμα του Πηνειού ως τις εκβολές, επονομαζόμενο και ως περιοχή Τσάγεζι, χαρακτηρίζεται ως περιοχή «Ζ4». Τα αρδευτικά δίκτυα αυτών των περιοχών δεν συνδέονται με τα έργα της εκτροπής Αχελώου. Τα υφιστάμενα έργα που περιλαμβάνονται στη σχηματοποίηση είναι τα εξής:

Φράγμα Αγιονερίου: Πρόκειται για αρδευτικό φράγμα υπό κατασκευή στον Ελασσονίτικο ποταμό που ανήκει στην λεκάνη του Τιταρήσιου, κοντά στην περιοχή της Ελασσόνας. Θα εξυπηρετήσει τις ανάγκες για άρδευση 20 000 στρεμμάτων στην Ελασσόνα και στην Τσαριτσάνη, με ασφαλή ετήσια αρδευτική απόληψη 8 hm³. Η λεκάνη απορροής του έχει έκταση 342.8 km². Το φράγμα είναι χωμάτινο με αργιλικό πυρήνα, έχει ύψος 48 m, μήκος στέψης 195 m και πλάτος στέψης 10 m και ο όγκος του είναι 545 000 m³. Η ανώτατη στάθμη λειτουργίας του ταμιευτήρα είναι στα +250 m και η κατώτατη στα +240 m. Ο ωφέλιμος όγκος του είναι 13.7 hm³ ενώ ο νεκρός όγκος 1.65 hm³. Η προβλεπόμενη από τους περιβαλλοντικούς όρους οικολογική παροχή είναι ίση κατ' ελάχιστον με 0.204 m³/s. Στην Εικόνα 5.26 φαίνονται οι καμπύλες στάθμης-όγκος-αποθέματος του Αγιονερίου.

Συλλογικά αρδευτικά δίκτυα περιοχής Τιταρήσιου⁸:

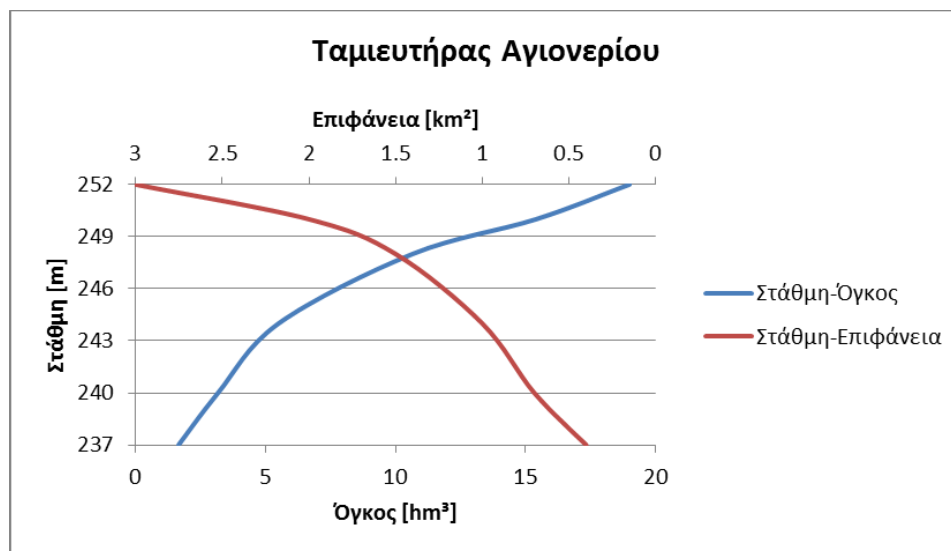
- Αρδευτικό έργο ΤΟΕΒ Μάτι Τυρνάβου: Έχει έκταση 19 000 στρέμματα, σε περίμετρο 85 000 στρεμμάτων, και χρησιμοποιεί επιφανειακά νερά από πηγές, άντληση από τον Πηνειό, και γεωτρήσεις (δημόσιες και ιδιωτικές). Εκτείνεται στις κοινότητες Αμπελώνα, Φαλάνης, Δένδρων, Γιαννούλη, Βρυότοπου.
- Αρδευτικό έργο Τυρνάβου: Βρίσκεται στο Δήμο Τυρνάβου και εξυπηρετεί 8 000 στρέμματα, σε περίμετρο 15 000 στρεμμάτων. Χρησιμοποιεί κυρίως γεωτρήσεις (δημόσιες και ιδιωτικές) και επιφανειακά νερά από τις πηγές Κεφαλόβρυσο.

⁸ Στην περιοχή Τιταρήσιου υπάρχουν και άλλα συλλογικά αρδευτικά δίκτυα (Τσαριτσάνης, Αγ. Σοφίας, Καρυάς Ολύμπου, Αργυροπουλίου) όμως χρησιμοποιούν μόνο νερό γεωτρήσεων και έτσι δεν εντάσσονται στην σχηματοποίηση της Π8. Εξαίρεση αποτελεί το πολύ μικρό αρδευτικό λόφου Ελασσόνας που εξυπηρετεί 400 στρέμματα μέσω ενός χωμάτινου φράγματος 400 000 m³ που λόγω αυτονομίας και μεγέθους δεν κρίνεται σκόπιμο να ενσωματωθεί στο μοντέλο.

- Αρδευτικό έργο ΤΟΕΒ Δαμασίου: Εξυπηρετεί 7 000 στρέμματα. σε περίμετρο 11 000 στρεμμάτων, μέσω των πηγών Κεφαλόβρυσο και δημοσίων κυρίως γεωτρήσεων.
- Αρδευτικό έργο Παλαιοκάστρου-Συκιάς: Εξυπηρετεί 6 000 στρέμματα (σε περίμετρο 10 000 στρεμμάτων) στις ομώνυμες κοινότητες κάνοντας χρήση των πηγών Κεφαλόβρυσου και δημοσίων γεωτρήσεων.
- Αρδευτικό έργο κοινοτήτων Βλαχογιάννη-Βερδικούσας-Μεσοχωρίου: Εξυπηρετεί 9 000 στρέμματα (σε περίμετρο 11 000 στρεμμάτων) στις ομώνυμες κοινότητες κάνοντας χρήση των πηγών Κεφαλόβρυσο, δημοσίων γεωτρήσεων και δεξαμενών στον Τιταρήσιο.

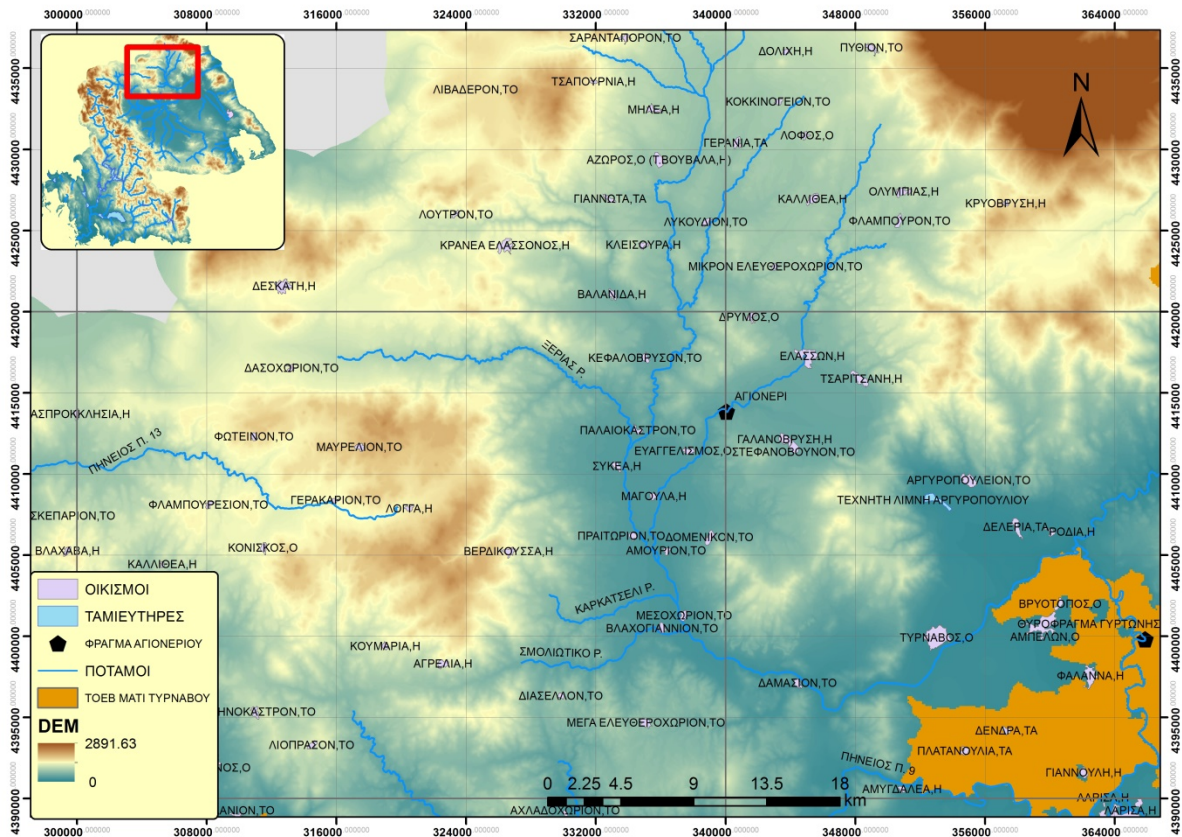
Η σχηματοποίηση του δικτύου γίνεται ως εξής: Το αρδευτικό Παλαιοκάστρου – Συκιάς αποτελεί τον ανάντη κόμβο, τα αρδευτικά Βλαχογιάννη-Βερδικούσας-Μεσοχωρίου, ΤΟΕΒ Δαμασίου και ΤΟΕΒ Τύρναβου ομαδοποιούνται καθώς βρίσκονται κατάντη του Ελασσονίτικου και έχουν κοινούς τρόπους υδροδότησης, και το αρδευτικό ΤΟΕΒ Μάτι Τυρνάβου αποτελεί τον πιο κατάντη κόμβο με δυνατότητα απόληψης από τον Πηνειό.

Συλλογικά αρδευτικά δίκτυα περιοχής Τσάγεζι (Εκβολές Πηνειού): Πρόκειται για την περιοχή του Δέλτα του Πηνειού όπου δεν υπάρχουν σημαντικά αρδευτικά δίκτυα αλλά υπάρχουν δυνατότητες ανάπτυξης. Υφιστάμενα έργα που χρησιμοποιούν νερό από τον Πηνειό είναι ο ΤΟΕΒ Ραψάνης (550 στρέμματα), αρδευτικό Ομολίου και Πυργετού (4 000 στρέμματα) με αντλιοστάσια στον Πηνειό. Υπάρχει επίσης μελέτη για την επιπλέον αξιοποίηση 65 000 στρεμμάτων κατάντη της Ραψάνης.

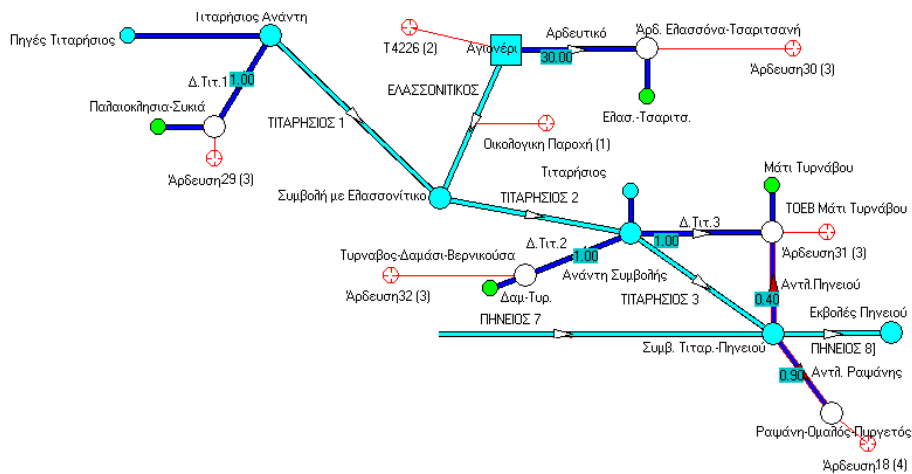


Εικόνα 5.26: Καμπύλες στάθμης – όγκου – επιφάνειας ταμιευτήρα Αγιονερίου.

Στην Εικόνα 5.27 παρουσιάζεται ο χάρτης της περιοχής Π7. Από τα αρδευτικά δίκτυα λόγω έλλειψης γεωγραφικής πληροφορίας φαίνεται μόνο τμήμα του ΤΟΕΒ Μάτι Τυρνάβου. Στην Εικόνα 5.28 απεικονίζεται η σχηματοποίηση του συστήματος.



Εικόνα 5.27: Χάρτης περιοχής Π8.



Εικόνα 5.28: Σχηματοποίηση Π8.

5.9.2 Δεδομένα ζητήσεων και κατανομή σε κόμβους

Στην περιοχή Π8 θεωρούνται πέντε αρδευτικοί κόμβοι. Στον Πίνακα 5.25 παρουσιάζονται οι ζητήσεις τους. Επίσης απαιτείται και η διατήρηση μια ελάχιστης παροχής στον ποταμό Ελασσονίτικο κατάντη του φράγματος Αγιονερίου ίσης με 0.204 m³/s .

Πίνακας 5.25: Αρδευτική ζήτηση ανά κόμβο περιοχής Π8 .

Περιοχή Π8: Κατανομή αρδευτικής ζήτησης (hm ³)								
Κόμβος	Αрд. Έκταση (στρ)	Σύνολο hm ³	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ
ΤΟΕΒ Μάτι Τυρνάβου	85000	59.50	2.98	6.55	14.04	17.97	15.71	2.26
Τυρν-Δαμ-Βερνικ	37000	25.90	1.30	2.85	6.11	7.82	6.84	0.98
Παλαιοχώρα-Συκιά	10000	7.00	0.35	0.77	1.65	2.11	1.85	0.27
Ραψ-Ομαλ-Πυργετός	6180	4.32	0.29	0.51	0.98	1.22	1.08	0.24
Ελασσόνα-Τσαριτσανή	20000	14.00	0.70	1.54	3.30	4.23	3.70	0.53

5.9.3 Στόχοι προσομοίωσης και κανόνες λειτουργίας

Οι στόχοι είναι δύο ειδών, αρδευτικοί και οικολογικής παροχής. Αφού η Π8 αποτελεί την πιο κατάντη περιοχή της Θεσσαλίας και δεν επηρεάζει τα άλλα έργα ανάντη, η οικολογική παροχή τίθεται σε πρώτη προτεραιότητα. Έπειτα ακολουθεί η άρδευση των εκτάσεων από τον ταμιευτήρα Αγιονερίου, προκειμένου να λειτουργεί όπως σχεδιάστηκε το φράγμα, δηλαδή εξυπηρετώντας πρώτα την περιοχή Ελασσόνας, χωρίς να δίνει νερό σε περιοχές που εξυπηρετούνται από τον Τιταρήσιο. Σε τρίτη προτεραιότητα βρίσκονται οι εκτάσεις με επιφανειακή απόληψη από τον Τιταρήσιο, και τελευταία προτεραιότητα έχει η περιοχή Τσάγεζι, ώστε αρχικά να μην απορροφά πόρους από τον Τιταρήσιο, αλλά ούτε και διαθέσιμους πόρους από τα νερά της εκτροπής Αχελώου (υπενθυμίζεται ότι όλες οι εκτάσεις που θα εξυπηρετηθούν από τη εκτροπή τίθενται καθολικά σε τρίτη προτεραιότητα). Οι στόχοι της περιοχής Π8 δίνονται στον Πίνακα 5.26.

Πίνακας 5.26: Συνοπτικός πίνακας στόχων περιοχής Π8.

α/α	Στόχος ή περιορισμός	Κατηγορία	Προτεραιότητα
1	Περιβαλλοντική παροχή Ελασσονίτικου	Min. Flow	1
2	Άρδευση Ελασσόνας-Τσαριτσανής	Irrigation	2
3	Άρδευση ΤΟΕΒ Μάτι Τυρνάβου	Irrigation	3
4	Άρδευση Τυρν-Δαμ-Βερνικ	Irrigation	3
5	Άρδευση Παλαιοχώρα-Συκιά	Irrigation	3
6	Άρδευση Ραψ-Ομαλ-Πυργετός	Irrigation	4

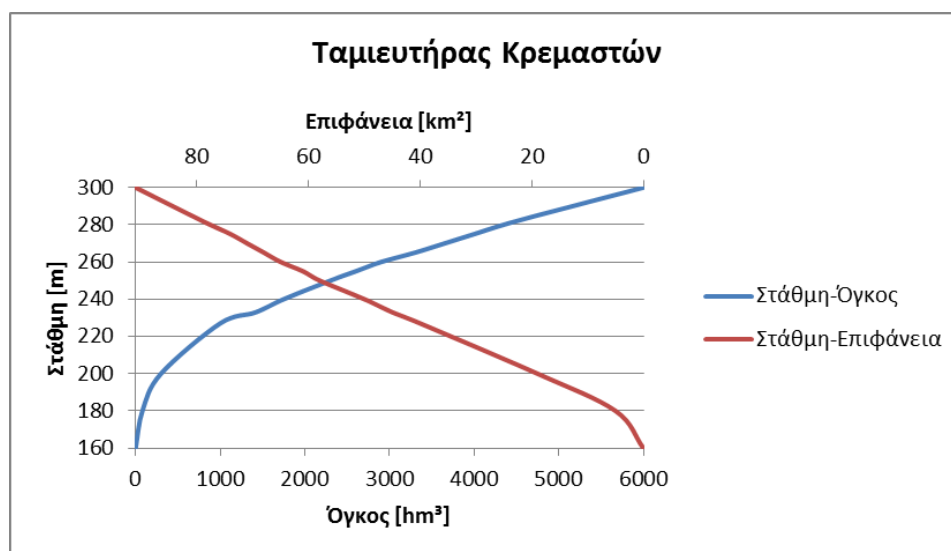
5.10 Περιοχή Π9: Μέσος Ρους Αχελώου

Στην περιοχή Π9 αναπτύσσονται τα τρία φράγματα του Μέσου Ρου Αχελώου, με σειρά από τα ανάντη Κρεμαστά, Καστράκι και Στράτος. Τα Κρεμαστά βρίσκονται κατάντη του

ταμιευτήρα Συκιάς (περιοχή Π1) ενώ κατάντη του Στράτου εκτείνεται η περιοχή του Κάτω Αχελώου (περιοχή Π10). Ακολουθούν συνοπτικές περιγραφές των έργων:

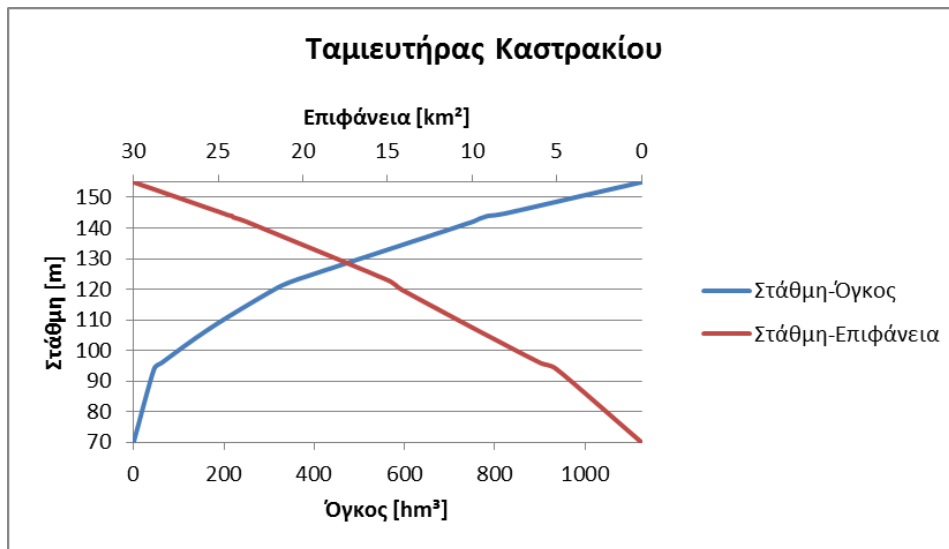
Φράγμα Κρεμαστών: Πρόκειται για φράγμα από αμμοχάλικο με αργλικό πυρήνα, ύψους 160.3 m και όγκου 8.13 hm³. Η στέψη διαμορφώθηκε στη στάθμη +287 m. Η ανώτατη και κατώτατη στάθμη λειτουργίας του ταμιευτήρα βρίσκονται στα +282 m και +227 m αντίστοιχα. Η συνολική χωρητικότητά του είναι 4 500 hm³ και η ωφέλιμη 3 500 hm³ περίπου. Η ανάντη λεκάνη απορροής έχει έκταση 3570 km², αλλά με την κατασκευή των φραγμάτων Μεσοχώρας και Συκιάς θα μειωθεί στα 2395 km². Ο ταμιευτήρας εμφανίζει διαφυγές 6 m³/s. Οι καμπύλες στάθμης-όγκου-επιφάνειας δίνονται στην *Εικόνα 5.29*. Το έργο λειτουργεί η ΔΕΗ από το 1965.

ΥΗΣ Κρεμαστών: Πρόκειται για υμιυπαίθριο σταθμό παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας με τέσσερις μονάδες Francis συνολικής ισχύος 437 MW. Το ακαθάριστο ύψος πτώσης είναι 136 m και η μέγιστη παροχευτικότητα της σήραγγας προσαγωγής περίπου 135 m³/s.



Εικόνα 5.29: Καμπύλες στάθμης- όγκου-επιφάνειας ταμιευτήρα Κρεμαστών.

Φράγμα Καστρακίου: Φράγμα ύψους 95.7 m και όγκου 5.22 hm³, αμέσως κατάντη των Κρεμαστών, κατασκευασμένο από αμμοχάλικο, με αργλικό πυρήνα. Η στέψη του διαμορφώθηκε στη στάθμη +154 m. Η ανώτατη και κατώτατη στάθμη λειτουργίας βρισκόταν αρχικά στα +144.2 m και +142 m αντίστοιχα, διαμορφώνοντας ταμιευτήρα συνολικού όγκου 800 hm³ και ωφέλιμου όγκου 50 hm³ περίπου. Προκειμένου η ΔΕΗ να εκμεταλλευτεί περαιτέρω το διαθέσιμο ύψος του ταμιευτήρα, τοποθέτησε ανατρεπόμενα θυροφράγματα (fusedgates, *Εικόνα 5.30*), με τα οποία η ανώτατη στάθμη ανέβηκε στα +146 m. Η λεκάνη απορροής του έχει έκταση 548 km². Οι καμπύλες στάθμης-όγκου-επιφάνειας του ταμιευτήρα δίνονται στην *Εικόνα 5.31*. Το έργο λειτουργεί από το 1969.



Εικόνα 5.30: Καμπύλες στάθμης- όγκου- επιφάνειας ταμιευτήρα Καστρακίου.



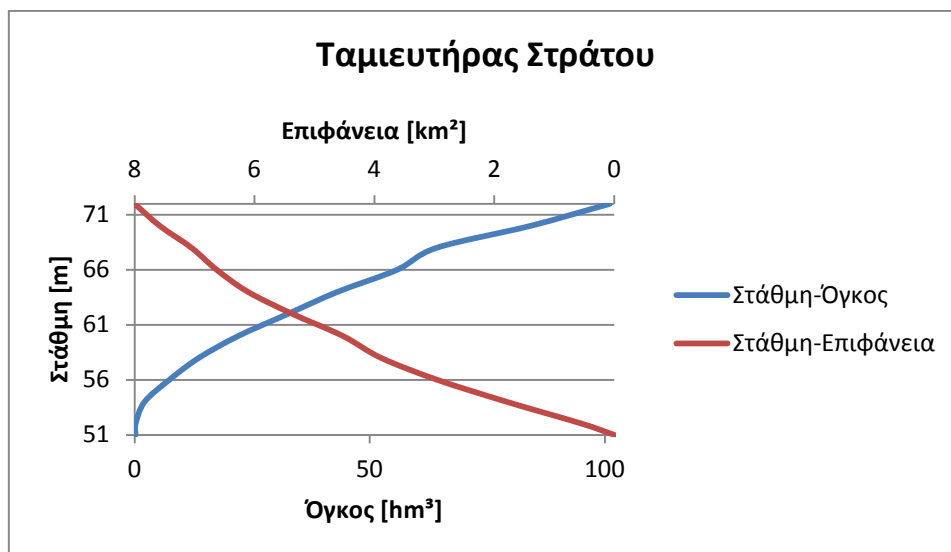
Εικόνα 5.31: Ανατρεπόμενα θυροφράγματα στον ταμιευτήρα Καστρακίου (Πηγή: Raycap , <http://www.raygates.com/#!greece-kastraki-ppc/cw99>).

ΥΗΣ Καστρακίου: Στο έργο λειτουργεί ημιυπαίθριος σταθμός παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας με τέσσερις μονάδες Francis συνολικής ισχύος 320 MW. Το ακαθάριστο ύψος πτώσης είναι 75.7 m και η μέγιστη παροχετευτικότητα της σήραγγας προσαγωγής 201 m³/s. Μέσω του αντλιοστασίου της Σπολάιτας, το φράγμα υδροδοτεί την ΔΕΥΑ Αγρινίου.

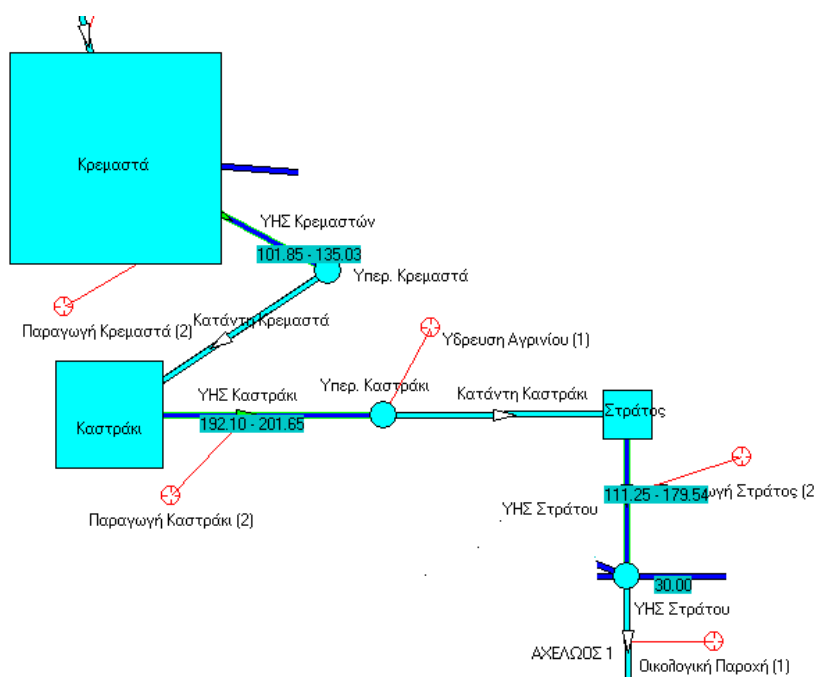
Φράγμα Στράτου: Έργο κατάντη του Καστρακίου, κατασκευασμένο από αμμοχάλικο με αργιλικό πυρήνα, ύψους 23 m και όγκου 2.80 hm³. Η στέψη διαμορφώθηκε στη στάθμη +173 m. Η ανώτατη και κατώτατη στάθμη λειτουργίας βρίσκονται στα +68.6 m και +67 m αντίστοιχα. Κατά αυτόν τον τρόπο διαμορφώνεται ταμιευτήρας συνολικού όγκου 70 hm³ και ωφέλιμου 10 hm³ περίπου. Η λεκάνη απορροής του έχει έκταση 202 km². Οι καμπύλες στάθμης-όγκου-επιφάνειας παρουσιάζονται στο διάγραμμα της Εικόνας 5.32. Παρατηρούνται διαφυγές 4 m³/s. Το έργο λειτουργεί από το 1989.

ΥΗΣ Στράτου: Στο δεξιό αντέρεισμα του φράγματος υπάρχει υπόγειος σταθμός παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας (Στράτος Ι) με 2 μονάδες Francis συνολικής ισχύος 156 MW διαθέτοντας ακαθάριστο ύψος πτώσης 36.6 m και στο αριστερό αντέρεισμα ένας υπαίθριος μικρότερος (Στράτος ΙΙ), λόγω του συστήματος προσαγωγής για τις απολήψεις της αρδευτικής περιόδου, με 2 μονάδες τύπου S ισχύος 16 MW και ύψος πτώσης 16.8 m. Για απλοποίηση, στο μοντέλο θεωρείται μόνο η διάταξη Στράτος Ι, ενώ οι απολήψεις για άρδευση θεωρείται ότι πραγματοποιούνται κατάντη του Στράτου.

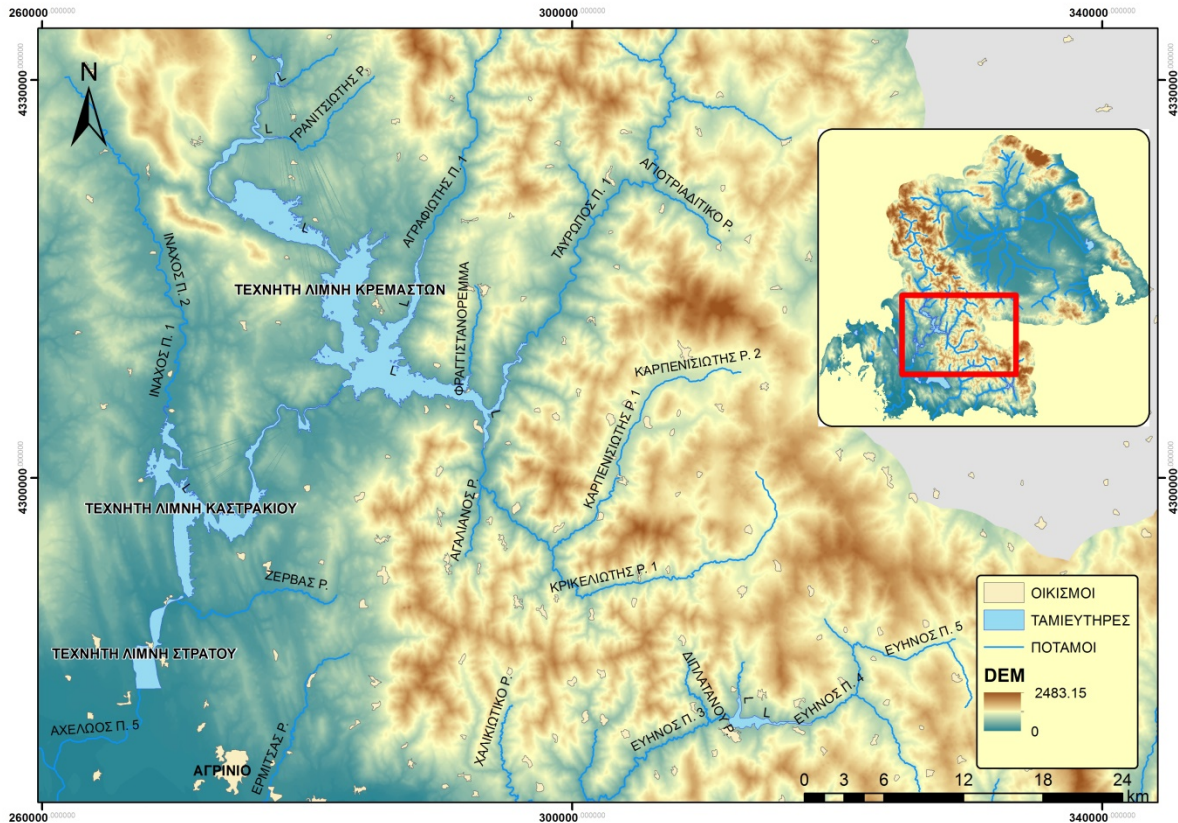
Στον χάρτη της *Εικόνας 5.34* απεικονίζεται η γεωγραφία της περιοχής και οι θέσεις των έργων, ενώ στην *Εικόνα 5.33* φαίνεται η σχηματοποίησή τους στο μοντέλου ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ.



Εικόνα 5.32: Καμπύλες στάθμης – όγκου – επιφάνειας ταμιευτήρα Στράτου.



Εικόνα 5.33: Σχηματοποίηση περιοχής P9.



Εικόνα 5.34: Γεωγραφία περιοχής Π9.

5.10.2 Δεδομένα ζήτησεων και κατανομή σε κόμβους

Μια και ο Στράτος είναι ο πιο κατάντη ταμιευτήρας του Αχελώου υπάρχει η απαίτηση για μεγάλη περιβαλλοντική ροή, ώστε να διατηρείται σε καλή κατάσταση το οικοσύστημα του Δέλτα Αχελώου. Στη παλαιότερη ΜΠΕ του Αχελώου (ΕΥΔΕ Αχελώου, 1995) η ζήτηση είχε καθοριστεί $21 \text{ m}^3/\text{s}$. Παρόλα αυτά, θεωρήθηκε ότι στα πλαίσια της προσομοίωσης του υδροσυστήματος Αχελώου ένα καλύτερο περιβαλλοντικό μοντέλο θα διατηρούσε τα χαρακτηριστικά εποχικότητας της φυσικής παροχής του ποταμού (Μπουζιώτας, 2012). Οπότε επιλέγεται, και σε αυτήν την εργασία, η περιβαλλοντική παροχή που εκτιμήθηκε από τους Efstratiadis et al. (2014). Οι τιμές της παροχής δίνονται στον Πίνακα 5.27..

Η ΔΕΥΑ Αγρινίου εκτιμά ετήσια ζήτηση 7.3 hm^3 που θεωρήθηκε πως ακολουθεί τη μηνιαία κατανομή της μηνιαίας ζήτησης των ΔΕΥΑ Ανατολικής Καρδίτσας (Πίνακας 5.28).

Τέλος, καθώς τα έργα αυτά είναι από τα σημαντικότερα υδροηλεκτρικά της ΔΕΗ, παράγοντας περίπου $2\,800 \text{ GWh}$ σε ετήσια βάση, κυρίαρχη είναι η ζήτηση νερού για ενεργειακή χρήση. Όμως στο διασυνδεδεμένο σύστημα ΛΑΠ Αχελώου-Πηνειού, με την ένταξη και άλλων ενεργειακών έργων στον Άνω Ρου Αχελώου και στη Θεσσαλία, η ζήτηση αυτή δεν μπορεί να καθοριστεί μονομερώς, αλλά μέσα από τη διαδικασία βελτιστοποίησης της παραγωγής της. Η διαδικασία αυτή εξηγείται στο Κεφάλαιο 7.

Πίνακας 5.27: Οικολογική παροχή Αχελώου ποταμού (Πηγή: *Efstratiadis et al., 2014*).

m ³ /s	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μάι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
	34.35	33.55	29.04	21.92	22.82	18.49	17.7	17.93	21.44	27.78	27.77	31.31

Πίνακας 5.28: Υδρευτική ζήτηση ΔΕΥΑ Αργινίου.

hm ³	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μάι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
	0.47	0.47	0.47	0.72	0.72	0.72	0.87	0.72	0.72	0.47	0.47	0.47

5.10.3 Στόχοι προσομοίωσης και κανόνες λειτουργίας

Στην περιοχή Π9, η σειρά τήρησης των προτεραιοτήτων είναι απλή, με πρώτη την ύδρευση και την οικολογική του Αχελώου και δεύτερη την ενεργειακή παραγωγή και την περιβαλλοντική παροχή.

Πίνακας 5.29: Συνοπτικός πίνακας στόχων περιοχής Π9.

α/α	Στόχος ή περιορισμός	Κατηγορία	Προτεραιότητα
1	Ύδρευση Αργινίου	Water Supply	1
2	Παραγωγή Κρεμαστών	Power Generation	2
3	Παραγωγή Καστράκι	Power Generation	2
4	Παραγωγή Στράτου	Power Generation	2
5	Οικολογική Αχελώου	Min. Flow	1

5.11 Περιοχή Π10: Κάτω Ρους Αχελώου

5.11.1 Τοπολογία και υδρογραφικό δίκτυο

Η περιοχή του Κάτω Αχελώου αποτελείται από ένα εκτεταμένο αρδευτικό δίκτυο, το οποίο είναι από τα παλαιότερα και πιο σύνθετα δίκτυα στην Ελλάδα (ΥΠΑΝ, 2006). Βρίσκεται κατάντη του ταμιευτήρα Στράτου (όριο περιοχής Π9) και είναι άμεσα συνυφασμένο με την λειτουργία του έργου. Τα αρδευτικά δίκτυα της περιοχής πραγματοποιούν επιπρόσθετες απολήψεις από τις φυσικές λίμνες της περιοχής (Τριχωνίδα, Λυσιμαχία, Οζερός).

Πλήθος διωρύγων μεταφοράς νερού και αποστραγγιστικών τάφρων μεταφέρουν νερό από τον Αχελώο στις λίμνες αλλά και αντίστροφα. Καταβλήθηκε ιδιαίτερη προσπάθεια απλούστευσης αυτού του δικτύου σε μια απλή συσχέτιση των κόμβων μεταξύ τους. Δυστυχώς η έλλειψη κάποιας μελέτης με δεδομένα σε μορφή χρονοσειράς των εισροών των λιμνών και κάποιας χονδρικής, έστω, εκτίμησης των καμπυλών στάθμης-όγκου επιφάνειας δεν επέτρεψε να σχηματιστούν ως στοιχεία ταμίευσης οι λίμνες στο μοντέλο προσομοίωσης. Αντίθετα, η μόνη πρακτική σχηματοποίηση τους ήταν να προσομοιωθούν ως στοιχεία γεωτρήσεων με δυναμικότητα ίση με την ετήσια αρδευτική ζήτηση δεδομένου ότι:

- Η μεταφορά του νερού από τις λίμνες σε διώρυγες γίνεται με αντλιοστάσια
- Η ετήσια ζήτηση νερού για άρδευση από τις λίμνες είναι σημαντικά μικρότερη από τις μέσες ετήσιες εισροές τους. Αναλυτικά:
 - Η μέση ετήσια εισροή της Τριχωνίδας εκτιμάται μεταξύ 600 και 894 hm³, με τον εναπομείναντα όγκο στη λίμνη μεταξύ 190 και 295 hm³, ενώ ο υπόλοιπος όγκος εκρέει προς την Λυσιμαχία μέσω της ενωτικής τάφρου. Τα μεγέθη αυτά είναι διέπονται από έντονη αβεβαιότητα (Ζαρρής κ.ά., 1999). Η λίμνη έχει λεκάνη απορροής 401.2 km².
 - Η μέση ετησία εισροή στην λίμνη Λυσιμαχία είναι δύσκολο να εκτιμηθεί, όμως δέχεται τις μεγάλες πλημμυρικές απορροές της Τριχωνίδας, ενώ η λεκάνη της, έκτασης 314 km² έχει σημαντική απορροή.
 - Η λίμνη Οζερός έχει άγνωστο υδατικό ισοζύγιο όμως πιθανόν τροφοδοτεί τις μεγάλες παροχές των πηγών Λάμπρας. Η λεκάνη απορροής είναι 56.2 km². Αφήνεται τελείως εκτός σχηματοποίησης γιατί με απολήψεις από την λίμνη αρδεύονται μόλις 4 650 στρέμματα.
 - Η αρδευτική ζήτηση από τις λίμνες Τριχωνίδα και Λυσιμαχία αφορά περίπου 111 000 στρέμματα, δηλαδή περίπου 78 hm³.

Φυσικά η παραδοχή αυτή εγκυμονεί το κίνδυνο αστοχίας σε ακραίες συνθήκες ξηρασίας, με έντονη μείωση των αποθεμάτων των λιμνών Λυσιμαχίας και Τριχωνίδας, που η τρέχουσα σχηματοποίηση αδυνατεί να αναπαραστήσει.

Τα έργα κατάντη του Στράτου είναι (Ζαρρής κ.α, 1999):

Προσαγωγός Διώρυγα ΔΙ: Πρόκειται για έργο μεταφοράς νερού στα δυτικά του Αχελώου για άρδευση των ΤΟΕΒ Οζερού και Φυτειών. Ξεκινάει από τη δεξιά υδροληψία του φράγματος εκτροπής του Στράτου, έχει μήκος 10.1 km και παροχετευτικότητα 12.5 m³/s . Στη συνέχεια, μέσω αντλιοστασίων (Α1, ΑΦ(1), ΑΦ(2), κ.ά.) οδηγεί το νερό σε μια σειρά από δευτερεύουσες διώρυγες (ΔΙΙ, ΔΙΙΙ, ΔΙΥ) για την εξυπηρέτηση συνολικής έκτασης 32 939 στρεμμάτων. Τα αρδευτικά έργα που είχαν σχεδιαστεί αρχικά δεν έχουν περατωθεί, ενώ προβλέπεται η επέκτασή της δυτικά προς τις παραλίμνιες περιοχές της Αμβρακίας αρδεύοντας επιπλέον 12 000 στρέμματα. Από εκεί, μέσω νέου αντλιοστασίου, θα συνεχίσει προς την περιοχή Βάλτου εντάσσοντας 37 000 στρέμματα στις εξυπηρετούμενες περιοχές και μικρότερα δίκτυα κατάντη, όπως του Κάμπου Κατούνας (8 000 στρέμματα). Η σχηματοποίηση στον ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ περιλαμβάνει την Διώρυγα Δ1 και δυο κόμβους σε σειρά, έναν της υφιστάμενης κατάστασης με το όνομα «Αρδ. Κόμβος 1», και έναν κατάντη με την ονομασία «Δυτική Επέκταση Δικτύου».

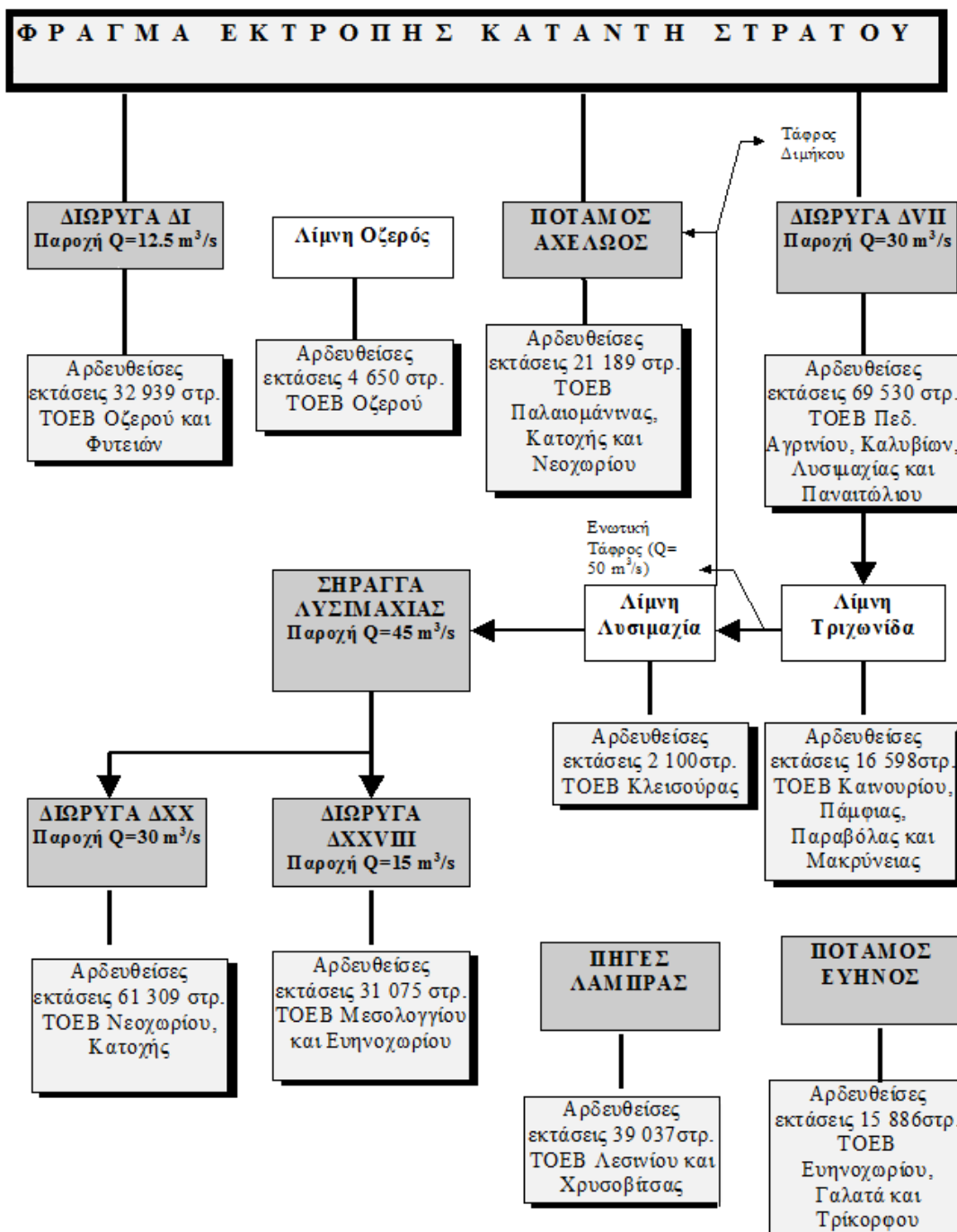
Προσαγωγός Διώρυγα ΔVΙΙ: Πρόκειται για έργο μεταφοράς στα ανατολικά του Αχελώου Εξυπηρετεί τους ΤΟΕΒ Καλυβίων, Πεδιάδας Αγρινίου, Αγρινίου-Ερημίτσας, Λυσιμαχίας και Παναϊτώλιου, στους οποίους η εφαρμογή αρδευτικού νερού είναι κατά βάση επιφανειακή. Η παροχετευτικότητα της διώρυγας είναι 30 m³/s και το μήκος της 350 m περίπου, μέχρι τη διακλάδωση των κύριων διωρύγων ΔVΙΙΙ και ΔVΙΙ. Η πρωτεύουσα διώρυγα ΔVΙΙΙ,

παροχετευτικότητας $10 \text{ m}^3/\text{s}$ και μήκους $9\,289 \text{ m}$, υδροδοτεί το μεγαλύτερο μέρος του ΤΟΕΒ Καλυβίων. Η κύρια διώρυγα ΔVII με $20 \text{ m}^3/\text{s}$ υδροδοτεί μέσω αντλιοστασίων (Α3, Α4) πλήθος διωρύγων (ΔΙΧ, ΔΧ, ΔΧΙ, ΔΧΙΙ, ΔΧΙΙΙ) αρδεύοντας τους ΤΟΕΒ Πεδιάδας Αग्रινίου, Λυσιμαχίας, Καλυβίων και Παναιτώλιου. Η συνολικά εξυπηρετούμενη έκταση από την προσαγωγό διώρυγα ΔVII είναι $69\,530$ στρέμματα. Μέσω της ΔΧΙ μεταφέρονται, επίσης, 47 hm^3 ετησίως για τον εμπλουτισμό της λίμνης Τριχωνίδας. Η σχηματοποίηση είναι απλή, με την διώρυγα ΔVII να συνδέεται με τον κόμβο «Αρδ. Κόμβος 2» με το σύνολο της έκτασης.

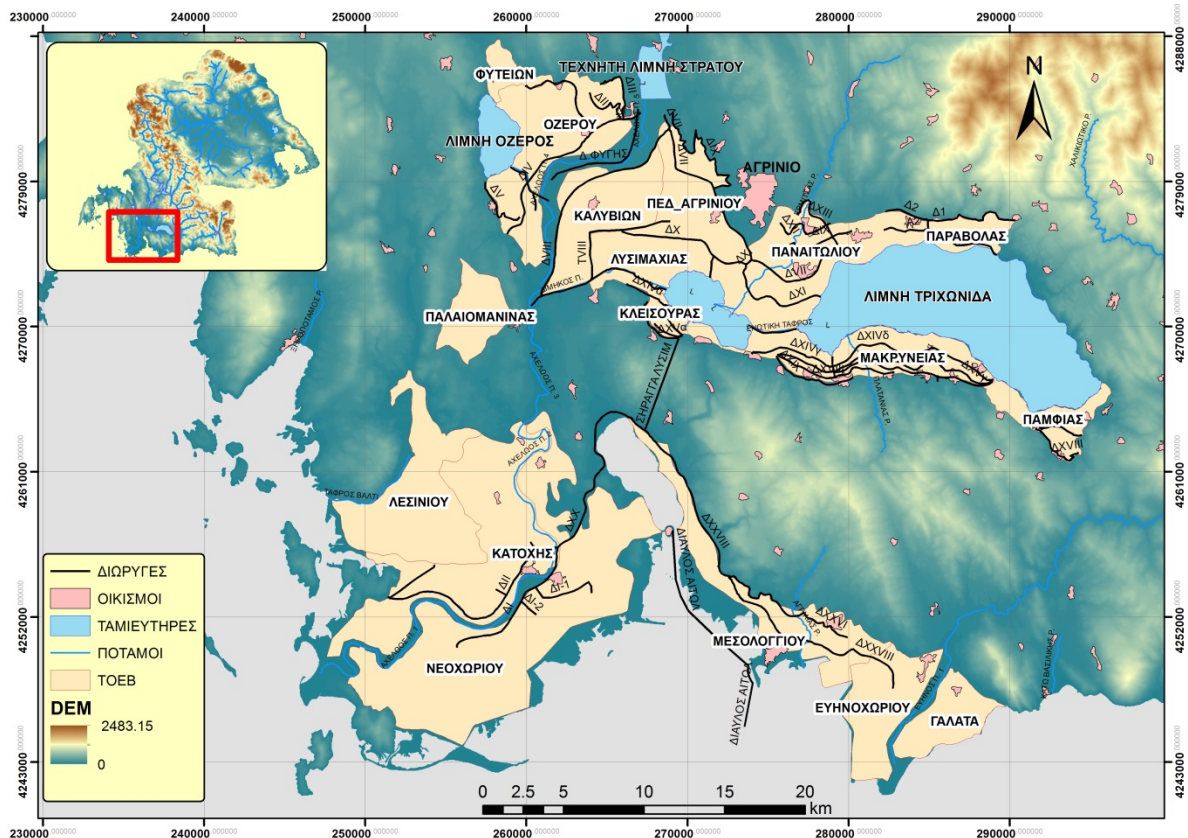
Έργα σχετικά με τις λίμνες Τριχωνίδα και Λυσιμαχία: Με αντλιοστάσια στην λίμνη Τριχωνίδα και αντίστοιχες διώρυγες αρδεύονται οι ΤΟΕΒ Παραβόλας, Πάμφιας, Καινουρίου, Μακρύνειας και Παντάνασσας, έκτασης $16\,598$ στρεμμάτων. Το νερό του εκτεταμένου στραγγιστικού δικτύου καταλήγει ξανά στην λίμνη. Η Τριχωνίδα συνδέεται με την λίμνη Λυσιμαχία με την Ενωτική Τάφρο, παροχετευτικότητας $50 \text{ m}^3/\text{s}$. Από την Λυσιμαχία αρδεύονται, μέσω αντλιοστασίων, 2100 στρέμματα του ΤΟΕΒ Κλεισούρας. Ακόμη, μεταφέρεται νερό μέσω της Σήραγγας Λυσιμαχίας παροχετευτικότητας $45 \text{ m}^3/\text{s}$ σε δύο διώρυγες προσαγωγής τις ΔΧΧ και ΔΧΧVIII. Η ΔΧΧ αρδεύει τους ΤΟΕΒ Νεοχωρίου και Κατοχής καθώς και τμήμα του ΤΟΕΒ Λεσινίου, ενώ η ΔΧΧVIII αρδεύει τους ΤΟΕΒ Μεσολλογγίου και Ευηνοχωρίου. Από τη Σήραγγα Λυσιμαχίας αρδεύεται συνολική έκταση $92\,384$ στρεμμάτων. Για τους λόγους που αναφέρθηκαν πιο πάνω, στη σχηματοποίηση περιλαμβάνονται όλες οι εκτάσεις που αρδεύονται από τις λίμνες Τριχωνίδα και Λυσιμαχία στον κόμβο «Τριχωνίδα-Λυσιμαχία», συνδεδεμένες με ένα κόμβο γεώτρησης.

Τέλος, απευθείας απολήψεις από τον Αχελώο εφαρμόζουν ο ΤΟΕΒ Παλαιομανίνας και μέρος των ΤΟΕΒ Κατοχής και Νεοχωρίου από αντλιοστάσια. Στον ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ αυτές μορφώνονται σαν στόχος πάνω στο στοιχείο του ποταμού. Σημειώνεται πως εκτός του μοντέλου μένουν οι εκτάσεις που αρδεύονται από της πηγές Λάμπρας στον ΤΟΕΒ Λεσινίου ($39\,037$ στρέμματα) και από τη λίμνη Οζερό ($4\,650$ στρέμματα).

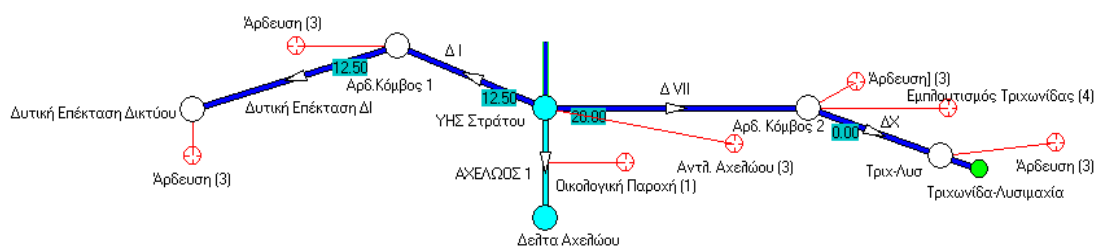
Στην *Εικόνα 5.35* παρουσιάζεται το διάγραμμα ροής των αρδευτικών έργων της περιοχής Κάτω Αχελώου, το οποίο βοήθησε ιδιαίτερα στην κατάστρωση της τοπολογίας του δικτύου. Στην *Εικόνα 5.36* δίνεται ο χάρτης της υποπεριοχής Π10, με όλα τα στοιχεία που περιγράφηκαν πιο πάνω, ενώ στην *Εικόνα 5.37* απεικονίζεται η τελική σχηματοποίηση στον ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ.



Εικόνα 5.35: Διάγραμμα ροής αρδευτικού δικτύου Κάτω Αχελώου (Πηγή: Ζαρής κ.α, 1999).



Εικόνα 5.36: Χάρτης περιοχής Π10.



Εικόνα 5.37: Σχηματοποίηση περιοχής Π10 στο λογισμικό ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ.

5.11.2 Δεδομένα ζητήσεων και κατανομή σε κόμβους

Στην περιοχή εμφανίζονται δύο ειδών ζητήσεις. Η πρώτη είναι η αρδευτική στους τέσσερις κόμβους που αναπαριστούν ευρύτερες γεωργικές περιοχές και η δεύτερη η ζήτηση νερού για εμπλουτισμό της λίμνης Τριχωνίδας. Γίνεται η παραδοχή πως ο εμπλουτισμός της Τριχωνίδας πραγματοποιείται κατά την αρδευτική περίοδο, με την ίδια κατανομή όπως της άρδευσης. Τούτο προκύπτει από τη μελέτη του ΥΠΑΝ (2006) που αναφέρει πως «η παροχετευτικότητα της ΔΧΙ είναι μεταξύ των $10-20 \text{ m}^3/\text{s}$ ενώ το μεγαλύτερο μέρος της παροχής της κατά την αρδευτική περίοδο και όλη η χειμερινή παροχή χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση των αποθεμάτων της Τριχωνίδας». Δεδομένου πως το χειμώνα δεν λειτουργεί η αρδευτική διώρυγα και η φυσική της απορροή λόγω βροχόπτωσης είναι μικρή, η παραδοχή αυτή κρίνεται εύλογη. Ακόμα, προκειμένου η ζήτηση αυτή να μην επηρεάζεται

από την ύπαρξη της γεώτρησης στον κόμβο «Τριχωνίδα-Λυσιμαχία», τοποθετείται στον ανάντη κόμβο «Αρδ. Κόμβος 2», ώστε να εξυπηρετείται πάντοτε από νερά του Αχελώου. Στους Πίνακες 5.33 και 5.34 δίνονται οι ζητήσεις ανά κόμβο, για τους δύο στόχους.

Πίνακας 5.33: Κατανομή αρδευτικής ζήτησης στους κόμβους της περιοχής Π10.

Περιοχή Π10: Κατανομή αρδευτικής ζήτησης (hm ³)								
Κόμβος	Αρδευόμενη έκταση (στρ.)	Σύνολο (hm ³)	Απρ	Μαΐ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ
Αρδ. Κόμβος 1	32 939	23.06	1.15	2.54	5.44	6.96	6.09	0.88
Δυτική Επέκτ. Δικτύου	57 500	40.25	2.01	4.43	9.50	12.16	10.63	1.53
Αρδ. Κόμβος 2	69 530	48.67	2.43	5.35	11.49	14.70	12.85	1.85
Τριχωνίδα-Λυσιμαχία	111 082	77.76	3.89	8.55	18.35	23.48	20.53	2.95
Αντλιοστ. Αχελώου	311 89	21.83	1.09	2.40	5.15	6.59	5.76	0.83

Πίνακας 5.34: Κατανομή της ποσότητας εμπλουτισμού της λίμνης Τριχωνίδας από νερά του Αχελώου (hm³).

Ιαν-Μαρ	Απρ	Μαΐ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ-Δεκ
0.00	2.35	5.17	11.09	14.19	12.41	1.79	0.00

5.11.3 Στόχοι προσομοίωσης και κανόνες λειτουργίας

Κατά τον καθορισμό των στόχων κρίθηκε πως είναι σκόπιμο αυτός του εμπλουτισμού να τεθεί σε χαμηλότερη προτεραιότητα από αυτόν της άρδευσης. Το σκεπτικό είναι πως καθώς για τις περιοχές που εξυπηρετούνται από τις λίμνες Τριχωνίδα και Λυσιμαχία μπορεί να υπάρχουν διαθέσιμα αποθέματα, η άρδευση περιοχών απευθείας από τον Αχελώο θα πρέπει να έχει την μεγαλύτερη αβεβαιότητα. Επίσης, καθώς στο σύστημα του Αχελώου στην ανάντη περιοχή Π9 υπάρχουν ανάγκες για ύδρευση και περιβαλλοντική παροχή, και οι δύο στόχοι της Π10 θα έχουν χαμηλότερη προτεραιότητα. Συνεπώς καταλήγουμε στην κατάταξη των στόχων του Πίνακα 5.35.

Πίνακας 5.35: Συνοπτικός πίνακας στόχων περιοχής Π10.

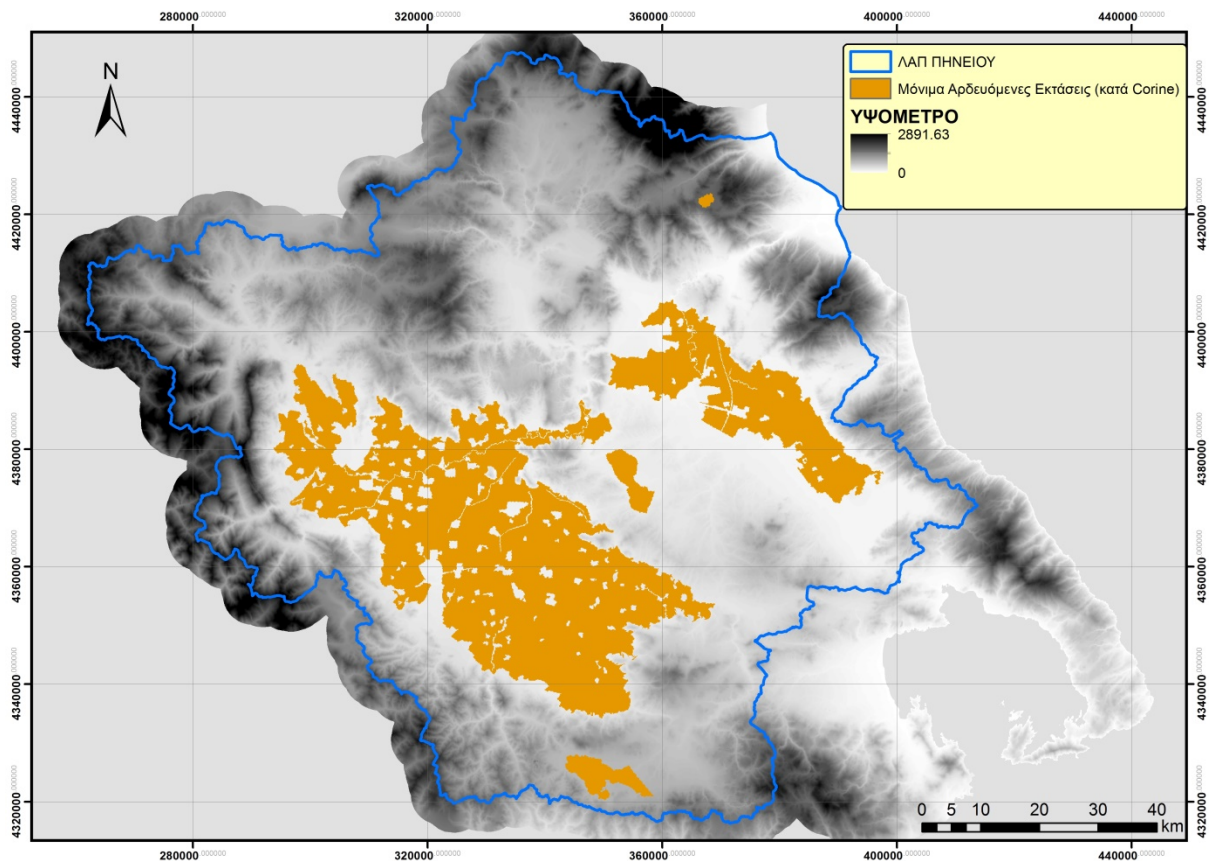
α/α	Στόχος ή περιορισμός	Κατηγορία	Προτεραιότητα
1	Άρδευση Αρδ. Κόμβου 1	Irrigation	3
2	Άρδευση Αρδ. Κόμβου 2	Irrigation	3
3	Άρδευση Τριχωνίδας-Λυσιμαχίας	Irrigation	3
4	Άρδευση Δυτικής Επέκτασης Δικτύου	Irrigation	3
5	Άρδευση Αντλιοστ. Αχελώου	Water Supply	4
6	Εμπλουτισμός Τριχωνίδας	Water Supply	4

5.12 Μοντελοποίηση γεωτρήσεων και απολήψεων από υπόγειους υδροφορείς

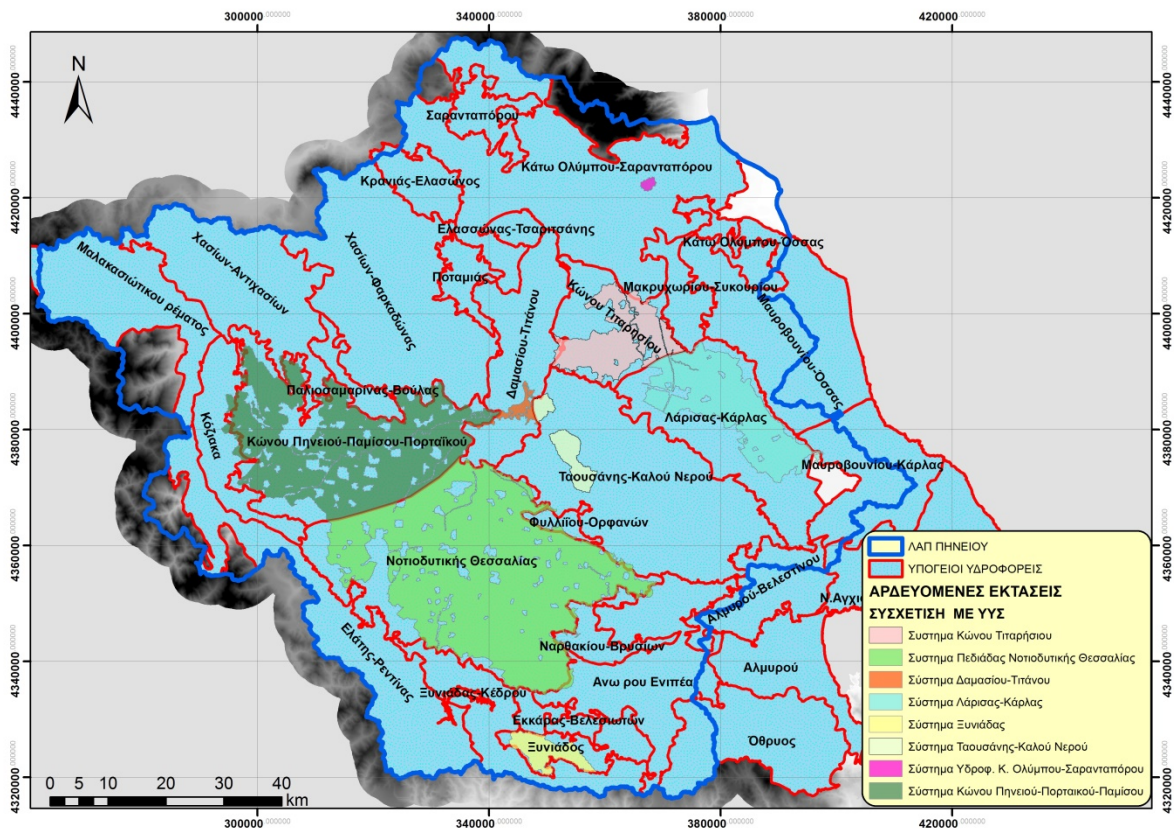
Μέχρι στιγμής έχει αναλυθεί η διαδικασία σχηματοποίησης όλου του δικτύου που σχετίζεται με τα επιφανειακά νερά. Μεγάλο τμήμα όμως των απολήψεων του

υδροσυστήματος, κυρίως στη ΛΑΠ Πηνειού, προέρχεται από τα υπόγεια υδατικά συστήματα. Σε αυτά, εκτός της χρήσης γεωτρήσεων, περιλαμβάνεται και η πιο περιορισμένη σε όγκο εκμετάλλευση επιφανειακών πηγών (π.χ. Κεφαλόβρυσο, Μάτι Τυρνάβου) από υπόγειους υδροφορείς που εκφορτίζονται επιφανειακά. Βασική παραδοχή στο μοντέλο είναι πως λόγω του μεγέθους και της άμεσης σχέσης τους με τα υπόγεια νερά, οι απολήψεις από πηγές προσομοιώνονται ως κόμβοι γεωτρήσεων.

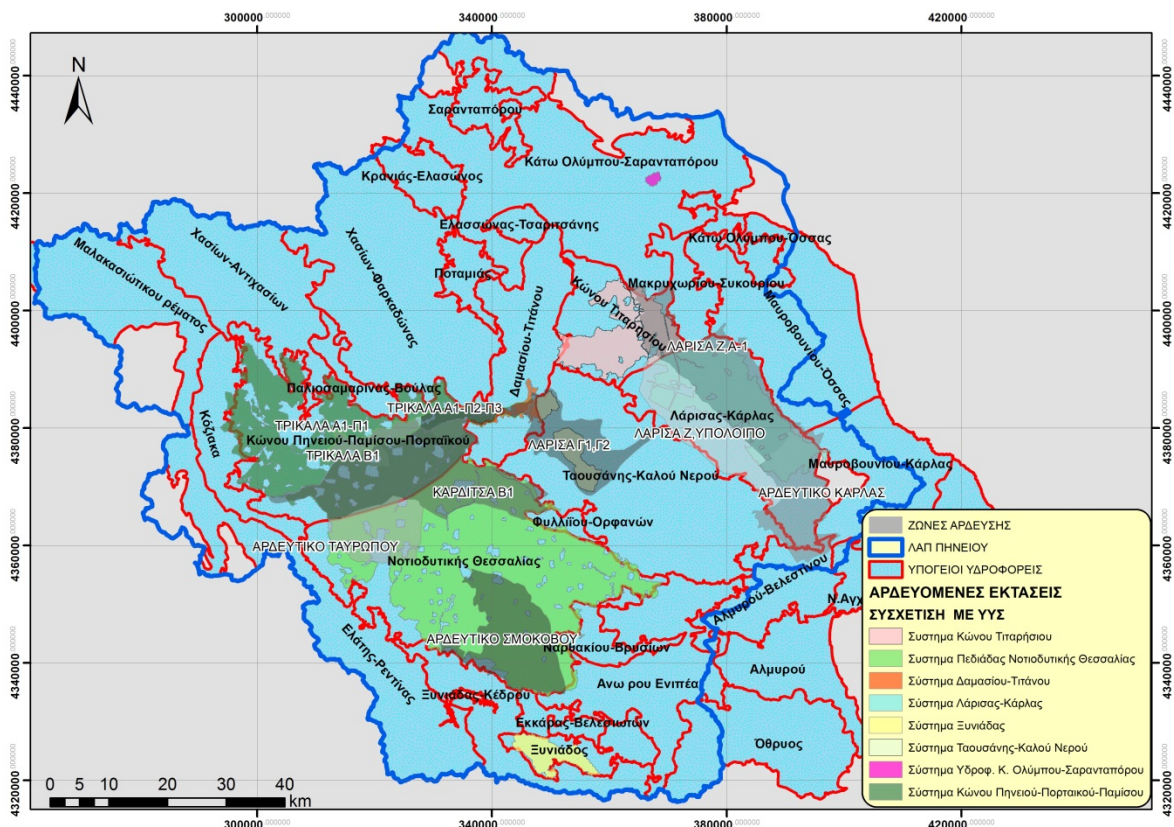
Τα διαθέσιμα δεδομένα για τον αριθμό των γεωτρήσεων και τα μεγέθη τους είναι πενιχρά, καθώς οι καταγεγραμμένες κρατικές γεωτρήσεις είναι κατά πολύ μικρότερες από τις ιδιωτικές, που στην πλειονότητά τους είναι παράνομες, όπως έχει ήδη διατυπωθεί στο Κεφάλαιο 2. Συνεπώς, μια αναγωγή από χαρακτηριστικά γνωστών γεωτρήσεων πιθανόν να ήταν τελείως εσφαλμένη. Έτσι, στην παρούσα εργασία επιλέχτηκε η δυναμικότητα των γεωτρήσεων σε διάφορους αρδευτικούς κόμβους του μοντέλου να εκτιμηθεί από το ισοζύγιο του υπόγειου υδροφορέα όπου ανήκει. Έτσι, αν και η αβεβαιότητα παραμένει μεγάλη, σε επίπεδο υδροφορέα τηρείται τουλάχιστον η αναλογία των απολήψεων.



Εικόνα 5.38: Χάρτης μόνιμα αρδευόμενων εκτάσεων κατά Corine Land Cover 2000 στη ΛΑΠ Πηνειού.



Εικόνα 5.39: Συσχέτιση αρδευόμενων εκτάσεων της Εικόνας 5.35 με υπόγεια υδατικά συστήματα.



Εικόνα 5.40: Κύριοι αρδευτικοί κόμβοι του μοντέλου ανά υδροφόρα.

Το πρώτο βήμα ήταν ο καθορισμός της αρδεύσιμης έκτασης από κάθε υδροφορέα. Από το επίπεδο πληροφορίας «CLC_2000» του Ευρωπαϊκού Προγράμματος Corine Land Cover (βλ. Κεφάλαιο 2 και Εικόνα 2.5) δημιουργήθηκε ξεχωριστό επίπεδο με την κλάση που αντιστοιχεί σε χρήση γης «μόνιμα αρδευόμενες εκτάσεις» (Permanently Irrigated Land). Η πληροφορία αυτή παρουσιάζεται στον χάρτη της Εικόνας 5.38. Τονίζεται πως η αντιστοίχιση χρήσεων γης στο Corine γίνεται βάση της κυρίαρχης χρήσης ανάμεσα σε αυτές που εμπεριέχονται σε στοιχεία έκτασης 10 στρεμμάτων, συνεπώς υπάρχει μια απόκλιση από την πραγματικότητα, κυρίως για μεικτές καλλιέργειες (ξηρικές μαζί με αρδευόμενες) και μικρά αγροτεμάχια.

Μετά έγινε αντιστοίχιση των αρδευόμενων εκτάσεων σε υπόγειους υδροφορείς, ανάλογα με την γεωγραφική τους θέση (Εικόνα 5.39). Σε περιπτώσεις που μικρή μόνο έκταση σχετίζεται με κάποιον υδροφορέα στα όρια του, δεν ελήφθη υπόψη (για απλοποίηση) και η έκταση μεταφέρθηκε στον υδροφορέα που κατέχει την μεγαλύτερη έκταση. Παρατηρείται πως η πλειονότητα των γεωργικών εκτάσεων που αρδεύονται σε μόνιμη βάση εκτείνεται στους δύο διακριτούς υδρογεωλογικούς σχηματισμούς, της Δυτικής και της Ανατολικής Υδρογεωλογικής Λεκάνης, που περιγράφονται στο Κεφάλαιο 2. Ακόμη, υπάρχει απόλυτη γεωγραφική συσχέτιση με τους αρδευτικούς κόμβους που περιέχονται στο μοντέλο και σχετίζονται με απολήψεις ταυτόχρονα και επιφανειακών νερών από την εκτροπή Αχελώου (Εικόνα 5.40). Εξαιρεση αποτελούν τα μικρά αρδευτικά του άνω ρου του Τιταρησίου.

Ακολούθως καθορίστηκε ο Πίνακας 5.36, με τις αρδεύσιμες εκτάσεις ανά υπόγειο υδατικό σύστημα. Στη συνέχεια έγινε αναγωγή της έκτασης κάθε αρδευτικού κόμβου με την έκταση που αρδεύει ο αντίστοιχος υδροφορέας, και εκτιμήθηκε η δυναμικότητα των γεωτρήσεων που του αναλογούν (Πίνακας 5.37). Η δυναμικότητα εκτιμήθηκε με την παραδοχή πως τον Ιούλιο, που είναι ο πιο κρίσιμος μήνας από άποψη διαθεσιμότητας επιφανειακού νερού, πρέπει να είναι διαθέσιμο το 30% της συνολικής ετήσιας απόληψης.

Πίνακας 5.36: Αρδευόμενες εκτάσεις ανά ΥΥΣ στη ΛΑΠ Πηνειού.

Συσχέτιση εκτάσεων	Έκταση αρδ. περιοχών κατά Corine 2000 (στρ)	Ετήσια απόληψη (hm ³)
Σύστημα Δαμασίου - Τιτάνου	17 950	42.6
Σύστημα Κώνου Πηνειού - Πορταϊκού - Παμίσου	600 210	185.5
Σύστημα Λάρισας-Κάρλας	267 320	83.0
Σύστημα Ταουσάνης - Καλού Νερού	49 400	41.6
Σύστημα Πεδιάδας Νοτιοδυτικής Θεσσαλίας	1 044 040	144.0
Σύστημα Κώνου Τιταρήσιου	173 570	52.0
Εκτός μοντέλου ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ (απολήψεις μόνο από γεωτρήσεις)		
Σύστημα Υδροφοριών Κάτω Ολύμπου-Σαρανταπόρου	4 270	9.5
Σύστημα Ξυνιάδας	51 290	9.8
Σύνολο εντός του μοντέλου προσομοίωσης	2 152 490	548.7

Πίνακας 5.37: Κόμβοι υδρονομία και συσχέτιση τους με ΥΥΣ.

Κόμβος ή τμήμα κόμβου	Έκταση (στρέμματα)	Μέρος του ΥΥΣ	Μέγιστη απόληψη (hm ³)	Δυναμικότητα γεωτρήσεων (m ³ /s)
Τρίκαλα Α1 - Π2-Π3	23 800	Σύστημα κώνου Πηνειού-Πορταϊκού-Παμίσου	7.36	0.84
Αρδευτικό Ταυρωπου-1	114 000	Σύστημα πεδιάδας Νοτιοδυτικής Θεσσαλίας	15.72	1.79
Καρδίτσα Β1,Πην,Πορτ	172 725	Σύστημα κώνου Πηνειού-Πορταϊκού-Παμίσου	53.38	6.08
Επιμερισμός Σε:	Μέγας	79420 στρέμματα	24.55	2.79
	ΑΒ1.4	9500 στρέμματα	2.94	0.33
	ΑΒ1.5	24180 στρέμματα	7.47	0.85
	ΔΒ1.1-1.2	55500 στρέμματα	17.15	1.95
	Παλαμάς-1	4125 στρέμματα	1.27	0.15
Λάρισα Γ1,Γ2	108 357	Σύστημα Ταουσάνης-Καλού Νερού	91.25	10.39
Αρδευτικό Κάρλας	175 000	Σύστημα Λάρισας-Κάρλας	26.90	3.06
Λάρισα Ζ, Α-1	215 000	Σύστημα Λάρισας-Κάρλας	33.05	3.76
Λάρισα Ζ, Υπόλοιπο	150 000	Σύστημα Λάρισας-Κάρλας	23.06	2.62
Αρδευτικό Σμοκόβου	136 000	Σύστημα πεδιάδας Νοτιοδυτικής Θεσσαλίας	18.76	2.14
Τρίκαλα Β1	19 600	Σύστημα κώνου Πηνειού-Πορταϊκού-Παμίσου	6.06	0.69
Τρίκαλα Α1-Π1	33 300	Σύστημα κώνου Πηνειού-Πορταϊκού-Παμίσου	10.29	1.17
Λάρισα Ζ, Α-1	65 000	Σύστημα κώνου Τιταρήσιου	19.47	2.22
Τρίκαλα Α1-Π2-Π3,Κωνος Δαμασίου	6 500	Σύστημα Δαμασίου-Τιτάνου	15.43	1.76
Καρδίτσα Β1	105 675	Σύστημα πεδιάδας Νοτιοδυτικής Θεσσαλίας	14.58	1.66
Επιμερισμός Σε:	Ιτέα-Φύλλο	32970 στρέμματα	4.55	0.52
	ΚΒ1.1(Σοφαδίτη-Φαρσαλιώτη)	45380 στρέμματα	6.26	0.71
	Παλαμάς-2	27325 στρέμματα	3.77	0.43
Λάρισα Γ1,Γ2,Δαμασι	9 143	Σύστημα Δαμασίου-Τιτάνου	21.70	2.47
Δαμάσι	11 000	Σύστημα Δαμασίου-Τιτάνου	3.40	0.39
Μεσενικόλας	3 200	Νοτιοδυτική Θεσσαλία	0.44	0.05
Ξυνονέρι	6 000	Νοτιοδυτική Θεσσαλία	0.83	0.09
Αγιοπηγή	22 771	Νοτιοδυτική Θεσσαλία	3.14	0.36
Μάτι Τυρνάβου	85 000	Σύστημα κώνου	25.47	2.90

		Τιταρήσιου		
Τύρναβος-Βλαχ-Βερδ	26 000	Σύστημα κώνου Τιταρήσιου	7.79	0.89
Παλαιοχώρα-Συκιά	10 000	Σύστημα Ποταμιάς (λόγω γνωστής θέσης)	6.00	0.68
Ελασσόνα-Τσαριτσάνη	20 000	Σύστημα Ελασσόνας-Τσαριτσάνης (λόγω γνωστής θέσης)	0.60	0.07

5.14 Χαρακτηριστικά στοιχείων του μοντέλου που καθορίστηκαν έπειτα από προσομοίωση

Η διαδικασία της σχηματοποίησης είναι δυναμική, με την έννοια ότι η ανάδραση από τη προσομοίωση ενδέχεται να επιφέρει αλλαγές σε αυτή. Παρατηρώντας το μοντέλο σε λειτουργία, εξάγονται συμπεράσματα για την ορθή ή μη προσομοίωση της πραγματικής κατάστασης και αξιολογούνται οι απλοποιήσεις της προσομοίωσης και λαμβάνονται αποφάσεις για χαρακτηριστικά που δεν είναι εκ των προτέρων γνωστά. Έτσι και δω από αρχικές δοκιμαστικές προσομοιώσεις, παρόμοιες με αυτές που περιγράφονται στο *Κεφάλαιο 7*, έγιναν αλλαγές στη σχηματοποίηση. Συγκεκριμένα:

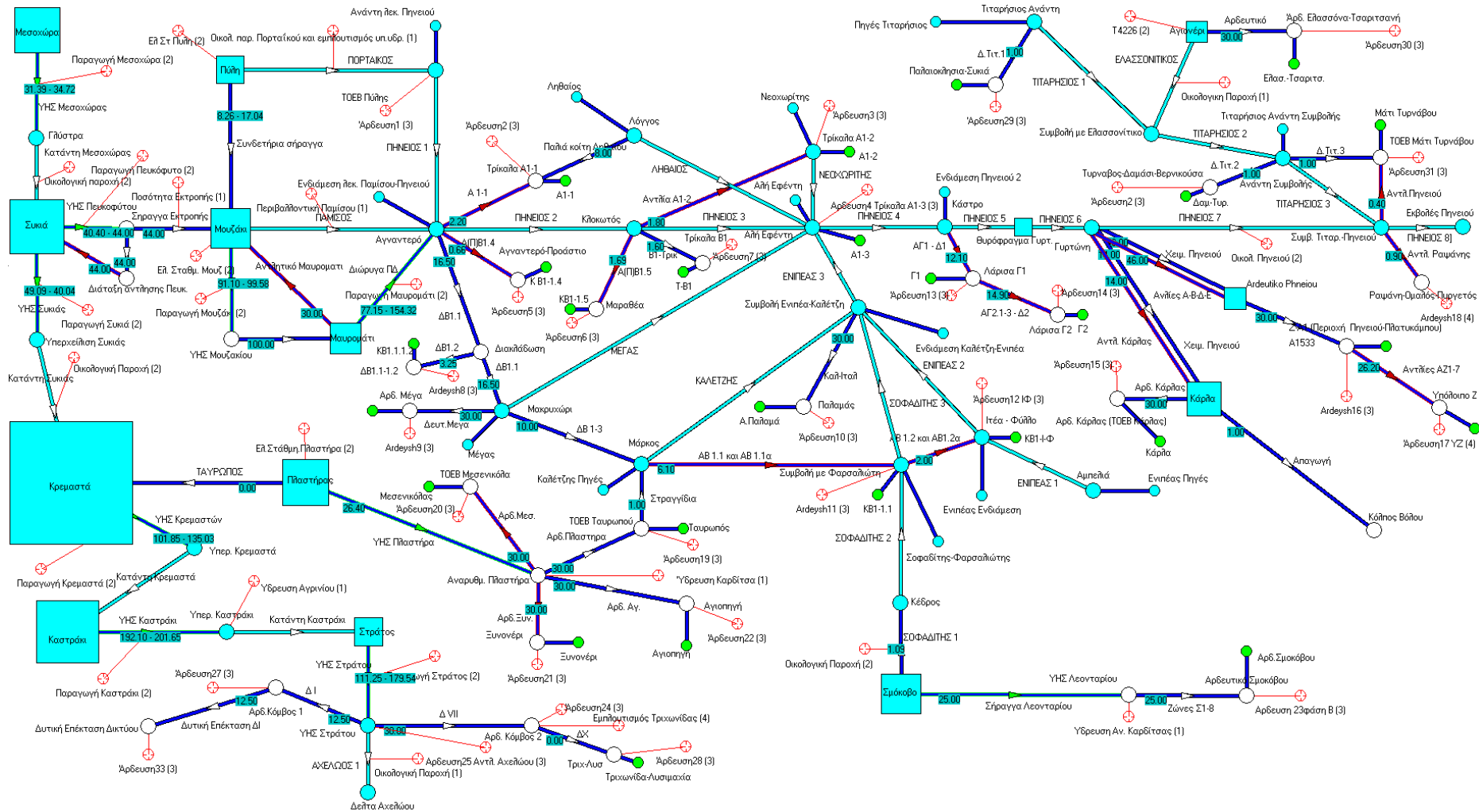
- Στην πραγματικότητα μεταφέρεται νερό από τον Πλαστήρα στην Λάρισα μέσω του αποστραγγιστικού δικτύου του ΤΟΕΒ Ταυρωπού. Ο Υδρονομέας στην παρούσα έκδοσή του αδυνατεί να προσομοιώσει την ροή στραγγιδίων από έναν αρδευτικό κόμβο σε άλλον. Επομένως λόγω του κοινού στοιχείου σύνδεσης των κόμβων «ΤΟΕΒ Ταυρωπού» και «Μάρκου» ο Υδρονομέας επιδιώκει να μοιράσει νερό από τον ταμιευτήρα Πλαστήρα σε όσους αρδευτικούς κόμβους υπάρχουν κατάντη αυξάνοντας την αστοχία τοπικά στους στόχους της περιοχής Π4. Έτσι αποφεύγεται υψηλή τιμή παροχетеυτικότητας και επιλέγεται μια μικρή ποσότητα $1 \text{ m}^3/\text{s}$ για την οποία παρατηρείται πως η κάλυψη του στόχου ύδρευσης εξασφαλίζεται πάντα και η αστοχία του ΤΟΕΒ Ταυρωπού κυμαίνεται στο 10%.
- Παρόμοια λογική επικράτησε και στη περίπτωση του ταμιευτήρα Σμοκόβου. Το έργο αυτό χαρακτηρίζεται στις προσομοιώσεις από αδυναμία επίτευξης των στόχων τόσο της ύδρευσης όσο και της άρδευσης. Προκειμένου να μην επιδιώκεται να τροφοδοτηθούν επιπλέον κατάντη ζητήσεις, αποφασίστηκε η αντικατάσταση του στοιχείου ποταμού «Σοφαδίτης 1» με αγωγό περιορισμένης παροχетеυτικότητας ίσης με την οικολογική παροχή.
- Το στοιχείο ποταμού «Ταυρωπός» επίσης αντικαταστάθηκε με αγωγό μηδενικής παροχетеυτικότητας, καθώς υπήρχαν περιπτώσεις όπου για να επιτευχθούν στόχοι παραγωγής ενέργειας ο ταμιευτήρας Ταυρωπού έστελνε νερό στα Κρεμαστά. Κάτι παρόμοιο δεν θα συνέβαινε ποτέ στην πραγματικότητα.
- Κατά την διαδικασία βελτιστοποίησης της παραγωγής ενέργειας του συστήματος (*Κεφάλαιο 7*) καταστρατηγούταν ο στόχος οικολογικής παροχής Πόρταικού και Παμίσου προς όφελος της παραγωγής ενέργειας στο ΥΗΣ Μουζακίου. Έτσι τέθηκαν στόχοι

διατήρησης αποθέματος στους ταμειυτήρες Πύλης και Μουζακίου ίσο με το τριπλάσιο της μηνιαίας περιβαλλοντικής παροχής σε όγκο. Οι στόχοι αυτοί τέθηκαν σε προτεραιότητα 2 ενώ οι περιβαλλοντικοί αναβαθμίστηκαν σε προτεραιότητα 1.

5.15 Συνολική σχηματοποίηση, πίνακας στόχων και κατηγοριοποίηση.

Κλείνοντας την περιγραφή της σχηματοποίησης παρουσιάζεται συνολικά το μοντέλο στην *Εικόνα 5.40*. Επίσης στους Πίνακες 5.38-40 δίνονται συνοπτικά όλα τα στοιχεία και οι στόχοι που απαρτίζουν το μοντέλο. Ειδικά για την περίπτωση των στόχων γίνεται η διάκριση ανάμεσα στους σημαντικούς για την διαδικασία της βελτιστοποίησης – προσομοίωσης όπως αναλύεται στο *Κεφάλαιο 7*. Οι στόχοι που θεωρούνται σημαντικοί είναι εκείνοι οι οποίοι μπορούν να αποτελέσουν ορθούς δείκτες για τις κατηγορίες των αστοχιών ώστε να συγκριθούν τα διαφορετικά σενάρια μεταξύ τους. Έτσι:

- Για την αστοχία της ύδρευσης τίθεται η κατηγορία «1». Αφορά όλους τους στόχους ύδρευσης.
- Για την αστοχία των περιβαλλοντικών στόχων τίθεται η κατηγορία «2». Αφορά τους περιορισμούς οικολογικής παροχής και διατήρησης αποθεμάτων. Εξαιρούνται ο στόχος στον Ελασσονίτικο καθώς βρίσκεται στη σχετικά αυτόνομη περιοχή Τιταρησίου (δεν έχει σχέση με την εκτροπή Αχελώου) και τα αποθέματα Αγιονερίου, Πύλης, Μουζακίου επειδή αποτελούν βοηθητικούς στόχους και όχι περιβαλλοντικούς. Οι εξαιρέσεις ανήκουν στην κατηγορία 7 και δεν είναι σημαντικές για το σύστημα.
- Για την αστοχία των στόχων παραγωγής ενέργειας τίθεται η κατηγορία «3». Λόγω της ανισοκατανομής της ζήτησης άρδευσης ανάμεσα στην χειμερινή και θερινή περίοδο επηρεάζεται ιδιαίτερα και δεν χρησιμοποιείται ως δείκτης στο σύστημα.
- Για την αστοχία της άρδευσης τίθεται η κατηγορία «4» για τους στόχους που αποτελούν δείκτη του συστήματος (σχετίζονται άμεσα με την εκτροπή Αχελώου) και «5» για αυτούς που ανήκουν στην περιοχή Τιταρησίου και Τριχωνίδας Λυσιμαχίας. Το σκεπτικό διάκρισης αναλύεται στο *εδάφιο 7.2*.
- Ο στόχος της εκτροπής λόγω αριθμητικής ευαισθησίας φαίνεται να αστοχεί συχνά στην προσομοίωση και άρα δεν μπορεί να θεωρηθεί δείκτης, απλώς ελέγχεται στα αποτελέσματα ο μέσος όρος της παροχής. Τίθεται η κατηγορία «6».



Εικόνα 5.41: Ολόκληρο το μοντέλο του υδρουσυστήματος ΛΑΠ Αχελώου-ΛΑΠ Πνηγείου.

Πίνακας 5.38: Συνολικός πίνακας στόχων του μοντέλου. Διατηρείται η αρίθμηση του Υδρονομέα. Η κατάταξη έγινε με την κατηγορία αστοχίας-δείκτη. Οι κατηγορίες 1,2,4 αποτελούν δείκτη του συστήματος. (Κεφάλαιο 7).

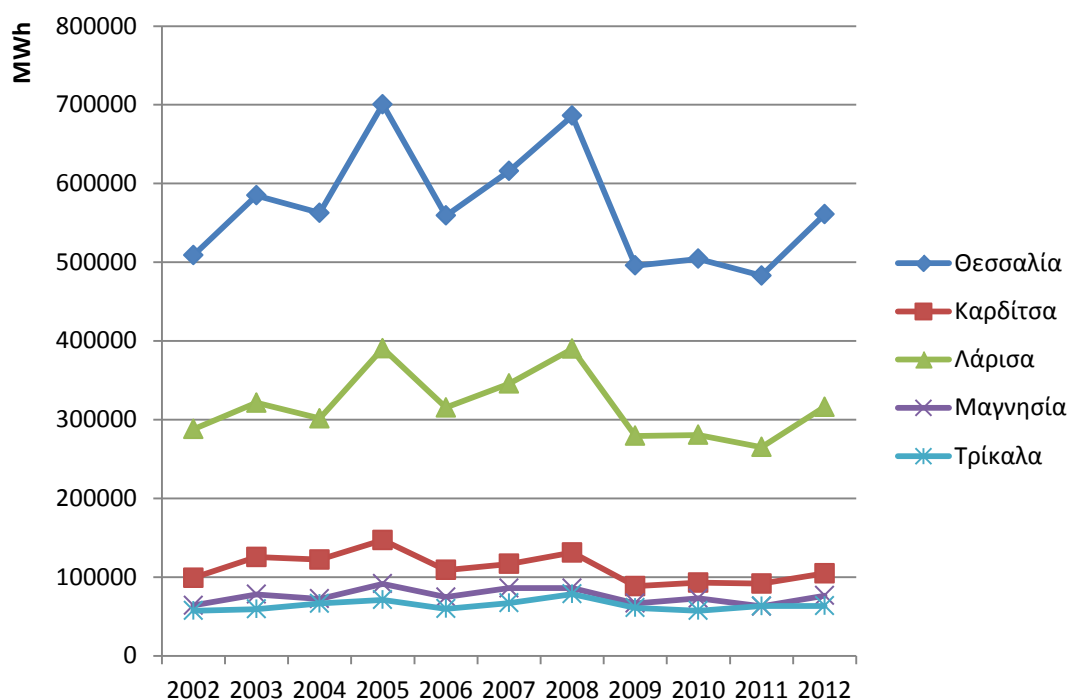
Στόχος	Προτ-Κατηγορία αστοχίας		Στόχος	Προτ-Κατηγορία αστοχίας	
1) Υπερ. Καστράκι - Water supply	1	1	35) Παλαμάς - Irrigation	3	4
3) Αναρρυθμ. Πλαστήρα - Water supply	1	1	36) Αρδ. Μέγα - Irrigation	3	4
6) ΥΗΣ Λεονταρίου - Water supply	1	1	37) ΤΟΕΒ Μεσσηνικόλα - Irrigation	3	4
2) ΑΧΕΛΩΟΣ 1 - Min. flow	1	2	38) Ξυνονέρι - Irrigation	3	4
7) ΠΟΡΤΑΙΚΟΣ - Min. flow	1	2	40) Ιτέα - Φύλλο - Irrigation	3	4
8) ΠΑΜΙΣΟΣ - Min. flow	1	2	43) Λάρισα Γ2 - Irrigation	3	4
9) Κατάντη Συκιάς - Min. flow	2	2	44) Τρίκαλα Α1-2 - Irrigation	3	4
12) Κατάντη Μεσοχώρας - Min. flow	2	2	45) Αγναντερό-Προάστιο - Irrigation	3	4
13) Πλαστήρας - Min. volume	2	2	46) Μαραθέα - Irrigation	3	4
17) ΠΗΝΕΙΟΣ 7 - Min. flow	2	2	47) Τρίκαλα Β1 - Irrigation	3	4
19) ΣΟΦΑΔΙΤΗΣ 1 - Min. flow	1	2	49) Αλή Εφέντη - Irrigation	3	4
55) Αρδ. Κόμβος 2 - Water supply	2	2	50) Συμβολή με Φαρσαλιώτη - Irrigation	3	4
10) ΥΗΣ Συκιάς - Power generation	2	3	51) ΔΒ1.1-1.2 - Irrigation	3	4
11) ΥΗΣ Μεσοχώρας - Power generation	2	3	52) Τρίκαλα Α1-1 - Irrigation	3	4
14) ΥΗΣ Κρεμαστών - Power generation	2	3	54) ΥΗΣ Στράτου - Irrigation	3	4
15) ΥΗΣ Καστράκι - Power generation	2	3	56) Υπόλοπο Ζ - Irrigation	4	4
16) ΥΗΣ Στράτου - Power generation	2	3	57) Ραψάνη-Ομαλός-Πυργετός - Irrigation	4	4
18) ΥΗΣ Πευκοφύτου - Power generation	2	3	25) Άρδ. Ελασσόνα-Τσαριτσανή - Irrigation	3	5
20) ΥΗΣ Μουζακίου - Power generation	2	3	39) Δυτική Επέκταση Δικτύου - Irrigation	3	5
21) Διώρυγα ΠΔ - Power generation	2	3	41) Τυρναβος-Δαμάσι-Βερνικούσα - Irrigation	3	5
26) Αρδευτικό Σμοκόβου - Irrigation	3	4	42) ΤΟΕΒ Μάτι Τυρνάβου - Irrigation	3	5
27) Αγιοπηγή - Irrigation	3	4	48) Παλαιοκλησια-Συκιά - Irrigation	3	5
28) Αρδ. Κόμβος 2 - Irrigation	3	4	53) Τριχ-Λυσο - Irrigation	3	5
29) Αρδ.Κόμβος 1 - Irrigation	3	4	5) Σηραγγα Εκτροπής - Const. flow	1	6
30) ΤΟΕΒ Πύλης - Irrigation	3	4	4) ΕΛΑΣΣΟΝΙΤΙΚΟΣ - Min. flow	1	7
31) Αρδ. Κάρλας - Irrigation	3	4	22) Πύλη - Min. volume	2	7
32) Ζ-Α1) - Irrigation	3	4	23) Αγιονέρι - Min. volume	2	7
33) Λάρισα Γ1 - Irrigation	3	4	24) Μουζάκι - Min. volume	2	7
34) ΤΟΕΒ Ταυρωπού - Irrigation	3	4			

5.16 Ενεργειακά δεδομένα

Για το σκοπό του καθορισμού της ενεργειακής κατανάλωσης των γεωτρήσεων του μοντέλου έγινε μια χονδρική εκτίμηση του δείκτη ειδικής ενέργειας (kWh/m^3) από τα διαθέσιμα δεδομένα του ΔΕΣΜΗΕ (<http://www.desmie.gr/>) σχετικά με την αγροτική χρήση ηλεκτρικού ρεύματος στην Θεσσαλία. Συγκεκριμένα από το ΓΠΣ που αναπτύχθηκε, έγινε μια αναγωγή του όγκου που εκρέει από κάθε υπόγειο υδροφορέα σε κάθε νομό της Θεσσαλίας. Με την παραδοχή ότι κυρίως η αγροτική χρήση αφορά τις καταναλώσεις από γεωτρήσεις εκτιμήθηκε η μέση κατανάλωση αγροτικού ρεύματος στους Νομούς Τρικάλων, Καρδίτσας και Λάρισας. Για τις παρακάτω περιοχές χρησιμοποιείται ίδια τιμή με των περιοχών της Λάρισας λόγω εγγύτητας. Έτσι καθορίστηκαν τιμές 0.5 kWh/m^3 στην περιοχή Τρικάλων, 0.85 kWh/m^3 στην περιοχή Καρδίτσας και 1.5 kWh/m^3 στην περιοχή Λάρισας-Κάρλας. Στον Πίνακα και Εικόνα δίνονται τα ενεργειακά στοιχεία.

Πίνακας 5.39: Ενεργειακή κατανάλωση στη Θεσσαλία για αγροτικές χρήσεις.

MWh/Ετος	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	M.O.	Υπόγεια(m^3)	kWh/m^3
Θεσσαλία	508804	584775	562742	700408	559200	615772	685957	495732	504225	483053	560892	569233	705400000	0.99
Καρδίτσα	99173	125550	122197	147037	109080	116708	131277	88569	93089	91706	104724	111737	171800000	0.86
Λάρισα	288002	321517	301586	390578	315502	345768	390033	279454	280597	265154	316180	317670	258800000	1.51
Μαγνησίας	64113	78256	72389	91630	74741	86074	86105	66687	73027	62902	76528	75677	-	-
Τρικάλων	57516	59452	66570	71163	59877	67222	78540	61021	57511	63291	63459	64148	146700000	0.49



Εικόνα 5.42: Εξέλιξη ενεργειακής κατανάλωσης για αγροτικές χρήσεις στη Θεσσαλία.

5.17 Περιοχές της ΛΑΠ Πηνειού εκτός μοντέλου.

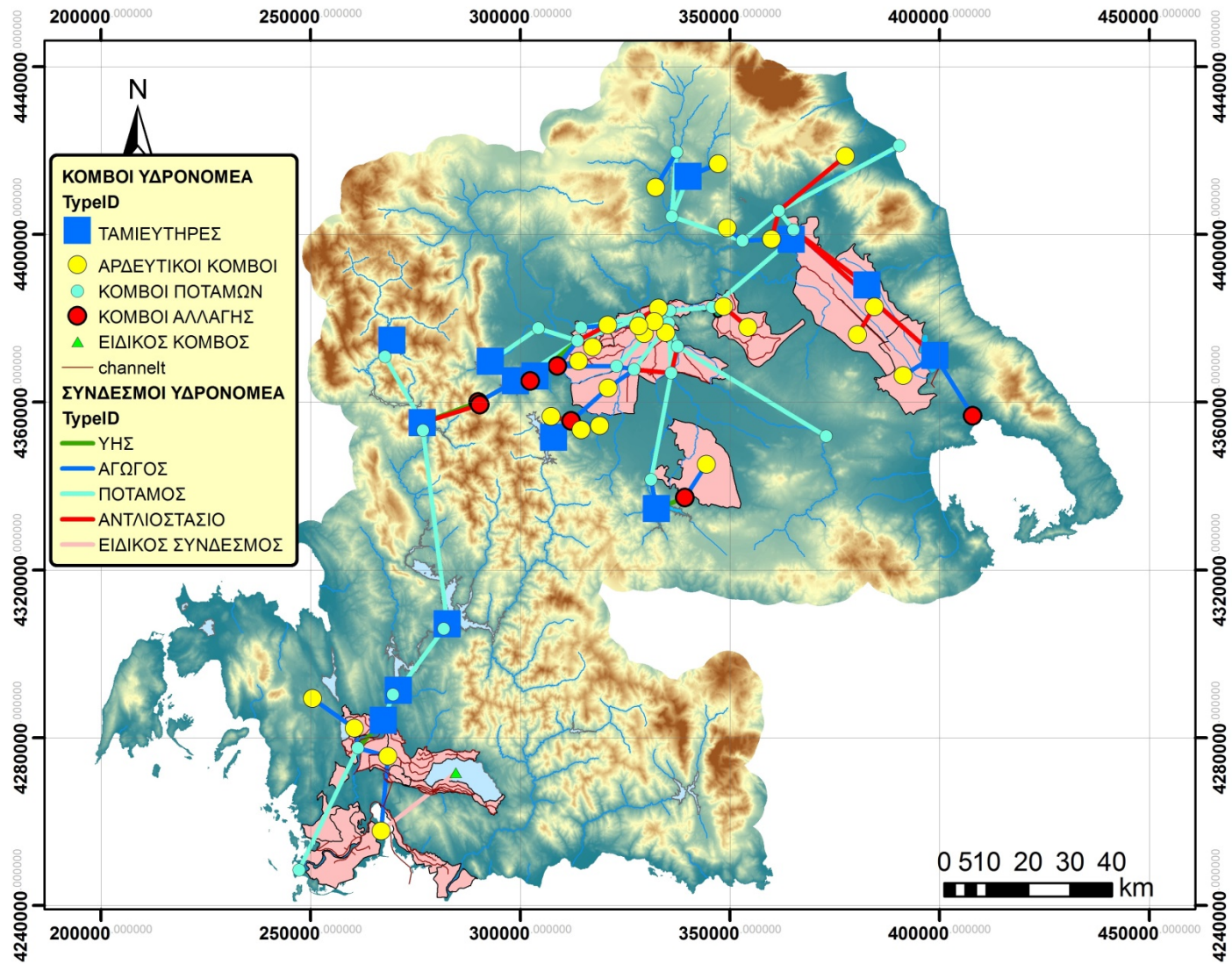
Στο μοντέλο περιέχεται συνολικά ένα πολύ μεγάλο κομμάτι των ζητήσεων της ΛΑΠ Πηνειού. Σημαντικό επίσης είναι ότι περιέχει το σύνολο των χρηστών με δυνατότητα απόληψης επιφανειακού νερού και το μεγαλύτερο μέρος των συλλογικών αρδευτικών δικτύων. Στο μοντέλο προσομοίωσης έχουν ενταχθεί 1 525 000 στρέμματα καλλιεργήσιμης γης με την ανάπτυξη όλων των εγγειοβελτιωτικών έργων της «Α1» φάσης. Παρόλα αυτά υπάρχει ένα σημαντικό μέρος των αρδευόμενων εκτάσεων που θεωρείται ότι συνεχίζει τις απολήψεις από γεωτρήσεις. Στο κεφάλαιο 2 έγινε η εκτίμηση πως περίπου 2 500 000 στρέμματα αρδεύονται στη ΛΑΠ Πηνειού. Έτσι έχει διαχειριστικό ενδιαφέρον να εξεταστεί ποιες περιοχές με γνωστά στοιχεία μένουν εκτός μοντέλου. Το υπόλοιπο αφορά κυρίως ιδιώτες. Συγκεντρωτικά παρουσιάζονται γνωστά συλλογικά αρδευτικά δίκτυα στον Πίνακα 5.40. Υπάρχει μια ακόμα γνωστή ζήτηση περίπου 416 hm³ από επιπλέον 600 000 στρεμμάτων καλλιεργειών.

Πίνακας 5.40: Γνωστές περιοχές ΛΑΠ Πηνειού εκτός μοντέλου (άρδευση μόνο από γεωτρήσεις).

Περιοχή	Έκταση (στρέμματα)	Ζήτηση (hm ³)
Τρίκαλα εκτός Α1,Α2	49059	34.34
Εκτάσεις Ζ-ΔΓ4	100000	70.00
Ξυνιάδα	51290	35.90
Καρδίτσα Β2	150000	105.00
Τρίκαλα Α2	62000	43.40
Σμόκοβο υπόλοιπα	88000	61.60
ΤΟΕΒ Αγίας Σοφίας	24000	16.8
Εκτάσεις 'Δέλτα' (όχι αρδ. δίκτυο)	65000	45.5
Καρυά Ολύμπου	3000	2.1
Αργυροπούλι	2300	1.61
Σύνολο	594649	416.25

5.18 Στοιχεία Υδρονομία σε σχέση με το φυσικό περιβάλλον

Στην Εικόνα 5.43 παρουσιάζεται αδρομερώς η χωρική συσχέτιση των συνιστωσών του μοντέλου που αναπτύχθηκε στον Υδρονομία με τα χωρικά δεδομένα που περιγράφηκαν στο Κεφάλαιο 4.



Εικόνα 5.43: Σχέση συνιστωσών μοντέλου με χωρικά δεδομένα Κεφαλαίου 4.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : Υδρολογικές χρονοσειρές εισόδου

6.1 Συνοπτική περιγραφή εργασιών

Από την διαδικασία σχηματοποίησης που προηγήθηκε, διαμορφώθηκαν οι θέσεις στις οποίες πρέπει να εισαχθούν χρονοσειρές εισόδου του μοντέλου προσομοίωσης της λειτουργίας του υδροσυστήματος. Οι χρονοσειρές που ενδιαφέρουν το μοντέλο είναι οι απορροές των υπολεκανών που συμβάλλουν στους κόμβους του υδρογραφικού δικτύου (ποτάμια) ή τροφοδοτούν ταμιευτήρες, καθώς και οι χρονοσειρές βροχόπτωσης και εξάτμισης στην επιφάνεια των λιμνών και ταμιευτήρων.

Αρχικά, καταρτίστηκαν οι χρονοσειρές των αντίστοιχων ιστορικών υδρολογικών διεργασιών στις θέσεις ενδιαφέροντος. Για τον σκοπό αυτό, αναζητήθηκαν ιστορικά δεδομένα της περιοχής (πρωτογενείς μετρήσεις ή επεξεργασμένα δεδομένα), σε σημεία όσο το δυνατόν πλησιέστερα στους κόμβους του μοντέλου προσομοίωσης. Τα ιστορικά δείγματα είχαν διαφορετικό μήκος, που σε κάθε περίπτωση είναι ανεπαρκές για την ασφαλή εκτίμηση πιθανοτικών μεγεθών, όπως η αξιοπιστία στην ικανοποίηση των υδατικών αναγκών και η παραγόμενη πρωτεύουσα ενέργεια. Για τον λόγο αυτό δημιουργήθηκαν με το λογισμικό Κασταλία συνθετικά ισοδύναμα δείγματα με μήκος 1000 χρόνια, που διατηρούν τα στατιστικά χαρακτηριστικά των αντίστοιχων ιστορικών⁹. Σε κάποιες περιπτώσεις, απαιτήθηκαν τροποποιήσεις των συνθετικών μεγεθών, με κατάλληλες τεχνικές αναγωγής, ώστε να αναπαράγουν τις διεργασίες ενδιαφέροντος στους κόμβους.

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται περιληπτικά οι σχετικές υδρολογικές επεξεργασίες που αφορούν στην κατάρτιση των ιστορικών δειγμάτων, την παραγωγή των συνθετικών χρονοσειρών και τις τελικές αναγωγές, για την προετοιμασία των υδρολογικών εισόδων του μοντέλου προσομοίωσης. Όλες οι χρονοσειρές των ιστορικών δεδομένων παρατίθενται στο Παράρτημα Ι.

6.2 Ιστορικές χρονοσειρές απορροών λεκανών ταμιευτήρων

Στους κόμβους που αναπαριστούν ταμιευτήρες είναι γνωστή η έκταση της ανάντη λεκάνης απορροής τους. Τα ιστορικά δείγματα απορροής καταρτίστηκαν είτε με βάση τα δεδομένα του μηνιαίου υδατικού ισοζυγίου του ταμιευτήρα (σε όλους τους ταμιευτήρες που είναι σε λειτουργία, με εξαίρεση τον Στράτο) είτε/και με βάση ανηγμένες μετρήσεις σε κοντινούς παροχομετρικούς σταθμούς. Τα δεδομένα αυτά αξιοποιήθηκαν για την παραγωγή των χρονοσειρών ύψους απορροής των υπολεκανών ανάντη των ταμιευτήρων του μοντέλου προσομοίωσης. Αναλυτικότερα :

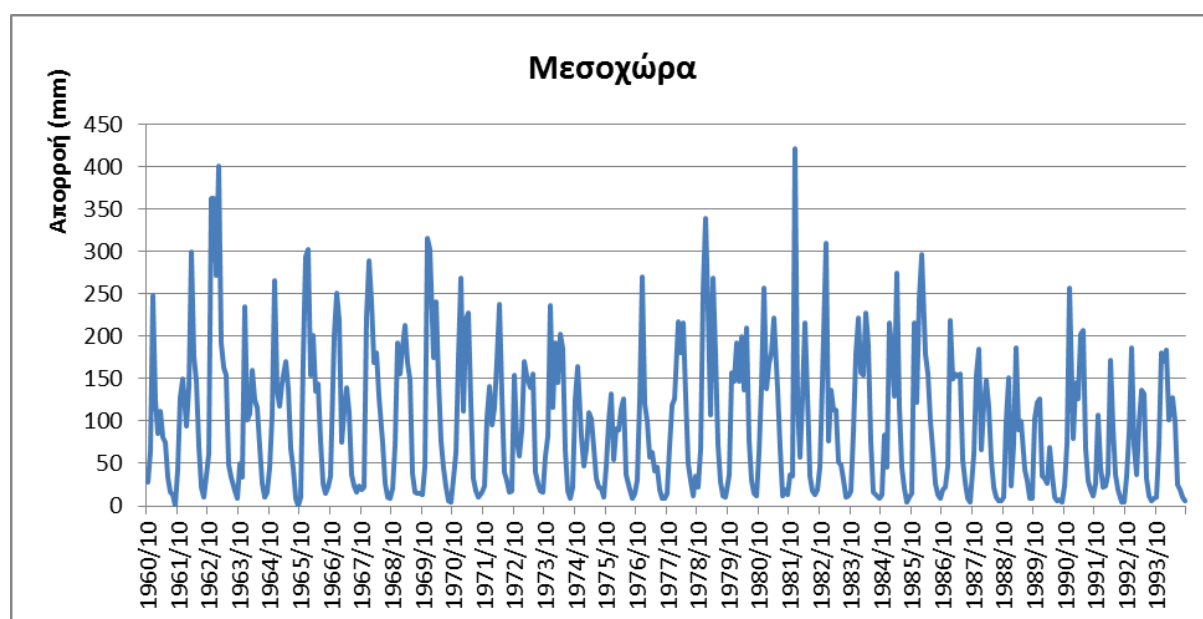
⁹ Οι συνθετικές χρονοσειρές θεωρητικά αναπαράγουν πιστά τα στατιστικά χαρακτηριστικά των ιστορικών όταν το μήκος τους είναι άπειρο. Έδώ θεωρήθηκε ότι το μήκος 1000 χρόνων είναι αρκετό ώστε τα αποτελέσματα να είναι αμερόληπτα.

6.2.1 Υπολεκάνη ανάντη φράγματος Μεσοχώρας

Για την απορροή της λεκάνης ανάντη της Μεσοχώρας υπάρχουν διαθέσιμα ιστορικά δεδομένα που έχουν προκύψει από αναγωγή δείγματος απορροής στο Αυλάκι με βάση το λόγο των επιφανειακών υψών βροχής των δύο λεκανών (Κουτσογιάννης, 1996). Η περίοδος του δείγματος είναι 1960 – 1994. Στον Πίνακα 6.1 δίνονται τα στατιστικά χαρακτηριστικά του ιστορικού δείγματος και στην Εικόνα 6.1 απεικονίζεται η χρονοσειρά.

Πίνακας 6.1: Στατιστικά χαρακτηριστικά λεκάνης ανάντη φράγματος Μεσοχώρας.

Μεσοχώρα (mm)													
Στ. Χαρακτ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
Μέση τιμή	39.85	107.94	196.18	151.62	144.05	148.49	160.85	123.18	49.53	22.71	11.58	12.55	1168.52
Τυπ. αποκλ.	32.47	65.86	91.59	89.90	77.13	56.67	54.64	44.75	18.30	7.58	4.23	8.28	299.78
Συντ. ασυμ.	2.08	1.86	0.24	0.49	1.14	0.13	0.25	-0.10	0.04	0.20	0.34	1.23	0.44
Αυτοσυσχ.	0.23	0.21	0.16	0.29	0.63	0.44	0.30	0.60	0.65	0.50	0.26	0.25	0.28
min	9.64	22.02	46.13	22.20	23.77	26.05	63.38	37.32	9.77	6.34	3.90	0.48	578.59
max	154.81	362.26	421.25	340.00	401.70	299.46	274.54	210.66	78.54	43.44	20.52	35.63	2079.84



Εικόνα 6.1: Ιστορική χρονοσειρά απορροής Μεσοχώρας.

6.2.2 Ενδιάμεση υπολεκάνη μεταξύ φραγμάτων Μεσοχώρας και Συκιάς

Το ιστορικό δείγμα της ενδιάμεσης λεκάνης απορροής από τη Μεσοχώρα ως το φράγμα Συκιάς προήρθε από παρόμοια αναγωγή των υδρομετρικών δεδομένων του Αυλακίου και έχει ίδια περίοδο 1960-1994 (Κουτσογιάννης, 1996).

Πίνακας 6.2: Στατιστικά χαρακτηριστικά λεκάνης μεταξύ Μεσοχώρας – Συκιάς.

Μεσοχώρα-Συκιά (mm)													
Στ. Χαρακτ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
Μέση τιμή	42.61	124.07	228.48	182.40	173.10	173.07	190.71	133.63	54.20	23.91	15.96	14.43	1356.58
Τυπ. αποκλ.	38.59	67.75	121.91	113.76	106.73	70.21	56.60	53.71	17.49	8.55	6.78	8.51	375.96
Συντ. ασυμ.	2.01	1.22	0.82	0.72	1.29	0.65	0.00	0.60	0.67	-0.01	0.46	0.92	0.86
Αυτοσυσχ.	0.36	0.37	0.23	0.29	0.59	0.42	0.47	0.59	0.52	0.58	0.53	0.08	0.28
min	6.24	23.23	48.54	28.63	27.81	43.55	65.70	38.98	26.01	5.51	0.01	0.89	704.97
max	168.50	348.72	546.03	473.05	530.46	358.42	323.62	269.60	96.05	42.04	37.09	35.45	2553.67



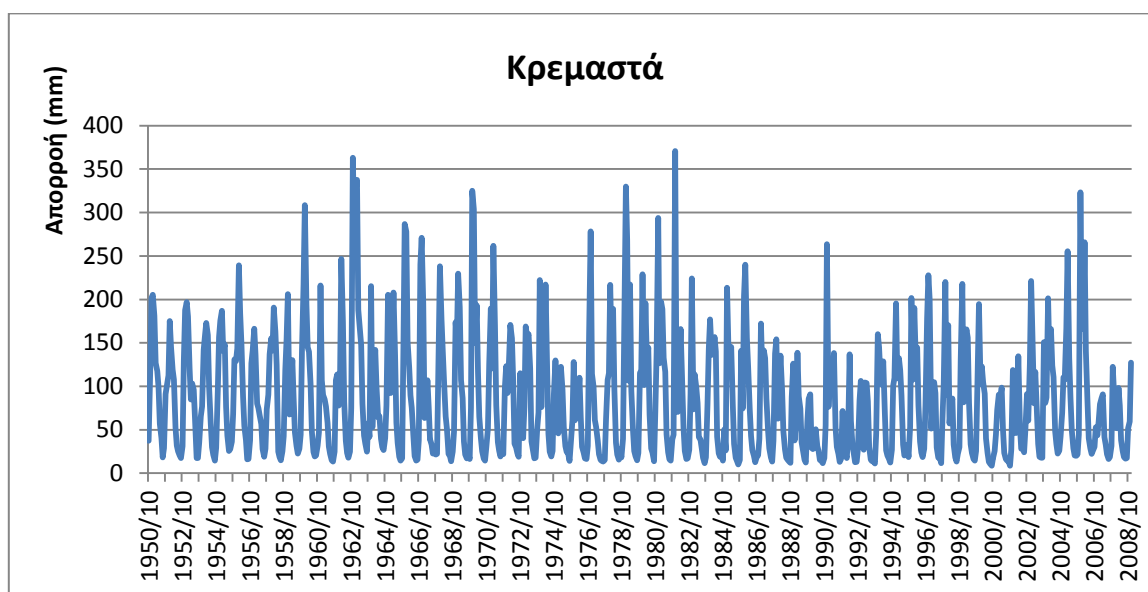
Εικόνα 6.2: Ιστορική χρονοσειρά απορροής Μεσοχώρας – Συκιάς.

6.2.3 Ενδιάμεση υπολεκάνη μεταξύ φραγμάτων Συκιάς και Κρεμαστών

Το διαθέσιμο ιστορικό δείγμα για τη συνολική λεκάνη ανάντη των Κρεμαστών προέρχεται από δύο πηγές. Η πρώτη καλύπτει την περίοδο 1950-1965 και αφορά σε επεξεργασμένα υδρομετρικά δεδομένα (Μιμίκου, 1980), ενώ η δεύτερη καλύπτει την περίοδο 1966-2008, κατά την οποία καταρτίστηκε το μηνιαίο υδατικό ισοζύγιο του ταμιευτήρα με βάση στοιχεία στάθμης και εκροών της ΔΕΗ, καθώς και εκτιμήσεις σχετικά με τις λουπές υδρολογικές εισροές και απώλειες (Κουτσογιάννης κ.ά., 2009). Η απορροή αφορά το σύνολο της ανάντη λεκάνης, έκτασης 3700 km². Με την κατασκευή των φραγμάτων Μεσοχώρας και Συκιάς, αυτό που ενδιαφέρει είναι η απορροή που παράγεται στην ενδιάμεση λεκάνη Συκιάς-Κρεμαστών, η έκταση της οποίας θα είναι 2395 km². Η εκτίμηση των απορροών της ενδιάμεσης λεκάνης, με αφαίρεση των απορροών που παράγονται στις υπολεκάνες Μεσοχώρας και μεταξύ Μεσοχώρας-Συκιάς, έγινε απευθείας στις συνθετικές χρονοσειρές, οι οποίες έχουν κοινό μήκος, καθώς σε διαφορετική περίπτωση θα έπρεπε να παραληφθεί σημαντικό τμήμα της ιστορικής χρονοσειράς απορροών των Κρεμαστών.

Πίνακας 6.3: Στατιστικά χαρακτηριστικά λεκάνης ανάντη φράγματος Κρεμαστών.

Κρεμαστά (mm)													
Στ. Χαρακτ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
Μέση τιμή	39.74	93.47	160.89	143.66	133.01	133.14	125.37	83.29	41.26	25.68	18.69	19.21	1018.37
Τυπ. αποκλ.	27.89	55.60	80.45	77.59	62.91	52.65	37.44	29.13	14.22	8.06	4.18	7.53	266.02
Συντ. ασυμ.	1.79	2.25	0.51	0.58	0.62	0.59	0.43	0.43	1.45	1.83	1.21	1.45	0.65
Αυτοσυσχ.	0.39	0.27	0.32	0.28	0.57	0.45	0.47	0.64	0.55	0.85	0.53	0.50	0.24
min	8.84	20.28	26.39	23.05	17.31	29.69	50.82	31.00	21.78	13.00	10.88	8.61	471.24
max	150.92	362.93	370.56	330.00	337.45	265.67	217.33	147.40	95.94	61.78	33.92	49.57	2067.99



Εικόνα 6.3: Ιστορική χρονοσειρά απορροής Κρεμαστών.

6.2.4 Ενδιάμεση υπολεκάνη μεταξύ φραγμάτων Κρεμαστών και Καστρακίου

Τα στοιχεία του ιστορικού δείγματος της λεκάνης μεταξύ του ταμιευτήρα Κρεμαστών και Καστρακίου προέρχονται από το μηνιαίο ισοζύγιο ταμιευτήρα Καστρακίου για την περίοδο 1969–2008, ενώ για την περίοδο 1966–1969 έγινε συμπλήρωση των δεδομένων με βάση το δείγμα στα Κρεμαστά (Κουτσογιάννης κ.ά., 2009).

Πίνακας 6.4: Στατιστικά χαρακτηριστικά λεκάνης ανάντη φράγματος Καστρακίου.

Καστράκι (mm)													
Στ. Χαρακτ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
Μέση τιμή	48.97	91.75	166.30	137.77	147.85	124.89	95.46	56.67	29.33	23.73	18.78	21.28	964.93
Τυπ. αποκλ.	43.38	52.06	91.09	75.20	71.36	66.59	47.26	25.97	19.77	14.94	13.35	15.67	280.97
Συντ. ασυμ.	2.82	1.39	0.92	0.62	0.29	1.15	0.99	0.68	1.39	0.73	0.80	0.95	-0.14
Αυτοσυσχ.	0.32	0.16	0.40	0.35	0.42	0.49	0.46	0.51	0.44	0.26	0.52	0.24	0.59
min	1.72	26.46	32.39	14.41	20.15	32.26	29.52	17.93	3.99	5.73	1.00	0.00	404.73
max	256.00	273.48	434.50	332.30	284.15	346.98	221.17	120.83	103.91	58.52	54.15	65.82	1520.09



Εικόνα 6.4: Ιστορική χρονοσειρά απορροής ανάντη φράγματος Καστρακίου.

6.2.5 Υπολεκάνη ανάντη φράγματος Πλαστήρα

Η προέλευση του ιστορικού δείγματος απορροών είναι από το μηνιαίο υδατικό ισοζύγιο του ταμιευτήρα για τις περιόδους 1961-2001 (Ευστρατιάδης κ.α, 2002) και 2002–2010 (Efstratiadis & Hadjibiros, 2011). Τα πρωτογενή δεδομένα λειτουργίας του ταμιευτήρα προέρχονται από τη ΔΕΗ.

Πίνακας 6.5: Στατιστικά χαρακτηριστικά λεκάνης ανάντη φράγματος Πλαστήρα.

Πλαστήρας (mm)													
Στ. Χαρακτ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
Μέση τιμή	41.8	76.9	156.1	134.3	143.0	161.0	137.3	81.2	28.1	18.5	13.5	9.7	994.5
Τυπ. αποκλ.	43.0	60.3	83.9	81.6	83.0	66.1	61.6	43.0	15.1	8.5	13.4	9.9	307.7
Συντ. ασυμ.	1.43	2.30	0.42	0.61	1.41	0.19	0.73	0.88	2.37	0.12	2.95	2.21	0.60
Αυτοσυσχ.	0.250	0.388	0.414	0.360	0.327	0.271	0.189	0.430	0.095	0.086	0.269	-0.127	0.241
min	0.2	4.5	20.3	13.1	30.6	20.5	41.7	17.0	12.4	1.4	0.0	0.0	294.9
max	177.9	342.4	368.7	322.4	468.2	319.2	286.2	219.0	97.9	40.0	81.3	48.0	2135.0



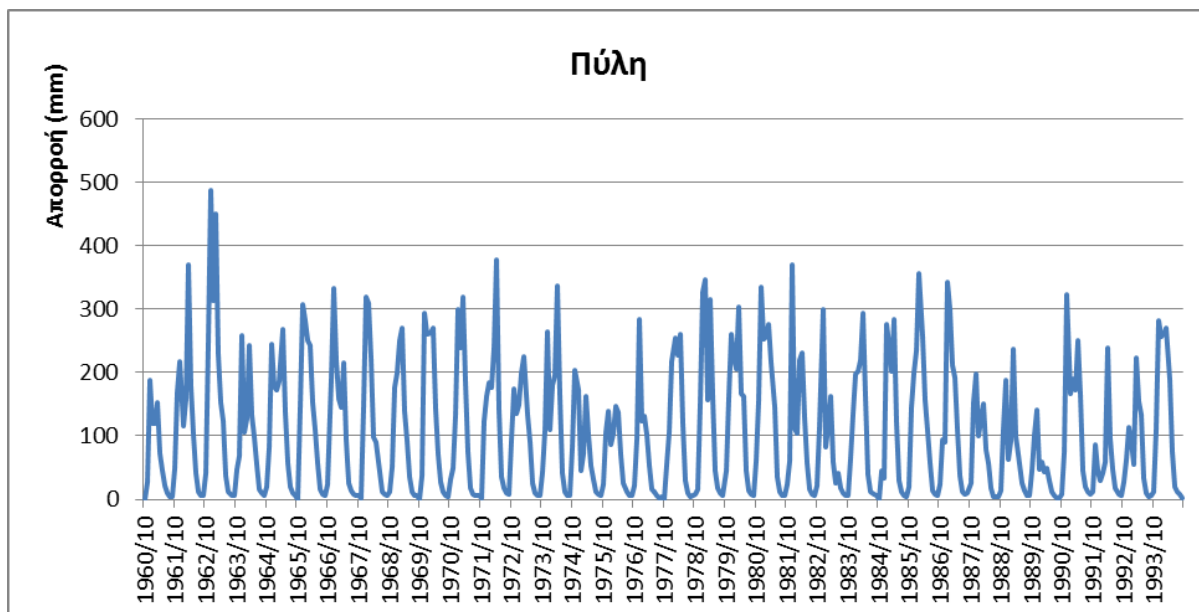
Εικόνα 6.5: Ιστορική χρονοσειρά απορροής ανάντη φράγματος Πλαστήρα.

6.2.6 Υπολεκάνες ανάντη φραγμάτων Πύλης και Μουζακίου

Στις θέσεις όπου θα κατασκευαστούν τα φράγματα Μουζακίου και Πύλης δεν διατίθενται αξιόπιστα πρωτογενή δείγματα παροχών, παρόλο που οι σταθμοί λειτουργούν από το 1960. Εξαιρέση αποτελεί η περίοδος 1986-94, για την οποία δημοσιεύονται δείγματα ημερήσιων παροχών, για το μεν Μουζάκι από τον Μακρυγιώργο (1996), για τη δε Πύλη από τους Χατζησάββα κ.ά. (1995). Για την επέκταση προς τα πίσω, μέχρι το υδρολογικό έτος 1960-61, χρησιμοποιήθηκε ένα μηνιαίο στοχαστικό μοντέλο αυτοπαλινδρόμησης τάξης 1, με στοιχεία εισόδου τα ύψη βροχής στις υπόψη λεκάνες και τα ύψη απορροής στο Αυλάκι (Κουτσογιάννης, 1996).

Πίνακας 6.6: Στατιστικά χαρακτηριστικά λεκάνης ανάντη φράγματος Πύλης.

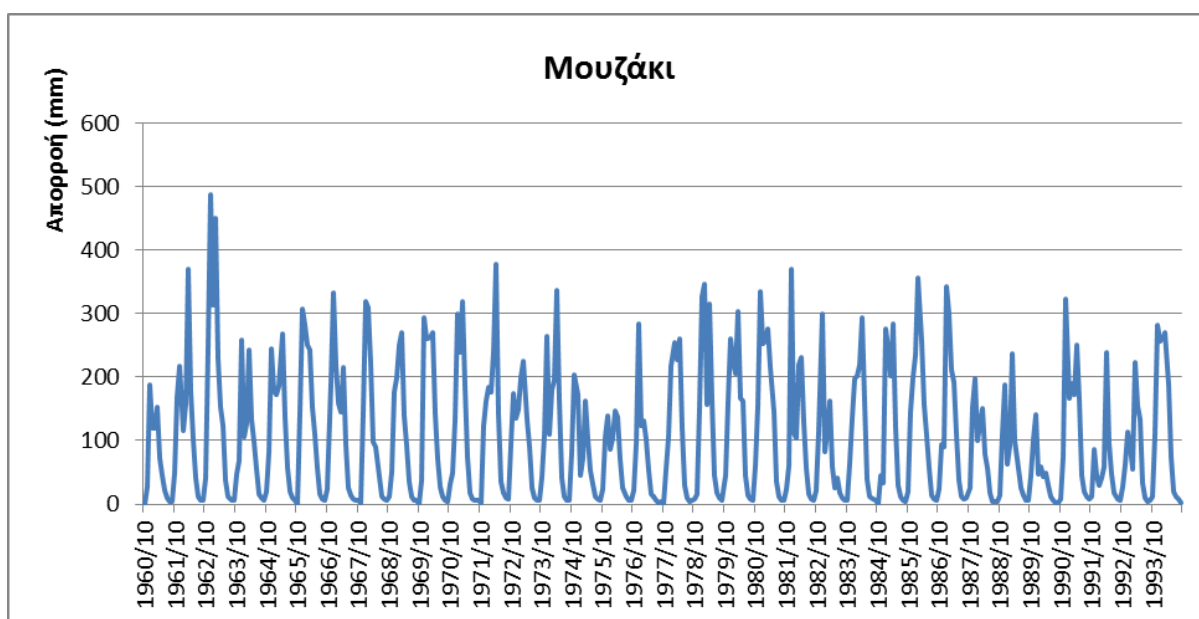
Πύλη (mm)													
Στ. Χαρακτ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
Μέση τιμή	24.8	102.5	212.2	180.2	193.3	209.2	179.8	101.4	35.5	12.4	6.8	5.6	1263.9
Τυπ. αποκλ.	23.2	57.2	99.0	91.6	95.0	68.7	84.5	41.9	13.0	3.6	2.1	1.4	332.2
Συντ. ασυμ.	1.31	0.47	0.52	0.13	0.56	-0.29	0.46	-0.21	0.03	-0.12	-0.38	0.55	-0.12
Αυτοσυσχ.	0.105	0.611	0.437	0.111	0.896	0.442	0.165	0.811	0.602	0.808	0.911	0.769	0.233
min	0.0	2.0	33.8	29.2	41.9	43.6	49.9	15.5	11.3	4.9	1.2	2.7	537.0
max	94.1	246.1	487.2	342.9	450.4	370.3	378.4	165.2	57.6	18.9	11.6	10.2	2104.0



Εικόνα 6.6: Ιστορική χρονοσειρά απορροής ανάτη φράγματος Πύλης.

Πίνακας 6.7: Στατιστικά χαρακτηριστικά λεκάνης ανάτη φράγματος Μουζακίου.

Μουζάκι (mm)													
Στ. Χαρακτ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
Μέση τιμή	12.0	48.8	123.2	115.4	120.0	134.4	120.3	80.7	18.9	27.8	4.6	3.9	810.2
Τυπ. αποκλ.	12.8	43.5	56.9	52.5	58.8	48.0	93.9	49.8	7.4	56.4	4.8	7.9	274.6
Συντ. ασυμ.	1.49	1.06	0.48	0.42	0.58	-0.31	0.88	0.57	0.55	3.11	2.91	3.21	0.58
Αυτοσυσχ.	0.683	0.628	0.390	0.554	0.968	0.840	-0.041	0.921	0.834	-0.153	0.990	0.925	0.214
min	0.0	0.0	27.9	29.8	24.5	19.1	0.0	5.2	7.3	0.0	1.0	0.0	235.4
max	48.2	164.7	262.7	244.4	266.1	231.5	340.8	192.2	38.0	269.3	24.4	37.3	1608.6



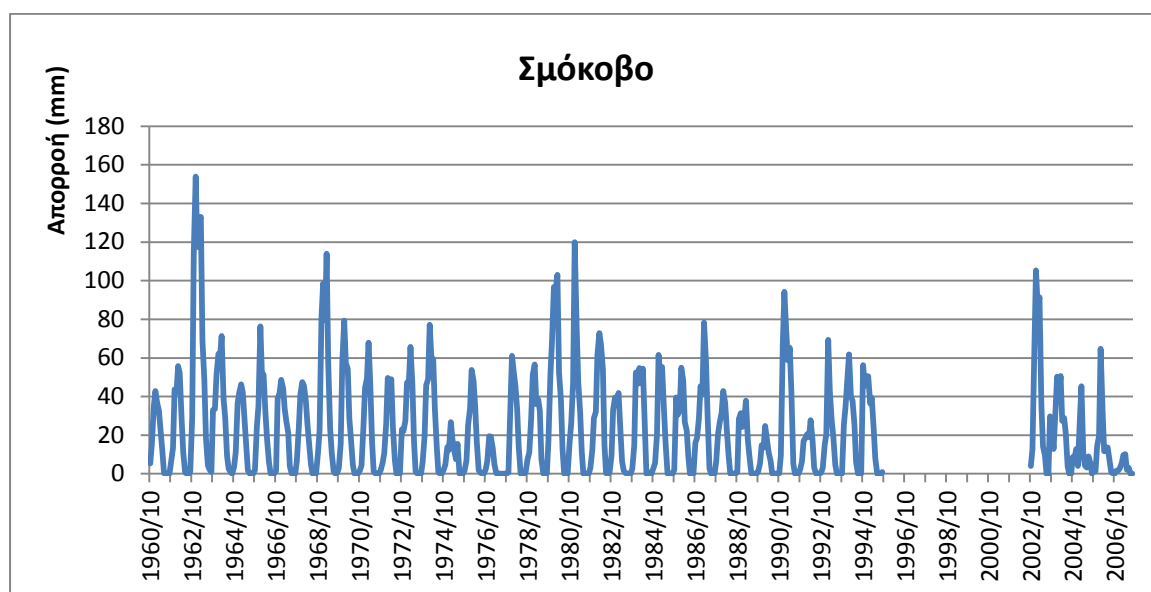
Εικόνα 6.7: Ιστορική χρονοσειρά απορροής ανάτη φράγματος Μουζακίου.

6.2.7 Υπολεκάνη ανάντη φράγματος Σμοκόβου

Το ιστορικό δείγμα της απορροής της λεκάνης ανάντη του φράγματος Σμοκόβου προέρχεται από υδρολογική προσομοίωση της ευρύτερης λεκάνης με το μοντέλο Υδρόγειος. Η βαθμονόμηση του μοντέλου έγινε με βάση μηνιαίο δείγμα απορροών των σταθμών Κέδρου (1960-1982), Λουτροπηγής (1972-1982) και Ξυνιαδας (1972-1982). Για την περίοδο 2002-2007, η εκτίμηση των απορροών έγινε απευθείας από το μηνιαίο υδατικό ισοζύγιο του ταμιευτήρα (Ευστρατιάδης κ.ά., 2008).

Πίνακας 6.8: Στατιστικά χαρακτηριστικά λεκάνης ανάντη φράγματος Σμοκόβου.

Σμόκοβο (mm)													
Στ. Χαρακτ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
Μέση τιμή	8.13	19.43	37.41	48.95	52.27	50.11	33.46	19.29	5.44	0.73	0.26	0.89	282.48
Τυπ. αποκλ.	11.43	19.99	25.83	29.80	22.98	26.50	17.62	12.41	5.80	1.93	0.94	4.74	136.38
Συντ. ασυμ.	2.52	3.03	2.51	0.82	0.86	1.16	0.32	0.92	1.06	3.16	4.86	6.20	1.76
Αυτοσυσχ.	0.27	0.56	0.81	0.80	0.78	0.82	0.76	0.87	0.61	0.39	0.84	-0.04	0.13
min	0.00	0.64	1.84	2.87	5.50	5.12	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	66.20
max	56.16	115.00	153.88	119.99	130.78	132.98	69.20	54.46	21.11	8.98	5.49	29.68	822.86



Εικόνα 6.8: Ιστορική χρονοσειρά απορροής ανάντη φράγματος Σμοκόβου.

6.2.8 Υπολεκάνη ανάντη φράγματος Αγιονερίου

Για τη λεκάνη ανάντη του φράγματος Αγιονερίου δεν βρέθηκαν πρωτογενή ιστορικά δεδομένα απορροής. Έγινε η παραδοχή πως το ανηγμένο ύψος απορροής στη λεκάνη του Ελασσονίτικου είναι παρόμοιο με της λεκάνη του Τιταρησίου (εδάφιο 6.3.8)

6.2.8 Ενδιάμεση υπολεκάνη μεταξύ φραγμάτων Καστρακίου και Στράτου

Επειδή τα δεδομένα του υδατικού ισοζυγίου του Στράτου (που λειτουργεί από το 1989) είναι μειωμένης αξιοπιστίας, και λόγω της εγγύτητας των ταμιευτήρων Στράτου και Καστρακίου, έγινε η παραδοχή πως το ανηγμένο ύψος απορροής στη λεκάνη είναι παρόμοιο με του Καστρακίου, οπότε πραγματοποιήθηκε αναγωγή με βάση τον λόγο των λεκανών (Κουτσογιάννης κ.ά., 2009)

6.2.9 Κλειστή λεκάνη λίμνης Κάρλας

Για την λίμνη Κάρλα δεν υπάρχουν αξιόπιστα δεδομένα απορροής. Στην μελέτη της ΕΥΔΕ Αχελώου-ENVECO(1995) αναφέρεται ότι «Ο συντελεστής απορροής (της λεκάνης Κάρλας) είναι πολύ μικρός, μεταξύ 0.04 και 0.15». Στην εργασία έγινε η παραδοχή πως η απορροή που παράγεται στην κλειστή λεκάνη της Κάρλας είναι ίση με το 10% της βροχόπτωσης στη λεκάνη, για την οποία θεωρήθηκε ως αντιπροσωπευτικό δείγμα βροχόπτωσης αυτό του σταθμού Ζάππειο (εδάφιο 6.3.9)

6.3 Ιστορικές χρονοσειρές βροχόπτωσης

Μικρό, γενικά, τμήμα της εισροής των ταμιευτήρων είναι η βροχόπτωση που πέφτει απευθείας στην επιφάνεια τους. Στο μοντέλο χρησιμοποιούνται τα παρακάτω ιστορικά δεδομένα, τα οποία προέρχονται από παρόμοιες πηγές με τα δεδομένα απορροής:

6.3.1 Ταμιευτήρας Μεσοχώρας



Εικόνα 6.9: Ιστορική χρονοσειρά απορροής βροχόπτωσης στη θέση Μεσοχώρας.

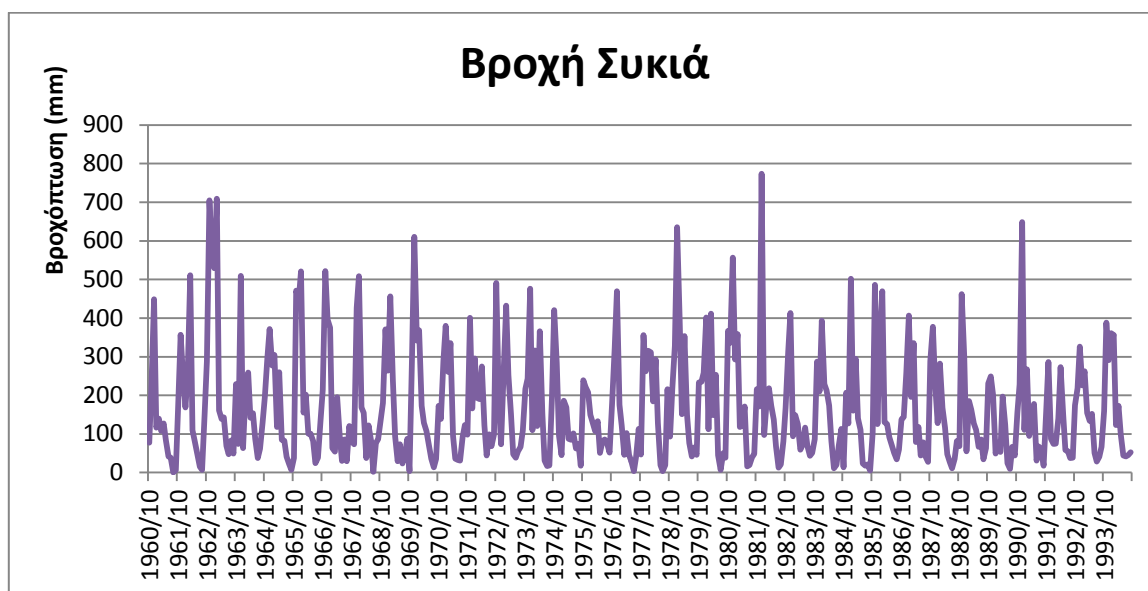
Πίνακας 6.9: Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης στη θέση Μεσοχώρα.

Βροχόπτωση Μεσοχώρα (mm)													
	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
Μέση τιμή	165.00	255.54	301.28	223.04	212.65	159.56	133.80	101.20	48.06	36.75	34.20	64.79	1735.87
Τυπ. αποκλ.	93.03	131.16	143.02	132.26	100.65	85.99	71.09	43.80	26.87	25.94	21.83	49.94	312.90
Συντ. ασυμ.	1.16	1.50	0.18	0.11	0.89	1.08	1.05	0.40	0.93	0.53	0.77	1.19	0.97
Αυτοσυσχ.	0.01	-0.07	-0.05	-0.07	0.33	0.06	-0.24	0.29	0.09	0.27	-0.02	-0.02	0.11
min	5.50	67.10	61.40	30.40	58.20	32.00	41.60	27.20	8.80	2.70	6.00	3.20	1099.30
max	482.40	732.60	597.00	456.60	537.10	426.80	301.60	198.00	107.40	97.70	86.20	217.20	2883.80

6.3.2 Ταμειυτήρας Συκιάς

Πίνακας 6.10: Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης στη θέση Συκιά.

Καστράκι (mm)													
Στ. Χαρακτ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
Μέση τιμή	174.91	293.29	340.50	266.65	251.06	184.66	158.36	109.24	53.46	39.06	45.06	75.44	1991.68
Τυπ. αποκλ.	108.90	132.49	171.66	164.05	137.02	100.57	78.17	47.37	26.28	27.44	23.01	51.69	395.13
Συντ. ασυμ.	0.96	0.93	0.50	0.37	1.24	1.42	1.22	0.61	0.40	0.57	0.10	0.89	1.42
Αυτοσυσχ.	0.08	-0.02	0.00	-0.03	0.35	0.04	-0.23	0.34	-0.09	0.30	0.21	-0.06	0.20
min	3.70	73.00	73.00	45.20	63.70	46.10	37.50	29.00	11.30	1.90	0.00	5.50	1327.30
max	491.30	705.20	773.90	635.30	709.30	510.90	365.50	253.40	116.30	99.30	92.20	216.00	3484.10

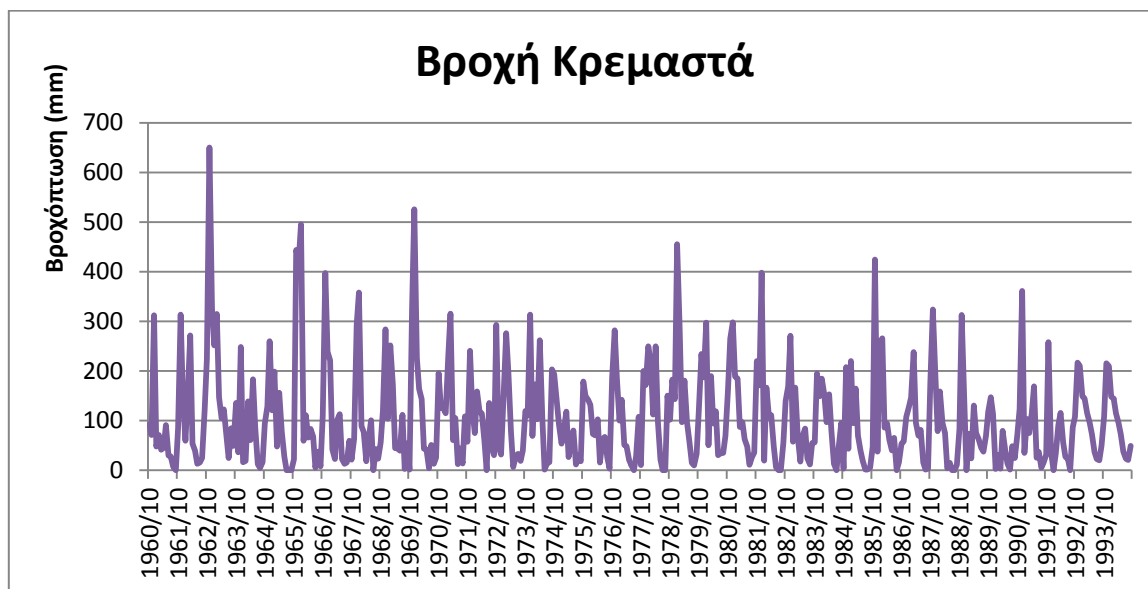


Εικόνα 6.10: Ιστορική χρονοσειρά βροχόπτωσης στη θέση Συκιά.

6.3.3 Ταμειυτήρας Κρεμαστών

Πίνακας 6.11: Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης στη θέση Κρεμαστά.

Βροχή Κρεμαστά (mm)													
Στ. Χαρακτ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
Μέση τιμή	108.33	216.26	210.73	149.13	144.57	115.14	95.84	72.40	37.70	26.22	20.09	50.00	1246.43
Τυπ. αποκλ.	70.95	130.89	117.68	123.56	79.03	68.39	55.62	40.17	28.05	31.10	19.52	46.63	326.91
Συντ. ασυμ.	0.54	1.24	0.58	1.14	0.34	1.09	1.37	0.78	0.66	2.07	1.27	1.49	1.11
Αυτοσυσχ.	0.06	-0.05	0.16	0.16	0.25	0.33	-0.16	0.27	0.21	-0.10	0.07	0.05	0.06
min	1.50	36.40	32.00	0.00	19.20	3.40	17.40	4.40	0.00	0.00	0.00	0.00	626.30
max	293.00	650.00	525.40	495.40	315.00	315.60	262.20	183.10	101.00	135.90	85.00	203.60	2371.90

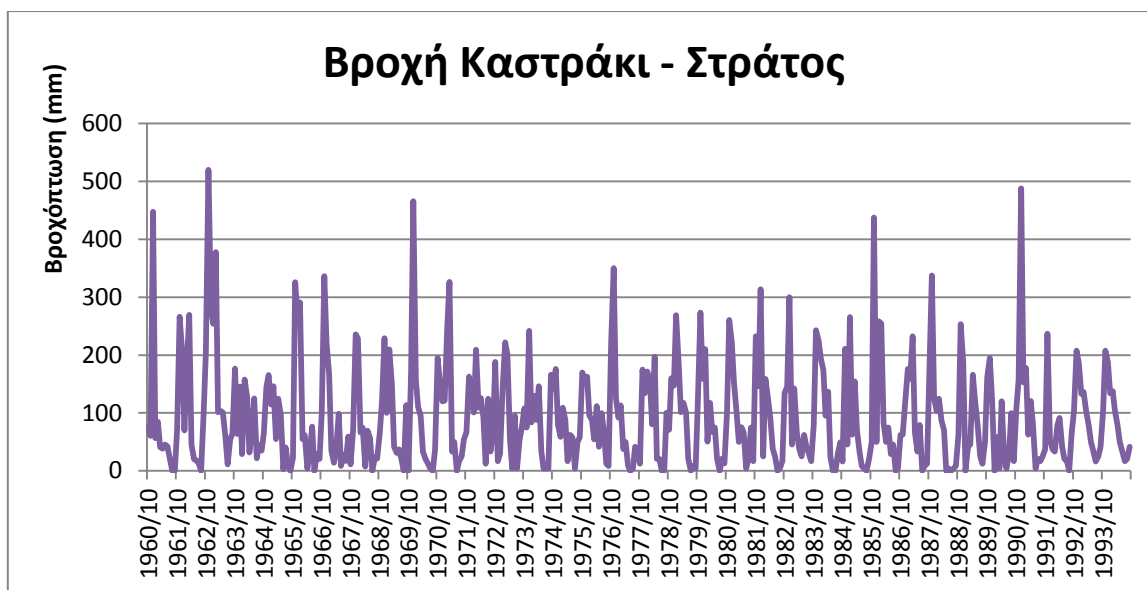


Εικόνα 6.11: Ιστορική χρονοσειρά βροχόπτωσης στη θέση Κρεμαστά.

6.3.4 Ταμειυτήρες Καστρακίου και Στράτου

Πίνακας 6.12: Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης στη θέση Καστράκι.

Βροχή Καστράκι (mm)													
Στ. Χαρακτ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
Μέση τιμή	103.13	202.18	194.73	132.02	138.05	102.49	77.69	50.72	34.05	18.37	22.12	41.64	1117.19
Τυπ. αποκλ.	64.25	110.53	111.66	80.70	73.96	68.40	46.70	31.52	33.50	24.87	23.65	37.13	233.18
Συντ. ασυμ.	0.35	0.85	1.09	0.30	0.98	1.64	0.57	0.46	1.06	2.74	1.48	1.46	2.43
Αυτοσυσχ.	0.07	0.08	-0.10	-0.05	0.22	0.46	-0.23	0.20	0.06	0.05	0.09	-0.11	-0.12
min	0.00	16.80	29.40	0.00	33.20	4.10	4.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	713.50
max	232.40	519.90	487.60	290.80	377.90	326.40	196.70	120.80	125.20	124.50	99.60	166.00	2131.40

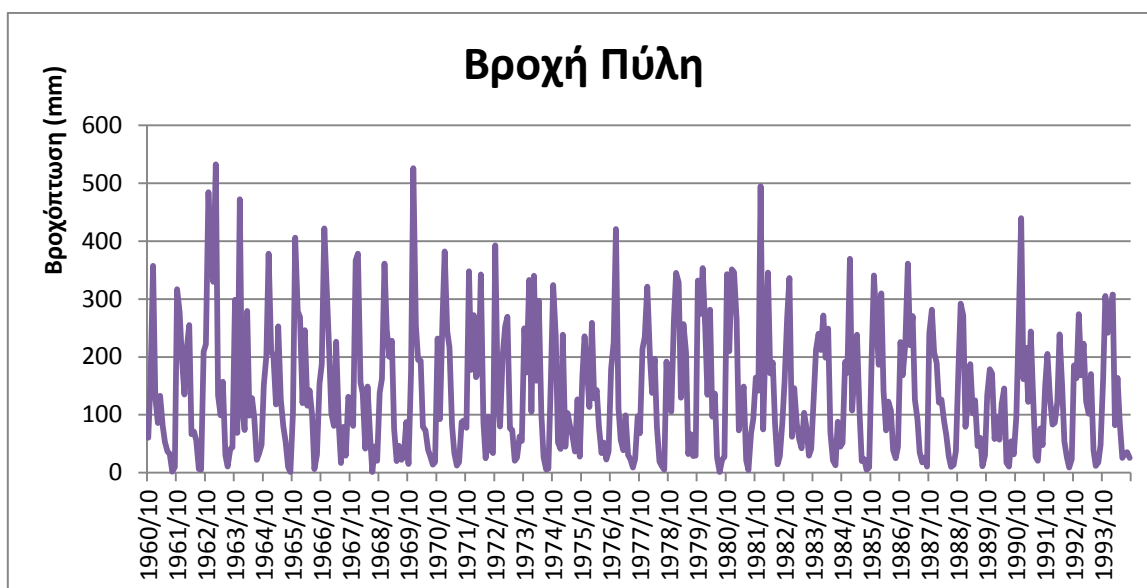


Εικόνα 6.12: Ιστορική χρονοσειρά βροχόπτωσης στη θέση Καστράκι και Στράτος.

6.3.5 Ταμειυτήρας Πύλης

Πίνακας 6.13: Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης στη θέση Πύλη.

Βροχή Πύλη (mm)													
Στ. Χαρακτ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
Μέση τιμή	181.36	225.85	287.74	207.49	200.61	161.85	144.86	104.88	43.52	28.03	33.90	60.35	1680.44
Τυπ. αποκλ.	91.27	96.51	113.24	105.60	97.08	76.25	78.98	46.27	27.69	24.52	28.35	53.49	284.29
Συντ. ασυμ.	0.50	0.76	0.08	0.16	1.13	0.49	0.88	0.19	1.15	1.28	1.51	1.47	0.06
Αυτοσυσχ.	-0.14	-0.02	-0.11	0.03	0.30	-0.01	-0.10	0.23	0.20	0.12	-0.06	-0.13	0.14
min	15.20	69.00	52.00	41.40	56.40	38.70	41.50	20.20	12.20	1.20	1.80	1.20	1075.10
max	392.50	484.50	525.70	382.20	532.50	345.80	342.10	207.40	107.40	96.80	126.60	209.00	2446.40

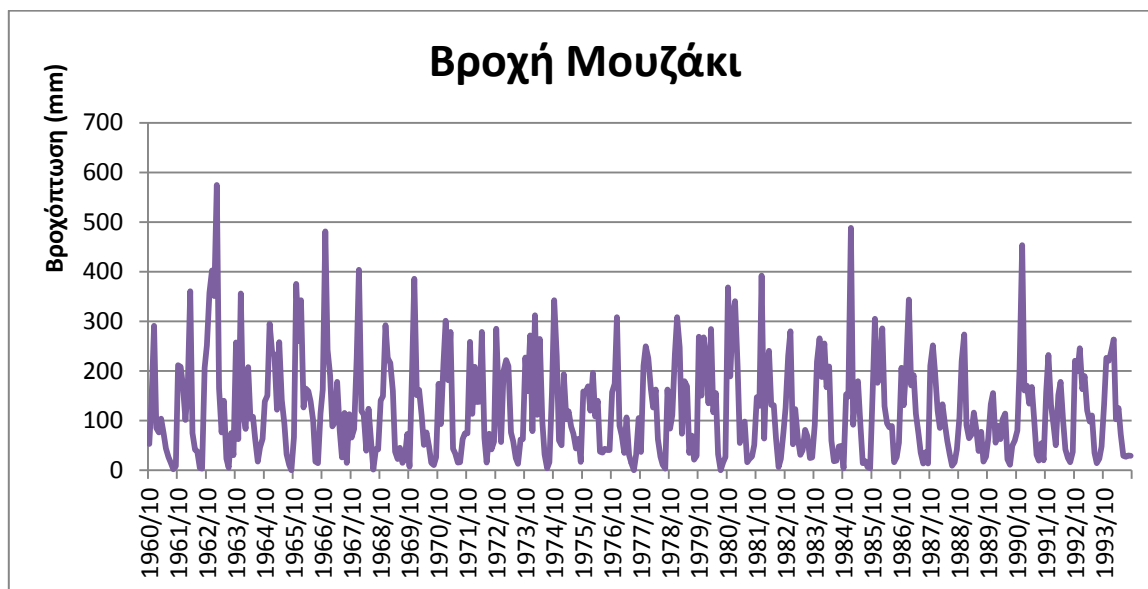


Εικόνα 6.13: Ιστορική χρονοσειρά βροχόπτωσης στη θέση Πύλη.

6.3.6 Ταμειυτήρας Μουζακίου

Πίνακας 6.14: Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης στη θέση Μουζάκι.

Βροχή Μουζάκι (mm)													
Στ. Χαρακτ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
Μέση τιμή	154.15	197.54	245.10	194.08	175.27	143.27	125.73	86.60	40.54	25.53	29.59	57.36	1474.76
Τυπ. αποκλ.	90.06	85.92	92.05	112.28	98.31	70.34	64.05	38.26	23.76	26.36	19.33	47.24	290.38
Συντ. ασυμ.	0.47	1.36	0.07	0.74	2.05	1.21	0.75	0.28	1.20	1.86	0.64	1.55	0.81
Αυτοσυσχ.	0.02	0.00	0.00	-0.01	0.26	0.09	-0.12	0.30	0.30	0.04	-0.06	-0.24	0.17
min	4.00	63.00	57.20	50.50	50.40	34.80	31.00	22.90	14.20	0.10	2.40	0.00	919.80
max	368.50	481.10	453.80	488.20	574.90	360.50	279.10	169.10	100.40	115.60	75.10	206.50	2454.10



Εικόνα 6.14: Ιστορική χρονοσειρά βροχόπτωσης στη θέση Μουζάκι.

6.3.7 Ταμειυτήρας Πλαστήρα

Πίνακας 6.15: Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης στη θέση Πλαστήρας.

Βροχή Πλαστήρα (mm)													
Στ. Χαρακτ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
Μέση τιμή	141.87	167.09	180.15	112.15	113.16	103.98	106.79	77.29	33.06	24.74	28.81	48.85	1137.95
Τυπ. αποκλ.	94.56	75.43	71.19	77.24	64.06	52.44	57.33	40.68	29.27	25.25	30.97	41.17	233.27
Συντ. ασυμ.	0.67	0.72	0.23	0.84	0.39	0.24	0.79	1.32	1.69	1.54	1.91	1.10	0.29
Αυτοσυσχ.	-0.05	-0.20	0.14	0.11	0.12	0.32	0.03	0.11	-0.21	0.12	0.16	0.06	0.28
min	9.00	30.00	45.00	0.00	0.00	5.00	17.70	19.40	1.00	0.00	0.00	0.00	628.00
max	365.40	378.50	325.00	321.50	270.20	202.70	244.00	211.00	129.20	109.00	142.00	149.50	1746.00



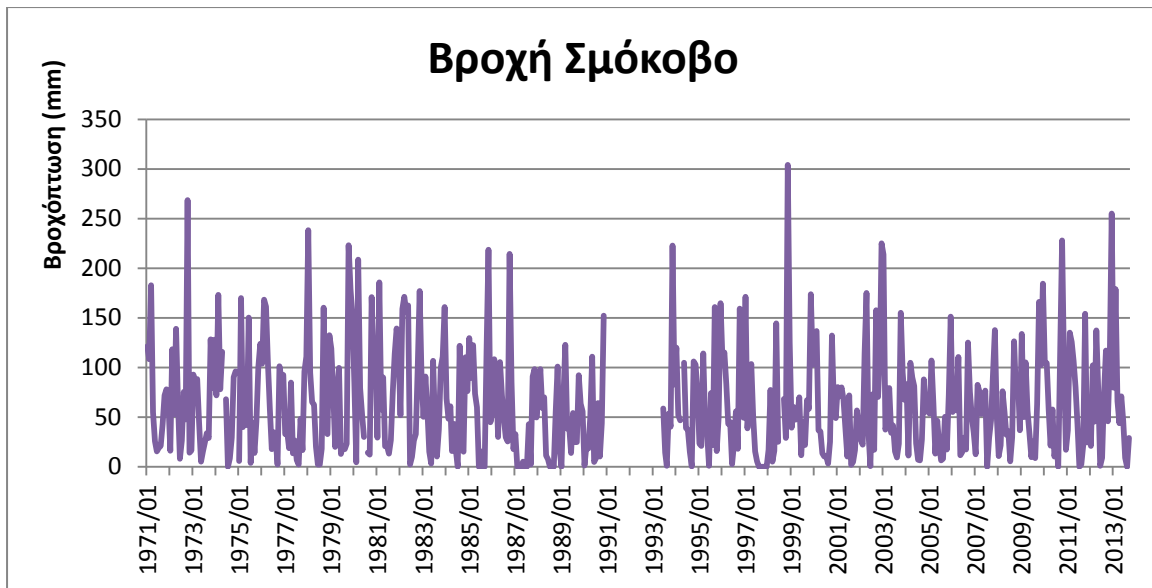
Εικόνα 6.15: Ιστορική χρονοσειρά βροχόπτωσης στη θέση Πλαστήρα.

6.3.8 Ταμιευτήρας Σμοκόβου

Για την ιστορική χρονοσειρά δεδομένων βροχόπτωσης στον ταμιευτήρα Σμοκόβου χρησιμοποιήθηκε το δείγμα του σταθμού Λουτροπηγής για περίοδο 1971-2013, που ελήφθη από τη βάση δεδομένων του Υδροσκοπίου (<http://hydroscope.gr/>).

Πίνακας 6.16: Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης στη θέση Σμόκοβο.

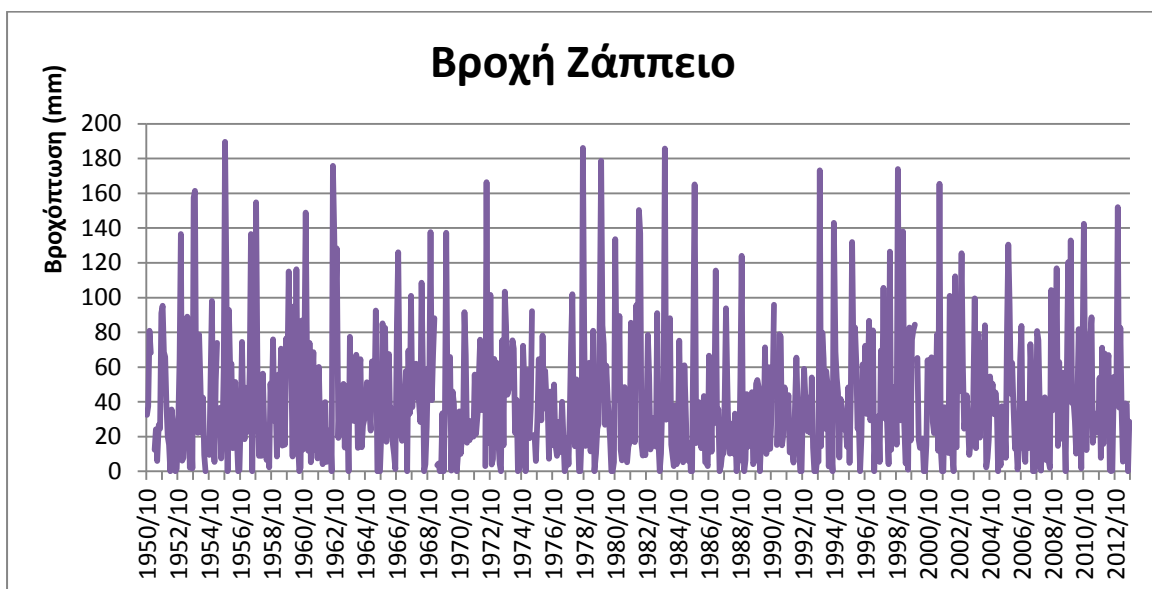
Βροχή Σμόκοβο (mm)													
Στ. Χαρακτ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
Μέση τιμή	95.62	102.89	89.31	71.08	85.21	77.39	68.23	53.07	26.77	21.08	23.56	47.43	753.82
Τυπ. αποκλ.	65.46	59.46	59.70	56.12	51.42	47.17	41.07	37.46	31.21	21.01	25.46	46.58	155.47
Συντ. ασυμ.	0.79	1.21	0.85	1.14	0.29	0.92	0.70	1.05	2.21	1.24	1.99	1.29	0.10
Αυτοσυσχ.	-0.15	-0.09	0.25	0.41	-0.04	0.09	0.32	0.20	-0.02	-0.15	-0.12	0.00	0.18
min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.30	0.00	0.00	0.00	0.00	401.20
max	268.80	304.20	255.20	238.50	185.80	208.70	175.10	162.50	150.50	74.20	122.10	161.00	1145.20



Εικόνα 6.16: Ιστορική χρονοσειρά βροχόπτωσης στη θέση Σμόκοβο.

6.3.9 Λίμνη Κάρλα και ταμιευτήρας Αγιονερίου

Για τη βροχόπτωση στους παραπάνω ταμιευτήρες έγινε η παραδοχή πως το δείγμα του σταθμού Ζαλπέιου στη Λάρισα είναι αντιπροσωπευτικό. Η περίοδος του δείγματος είναι 1950–2013 (Πηγή: Υδροσκόπιο).



Εικόνα 6.17: Ιστορική χρονοσειρά βροχόπτωσης στη θέση Ζάλπειο.

Πίνακας 6.17: Στατιστικά χαρακτηριστικά βροχόπτωσης στη θέση Ζάππειο.

Βροχή Ζάππειο (mm)													
Στ. Χαρακτ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
Μέση τιμή	60.06	64.62	62.24	42.06	37.21	46.96	34.68	41.70	28.33	22.24	16.42	33.09	485.17
Τυπ. αποκλ.	43.47	41.38	43.50	29.20	24.44	26.47	27.47	30.96	28.82	33.90	18.96	40.03	104.41
Συντ. ασυμ.	0.93	1.27	0.90	0.53	0.62	1.00	1.65	1.16	1.55	2.98	1.56	1.99	-0.18
Αυτοσυσχ.	0.19	0.09	-0.08	0.10	0.01	0.03	0.16	0.13	0.08	-0.26	0.03	-0.03	0.02
min	0.00	4.00	0.00	0.00	5.20	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	245.70
max	189.60	178.80	185.70	116.80	95.70	138.10	150.40	136.90	136.60	166.50	82.80	186.10	710.80

6.4 Ιστορικές χρονοσειρές εξάτμισης επιφάνειας ταμιευτήρων

Στις συνιστώσες του ισοζυγίου των ταμιευτήρων περιλαμβάνονται και οι απώλειες μέσω εξάτμισης. Ακριβής υπολογισμός της εξάτμισης μπορεί να γίνει με τη μέθοδο Penman, εφόσον διατίθενται αντιπροσωπευτικές μετρήσεις θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας ηλιακής ακτινοβολίας, ταχύτητας ανέμου στην περιοχή των ταμιευτήρων. Επειδή στην περιοχή μελέτης δεν υπάρχουν τέτοια δεδομένα, εφαρμόστηκε μια ημιεμπειρική παραμετρική μέθοδος, που αποτελεί απλοποίηση της Penman, που ανέπτυξαν οι Tegos *et al.* (2013). Οι ταμιευτήρες της περιοχής μελέτης βρίσκονται πλησιέστερα στους σταθμούς Αγρίνιο (Κρεμαστά, Καστράκι και Στράτος), Τρίκαλα (Πύλη, Μουζάκι, Μεσοχώρα, Συκιά) και Λάρισα (Αγιονέρι, Κάρλα), οι οποίοι απεικονίζονται στην *Εικόνα 6.18*. Για τους σταθμούς αυτούς, όπου διατίθενται πλήρη μετεωρολογικά δεδομένα θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας, ποσοστού ηλιοφάνειας και μέσης ταχύτητας ανέμου, εκτιμήθηκαν οι παράμετροι της εμπειρικής σχέσης, που στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση της εξάτμισης στον εγγύτερο κάθε φορά ταμιευτήρα με μοναδική είσοδο την θερμοκρασία. Για την θερμοκρασία έγινε υψομετρική αναγωγή της αντίστοιχης χρονοσειράς του πλησιέστερου σταθμού στη μέση στάθμη κάθε ταμιευτήρα, σύμφωνα με τη θερμοβαθμίδα κατά *Giandotti*. Στους *Πίνακες 6.18 - 6.20* παρουσιάζονται οι αναγωγές.

Πίνακας 6.18: Θερμοβαθμίδα με βάση το σταθμό Αγρινίου.

Συσχέτιση με σταθμό Αγρινίου (46 m)												
Μήνας	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ
M.O. C°	17.5	12.5	9.16	8.13	9.13	11.5	15.1	20.4	23.9	26.7	26.1	22.9
Θερμοβαθμίδα : Κρεμαστά 282 m - Αγρίνιο 46 m												
c	0.53	0.43	0.34	0.31	0.38	0.56	0.63	0.63	0.63	0.61	0.59	0.59
dT	-1.25	-1.01	-0.80	-0.73	-0.90	-1.32	-1.49	-1.49	-1.49	-1.44	-1.39	-1.39
M.O. C°	16.42	11.66	8.43	7.40	8.28	10.10	13.47	18.91	22.42	25.11	24.68	21.50
Θερμοβαθμίδα : Καστράκι 144 m - Αγρίνιο 46 m												
c	0.53	0.43	0.34	0.31	0.38	0.56	0.63	0.63	0.63	0.61	0.59	0.59
dT	-0.52	-0.42	-0.33	-0.3	-0.37	-0.55	-0.62	-0.62	-0.62	-0.6	-0.58	-0.58
M.O. C°	17.02	12.12	8.83	7.82	8.75	10.91	14.44	19.75	23.26	26.07	25.55	22.29
Θερμοβαθμίδα : Στράτος 68 m - Αγρίνιο 46 m												
c	0.53	0.43	0.34	0.31	0.38	0.56	0.63	0.63	0.63	0.61	0.59	0.59
dT	-0.12	-0.09	-0.07	-0.07	-0.08	-0.12	-0.14	-0.14	-0.14	-0.13	-0.13	-0.13
M.O. C°	17.42	12.45	9.09	8.06	9.04	11.33	14.92	20.23	23.74	26.54	25.99	22.74

Πίνακας 6.19: Θερμοβαθμίδα με βάση το σταθμό Τρικάλων

Συσχέτιση με σταθμό Τρικάλων (116 m)												
Μήνας	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ
M.O. C°	16.05	11.16	7.09	5.61	7.40	10.33	15.32	21.54	25.01	27.36	26.36	22.60
Θερμοβαθμίδα : Πύλη 335 m - Τρίκαλα 116 m												
c	0.53	0.43	0.34	0.31	0.38	0.56	0.63	0.63	0.63	0.61	0.59	0.59
dT	-1.16	-0.94	-0.74	-0.68	-0.83	-1.23	-1.38	-1.38	-1.38	-1.34	-1.29	-1.29
M.O. C°	14.89	10.22	6.35	4.93	6.56	9.10	13.94	20.16	23.63	26.03	25.07	21.31
Θερμοβαθμίδα : Μουζάκι 290 m - Τρίκαλα 116 m												
c	0.53	0.43	0.34	0.31	0.38	0.56	0.63	0.63	0.63	0.61	0.59	0.59
dT	-0.92	-0.75	-0.59	-0.54	-0.66	-0.97	-1.10	-1.10	-1.10	-1.06	-1.03	-1.03
M.O. C°	15.13	10.41	6.50	5.07	6.73	9.35	14.23	20.44	23.92	26.30	25.33	21.58
Θερμοβαθμίδα : Μεσοχώρα 770 m - Τρίκαλα 116 m												
c	0.53	0.43	0.34	0.31	0.38	0.56	0.63	0.63	0.63	0.61	0.59	0.59
dT	-3.47	-2.81	-2.22	-2.03	-2.49	-3.66	-4.12	-4.12	-4.12	-3.99	-3.86	-3.86
M.O. C°	12.59	8.35	4.87	3.58	4.91	6.66	11.20	17.42	20.89	23.37	22.50	18.75
Θερμοβαθμίδα : Συκιά 550 m - Τρίκαλα 116 m												
c	0.53	0.43	0.34	0.31	0.38	0.56	0.63	0.63	0.63	0.61	0.59	0.59
dT	-2.30	-1.87	-1.48	-1.35	-1.65	-2.43	-2.73	-2.73	-2.73	-2.65	-2.56	-2.56
M.O. C°	13.75	9.30	5.62	4.26	5.75	7.90	12.59	18.80	22.28	24.72	23.80	20.04

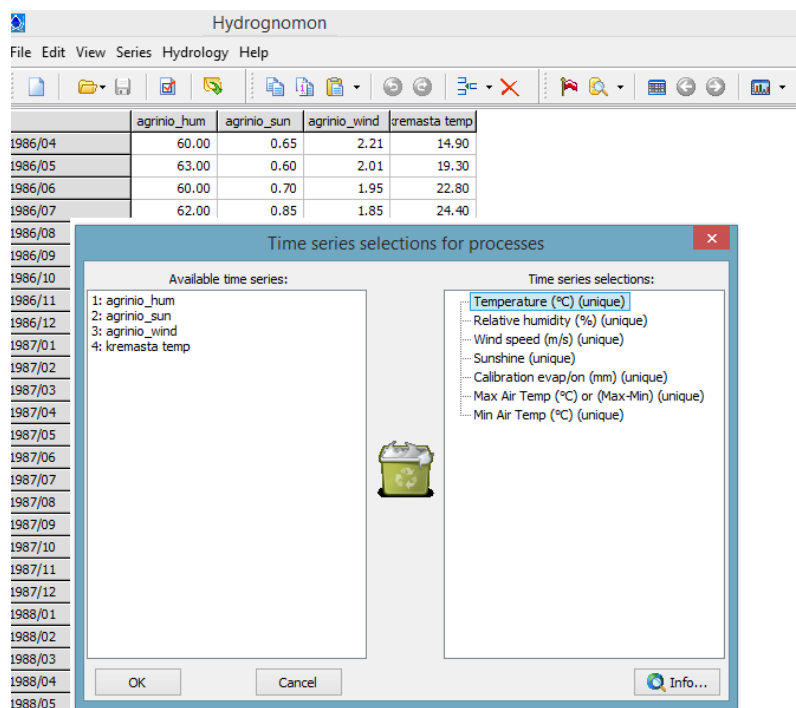
Πίνακας 6.20: Θερμοβαθμίδα με βάση το σταθμό Τρικάλων

Συσχέτιση με σταθμό Λάρισας 74 m												
Μήνας	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ
M.O. C°	15.75	10.25	6.15	5.40	6.89	9.32	13.89	19.65	24.46	27.00	25.66	21.86
Θερμοβαθμίδα : Κάρλα 48 m - Λαρισα 74 m												
c	0.53	0.43	0.34	0.31	0.38	0.56	0.63	0.63	0.63	0.61	0.59	0.59
dT	0.14	0.11	0.09	0.08	0.10	0.15	0.16	0.16	0.16	0.16	0.15	0.15
M.O. C°	15.89	10.36	6.23	5.48	6.99	9.46	14.05	19.81	24.63	27.16	25.82	22.01
Θερμοβαθμίδα : Αγιονέρι 250 m - Λαρισα 74 m												
c	0.53	0.43	0.34	0.31	0.38	0.56	0.63	0.63	0.63	0.61	0.59	0.59
dT	-0.93	-0.76	-0.60	-0.55	-0.67	-0.99	-1.11	-1.11	-1.11	-1.07	-1.04	-1.04
M.O. C°	14.82	9.49	5.55	4.85	6.22	8.33	12.78	18.54	23.35	25.93	24.63	20.82

Οι επεξεργασίες έγιναν με το λογισμικό ΥΔΡΟΓΝΩΜΩΝ (Εικόνες 6.19 και 6.20). Ο ΥΔΡΟΓΝΩΜΩΝ είναι ένα σύστημα πληροφορικής για τη διαχείριση και ανάλυση της υδρολογικής πληροφορίας που διατίθεται ελεύθερα στον ιστότοπο της ΙΤΙΑΣ. (<http://www.itia.ntua.gr/el/softinfo/28/>), και μεταξύ άλλων περιλαμβάνει εργαλεία υπολογισμού χρονοσειρών εξατμισοδιαπνοής. Για την εκτίμηση του γεωγραφικού πλάτους των ταμιευτήρων, που απαιτείται στον υπολογισμό της μηνιαίας εξωγήινης ακτινοβολίας, χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία του ΓΣΠ από τα επίπεδα πληροφορίας τους. Με αυτό τον τρόπο κατασκευάστηκαν έντεκα ιστορικές χρονοσειρές εξάτμισης για τους αντίστοιχους ταμιευτήρες του συστήματος (Παράρτημα Ι).



Εικόνα 6.18: Σταθμοί που χρησιμοποιούνται στην παραμετρική μέθοδο. (Πηγή: Tegos et al, 2013).



Εικόνα 6.19: Στιγμιότυπο οθόνης από την εισαγωγή των χρονοσειρών για τον υπολογισμό της εξάτμισης στην υπομονάδα του λογισμικού ΥΔΡΟΓΝΩΜΩΝ.

Εικόνα 6.20: Στιγμιότυπο οθόνης από την επιλογή μεθόδου υπολογισμού της εξάτμισης στην υπομονάδα του λογισμικού ΥΔΡΟΓΝΩΜΩΝ.

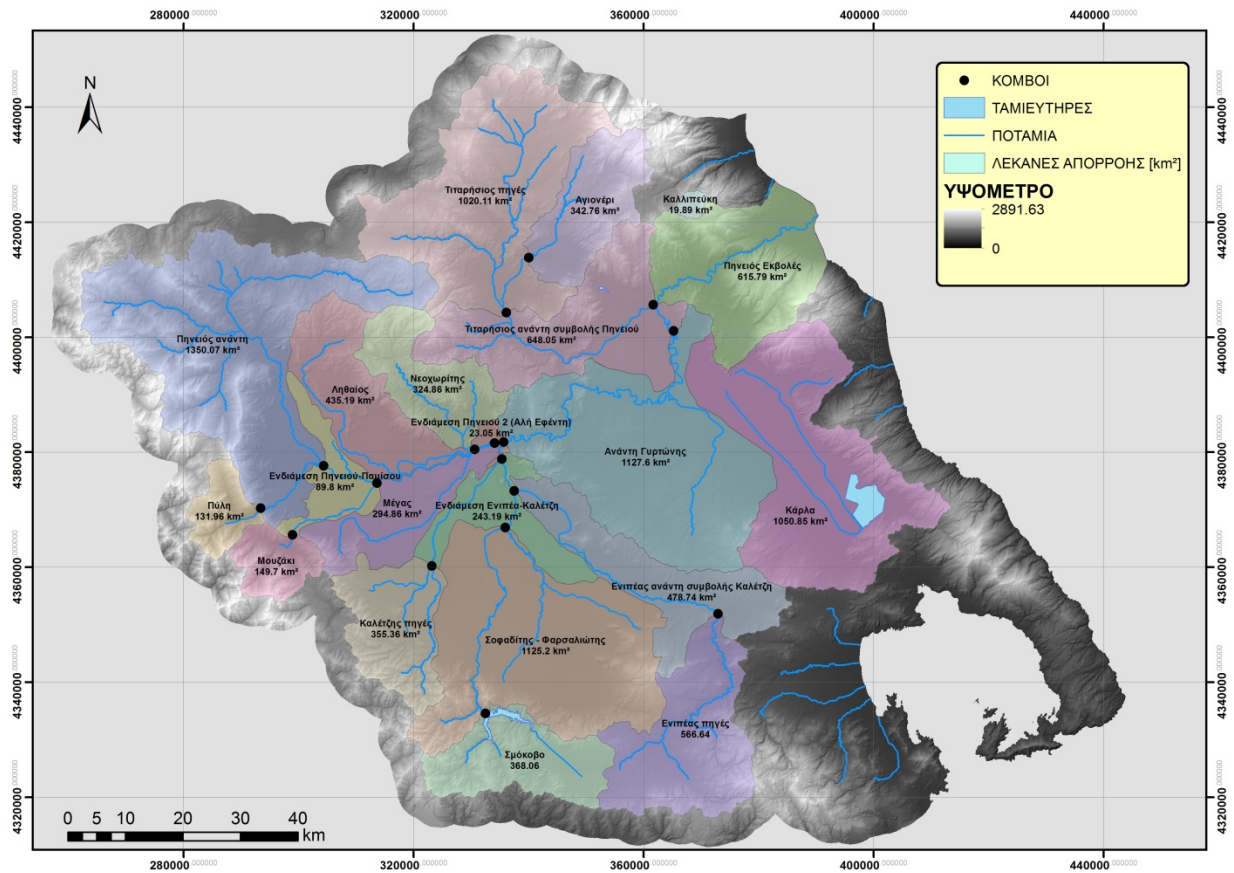
6.3 Ιστορικές χρονοσειρές απορροής ποταμών

Η διαδικασία κατάρτισης των ιστορικών χρονοσειρών απορροής στους κόμβους των ποταμών του συστήματος υπήρξε συνθετότερη, καθώς τα διαθέσιμα υδρομετρικά δεδομένα της περιοχής μελέτης (ειδικά στην πλευρά της Θεσσαλίας) είναι ελλιπή, περιορισμένης αξιοπιστίας και μικρού μήκους. Ταυτόχρονα, τα σημεία μετρήσεων (υδρομετρικοί σταθμοί) βρίσκονται, προφανώς, σε διαφορετικές θέσεις από τους κόμβους του μοντέλου. Υπενθυμίζεται ότι οι κόμβοι αυτοί αναπαριστούσαν συγκεκριμένες θέσεις του συστήματος όπου πρέπει να είναι γνωστό με ακρίβεια το ισοζύγιο εισροής από την φυσική προσφορά νερού και απόληψη από τις ζητήσεις του μοντέλου. Παράδειγμα τέτοιας θέσης είναι ο κόμβος «Αγναντερό», στον οποίο συμβάλουν τα έργα εκτροπής του Αχελώου και δύο ποταμοί, ενώ παράλληλα αποτελεί την αρχή των εγγειοβελτιωτικών δικτύων. Στην πραγματικότητα στη θέση «Αγναντερό» δεν υπάρχει παροχομετρικός σταθμός και άρα θα πρέπει να γίνει αναγωγή των δεδομένων στις λεκάνες που σχηματίζονται. Εν δυνάμει, όλοι οι κόμβοι του μοντέλου αποτελούν θέσεις εισροών, αλλά επιλέχτηκαν λίγοι στον αριθμό για απλοποίηση της διαδικασίας, στις σημαντικότερες θέσεις του υδρογραφικού δικτύου, όπου καταλήγει η απορροή των λεκανών που συμβάλλουν σε αυτούς. Πρέπει να σημειωθεί πως η διαδικασία σχηματοποίησης ήταν δυναμική, με πάρα πολλές αλλαγές κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας, ώστε να περιγραφεί ρεαλιστικά αλλά χωρίς περιττές λεπτομέρειες το σύστημα. Γι αυτό το λόγο, οι θέσεις που επιλέχτηκαν αρχικά είναι λίγο περισσότερες από αυτές που χρειάστηκαν στην τελική εκδοχή της σχηματοποίησης, αλλά επέτρεψαν την αλλαγή συνιστωσών του μοντέλου κατά το δοκούν, χωρίς επανακαθορισμό διαφορετικών λεκανών απορροής. Για παράδειγμα οι λεκάνες «Ενιπέας πηγές» και «Ενιπέας ανάντη συμβολής Καλέτζη» (Εικόνα 6.21) θα μπορούσαν πλέον να συγχωνευτούν σε μία ενιαία, αφού η πρώτη απόληψη από

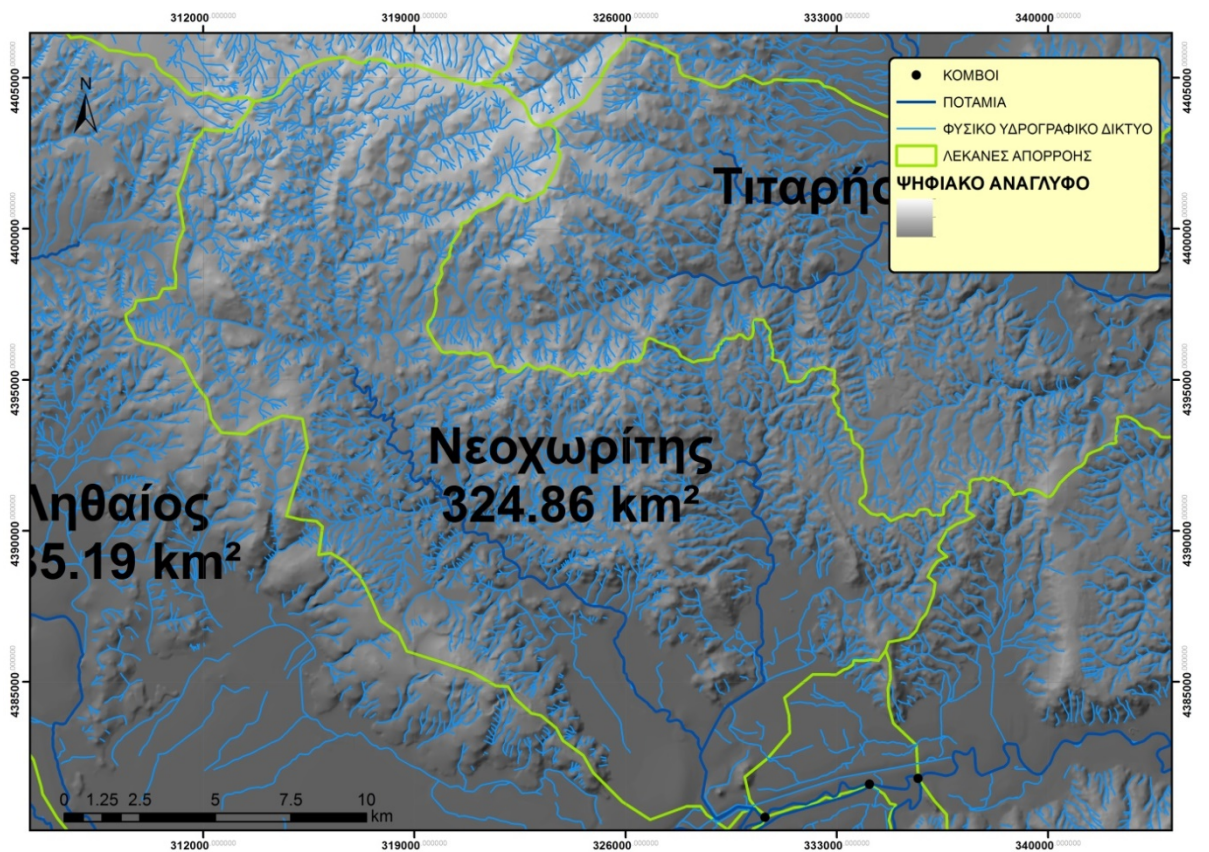
τον Ενιπέα βρίσκεται στον κόμβο «Ιτέα-Φύλλο» (Εικόνα 5.11). Τελικά, ως κόμβοι εισροής επιλέχτηκαν αυτοί του Πίνακα 6.21, ενώ οι αντίστοιχες λεκάνες απορροής που δημιουργήθηκαν απεικονίζονται στην Εικόνα 6.21.

Πίνακας 6.21: Λεκάνες απορροής του μοντέλου στη ΛΑΠ Πηνειού.

Κόμβος ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ	Ποταμός	Λεκάνη απορροής	Έκταση (km ²)
Πύλη	Συμβολή Πορταϊκού-Πηνειού	Πηνειός πηγές	1350.07
Αγναντερό	Συμβολή Παμίσου-Πηνειού	Ενδιάμεση Πηνειού- Παμίσου	89.8
Λόγγος	Ληθαίος	Ληθαίος	435.19
Τρίκαλα Α1-2	Νεοχωρίτης	Νεοχωρίτης	324.86
Αλή Εφέντη	Μεταξύ συμβολής Ληθαίου, Μέγα, Ενιπέα, Παρατάφρου Πηνειού, Πηνειού	Ενδιάμεση Πηνειού 2	23.05
Μακρυχώρι	Μέγας	Μέγας	294.86
Μάρκος	Καλέτζης	Καλέτζης πηγές	355.36
Συμβολή με Φαρσαλιώτη	Συμβολή Σοφαδίτη-Φαρσαλιώτη	Σοφαδίτης - Φαρσαλιώτης	1125.2
Αμπελιά	Ενιπέας	Ενιπέας πηγές	566.64
Ιτέα-Φύλλο	Ενιπέας	Ενιπέας ανάντη συμβολής Καλέτζη	478.74
Συμβολή Ενιπέα με Καλέτζη	Συμβολή Ενιπέα-Καλέτζη	Ενδιάμεση Ενιπέα - Καλέτζη	243.19
Κάστρο	Πηνειός	Ανάντη Γυρτώνης	1127.6
Τιταρήσιος ανάντη	Τιταρήσιος	Τιταρήσιος πηγές	1020.11
Ανάντη συμβολής	Τιταρήσιος	Τιταρήσιος ανάντη συμβολής Πηνειού	648.05



Εικόνα 6.21: Λεκάνες απορροής βάση της σχηματοποίησης του μοντέλου στη ΛΑΠ Πηνηιού.



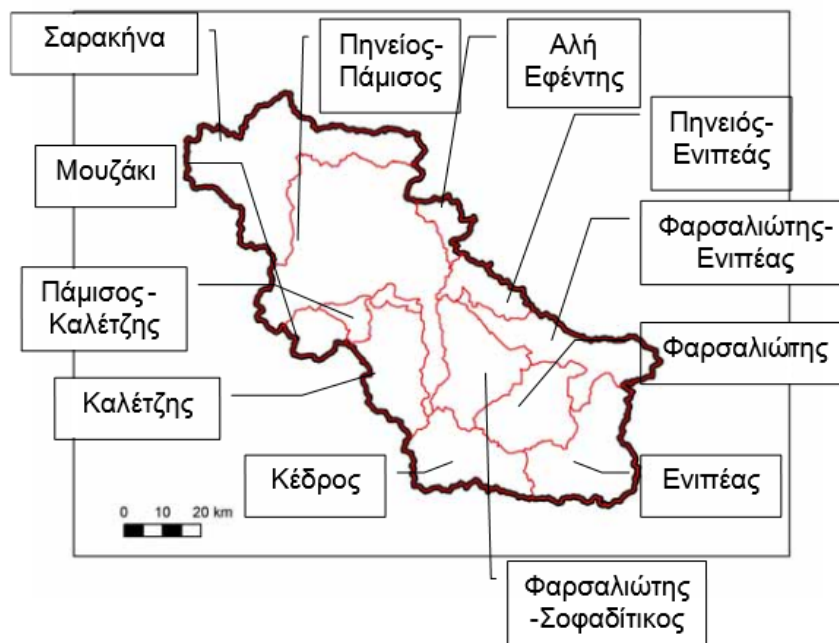
Εικόνα 6.22: Λεπτομέρεια χάραξης της λεκάνης απορροής Νεοχωρίτη.

Στην *Εικόνα 6.21*, εκτός των λεκανών απορροής του υδρογραφικού δικτύου, απεικονίζονται και οι λεκάνες απορροής ανάντη των φραγμάτων καθώς και η κλειστή λεκάνη Κάρλας. Οι λεκάνες χαράχθηκαν με βάση το ψηφιακό μοντέλο υψομέτρων της ΛΑΠ Πηνειού και το επίπεδο πληροφορίας του πυκνού υδρογραφικού δικτύου. Μια λεπτομέρεια χάραξης λεκάνης απορροής παρουσιάζεται στην *Εικόνα 6.22*.

6.3.1 Δυτική Θεσσαλία

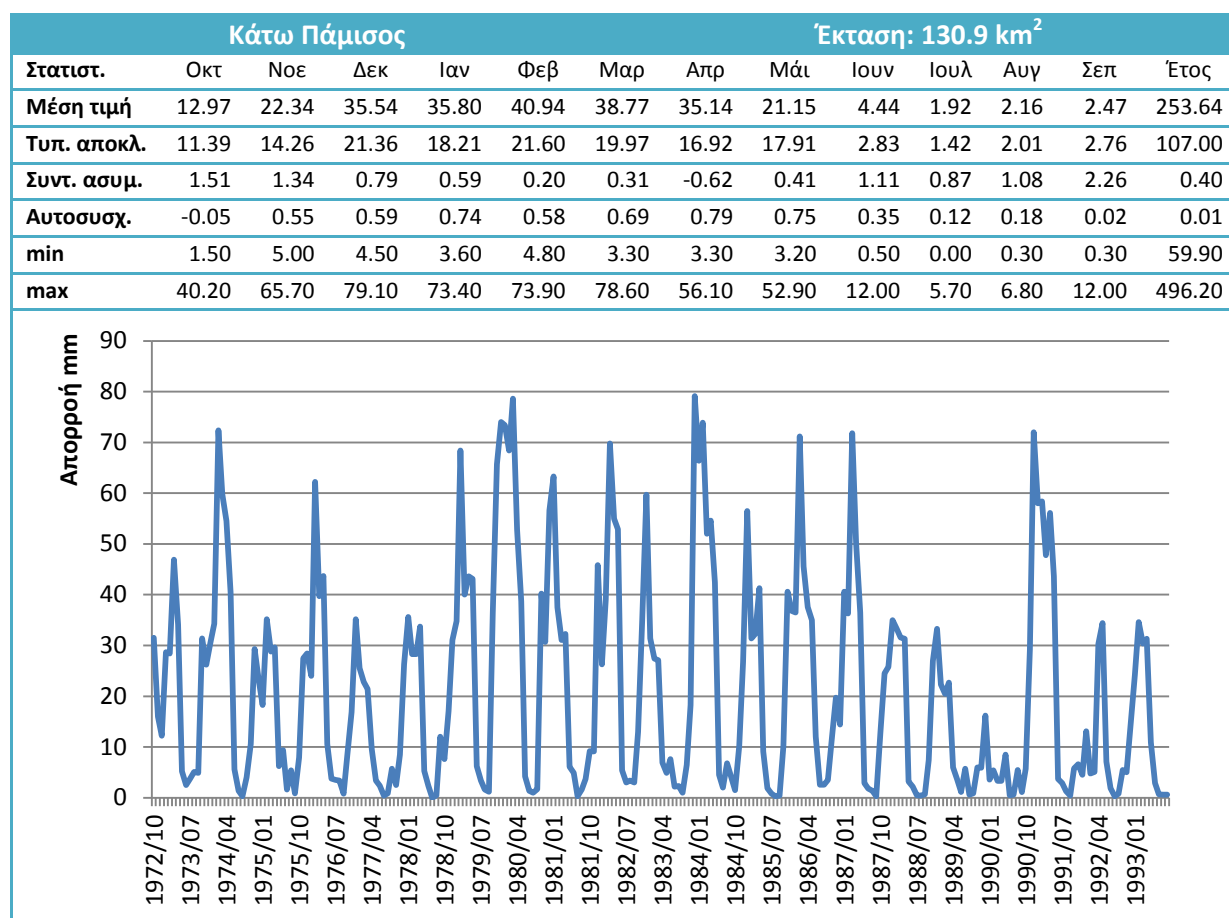
Προσομοιωμένα δεδομένα απορροών στις λεκάνες της Δυτικής Θεσσαλίας ανακτήθηκαν από τη διπλωματική εργασία του Τέγου (2005). Οι χρονοσειρές αυτές προέκυψαν με συνδυασμένη υδρολογική και υδρογεωλογική προσομοίωση της περιοχής στο μοντέλο Υδρόγειος, και αφορούν στη σχηματοποίηση της *Εικόνας 6.23*. Τα χαρακτηριστικά των λεκανών δίνονται στους Πίνακες 6.22 ως 6.32. Οι παράμετροι του μοντέλου βαθμονομήθηκαν με βάση υδρομετρικά δείγματα της περιόδου 1960-1994 των υδρομετρικών σταθμών Αλή Εφέντη, Κέδρου, Σαρακήνας, Μουζακίου και Αμπελιάς, καθώς και με βάση μετρήσεις πιεζομετρίας σε χαρακτηριστικές θέσεις του υδροφορέα.

Επειδή η σχηματοποίηση αυτή διαφέρει από τη σχηματοποίηση της παρούσας εργασίας (στις περισσότερες περιπτώσεις, δεν συμπίπτουν τα όρια των λεκανών), έγινε αναγωγή των απορροών με βάση τους λόγους των επιφανειών τους στις λεκάνες απορροής της παρούσας εργασίας. Τονίζεται ότι για τη λεκάνη του Μουζακίου δεν χρησιμοποιήθηκαν προσομοιωμένα δεδομένα, αλλά τα δεδομένα του εδαφίου 6.2.6 που βασίζονται σε μετρήσεις.

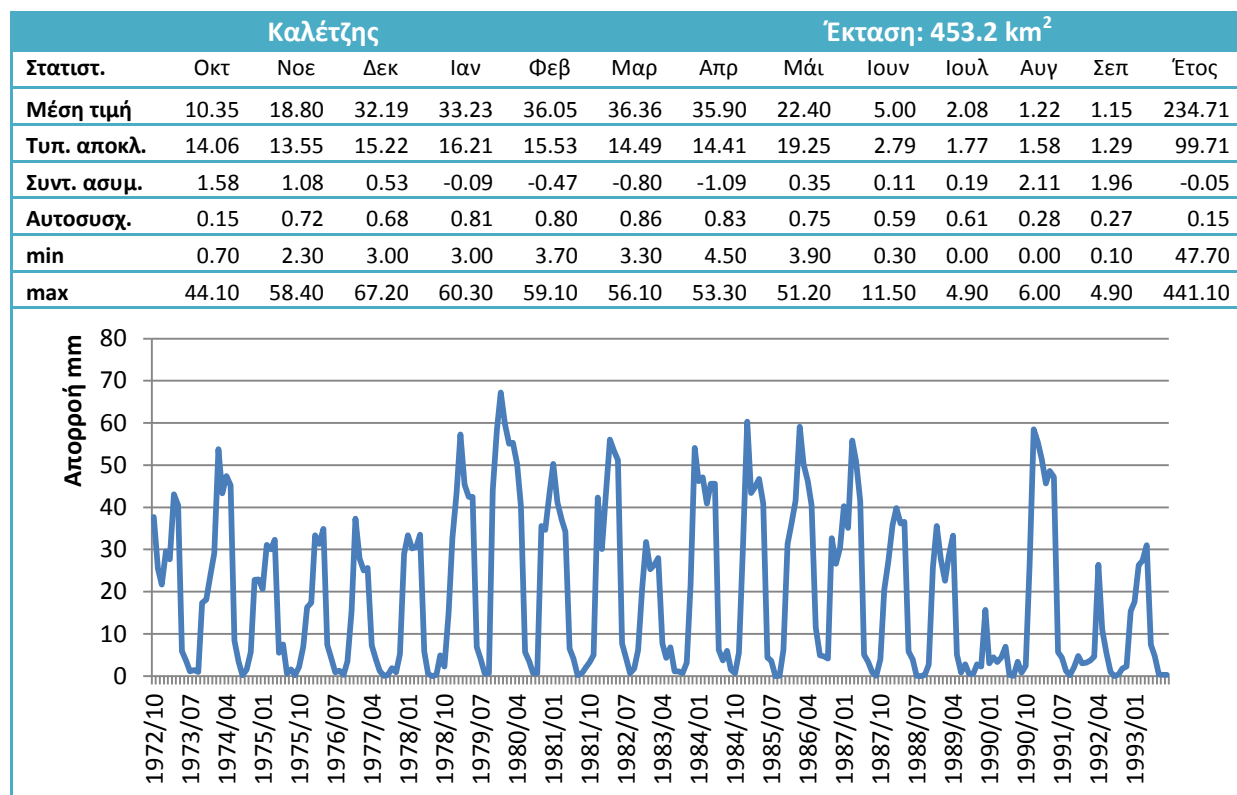


Εικόνα 6.23: Σχηματοποίηση λεκανών απορροής Δυτικής Θεσσαλίας στην Υδρόγειο (Πηγή: Τέγος, 2005, μετά από τροποποίηση).

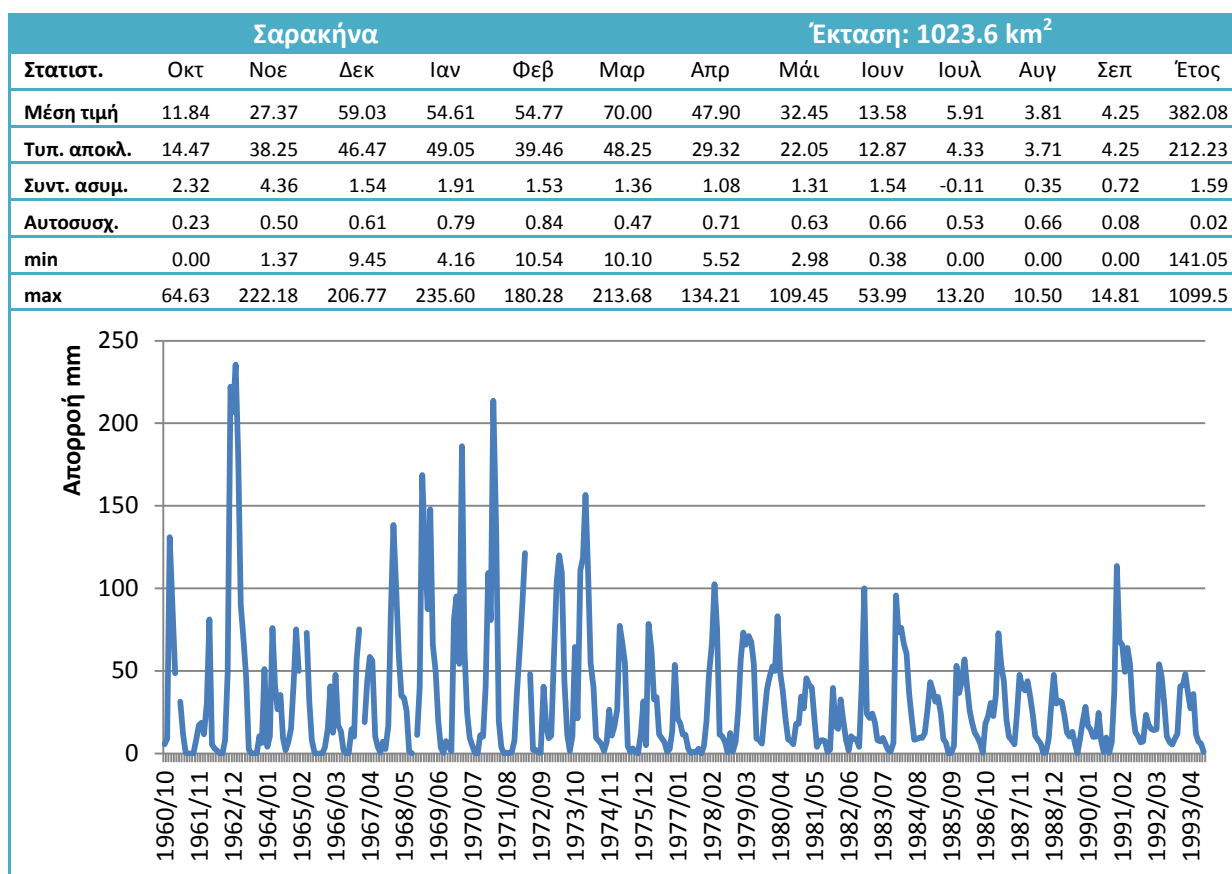
Πίνακας 6.22: Στατιστικά χαρακτηριστικά και χρονοσειρά λεκάνης Κάτω Παμίσου (Παμίσου - Καλέτζη σύμφωνα με την Εικόνα 6.23).



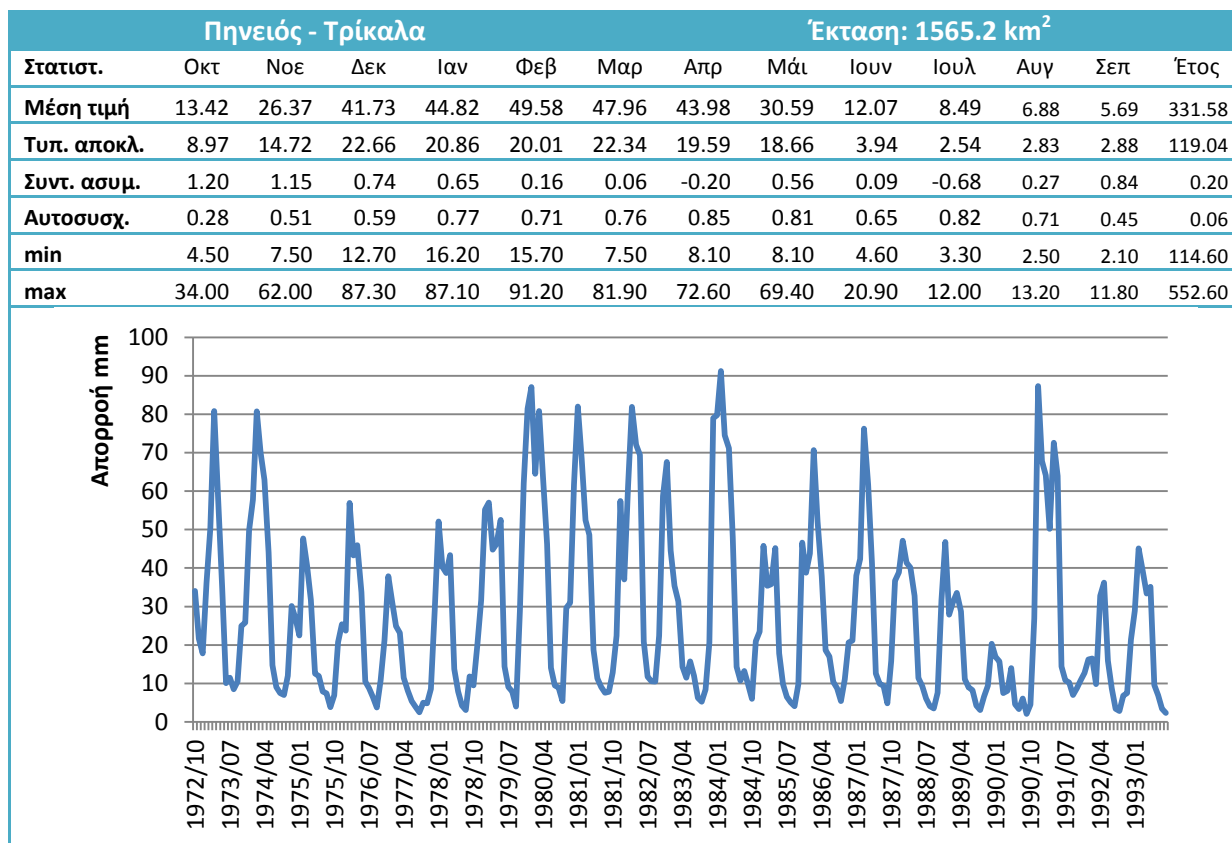
Πίνακας 6.23: Στατιστικά χαρακτηριστικά και χρονοσειρά λεκάνης Καλέτζης.



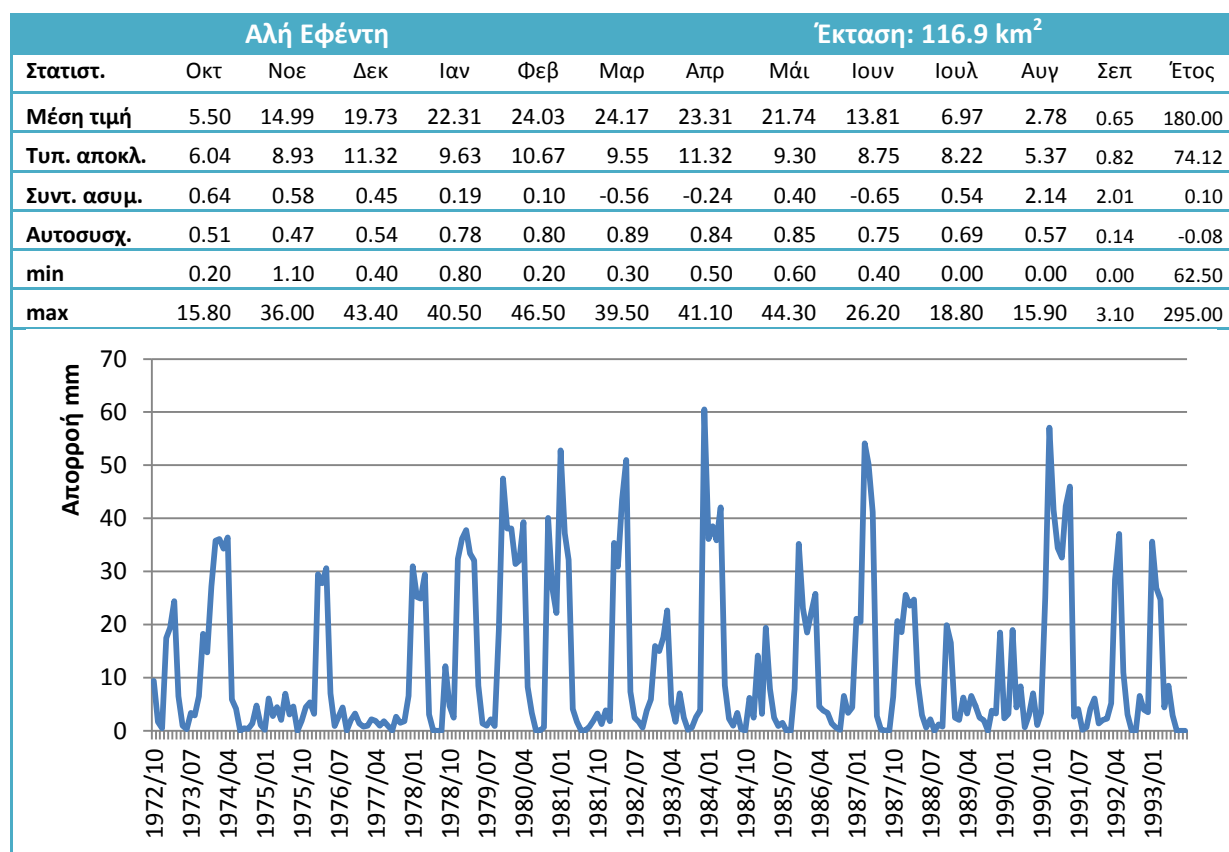
Πίνακας 6.24: Στατιστικά χαρακτηριστικά και χρονοσειρά λεκάνης Σαρακίνα.



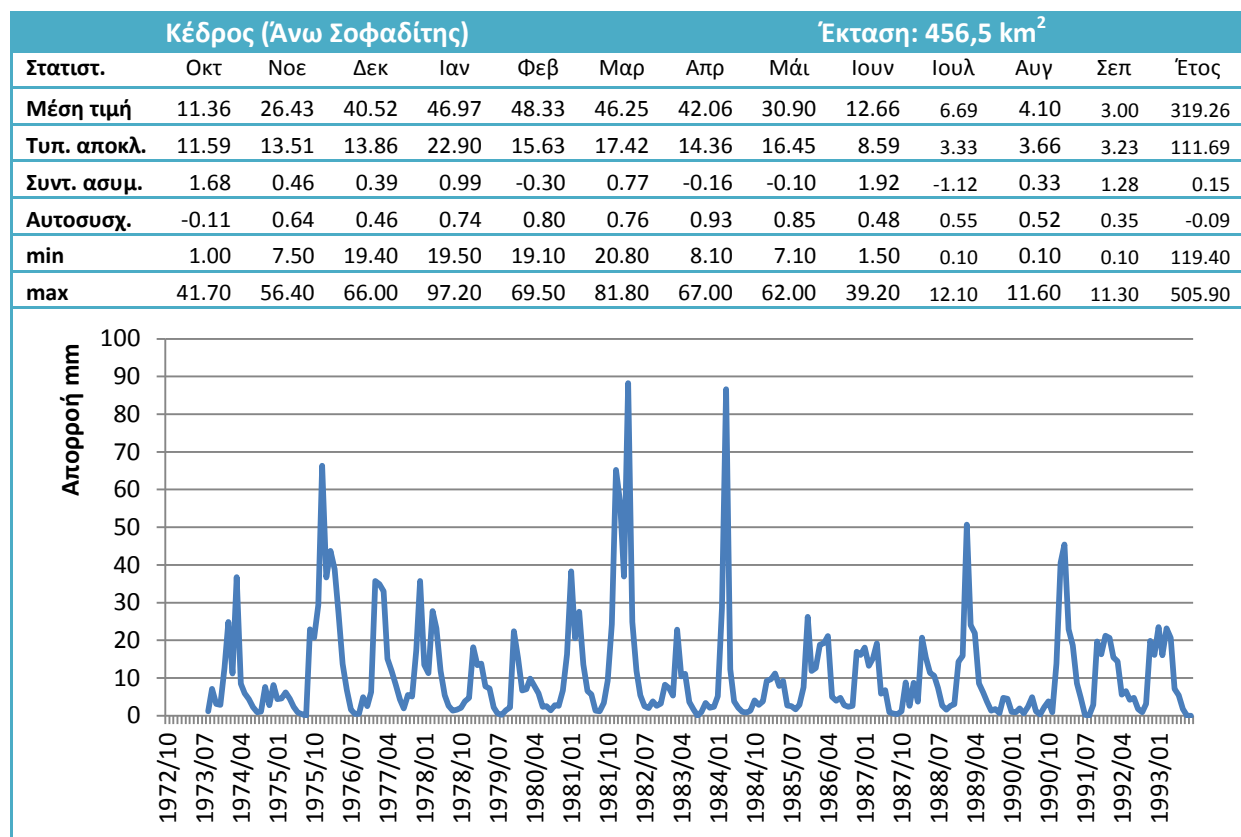
Πίνακας 6.25: Στατιστικά χαρακτηριστικά και χρονοσειρά λεκάνης Πηνειός – Τρίκαλα.



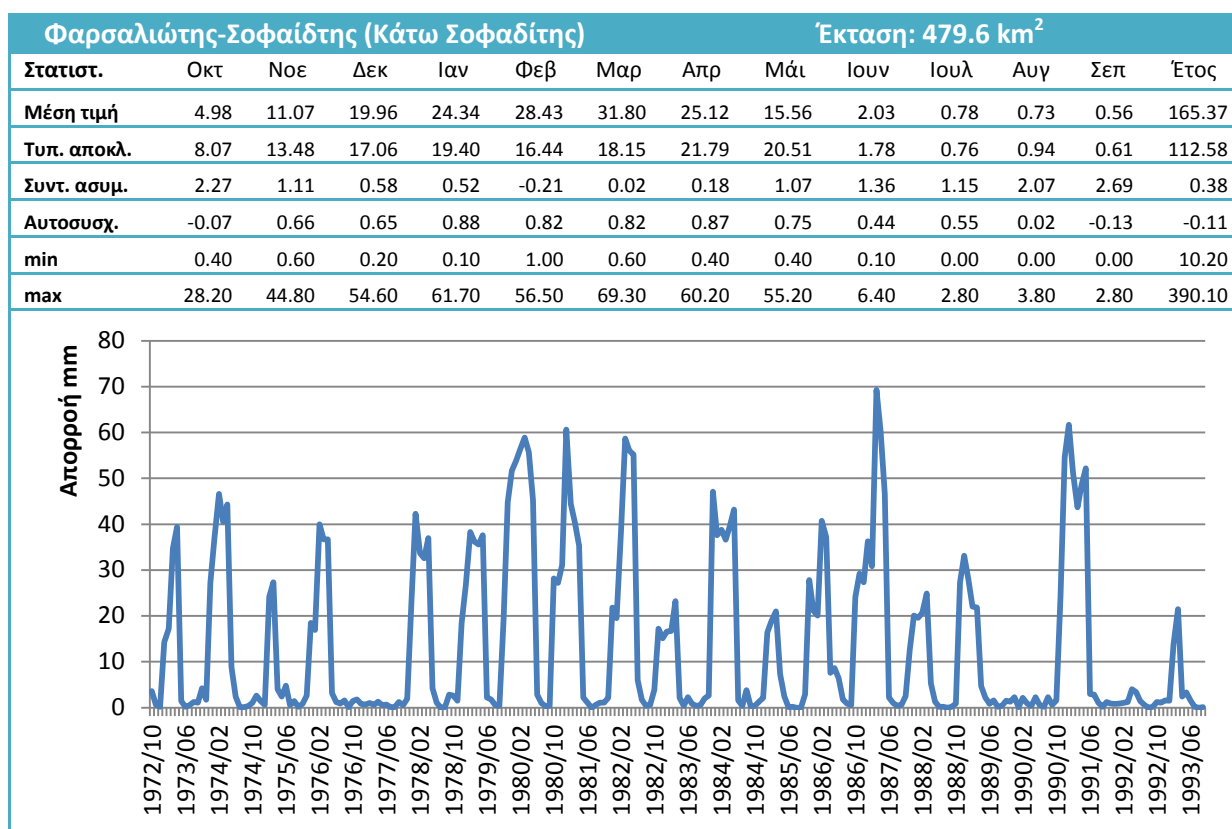
Πίνακας 6.26: Στατιστικά χαρακτηριστικά και χρονοσειρά λεκάνης Πηνειός – Τρίκαλα.



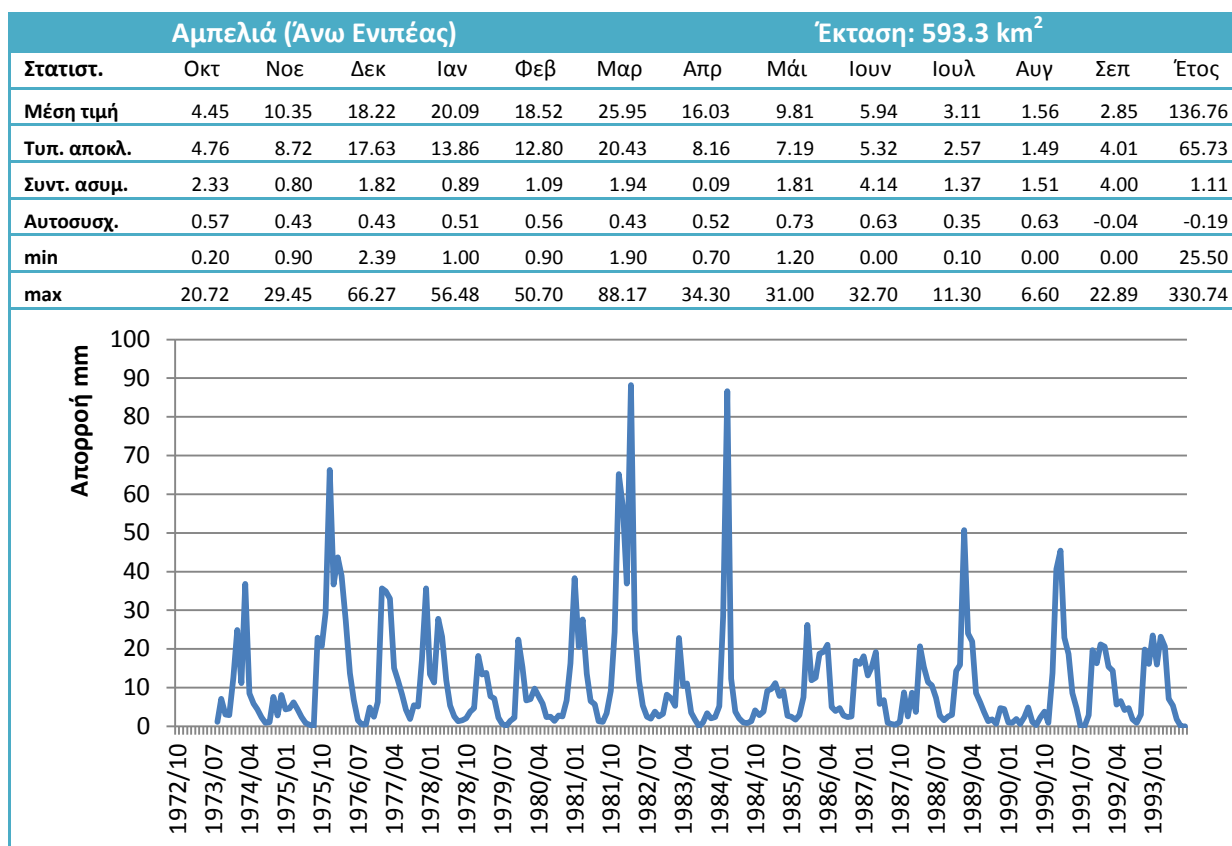
Πίνακας 6.27: Στατιστικά χαρακτηριστικά και χρονοσειρά λεκάνης Κέδρου (Άνω Σοφαδίτη)



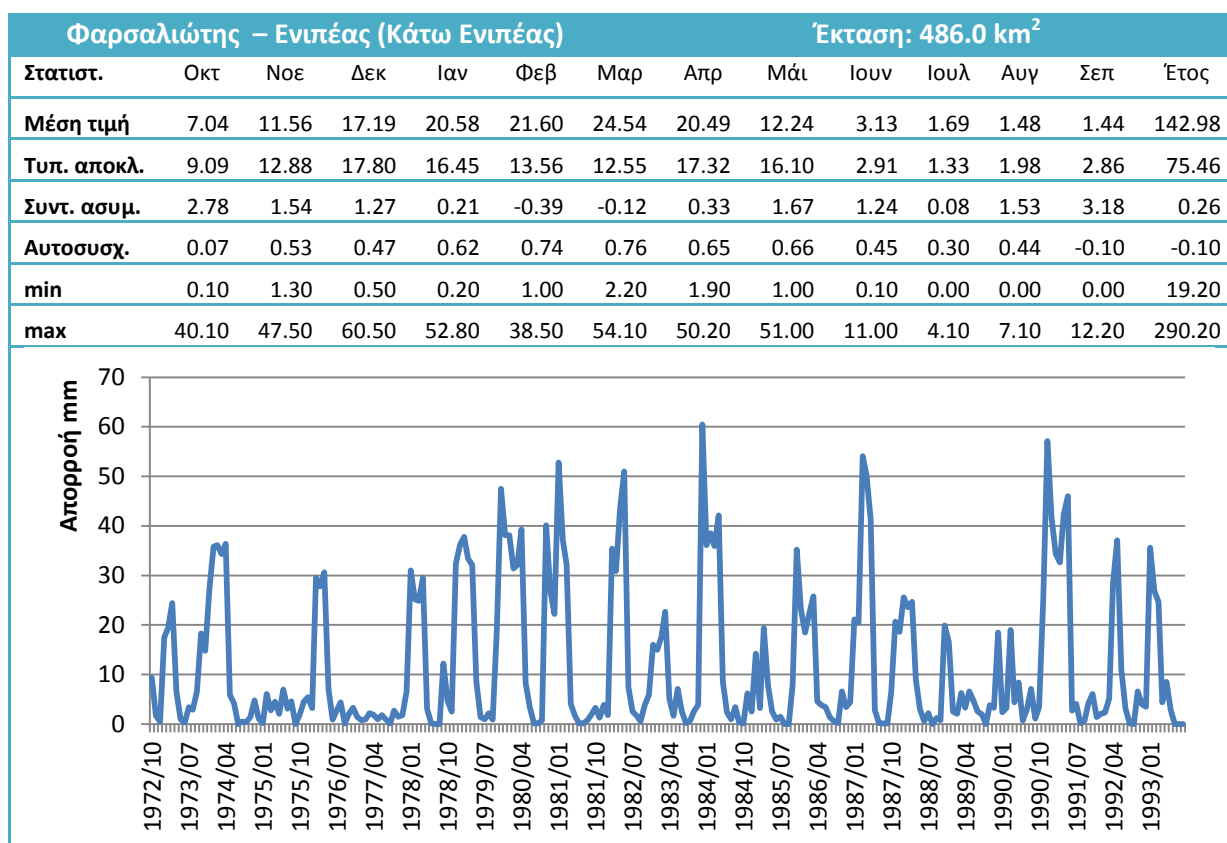
Πίνακας 6.28: Στατιστικά χαρακτηριστικά και χρονοσειρά λεκάνης Φαρσαλιώτη-Σοφαίδη (Κάτω Σοφαδίτη).



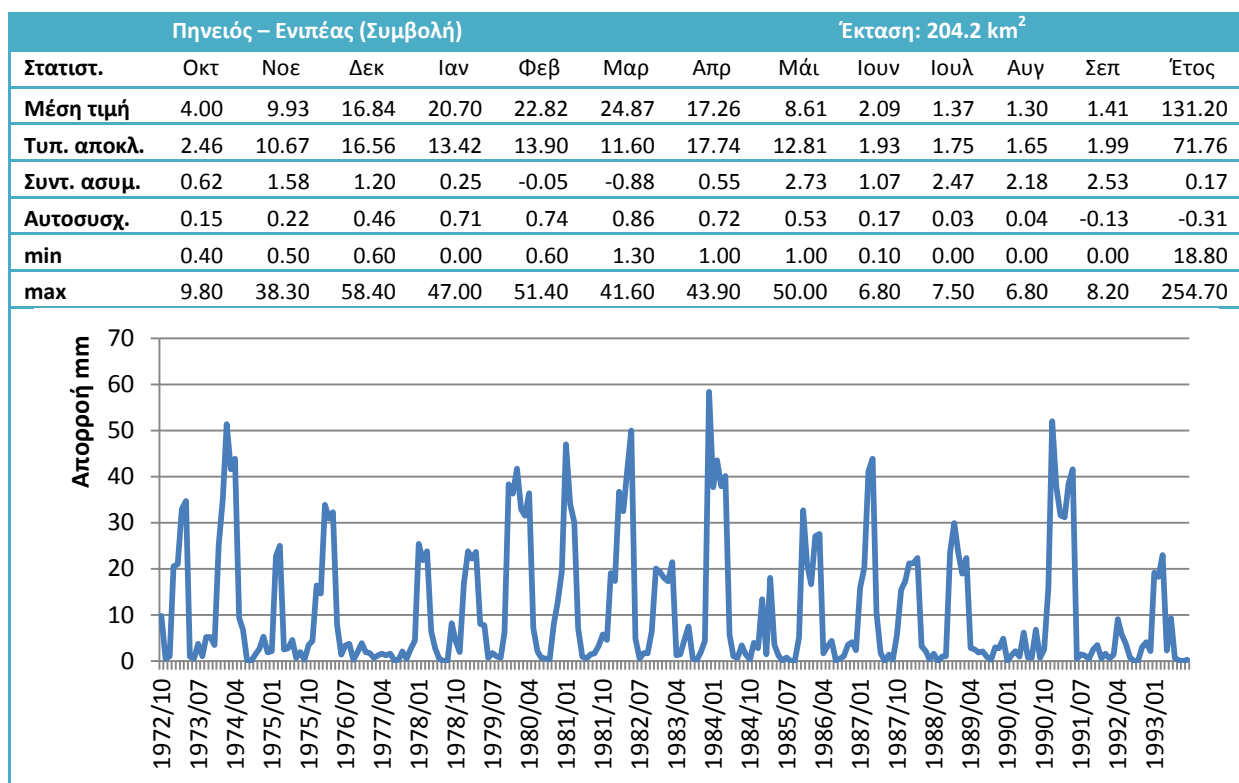
Πίνακας 6.29: : Στατιστικά χαρακτηριστικά και χρονοσειρά λεκάνης Αμπελιά (Άνω Ενιπέας).



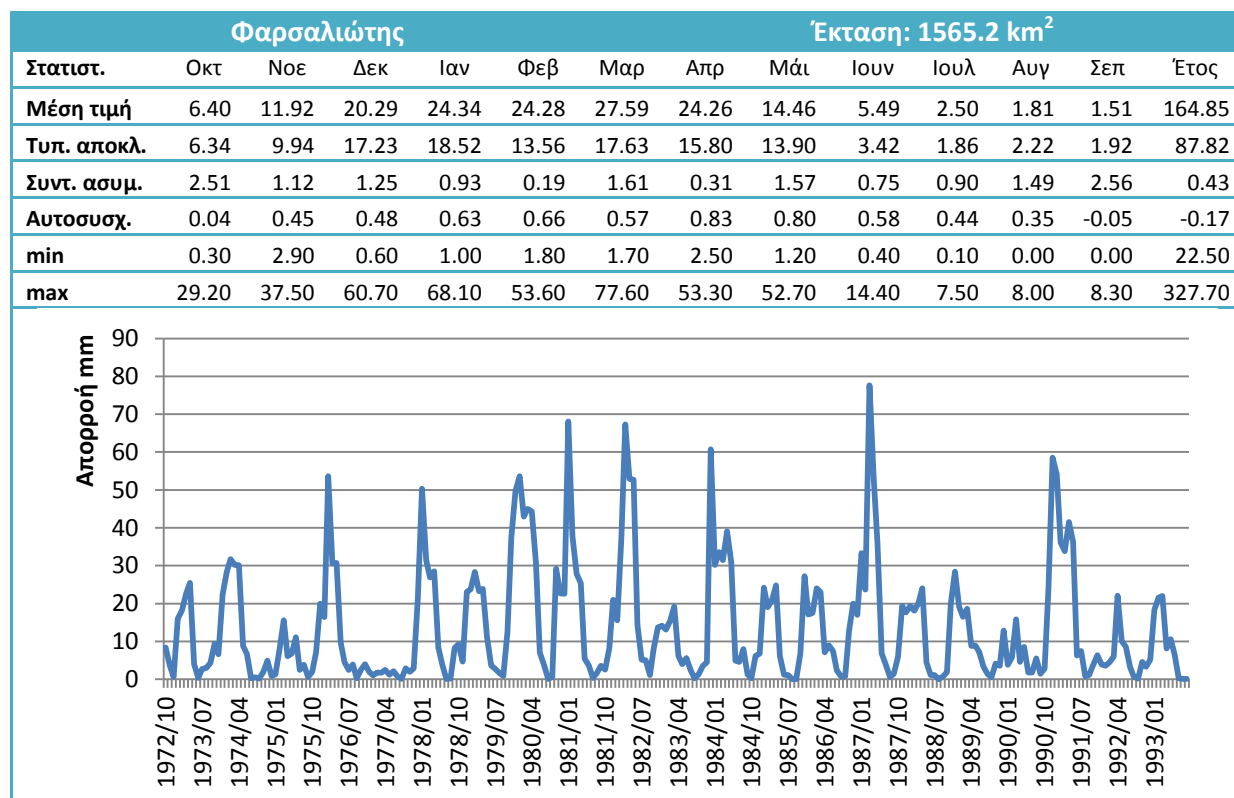
Πίνακας 6.30: Στατιστικά χαρακτηριστικά και χρονοσειρά λεκάνης Φαρσαλιώτη-Ενιπέα (Κάτω Ενιπέας).



Πίνακας 6.31: Στατιστικά χαρακτηριστικά και χρονοσειρά λεκάνης Πηνειού – Ενιπέα (Συμβολή).



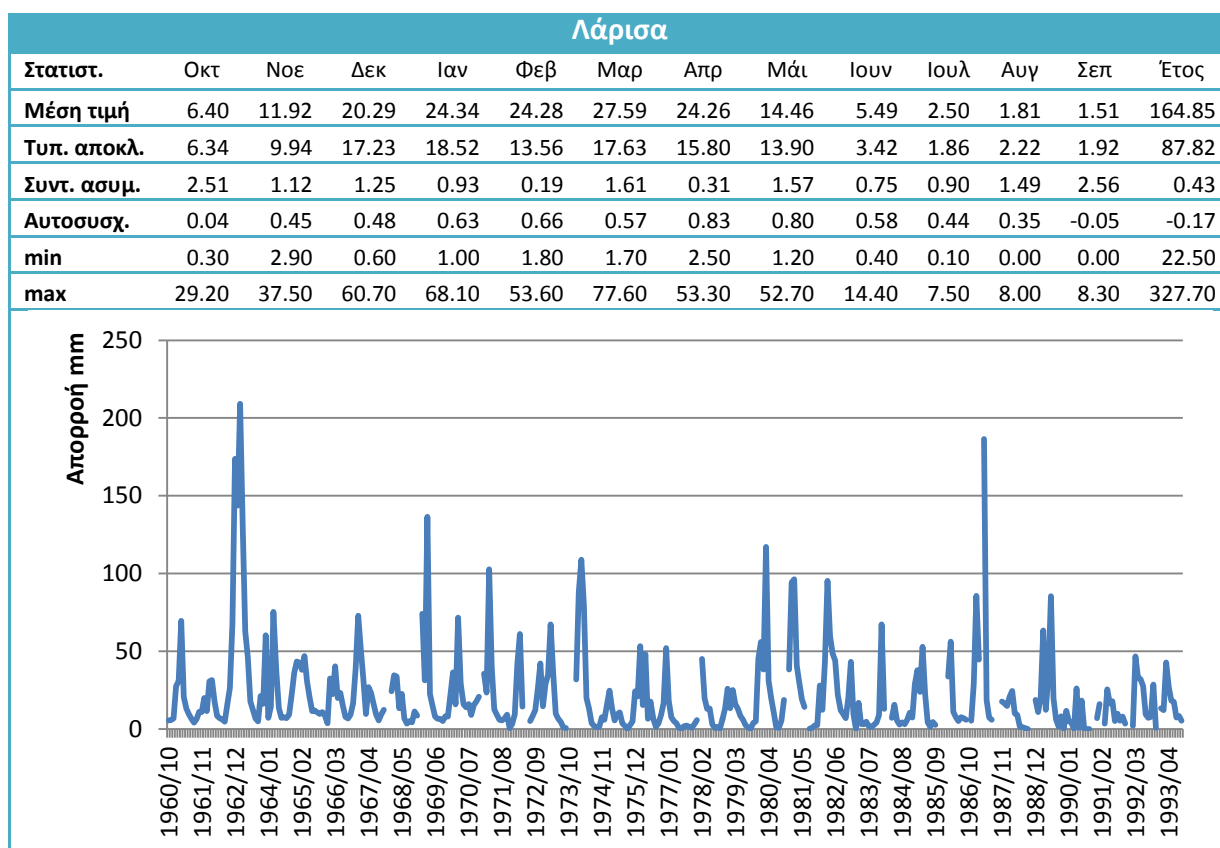
Πίνακας 6.32: Στατιστικά χαρακτηριστικά και χρονοσειρά λεκάνης Φαρσαλιώτη.



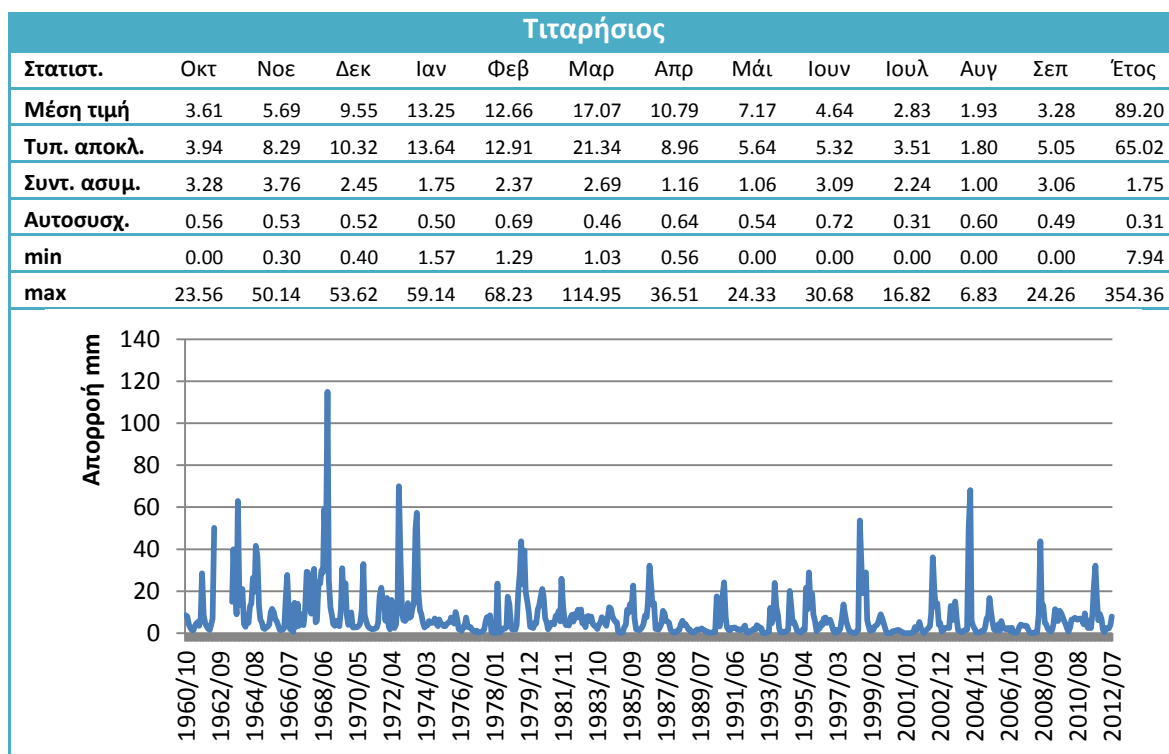
6.3.2 Ανατολική Θεσσαλία

Για την Ανατολική Θεσσαλία τα ιστορικά υδρολογικά δεδομένα είναι πιο περιορισμένα. Για τη λεκάνη του Πηνειού μεταξύ των σταθμών Αλή Εφέντη και Λάρισας διατίθενται μηνιαίες χρονοσειρές παροχών από την επεξεργασία πρωτογενών μετρήσεων στάθμης και παροχής στους σταθμούς Γιάννουλη και Αλκαζάρ (Ζαρρής κ.ά., 1997). Τα κενά στις χρονοσειρές συμπληρώθηκαν με βάση τις επιφανειακές βροχές των λεκανών (Κουτσογιάννης κ.ά., 2001). Για την εκτίμηση της απορροής του Πηνειού στη Λάρισα αθροίστηκαν οι χρονοσειρές των σταθμών Γιάννουλη και Αλκαζάρ, που είναι τοποθετημένοι στην κανονική και την ανακουφιστική πλημμυρική κοίτη, αντίστοιχα. Από το αποτέλεσμα αφαιρέθηκε η απορροή στη θέση Αλή Εφέντη, ώστε να προκύψει η απορροή της ενδιάμεσης λεκάνης Αλή Εφέντη και Λάρισας. Λόγω της ανεπάρκειας μετρήσεων κατάντη, έγινε η παραδοχή πως το ύψος απορροής της λεκάνης μεταξύ Αλή Εφέντη και Λάρισας είναι αντιπροσωπευτική μέχρι το φράγμα της Γυρτώνης, που είναι το πιο κατάντη εννοιολογικό σημείο του συστήματος στον Πηνειό.

Πίνακας 6.33: Στατιστικά χαρακτηριστικά και χρονοσειρά λεκάνης μεταξύ Αλή Εφέντης – Λάρισα.



Πίνακας 6.34: Στατιστικά χαρακτηριστικά και χρονοσειρά λεκάνης Τιταρήσιου.



Στους κόμβους της λεκάνη του Τιταρησίου (Πίνακας 6.34), η ιστορική χρονοσειρά καταρτίστηκε με βάση το δείγμα μετρήσεων στάθμης-παροχής του σταθμού Μεσοχώρι για την περίοδο 1960-1980 (Ζαρρής κ.α, 1997), και συμπληρώθηκε για την περίοδο 1980-2012 από επεξεργασμένα δεδομένα της Διεύθυνσης Περιφέρειας Υδάτων Θεσσαλίας (Παπαλέξης, 2013).

6.3.3 Υπολεκάνες Αχελώου

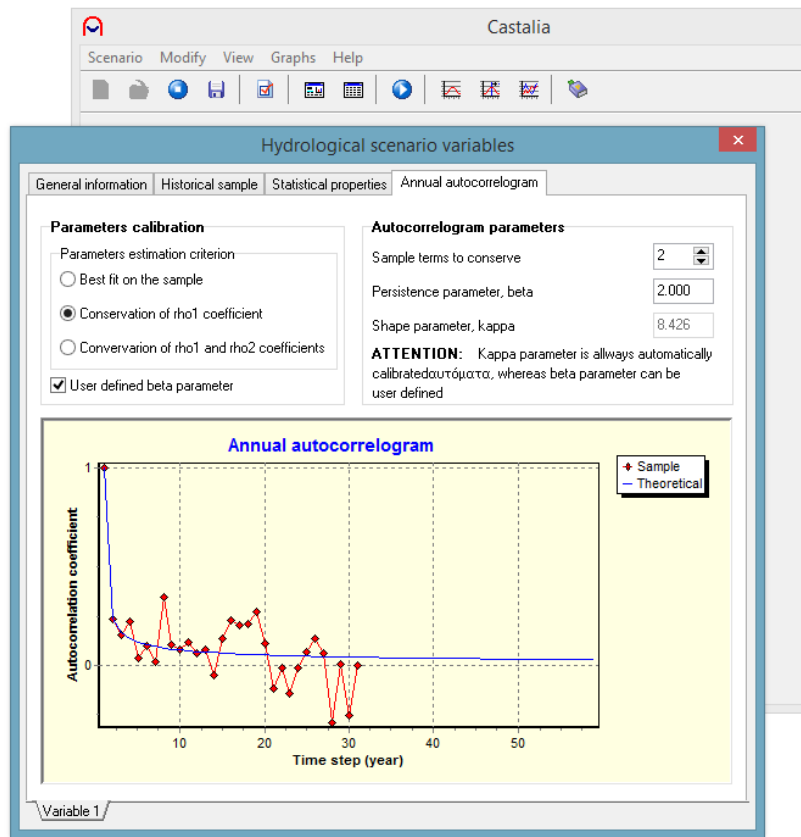
Στις υπολεκάνες του Αχελώου δεν καθορίστηκαν λεκάνες απορροής, καθώς η ροή είναι πλήρως ρυθμισμένη από τα φράγματα.

6.4 Παραγωγή συνθετικών χρονοσειρών με το μοντέλο Κασταλία

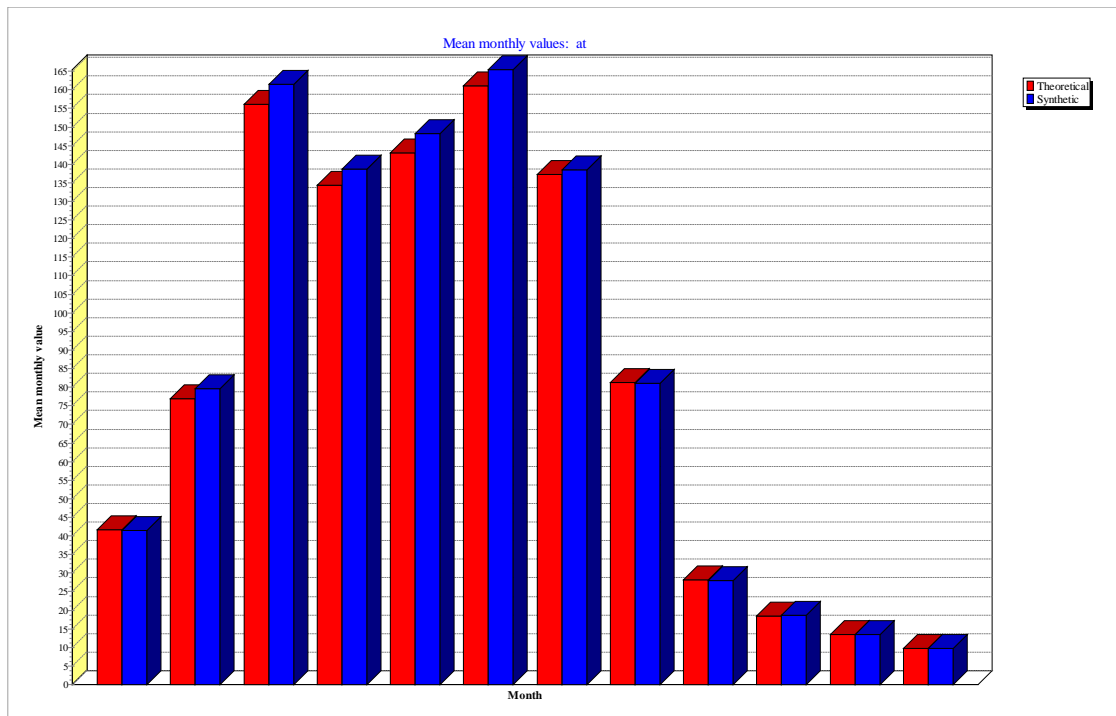
Οι ιστορικές χρονοσειρές που αναφέρθηκαν χρησιμοποιήθηκαν ως δεδομένα εισόδου στη Κασταλία. Λόγω του μικρού μήκους τους, η παράμετρος εμμονής β καθορίστηκε εμπειρικά, και τέθηκε ίση με $\beta = 2$ για όλες τις μεταβλητές (Εικόνα 6.24). Για να μπορεί να οριστεί το θεωρητικό μοντέλο αυτοσυνδιασποράς, σε ορισμένες χρονοσειρές που ο ετήσιος συντελεστής αυτοσυσχέτισης πρώτης τάξης ήταν (οριακά) αρνητικός, αντικαταστάθηκε από μια μικρή θετικής τιμής, ίση με $\rho_1 = 0.10$. Όλες οι χρονοσειρές εισήχθησαν στο ίδιο σενάριο ώστε να διατηρηθεί η χωρική τους συσχέτιση, δηλαδή να αναπαραχθούν οι ετεροσυσχετίσεις όλων των μεταβλητών τόσο στη μηνιαία όσο και στην ετήσια κλίμακα. Τελικά, διαμορφώθηκε ένα πολυμεταβλητό μοντέλο στοχαστικής προσομοίωσης των απορροών και βροχοπτώσεων της περιοχής μελέτης, που περιλαμβάνει 26 μεταβλητές.

Από την προσομοίωση κατασκευάστηκαν συνθετικές χρονοσειρές περιόδου 1000 ετών για κάθε διεργασία (απορροή ταμειυτήρα ή λεκάνης, βροχόπτωση). Αυτές είναι στατιστικά ισοδύναμες με τις ιστορικές (Εικόνα 6.25) ενώ έχουν και χαρακτηριστικά εμμονής, με περιόδους υγρών και ξηρών ετών σε ακολουθία (Εικόνα 6.26). Το τελευταίο είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τη μελέτη του υδροσυστήματος, καθώς επιτρέπει την αξιολόγησή της συμπεριφοράς του κάτω από διάφορες συνθήκες, ακόμη και ακραίες (π.χ. περίοδοι μακροχρόνιων ξηρασιών).

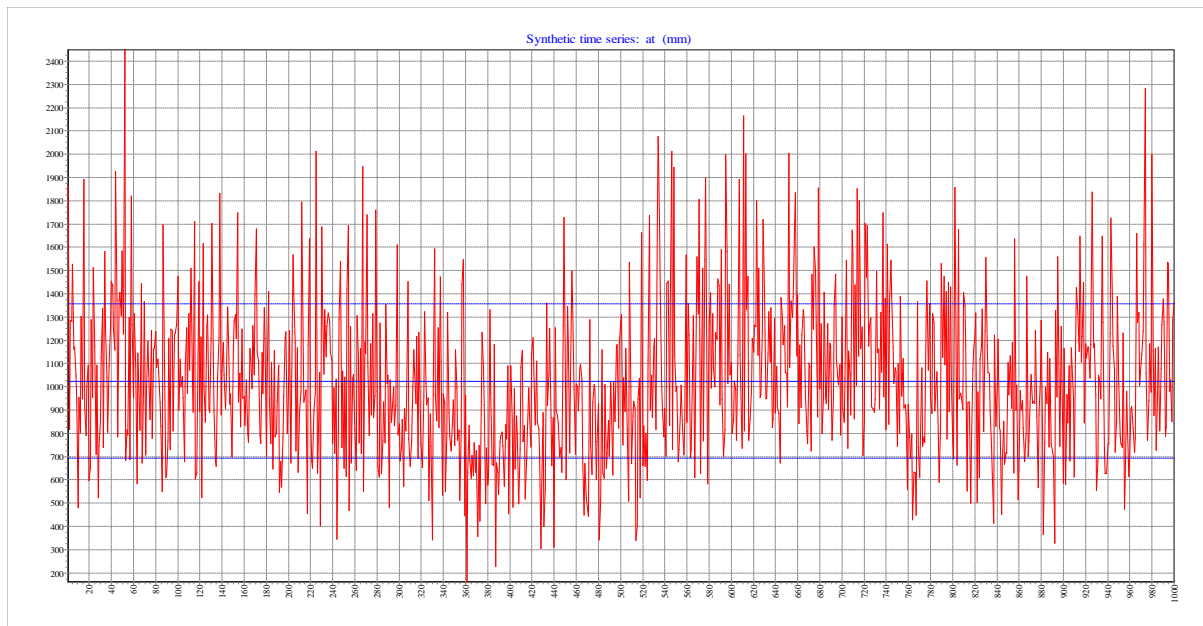
Παρόμοια διαδικασία έγινε για την παραγωγή των συνθετικών χρονοσειρών εξάτμισης των ταμειυτήρων. Στην περίπτωση αυτή, διαμορφώθηκε ένα πολυμεταβλητό μοντέλο με είσοδο τις 10 ιστορικές χρονοσειρές που κατασκευάστηκαν στο πλαίσιο της εργασίας. Σημειώνεται ότι οι συνθετικές εξατμίσεις παρήχθησαν από διαφορετικό μοντέλο, καθώς δεν συσχετίζονται με τις άλλες διεργασίες της περιοχής μελέτης (βροχόπτωση, απορροή).



Εικόνα 6.24: Αυτοσυσχετόγραμμα απορροής Κρεμαστών. Διακρίνεται ο καθορισμός της παραμέτρου β .



Εικόνα 6.25: Σύγκριση μέσων μηνιαίων τομών ιστορικού και συνθετικού δείγματος απορροής Πλαστήρα.



Εικόνα 6.26: Συνθετική χρονοσειρά απορροής ταμειυτήρα Πλαστήρα, που χαρακτηρίζεται από μακροπρόθεσμη εμμονή.

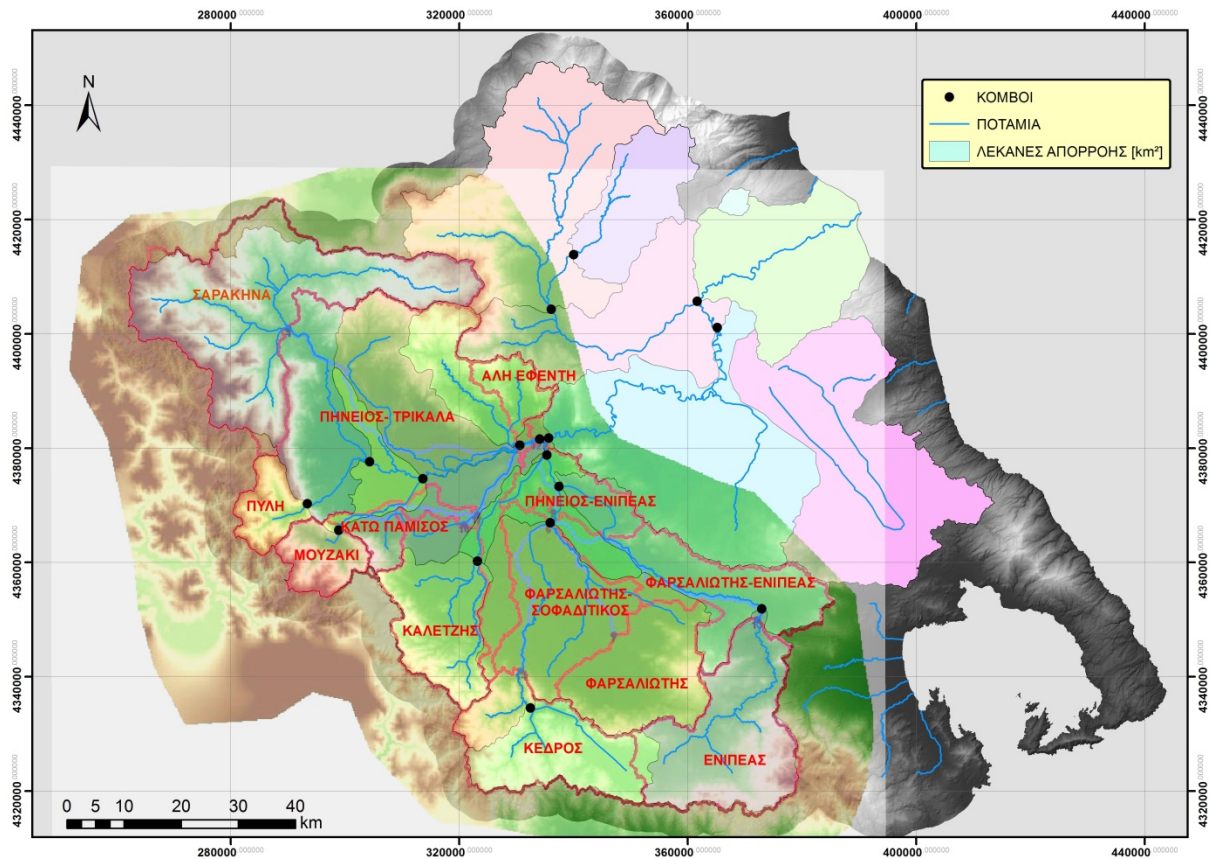
6.5. Αναγωγή συνθετικών χρονοσειρών απορροής Δυτικής Θεσσαλίας.

Ήδη αναφέρθηκε στο εδάφιο 6.3 πως οι λεκάνες απορροής ποταμών της Δυτικής Θεσσαλίας, όπως σχηματοποιήθηκαν στο μοντέλο Υδρόγειος, είναι αρκετά διαφορετικές χωρικά από αυτές που καθορίστηκαν στην παρούσα σχηματοποίηση. Ο Πίνακας 6.33 παρουσιάζει τα τμήματα των λεκανών που ανήκουν σε αυτές της Εικόνας 6.27. Η αναγωγή της απορροής έγινε με βάση τον ακόλουθο γραμμικό συνδυασμό, που λαμβάνει υπόψη μόνο τον λόγο των εκτάσεων, δηλαδή:

$$\text{Απορροή}_n = \frac{\text{Συσχετιση με Λεκανη}_1}{\text{Εκταση Λεκανης}_1} + \dots + \frac{\text{Συσχετιση με Λεκανη}_6}{\text{Εκταση Λεκανης}_6}$$

Φυσικά η παραδοχή αυτή είναι πολύ απλοποιητική, καθώς δεν λαμβάνει υπόψη τον σημαντικό παράγοντα της υδρολογικής απόκρισης κάθε λεκάνης ως αποτέλεσμα των ιδιαίτερων φυσιογραφικών χαρακτηριστικών της, καθώς και τη χωρική μεταβλητότητα των βροχοπτώσεων. Ωστόσο, θεωρείται ότι τα σφάλματα που υπεισέρχονται δεν είναι πολύ σημαντικά. Στην ιδιαίτερα μακροσκοπική κλίμακα εξέτασης του συστήματος (το οποίο δεσμεύεται ούτως ή άλλως από πολλές άλλες απλοποιητικές παραδοχές), μικρή σημασία έχει αν η απορροή είναι λίγο μικρότερη ή μεγαλύτερη σε έναν επιμέρους κόμβο, καθώς το άθροισμα της συνολικής απορροής των λεκάνης ενός ποταμού θα είναι το ίδιο. Επιπλέον, τα σφάλματα κυρίων αφορούν στην απορροή της υγρής περιόδου, που έχει περιορισμένη σημασία σε ένα υδροσύστημα όπου κυριαρχούν οι αρδευτικές απολήψεις.

Η αναγωγή έγινε απευθείας στις συνθετικές χρονοσειρές ύψους απορροής που προέκυψαν από το μοντέλο Κασταλία, που κατόπιν μετατράπηκαν σε μονάδες παροχής (m^3/s) ώστε να χρησιμοποιηθούν σαν είσοδος στον Υδρονομέα. Οι επεξεργασίες έγιναν με το λογισμικό Υδρογώνων.



Εικόνα 6.27: Χωρική συσχέτιση λεκανών Δυτικής Θεσσαλίας (Πηγή προβαλλόμενης εικόνας: Τέγος, 2005 - έγινε επεξεργασία και γεωαναφορά).

Πίνακας 6.33: Συσχέτιση εκτάσεων λεκανών της παρούσας εργασίας με τη σχηματοποίηση του μοντέλου Υδρόγειος (Τέγος, 2005)

ΛΕΚΑΝΗ	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ 1	ΕΚΤΑΣΗ	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ 2	ΕΚΤΑΣΗ	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ 3	ΕΚΤΑΣΗ
ΕΝΙΠΕΑΣ ΠΗΓΕΣ	ΑΝΩ ΕΝΝΙΠΕΑΣ	561.69	ΚΑΤΩ ΕΝΝΙΠΕΑΣ	4.95		
ΕΝΙΠΕΑΣ ΣΥΜΒΟΛΗ ΚΑΛΕΤΖΗ	ΑΝΑΝΤΗ ΣΥΜΒ ΠΗΝ-ΕΝ	99.22	ΚΑΤΩ ΕΝΝΙΠΕΑΣ	367.20		
ΠΗΝΕΙΟΣ ΑΝΑΝΤΗ	ΑΝΑΝΤΗ ΣΑΡΑΚΗΝΑΣ	952.64	ΠΗΝΕΙΟΣ (ΤΡΙΚΑΛΑ)	397.42		
ΕΝΔΙΑΜ.ΠΗΝΕΙΟΥ - ΠΑΜΙΣΟΥ	ΠΗΝΕΙΟΣ (ΤΡΙΚΑΛΑ)	142.81	ΚΑΤΩ ΠΑΜΙΣΟΣ	26.18		
ΜΕΓΑΣ	ΚΑΤΩ ΠΑΜΙΣΟΣ	105.19	ΠΗΝΕΙΟΣ (ΤΡΙΚΑΛΑ)	95.67	ΚΑΛΕΝΤΖΗΣ	77.90
ΚΑΛΕΤΖΗΣ ΠΗΓΕΣ	ΚΑΛΕΝΤΖΗΣ	351.07	ΠΗΝΕΙΟΣ (ΤΡΙΚΑΛΑ)	4.29		
ΣΟΦΑΔΙΤΗΣ - ΦΑΡΣΑΛΙΩΤΗΣ	ΚΑΤΩ ΣΟΦΑΔΙΤΗΣ	459.28	ΦΑΡΣΑΛΙΩΤΗΣ	411.66	ΑΝΩ ΣΟΦΑΔΙΤΗΣ	112.34
ΛΙΘΑΙΟΣ & ΝΕΟΧΩΡΙΤΗΣ	ΠΗΝΕΙΟΣ (ΤΡΙΚΑΛΑ)	650.48	ΑΝΑΝΤΗ ΑΛΗ ΕΦΕΝΤΗ	109.57		
ΑΛΗ ΕΦΕΝΤΗ	ΑΝΑΝΤΗ ΑΛΗ ΕΦΕΝΤΗ	5.95	ΑΝΑΝΤΗ ΣΥΜΒ. ΠΗΝ-ΕΝΙΠ	3.37		
ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ ΕΝΙΠΕΑ ΚΑΛΕΤΖΗ	ΚΑΛΕΤΖΗΣ	15.73	ΠΗΝΕΙΟΣ (ΤΡΙΚΑΛΑ)	35.47	ΚΑΤΩ ΣΟΦΑΔΙΤΗΣ	17.43
ΛΕΚΑΝΗ (ΣΥΝΧΕΙΔΙΑ)	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ 4	ΕΚΤΑΣΗ	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ 5	ΕΚΤΑΣΗ	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ 6	ΕΚΤΑΣΗ
ΕΝΙΠΕΑΣ ΠΗΓΕΣ						
ΕΝΙΠΕΑΣ ΣΥΜΒΟΛΗ ΚΑΛΕΤΖΗ						
ΠΗΝΕΙΟΣ ΑΝΑΝΤΗ						
ΕΝΔΙΑΜ. ΠΗΝΕΙΟΥ - ΠΑΜΙΣΟΥ						
ΜΕΓΑΣ	ΑΝΑΝΤΗ ΣΥΜΒ ΠΗΝ-ΕΝ	11.77	ΑΝΑΝΤΗ ΑΛΗ ΕΦΕΝΤΗ	4.31		
ΚΑΛΕΤΖΗΣ ΠΗΓΕΣ						
ΣΟΦΑΔΙΤΗΣ - ΦΑΡΣΑΛΙΩΤΗΣ	ΠΗΝΕΙΟΣ (ΤΡΙΚΑΛΑ)	102.72	ΚΑΤΩ ΕΝΝΙΠΕΑΣ	35.22	ΚΑΛΕΝΤΖΗΣ	3.99
ΛΙΘΑΙΟΣ & ΝΕΟΧΩΡΙΤΗΣ						
ΑΛΗ ΕΦΕΝΤΗ						
ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ ΕΝΙΠΕΑ ΚΑΛΕΤΖΗ	ΚΑΤΩ ΕΝΝΙΠΕΑΣ	81.43	ΑΝΑΝΤΗ ΣΥΜΒ. ΠΗΝ-ΕΝ	93.13		

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Προσομοίωση και Βελτιστοποίηση Συστήματος

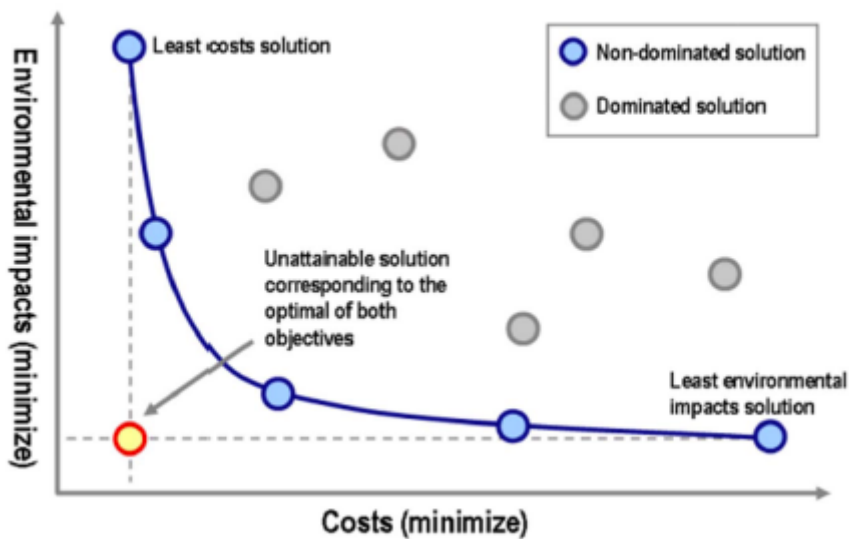
Στα Κεφάλαια 5 και 6 έγινε εκτενής ανάπτυξη της σχηματοποίησης του συστήματος και του καθορισμού των υδρολογικών δεδομένων εισόδου. Το παρών κεφάλαιο αφιερώνεται στην ανάλυση της διαδικασίας της προσομοίωσης - βελτιστοποίησης του μοντέλου μέσα από την αξιολόγηση διαφορετικών σεναρίων διαχειριστικής πολιτικής του συστήματος. Καταβλήθηκε ιδιαίτερη προσπάθεια ώστε να καταρτιστούν σενάρια που να επιτρέπουν όσο το δυνατόν πιο σφαιρική μελέτη του υδροσυστήματος.

7.1 Γενικοί Προβληματισμοί

Από την παράθεση των δεδομένων που προηγήθηκε στο Κεφάλαιο 2 γίνεται εμμέσως προφανές πως υπάρχουν δύο βασικοί στόχοι σε σύγκρουση μεταξύ τους, η «άρδευση» και η «παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας». Η πρώτη υπαγορεύει την διατήρηση αποθεμάτων το χειμώνα για την θερινή κάλυψη των αναγκών κάτι που είναι απευκταίο για τη μεγιστοποίηση του κέρδους παραγόμενης πρωτεύουσας ενέργειας. Η σωστή διαχείριση του συστήματος προϋποθέτει την επίτευξη καλών αποτελεσμάτων και για την άρδευση και την Υ/Η παραγωγή, παρόλα αυτά όσο μεγαλώνει ζήτηση για πρωτεύουσα ενέργεια τόσο πιο ελλειμματική γίνεται η κάλυψη τη αρδευτικής ζήτησης.

Κατά τη διαδικασία του καθορισμού των ζητήσεων (Κεφάλαιο 5) έγινε η θεώρηση ότι όλες οι ζητήσεις πλην της παραγωγής ενέργειας είναι δεδομένες και αμετάβλητες. Η παραγωγή πρωτεύουσας Υ/Η ενέργειας μπορεί στο σύνολό της να θεωρηθεί ως εξαρτημένη άγνωστη μεταβλητή για το εν λόγω σύστημα. Η επιλογή αυτή γίνεται επειδή η παραγωγή ενέργειας γενικά μπορεί να εξασφαλιστεί από πολλές άλλες πηγές (ΑΠΕ, θερμοηλεκτρικά) σε τοπικό και εθνικό επίπεδο («περιβάλλον» του υδροσυστήματος), αλλά οι ζητήσεις νερού πρέπει να εξασφαλιστούν από νερό εντός του «συνόρου» του συστήματος.

Η εξαρτημένες μεταβλητές του συστήματος όμως λόγω της σύγκρουσης στόχων που προαναφέρθηκε, δεν μπορούν να εκτιμηθούν μονοσήμαντα. Με αυτήν την έννοια δεν υπάρχει συνολικά βέλτιστη λύση, αλλά μια απειρία λύσεων όπου η κάθε μία θα είναι καλύτερη των άλλων ως προς ένα από τους δυο αντιπαρατιθέμενους στόχους και τουλάχιστον τόσο καλή όσο άλλες λύσεις στο σύνολο των στόχων. Αυτό αποτελεί ένα τυπικό πρόβλημα στην διαχείριση υδατικών πόρων σε πολυκριτηριακά προβλήματα, όπου το σύνολο των λύσεων συνηθίζεται να καλούνται λύσεις βέλτιστες κατά Pareto και να απεικονίζονται σε μια καμπύλη που καλείται μέτωπο Pareto (Εικόνα 7.1) . Στο παρόν πρόβλημα θα διερευνηθούν οι διαχειριστικές επιλογές των μεταβλητών παραγωγής ενέργειας, ώστε να βρεθούν ο χώρος των λύσεων μεταξύ της μεγιστοποίησης παραγωγής ενέργειας και ελαχιστοποίησης του αρδευτικού ελλείμματος.



Εικόνα 7.1: Τυπική καμπύλη λύσεων βέλτιστων κατά Pareto (Πηγή: Μακρόπουλος, 2012)

Ακόμα, το γεγονός ότι η γενική διάταξη των έργων εκτροπής βρίσκεται ακόμα σε στάδιο πρότασης κατασκευής, υποχρεώνει σε μία ολιστική προσέγγιση που να εξετάζει την σκοπιμότητα των έργων. Γι αυτό το λόγο θα πρέπει να διερευνηθούν και άλλες διατάξεις που αφορούν πρακτικά στην διατύπωση της προσομοίωσης του συστήματος (σχηματοποίηση, ζητήσεις, περιορισμοί) Οι διαφορετικές διατάξεις περιλαμβάνουν:

- Εκτροπή διαφορετικής ποσότητας νερού. Θα εξεταστεί η διαχειριστική επιλογή των 600 hm^3 ανά έτος, στην οποία μάλιστα αναφέρεται και η προτεινόμενη γενική διάταξη των έργων.
- Κατασκευή των έργων της γενικής διάταξης, αλλά αξιοποίηση των υδατικών πόρων αυστηρά μέσα στην λεκάνη απορροής τους. Θα γίνει σύγκριση έτσι με τις επιπτώσεις των έργων εκτροπής.
- Διερεύνηση της σκοπιμότητας λειτουργίας αντλιοστροβίλων. Θα εξεταστεί η διαχειριστική επιλογή λειτουργίας συμβατικών ΥΗΣ και η σύγκριση των αποτελεσμάτων με την γενική διάταξη των έργων εκτροπής.
- Εξέταση των επιπτώσεων της αλλαγής σε βάθος χρόνου των πρακτικών άρδευσης με τρόπο ώστε να εξοικονομούνται υδατικοί πόροι. Γι αυτό το λόγο θα προσομοιωθεί η γενική διάταξη με μειωμένο το όριο εφαρμογής νερού ανά στρέμμα.

Σε κάθε διάταξη υπάρχει η δυνατότητα εξέτασης διαφορετικών σεναρίων τα οποία διαμορφώνονται με διαφορετικούς συνδυασμούς κριτηρίων. Με κάθε σενάριο υλοποιείται

διαφορετικό σημείο του μετώπου Pareto. Πρακτικά τα σενάρια αφορούν την διατύπωση του προβλήματος βελτιστοποίησης.

7.2 Διατύπωση προβλήματος βελτιστοποίησης

Αρχικά καθορίστηκαν οι μεταβλητές προς βελτιστοποίηση με το σκεπτικό που αναπτύχθηκε στο εδάφιο 7.1 , και δόθηκε ένα μεγάλο εύρος τιμών ώστε να καλυφθεί όλος ο χώρος των λύσεων. Οι μεταβλητές αυτές καλούνται μεταβλητές ελέγχου για το πρόβλημα βελτιστοποίησης και παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.1 . Επισημαίνεται ξανά πως δεν έχει τεθεί στόχος παραγωγής ενέργειας στους ΥΗΣ Πλαστήρα και Σμοκόβου (Εδάφια 5.4.2 και 5.5.2) καθώς δεν έχουν τη δυνατότητα παραγωγής ενέργειας ανεξάρτητα από την παροχή νερού για τις ζητήσεις της άρδευσης. Γίνεται η παραδοχή πως η πρωτεύουσα ενέργεια είναι η παραγόμενη μηνιαία στο 99% του χρόνου.

Πίνακας 7.1: Μεταβλητές Ελέγχου Δ1

Στόχος παραγωγής πρωτεύουσας ενέργειας	Εύρος χώρου τιμών (min-max)
Μεσοχώρα	0-100
Συκιά	0-100
Πευκόφυτο	0-150
Μουζάκι	0-200
Μαυρομάτι	0-100
Κρεμαστά	0-100
Καστράκι	0-100
Στράτος	0-100

Ιδιαίτερη σημασία έχει ο καθορισμός της στοχικής συνάρτησης καθώς επιδιώκεται πολυκριτηριακή βελτιστοποίηση. Ως κριτήρια στο λογισμικό του Υδρονομέα επιλέγησαν αρχικά τα εξής:

- ❖ *Total firm power generation*: Η συνολική παραγόμενη πρωτεύουσα ενέργεια από το σύστημα. Με αυτό το κριτήριο επιδιώκεται να μεγιστοποιηθεί το άθροισμα της παραγωγής της πρωτεύουσας ενέργειας από όλα τους ΥΗΣ. Τονίζεται ότι αυτό είναι τελείως διαφορετικό από τη μεγιστοποίηση της παραγωγής κάθε ΥΗΣ ξεχωριστά. Στο άθροισμα αυτό συμμετέχουν και οι ΥΗΣ Πλαστήρα και Σμοκόβου.
- ❖ *Average annual failure probability*: Η μέση ετήσια πιθανότητα αστοχίας. Επιδιώκεται να ελαχιστοποιηθεί. Τίθεται σε επιλεγμένους στόχους άρδευσης. Από τους 33 αρδευτικούς στόχους του συστήματος επιλέγονται όσοι έχουν την δυνατότητα να καλύψουν πλήρως ή εν μέρη τις ανάγκες τους από νερά του Αχελώου, συμπεριλαμβανόμενης και της εκτροπής, καθώς και αυτοί που σχετίζονται με τα έργα Πλαστήρα και Σμοκόβου. Έτσι επιλέγονται οι 26 αρδευτικοί στόχοι του Πίνακα 7.2 . Στους στόχους αυτούς περιλαμβάνεται πρόσθετα και ένας περιβαλλοντικός στόχος, αυτός του εμπλουτισμού της Τριχωνίδας, καθώς συνδέεται άμεσα με τις αρδευτικές απολήψεις της λίμνης.

Παρακάτω, όταν θα αναφέρεται αρδευτικοί στόχοι θα περιλαμβάνουν και αυτόν. Εκτός του συνόλου αυτού μένουν:

- Οι πέντε αρδευτικοί στόχοι της περιοχής του ποταμού Τιταρήσιου (Εδάφιο 5.8.3) αφού αποτελούν ένα σχετικά αυτόνομο σύστημα.
- Ο στόχος άρδευσης του κόμβου «Δυτική Επέκταση Δικτύου» στον Κάτω Αχελώο, καθώς αφορά μελλοντικά έργα, με πολύ χονδροειδή περιγραφή και άρα ήδη μεγάλη αβεβαιότητα προς την επίτευξη του στόχου άρδευσης¹⁰.
- Ο στόχος άρδευσης του κόμβου «Αρδ. Τριχωνίδας-Λυσιμαχίας» καθώς στην τρέχουσα σχηματοποίηση (Εδάφιο 5.10.1) αδυνατεί να προσομοιώσει σωστά τον τρόπο απόληψης νερού, και γι αυτό αντικαταστάθηκε από το στόχο «Εμπλουτισμός Τριχωνίδας».

Πίνακας 7.2: Στόχοι στους οποίους εφαρμόζεται το κριτήριο *Min. annual failure probability*. Ο πίνακας προέρχεται από τον Υδρονομέα και διατηρείται η αρίθμηση των στόχων.

Στόχος	Στόχος
26) Αρδευτικό Σμοκόβου - Irrigation	43) Λάρισα Γ2 - Irrigation
27) Αγιοπηγή - Irrigation	44) Τρίκαλα Α1-2 - Irrigation
28) Αρδ. Κόμβος 2 - Irrigation	45) Αγναντερό-Προάστιο - Irrigation
29) Αρδ.Κόμβος 1 - Irrigation	46) Μαραθέα - Irrigation
30) ΤΟΕΒ Πύλης - Irrigation	47) Τρίκαλα Β1 - Irrigation
31) Αρδ. Κάρλας (ΤΟΕΒ Κάρλας) - Irrigation	49) Αλή Εφέντη - Irrigation
32) Ζ-Α1 (Περιοχή Πηνειού-Πλατυκάμπου) - Irrigation	50) Συμβολή με Φαρσαλιώτη - Irrigation
33) Λάρισα Γ1 - Irrigation	51) ΔΒ1.1-1.2 - Irrigation
34) ΤΟΕΒ Ταυρωπού - Irrigation	52) Τρίκαλα Α1-1 - Irrigation
35) Παλαμάς - Irrigation	54) ΥΗΣ Στράτου - Irrigation
36) Αρδ. Μέγα - Irrigation	55) Αρδ. Κόμβος 2 - Water supply
37) ΤΟΕΒ Μεσενικόλα - Irrigation	56) Υπόλοιπο Ζ - Irrigation
38) Ξυνονέρι - Irrigation	57) Ραψάνη-Ομαλός-Πυργετός - Irrigation
40) Ιτέα - Φύλλο - Irrigation	

Τα δύο κριτήρια δεν είναι άμεσα συγκρίσιμα, καθώς αφορούν διαφορετικά μεγέθη. Επιβάλλεται η επιλογή συντελεστών βαρύτητας ώστε οι δύο ποσότητες να μπορούν να αθροιστούν. Για το λόγο αυτό έγινε αναγωγή των σχετικών μεγεθών. Λήφθηκε υπόψη πως:

- Η μηνιαία παραγωγή ενέργειας του συστήματος στην υπάρχουσα κατάσταση με παραδοχή σταθερής μηνιαίας κατανομής είναι περίπου 240 GWh (2900 GWh ετησίως). Επομένως με παραδοχή ότι το μέγεθος αυτό δεν αλλάζει δραματικά με τα έργα εκτροπής, η παραγωγή πρωτεύουσας ενέργειας είναι της τάξης του 10^2 .

¹⁰ Και ο τρόπος άρδευσης παραμένει σχετικά αβέβαιος, καθώς στο Κεφάλαιο 5 φαίνεται ήδη πως η ζήτηση νερού για τον κόμβο από τον Αχελώο είναι μεγαλύτερη από την παροχρητικότητα των έργων που προτείνονται.

- Αντίστοιχα, μια αποδεκτή τιμή μέσης ετήσιας αστοχίας για την κάλυψη της αρδευτικής ζήτησης είναι το 10%, δεδομένου ότι η αστοχία αυτή δεν συνεπάγεται πλήρη αδυναμία κάλυψης των αναγκών αλλά μειωμένη απόδοση των καλλιεργειών ή λιγότερα πλήρως αρδευόμενα στρέμματα. Επομένως η τάξη της αστοχίας είναι 10^{-1} .

Έτσι στη στοχική συνάρτηση τα βάρη είναι αντίστοιχα της τάξης 10^0 για το πρώτο κριτήριο και 10^3 για το δεύτερο ώστε και τα δύο να είναι τελικά ποσότητες της τάξης 10^2 και να μπορούν να συναθροιστούν. Ειδικά για το δεύτερο κριτήριο όπου επιμερίζεται σε 26 στόχους, δηλαδή πλήθος στόχων τάξης 10^1 , κάθε στόχος του κριτηρίου έχει ίδιον βάρος της τάξης 10^2 ώστε η συνολική ποσότητα του κριτηρίου να είναι τάξης 10^3 . Με αυτό τον τρόπο μπορούν να καθοριστούν άπειρες στοχικές συναρτήσεις με συνδυασμούς που παράγουν το σύνολο των βέλτιστων λύσεων κατά Pareto.

Στη συνέχεια αξιοποιήθηκε και τρίτο κριτήριο, το «average annual deficit». Σκοπός του είναι η ελαχιστοποίηση του ελλείμματος σε στόχο και εφαρμόζεται στους στόχους άρδευσης. Η χρήση του κρίθηκε απαραίτητη όπως θα δειχθεί παρακάτω επειδή σε ορισμένα σενάρια ελαχιστοποίησης της αστοχίας άρδευσης εμφανίζεται πληθώρα λύσεων με ίδιο δείκτη επίδοσης, αλλά διαφορετική παραγωγή ενέργειας και αρδευτικό έλλειμμα. Καθώς παρατηρείται στις προσομοιώσεις το έλλειμμα να κυμαίνεται κάτω του 100 hm^3 , δηλαδή ποσότητας τάξης 10^1 , το αντίστοιχο βάρος για κάθε ένα στόχο ορίζεται 10.

7.3 Διάταξη Δ1 : εκτροπή 250 hm^3 με αντλησιοταμίευση

Εξετάζεται η γενική διάταξη του συστήματος με την πλήρη ανάπτυξη των έργων εκτροπής και τις σημερινές τιμές ζήτησης – κατανάλωσης αρδευτικού νερού ($\sim 700 \text{ m}^3/\text{στρέμμα}$) ώστε να αξιολογηθούν οι προοπτικές διαχείρισής του υδροσυστήματος βραχυπρόθεσμα. Πρόκειται για το βασικό διαχειριστικό σενάριο της παρούσας εργασίας και αποτελεί τη βάση σύγκρισης των υπολοίπων. Το σενάριο αυτό θα μελετηθεί με διάφορους συνδυασμούς κριτηρίων για να βρεθούν λύσεις του μετώπου Pareto.

7.3.1 Σενάριο Δ1-1: Βελτιστοποίηση παραγωγής πρωτεύουσας ενέργειας

Το υποσενάριο βελτιστοποίησης έχει τα βάρη του Πίνακα 7.3. Προφανώς αυτή η λύση επειδή είναι βέλτιστη μόνο ως προς τη παραγωγή ενέργειας, και άρα το κριτήριο *Average annual failure probability* δεν χρησιμοποιείται στην διαδικασία βελτιστοποίησης και αναμένεται η λύση να έχει την χειρότερη απόδοση όσο αφορά την επίτευξη των στόχων άρδευσης.

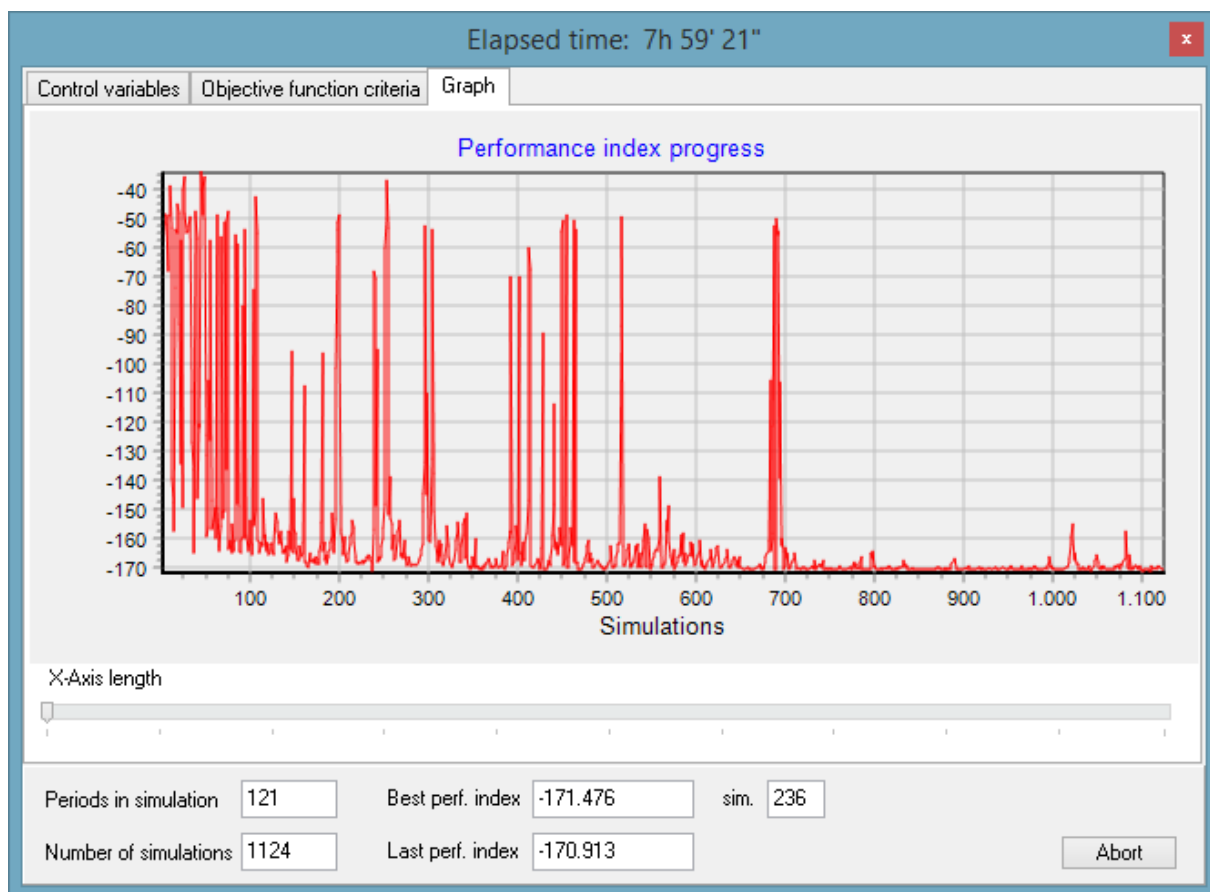
Πίνακας 7.3 βάρη κριτηρίων υποσεναρίου Δ1-1

Total generated Firm Power	1
Average annual failure	0

Η διαδικασία της βελτιστοποίησης παρήγαγε τα αποτελέσματα του Πίνακα 7.4 για τις μεταβλητές ελέγχου ενώ στην εικόνα 7.2 παρουσιάζονται οι διαδοχικές τιμές της διαδικασίας προσέγγισης του βελτίστου. Φαίνεται χαρακτηριστικά πως πολύ σύντομα εντοπίστηκε το καλύτερο μέτρο επίδοσης και ακολούθησαν διαδοχικές προσεγγίσεις του.

Πίνακας 7.4: Αποτελέσματα μεταβλητών ελέγχου Δ1-1

Μεταβλητή Ελέγχου	Τιμή
Μεσοχώρα	20.212
Συκιά	20.420
Πευκόφυτο	106.725
Μουζάκι	161.283
Μαυρομάτι	52.291
Κρεμαστά	31.724
Καστράκι	39.851
Στράτος	11.046



Εικόνα 7.2: Πρόοδος βελτίωσης του δείκτη επίδοσης στοχικής συνάρτησης του Δ1-1.

Η προσομοίωση που ακολούθησε με αυτές τις τιμές στους στόχους ζήτησης επέφερε τα αποτελέσματα των συγκεντρωτικών Πινάκων 7.5 και 7.6 στο μοντέλου. Στο Παράρτημα IV

δίνονται αναλυτικά όλοι οι πίνακες στόχων και αποτελεσμάτων του Υδρονομέα που λόγω όγκου δεν κρίθηκε σκόπιμο να παρατεθούν εδώ.

Πίνακας 7.5: Ενεργειακό Ισοζύγιο σεναρίου Δ1-1. Τιμές σε GWh.

Ενεργειακό Ισοζύγιο	ΜΟ Μήνα	ΜΟ Έτους
Συνολική παραγωγή ενέργειας	271.457	3257.484
Συν. Παραγωγή με αξιοπιστία 99%	171.31	2055.72
Κατανάλωση αντλιών	46.186	554.232
Κατανάλωση γεωτρήσεων	44.784	537.408
Απόληψη από γεωτρήσεις	18.02	216.24
Παραγωγή Σμοκόβου	1.076	12.912
Παραγωγή Πλαστήρα	15.886	190.632
Παραγωγή Μεσοχώρας	27.073	324.876
Παραγωγή Κρεμαστών	70.882	850.584
Παραγωγή Καστράκι	51.400	616.8
Παραγωγή Πευκοφύτου	26.939	323.268
Παραγωγή Συκιάς	27.254	327.048
Παραγωγή Μουζάκι	24.247	290.964
Παραγωγή Στράτος	24.164	289.968
Παραγωγή Μαυρομάτι	2.357	28.284

Πίνακας 7.5: Ποσοστά αστοχίας για το σύνολο των στόχων Δ1-1

Αστοχίες			
Υδρευση	Περιβαλλοντικά	Άρδευση	Έλλειμμα στόχων κριτηρίου αστοχίας (hm ³)
0.079	0.206	0.151	89.937

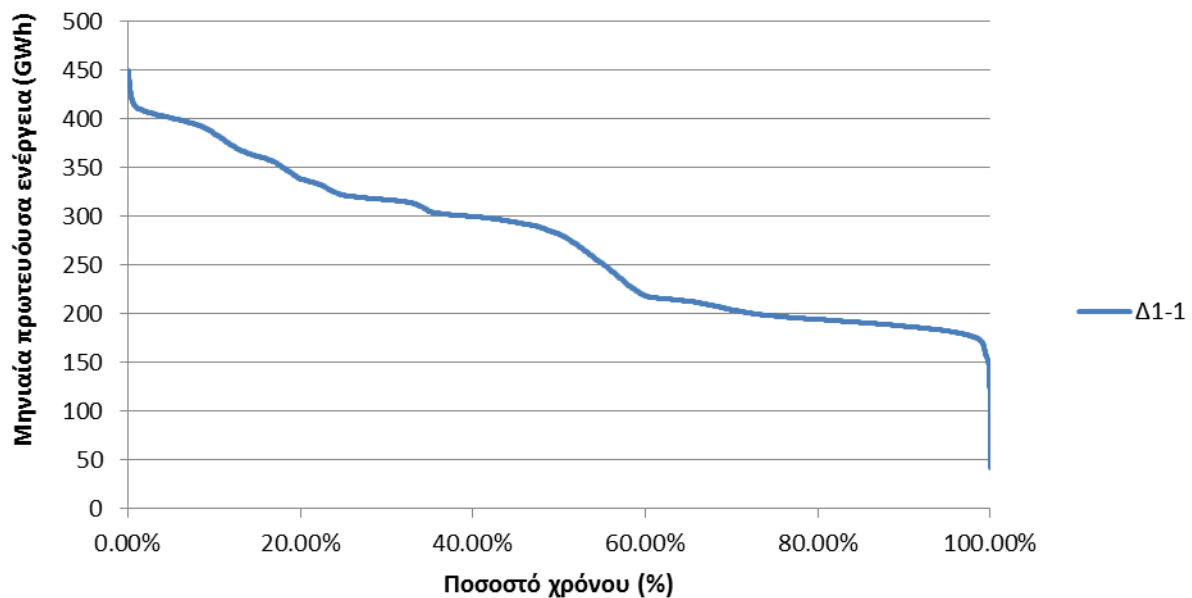
Όπως ήταν αναμενόμενο, η επίτευξη του μέγιστου οφέλους παραγωγή πρωτεύουσας ενέργειας συνεπάγεται πολύ μεγάλες αστοχίες για την κάλυψη κάποιων άλλων αναγκών. Ενδιαφέρον παρουσιάζει πως η κάλυψη της ύδρευσης οφείλει το ποσοστό αστοχίας μόνο στην ανεπάρκεια του ταμιευτήρα Σμοκόβου να διαχειριστεί τις τοπικές ζητήσεις, κάτι που συμβαίνει σε όλα τα σεναρία προσομοίωσης. Το έλλειμμα για την άρδευση είναι μεγάλο, αλλά δεδομένου ότι η συνολική απαίτηση για άρδευση του συστήματος ανέρχεται σε 1237 hm³ σημαίνει πως κατά μέσο όρο οι εκτάσεις αρδεύονται με 650 m³/στρέμμα. Η απόκλιση από το θεωρητικό όριο είναι μικρή και η τιμή σαφώς καλύτερη από τις σημερινές πολύ ελλειμματικές συνθήκες. Σε πολλές περιοχές πάντως, η αστοχία είναι κάτω από το αποδεκτό όριο του 10%, ενώ πολύ ελλειμματικές προκύπτουν οι πιο κατάντη περιοχές της Λάρισας, καθώς ο Υδρονομέας στην παρούσα έκδοσή του δεν ισομοιράζει διαχειριστικά την διαθέσιμη ποσότητα νερού. Οι περιβαλλοντικοί στόχοι φαίνεται να μην ικανοποιούνται επαρκώς λόγω υψηλής αστοχίας σε καμία λεκάνη, με εξαίρεση την περιβαλλοντική παροχή

του Αχελώου, όμως το συνολικό έλλειμμα είναι μόλις 3.4 hm³ ετησίως κατά μέσο όρο, πολύ μικρότερο από την πραγματική ζήτηση των 549 hm³ για τους ποταμούς πλην Αχελώου. Στο σχήμα της Εικόνας 7.3 παρουσιάζεται η καμπύλη διάρκειας της ενέργειας.

Πίνακας 7.6 : Αποτελέσματα σημαντικών στόχων συστήματος Δ1-1 -Κατηγορίες1,2,4 εδαφίου 5.15

Στόχος	Ετήσια Ζήτηση (hm)	Μέση Ετήσια Αστοχία	Μέσο ετήσιο έλλειμμα (hm ³)
1) Υπερ. Καστράκι - Water supply	7.30	0.001	0.004
3) Αναρρυθμ. Πλαστήρα - Water supply	24.00	0.000	0
6) ΥΗΣ Λεονταρίου - Water supply	5.17	0.237	0.208
2) ΑΧΕΛΩΟΣ 1 - Min. flow	798.06	0.001	0.078
7) ΠΟΡΤΑΙΚΟΣ - Min. flow	14.19	1.000	0.575
8) ΠΑΜΙΣΟΣ - Min. flow	4.73	0.166	0.021
9) Κατάντη Συκιάς - Min. flow	157.68	0.057	0.392
12) Κατάντη Μεσοχώρας - Min. flow	47.30	0.098	0.164
13) Πλαστήρας - Min. volume	160.00	0.221	1.886
17) ΠΗΝΕΙΟΣ 7 - Min. flow	315.36	0.069	0.171
19) ΣΟΦΑΔΙΤΗΣ 1 - Min. flow	10.00	0.245	0.176
55) Αρδ. Κόμβος 2 - Water supply	47.00	0.001	0.04
26) Αρδευτικό Σμοκόβου - Irrigation	84.70	1.000	42.453
27) Αγιοπηγή - Irrigation	15.94	0.968	6.986
28) Αρδ. Κόμβος 2 - Irrigation	48.67	0.955	31.879
29) Αρδ.Κόμβος 1 - Irrigation	23.06	0.204	3.818
30) ΤΟΕΒ Πύλης - Irrigation	3.50	0.162	2.697
31) Αρδ. Κάρλας - Irrigation	122.50	0.141	0.09
32) Ζ-Α1 (Περιοχή Πηνειού) - Irrigation	196.00	0.132	0.157
33) Λάρισα Γ1 - Irrigation	20.65	0.102	0.454
34) ΤΟΕΒ Ταυρωπού - Irrigation	80.01	0.077	0.56
35) Παλαμάς - Irrigation	22.02	0.044	0.093
36) Αρδ. Μέγα - Irrigation	55.59	0.035	0.129
37) ΤΟΕΒ Μεσσηνικόλα - Irrigation	2.24	0.022	0.118
38) Ξυνονέρι - Irrigation	4.20	0.018	0.013
40) Ιτέα - Φύλλο - Irrigation	23.08	0.014	0.009
43) Λάρισα Γ2 - Irrigation	61.60	0.011	0.128
44) Τρίκαλα Α1-2 - Irrigation	13.51	0.011	0.024
45) Αγναντερό-Προάστιο - Irrigation	6.65	0.011	0.075
46) Μαραθέα - Irrigation	16.93	0.009	0.009
47) Τρίκαλα Β1 - Irrigation	13.51	0.009	0.025
49) Αλή Εφέντη - Irrigation	4.55	0.009	0.019
50) Συμβολή με Φαρσαλιώτη - Irrigation	31.77	0.009	0.029
51) ΔΒ1.1-1.2 - Irrigation	38.85	0.001	0.113
52) Τρίκαλα Α1-1 - Irrigation	23.31	0.001	0.019

54) ΥΗΣ Στράτου - Irrigation	21.83	0.000	0
56) Υπόλοιπο Z - Irrigation	105.00	0.000	0
57) Ραψάνη-Ομαλός-Πυργετός-Irrigation	4.32	0.000	0



Εικόνα 7.3: Καμπύλη διάρκειας παραγόμενης ενέργειας για το Δ1-1 σενάριο

7.3.2 Σενάριο Δ1-2: Ελαχιστοποίηση των αστοχιών στους αρδευτικούς στόχους

Το υποσενάριο βελτιστοποίησης Δ1-2 έχει τα βάρη του Πίνακα 7.7. Προφανώς αυτή η λύση επειδή είναι βέλτιστη μόνο ως προς την αστοχία της άρδευσης, και άρα το κριτήριο *Total firm energy generation* δεν χρησιμοποιείται στην διαδικασία βελτιστοποίησης και αναμένεται η λύση να έχει την χειρότερη απόδοση όσον αφορά την παραγωγή πρωτεύουσας ενέργειας.

Πίνακας 7.7 βάρη κριτηρίων υποσεναρίου Σ1-Irr100

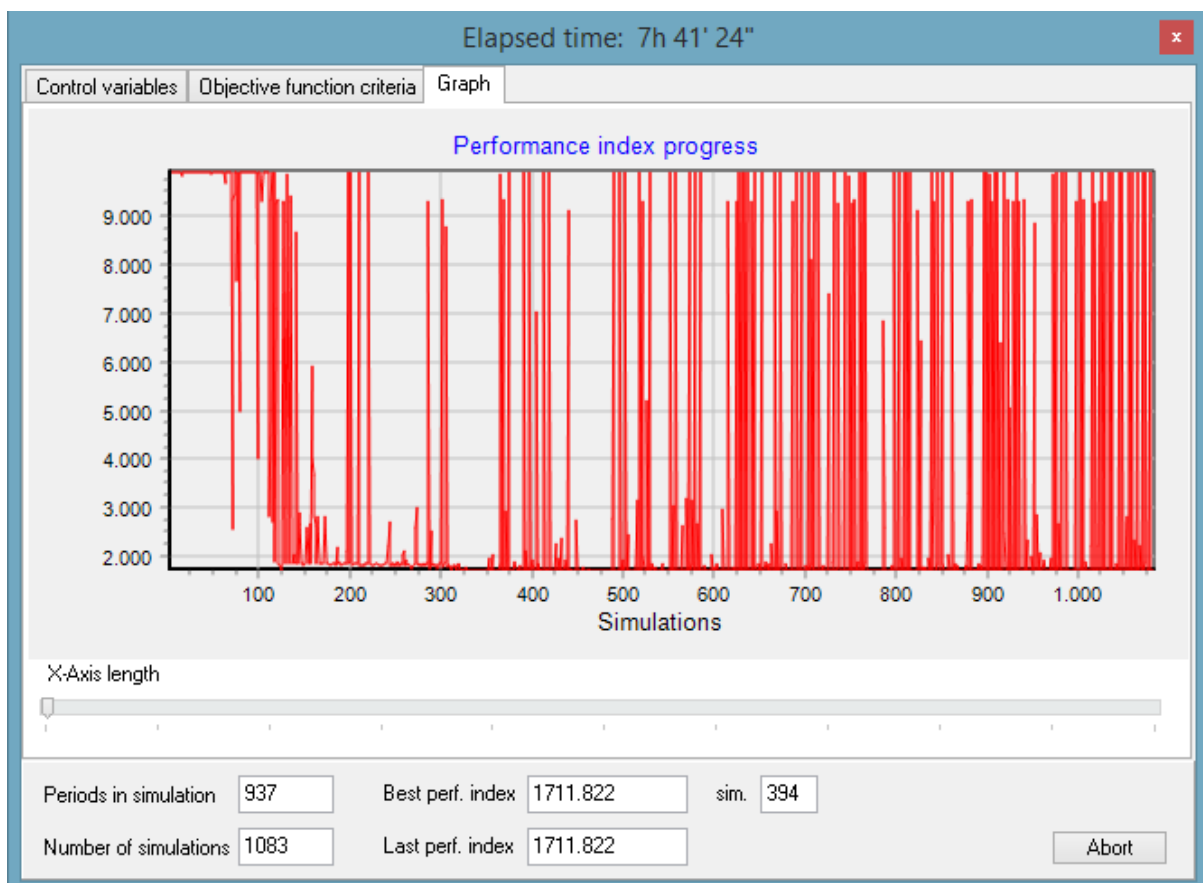
Total generated Firm Power	0
Average annual failure (ανά στόχο)	100

Για τη βελτιστοποίηση στην στοχική συνάρτηση δόθηκε σε όλους τους στόχους το βάρος 100 και αρχικά έγινε χρήση του εύρους που δίνεται στον Πίνακα 7.1. Από τη διαδικασία βελτιστοποίησης προέκυψαν οι μεταβλητές ελέγχου του Πίνακα 7.8. Σημαντική διαφορά σε σχέση με το Σ1-firm είναι η ελαχιστοποίηση των ζητήσεων παραγωγής ενέργειας στο Μουζάκι και Μαυρομάτι, καθώς πρέπει να διατηρηθεί μεγάλο απόθεμα για την κάλυψη των αρδευτικών αναγκών την αρδευτική περίοδο. Οι πολύ χαμηλές τιμές στα έργα του Μέσου Αχελώου μπορούν να αποδοθούν στο γεγονός ότι οι υπάρχει πλήθος λύσεων με

ίδιο δείκτη επίδοσης και διαφορετικές μεταβλητές ελέγχου. Αυτό φαίνεται καθαρά στην *Εικόνα 7.4*. Θα γίνει διερεύνηση για την παραγωγή ενέργειας με τοπική αναζήτηση περιορίζοντας το εύρος των αρχικών συνθηκών. Αρχικά παρατίθενται τα αποτελέσματα από την πρώτη δοκιμή:

Πίνακας 7.8: Αποτελέσματα μεταβλητών ελέγχου Δ1-2

Μεταβλητή Ελέγχου	Τιμή
Μεσοχώρα	32.576
Συκιά	6.345
Πευκόφυτο	150
Μουζάκι	8.471
Μαυρομάτι	0.053
Κρεμαστά	0
Καστράκι	14.151
Στράτος	0.935



Εικόνα 7.4: Πρόοδος βελτίωσης του δείκτη επίδοσης στοχαστικής συνάρτησης του Δ1-2.

Πίνακας 7.9: Ενεργειακό Ισοζύγιο σεναρίου Δ1-2. Τιμές σε GWh

Ενεργειακό Ισοζύγιο	ΜΟ Μήνα	ΜΟ Έτους
Συνολική παραγωγή ενέργειας	247.337	2968.044
Συν. Παραγωγή με αξιοπιστία 99%	81.5	978
Κατανάλωση αντλιών	25.454	305.448
Κατανάλωση γεωτρήσεων	19.59	235.08
Απόληψη από γεωτρήσεις	18.02	216.24
Παραγωγή Σμοκόβου	1.094	13.128
Παραγωγή Πλαστήρα	15.386	184.632
Παραγωγή Μεσοχώρας	26.953	323.436
Παραγωγή Κρεμαστών	66.979	803.748
Παραγωγή Καστράκι	49.322	591.864
Παραγωγή Πευκοφύτου	27.988	335.856
Παραγωγή Συκιάς	27.081	324.972
Παραγωγή Μουζάκι	8.471	101.652
Παραγωγή Στράτος	22.544	270.528
Παραγωγή Μαυρομάτι	1.518	18.216

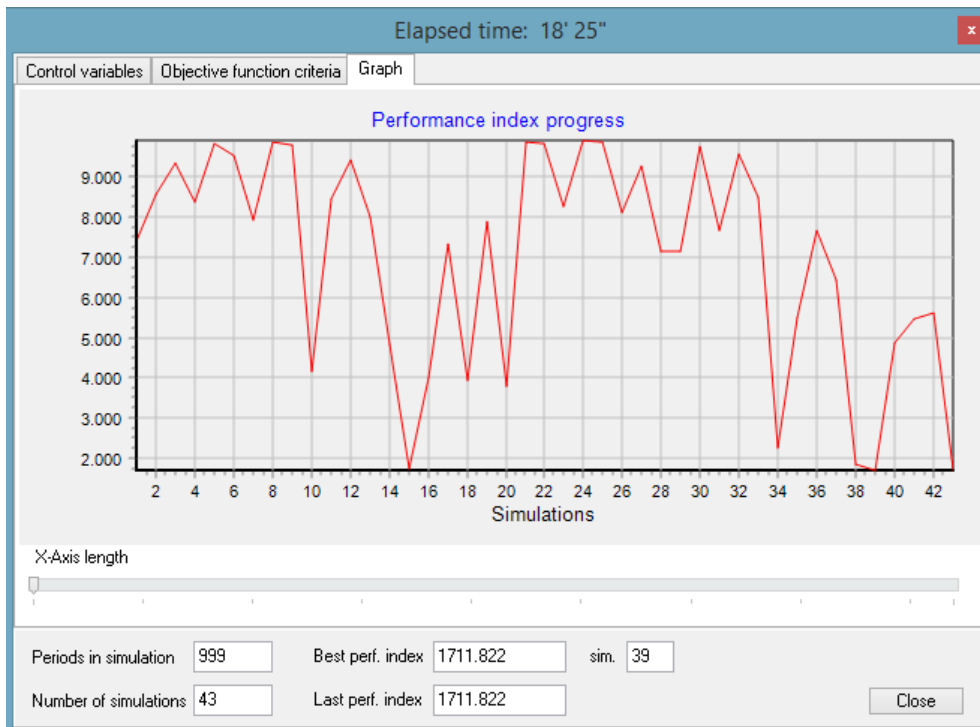
Πίνακας 7.10: Ποσοστά αστοχίας για το σύνολο των στόχων Δ1-2

Αστοχίες			
Υγδρευση	Περιβαλλοντικά	Άρδευση	Έλλειμμα στόχων κριτηρίου αστοχίας
0.0723	0.1404	0.0383	14.27

Ακολούθησαν οι δοκιμές του εύρους στις μεταβλητές ελέγχου που δίνεται στον Πίνακα 7.10 . Δεδομένου ότι η τιμή της στοχικής συνάρτησης είναι γνωστή (1711.822), η διαδικασία διακόπτεται σε κάθε δοκιμή λίγο μετά την εύρεση της (Εικόνα 7.5), καθώς είναι μια ιδιαίτερα χρονοβόρα διαδικασία. Τα αποτελέσματα για κάθε δοκιμή δίνονται πολύ συνοπτικά στον Πίνακα 7.11.

Πίνακας 7.10: Εύρος τιμών μεταβλητών ελέγχου για κάθε δοκιμή για την εύρεση του βελτίστου Δ1-2

Μεταβλητή ελέγχου	Δοκιμή 2	Δοκιμή 3	Δοκιμή 4
Μεσοχώρα	0-100	0-100	56-76
Συκιά	0-25	0-25	0-10
Πευκόφυτο	0-150	0-150	23-150
Μουζάκι	0-100	0-100	0-25
Μαυρομάτι	0-50	0-50	0-5
Κρεμαστά	5-100	9-100	21-60
Καστράκι	0-60	0-60	21-41
Στράτος	0-40	0-40	0-25



Εικόνα 7.5: Πολύ σύντομα στις επόμενες δοκιμές ο αλγόριθμος έβρισκε το ίδιο ακρότατο.

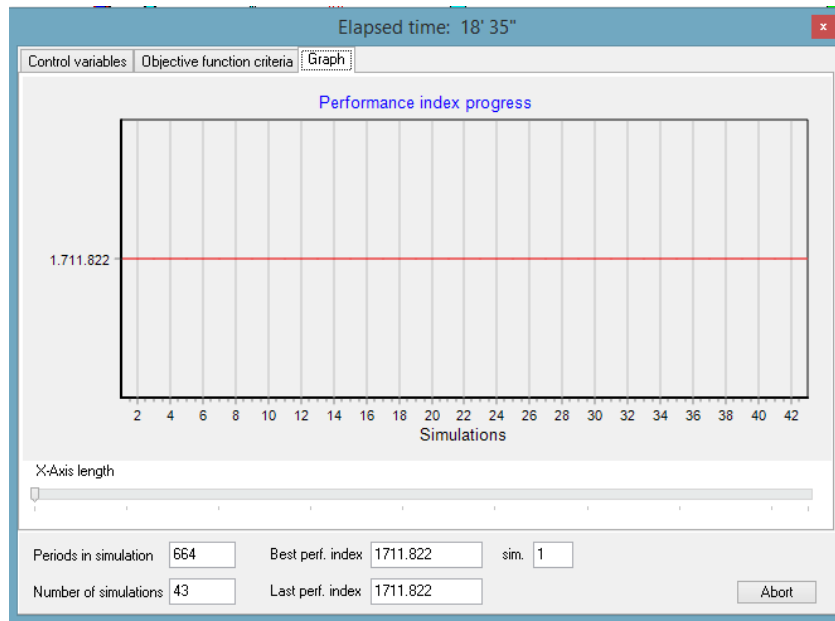
Πίνακας 7.11: Συνοπτικά αποτελέσματα για τις επιπλέον δοκιμές του Δ1-2 σεναρίου.

Δοκιμή	Πρωτεύουσα ενέργεια (GWh)	Έλλειμμα στόχων hm ³
Δοκιμή 2	137.44	13.668
Δοκιμή 3	156.19	14.569
Δοκιμή 4	101.19	13.719

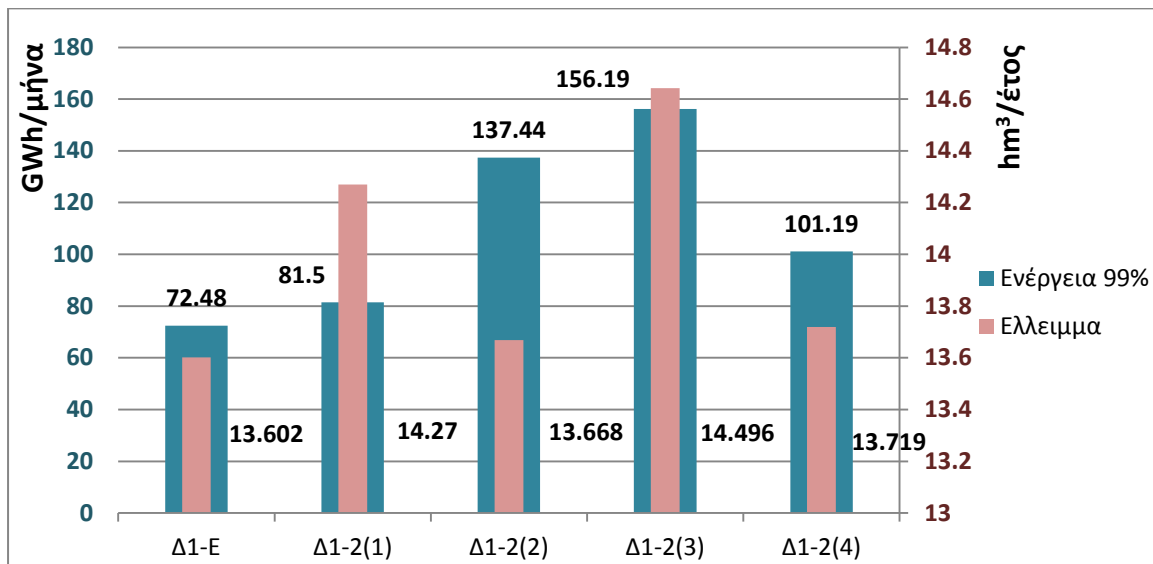
7.3.3 Σενάριο Δ1-E: Ελαχιστοποίηση του ελλείμματος στους αρδευτικούς στόχους

Η διαφορά στο έλλειμμα των στόχων με την πολύ μεγάλη διαφορά στην παραγόμενη πρωτεύουσα ενέργεια οδήγησε στην υιοθέτηση του τρίτου κριτηρίου, ελαχιστοποίησης του ελλείμματος. Το σενάριο αυτό ονομάστηκε Δ1-E. Χρησιμοποιήθηκαν οι μεταβλητές ελέγχου με το εύρος του Πίνακα 7.1. Τα αποτελέσματα που έδωσε ήταν καλύτερα ως προς το έλλειμμα όπως αναμένεται, αν και όχι κατά πολύ. Σημαντικό όμως είναι το γεγονός ότι έδωσε ένα απόλυτο κάτω όριο για την παραγωγή ενέργειας με αξιοπιστία 99% στο σύστημα (Εικόνα 7.9). Τα αποτελέσματα του σεναρίου Δ1-E δίνονται αναλυτικά στους Πίνακες 7.12-14. Ακόμα, οι τιμές των μεταβλητών ελέγχου που προέκυψαν από το Δ1-E, δόθηκαν σαν όρια στο σενάριο Δ1-2, για να διαπιστωθεί αν ήταν ισοδύναμο ως προς το κριτήριο της μέσης ετήσιας αστοχίας. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 7.6 η τιμή του δείκτη απόδοσης είναι η ίδια (1711.822) με τις δοκιμές του Δ1-2, άρα είναι ισοδύναμο ως προς το κριτήριο αυτό. Έτσι ο συνδυασμός των τιμών του Σεναρίου Δ1-E αποτελεί το σημείο του μετώπου Pareto για τα κριτήρια Ενέργεια 99%-Αστοχία που αναζητούσαμε με τις δοκιμές του Δ1-2. Παράλληλα όμως, όπως διαπιστώνεται στην Εικόνα 7.7 δύναται να κατασκευαστεί και άλλο μέτωπο Pareto με τα κριτήρια Ενέργεια 99%-Έλλειμμα. Αυτό αποτελεί και μία πρόσθετη πληροφορία για την εύρεση της καλύτερης συμβιβαστικής

λύσης για τη διάταξη Δ1. Για το μέτωπο Pareto των κριτηρίων ενέργειας-ελλείμματος σημείο αποτελεί και το Δ1-1 σενάριο. Θα διερευνηθεί και ένα ακόμα σημείο με σκοπό την αξιολόγηση όλων των λύσεων.



Εικόνα 7.6: Οι τιμές των μεταβλητών ελέγχου του κριτηρίου Δ1-E έχουν ίδια απόδοση ως προς το κριτήριο αστοχίας με αυτές των δοκιμών του Δ1-1.



Εικόνα 7.7: Σύγκριση αποτελεσμάτων σεναρίων Δ1-E και των δοκιμών του Δ1-2. Είναι προφανές πως τα Δ1-E, Δ1-2(2) και Δ1-2(3) μπορούν να δημιουργήσουν ένα μέτωπο Pareto με κριτήρια την Ενέργεια 99%-Έλλειμμα .

Πίνακας 7.12: Αποτελέσματα μεταβλητών ελέγχου Δ1-2

Μεταβλητή Ελέγχου	Τιμή
Μεσοχώρα	50.907
Συκιά	4.442
Πευκόφυτο	172.750
Μουζάκι	5.508
Μαυρομάτι	0.000
Κρεμαστά	9.417
Καστράκι	5.684
Στράτος	5.562

Πίνακας 7.13: Ενεργειακό Ισοζύγιο σεναρίου Δ1-Ε

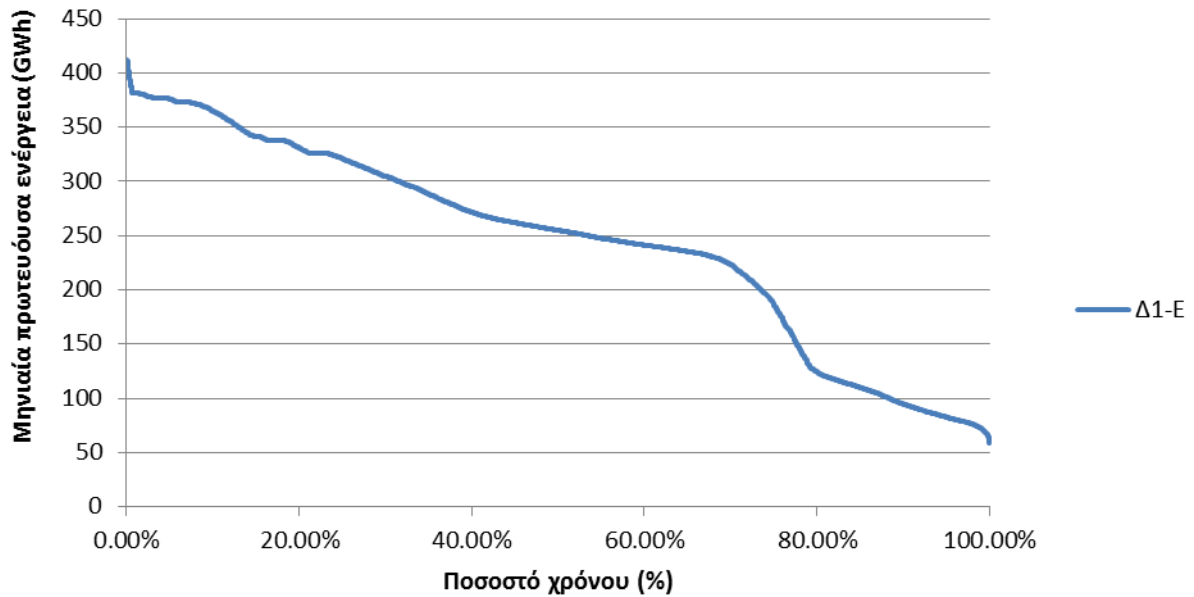
Ενεργειακό Ισοζύγιο	ΜΟ Μήνα	ΜΟ Έτους
Συνολική παραγωγή ενέργειας	244.647	2935.764
Συν. Παραγωγή με αξιοπιστία 99%	72.48	869.76
Κατανάλωση αντλιών	22.353	268.236
Κατανάλωση γεωτρήσεων	19.28	231.36
Απόληψη από γεωτρήσεις	9.053	108.636
Παραγωγή Σμοκόβου	1.095	13.14
Παραγωγή Πλαστήρα	15.378	184.54
Παραγωγή Μεσοχώρας	26.980	323.76
Παραγωγή Κρεμαστών	67.190	806.28
Παραγωγή Καστράκι	49.398	592.78
Παραγωγή Πευκοφύτου	27.987	335.84
Παραγωγή Συκιάς	27.279	327.35
Παραγωγή Μουζάκι	5.510	66.12
Παραγωγή Στράτος	22.592	271.10
Παραγωγή Μαυρομάτι	1.237	14.84

Πίνακας 7.14 : Ποσοστά αστοχίας για το σύνολο των στόχων του σεναρίου Δ1-Ε

Αστοχίες			
Ύδρευση	Περιβαλλοντικά	Άρδευση	Έλλειμμα στόχων κριτηρίου αστοχίας (hm ³)
0.0720	0.1428	0.0382	13.602

Πίνακας 7.15: Αποτελέσματα σημαντικών στόχων συστήματος Δ1-E -Κατηγορίες1,2,4

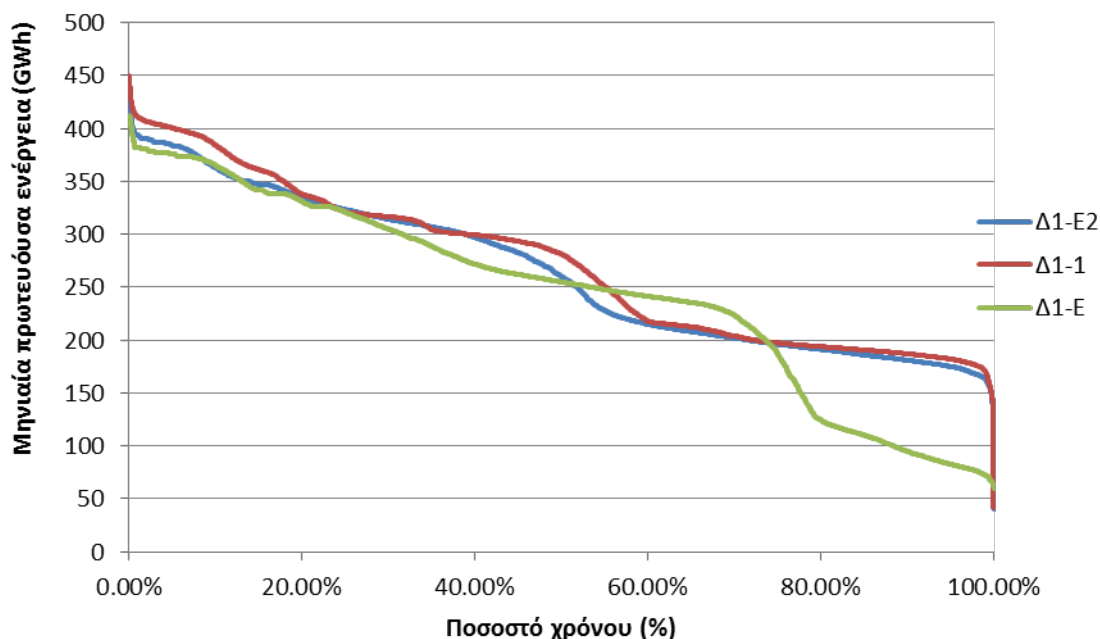
Στόχος	Ετήσια Ζήτηση (hm ³)	Μέση Ετήσια Αστοχία	Μέσο ετήσιο έλλειμμα (hm ³)
1) Υπερ. Καστράκι - Water supply	7.30	0	0
3) Αναρυθμ. Πλαστήρα - Water supply	24.00	0	0
6) ΥΗΣ Λεονταρίου - Water supply	5.17	0.216	0.188
2) ΑΧΕΛΩΟΣ 1 - Min. flow	798.06	0	0
7) ΠΟΡΤΑΙΚΟΣ - Min. flow	14.19	0.059	0.035
8) ΠΑΜΙΣΟΣ - Min. flow	4.73	0	0
9) Κατάντη Συκιάς - Min. flow	157.68	0.007	0.029
12) Κατάντη Μεσοχώρας - Min. flow	47.30	0.81	1.774
13) Πλαστήρας - Min. volume	160.00	0.139	1.215
17) ΠΗΝΕΙΟΣ 7 - Min. flow	315.36	0.047	0.117
19) ΣΟΦΑΔΙΤΗΣ 1 - Min. flow	10.00	0.223	0.161
55) Αρδ. Κόμβος 2 - Water supply	47.00	0	0
26) Αρδευτικό Σμοκόβου - Irrigation	84.70	0.182	3.478
27) Αγιοπηγή - Irrigation	15.94	0.076	0.341
28) Αρδ. Κόμβος 2 - Irrigation	48.67	0	0
29) Αρδ.Κόμβος 1 - Irrigation	23.06	0	0
30) ΤΟΕΒ Πύλης - Irrigation	3.50	0.001	0
31) Αρδ. Κάρλας - Irrigation	122.50	0.016	0.047
32) Ζ-Α1 (Περιοχή Πηνειού) - Irrigation	196.00	0.113	3.698
33) Λάρισα Γ1 - Irrigation	20.65	0.123	0.558
34) ΤΟΕΒ Ταυρωπού - Irrigation	80.01	0.099	1.744
35) Παλαμάς - Irrigation	22.02	0.014	0.04
36) Αρδ. Μέγα - Irrigation	55.59	0	0
37) ΤΟΕΒ Μεσενικόλα - Irrigation	2.24	0.092	0.062
38) Ξυνονέρι - Irrigation	4.20	0.084	0.107
40) Ιτέα - Φύλλο - Irrigation	23.08	0.028	0.025
43) Λάρισα Γ2 - Irrigation	61.60	0	0
44) Τρίκαλα Α1-2 - Irrigation	13.51	0.001	0
45) Αγναντερό-Προάστιο - Irrigation	6.65	0	0
46) Μαραθέα - Irrigation	16.93	0	0
47) Τρίκαλα Β1 - Irrigation	13.51	0	0
49) Αλή Εφέντη - Irrigation	4.55	0.002	0
50) Συμβολή με Φαρσαλιώτη - Irrigation	31.77	0.004	0.005
51) ΔΒ1.1-1.2 - Irrigation	38.85	0	0
52) Τρίκαλα Α1-1 - Irrigation	23.31	0	0
54) ΥΗΣ Στράτου - Irrigation	21.83	0	0
56) Υπόλοιπο Ζ - Irrigation	105.00	0.159	3.497
57)Ραψάνη-Ομαλός-Πυργετός- Irrigation	4.32	0	0



Εικόνα 7.8: Καμπύλη διαρκείας ενέργειας σεναρίου Δ1-Ε

Σε σύγκριση με το Δ1-1 παρατηρείται πτώση της μέσης παραγόμενης ενέργειας και μεγαλύτερη ακόμα πτώση της παραγόμενης ενέργειας με αξιοπιστία 99%, η οποία υποδιπλασιάζεται. Αντίθετα τα αποτελέσματα είναι σαφώς καλύτερα όσον αφορά τους περιβαλλοντικούς και αρδευτικούς στόχους. Το μέσο ετήσιο έλλειμμα νερού για τους περιβαλλοντικούς στόχους είναι 3.331 hm^3 , παραπλήσιο του προηγούμενου σεναρίου και άρα πολύ μικρό. Αντίστοιχα και το μέσο αρδευτικό έλλειμμα είναι πάρα πολύ μικρό, μόλις 13.602 hm^3 και το αποτέλεσμα φαίνεται ακόμα καλύτερο αν συγκριθούν και οι απολήψεις από γεωτρήσεις: στο Δ1-1 η συνολική μέση ετήσια απόληψη από γεωτρήσεις είναι 216.24 hm^3 ενώ στο Δ1-Ε σενάριο είναι 108.636 hm^3 .

Στην Εικόνα 7.9 παρατηρούμε την σχέση των εξεταζόμενων σεναρίων για την ελαχιστοποίηση της αστοχίας αρδευτικών στόχων και ελλείμματος με το σενάριο Δ1-1. Φαίνεται καθαρά πως για την παραγωγή ενέργειας με αξιοπιστία 99% το άνω και κάτω όριο είναι το σενάριο Δ1-1 και Δ1-Ε αντίστοιχα.



Εικόνα 7.9: Καμπύλη διάρκειας παραγωγής ενέργειας των σεναρίων Δ1-1 ,Δ1-2, Δ1-E.

7.3.4 Σενάριο Δ1-3: Ενδιάμεσο σημείο του μετώπου Pareto Ενέργεια 99%-Αστοχία

Το σενάριο βελτιστοποίησης Δ1-3 έχει τα βάρη του Πίνακα 7.15. Ο συνδυασμός που προκύπτει θέτει ουσιαστικά στα δύο κριτήρια ισοδύναμη βαρύτητα. Αναμένεται να είναι ένας συμβιβασμός ανάμεσα στην παραγωγή ενέργειας και στη διατήρηση χαμηλής αστοχίας του συστήματος. Τα αποτελέσματα παρατίθενται στους Πίνακες 7.16-7.20.

Πίνακας 7.16 : Βάρη κριτηρίων Δ1-3

Total generated Firm Power	0.5
Average annual failure (ανά στόχο)	50

Πίνακας 7.17: Αποτελέσματα μεταβλητών ελέγχου Δ1-3.

Μεταβλητή Ελέγχου	Τιμή
Μεσοχώρα	52.057
Συκιά	16.264
Πευκόφυτο	35.151
Μουζάκι	16.681
Μαυρομάτι	0.033
Κρεμαστά	41.812
Καστράκι	32.279
Στράτος	19.743

Πίνακας 7.18: Ενεργειακό ισοζύγιο (GWh) σεναρίου Δ1-3

Ενεργειακό Ισοζύγιο	ΜΟ Μήνα	ΜΟ Έτους
Συνολική παραγωγή ενέργειας	261.706	3140.472
Συν. Παραγωγή με αξιοπιστία 99%	165.69	1988.28
Κατανάλωση αντλιών	30.437	365.244
Κατανάλωση γεωτρήσεων	19.796	237.552
Απόληψη από γεωτρήσεις (hm ³)	9.341	112.092
Παραγωγή Σμοκόβου	1.093	13.11
Παραγωγή Πλαστήρα	15.390	184.68
Παραγωγή Μεσοχώρας	26.863	322.36
Παραγωγή Κρεμαστών	71.267	855.20
Παραγωγή Καστράκι	51.746	620.95
Παραγωγή Πευκοφύτου	23.664	283.97
Παραγωγή Συκιάς	28.617	343.40
Παραγωγή Μουζάκι	16.662	199.94
Παραγωγή Στράτος	24.263	291.16
Παραγωγή Μαυρομάτι	2.140	25.68

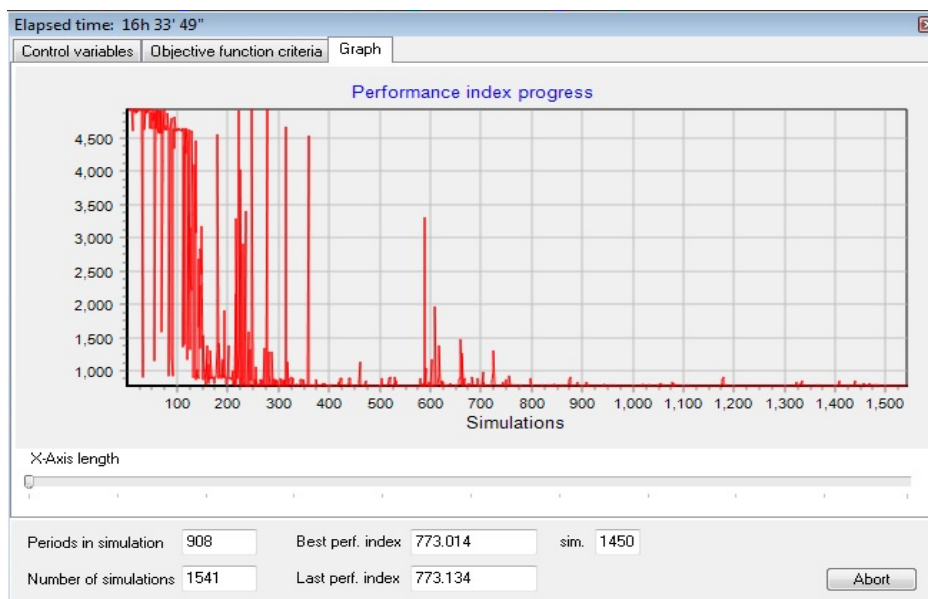
Πίνακας 7.19 : Ποσοστά αστοχίας για το σύνολο των στόχων του σεναρίου Δ1-3

Αστοχίες			
Υδρευση	Περιβαλλοντικά	Άρδευση	Έλλειμμα στόχων κριτηρίου αστοχίας (hm ³)
0.073	0.127	0.0418	15.33

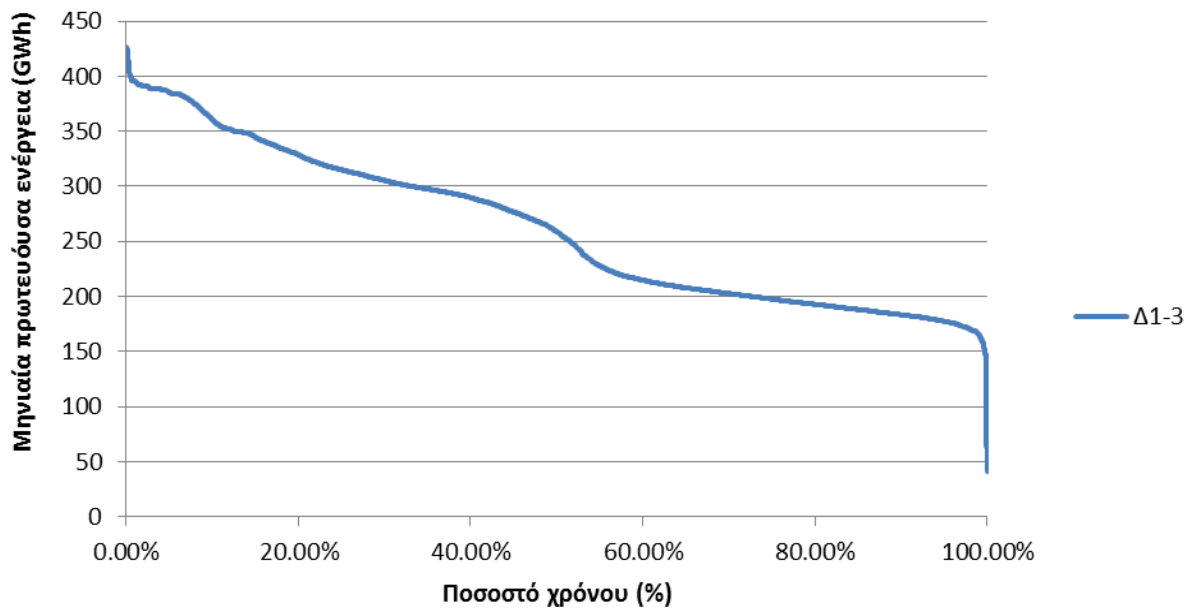
Πίνακας 7.20: Αποτελέσματα σημαντικών στόχων συστήματος Δ1-3 -Κατηγορίες1,2,4

Στόχος	Ετήσια Ζήτηση (hm)	Μέση Ετήσια Αστοχία	Μέσο ετήσιο έλλειμμα (hm ³)
1) Υπερ. Καστράκι - Water supply	7.30	0.002	0.006
3) Αναρρυθμ. Πλαστήρα - Water supply	24.00	0	0
6) ΥΗΣ Λεονταρίου - Water supply	5.17	0.218	0.189
2) ΑΧΕΛΩΟΣ 1 - Min. flow	798.06	0.002	0.122
7) ΠΟΡΤΑΙΚΟΣ - Min. flow	14.19	0.063	0.038
8) ΠΑΜΙΣΟΣ - Min. flow	4.73	0.019	0.002
9) Κατάντη Συκιάς - Min. flow	157.68	0.02	0.119
12) Κατάντη Μεσοχώρας - Min. flow	47.30	0.63	1.079
13) Πλαστήρας - Min. volume	160.00	0.141	1.241
17) ΠΗΝΕΙΟΣ 7 - Min. flow	315.36	0.042	0.101
19) ΣΟΦΑΔΙΤΗΣ 1 - Min. flow	10.00	0.225	0.162
55) Αρδ. Κόμβος 2 - Water supply	47.00	0.001	0.045
26) Αρδευτικό Σμοκόβου - Irrigation	84.70	0.182	3.492
27) Αγιοπηγή - Irrigation	15.94	0.092	0.401

28) Αρδ. Κόμβος 2 - Irrigation	48.67	0.001	0.128
29) Αρδ.Κόμβος 1 - Irrigation	23.06	0.001	0.021
30) ΤΟΕΒ Πύλης - Irrigation	3.50	0.004	0.003
31) Αρδ. Κάρλας - Irrigation	122.50	0.027	0.291
32) Ζ-Α1 (Περιοχή Πηνειού) - Irrigation	196.00	0.131	4.259
33) Λάρισα Γ1 - Irrigation	20.65	0.134	0.632
34) ΤΟΕΒ Ταυρωπού - Irrigation	80.01	0.101	1.748
35) Παλαμάς - Irrigation	22.02	0.013	0.062
36) Αρδ. Μέγα - Irrigation	55.59	0.006	0.064
37) ΤΟΕΒ Μεσσηνικόλα - Irrigation	2.24	0.076	0.049
38) Ξυνονέρι - Irrigation	4.20	0.073	0.085
40) Ιτέα - Φύλλο - Irrigation	23.08	0.03	0.046
43) Λάρισα Γ2 - Irrigation	61.60	0	0
44) Τρίκαλα Α1-2 - Irrigation	13.51	0.004	0.017
45) Αγναντερό-Προάστιο - Irrigation	6.65	0.004	0.005
46) Μαραθέα - Irrigation	16.93	0.005	0.013
47) Τρίκαλα Β1 - Irrigation	13.51	0.005	0.011
49) Αλή Εφέντη - Irrigation	4.55	0.005	0.005
50) Συμβολή με Φαρσαλιώτη - Irrigation	31.77	0.008	0.053
51) ΔΒ1.1-1.2 - Irrigation	38.85	0.005	0.038
52) Τρίκαλα Α1-1 - Irrigation	23.31	0.005	0.018
54) ΥΗΣ Στράτου - Irrigation	21.83	0	0
56) Υπόλοιπο Ζ - Irrigation	105.00	0.176	3.844
57)Ραψάνη-Ομαλός-Πυργετός- Irrigation	4.32	0	0



Εικόνα 7.10: Εξέλιξη του δείκτη απόδοσης του Δ1-3. Φαίνεται πως δεν υπάρχουν πολλά ακρότατα όπως στο Δ1-2, από την ομαλή μορφή του διαγράμματος.



Εικόνα 7.11: Καμπύλη διάρκειας παραγόμενης ενέργειας σεναρίου Δ1-3

Σε σύγκριση με τα άλλα σενάρια είναι ένας καλός συμβιβασμός ανάμεσα στην μέση ετήσια αστοχία των αρδεύσεων (4.18%) και στην παραγωγή ενέργειας με αξιοπιστία 99% (165.69 GWh/μήνα). Η περιβαλλοντική αστοχία είναι μικρότερη από τα άλλα σενάρια, και με μικρότερο ακόμη μέσο έλλειμμα της τάξης των 2.91 hm³ ετησίως. Το μέσο αρδευτικό έλλειμμα είναι 15.33 hm³ και άρα ενδέχεται να είναι σημείο και του Pareto ενέργεια 99% - έλλειμμα. Η αξιολόγηση αυτή θα γίνει με βάση το επόμενο σενάριο.

7.3.4 Σενάριο Δ1-E2: Ενδιάμεσο σημείο του μετώπου Pareto Ενέργεια 99%-Έλλειμμα

Το σενάριο βελτιστοποίησης Δ1-E2 έχει τα βάρη του Πίνακα 7.15. Ο συνδυασμός που προκύπτει θέτει ουσιαστικά στα δύο κριτήρια ισοδύναμη βαρύτητα. Αναμένεται να είναι ένας συμβιβασμός ανάμεσα στην παραγωγή ενέργειας και στο μέσο ετήσιο έλλειμμα των αρδευτικών στόχων. Τα αποτελέσματα παρατίθενται στους Πίνακες 7.21-7.25.

Πίνακας 7.21 : Βάρη κριτηρίων Δ1-E2

Total generated Firm Power	0.5
Average annual failure (ανά στόχο)	5

Πίνακας 7.22: Αποτελέσματα μεταβλητών ελέγχου Δ1-Ε2.

Μεταβλητή Ελέγχου	Τιμή
Μεσοχώρα	77.697
Συκιά	14.678
Πευκόφυτο	99.785
Μουζάκι	14.960
Μαυρομάτι	0.003
Κρεμαστά	42.272
Καστράκι	17.646
Στράτος	19.665

Πίνακας 7.23: Ενεργειακό ισοζύγιο (GWh) σεναρίου Δ1-Ε2

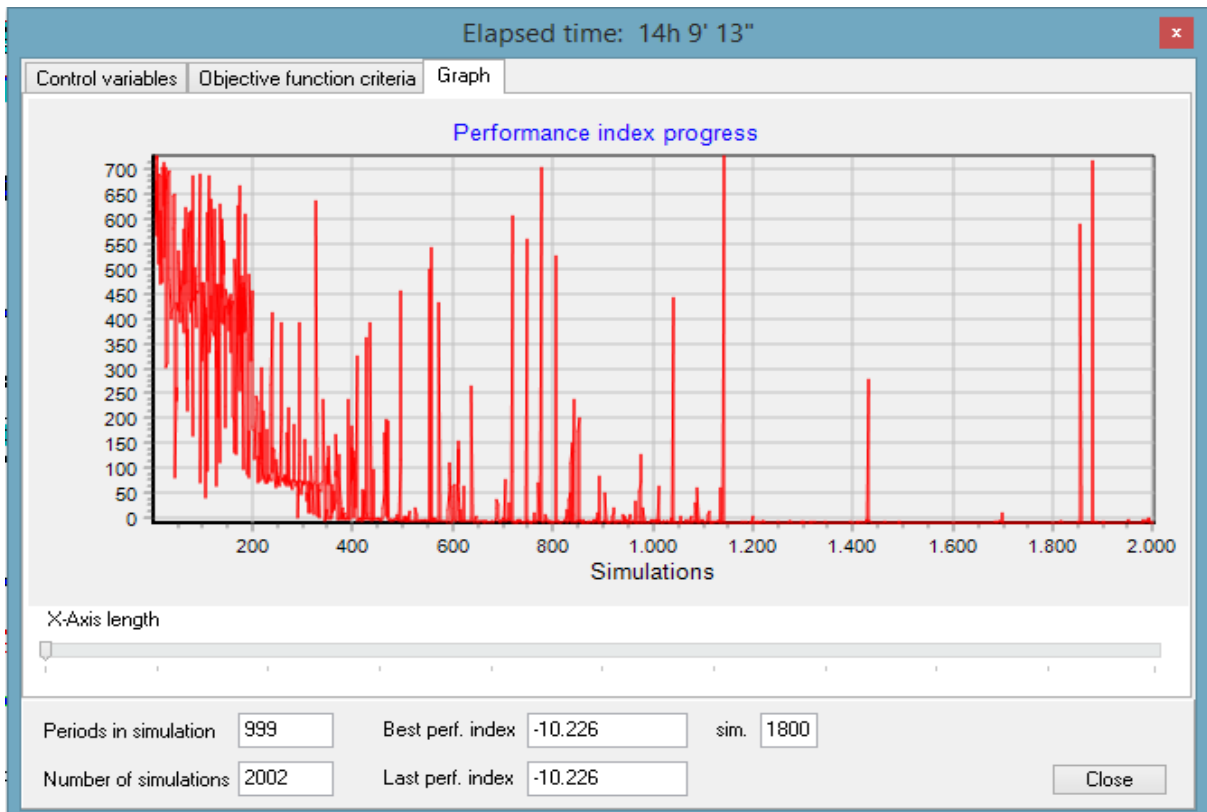
Ενεργειακό Ισοζύγιο	ΜΟ Μήνα	ΜΟ Έτους
Συνολική παραγωγή ενέργειας	263.645	3163.74
Συν. Παραγωγή με αξιοπιστία 99%	163.44	1961.28
Κατανάλωση αντλιών	32.732	392.784
Κατανάλωση γεωτρήσεων	19.329	231.948
Απόληψη από γεωτρήσεις (hm ³)	9.08	108.96
Παραγωγή Σμοκόβου	1.094	13.128
Παραγωγή Πλαστήρα	15.379	184.548
Παραγωγή Μεσοχώρας	26.868	322.416
Παραγωγή Κρεμαστών	71.215	854.580
Παραγωγή Καστράκι	51.728	620.736
Παραγωγή Πευκοφύτου	27.551	330.612
Παραγωγή Συκιάς	28.584	343.008
Παραγωγή Μουζάκι	14.961	179.532
Παραγωγή Στράτος	24.256	291.072
Παραγωγή Μαυρομάτι	2.008	24.096

Πίνακας 7.24 : Ποσοστά αστοχίας για το σύνολο των στόχων του σεναρίου Δ1-Ε2.

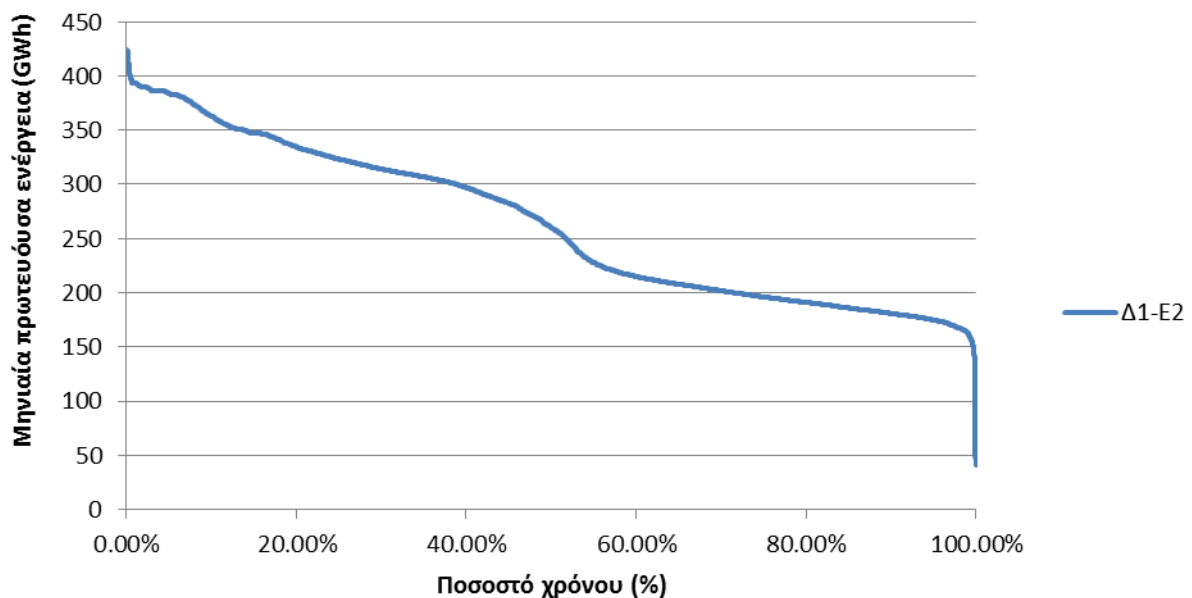
Αστοχίες			
Υδρευση	Περιβαλλοντικά	Άρδευση	Έλλειμμα στόχων κριτηρίου αστοχίας (hm ³)
0.0723	0.1247	0.0391	14.314

Πίνακας 7.25: Αποτελέσματα σημαντικών στόχων συστήματος Δ1-3 -Κατηγορίες1,2,4

Στόχος	Ετήσια Ζήτηση (hm ³)	Μέση Ετήσια Αστοχία	Μέσο ετήσιο έλλειμμα (hm ³)
1) Υπερ. Καστράκι - Water supply	7.30	0.001	0.005
3) Αναρυθμ. Πλαστήρα - Water supply	24.00	0	0
6) ΥΗΣ Λεονταρίου - Water supply	5.17	0.216	0.188
2) ΑΧΕΛΩΟΣ 1 - Min. flow	798.06	0.001	0.113
7) ΠΟΡΤΑΙΚΟΣ - Min. flow	14.19	0.058	0.034
8) ΠΑΜΙΣΟΣ - Min. flow	4.73	0.001	0
9) Κατάντη Συκιάς - Min. flow	157.68	0.014	0.098
12) Κατάντη Μεσοχώρας - Min. flow	47.30	0.635	1.098
13) Πλαστήρας - Min. volume	160.00	0.14	1.22
17) ΠΗΝΕΙΟΣ 7 - Min. flow	315.36	0.048	0.118
19) ΣΟΦΑΔΙΤΗΣ 1 - Min. flow	10.00	0.224	0.161
55) Αρδ. Κόμβος 2 - Water supply	47.00	0.001	0.045
26) Αρδευτικό Σμοκόβου - Irrigation	84.70	0.182	3.48
27) Αγιοπηγή - Irrigation	15.94	0.084	0.386
28) Αρδ. Κόμβος 2 - Irrigation	48.67	0.001	0.128
29) Αρδ.Κόμβος 1 - Irrigation	23.06	0.001	0.021
30) ΤΟΕΒ Πύλης - Irrigation	3.50	0.006	0.004
31) Αρδ. Κάρλας - Irrigation	122.50	0.018	0.165
32) Ζ-Α1 (Περιοχή Πηνειού) - Irrigation	196.00	0.116	3.829
33) Λάρισα Γ1 - Irrigation	20.65	0.124	0.562
34) ΤΟΕΒ Ταυρωπού - Irrigation	80.01	0.099	1.714
35) Παλαμάς - Irrigation	22.02	0.014	0.055
36) Αρδ. Μέγα - Irrigation	55.59	0.004	0.042
37) ΤΟΕΒ Μεσενικόλα - Irrigation	2.24	0.09	0.06
38) Ξυνονέρι - Irrigation	4.20	0.083	0.101
40) Ιτέα - Φύλλο - Irrigation	23.08	0.035	0.058
43) Λάρισα Γ2 - Irrigation	61.60	0	0
44) Τρίκαλα Α1-2 - Irrigation	13.51	0.005	0.01
45) Αγναντερό-Προάστιο - Irrigation	6.65	0.003	0.004
46) Μαραθέα - Irrigation	16.93	0.004	0.011
47) Τρίκαλα Β1 - Irrigation	13.51	0.004	0.009
49) Αλή Εφέντη - Irrigation	4.55	0.006	0.005
50) Συμβολή με Φαρσαλιώτη - Irrigation	31.77	0.01	0.052
51) ΔΒ1.1-1.2 - Irrigation	38.85	0.004	0.027
52) Τρίκαλα Α1-1 - Irrigation	23.31	0.004	0.015
54) ΥΗΣ Στράτου - Irrigation	21.83	0	0
56) Υπόλοιπο Ζ - Irrigation	105.00	0.158	3.531
57)Ραψάνη-Ομαλός-Πυργετός- Irrigation	4.32	0	0

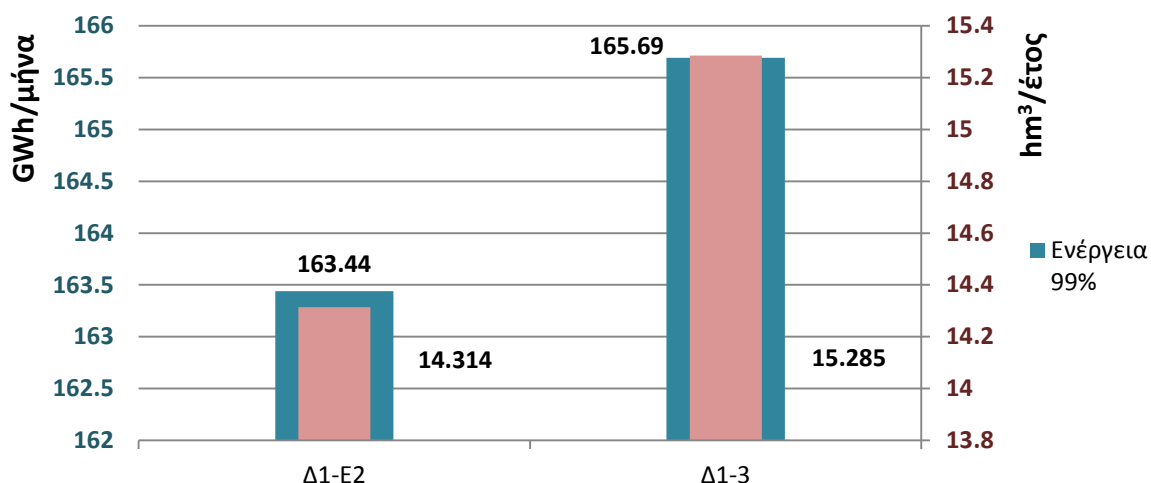


Εικόνα 7.12: Εξέλιξη του δείκτη απόδοσης του Δ1-E2. Φαίνεται πως δεν υπάρχουν πολλά ακρότατα όπως στο Δ1-2, από την ομαλή μορφή του διαγράμματος.



Εικόνα 7.13: Καμπύλη διάρκειας παραγόμενης ενέργειας σεναρίου Δ1-E2.

Στην εικόνα 7.14 απεικονίζεται η σχέση μεταξύ των Δ1-3 και Δ1-E2. Φαίνεται πως και τα δύο μπορούν να ανήκουν στις δύο καμπύλες Pareto, δεδομένου ότι και η αστοχία του Δ1-E3 (3.9%) είναι μικρότερη από του Δ1-3 (4.2%).



Εικόνα 7.14: Σύγκριση Δ1-E2 με Δ1-3.

7.3.5 Σενάριο Δ1-4: Διερεύνηση άλλου ενδιάμεσου σημείου του μετώπου Pareto Ενέργεια 99%-Αστοχία.

Διερευνάται και άλλο σημείο του μετώπου Pareto. Εδώ χρησιμοποιούνται τα βάρη του Πίνακα 7.21. Αυτή η λύση αναμένεται να βρίσκεται πιο κοντά στο συνδυασμό τιμών του σεναρίου Δ1-1.

Πίνακας 7.26 : Βάρη κριτηρίων Δ1-3

Total generated Firm Power	0.5
Average annual failure (ανά στόχο)	50

Πίνακας 7.27: Αποτελέσματα μεταβλητών ελέγχου Δ1-4.

Μεταβλητή Ελέγχου	Τιμή
Μεσοχώρα	88.287
Συκιά	24.5824
Πευκόφυτο	68.450
Μουζάκι	17.473
Μαυρομάτι	0.049
Κρεμαστά	62.073
Καστράκι	54.578
Στράτος	17.732

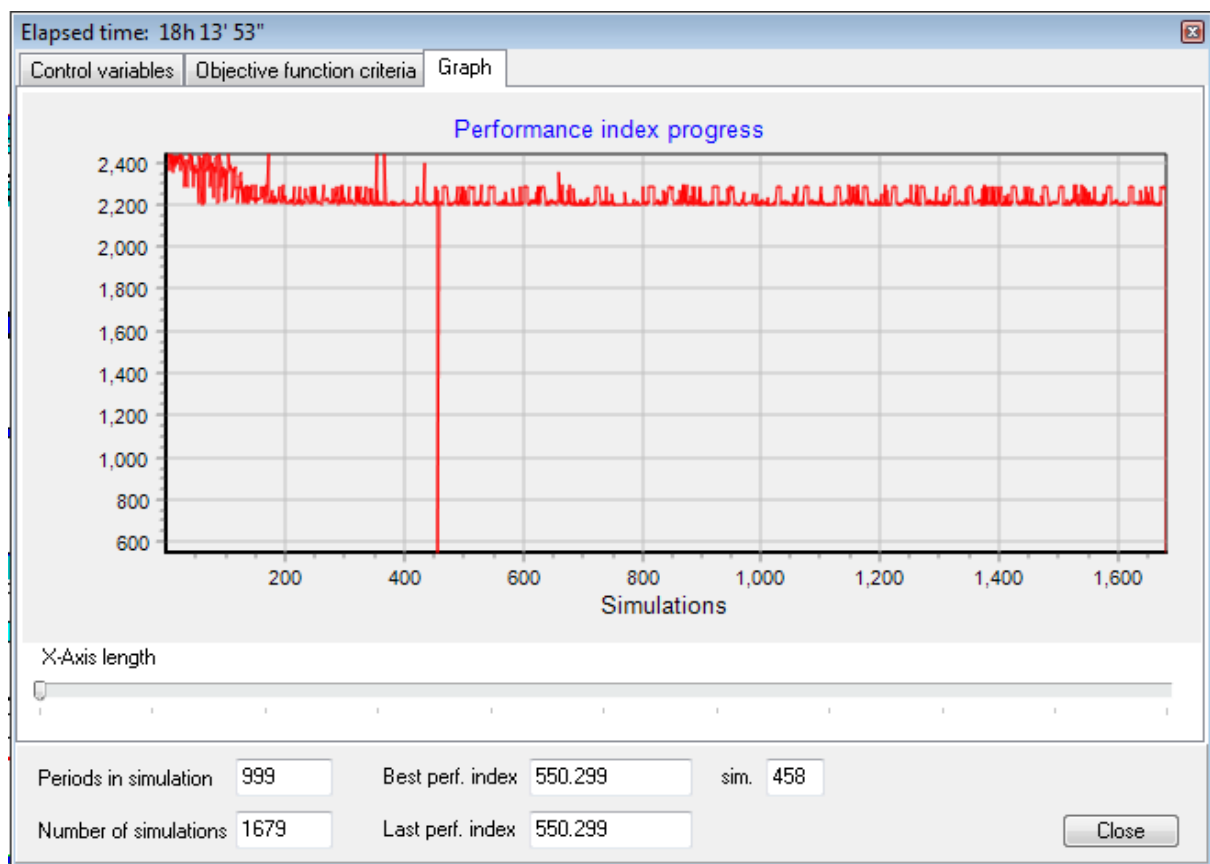
Πίνακας 7.28: Ενεργειακό ισοζύγιο (GWh) σεναρίου Δ1-4

Ενεργειακό Ισοζύγιο	ΜΟ Μήνα	ΜΟ Έτους
Συνολική παραγωγή ενέργειας	257.714	3092.568
Συν. Παραγωγή με αξιοπιστία 99%	50.32	603.84
Κατανάλωση αντλιών	35.605	427.26

Κατανάλωση γεωτρήσεων	20.958	251.496
Απόληψη από γεωτρήσεις (hm ³)	9.977	119.724
Παραγωγή Σμοκόβου	1.073	12.876
Παραγωγή Πλαστήρα	15.686	188.232
Παραγωγή Μεσοχώρας	26.697	320.364
Παραγωγή Κρεμαστών	60.612	727.344
Παραγωγή Καστράκι	53.546	642.552
Παραγωγή Πευκοφύτου	24.538	294.456
Παραγωγή Συκιάς	29.133	349.596
Παραγωγή Μουζάκι	17.493	209.916
Παραγωγή Στράτος	26.772	321.264
Παραγωγή Μαυρομάτι	2.163	25.956

Πίνακας 7.29: Ποσοστά αστοχίας για το σύνολο των στόχων του σεναρίου Δ1-4

Αστοχίες			
Υδρευση	Περιβαλλοντικά	Άρδευση	Έλλειμμα στόχων κριτηρίου αστοχίας (hm ³)
0.157333	0.206888889	0.121037	45.124

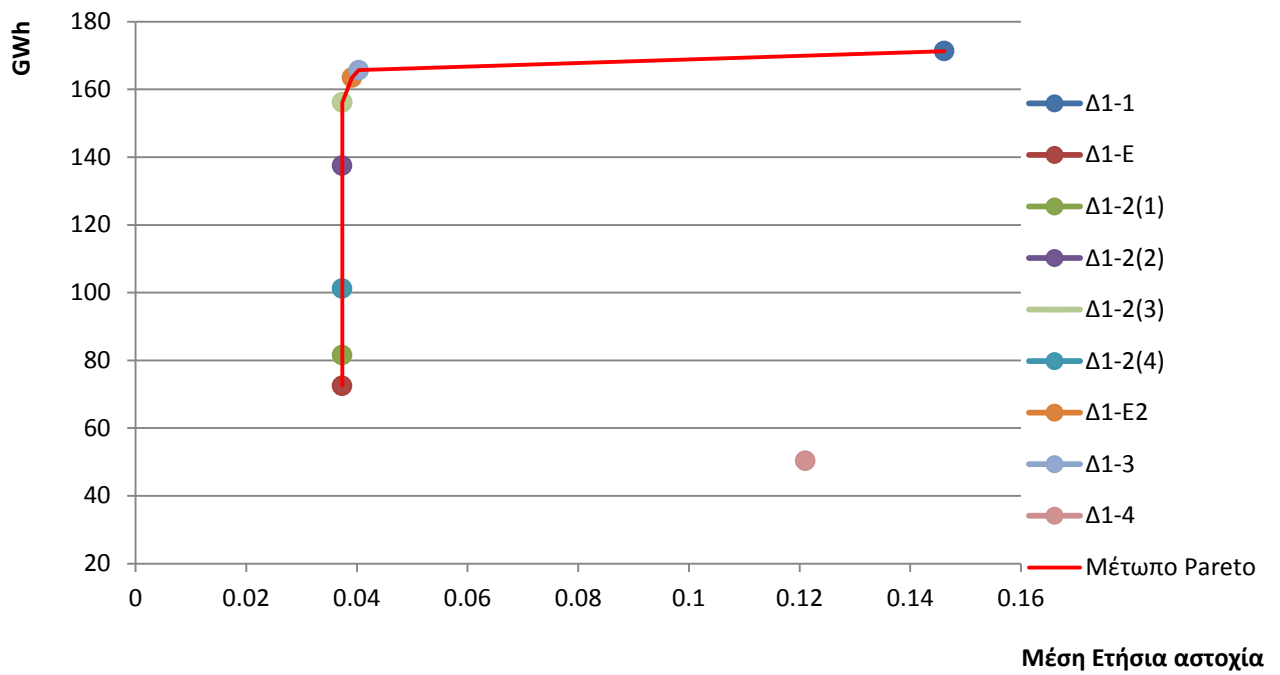


Εικόνα 7.15: Πορεία εξέλιξης δείκτη απόδοσης του Δ1-4. Χαρακτηριστικά φαίνεται η ύπαρξη πολλών ακροτάτων από την μη ομαλή καμπύλη του σχήματος γύρω από το πλατό της τιμής 2202. Πιθανόν η μοναδική λύση με απόδοση 550.299 να μην είναι εύρωστη.

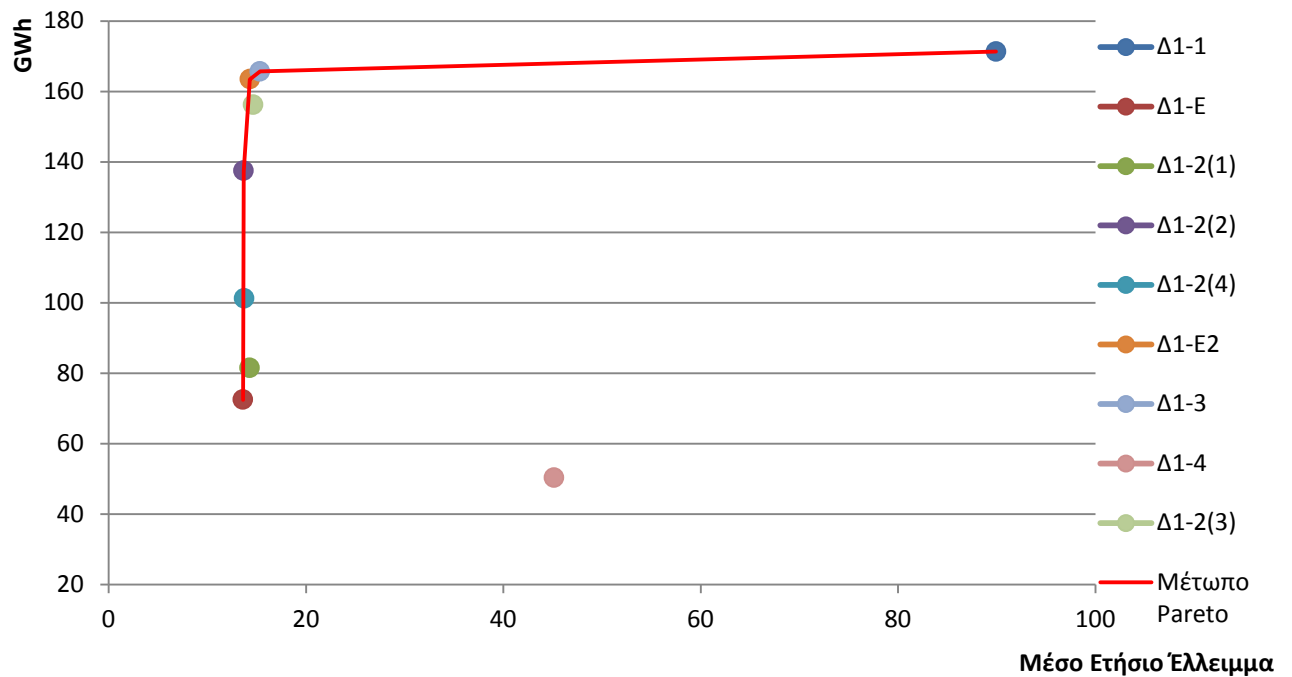
Αυτό το σενάριο παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς όπως χαρακτηριστικά φαίνεται στην *Εικόνα 7.15*, υπάρχουν πολλά ακρότατα με διαφορετικές τιμές των μεταβλητών ελέγχου (Δεν γίνεται ομαλή η καμπύλη, αντίθετα δημιουργείται μια ταλάντωση με κάτω όριο την τιμή 2202). Όμως, βρέθηκε μια μοναδική τιμή του δείκτη επίδοσης για κάποιο σετ τιμών η οποία είναι σημαντικά καλύτερη των άλλων. Το γεγονός ότι δεν την προσέγγισε ξανά ο αλγόριθμος βελτιστοποίησης, πιθανόν να σημαίνει ότι είναι μη εύρωστη λύση. Πάντως η λύση αυτή σίγουρα δεν μπορεί να αποτελεί σημείο του Pareto αφού έχει χειρότερη επίδοση από όλες που έχουν παρουσιαστεί ως τώρα όσον αφορά την παραγωγή ενέργειας και ταυτόχρονα πολύ υψηλό έλλειμμα. Και η αστοχία που παρουσιάζει πάντως (12.1%) κρίνεται μη λογική, αφού το Σενάριο Δ1-E2 με πολύ μεγαλύτερη πρωτεύουσα ενέργεια έχει μόλις 3.9% μέση ετήσια αστοχία αρδευτικών στόχων.

7.3.6 Διερεύνηση της καλύτερης συμβιβαστικής λύσης μεταξύ των δύο μετώπων Pareto

Από τη στιγμή που υπάρχουν 2 μέτωπα Pareto για τη Διάταξη Δ1 είναι πιο εύκολο να αξιολογηθούν από διαχειριστική σκοπιά συμβιβασμοί ως προς ένα από τα τρία κριτήρια παραγωγής πρωτεύουσας ενέργειας, μέσης ετήσιας αστοχίας αρδευτικών στόχων και μέσου ετήσιου αρδευτικού ελλείμματος. Μάλιστα υπάρχουν λύσεις που ανήκουν σε ένα μόνο από τα δύο μέτωπα, άρα δεν ανήκουν στην τρισδιάστατη επιφάνεια Pareto που σχηματίζεται από τον χώρο των καλών λύσεων. Αυτές οι λύσεις απορρίπτονται. Στις *Εικόνες 7.16* και *7.17* απεικονίζονται τα σενάρια που αναλύθηκαν μέχρι στιγμής για την Δ1 διάταξη. Χαρακτηριστικά φαίνεται το σενάριο Δ1-4 να ανήκει στον χώρο των κυριαρχούμενων λύσεων και τα σενάρια Δ1-2(1) και Δ1-2(3) να ανήκουν στις δεσπόζουσες λύσεις του Pareto παραγόμενη πρωτεύουσα ενέργεια-αστοχία αλλά στις κυριαρχούμενες για το μέτωπο Pareto παραγόμενη ενέργεια-έλλειμμα. Κατά αυτόν τον τρόπο από τα σενάρια που εξετάστηκαν μπορούμε να θεωρήσουμε πιθανά για καλύτερες συμβιβαστικές λύσεις τις Δ1-E2 και Δ1-3 όπου η παραγόμενη ενέργεια είναι πολύ υψηλή και το έλλειμμα άρδευσης πολύ μικρό συγκρινόμενα με τις μέγιστες και ελάχιστες τιμές αυτών των μεγεθών, καθώς βρίσκονται ακριβώς στο σημείο αλλαγής κλίσης της καμπύλης. Επίσης καθώς η αλλαγή κλίσης είναι δραματική, οι λύσεις με ελαφρώς καλύτερη ενέργεια έχουν ασύγκριτα μεγαλύτερα ελλείμματα, ενώ ένα στοιχείο που αποκρύπτεται από τα διαγράμματα αυτά είναι ότι μεγαλώνουν και οι απολήψεις-άρα και οι καταναλώσεις ενέργειας- από γεωτρήσεις. Μεταξύ των δύο πιθανών καλύτερων συμβιβαστικών λύσεων δεν μπορούμε να αποφανθούμε χωρίς κάποια πρόσθετη πληροφορία. Αν όμως εισάγουμε ως πληροφορία τις πρόσθετες καταναλώσεις από γεωτρήσεις, μια παράμετρο που χρήζει ελαχιστοποίησης στο υδροσύστημα, προκρίνεται καλύτερο ως λύση το σενάριο Δ1-E2, αφού έχει καλύτερη επίδοση στο νέο κριτήριο με απολήψεις 108.96 hm³ έναντι 112.08 του σεναρίου Δ1-3. Αναλυτικά τα αποτελέσματα του σεναρίου Δ1-E2 παρουσιάζονται στο *Παράρτημα IV*.



Εικόνα 7.16: Μέτωπο Pareto για τα κριτήρια μέση μηνιαία παραγωγή πρωτεύουσας ενέργειας και μέσης ετήσιας αστοχίας.



Εικόνα 7.17: Μέτωπο Pareto για τα κριτήρια μέση μηνιαία παραγωγή πρωτεύουσας ενέργειας και μέσου ετήσιου ελλείμματος.

7.4 Διάταξη Δ2 : εκτροπή 600 hm³ με αντλησιοταμίευση

Εξετάζεται η γενική διάταξη του συστήματος με την πλήρη ανάπτυξη των έργων εκτροπής και τις σημερινές τιμές ζήτησης – κατανάλωσης αρδευτικού νερού (~700 m³/στρέμμα), αλλά η εκτρεπόμενη ποσότητα είναι 600 hm³. Πρόκειται ουσιαστικά για την προσομοίωση της μελέτης του 1995. Έχοντας ήδη αναλύσει διεξοδικά το σύστημα στην διάταξη Δ1, εδώ η υπόθεση εργασίας επικεντρώνεται σε δύο σημεία. Την διαχείριση του συστήματος μόνο ενεργειακά, αξιοποιώντας τη διατύπωση του προβλήματος βελτιστοποίησης του σεναρίου Δ1-1, και την διαχείριση μόνο για τη ικανοποίηση της άρδευσης, αξιοποιώντας τη διατύπωση του προβλήματος βελτιστοποίησης του σεναρίου Δ1-2. Με αυτό τον τρόπο χωρίς να μελετηθεί το διαχειριστικό πρόβλημα για Pareto-βέλτιστες λύσεις θα μελετηθούν τα υποθετικά όρια του.

7.4.1 Σενάριο Δ2-1 : Βελτιστοποίηση παραγωγής πρωτεύουσας ενέργειας

Χρησιμοποιείται μόνο το κριτήριο παραγωγής ενέργειας (Πίνακας 7.1) . Αναμένεται να έχει σημαντικά μικρότερη παραγόμενη πρωτεύουσα ενέργεια από ότι το Δ1-1, καθώς τα μεγάλα ενεργειακά έργα του Μέσου Αχελώου στερούνται σημαντικής ποσότητας νερού. Ακόμα αναμένεται να έχει σημαντικά μικρότερο (ή και μηδενικό) έλλειμμα από το Δ1-1 λόγω της υπερδιπλάσιας ποσότητας νερού που εκτρέπεται. Τα αποτελέσματα δίνονται στους Πίνακες 7.30-7.33

Πίνακας 7.30: Αποτελέσματα μεταβλητών ελέγχου Δ2-1

Μεταβλητή Ελέγχου	Τιμή
Μεσοχώρα	38.717
Συκιά	29.254
Πευκόφυτο	90.770
Μουζάκι	84.738
Μαυρομάτι	0.003
Κρεμαστά	42.272
Καστράκι	17.646
Στράτος	19.665

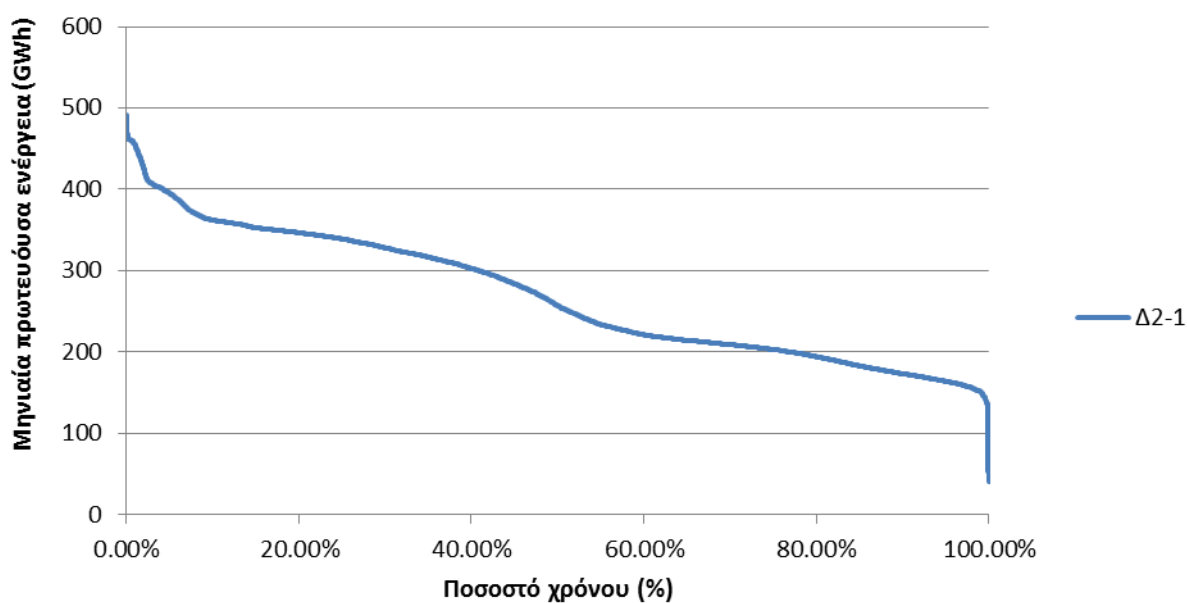
Πίνακας 7.31: Ενεργειακό ισοζύγιο (GWh) σεναρίου Δ2-1

Ενεργειακό Ισοζύγιο	ΜΟ Μήνα	ΜΟ Έτους
Συνολική παραγωγή ενέργειας	268.788	3225.456
Συν. Παραγωγή με αξιοπιστία 99%	151.42	1817.04
Κατανάλωση αντλιών	38.555	462.66
Κατανάλωση γεωτρήσεων	35.182	422.184
Απόληψη από γεωτρήσεις (hm ³)	17.784	213.408
Παραγωγή Σμοκόβου	1.086	13.032
Παραγωγή Πλαστήρα	15.694	188.328

Παραγωγή Μεσοχώρας	26.689	320.268
Παραγωγή Κρεμαστών	68.999	827.988
Παραγωγή Καστράκι	49.791	597.492
Παραγωγή Πευκοφύτου	30.514	366.168
Παραγωγή Συκιάς	21.610	259.32
Παραγωγή Μουζάκι	26.873	322.476
Παραγωγή Στράτος	23.741	284.892
Παραγωγή Μαυρομάτι	3.793	45.516

Πίνακας 7.32 : Ποσοστά αστοχίας για το σύνολο των στόχων του σεναρίου Δ2-1

Αστοχίες			
Υδρευση	Περιβαλλοντικά	Άρδευση	Έλλειμμα στόχων κριτηρίου αστοχίας (hm ³)
0.0763	0.3193	0.2025	76.585



Εικόνα 7.18: Καμπύλη ενέργειας Δ2-1

Πίνακας 7.33: Αποτελέσματα σημαντικών στόχων συστήματος Δ1-3 -Κατηγορίες1,2,4

Στόχος	Ετήσια Ζήτηση (hm)	Μέση Ετήσια Αστοχία	Μέσο ετήσιο έλλειμμα (hm ³)
1) Υπερ. Καστράκι - Water supply	7.30	0.002	0.006
3) Αναρρυθμ. Πλαστήρα - Water supply	24.00	0	0
6) ΥΗΣ Λεονταρίου - Water supply	5.17	0.227	0.197
2) ΑΧΕΛΩΟΣ 1 - Min. flow	798.06	0.002	0.159
7) ΠΟΡΤΑΙΚΟΣ - Min. flow	14.19	1	0.565
8) ΠΑΜΙΣΟΣ - Min. flow	4.73	0.169	0.021

9) Κατάντη Συκιάς - Min. flow	157.68	0.841	10.373
12) Κατάντη Μεσοχώρας - Min. flow	47.30	0.364	0.436
13) Πλαστήρας - Min. volume	160.00	0.18	1.688
17) ΠΗΝΕΙΟΣ 7 - Min. flow	315.36	0.082	0.169
19) ΣΟΦΑΔΙΤΗΣ 1 - Min. flow	10.00	0.234	0.169
55) Αρδ. Κόμβος 2 - Water supply	47.00	0.002	0.049
26) Αρδευτικό Σμοκόβου - Irrigation	84.70	0.188	3.616
27) Αγιοπηγή - Irrigation	15.94	0.096	0.419
28) Αρδ. Κόμβος 2 - Irrigation	48.67	0.002	0.14
29) Αρδ.Κόμβος 1 - Irrigation	23.06	0.002	0.023
30) ΤΟΕΒ Πύλης - Irrigation	3.50	0.101	0.071
31) Αρδ. Κάρλας - Irrigation	122.50	0.366	5.981
32) Ζ-Α1 (Περιοχή Πηνειού) - Irrigation	196.00	0.453	29.458
33) Λάρισα Γ1 - Irrigation	20.65	0.461	3.244
34) ΤΟΕΒ Ταυρωπού - Irrigation	80.01	0.145	2.445
35) Παλαμάς - Irrigation	22.02	0.397	1.906
36) Αρδ. Μέγα - Irrigation	55.59	0.386	3.299
37) ΤΟΕΒ Μεσενικόλα - Irrigation	2.24	0.118	0.074
38) Ξυνονέρι - Irrigation	4.20	0.113	0.136
40) Ιτέα - Φύλλο - Irrigation	23.08	0.404	1.815
43) Λάρισα Γ2 - Irrigation	61.60	0	0
44) Τρίκαλα Α1-2 - Irrigation	13.51	0.168	0.214
45) Αγναντερό-Προάστιο - Irrigation	6.65	0.154	0.151
46) Μαραθέα - Irrigation	16.93	0.182	0.466
47) Τρίκαλα Β1 - Irrigation	13.51	0.21	0.386
49) Αλή Εφέντη - Irrigation	4.55	0.087	0.072
50) Συμβολή με Φαρσαλιώτη - Irrigation	31.77	0.298	1.194
51) ΔΒ1.1-1.2 - Irrigation	38.85	0.333	1.92
52) Τρίκαλα Α1-1 - Irrigation	23.31	0.199	0.583
54) ΥΗΣ Στράτου - Irrigation	21.83	0	0
56) Υπόλοιπο Ζ - Irrigation	105.00	0.603	18.923
57)Ραψάνη-Ομαλός-Πυργετός- Irrigation	4.32	0	0

Σε σχέση με το Δ1-1 παράγεται όπως αναμενόταν μικρότερη ενέργεια αλλά το έλλειμμα και η αστοχία παραμένουν μεγάλα παρόλο που εκτρέπεται πολύ μεγαλύτερη ποσότητα. Αυτό οφείλεται στην καθαρά ενεργειακή λειτουργία των έργων, καθώς κατά μέσο όρο η εκτρεπόμενη ποσότητα ανέρχεται σε 501.18 hm³, σημαντικά μικρότερη από την απαιτούμενη και μεγαλύτερη από το αρδευτικό έλλειμμα. Γίνεται σαφές έτσι πως για την μεγιστοποίηση της παραγωγής ενέργειας και με την εκτροπή μόνο κατά την αρδευτική περίοδο είναι αδύνατο να λειτουργήσει το σύστημα. Οι απολήψεις από γεωτρήσεις είναι σχεδόν ίδιες (216.14 για το Δ1-1 και 213.41 για το Δ2-1), αφού η κατάσταση παραμένει ελλειμματική. Ένα θετικό είναι πως με τη μεγαλύτερη ποσότητα εκτροπής όμως έστω και

με ίδια απόληψη το ισοζύγιο των υπόγειων υδροφορέων θα είναι καλύτερο, λόγω επαναπλήρωσης με το πρόσθετο νερό. Η αστοχία των υδρευτικών αναγκών παραμένει σχεδόν αναλλοίωτη όπως στα περισσότερα από τα σενάρια καθώς είναι μικρότερη ζήτηση. Όμως παρατηρείται μεγαλύτερη αστοχία και έλλειμμα στους περιβαλλοντικούς στόχους σε σχέση με τη διάταξη Δ1. Το μέσο ετήσιο έλλειμμα ανέρχεται στα 13.29 hm³ και αποτελεί φυσικά πολύ μικρή ποσότητα σε σχέση με τη ζήτηση. Ενδιαφέρον είναι ότι τα 11 hm³ αφορούν τη λεκάνη Αχελώου που στη διάταξη Δ1 δεν αντιμετώπιζε παρόμοιες καταστάσεις.

7.4.2 Σενάριο Δ2-2 : Ελαχιστοποίηση αστοχίας αρδευτικών στόχων.

Χρησιμοποιούνται μόνο το κριτήριο ελαχιστοποίησης της αστοχίας αρδευτικών στόχων (Πίνακας 7.7). Αναμένεται να έχει σημαντικά μικρότερη παραγόμενη πρωτεύουσα ενέργεια από ότι το Δ1-1 και το Δ2-1. Ακόμα αναμένεται να έχει σημαντικά μικρότερο (ή και μηδενικό) έλλειμμα από το Δ1-1 και το Δ2-1. Πρέπει να ελεγχτεί ακόμα αν η εκτρεπόμενη ποσότητα ικανοποιεί το στόχο των 600 hm³ ή είναι αδύνατο να λειτουργήσει με αυτές τις συνθήκες το σύστημα όπως στην περίπτωση του Δ2-1. Τα αποτελέσματα δίνονται στους Πίνακες 7.34-7.37.

Πίνακας 7.34: Αποτελέσματα μεταβλητών ελέγχου Δ2-1

Μεταβλητή Ελέγχου	Τιμή
Μεσοχώρα	0
Συκιά	8.04
Πευκόφυτο	121.097
Μουζάκι	12.059
Μαυρομάτι	0.970
Κρεμαστά	16.149
Καστράκι	35.089
Στράτος	0

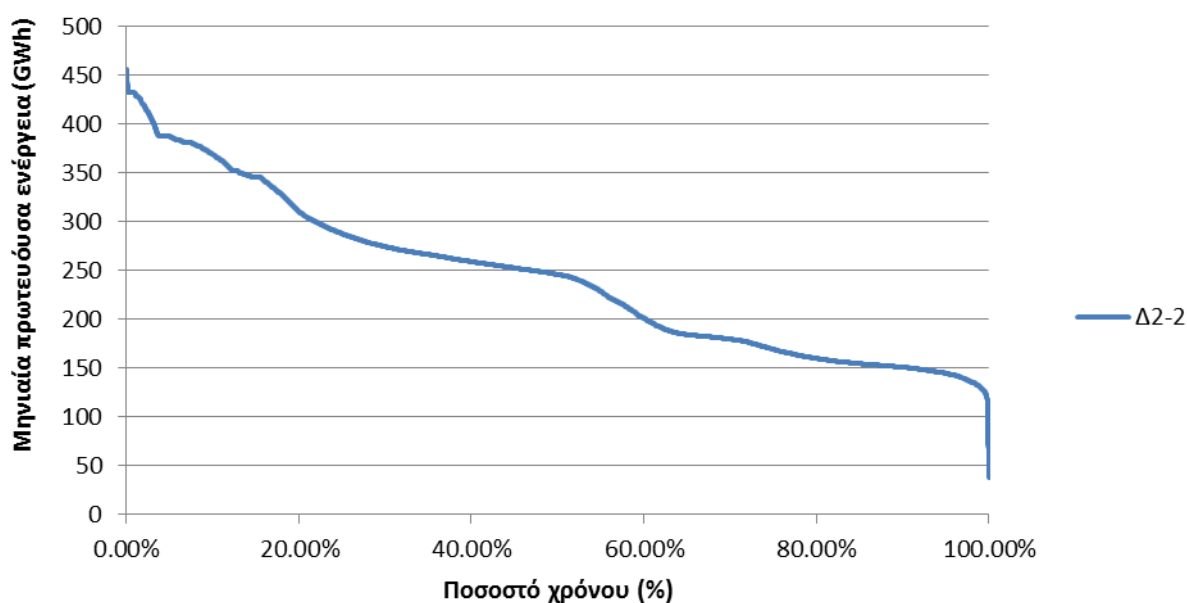
Πίνακας 7.35: Ενεργειακό ισοζύγιο (GWh) σεναρίου Δ2-2

Ενεργειακό Ισοζύγιο	ΜΟ Μήνα	ΜΟ Έτους
Συνολική παραγωγή ενέργειας	242.058	2904.696
Συν. Παραγωγή με αξιοπιστία 99%	130.21	1562.52
Κατανάλωση αντλιών	38.555	462.66
Κατανάλωση γεωτρήσεων	35.182	422.184
Απόληψη από γεωτρήσεις (hm ³)	6.094	73.128
Παραγωγή Σμοκόβου	1.108	13.296
Παραγωγή Πλαστήρα	15.231	182.772
Παραγωγή Μεσοχώρας	26.586	319.032
Παραγωγή Κρεμαστών	62.037	744.444
Παραγωγή Καστράκι	45.606	547.272
Παραγωγή Πευκοφύτου	37.058	444.696

Παραγωγή Συκιάς	17.833	213.996
Παραγωγή Μουζάκι	12.17	146.04
Παραγωγή Στράτος	21.876	262.512
Παραγωγή Μαυρομάτι	2.553	30.636

Πίνακας 7.36 : Ποσοστά αστοχίας για το σύνολο των στόχων του σεναρίου Δ2-2

Αστοχίες			
Υδρευση	Περιβαλλοντικά	Άρδευση	Έλλειμμα στόχων κριτηρίου αστοχίας (hm ³)
0.0657	0.0424	0.0188	5.742



Εικόνα 7.19: Καμπύλη ενέργειας Δ2-2

Πίνακας 7.37: Αποτελέσματα σημαντικών στόχων συστήματος Δ2-2 -Κατηγορίες1,2,4

Στόχος	Ετήσια Ζήτηση (hm)	Μέση Ετήσια Αστοχία	Μέσο ετήσιο έλλειμμα (hm ³)
1) Υπερ. Καστράκι - Water supply	7.30	0.001	0.001
3) Αναρρυθμ. Πλαστήρα - Water supply	24.00	0	0
6) ΥΗΣ Λεονταρίου - Water supply	5.17	0.196	0.169
2) ΑΧΕΛΩΟΣ 1 - Min. flow	798.06	0.001	0.118
7) ΠΟΡΤΑΙΚΟΣ - Min. flow	14.19	0.031	0.024
8) ΠΑΜΙΣΟΣ - Min. flow	4.73	0.001	0
9) Κατάντη Συκιάς - Min. flow	157.68	0.027	0.206
12) Κατάντη Μεσοχώρας - Min. flow	47.30	0.005	0.008
13) Πλαστήρας - Min. volume	160.00	0.11	1.011
17) ΠΗΝΕΙΟΣ 7 - Min. flow	315.36	0.003	0.014

19) ΣΟΦΑΔΙΤΗΣ 1 - Min. flow	10.00	0.203	0.144
55) Αρδ. Κόμβος 2 - Water supply	47.00	0.001	0.047
26) Αρδευτικό Σμοκόβου - Irrigation	84.70	0.173	3.192
27) Αγιοπηγή - Irrigation	15.94	0.078	0.356
28) Αρδ. Κόμβος 2 - Irrigation	48.67	0.001	0.135
29) Αρδ.Κόμβος 1 - Irrigation	23.06	0.001	0.023
30) ΤΟΕΒ Πύλης - Irrigation	3.50	0.003	0.002
31) Αρδ. Κάρλας - Irrigation	122.50	0.002	0.048
32) Ζ-Α1 (Περιοχή Πηνειού) - Irrigation	196.00	0.003	0.162
33) Λάρισα Γ1 - Irrigation	20.65	0.003	0.017
34) ΤΟΕΒ Ταυρωπού - Irrigation	80.01	0.083	1.435
35) Παλαμάς - Irrigation	22.02	0.002	0.013
36) Αρδ. Μέγα - Irrigation	55.59	0.002	0.021
37) ΤΟΕΒ Μεσενικόλα - Irrigation	2.24	0.06	0.043
38) Ξυνονέρι - Irrigation	4.20	0.058	0.076
40) Ιτέα - Φύλλο - Irrigation	23.08	0.023	0.018
43) Λάρισα Γ2 - Irrigation	61.60	0	0
44) Τρίκαλα Α1-2 - Irrigation	13.51	0.002	0.009
45) Αγναντερό-Προάστιο - Irrigation	6.65	0.001	0.002
46) Μαραθέα - Irrigation	16.93	0.001	0.005
47) Τρίκαλα Β1 - Irrigation	13.51	0.001	0.004
49) Αλή Εφέντη - Irrigation	4.55	0.002	0.003
50) Συμβολή με Φαρσαλιώτη - Irrigation	31.77	0.003	0.025
51) ΔΒ1.1-1.2 - Irrigation	38.85	0.001	0.012
52) Τρίκαλα Α1-1 - Irrigation	23.31	0.001	0.007
54) ΥΗΣ Στράτου - Irrigation	21.83	0	0
56) Υπόλοιπο Ζ - Irrigation	105.00	0.003	0.087
57)Ραψάνη-Ομαλός-Πυργετός- Irrigation	4.32	0	0

Σε σχέση με το Δ2-1 παράγεται όπως αναμενόταν μικρότερη ενέργεια. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός πως στη Μεσοχώρα τίθεται μηδενικός στόχος παραγωγής ενέργειας, προφανώς με σκοπό την διατήρηση ρυθμιστικού αποθέματος για να γίνει η εκτροπή κατά την αρδευτική περίοδο. Το έλλειμμα και η αστοχία γίνονται ιδιαίτερα μικρά, που πρακτικά εκμηδενίζονται, καθώς το μεγαλύτερο κομμάτι του ελλείμματος προέρχεται από το αρδευτικό Σμοκόβου που είναι αυτόνομο. Η εκτρεπόμενη ποσότητα ανέρχεται σε 599.916 hm³ ετησίως κατά μέσο όρο δηλαδή οριακά ίση με την απαιτούμενη. Οι απολήψεις από γεωτρήσεις είναι πολύ μικρές, μόλις 73.13 hm³. Η αστοχία των υδρευτικών αναγκών είναι ακόμη μικρότερη από τα περισσότερα από τα σενάρια, ενώ το έλλειμμα των περιβαλλοντικών στόχων είναι πρακτικά μηδενικό σε σχέση με τη ζήτηση (1.572 hm³).

7.4.3 Σενάριο Δ2-E : Ελαχιστοποίηση ελλείμματος αρδευτικών στόχων

Στο σενάριο αυτό γίνεται διερεύνηση αν μπορεί να μηδενιστεί αριθμητικά το έλλειμμα στη Θεσσαλία με την εκτροπή των 600 hm³ με καλύτερη ενεργειακά λύση. Χρησιμοποιείται μόνο το κριτήριο ελλείμματος όπως στο σενάριο Δ1-E.

Πίνακας 7.38: Αποτελέσματα μεταβλητών ελέγχου Δ2-E

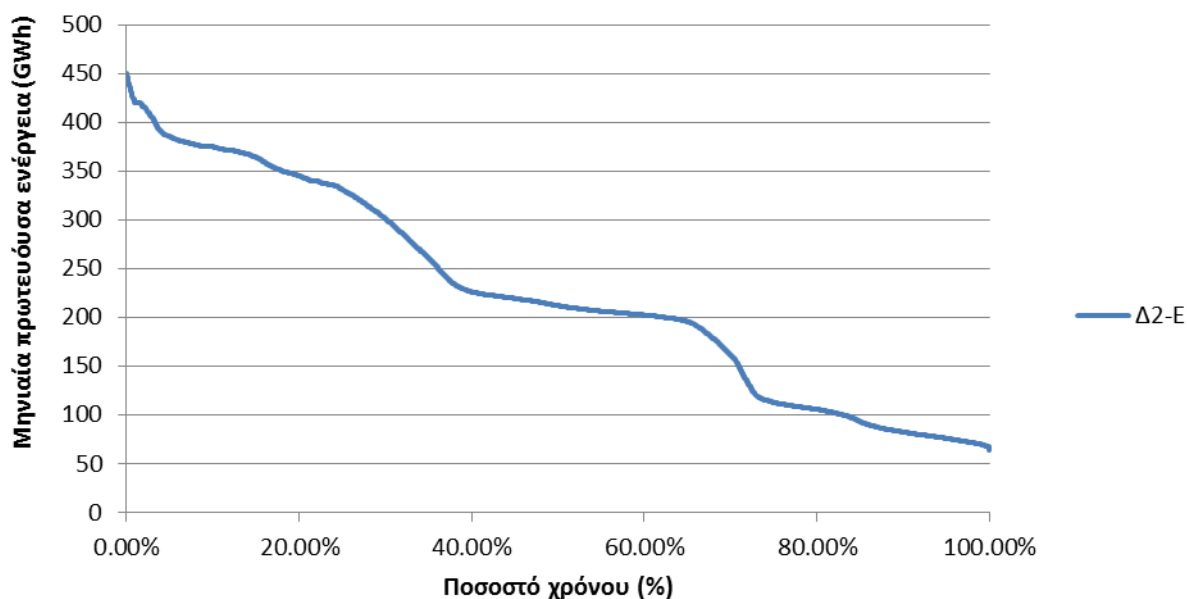
Μεταβλητή Ελέγχου	Τιμή
Μεσοχώρα	11.426
Συκιά	0.631
Πευκόφυτο	160,87
Μουζάκι	0.173
Μαυρομάτι	0.798
Κρεμαστά	13.938
Καστράκι	0.572
Στράτος	0.939

Πίνακας 7.39: Ενεργειακό ισοζύγιο (GWh) σεναρίου Δ2-E

Ενεργειακό Ισοζύγιο	ΜΟ Μήνα	ΜΟ Έτους
Συνολική παραγωγή ενέργειας	225.015	2700.18
Συν. Παραγωγή με αξιοπιστία 99%	69.9	838.8
Κατανάλωση αντλιών	16.633	199.596
Κατανάλωση γεωτρήσεων	13.923	167.076
Απόληψη από γεωτρήσεις (hm ³)	6.046	72.552
Παραγωγή Σμοκόβου	1.108	13.296
Παραγωγή Πλαστήρα	15.231	182.772
Παραγωγή Μεσοχώρας	26.248	314.976
Παραγωγή Κρεμαστών	58.633	703.596
Παραγωγή Καστράκι	44.148	529.776
Παραγωγή Πευκοφύτου	37.626	451.512
Παραγωγή Συκιάς	16.627	199.524
Παραγωγή Μουζάκι	4.154	49.848
Παραγωγή Στράτος	20.21	242.52
Παραγωγή Μαυρομάτι	1.03	12.36

Πίνακας 7.40 : Ποσοστά αστοχίας για το σύνολο των στόχων του σεναρίου Δ2-E

Αστοχίες			
Υδρευση	Περιβαλλοντικά	Άρδευση	Έλλειμμα στόχων κριτηρίου αστοχίας (hm ³)
0.0653	0.0444	0.0177	5.098



Εικόνα 7.20: Καμπύλη ενέργειας Δ2-E

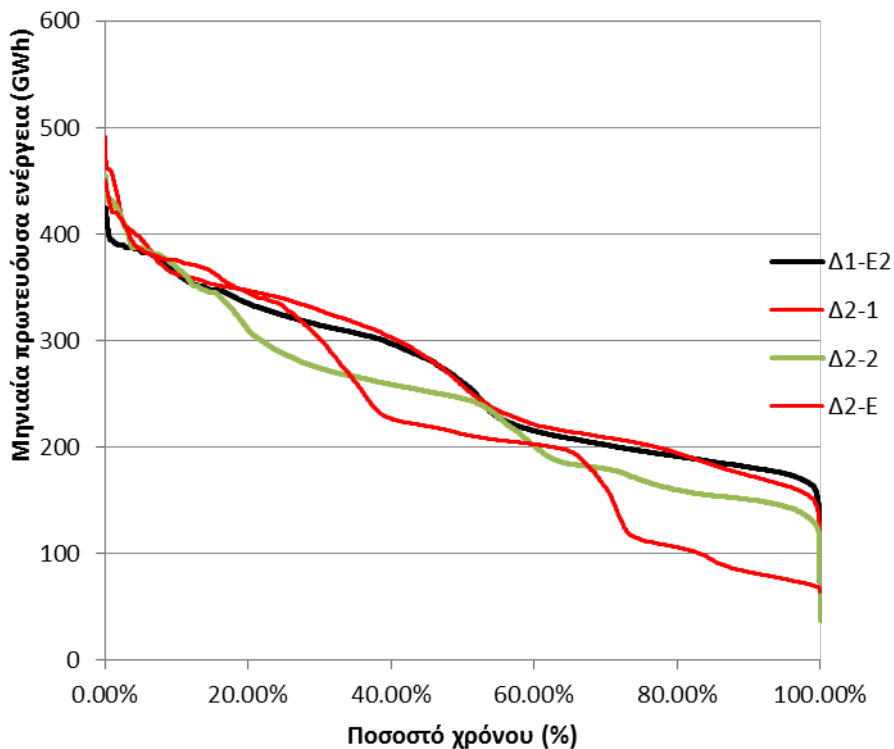
Πίνακας 7.41: Αποτελέσματα σημαντικών στόχων συστήματος Δ2-E -Κατηγορίες1,2,4

Στόχος	Ετήσια Ζήτηση (hm)	Μέση Ετήσια Αστοχία	Μέσο ετήσιο έλλειμμα (hm ³)
1) Υπερ. Καστράκι - Water supply	7.30	0	0
3) Αναρυθμ. Πλαστήρα - Water supply	24.00	0	0
6) ΥΗΣ Λεονταρίου - Water supply	5.17	0.196	0.169
2) ΑΧΕΛΩΟΣ 1 - Min. flow	798.06	0	0
7) ΠΟΡΤΑΙΚΟΣ - Min. flow	14.19	0.027	0.017
8) ΠΑΜΙΣΟΣ - Min. flow	4.73	0	0
9) Κατάντη Συκιάς - Min. flow	157.68	0.055	0.25
12) Κατάντη Μεσοχώρας - Min. flow	47.30	0.005	0.011
13) Πλαστήρας - Min. volume	160.00	0.11	1.005
17) ΠΗΝΕΙΟΣ 7 - Min. flow	315.36	0	0
19) ΣΟΦΑΔΙΤΗΣ 1 - Min. flow	10.00	0.203	0.144
55) Αρδ. Κόμβος 2 - Water supply	47.00	0	0
26) Αρδευτικό Σμοκόβου - Irrigation	84.70	0.173	3.189
27) Αγιοπηγή - Irrigation	15.94	0.078	0.36
28) Αρδ. Κόμβος 2 - Irrigation	48.67	0	0
29) Αρδ.Κόμβος 1 - Irrigation	23.06	0	0
30) ΤΟΕΒ Πύλης - Irrigation	3.50	0.001	0
31) Αρδ. Κάρλας - Irrigation	122.50	0	0
32) Ζ-Α1 (Περιοχή Πηνειού) - Irrigation	196.00	0	0
33) Λάρισα Γ1 - Irrigation	20.65	0	0
34) ΤΟΕΒ Ταυρωπού - Irrigation	80.01	0.082	1.417

35) Παλαμάς - Irrigation	22.02	0	0
36) Αρδ. Μέγα - Irrigation	55.59	0	0
37) ΤΟΕΒ Μεσενικόλα - Irrigation	2.24	0.064	0.048
38) Ξυνονέρι - Irrigation	4.20	0.06	0.081
40) Ιτέα - Φύλλο - Irrigation	23.08	0.02	0.003
43) Λάρισα Γ2 - Irrigation	61.60	0	0
44) Τρίκαλα Α1-2 - Irrigation	13.51	0	0
45) Αγναντερό-Προάστιο - Irrigation	6.65	0	0
46) Μαραθέα - Irrigation	16.93	0	0
47) Τρίκαλα Β1 - Irrigation	13.51	0	0
49) Αλή Εφέντη - Irrigation	4.55	0	0
50) Συμβολή με Φαρσαλιώτη - Irrigation	31.77	0	0
51) ΔΒ1.1-1.2 - Irrigation	38.85	0	0
52) Τρίκαλα Α1-1 - Irrigation	23.31	0	0
54) ΥΗΣ Στράτου - Irrigation	21.83	0	0
56) Υπόλοιπο Ζ - Irrigation	105.00	0	0
57)Ραψάνη-Ομαλός-Πυργετός- Irrigation	4.32	0	0

Σχέση με το σενάριο Δ2-2 το όφελος είναι σχεδόν μηδενικό, καθώς το έλλειμμα μειώθηκε μόλις κατά 6.5 hm^3 και αν συνυπολογιστεί και το κέρδος από την αντίστοιχα ελάχιστη μείωση των απολήψεων από γεωτρήσεις, 7.2 hm^3 . Αυτό όμως συνεπάγεται και υποδιπλασιασμό της μηνιαίας παραγόμενης πρωτεύουσας ενέργειας σε 69.9 GWh . Παρόλα αυτά αποτελεί το απόλυτο κάτω όριο του συστήματος με αυτή την εξεταζόμενη διάταξη.

Στην *Εικόνα 7.21* παρουσιάζεται η σύγκριση των σεναρίων της διάταξης Δ2 με τα άνω και κάτω όρια της διάταξης Δ1 όσον αφορά την παραγωγή ενέργειας. Στο αρδευτικό έλλειμμα ήδη φάνηκε πως η διάταξη Δ2 είναι προφανώς καλύτερη. Στο ενεργειακό σκέλος, η διάταξη Δ1 είναι πολύ καλύτερη ως προς την μέγιστη παραγωγή ενέργειας αλλά με διαχείριση όμως καθαρά ελαχιστοποίησης αρδευτικού ελλείμματος οι δυο διατάξεις είναι σχεδόν ισοδύναμες ενεργειακά.



Εικόνα 7.21: Σύγκριση καμπυλών διάρκειας διάταξης Δ2 με Δ1.

7.5 Διάταξη Δ3: Κατασκευή όλων των έργων, αλλά χωρίς εκτροπή.

Σε αυτή τη διάταξη εξετάζεται η επίπτωση που έχει η κατασκευή των έργων και στη ΛΑΠ Αχελώου και στη ΛΑΠ Πηνειού, χωρίς ωστόσο να πραγματοποιείται εκτροπή. Έτσι αφενός θα δειχθεί η επίδραση της κατασκευής των ενεργειακών έργων Μεσοχώρας και Συκιάς στον Άνω Αχελώο όσον αφορά την ενεργειακή παραγωγή. Αφετέρου, θα εξεταστεί και η σκοπιμότητα των ταμιευτήρων Πύλης και Μουζακίου μαζί με τα νέα εγγειοβελτιωτικά έργα στη Θεσσαλία.

7.5.1 Σενάριο Δ3-1 : Σενάριο με βελτιστοποίηση ενέργειας

Το σενάριο Δ3-1 δεν αφορά πρακτικά κάποιο μελλοντικό ενδεχόμενο σενάριο διαχείρισης, αφού λόγω του αρδευτικού ελλείμματος στη Θεσσαλία είναι αδύνατο να λειτουργεί το Μουζάκι ενεργειακά, όπως άλλωστε δεν συμβαίνει στον Πλαστήρα και στο Σμόκοβο. Όμως αποτελεί μια καλή σύγκριση σε σχέση με την παραγόμενη ενέργεια του συστήματος, με βάση τη πλήρη διάταξη Δ1. Θα διερευνηθεί ουσιαστικά αν η εκτροπή των 250 hm³ είναι δυσμενής για την ενεργειακή παραγωγή.

Αρχικά απαιτείται μια αλλαγή στη σχηματοποίηση, με την κατάργηση του στόχου παραγωγής στο Πευκόφυτο και εισαγωγή απόλυτου περιορισμού παροχетеυτικότητας στη σήραγγα εκτροπής. Ως μεταβλητές ελέγχου στο πρόβλημα βελτιστοποίησης παραμένουν αυτοί του Πίνακα 7.1, χωρίς το Πευκόφυτο. Τα αποτελέσματα δίνονται στους Πίνακες 7.42-7.45.

Πίνακας 7.42: Αποτελέσματα μεταβλητών ελέγχου Δ3-1

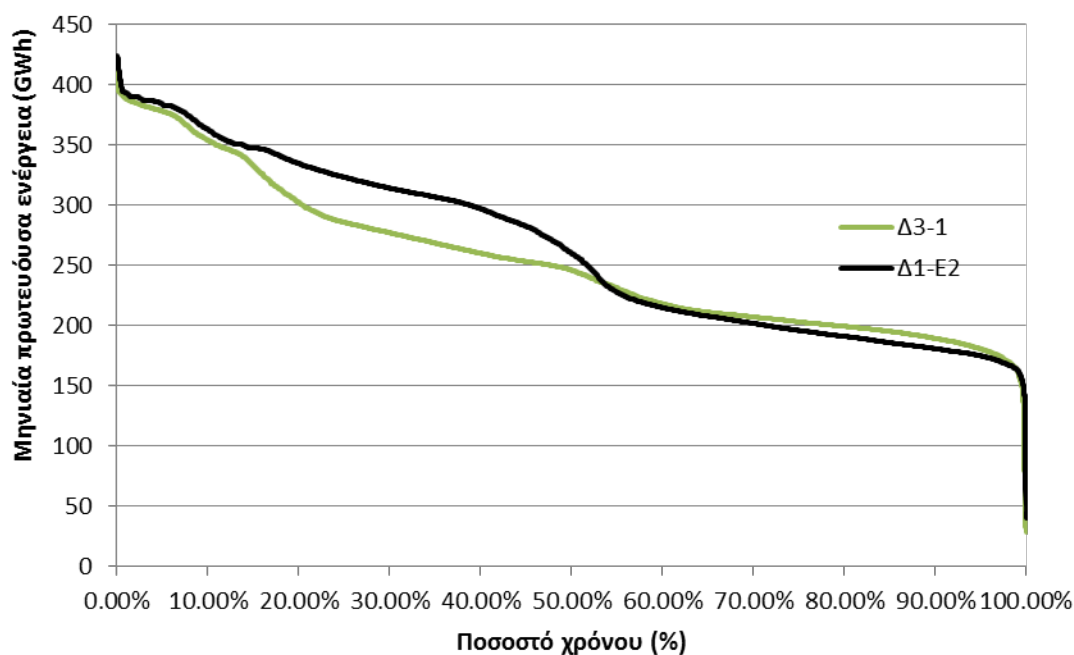
Μεταβλητή Ελέγχου	Τιμή
Μεσοχώρα	3.721
Συκιά	24.898
Μουζάκι	41.514
Μαυρομάτι	8.469
Κρεμαστά	4.865
Καστράκι	5.232
Στράτος	22.784

Πίνακας 7.43: Ενεργειακό ισοζύγιο (GWh) σεναρίου Δ3-1

Ενεργειακό Ισοζύγιο	ΜΟ Μήνα	ΜΟ Έτους
Συνολική παραγωγή ενέργειας	253.227	3038.724
Συν. Παραγωγή με αξιοπιστία 99%	162.9	1954.8
Κατανάλωση αντλιών	27.368	328.416
Κατανάλωση γεωτρήσεων	52.105	625.26
Απόληψη από γεωτρήσεις (hm ³)	26.782	321.384
Παραγωγή Σμοκόβου	1.069	12.828
Παραγωγή Πλαστήρα	15.921	191.052
Παραγωγή Μεσοχώρας	26.782	321.384
Παραγωγή Κρεμαστών	70.084	841.008
Παραγωγή Καστράκι	57.170	686.04
Παραγωγή Πευκοφύτου	-	-
Παραγωγή Συκιάς	33.184	398.208
Παραγωγή Μουζάκι	20.092	241.104
Παραγωγή Στράτος	27.290	327.48
Παραγωγή Μαυρομάτι	1.291	15.492

Πίνακας 7.44: Ποσοστά αστοχίας για το σύνολο των στόχων του σεναρίου Δ3-1

Αστοχίες			
Υδρευση	Περιβαλλοντικά	Άρδευση	Έλλειμμα στόχων κριτηρίου αστοχίας (hm ³)
0.0823	0.2791	0.5614	257.696



Εικόνα 7.22: Καμπύλη ενέργειας Δ3-1 σε σχέση με το Δ1-E2 (καλύτερη συμβιβαστική λύση)

Πίνακας 7.45: Αποτελέσματα σημαντικών στόχων συστήματος Δ3-1 -Κατηγορίες1,2,4

Στόχος	Ετήσια Ζήτηση (hm)	Μέση Ετήσια Αστοχία	Μέσο ετήσιο έλλειμμα (hm ³)
1) Υπερ. Καστράκι - Water supply	7.30	0.006	0.011
3) Αναρυθμ. Πλαστήρα - Water supply	24.00	0	0
6) ΥΗΣ Λεονταρίου - Water supply	5.17	0.241	0.21
2) ΑΧΕΛΩΟΣ 1 - Min. flow	798.06	0.006	0.276
7) ΠΟΡΤΑΙΚΟΣ - Min. flow	14.19	1	0.651
8) ΠΑΜΙΣΟΣ - Min. flow	4.73	0.76	0.217
9) Κατάντη Συκιάς - Min. flow	157.68	0.017	0.064
12) Κατάντη Μεσοχώρας - Min. flow	47.30	0.009	0.011
13) Πλαστήρας - Min. volume	160.00	0.229	1.93
17) ΠΗΝΕΙΟΣ 7 - Min. flow	315.36	0.235	0.437
19) ΣΟΦΑΔΙΤΗΣ 1 - Min. flow	10.00	0.251	0.178
55) Αρδ. Κόμβος 2 - Water supply	47.00	0.005	0.087
26) Αρδευτικό Σμοκόβου - Irrigation	84.70	0.207	3.886
27) Αγιοπηγή - Irrigation	15.94	0.11	0.462
28) Αρδ. Κόμβος 2 - Irrigation	48.67	0.005	0.232
29) Αρδ.Κόμβος 1 - Irrigation	23.06	0.005	0.042
30) ΤΟΕΒ Πύλης - Irrigation	3.50	0.543	0.599
31) Αρδ. Κάρλας - Irrigation	122.50	0.987	19.207
32) Ζ-Α1 (Περιοχή Πηνειού) - Irrigation	196.00	1	98.631
33) Λάρισα Γ1 - Irrigation	20.65	1	10.511
34) ΤΟΕΒ Ταυρωπού - Irrigation	80.01	0.186	2.927
35) Παλαμάς - Irrigation	22.02	0.982	7.713

36) Αρδ. Μέγα - Irrigation	55.59	1	16.102
37) ΤΟΕΒ Μεσενικόλα - Irrigation	2.24	0.137	0.089
38) Ξυνονέρι - Irrigation	4.20	0.132	0.165
40) Ιτέα - Φύλλο - Irrigation	23.08	0.995	7.766
43) Λάρισα Γ2 - Irrigation	61.60	0	0
44) Τρίκαλα Α1-2 - Irrigation	13.51	0.696	1.897
45) Αγναντερό-Προάστιο - Irrigation	6.65	0.884	1.37
46) Μαραθέα - Irrigation	16.93	0.926	3.741
47) Τρίκαλα Β1 - Irrigation	13.51	0.914	2.661
49) Αλή Εφέντη - Irrigation	4.55	0.61	0.839
50) Συμβολή με Φαρσαλιώτη - Irrigation	31.77	0.893	6.422
51) ΔΒ1.1-1.2 - Irrigation	38.85	0.995	10.939
52) Τρίκαλα Α1-1 - Irrigation	23.31	0.945	4.61
54) ΥΗΣ Στράτου - Irrigation	21.83	0	0
56) Υπόλοιπο Ζ - Irrigation	105.00	1	56.798
57)Ραψάνη-Ομαλός-Πυργετός- Irrigation	4.32	0	0

Όπως φαίνεται στην *Εικόνα 7.24* η παρουσία των έργων αντλησιοταμίευσης είναι ευεργετική για το σύστημα στην περίπτωση εκτροπής 250 hm³, καθώς η Δ1-Ε2 διάταξη είναι ταυτόσημη ενεργειακά με τη Δ3-1 για τη πρωτεύουσα ενέργεια (163.44 έναντι 162.09 GWh). Η διαφορά θα γίνει πολύ περισσότερο αντιληπτή όταν συγκριθεί με την πραγματικά «λύση χωρίς εκτροπή» όπου τα έργα Θεσσαλίας δεν θα έχουν ενεργειακό πρόσημο διαχειριστικά. Για τα πολύ μεγάλα ελλείμματα (όπως ήταν φυσικό τα μεγαλύτερα από κάθε άλλο σενάριο) που παρουσιάζονται, η ανάλυση είναι περιττή, καθώς η Δ3-1 δεν αποτελεί ενδεχόμενο διαχειριστικό σενάριο, ούτε προσομοιάζει την σημερινή κατάσταση.

7.5.2 Σενάριο Δ3-Ε: Υλοποίηση της «μηδενικής λύσης», βραχυπρόθεσμο σενάριο.

Εδώ εξετάζεται η διάταξη κατασκευής των έργων εκτροπής, λειτουργία χωρίς εκτροπή, αλλά με τις σημερινές καλλιέργειες και πρακτικές άρδευσης (700 m³/στρέμμα). Θα εξεταστεί η παραγωγή ενέργειας του συστήματος στη ΛΑΠ Αχελώου και το βραχυπρόθεσμο έλλειμμα και εκμετάλλευση του υπογείου ορίζοντα στην Θεσσαλία με την κατασκευή της Πύλης και Μουζακίου. Οι μεταβλητές ελέγχου του *Πίνακα 7.1* περιορίζονται πλέον μόνο στα έργα Αχελώου. Τονίζεται ότι υπάρχει αλλαγή στους δείκτες αστοχίας και ελλείμματος. Σε αυτό το σενάριο περιλαμβάνουν μόνο τους στόχους στην Θεσσαλία.

Πίνακας 7.46: Αποτελέσματα μεταβλητών ελέγχου Δ3-2

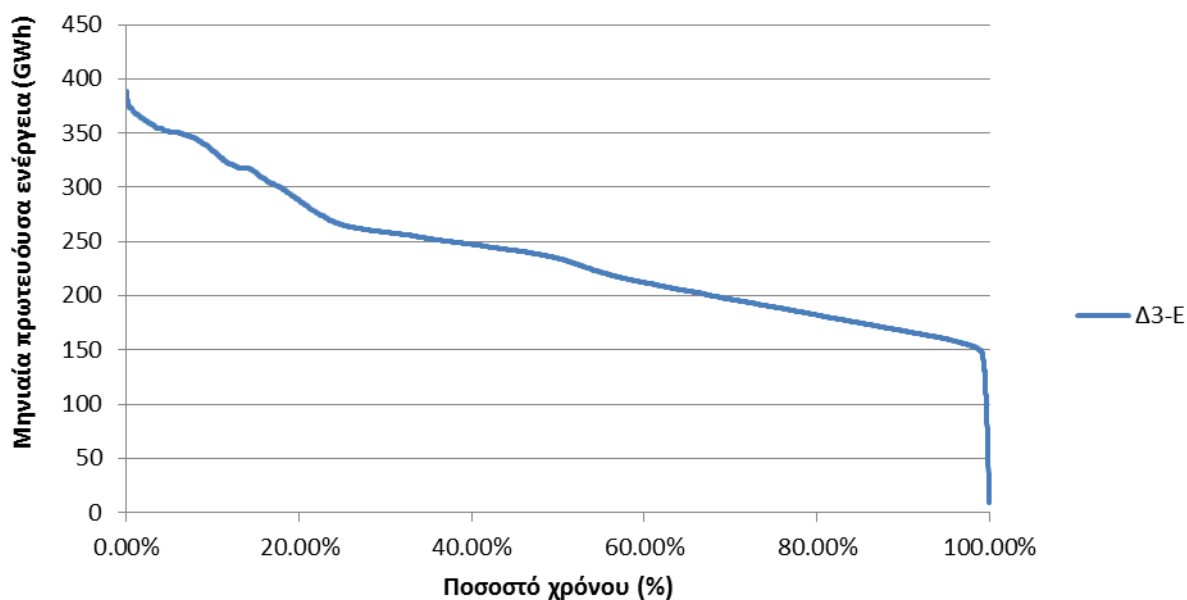
Μεταβλητή Ελέγχου	Τιμή
Μεσοχώρα	97.302
Συκιά	26.140
Κρεμαστά	64.097
Καστράκι	26.89
Στράτος	0.007

Πίνακας 7.47: Ενεργειακό ισοζύγιο (GWh) σεναρίου Δ3-2

Ενεργειακό Ισοζύγιο	ΜΟ Μήνα	ΜΟ Έτους
Συνολική παραγωγή ενέργειας	237.261	2847.132
Συν. Παραγωγή με αξιοπιστία 99%	149.19	1790.28
Κατανάλωση αντλιών	0.865	10.38
Κατανάλωση γεωτρήσεων	36.376	436.512
Απόληψη από γεωτρήσεις (hm ³)	18.29	219.48
Παραγωγή Σμοκόβου	1.078	12.936
Παραγωγή Πλαστήρα	15.695	188.34
Παραγωγή Μεσοχώρας	26.887	322.644
Παραγωγή Κρεμαστών	76.221	914.652
Παραγωγή Καστράκι	55.145	661.74
Παραγωγή Πευκοφύτου	-	-
Παραγωγή Συκιάς	35.332	423.984
Παραγωγή Μουζάκι	0.952	11.424
Παραγωγή Στράτος	25.819	309.828
Παραγωγή Μαυρομάτι	0.233	2.796

Πίνακας 7.48: Ποσοστά αστοχίας για το σύνολο των στόχων του σεναρίου Δ3-2

Αστοχίες			
Υδρευση	Περιβαλλοντικά	Άρδευση Θεσσαλίας	Έλλειμμα στόχων κριτηρίου αστοχίας (Θεσσαλία) (hm ³)
0.0790	0.1538	0.5200	128.263

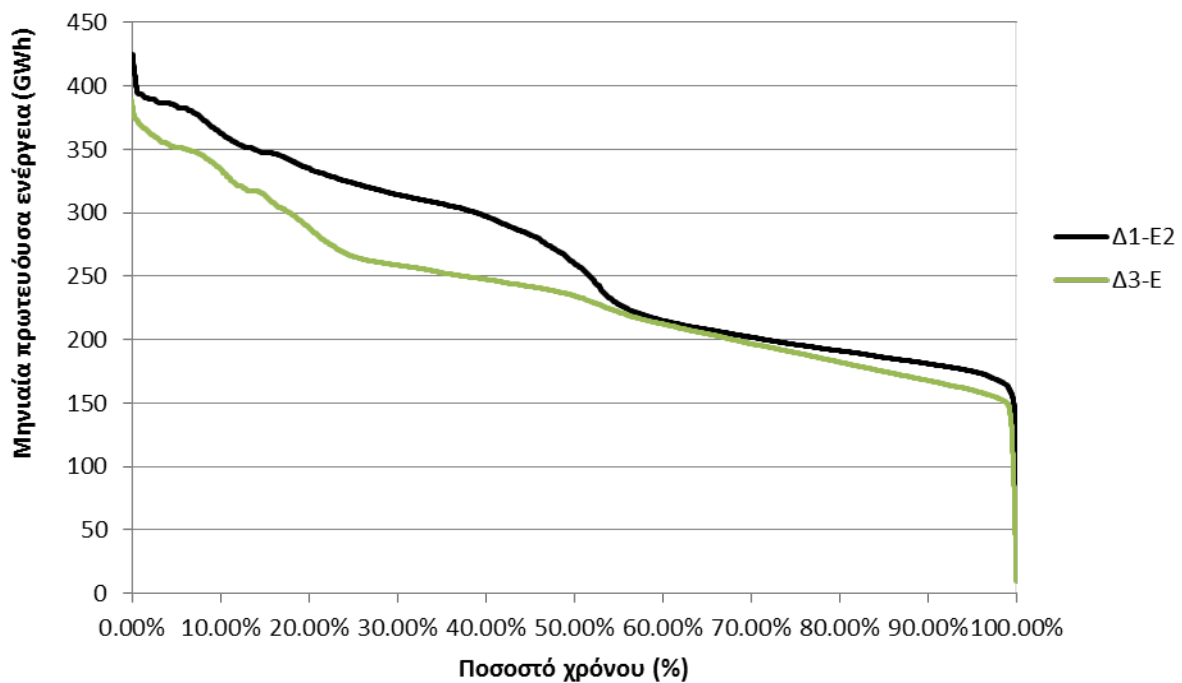


Εικόνα 7.23: Καμπύλη ενέργειας Δ3-E

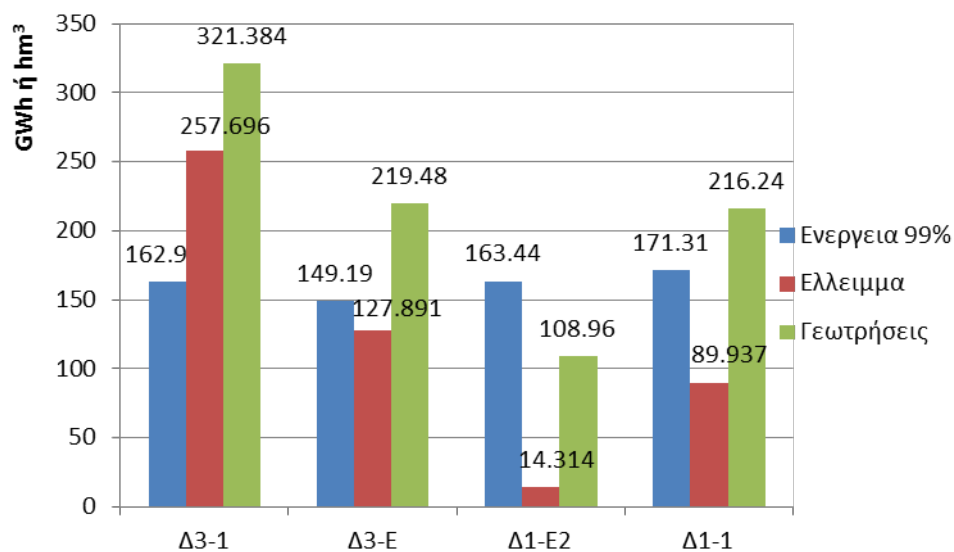
Πίνακας 7.49: Αποτελέσματα σημαντικών στόχων συστήματος Δ1-3 -Κατηγορίες1,2,4

Στόχος	Ετήσια Ζήτηση (hm ³)	Μέση Ετήσια Ασοχία	Μέσο ετήσιο έλλειμμα (hm ³)
1) Υπερ. Καστράκι - Water supply	7.30	0.001	0.001
3) Αναρυθμ. Πλαστήρα - Water supply	24.00	0	0
6) ΥΗΣ Λεονταρίου - Water supply	5.17	0.236	0.204
2) ΑΧΕΛΩΟΣ 1 - Min. flow	798.06	0.004	0.15
7) ΠΟΡΤΑΙΚΟΣ - Min. flow	14.19	0.084	0.042
8) ΠΑΜΙΣΟΣ - Min. flow	4.73	0.02	0.003
9) Κατάντη Συκιάς - Min. flow	157.68	0.029	0.117
12) Κατάντη Μεσοχώρας - Min. flow	47.30	0.633	1.174
13) Πλαστήρας - Min. volume	160.00	0.182	1.585
17) ΠΗΝΕΙΟΣ 7 - Min. flow	315.36	0.186	0.321
19) ΣΟΦΑΔΙΤΗΣ 1 - Min. flow	10.00	0.242	0.173
55) Αρδ. Κόμβος 2 - Water supply	47.00	0.004	0.102
26) Αρδευτικό Σμοκόβου - Irrigation	84.70	0.199	3.748
27) Αγιοπηγή - Irrigation	15.94	0.131	0.565
28) Αρδ. Κόμβος 2 - Irrigation	48.67	0.004	0.193
29) Αρδ.Κόμβος 1 - Irrigation	23.06	0.004	0.027
30) ΤΟΕΒ Πύλης - Irrigation	3.50	0.472	0.428
31) Αρδ. Κάρλας - Irrigation	122.50	0.784	15.412
32) Ζ-Α1 (Περιοχή Πηνειού) - Irrigation	196.00	0.914	45.654
33) Λάρισα Γ1 - Irrigation	20.65	0.921	4.899
34) ΤΟΕΒ Ταυρωπού - Irrigation	80.01	0.138	2.287
35) Παλαμάς - Irrigation	22.02	0.74	3.341
36) Αρδ. Μέγα - Irrigation	55.59	0.736	6.116
37) ΤΟΕΒ Μεσενικόλα - Irrigation	2.24	0.128	0.078
38) Ξυνονέρι - Irrigation	4.20	0.108	0.117
40) Ιτέα - Φύλλο - Irrigation	23.08	0.771	3.739
43) Λάρισα Γ2 - Irrigation	61.60	0	0
44) Τρίκαλα Α1-2 - Irrigation	13.51	0.523	1.262
45) Αγναντερό-Προάστιο - Irrigation	6.65	0.633	0.628
46) Μαραθέα - Irrigation	16.93	0.659	1.72
47) Τρίκαλα Β1 - Irrigation	13.51	0.655	1.271
49) Αλή Εφέντη - Irrigation	4.55	0.494	0.54
50) Συμβολή με Φαρσαλιώτη - Irrigation	31.77	0.601	3.25
51) ΔΒ1.1-1.2 - Irrigation	38.85	0.706	4.159
52) Τρίκαλα Α1-1 - Irrigation	23.31	0.644	2.119
54) ΥΗΣ Στράτου - Irrigation	21.83	0	0
56) Υπόλοιπο Ζ - Irrigation	105.00	0.956	27.358
57)Ραψάνη-Ομαλός-Πυργετός- Irrigation	4.32	0	0

Όπως χαρακτηριστικά φαίνεται στην *Εικόνα 7.25* η περίπτωση εκτροπής 250 hm³ με ενεργειακό πρόσημο (Δ1-1 σενάριο) είναι αρκετά καλύτερη ενεργειακά από το Δ3-2 («μηδενική λύση»). Εκτός του σημαντικού ενεργειακού οφέλους, το έλλειμμα Θεσσαλίας στην διάταξη της εκτροπής Δ1-1 αθροισμένο με τις απολήψεις από τον υπόγειο ορίζοντα ανέρχεται στα 306 hm³ ενώ η αντίστοιχη ποσότητα στο Δ3-2 είναι 385 hm³. Και βέβαια, η σύγκριση αυτή γίνεται με το χειρότερο από άποψη ελλείμματος σενάριο της Δ1 διάταξης με το καλύτερο από άποψη ελλείμματος της Δ3. Συγκρινόμενο με την καλύτερη συμβιβαστική λύσης για τη διάταξη Δ1, η διαφορά στην ενέργεια παραμένει σημαντική (*Εικόνα 7.24* και η διαφορά του ελλείμματος μεγαλώνει πολύ:



Εικόνα 7.24: Σύγκριση καμπυλών διαρκείας σεναρίου Δ3-E με Δ1-E2



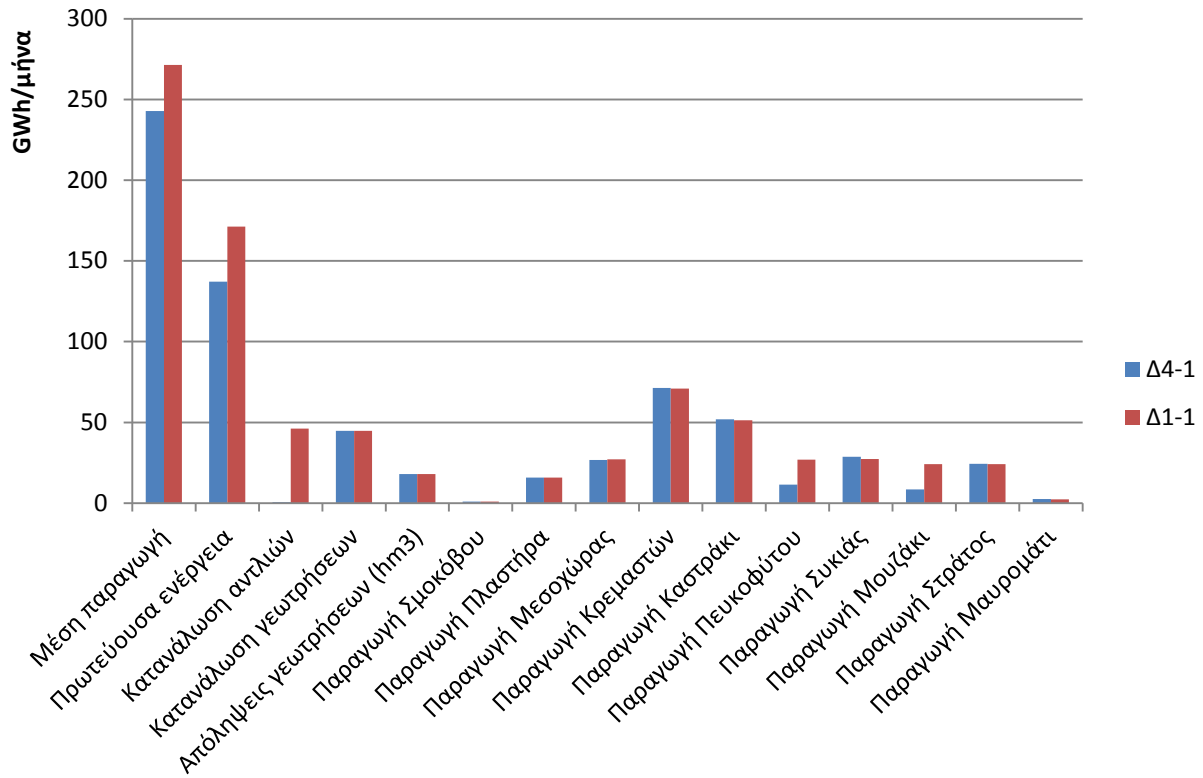
Εικόνα 7.25 : Σύγκριση διάταξης Δ3 με σενάρια Δ1-E2 και Δ1-1

7.6 Διάταξη Δ4: Κατασκευή όλων των έργων εκτροπής, αλλά χωρίς τα έργα αντλησιοταμίευσης στο ΥΗΣ Πευκοφύτου.

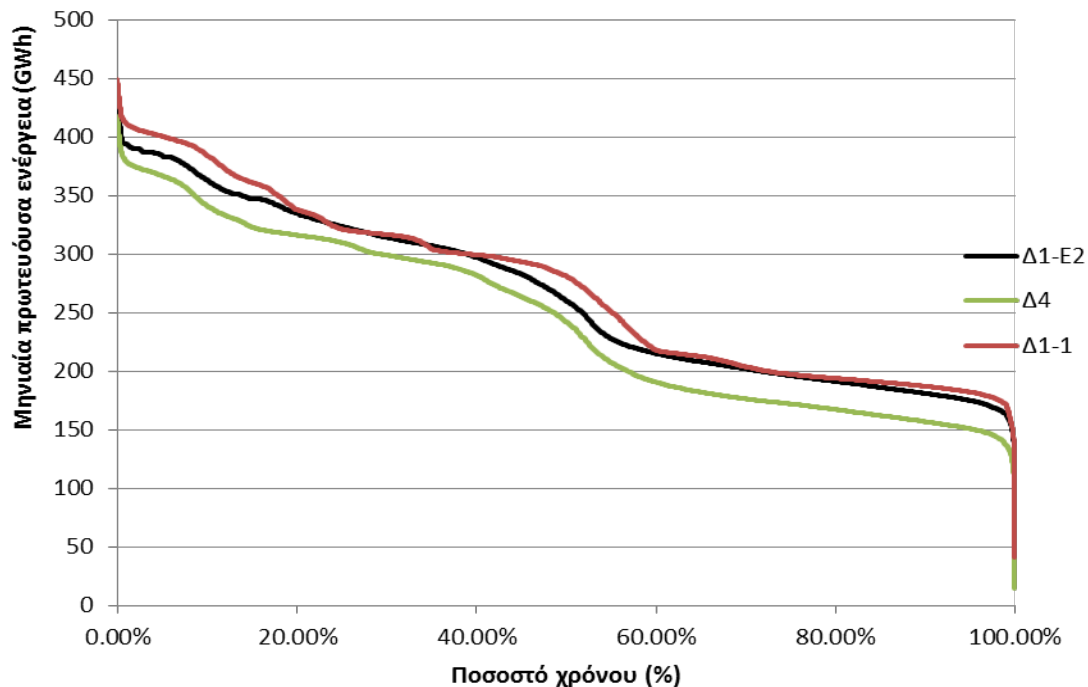
Εδώ εξετάζεται η σκοπιμότητα της κατασκευής των έργων άντλησιοταμίευσης στον ΥΗΣ Πευκοφύτου. Διερευνάται η επιρροή που έχουν στην παραγόμενη πρωτεύουσα ενέργεια για να δειχθεί αν το κόστος κατασκευής είναι δικαιολογημένο. Στο αντλητικό σύστημα μεταξύ Μουζακίου - Μαυροματίου δεν θα γίνει διερεύνηση γιατί είναι πολύ πιο η συμβολή του. Χρησιμοποιείται μόνο το κριτήριο παραγωγής ενέργειας και ο μεταβλητός ελέγχου του Πίνακα 7.1. Στην σχηματοποίηση συντελείται η αλλαγή του συντελεστή μείωσης της παροχτετευτικότητας του αντλητικού στοιχείου από 0.25 σε 1. Προφανώς τα αποτελέσματα ως προς του λοιπούς στόχους παραμένουν αναλλοίωτα με αυτά του Δ1-1, οπότε παρατίθεται μόνο ο Πίνακας παραγωγής ενέργειας.

Πίνακας 7.50: Ενεργειακό ισοζύγιο (GWh) σεναρίου Δ4-1

Ενεργειακό Ισοζύγιο	ΜΟ Μήνα	ΜΟ Έτους
Συνολική παραγωγή ενέργειας	242.869	2914.428
Συν. Παραγωγή με αξιοπιστία 99%	137.14	1645.68
Κατανάλωση αντλιών	0.595	7.14
Κατανάλωση γεωτρήσεων	44.785	537.42
Απόληψη από γεωτρήσεις (hm³)	18.02	216.24
Παραγωγή Σμοκόβου	1.076	12.912
Παραγωγή Πλαστήρα	15.886	190.632
Παραγωγή Μεσοχώρας	26.849	322.188
Παραγωγή Κρεμαστών	71.431	857.172
Παραγωγή Καστράκι	51.93	623.16
Παραγωγή Πευκοφύτου	11.567	138.804
Παραγωγή Συκιάς	28.72	344.64
Παραγωγή Μουζάκι	8.468	101.616
Παραγωγή Στράτος	24.404	292.848
Παραγωγή Μαυρομάτι	2.538	30.456



Εικόνα 7.26: Ενεργειακή σύγκριση Δ4-1 με Δ1-1



Εικόνα 7.27: Σύγκριση της καμπύλης ενέργειας του σεναρίου Δ4-1 με το Δ1-1 και το Δ1-E2

Παρατηρείται σημαντική διαφορά στην παραγόμενη πρωτεύουσα ενέργεια, της τάξης των 34 GWh το μήνα και 408 GWh ετησίως. Το νούμερο αυτό είναι συγκρίσιμο με την

παραγωγή ενός ενεργειακού έργου όπως της Μεσοχώρας, άρα σαφώς αξίζει η επένδυση του αντλητικού εξοπλισμού του Πευκοφύτου. Σε σύγκριση με τη καλύτερη συμβιβαστική λύση η διαφορά είναι της τάξης των 26.3 GWh σε μηνιαία βάση.

7.7 Διάταξη Δ5: Σενάρια μειωμένης κατανάλωσης

7.7.1 Σενάριο Δ5-1 Ενεργειακή Διερεύνηση διάταξης Δ1 με μειωμένη κατανάλωση

Η διάταξη αυτή είναι ισοδύναμη με την Δ1, με την διαφορά ότι οι αρδευτικές ζητήσεις και στις δύο ΛΑΠ μειώνονται, με τον μελλοντικό εκσυγχρονισμό των δικτύων, αλλαγή αγροτικής πολιτικής και πρακτικών άρδευσης. Λόγω του εξορθολογισμού αυτού, διερευνάται αν είναι δυνατόν να λειτουργήσουν μόνο ενεργειακά όλα τα έργα, εκτός του Πλαστήρα και Σμοκόβου, για να είναι συγκρίσιμα τα αποτελέσματα με τα άλλα σενάρια. Έτσι χρησιμοποιούνται οι ζητήσεις του Πίνακα 7.54 (550 m³/στρέμμα) και το κριτήριο παραγωγής πρωτεύουσας ενέργειας.

Πίνακας 7.51: Αποτελέσματα μεταβλητών ελέγχου Δ5-1

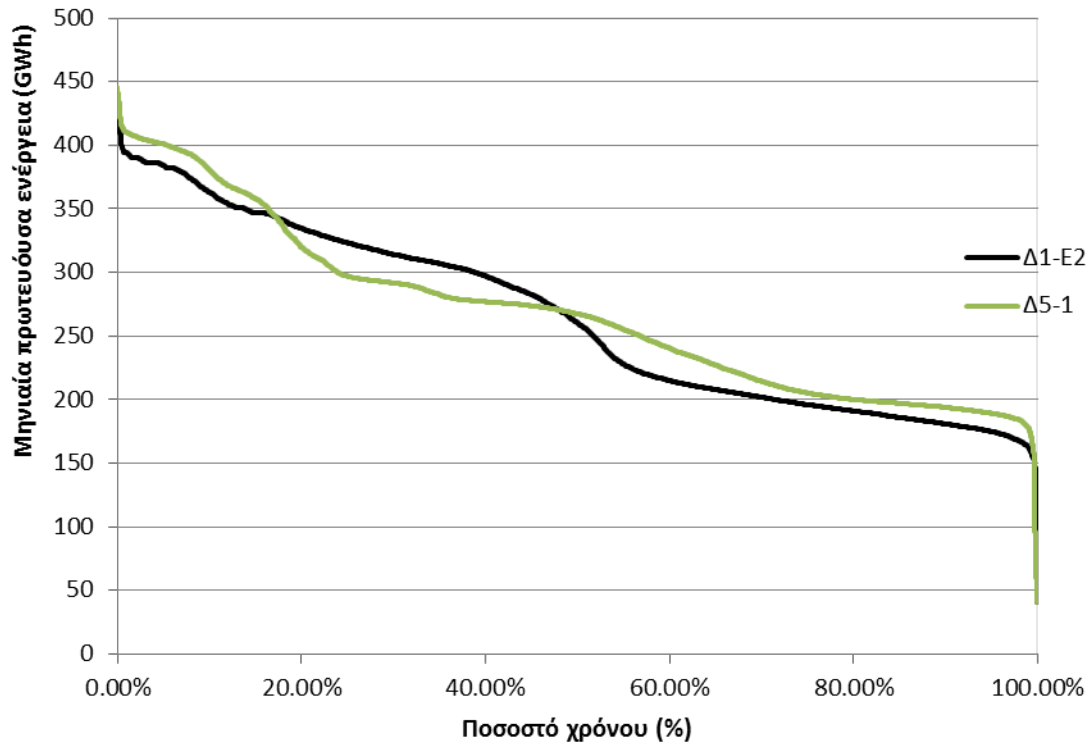
Μεταβλητή Ελέγχου	Τιμή
Μεσοχώρα	16.854
Συκιά	0.914
Πευκόφυτο	141.100
Μουζάκι	157.542
Μαυρομάτι	73.867
Κρεμαστά	51.876
Καστράκι	40.844
Στράτος	13.890

Πίνακας 7.52: Ενεργειακό Ισοζύγιο σεναρίου Δ5-1

Ενεργειακό Ισοζύγιο	ΜΟ Μήνα	ΜΟ Έτους
Συνολική παραγωγή ενέργειας	268.109	3217.308
Συν. Παραγωγή με αξιοπιστία 99%	178.25	2139
Κατανάλωση αντλιών	46.262	555.144
Κατανάλωση γεωτρήσεων	28.361	340.332
Απόληψη από γεωτρήσεις	13.242	158.904
Παραγωγή Σμοκόβου	1.043	12.516
Παραγωγή Πλαστήρα	14.159	169.908
Παραγωγή Μεσοχώρας	26.872	322.464
Παραγωγή Κρεμαστών	70.075	840.9
Παραγωγή Καστράκι	51.735	620.82
Παραγωγή Πευκοφύτου	27.521	330.252
Παραγωγή Συκιάς	25.422	305.064
Παραγωγή Μουζάκι	24.26	291.12
Παραγωγή Στράτος	24.482	293.784
Παραγωγή Μαυρομάτι	2.54	30.48

Πίνακας 7.53: Ποσοστά αστοχίας για το σύνολο των στόχων του σεναρίου Δ5-1

Αστοχίες			
Υδρευση	Περιβαλλοντικά	Άρδευση	Έλλειμμα στόχων κριτηρίου αστοχίας (hm ³)
0.038	0.1584	0.0275	6.766



Εικόνα 7.28: Σύγκριση καμπύλης ενέργειας μεταξύ του Δ5 και Δ1-1 σεναρίου

Πίνακας 7.54: Αποτελέσματα σημαντικών στόχων συστήματος Δ5-1 –Κατηγορίες 1,2,4

Στόχος	Ετήσια Ζήτηση (hm ³)	Μέση Ετήσια Αστοχία	Μέσο ετήσιο έλλειμμα (hm ³)
1) Υπερ. Καστράκι - Water supply	7.30	0.008	0.012
3) Αναρρυθμ. Πλαστήρα - Water supply	24.00	0	0
6) ΥΗΣ Λεονταρίου - Water supply	5.17	0.106	0.098
2) ΑΧΕΛΩΟΣ 1 - Min. flow	798.06	0.005	0.236
7) ΠΟΡΤΑΙΚΟΣ - Min. flow	14.19	1	0.575
8) ΠΑΜΙΣΟΣ - Min. flow	4.73	0.166	0.021
9) Κατάντη Συκιάς - Min. flow	157.68	0.009	0.054
12) Κατάντη Μεσοχώρας - Min. flow	47.30	0.031	0.055
13) Πλαστήρας - Min. volume	160.00	0.032	0.406
17) ΠΗΝΕΙΟΣ 7 - Min. flow	315.36	0.061	0.131
19) ΣΟΦΑΔΙΤΗΣ 1 - Min. flow	10.00	0.115	0.083
55) Αρδ. Κόμβος 2 - Water supply	47.00	0.007	0.08
26) Άρδευτικό Σμοκόβου - Irrigation	66.55	0.09	1.45

27) Αγιοπηγή - Irrigation	12.524	0.014	0.05
28) Αρδ. Κόμβος 2 - Irrigation	38.241	0.007	0.065
29) Αρδ.Κόμβος 1 - Irrigation	18.119	0.007	0.031
30) ΤΟΕΒ Πύλης - Irrigation	2.75	0.014	0.008
31) Αρδ. Κάρλας - Irrigation	96.25	0.004	0.021
32) Ζ-Α1 (Περιοχή Πηνειού) - Irrigation	154	0.039	0.385
33) Λάρισα Γ1 - Irrigation	16.225	0	0
34) ΤΟΕΒ Ταυρωπού - Irrigation	62.865	0.019	0.315
35) Παλαμάς - Irrigation	17.301	0.004	0.019
36) Αρδ. Μέγα - Irrigation	43.678	0.004	0.025
37) ΤΟΕΒ Μεσενικόλα - Irrigation	1.76	0.016	0.008
38) Ξυνονέρι - Irrigation	3.3	0.016	0.016
40) Ιτέα - Φύλλο - Irrigation	18.134	0.008	0.028
43) Λάρισα Γ2 - Irrigation	48.4	0	0
44) Τρίκαλα Α1-2 - Irrigation	10.615	0.006	0.013
45) Αγναντερό-Προάστιο - Irrigation	5.225	0.004	0.003
46) Μαραθέα - Irrigation	13.302	0.004	0.007
47) Τρίκαλα Β1 - Irrigation	10.615	0.004	0.005
49) Αλή Εφέντη - Irrigation	3.575	0.007	0.006
50) Συμβολή με Φαρσαλιώτη - Irrigation	24.962	0.007	0.04
51) ΔΒ1.1-1.2 - Irrigation	30.525	0.004	0.015
52) Τρίκαλα Α1-1 - Irrigation	18.315	0.004	0.009
54) ΥΗΣ Στράτου - Irrigation	17.152	0.007	0.029
56) Υπόλοιπο Ζ - Irrigation	82.5	0.448	4.138
57)Ραψάνη-Ομαλός-Πυργετός- Irrigation	3.3943	0	0

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την ανάλυση αυτού του σεναρίου είναι ιδιαίτερα ενδιαφέροντα. Παρατηρείται μικρή μόνο άνοδος της παραγόμενης πρωτεύουσας ενέργειας σε σχέση με το σενάριο Δ1-1 (178 έναντι 171 GWh), άρα αυτό το νούμερο είναι πιθανόν κοντά στο όριο της παραγωγής ενέργειας της διάταξης των έργων εκτροπής. Αντίθετα, όσον αφορά τους στόχους άρδευσης, το αρδευτικό έλλειμμα και τις απολήψεις από τον υπόγειο υδροφόρα, η διάταξη Δ5 έχει συγκρίσιμα αποτελέσματα με το σενάριο Δ2-Ε, όπου εκτρέπεται ετησίως ποσότητα νερού 600 hm³ από τον Αχελώο. Γίνεται αμέσως αντιληπτό πόσο αναγκαία είναι η αλλαγής αγροτικής πολιτικής στην Ελλάδα. Επίσης, το έλλειμμα των περιβαλλοντικών στόχων είναι πρακτικά μηδενικό (1.64 hm³).

Με την μείωση της κατανάλωσης αρδευτικού νερού, είναι εφικτό και προσοδοφόρο μάλιστα, να λειτουργούν όλα τα έργα εκτροπής καθαρά ενεργειακά. Μάλιστα είναι εφικτό να μηδενιστεί το έλλειμμα στους αρδευτικούς κόμβους (εκτός του αυτόνομου Σμοκόβου) με πολύ μικρή επίπτωση στην παραγωγή ενέργειας. Αρκεί να διατηρηθεί μικρό ρυθμιστικό απόθεμα της τάξης των 3 hm³ για την αρδευτική περίοδο στην Πύλη ή/και στο Μουζάκι.

7.7.2 Σενάριο Δ5-2: Υλοποίηση της «μηδενικής λύσης», μακροπρόθεσμο σενάριο.

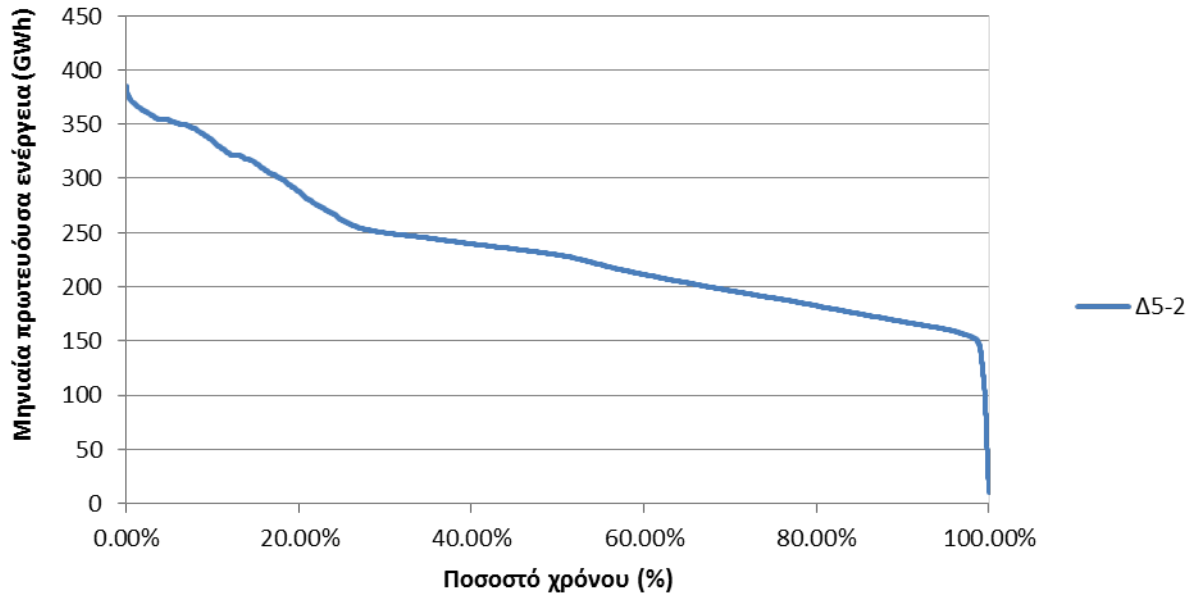
Το σενάριο Δ5-2 εξετάζει το έλλειμμα και τις απολήψεις στην Θεσσαλία μακροπρόθεσμα, με αλλαγή πρακτικών άρδευσης ή/και καλλιεργειών, συντήρηση δικτύων. Η εφαρμογή νερού στο τυπικό στρέμμα είναι 550 m³. Δεν πρόκειται για σενάριο βελτιστοποίησης καθώς χρησιμοποιούνται οι τιμές των μεταβλητών ελέγχου του Δ3-2 σεναρίου (γίνεται η παραδοχή ότι οι συνθήκες στη ΛΑΠ Αχελώου δεν αλλάζουν). Έτσι γίνεται μόνο προσομοίωση με τις διαφορετικές ζητήσεις (Πίνακας 7.57) στην Θεσσαλία.

Πίνακας 7.55: Ενεργειακό ισοζύγιο (GWh) σεναρίου Δ5-2

Ενεργειακό Ισοζύγιο	ΜΟ Μήνα	ΜΟ Έτους
Συνολική παραγωγή ενέργειας	235.14	2821.68
Συν. Παραγωγή με αξιοπιστία 99%	142.18	1706.16
Κατανάλωση αντλιών	0.84	10.08
Κατανάλωση γεωτρήσεων	20.684	248.208
Απόληψη από γεωτρήσεις (hm ³)	8.863	106.356
Παραγωγή Σμοκόβου	1.045	12.54
Παραγωγή Πλαστήρα	13.839	166.068
Παραγωγή Μεσοχώρας	26.892	322.704
Παραγωγή Κρεμαστών	75.832	909.984
Παραγωγή Καστράκι	55.143	661.716
Παραγωγή Πευκοφύτου	-	-
Παραγωγή Συκιάς	35.233	422.796
Παραγωγή Μουζάκι	1.078	12.936
Παραγωγή Στράτος	25.819	309.828
Παραγωγή Μαυρομάτι	0.258	3.096

Πίνακας 7.56: Ποσοστά αστοχίας για το σύνολο των στόχων του σεναρίου Δ5-2

Αστοχίες			
Υδρευση	Περιβαλλοντικά	Άρδευση Θεσσαλίας	Έλλειμμα στόχων κριτηρίου αστοχίας (Θεσσαλία) (hm ³)
0.0347	0.1182	0.2340	38.186



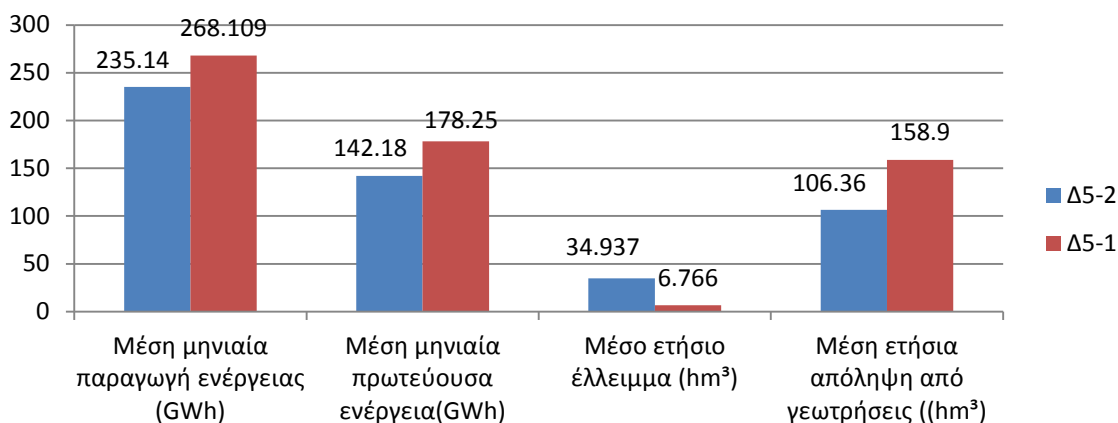
Εικόνα 7.28: Καμπύλη ενέργειας Δ5-2

Πίνακας 7.57: Αποτελέσματα σημαντικών στόχων συστήματος Δ5-2 -Κατηγορίες1,2,4

Στόχος	Ετήσια Ζήτηση (hm ³)	Μέση Ετήσια Αστοχία	Μέσο ετήσιο έλλειμμα (hm ³)
1) Υπερ. Καστράκι - Water supply	7.30	0.001	0.001
3) Αναρυθμ. Πλαστήρα - Water supply	24.00	0	0
6) ΥΗΣ Λεονταρίου - Water supply	5.17	0.103	0.096
2) ΑΧΕΛΩΟΣ 1 - Min. flow	798.06	0.007	0.172
7) ΠΟΡΤΑΙΚΟΣ - Min. flow	14.19	0.072	0.039
8) ΠΑΜΙΣΟΣ - Min. flow	4.73	0.014	0.002
9) Κατάντη Συκιάς - Min. flow	157.68	0.026	0.093
12) Κατάντη Μεσοχώρας - Min. flow	47.30	0.641	1.182
13) Πλαστήρας - Min. volume	160.00	0.028	0.359
17) ΠΗΝΕΙΟΣ 7 - Min. flow	315.36	0.156	0.237
19) ΣΟΦΑΔΙΤΗΣ 1 - Min. flow	10.00	0.113	0.082
55) Αρδ. Κόμβος 2 - Water supply	47.00	0.007	0.082
26) Αρδευτικό Σμοκόβου - Irrigation	66.55	0.089	1.425
27) Αγιοπηγή - Irrigation	12.524	0.017	0.058
28) Αρδ. Κόμβος 2 - Irrigation	38.241	0.007	0.051
29) Αρδ.Κόμβος 1 - Irrigation	18.119	0.007	0.024
30) ΤΟΕΒ Πύλης - Irrigation	2.75	0.271	0.206
31) Αρδ. Κάρλας - Irrigation	96.25	0.194	1.257
32) Ζ-Α1 (Περιοχή Πηνειού) - Irrigation	154	0.496	14.857
33) Λάρισα Γ1 - Irrigation	16.225	0	0
34) ΤΟΕΒ Ταυρωπού - Irrigation	62.865	0.02	0.261

35) Παλαμάς - Irrigation	17.301	0.297	0.91
36) Αρδ. Μέγα - Irrigation	43.678	0.322	1.417
37) ΤΟΕΒ Μεσενικόλα - Irrigation	1.76	0.016	0.008
38) Ξυνονέρι - Irrigation	3.3	0.012	0.011
40) Ιτέα - Φύλλο - Irrigation	18.134	0.375	1.253
43) Λάρισα Γ2 - Irrigation	48.4	0	0
44) Τρίκαλα Α1-2 - Irrigation	10.615	0.28	0.579
45) Αγναντερό-Προάστιο - Irrigation	5.225	0.27	0.151
46) Μαραθέα - Irrigation	13.302	0.276	0.415
47) Τρίκαλα Β1 - Irrigation	10.615	0.276	0.292
49) Αλή Εφέντη - Irrigation	3.575	0.291	0.221
50) Συμβολή με Φαρσαλιώτη - Irrigation	24.962	0.279	0.832
51) ΔΒ1.1-1.2 - Irrigation	30.525	0.312	0.977
52) Τρίκαλα Α1-1 - Irrigation	18.315	0.271	0.506
54) ΥΗΣ Στράτου - Irrigation	17.152	0.007	0.023
56) Υπόλοιπο Ζ - Irrigation	82.5	0.563	9.409
57)Ραψάνη-Ομαλός-Πυργετός- Irrigation	3.3943	0	0

Παρατηρείται ότι και με τη μείωση της κατανάλωσης υπάρχει έλλειμμα σημαντικό, και οι απολήψεις παραμένουν σε υψηλά επίπεδα, Αυτό καταδεικνύει την έλλειψη σημαντικών έργων ταμίευσης στη Θεσσαλία. Στην Εικόνα γίνεται σύγκριση μεταξύ των διατάξεων του σεναρίου Δ5-2 με τη διάταξη Δ5. Είναι εμφανής η υπεροχή της διάταξης με εκτροπή και ενεργειακή διαχείριση των έργων.



Εικόνα 7.30: Σύγκριση των δύο μακροπρόθεσμων σεναρίων, με την μείωση των καταναλώσεων. Το σενάριο Δ3-3 αφορά την μηδενική λύση και το σενάριο Δ5 την λύση της εκτροπής Αχελώου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 : Συμπεράσματα

Από την ενδελεχή διερεύνηση της λειτουργίας του συστήματος και τα αποτελέσματα των σεναρίων βελτιστοποίησης προκύπτουν πολύ ενδιαφέροντα συμπεράσματα.

Το κυριότερο συνοψίζεται στο εξής: Δεν έχει σημασία μόνο η ποσότητα της εκτροπής, αλλά και το διαχειριστικό της πλαίσιο. Το υδροσύστημα, λόγω της εγγενούς πολυπλοκότητάς του, είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο και μικρές αλλαγές στην διαχειριστική πολιτική οδηγούν σε έντονες διαφοροποιήσεις των μεγεθών επίδοσής του (πρωτεύουσα ενέργεια, πιθανότητα αστοχίας, ετήσια ελλείμματα). Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι:

- Η απότομη γεωμετρική μορφή, τύπου σχεδόν ορθής γωνίας, του μετώπου Pareto πρωτεύουσας ενέργειας-ελλείμματος, όπου μετά το σημείο αλλαγής κλίσης, για μικρό επιπλέον όφελος στην παραγωγή το έλλειμμα αυξάνεται με υψηλό ρυθμό.
- Η εκτροπή των 600 hm^3 , με αποκλειστικό κριτήριο την ενεργειακή απόδοση, κρίνεται μη αποδεκτή, και μάλιστα τα αποτελέσματά της είναι χειρότερα από την καλύτερη συμβιβαστική λύση της μικρής εκτροπής των 250 hm^3 . Συγκεκριμένα, για ελάχιστο όφελος στο ετήσιο έλλειμμα, η παραγόμενη ενέργεια υποδιπλασιάζεται.

Συνεπώς, οι διαχειριστικές αποφάσεις δεν είναι απλές. Πρέπει να υποστηρίζονται από γνώση της επίδρασής τους σε ισχυρά αντικρουόμενα κριτήρια, υπό καθεστώς αβεβαιότητας. Συνεπώς, είναι απαραίτητο να δοκιμάζονται οι επιλογές σε ένα σύστημα υποστήριξης αποφάσεων, μέσω κατάλληλης παραμετροποίησης του και υπό το πρίσμα της στοχαστικής προσομοίωσης και βελτιστοποίησης.

“Άλλα γενικά συμπεράσματα είναι τα ακόλουθα:

- Η εκτροπή έχει σημαντική θετική επιρροή στην παραγωγή πρωτεύουσας ενέργειας, εφόσον συνδυάζεται με αντλησιοταμίευση. Μάλιστα το πλήρες σχήμα έργων έχει σημαντικά μεγαλύτερη παραγωγή πρωτεύουσας ενέργειας από την υφιστάμενη κατάσταση, αλλά και από την διάταξη κατασκευής των έργων χωρίς εκτροπή.
- Αν μάλιστα η λειτουργία των αντλητικών στοιχείων αξιοποιήσει την πλεονάζουσα ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές (Α/Γ και Φ/Β πάρκα), μπορούν να προκύψουν ακόμα πιο επωφελείς διαχειριστικές επιλογές. Ειδικότερα, η έντονης μεταβλητότητας ενέργεια που παράγεται από τις ΑΠΕ θα μπορεί να μετατραπεί σε πολύ μεγαλύτερης αξίας ενέργεια, καθώς θα αναρρυθμίζεται μέσω των μεγάλων Υ/Η έργων της περιοχής.
- Ακόμα και αν δεν υλοποιηθεί η εκτροπή, η κατασκευή των έργων Πύλης και Μουζακίου κρίνεται αναγκαία καθώς συμβάλει σε σημαντική μείωση του ελλείμματος στη Θεσσαλία.
- Η αρδευτική ζήτηση και στις δύο λεκάνες είναι ιδιαίτερα υψηλή αλλά έχει δυνατότητες σημαντικής μείωσης, σε πρώτη φάση με βελτίωση των πρακτικών άρδευσης και πιο μακροπρόθεσμα με αναδιάρθρωση των καλλιεργειών (κάτι που στην παρούσα συγκυρία κρίνεται οικονομικά ασύμφορο). Στα υποθετικά σενάρια μείωσης των

αρδευτικών αναγκών από 700 σε 550 m³/στρέμμα, κατά μέσο όρο, τα ενεργειακά οφέλη που προκύπτουν είναι πολλαπλά, καθώς υπάρχει αύξηση της παραγόμενης πρωτεύουσας ενέργειας και ταυτόχρονα μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης από γεωτρήσεις.

- Αν και η εκτροπή ανακουφίζει τους υδροφορείς, στις περιοχές όπου πραγματοποιούνται συνδυασμένες απολήψεις από επιφανειακά και υπόγεια νερά, δεν λύνει πλήρως το πρόβλημα των ελλειμμάτων στη Θεσσαλία, καθώς παραμένουν σημαντικές εκτάσεις (800 000 στρέμματα) που αρδεύονται μόνο από γεωτρήσεις. Γενικότερα, το περιβαλλοντικό πρόβλημα της Θεσσαλίας δεν λύνεται μόνο με τα έργα της εκτροπής, αλλά απαιτεί επιπλέον τεχνικές παρεμβάσεις.
- Οι περιβαλλοντικοί περιορισμοί του συστήματος ικανοποιούνται με πολύ μεγάλη αξιοπιστία σε όλα τα σενάρια. Το μέσο ετήσιο έλλειμμα κυμαίνεται από 1.4 hm³ (Δ2-E) ως 13.6 hm³ (Δ2-1), σε σύνολο ζήτησης 1400 hm³ (<1%). Ειδικά στην λεκάνη του Αχελώου, η εκτροπή δεν δημιουργεί κάποιο μη αναστρέψιμο περιβαλλοντικό πρόβλημα, καθώς τηρείται συνεχώς ο περιορισμός της οικολογικής παροχής κατάντη του φράγματος Στράτου.
- Λαμβάνοντας υπόψη ότι (α) το κόστος για αναδιάρθρωση των καλλιεργειών και ανάπτυξη μεγάλης κλίμακας κλειστών αρδευτικών δικτύων είναι ασύμφορο, (β) ακόμα και με εξορθολογισμό των αρδευτικών καταναλώσεων δεν λύνεται το πρόβλημα υπεράντλησης των υπογείων υδροφορέων, και (γ) τα ποσοτικά μεγάλη των περιβαλλοντικών περιορισμών ικανοποιούνται πλήρως, κρίνεται ότι η μερική εκτροπή του Αχελώου, για το χαμηλό σενάριο των 250 hm³, δεν έρχεται σε αντίθεση με τις αρχές της Οδηγίας-Πλαίσιο 2000/60/ΕΚ για τα νερά.

Ανακεφαλαιώνοντας, θεωρούμε πως το σενάριο εκτροπής των 250 hm³, πλαισιωμένο με ορθολογικές διαχειριστικές πολιτικές, είναι και εφικτό και βιώσιμο. Τα χαρακτηριστικά μεγέθη του σεναρίου αυτού αποτυπώνονται στη διάταξη Δ1-E2 που εξετάστηκε στο Κεφάλαιο 7.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

Efstratiadis A., Ververis A., P. Panagopoulos, K. Triantafillou, A. Tegos, N. Mamasis, and D. Koytsoyiannis, «Assessment of environmental flows of Acheloos Delta.» *European Geosciences Union General Assembly 2010, Geophysical Research Abstracts*, 2010.

Efstratiadis, A., and K. Hadjibiros, Can an environment-friendly management policy improve the overall performance of an artificial lake? Analysis of a multipurpose dam in Greece, *Environmental Science and Policy*, 14 (8), 1151–1162, doi:10.1016/j.envsci.2011.06.001, 2011.

Grigg N.S *Water Resources Management*. New York: McGraw-Hill, 1996

Karavokiros, G., A. Efstratiadis, and D. Koutsoyiannis, Determining management scenarios for the water resource system of Athens, *Proceedings, Hydrorama 2002, 3rd International Forum on Integrated Water Management*, 175–181, Water Supply and Sewerage Company of Athens, Athens, 2002.

Mays L.W., and Y.K. Tung, *Hydrosystems Engineering and Management*. New York: McGraw-Hill, 1992

Tegos A., A. Efstratiadis, and D. Koutsoyiannis, «A parametric model for potential evapotranspiration estimation based on a simplified formulation of the Penman-Monteith equation.» *Evapotranspiration-An Overview*, 2012: edited by S. Alexandris, InTech

Winston W.L. *Operations Research, Applications and Algorithms*. 3rd Edition. Duxbury, Belmont, 1994.

Βαβίζος, Γ., Κ. Ζαννάκη, Δ. Ζαφειρόπουλος & ΣΙΑ Α.Ε., και Ιωάννης Ζαχάρωφ ΣΥΝΘΕΣΗ & ΕΡΕΥΝΑ Ε.Π.Ε., Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων και επανορθωτικών μέτρων από την κατασκευή και λειτουργία του φράγματος Σμοκόβου και συναφών έργων, Ανάδοχος: ΥΠΕΧΩΔΕ, Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων, Διεύθυνση Εγγειοβελτιωτικών Έργων (Δ7), Αθήνα, 1995.

ΔΕΗ/ΔΑΥΕ, Έργα εκτροπής Αχελώου, Έργα δυτικής Θεσσαλίας κατάντη της σήραγγας εκτροπής Αχελώου, Τεχνική έκθεση, Αθήνα, 1997.

Δήμας, Π., *Πλαίσιο στοχαστικής προσομοίωσης για το βέλτιστο σχεδιασμό υβριδικού συστήματος υδροηλεκτρικής - αιολικής ενέργειας. Διερεύνηση με βάση το υδροσύστημα Αλιάκμονα*, Διπλωματική εργασία, 237 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Δεκέμβριος 2013.

ΕΥΔΕ Αχελού και ENVECO. Συνολική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων της εκτροπής Αχελώου. Αθήνα: Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε, 1995.

ΕΥΔΕ Αχελώου – Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε, Εκτροπή Αχελώου : Συνολική μελέτη οικονομικής σκοπιμότητας, Τελική Έκθεση, Παράρτημα 1.Β: Εγγειοβελτιωτικά έργα (Α-1) φάσης στη Θεσσαλία, Αθήνα, 1997.

Ευστρατιάδης Α., Γ. Καραβοκυρός, και Δ. Κουτσογιάννης, «Θεωρητική Τεκμηρίωση μοντέλου προσομοίωσης και βελτιστοποίησης της διαχείρισης υδατικών συστημάτων «ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ», Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικών Συστημάτων σε Σύζευξη με Εξελιγμένο Υπολογιστικό Σύστημα (ΟΔΥΣΣΕΥΣ).» Αθήνα, 2007.

Ευστρατιάδης Α., και Δ. Κουτσογιάννης, «Κασταλία (έκδοση 2.0) – Σύστημα στοχαστικής προσομοίωσης υδρολογικών μεταβλητών» Στο *Εκσυγχρονισμός της εποπτείας και διαχείρισης του συστήματος των υδατικών πόρων ύδρευσης της Αθήνας*, 103 σελίδες. Αθήνα: Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2004.

Ευστρατιάδης Α., και Ν. και Ν. Ζερβός *Βέλτιστη διαχείριση συστημάτων ταμιευτήρων – Εφαρμογή στο σύστημα Αχελώου-Θεσσαλίας*. Διπλωματική εργασία, Αθήνα: Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 1999, 181 σελίδες.

Ευστρατιάδης, Α., Α. Κουκουβίνος, Δ. Κουτσογιάννης, και Ν. Μαμάσης, Υδρολογική μελέτη, Διερεύνηση των δυνατοτήτων διαχείρισης και προστασίας της ποιότητας της Λίμνης Πλαστήρα, Τεύχος 2, 70 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Μάρτιος 2002.

Ευστρατιάδης, Α., Α. Κουκουβίνος, Ν. Μαμάσης, και Δ. Κουτσογιάννης, Εναλλακτικά σενάρια διαχείρισης και βέλτιστης λειτουργίας ταμιευτήρα Σμοκόβου και συναφών έργων, Διερεύνηση σεναρίων διαχείρισης του ταμιευτήρα Σμοκόβου, Ανάδοχος: Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τεύχος 3, 104 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ιούλιος 2008.

Ευστρατιάδης, Α., Α. Τέγος, Γ. Καραβοκυρός, Ι. Κυριαζοπούλου, και Ι. Βαζίμας, Σχέδιο διαχείρισης των υδατικών πόρων περιοχής Καρδίτσας, *Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικών Συστημάτων σε Σύζευξη με Εξελιγμένο Υπολογιστικό Σύστημα (ΟΔΥΣΣΕΥΣ)*, Τεύχος 16, 132 σελίδες, ΝΑΜΑ Σύμβουλοι Μηχανικοί και Μελετητές Α.Ε., Αθήνα, Δεκέμβριος 2006.

Ευστρατιάδης, Α., Κουτσογιάννης, Δ., & Κοζάνης, Σ. (2005). *Θεωρητική τεκμηρίωση μοντέλου στοχαστικής προσομοίωσης υδρολογικών μεταβλητών «Κασταλία»*. Αθήνα: ΝΑΜΑ, ΕΜΠ, ΔΕΥΑΚ, Αειφορική, ΜΔΣ.

Ζαρρής, Δ., Ε. Ρόζος, και Δ. Σακελλαριάδης, Περιγραφή των υδατικών συστημάτων, *Εκτίμηση και Διαχείριση των Υδατικών Πόρων της Στερεάς Ελλάδας - Φάση 3*, Τεύχος 36, 160 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ιανουάριος 1999.

Ζαρρής, Δ., Π. Αναστασοπούλου, και Κ. Αλεξοπούλου, Επικαιροποίηση παροχομετρικής πληροφορίας, Αναβάθμιση και επικαιροποίηση της υδρολογικής πληροφορίας της Θεσσαλίας, Τεύχος 2, 170 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Μάρτιος 1997.

Ι. Θανόπουλος, Κ. Γκούμας, Π. Δούβλης, Ταξινόμηση αποδοτικότητας έργων εκμετάλλευσης επιφανειακών υδάτων: Εφαρμογή στη Θεσσαλία, 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Μεγάλων Φραγμάτων, Λάρισα, 2008.

Κουκουβίνος, Α., Α. Ευστρατιάδης, Λ. Λαζαρίδης, και Ν. Μαμάσης, Έκθεση δεδομένων, Διερεύνηση σεναρίων διαχείρισης του ταμιευτήρα Σμοκόβου, Τεύχος 1, 66 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ιανουάριος 2006.

Κουκουβίνος, Α., και Α. Χριστοφίδης, Ανάπτυξη συστήματος γεωγραφικής πληροφορίας για την υδρολογία, τις χρήσεις και τα έργα αξιοποίησης νερού, *Εκτίμηση και Διαχείριση των Υδατικών Πόρων της Στερεάς Ελλάδας - Φάση 3*, Τεύχος 38, 50 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ιανουάριος 1999.

Κουτσογιάννης Δ., *Γενική διάταξη έργων εκτροπής Αχελώου προς Θεσσαλία: Μελέτη Λειτουργίας Ταμιευτήρων*. Αθήνα: Ειδική Υπηρεσία Δημοσίων Έργων Αχελώου – Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων – Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, Συνεργαζόμενοι: Γ. Καλαούζης, ELECTROWATT, Π. Μαρίνος, Δ. Κουτσογιάννης, 1996.

Κουτσογιάννης Δ., *Μελέτη λειτουργίας των ταμιευτήρων, στα πλαίσια της Γενικής Διάταξης Έργων Εκτροπής Αχελώου προς ΤΗ Θεσσαλία*. Αθήνα: Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε/ ΕΥΔΕ Αχελώου, 1996.

Κουτσογιάννης Δ., *Οι ενεργειακές διαστάσεις των έργων εκτροπής του Αχελώου*, 2006.

Κουτσογιάννης, Δ., Α. Ευστρατιάδης, και Ν. Μαμάσης, Αποτίμηση του επιφανειακού υδατικού δυναμικού και των δυνατοτήτων εκμετάλλευσής του στη λεκάνη του Αχελώου και τη Θεσσαλία, Κεφ. 5 της Μελέτης Υδατικών Συστημάτων, Συμπληρωματική μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων εκτροπής του Αχελώου προς τη Θεσσαλία, Εργοδότης: Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων, Ανάδοχος: Υδροεξυγιαντική, Συνεργαζόμενοι: Δ. Κουτσογιάννης, 2001.

Κουτσογιάννης, Δ., Ν. Μαμάσης, Α. Κουκουβίνος, και Α. Ευστρατιάδης, Τελική έκθεση, Διερεύνηση σεναρίων διαχείρισης του ταμιευτήρα Σμοκόβου, Ανάδοχος: Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο,

Τεύχος 4, 66 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ιούλιος 2008.

Κουτσογιάννης, Δ., Ν. Μαμάσης, Α. Κουκουβίνος, και Α. Ευστρατιάδης, Συνοπτική έκθεση, Αθήνα, Διερεύνηση σεναρίων διαχείρισης του ταμιευτήρα Σμοκόβου, Ανάδοχος: Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 37 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αύγουστος 2008.

Κουτσογιάννης, Δ., Ν. Μαμάσης, Α. Κουκουβίνος, και Α. Ευστρατιάδης, Τελική έκθεση, Διερεύνηση σεναρίων διαχείρισης του ταμιευτήρα Σμοκόβου, Ανάδοχος: Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τεύχος 4, 66 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ιούλιος 2008.

Κουτσογιάννης, Δ., Ν. Μαμάσης, και Α. Ευστρατιάδης, Διερεύνηση οικολογικής παροχής, Ειδική Τεχνική Μελέτη για την Οικολογική Παροχή από το Φράγμα Στράτου, Εργοδότης: Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού, Ανάδοχος: ECOS Μελετητική Α.Ε., 88 σελίδες, Αθήνα, Μάιος 2009.

Κουτσογιάννης, Δ., Υδρολογική διερεύνηση, Γενική διάταξη έργων εκτροπής Αχελώου προς Θεσσαλία, Ανάδοχος: Ειδική Υπηρεσία Δημοσίων Έργων Αχελώου – Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων – Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων, Συνεργαζόμενοι: Γ. Καλαούζης, , Π. Μαρίνος, Δ. Κουτσογιάννης, 44 σελίδες, 1996.

Λ. Λαζαρίδης, Γ. Καλαούζης, Δ. Κουτσογιάννης και Π. Μαρίνος, Βασικά τεχνικά και οικονομικά μεγέθη σχετικά με τη διαχείριση των υδατικών πόρων στη Θεσσαλία, 1996.

Λαζαρίδης Λ., Η διαχείριση των υδατικών πόρων – το Θεσσαλικό πρόβλημα – παρόν και προοπτικές.» , Βόλο, 2010.

Μακρόπουλος Χ., Σημειώσεις μαθήματος: Τεχνολογία Συστημάτων Υδατικών Πόρων, 9^ο εξαμήνου, Αθήνα: Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2013.

Μακρυγιώργος, Χ., Μελέτη μέσων ημερήσιων παροχών ποταμού Πάμισου στη θέση Μουζάκι, ΔΕΗ, Αθήνα, 1996.

Μαμάσης, Ν., Ρ. Μαυροδήμου, Α. Ευστρατιάδης, Μ. Χαϊνταρλής, Α. Τέγος, Α. Κουκουβίνος, Π. Λαζαρίδου, Μ. Μαγαλιού, και Δ. Κουτσογιάννης, Διερεύνηση εναλλακτικών τρόπων οργάνωσης και λειτουργίας Φορέα Διαχείρισης έργων Σμοκόβου, Διερεύνηση σεναρίων διαχείρισης του ταμιευτήρα Σμοκόβου, Τεύχος 2, 73 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Μάρτιος 2007.

Μιμίκου, Μ., Π. Χατζησάββα, και Θ. Βλαχαντώνης, Υδρολογική μελέτη λεκάνης Κρεμαστών και Άνω Αχελώου, ΔΕΗ/ΔΑΥΕ, Αθήνα, 1980.

Μπουζιώτας, Δ. (2012). *Ανάπτυξη πλαισίου βελτιστοποίησης της υδροηλεκτρικής παραγωγής στο λογισμικό ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ – Διερεύνηση στο υδροσύστημα Αχελώου-Θεσσαλίας*. Αθήνα: ΕΜΠ.

Παπαλέξης, Δ, Πρόγνωση και αναγνώριση της υδρολογικής ξηρασίας με τη χρήση στατιστικών δεικτών , MSc thesis, 477 σελίδες, Οκτώβριος 2013.

Σαργέντης, Γ.-Φ., και Α. Χριστοφίδης, Το τοπίο της λίμνης, Διερεύνηση των δυνατοτήτων διαχείρισης και προστασίας της ποιότητας της Λίμνης Πλαστήρα, Τεύχος 4, 73 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Μάρτιος 2002.

Τέγος, Α., Συνδυασμένη προσομοίωση υδρολογικών-υδρογεωλογικών διεργασιών και λειτουργίας υδροσυστήματος Δυτικής Θεσσαλίας, Διπλωματική εργασία, 132 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Σεπτέμβριος 2005.

Τσεκούρας, Γ. (2012). *Στοχαστική ανάλυση και προσομοίωση υδρομετεωρολογικών διεργασιών σχετικών με την αιολική και ηλιακή ενέργεια*. Διπλωματική εργασία, Αθήνα: ΕΜΠ.

Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. - ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΗΜ.ΕΡΓΩΝ,ΟΔΙΚΩΝ ΣΗΡΑΓΓΩΝ & ΥΠΟΓ.ΕΡΓΩΝ, ΕΡΓΟ : «ΕΡΓΑ ΕΚΤΡΟΠΗΣ ΑΧΕΛΩΟΥ ΚΑΙ Ε/Β ΕΡΓΑ ΘΕΣΣΑΛΙΚΗΣ ΠΕΔΙΑΔΑΣ», Διαχειριστική Μελέτη Υδατικών Πόρων Λεκάνης Απορροής π.Πηνειού, Τεύχη Α,Β,Γ,Δ, και Παραρτήματα Α,Β 2006.

ΥΠΕΚΑ - Κ/ΞΙΑ Διαχείρισης Υδάτων Θεσσαλίας, Ηπείρου και Δυτικής Στερεάς Ελλάδας, Σχέδιο Διαχείρισης Υδάτων : Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας, 2011.

ΥΠΕΚΑ - Κ/ΞΙΑ Διαχείρισης Υδάτων Θεσσαλίας, Ηπείρου και Δυτικής Στερεάς Ελλάδας, Σχέδιο Διαχείρισης Υδάτων : Υδατικό Διαμέρισμα Δυτικής Στερεάς Ελλάδας, 2011.

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ, ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ, «Ανάπτυξη συστημάτων και εργαλείων Διαχείρισης Υδατικών Πόρων : Υδατικό Διαμέρισμα Δυτικής Στερεάς Ελλάδας (04)», 2006.

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ, ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ, «Ανάπτυξη συστημάτων και εργαλείων Διαχείρισης Υδατικών Πόρων : Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας (08)», 2006.

Χατζημπίρος, Κ., Δ. Κουτσογιάννης, Α. Ανδρεαδάκης, Α. Κασίρη, Α. Στάμου, Α. Βαλασσόπουλος, Α. Ευστρατιάδης, Ι. Κασίρης, Μ. Καπετανάκη, Α. Κουκουβίνος, Ν. Μαμάσης, Κ. Νουτσόπουλος, Γ.-Φ. Σαργέντης, και Α. Χριστοφίδης, Συνοπτική έκθεση,

Διερεύνηση των δυνατοτήτων διαχείρισης και προστασίας της ποιότητας της Λίμνης Πλαστήρα, Τεύχος 1, 23 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Μάρτιος 2002.

Χατζησάββα, Π., Ι. Κουβόπουλος, Η. Θεοδόσης, Σ. Δημητρέλλος, και Ι. Βαλίλας, Εκτίμηση μέσων ημερήσιων παροχών ποταμού Πορταϊκού στη θέση Πύλη, ΔΕΗ, Αθήνα, 1995.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι : Ιστορικές υδρολογικές χρονοσειρές

1.1 Απορροή Μεσοχώρας (mm)

ΥΔΡ.ΕΤ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	28.4	65.0	248.3	124.3	85.1	111.1	80.4	74.4	33.3	16.3	12.9	0.5	880.0
1961-62	43.9	127.4	150.0	93.3	141.7	299.5	176.5	147.2	70.9	22.3	10.3	35.5	1318.4
1962-63	62.0	362.3	362.2	271.4	401.7	192.7	163.4	154.3	49.2	34.1	18.3	8.3	2079.8
1963-64	50.4	34.1	235.5	101.6	109.3	159.7	125.4	115.8	69.0	27.1	10.8	16.5	1055.3
1964-65	45.7	106.8	266.6	136.5	118.1	144.8	170.6	137.5	67.7	43.4	8.3	0.7	1246.6
1965-66	10.7	172.1	294.5	302.6	154.9	201.3	134.9	143.8	76.8	26.7	14.2	22.3	1554.9
1966-67	35.9	201.3	250.5	219.5	74.7	112.3	139.8	109.5	37.3	23.4	16.0	23.9	1244.1
1967-68	18.8	22.0	223.5	290.1	240.3	169.5	180.9	129.8	73.9	25.9	10.2	9.0	1394.0
1968-69	21.3	71.3	192.4	156.0	188.5	213.5	169.5	148.8	38.0	15.7	14.0	15.3	1244.1
1969-70	13.6	47.4	315.9	303.0	175.4	240.9	146.8	75.7	43.7	21.5	6.4	5.1	1395.3
1970-71	32.0	62.6	174.9	269.5	111.9	220.4	227.8	122.0	32.2	17.5	10.1	16.7	1297.7
1971-72	22.9	104.4	141.4	95.2	116.2	173.6	238.7	130.6	39.4	29.5	15.5	18.3	1125.8
1972-73	154.8	77.7	58.2	90.2	171.0	152.2	139.2	155.5	39.3	26.6	17.3	16.2	1098.2
1973-74	58.9	82.0	237.1	115.5	192.3	144.9	202.5	184.5	65.4	17.8	9.3	21.7	1332.0
1974-75	124.6	164.8	80.7	47.5	67.3	110.5	102.3	67.5	32.2	22.5	20.5	10.0	850.5
1975-76	46.6	100.8	132.7	54.2	91.4	89.6	114.7	125.8	37.2	18.7	9.5	14.5	835.6
1976-77	30.6	126.9	270.6	120.6	99.2	56.8	63.4	41.3	45.5	19.3	8.7	8.2	891.0
1977-78	14.6	70.4	119.5	125.8	217.0	181.1	215.5	130.0	49.9	29.8	11.1	35.6	1200.3
1978-79	22.7	68.2	252.4	340.0	232.1	106.7	268.2	179.5	72.6	27.8	11.5	10.7	1592.5
1979-80	37.2	156.8	147.3	191.9	147.4	200.3	136.1	210.7	78.5	29.6	15.0	11.9	1362.7
1980-81	63.4	140.4	257.3	137.7	167.6	180.3	221.8	137.3	69.7	11.9	18.9	13.0	1419.4
1981-82	36.6	35.0	421.3	121.4	57.6	129.2	215.8	131.2	35.7	17.7	13.5	19.5	1234.3
1982-83	46.2	145.5	309.5	76.6	136.8	113.2	112.8	50.8	47.9	30.6	10.6	11.3	1091.9
1983-84	17.1	86.9	178.9	221.4	157.5	154.5	227.8	188.9	76.7	16.5	11.3	8.4	1345.9
1984-85	13.4	83.3	46.1	216.5	183.4	129.8	274.5	117.8	45.3	20.6	5.0	10.8	1146.5
1985-86	15.2	215.3	122.4	244.5	296.0	178.9	155.4	100.0	65.0	26.6	13.4	9.4	1442.2
1986-87	19.3	22.2	46.3	218.4	149.9	156.3	153.2	156.3	54.8	27.6	9.2	4.1	1017.3
1987-88	61.4	153.7	185.6	66.7	119.1	148.0	115.6	53.7	22.7	10.0	5.3	5.9	947.7
1988-89	9.6	99.3	150.9	23.1	71.5	186.2	89.5	99.7	42.9	28.8	9.3	8.2	819.0
1989-90	102.2	121.5	125.8	35.9	32.4	26.1	68.7	37.3	9.8	6.3	7.9	4.7	578.6
1990-91	23.7	74.8	257.7	79.9	145.8	126.6	202.0	206.6	67.6	29.5	19.0	11.7	1244.9
1991-92	25.9	107.5	46.1	22.2	23.8	38.1	171.8	92.3	37.4	19.3	3.9	5.1	593.4
1992-93	35.7	88.5	186.8	71.2	37.0	99.1	135.9	132.4	31.6	12.2	6.5	8.3	845.2
1993-94	9.6	71.4	180.8	170.9	183.7	101.3	127.5	99.6	25.0	18.9	10.3	5.3	1004.3
Μέση τιμή	39.8	107.9	196.2	151.6	144.0	148.5	160.9	123.2	49.5	22.7	11.6	12.5	1168.5
Τυπ. αποκλ.	32.5	65.9	91.6	89.9	77.1	56.7	54.6	44.7	18.3	7.6	4.2	8.3	299.8
Συντ. ασυμ.	2.1	1.9	0.2	0.5	1.1	0.1	0.2	-0.1	0.0	0.2	0.3	1.2	0.4
Αυτοσυσχ.	0.2	0.2	0.2	0.3	0.6	0.4	0.3	0.6	0.7	0.5	0.3	0.2	0.3
min	9.6	22.0	46.1	22.2	23.8	26.1	63.4	37.3	9.8	6.3	3.9	0.5	578.6
max	154.8	362.3	421.3	340.0	401.7	299.5	274.5	210.7	78.5	43.4	20.5	35.6	2079.8

1.2 Απορροή Συκιά (mm)

ΥΔΡ.ΕΤ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	21.8	81.7	273.9	113.7	112.4	97.2	115.4	90.2	38.6	21.6	0.0	0.9	967.4
1961-62	35.5	144.5	167.6	99.4	166.7	358.4	224.7	163.6	69.8	17.3	9.5	34.7	1491.7
1962-63	79.0	348.7	528.2	342.5	530.5	215.6	210.1	143.1	68.4	42.0	37.1	8.3	2553.7
1963-64	49.7	37.7	267.5	83.3	160.1	181.3	179.5	140.5	58.9	27.6	18.8	26.3	1231.2
1964-65	49.9	128.5	230.6	176.3	135.6	158.3	200.4	168.8	90.3	32.7	23.8	0.9	1396.3
1965-66	9.0	201.0	402.2	394.5	202.6	199.2	176.5	138.9	62.4	40.0	14.3	18.8	1859.4
1966-67	45.5	236.7	272.1	296.8	70.4	105.8	170.7	114.6	62.3	28.8	12.0	25.3	1441.1
1967-68	17.7	23.2	219.5	356.0	268.8	209.9	162.2	104.5	70.2	17.8	23.0	21.0	1493.9
1968-69	27.0	74.8	188.3	186.0	299.7	226.6	200.4	155.8	65.1	21.7	15.9	17.6	1478.8
1969-70	9.2	76.0	339.3	320.3	258.8	209.2	215.3	125.8	57.5	16.7	5.4	7.8	1641.5
1970-71	28.8	75.9	184.7	278.1	125.0	272.6	255.6	93.2	39.7	14.2	18.5	19.8	1406.1
1971-72	22.9	125.5	144.8	99.7	129.3	204.6	217.7	164.3	50.0	37.5	19.3	22.2	1237.6
1972-73	157.7	133.0	69.3	116.8	236.0	158.0	247.1	122.2	46.1	24.8	18.0	17.1	1346.0
1973-74	61.5	97.6	315.0	118.9	200.6	147.5	281.8	222.9	52.1	24.9	17.9	30.5	1571.1
1974-75	168.5	218.9	110.8	52.6	69.5	161.0	132.4	83.9	42.7	24.0	17.6	11.1	1093.0
1975-76	52.7	100.9	142.5	66.9	74.1	97.0	140.6	76.7	43.0	23.8	25.5	15.7	859.4
1976-77	33.7	142.6	300.4	146.1	130.7	67.8	65.7	39.0	37.1	5.5	10.6	10.3	989.5
1977-78	10.5	96.3	144.5	125.3	267.2	199.7	259.1	167.3	35.7	8.3	14.8	35.4	1364.2
1978-79	18.6	85.3	306.0	473.0	335.8	121.4	323.6	146.5	82.0	28.5	21.9	13.4	1956.1
1979-80	37.1	136.1	158.3	251.4	153.9	295.9	215.9	269.6	96.1	34.3	21.0	13.6	1683.2
1980-81	74.4	176.7	372.0	143.9	243.6	329.9	258.3	207.5	48.0	24.6	9.8	9.3	1898.0
1981-82	48.6	42.4	546.0	186.1	61.4	134.8	246.7	118.8	74.7	21.2	9.0	14.0	1503.7
1982-83	43.2	145.6	358.9	110.1	99.9	132.8	124.9	58.2	54.8	26.7	20.7	11.1	1187.0
1983-84	15.8	105.3	150.1	245.3	145.6	173.4	230.7	245.1	43.1	28.8	10.7	12.1	1405.9
1984-85	6.2	79.2	48.5	250.6	170.5	171.0	195.1	139.9	42.6	18.2	16.4	5.2	1143.5
1985-86	14.7	235.1	133.5	285.2	373.9	207.8	229.8	89.6	42.3	26.0	18.7	14.8	1671.2
1986-87	18.3	27.5	56.8	285.2	156.7	156.4	155.8	153.0	61.6	29.0	16.8	7.2	1124.2
1987-88	63.5	177.7	238.9	71.4	156.9	180.4	156.6	93.5	26.0	17.5	11.4	8.0	1201.8
1988-89	8.2	120.8	182.8	41.7	94.2	175.3	124.9	109.8	46.3	25.3	20.0	11.6	960.9
1989-90	111.3	132.7	163.0	58.6	43.2	43.6	87.2	42.0	26.8	8.2	7.1	7.5	731.1
1990-91	25.5	77.2	301.1	98.5	144.8	155.4	166.6	211.5	83.0	34.9	19.8	10.8	1329.1
1991-92	29.4	133.0	49.0	28.6	27.8	57.0	187.7	103.4	44.8	23.7	11.6	8.9	705.0
1992-93	42.5	132.7	211.7	87.6	27.9	124.2	178.3	126.0	37.7	16.9	12.6	11.5	1009.6
1993-94	10.7	67.7	190.7	211.3	211.5	155.6	147.0	113.8	42.8	19.9	12.8	7.9	1191.7
Μέση τιμή	42.6	124.1	228.5	182.4	173.1	173.1	190.7	133.6	54.2	23.9	16.0	14.4	1356.6
Τυπ. αποκλ.	38.6	67.8	121.9	113.8	106.7	70.2	56.6	53.7	17.5	8.6	6.8	8.5	376.0
Συντ. ασυμ.	2.0	1.2	0.8	0.7	1.3	0.7	0.0	0.6	0.7	0.0	0.5	0.9	0.9
Αυτοσυσχ.	0.4	0.4	0.2	0.3	0.6	0.4	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5	0.1	0.3
min	6.2	23.2	48.5	28.6	27.8	43.6	65.7	39.0	26.0	5.5	0.0	0.9	705.0
max	168.5	348.7	546.0	473.0	530.5	358.4	323.6	269.6	96.1	42.0	37.1	35.4	2553.7

1.3 Απορροή Κρεμαστά (mm)

ΥΔΡ.ΕΤ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1950-51	37.4	118.2	201.7	205.4	181.2	127.0	117.5	98.8	56.8	40.6	18.1	28.9	1231.6
1951-52	91.2	100.6	112.6	175.3	145.3	119.2	107.9	52.3	32.0	25.1	20.6	17.4	999.7
1952-53	31.0	130.3	187.7	196.9	180.2	120.7	84.9	103.2	95.9	61.8	17.6	17.6	1227.8
1953-54	35.3	65.2	76.9	141.9	158.2	172.9	159.1	98.7	57.8	29.9	21.0	14.5	1031.5
1954-55	29.4	94.0	156.9	175.6	186.9	140.4	148.3	76.4	43.4	25.4	27.7	36.1	1140.5
1955-56	67.8	130.9	129.2	143.4	239.4	183.9	148.7	88.3	54.2	38.2	16.0	16.4	1256.5
1956-57	38.2	126.5	140.9	166.4	136.0	80.2	74.8	66.5	56.4	27.9	18.9	28.2	960.8
1957-58	73.4	90.4	136.8	155.1	141.1	190.5	163.0	124.2	24.9	18.7	14.9	25.3	1158.3
1958-59	42.4	119.1	154.5	206.0	67.5	95.3	130.1	86.4	46.9	31.5	22.8	28.0	1030.6
1959-60	44.5	140.5	217.3	308.5	194.4	145.1	139.7	102.1	47.6	24.3	19.3	20.6	1403.9
1960-61	31.8	47.0	216.1	106.9	90.1	84.9	76.9	57.9	30.9	22.4	15.0	13.4	793.4
1961-62	24.7	107.1	113.6	77.9	110.1	246.5	174.2	82.3	37.2	23.3	18.0	24.7	1039.7
1962-63	74.9	362.9	286.6	322.7	337.5	188.2	165.7	147.4	80.0	43.2	33.9	25.0	2068.0
1963-64	57.7	41.7	215.2	53.0	102.0	142.0	98.9	64.4	65.8	39.7	29.9	26.7	937.2
1964-65	40.4	78.2	205.2	140.8	92.2	151.2	208.1	135.1	58.2	34.7	18.8	14.5	1177.4
1965-66	17.1	144.4	286.7	278.0	151.5	122.1	89.6	75.5	43.8	19.8	14.6	15.7	1258.8
1966-67	37.7	240.5	271.1	194.6	63.7	66.9	106.9	76.1	39.1	32.9	22.6	24.2	1176.3
1967-68	21.5	22.3	140.5	238.3	177.1	140.2	105.3	65.2	50.8	21.9	20.4	13.9	1017.4
1968-69	25.0	47.3	173.6	153.5	229.7	191.1	107.0	86.5	36.7	21.7	17.1	23.8	1113.1
1969-70	16.2	75.5	325.0	303.7	150.0	193.3	115.8	65.1	40.2	25.2	16.9	14.7	1341.7
1970-71	30.0	51.4	125.7	189.6	120.5	261.8	169.7	78.4	36.0	26.1	19.2	24.7	1133.0
1971-72	21.9	99.4	123.2	92.1	131.0	170.9	155.4	106.0	34.2	29.7	22.9	19.1	1005.7
1972-73	115.2	85.6	40.3	76.0	168.8	155.8	159.9	120.4	36.5	27.7	17.0	17.7	1020.9
1973-74	51.2	69.9	222.3	76.2	166.9	121.8	217.3	138.9	45.3	24.8	19.3	25.6	1179.5
1974-75	90.7	129.9	81.1	45.8	64.4	122.5	95.9	53.3	31.2	24.4	23.6	14.2	777.0
1975-76	34.8	60.8	127.9	61.0	75.9	79.3	110.0	64.1	30.3	23.9	17.2	16.2	701.4
1976-77	31.6	157.8	278.3	114.5	99.5	61.4	53.1	37.6	21.8	15.1	14.0	13.3	897.9
1977-78	15.3	62.5	107.2	115.1	216.6	133.8	189.0	96.9	35.2	21.4	15.5	28.2	1036.8
1978-79	18.2	39.4	171.4	330.0	268.6	106.7	217.3	94.9	51.1	25.7	19.8	15.0	1358.2
1979-80	23.2	115.5	117.9	229.1	101.5	195.9	124.2	144.7	67.7	28.5	23.6	13.7	1185.4
1980-81	71.2	138.7	293.9	126.4	197.3	188.7	132.9	116.4	44.7	24.1	15.9	14.6	1364.8
1981-82	38.9	44.5	370.6	100.2	70.6	125.6	166.0	102.8	52.8	25.4	16.3	17.2	1130.7
1982-83	27.2	91.5	224.1	73.6	113.8	98.5	80.9	41.4	38.7	28.4	17.7	11.4	847.1
1983-84	18.1	79.8	143.4	177.0	136.5	138.9	156.6	140.2	42.1	23.0	18.8	22.6	1097.0
1984-85	14.4	50.4	26.4	213.3	134.1	127.4	145.4	78.8	33.6	17.9	14.2	10.1	866.1
1985-86	15.2	141.0	74.6	203.8	239.9	155.5	121.8	73.0	42.8	26.8	20.2	12.6	1127.1
1986-87	18.8	20.3	39.4	172.1	118.8	141.4	132.4	85.9	50.0	28.5	18.1	13.6	839.3
1987-88	37.5	137.4	154.3	62.9	102.1	135.5	95.4	47.9	27.4	17.7	15.6	13.3	846.9
1988-89	11.9	87.0	126.0	37.8	62.6	138.6	88.5	74.2	35.7	24.3	15.8	12.2	714.6
1989-90	60.0	85.5	90.7	29.2	27.8	29.7	50.8	31.0	25.7	15.2	14.1	11.4	471.2
1990-91	17.3	55.1	263.5	76.4	117.1	104.3	111.0	138.2	52.6	30.3	22.4	13.1	1001.3
1991-92	16.5	71.7	31.4	23.1	17.3	40.7	136.9	60.2	31.9	22.6	12.8	13.2	478.2
1992-93	28.5	84.1	106.1	41.7	27.2	104.3	103.8	82.6	30.3	15.5	13.9	13.3	651.4
1993-94	11.2	46.0	159.9	145.0	112.7	101.8	128.7	69.1	26.4	20.6	16.4	12.4	850.4
1994-95	27.2	100.7	109.6	195.5	109.3	132.5	118.3	89.7	32.8	20.3	22.3	32.4	990.5
1995-96	18.6	53.7	201.7	107.9	190.4	138.6	144.4	77.9	36.4	23.8	18.7	28.2	1040.5
1996-97	79.3	178.0	227.7	200.3	51.3	79.1	104.7	92.2	29.7	18.0	19.1	11.4	1090.8
1997-98	62.3	103.5	220.1	90.4	170.4	57.4	75.5	86.0	33.1	18.3	13.5	22.2	952.6
1998-99	30.0	130.9	218.0	81.7	150.0	165.4	156.1	81.0	33.2	23.5	16.5	14.5	1101.0
1999-00	25.6	117.3	194.7	103.1	122.7	104.7	91.4	39.9	22.9	13.0	10.9	8.6	854.7
2000-01	17.3	25.5	44.4	72.8	90.6	84.7	98.6	50.5	23.2	16.3	14.6	13.5	552.0
2001-02	8.8	27.1	118.7	84.2	46.1	65.6	134.5	53.9	28.1	30.1	24.2	49.6	671.0
2002-03	91.3	60.7	125.9	221.2	160.0	80.5	116.5	70.6	33.7	18.9	17.8	17.9	1015.2
2003-04	150.9	80.8	87.2	201.2	133.8	165.9	124.1	110.7	48.6	33.2	22.5	25.9	1184.7
2004-05	42.3	69.4	110.3	107.7	167.0	255.6	132.5	86.5	49.5	28.7	20.3	20.1	1090.0
2005-06	21.4	44.5	323.1	185.7	165.8	265.7	140.4	82.9	40.4	28.6	22.4	26.0	1346.9
2006-07	30.3	52.9	43.8	59.7	79.5	86.2	90.9	41.5	33.1	22.0	16.2	18.5	574.4
2007-08	31.3	122.6	92.2	65.1	51.6	98.2	77.9	38.1	25.7	18.4	16.8	17.5	655.4
Μέση τιμή	39.7	93.5	160.9	143.7	133.0	133.1	125.4	83.3	41.3	25.7	18.7	19.2	1018.4
Τυπ. αποκλ.	27.9	55.6	80.4	77.6	62.9	52.6	37.4	29.1	14.2	8.1	4.2	7.5	266.0
Συντ. ασυμ.	1.8	2.3	0.5	0.6	0.6	0.6	0.4	0.4	1.4	1.8	1.2	1.5	0.7
Αυτοσυσχ.	0.4	0.3	0.3	0.3	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6	0.8	0.5	0.5	0.2
min	8.8	20.3	26.4	23.1	17.3	29.7	50.8	31.0	21.8	13.0	10.9	8.6	471.2
max	150.9	362.9	370.6	330.0	337.5	265.7	217.3	147.4	95.9	61.8	33.9	49.6	2068.0

1.4 Απορροή Καστράκι (mm)

ΥΔΡ.ΕΤ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1966-67	49.0	273.5	283.0	196.0	71.9	63.6	72.3	46.9	27.2	36.4	21.1	28.5	1169.5
1967-68	29.1	26.5	163.3	261.3	225.3	133.0	74.6	52.9	45.8	20.5	17.9	16.3	1066.5
1968-69	42.2	70.2	249.5	182.0	261.6	183.9	70.0	59.3	4.0	7.3	5.4	57.4	1192.8
1969-70	17.4	89.5	434.5	272.6	148.5	176.2	74.6	21.6	19.2	6.1	17.1	17.2	1294.5
1970-71	55.1	32.2	100.7	135.0	253.4	347.0	188.6	50.7	45.6	12.0	12.5	20.9	1253.6
1971-72	31.7	97.9	125.4	103.7	199.4	168.2	130.8	88.6	44.4	46.4	41.2	29.9	1107.6
1972-73	105.9	39.4	50.6	147.4	254.2	198.8	119.6	79.1	57.2	19.1	29.4	11.5	1112.2
1973-74	43.7	47.9	155.1	60.7	176.4	131.2	221.2	83.2	18.1	19.0	7.1	28.5	992.2
1974-75	74.4	130.1	94.8	72.7	94.8	112.1	62.3	46.6	31.6	10.8	22.7	0.0	753.0
1975-76	55.2	73.5	119.2	84.6	108.2	63.4	109.3	35.5	21.7	11.5	7.4	2.1	691.6
1976-77	26.2	210.8	249.4	123.6	115.1	48.8	33.4	26.4	14.6	13.8	6.7	22.9	891.5
1977-78	14.0	59.3	101.0	137.3	221.0	114.0	201.3	68.1	54.5	41.4	16.7	65.8	1094.3
1978-79	50.3	99.3	137.6	332.3	284.2	120.5	191.1	109.3	54.8	58.3	47.4	35.0	1520.1
1979-80	256.0	127.1	144.1	265.4	97.2	193.7	119.2	120.8	57.6	46.4	17.4	38.3	1483.2
1980-81	101.1	177.3	320.7	185.8	189.5	134.4	90.3	63.1	15.7	30.1	30.4	42.7	1381.1
1981-82	65.2	70.9	342.2	91.7	140.3	245.8	146.4	81.1	25.7	18.8	20.3	18.6	1266.9
1982-83	49.6	111.5	255.3	63.7	96.2	76.9	35.4	37.1	30.3	19.5	6.6	18.3	800.4
1983-84	12.8	81.2	178.6	188.5	155.0	120.2	176.1	106.7	42.0	18.5	38.6	17.3	1135.6
1984-85	21.0	58.9	86.3	186.8	114.3	126.5	112.3	48.8	52.5	33.9	21.4	13.4	875.9
1985-86	8.2	150.4	79.7	178.7	270.5	130.4	61.7	60.3	32.7	48.8	54.2	40.8	1116.5
1986-87	33.3	32.7	42.6	161.5	130.1	260.6	97.5	79.0	39.3	8.0	1.0	8.9	894.4
1987-88	18.8	125.0	133.1	62.7	116.5	115.4	54.0	73.4	9.6	17.8	3.6	7.9	737.8
1988-89	23.6	105.8	115.6	42.1	63.9	83.4	64.9	37.1	18.6	6.7	9.0	8.8	579.5
1989-90	52.6	41.6	66.7	53.5	54.3	33.1	39.2	17.9	7.1	31.7	5.8	1.2	404.7
1990-91	1.7	30.0	264.7	77.1	112.8	70.1	74.0	102.0	33.7	16.1	36.0	18.8	837.0
1991-92	18.4	76.7	32.4	14.4	55.5	32.3	127.2	35.1	9.1	12.1	4.1	10.1	427.3
1992-93	15.9	70.7	103.8	17.6	20.2	112.1	62.4	47.3	8.4	15.5	1.2	1.7	476.7
1993-94	19.6	96.7	143.3	120.1	141.7	66.1	84.7	57.8	103.9	14.6	5.8	16.3	870.6
1994-95	64.1	106.3	187.6	224.2	89.2	161.1	104.1	36.0	15.9	40.1	27.8	33.4	1089.9
1995-96	22.6	39.5	160.4	104.1	244.9	147.3	126.0	48.5	23.0	18.9	17.7	50.2	1003.4
1996-97	115.5	188.4	284.4	233.3	58.1	73.7	89.9	90.4	18.5	19.9	15.2	12.7	1200.0
1997-98	56.5	85.7	268.8	95.2	207.1	53.6	39.2	53.7	11.6	58.5	19.5	10.3	959.7
1998-99	37.1	146.5	265.5	97.0	201.8	159.9	94.1	40.5	5.1	7.7	11.6	9.1	1076.0
1999-00	31.8	117.1	165.9	116.3	115.9	76.0	29.5	18.6	8.7	26.8	13.0	3.5	723.1
2000-01	80.0	32.9	89.2	103.2	97.2	57.9	42.3	31.7	24.8	22.9	17.8	24.2	624.1
2001-02	17.4	53.6	94.6	100.3	67.0	68.8	87.3	27.6	9.9	5.7	4.1	42.5	578.9
2002-03	98.9	77.6	174.2	194.0	223.8	80.6	63.8	44.9	26.5	34.9	23.0	13.1	1055.3
2003-04	100.3	71.6	119.6	154.7	117.5	121.9	85.1	48.1	12.0	5.7	14.4	26.0	877.0
2004-05	35.3	102.2	151.7	115.4	212.8	207.2	122.0	30.3	35.9	5.7	34.0	16.8	1069.3
2005-06	28.8	79.6	303.8	265.1	224.1	207.3	83.9	59.5	29.4	29.0	37.7	35.5	1383.8
2006-07	49.8	114.8	107.1	107.2	114.3	83.4	81.9	79.3	46.6	37.2	37.2	3.1	861.9
2007-08	12.8	81.2	92.8	57.3	63.9	84.9	65.5	35.5	39.2	42.5	8.1	14.1	597.8
2008-09	49.0	91.7	166.3	137.8	147.8	124.9	95.5	56.7	29.3	23.7	18.8	21.3	964.9
Μέση τιμή	49.0	91.7	166.3	137.8	147.8	124.9	95.5	56.7	29.3	23.7	18.8	21.3	964.9
Τυπ. αποκλ.	43.8	52.1	91.8	75.2	71.4	66.6	47.3	26.0	19.8	14.9	13.3	15.7	281.0
Συντ. ασυμ.	2.82	1.37	0.88	0.62	0.29	1.15	0.99	0.68	1.39	0.73	0.80	0.95	-0.14
Αυτοσυσχ.	0.327	0.174	0.393	0.346	0.425	0.495	0.462	0.512	0.437	0.256	0.515	0.236	0.595
min	1.7	26.5	32.4	14.4	20.2	32.3	29.5	17.9	4.0	5.7	1.0	0.0	404.7
max	256.0	273.5	434.5	332.3	284.2	347.0	221.2	120.8	103.9	58.5	54.2	65.8	1520.1

1.5 Απορροή Πλαστήρα (mm)

ΥΔΡ.ΕΤ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1961-62	58.4	94.8	90.7	63.6	108.3	319.2	82.6	40.9	20.5	6.9	7.0	44.1	936.9
1962-63	117.8	342.4	367.7	288.2	468.2	185.8	140.6	142.2	40.7	22.4	15.3	3.7	2135.0
1963-64	89.4	25.9	295.0	68.1	133.3	184.6	75.6	73.0	48.5	26.4	16.5	9.5	1045.8
1964-65	32.1	104.7	218.8	135.7	126.4	156.2	198.2	102.1	48.2	18.4	6.0	5.5	1152.5
1965-66	4.5	88.3	178.6	229.9	103.4	151.1	99.2	98.6	36.1	4.7	0.0	16.1	1010.4
1966-67	16.5	224.0	225.4	143.5	49.3	82.4	98.1	62.7	15.5	29.7	10.3	13.2	970.8
1967-68	13.4	24.0	171.3	245.7	220.3	171.7	107.8	89.4	54.3	7.5	5.8	7.6	1118.8
1968-69	45.0	97.7	368.7	203.1	185.1	242.7	90.3	83.1	13.1	13.5	2.3	19.6	1364.3
1969-70	2.0	33.8	261.9	287.7	107.3	181.8	59.9	38.4	44.0	19.8	4.7	13.7	1055.1
1970-71	51.6	16.5	119.3	211.3	154.7	310.3	210.2	79.4	16.3	20.7	36.4	13.9	1240.7
1971-72	29.4	81.9	100.4	142.8	180.7	210.8	280.4	117.7	14.2	19.2	20.6	13.5	1211.8
1972-73	126.7	56.8	32.4	98.5	244.5	172.7	167.2	122.7	23.4	23.1	21.7	8.6	1098.4
1973-74	82.3	73.0	207.0	80.5	182.2	199.5	239.5	104.2	24.2	18.6	12.0	0.9	1223.8
1974-75	36.0	79.2	47.2	39.1	91.7	147.6	93.9	43.8	23.5	23.6	81.3	0.0	706.8
1975-76	22.5	61.3	127.0	90.4	159.1	154.6	185.1	90.6	21.8	16.7	14.6	6.9	950.6
1976-77	21.1	100.4	225.8	109.6	41.4	33.3	62.9	25.0	12.7	8.6	0.0	12.9	653.7
1977-78	19.9	41.4	136.3	140.5	239.5	110.3	164.2	60.8	22.7	19.5	10.7	21.2	987.0
1978-79	30.5	50.7	188.3	227.9	240.0	104.5	192.5	117.6	36.6	16.6	19.8	0.0	1225.2
1979-80	130.3	221.9	188.0	196.1	93.1	258.0	131.0	130.8	44.4	12.8	5.3	21.4	1433.2
1980-81	177.9	98.6	235.9	75.7	215.0	213.8	150.5	76.1	28.9	11.5	13.6	7.6	1305.1
1981-82	24.1	18.3	203.6	47.2	69.2	268.6	286.2	139.4	54.2	23.8	4.0	19.9	1158.3
1982-83	18.0	105.9	179.5	30.7	99.9	129.3	81.0	17.6	30.2	40.0	17.3	6.7	756.0
1983-84	14.0	80.2	192.1	145.0	128.2	188.3	261.7	161.3	32.1	9.1	8.3	4.9	1225.2
1984-85	10.5	27.0	161.1	190.0	115.1	86.4	235.2	17.0	97.9	23.6	13.1	2.4	979.4
1985-86	16.3	108.0	102.5	121.3	221.2	166.9	70.3	60.7	36.1	27.9	12.9	3.8	947.8
1986-87	77.7	47.1	36.8	262.5	129.1	178.0	134.5	95.4	35.8	26.1	3.3	3.5	1029.8
1987-88	23.6	95.5	122.8	73.4	90.2	101.9	69.6	53.1	16.6	7.7	1.8	2.9	659.0
1988-89	19.5	83.7	111.5	37.2	92.9	214.0	66.7	40.1	19.5	19.3	4.0	3.0	711.5
1989-90	30.4	29.0	38.8	28.0	37.2	20.5	41.7	30.3	23.2	7.5	4.8	3.5	294.9
1990-91	5.4	49.9	224.7	110.1	135.5	147.4	173.3	129.9	31.2	15.1	13.5	5.5	1041.4
1991-92	0.2	37.7	22.0	13.1	39.3	56.4	215.2	59.0	28.6	22.2	4.0	5.7	503.3
1992-93	17.3	46.0	66.5	64.5	38.5	223.3	118.8	111.2	22.3	16.9	2.1	4.0	731.5
1993-94	1.0	61.5	147.3	125.5	188.1	200.7	142.1	76.2	14.0	25.0	9.4	2.8	993.5
1994-95	134.9	125.7	115.4	197.0	90.7	151.7	115.9	108.2	23.6	37.2	24.5	17.1	1141.9
1995-96	14.9	33.8	199.4	127.6	284.0	154.3	132.3	54.0	15.2	30.4	32.4	23.2	1101.6
1996-97	96.0	92.5	171.5	308.2	30.6	92.9	115.7	219.0	23.0	10.3	21.2	13.0	1193.9
1997-98	27.3	139.7	216.1	62.1	203.7	72.6	123.6	172.1	29.3	1.4	27.5	5.4	1080.9
1998-99	4.2	108.0	235.6	70.1	121.1	181.3	155.2	71.7	13.9	22.1	27.2	1.7	1012.2
1999-00	6.5	108.3	121.1	61.8	130.6	108.2	75.4	42.6	17.5	24.0	0.0	3.6	699.4
2000-01	39.7	4.5	81.9	115.9	109.6	91.4	126.8	48.2	12.4	10.2	18.2	0.0	658.7
2001-02	0.6	9.2	98.3	75.7	44.1	97.4	204.2	39.4	19.1	14.6	8.7	48.0	659.3
2002-03	42.3	34.9	201.6	322.4	160.2	144.4	213.4	110.3	27.8	29.0	23.4	7.3	1317.0
2003-04	98.7	83.3	101.1	209.0	125.0	164.3	135.1	95.7	29.0	14.8	17.9	13.9	1087.7
2004-05	38.8	45.0	75.9	117.8	153.7	215.5	109.6	67.2	23.4	20.9	13.7	1.9	883.4
2005-06	5.0	25.2	261.0	150.5	227.3	264.0	137.7	78.1	22.8	23.4	17.3	0.5	1212.9
2006-07	31.96	37.63	20.29	42.66	108.31	99.08	98.01	35.84	25.70	19.34	1.36	4.87	525.04
2007-08	12.618	58.946	51.086	37.188	50.339	103.031	67.186	27.267	14.173	2.899	5.791	7.462	437.984
2008-09	15.2	38.2	81.1	181.8	130.6	185.0	116.5	57.6	21.4	21.9	6.6	8.6	864.5
Μέση τιμή	41.8	76.9	156.1	134.3	143.0	161.0	137.3	81.2	28.1	18.5	13.5	9.7	994.5
Τυπ. αποκλ.	43.0	60.3	83.9	81.6	83.0	66.1	61.6	43.0	15.1	8.5	13.4	9.9	307.7
Συντ. ασυμ.	1.4	2.3	0.4	0.6	1.4	0.2	0.7	0.9	2.4	0.1	2.9	2.2	0.6
Αυτοσυσχ.	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.4	0.1	0.1	0.3	-0.1	0.2
min	0.2	4.5	20.3	13.1	30.6	20.5	41.7	17.0	12.4	1.4	0.0	0.0	294.9
max	177.9	342.4	368.7	322.4	468.2	319.2	286.2	219.0	97.9	40.0	81.3	48.0	2135.0

1.6 Απορροή Πύλης (mm)

ΥΔΡ.ΕΤ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	0.0	27.9	188.1	119.7	118.9	152.5	71.6	45.2	21.4	9.5	4.4	3.9	762.9
1961-62	48.7	168.2	217.4	116.0	158.4	370.3	178.1	101.7	41.4	12.2	6.0	5.8	1424.1
1962-63	41.4	246.1	487.2	313.1	450.4	229.0	152.9	123.3	36.5	11.9	6.8	5.4	2104.0
1963-64	47.3	67.6	257.8	105.1	128.2	242.0	133.1	98.2	54.8	16.4	8.9	6.8	1166.2
1964-65	19.8	81.6	245.0	177.6	172.6	185.2	268.8	137.1	57.3	18.8	9.7	6.7	1380.2
1965-66	0.0	144.6	307.9	281.3	251.3	243.7	151.9	110.5	57.6	16.0	8.6	6.7	1580.2
1966-67	23.2	190.9	332.6	218.5	158.2	145.2	215.6	94.6	24.8	13.1	7.0	6.0	1429.8
1967-68	5.5	2.0	145.9	319.7	309.5	221.9	98.3	91.0	42.9	12.3	7.0	5.6	1261.8
1968-69	11.7	50.3	176.6	199.3	250.0	270.1	138.8	92.9	34.7	11.7	6.3	5.4	1247.6
1969-70	0.0	37.1	293.2	259.7	262.6	270.6	143.0	70.8	28.4	10.8	5.4	4.7	1386.2
1970-71	30.6	48.7	132.4	299.9	239.2	318.7	185.6	74.7	17.8	7.8	5.4	5.0	1365.9
1971-72	2.2	123.6	161.8	184.0	176.8	241.5	378.4	140.5	35.7	16.7	9.3	7.0	1477.5
1972-73	94.1	175.0	134.2	148.0	199.8	225.4	134.1	89.6	25.0	10.0	6.1	5.2	1246.5
1973-74	43.1	109.3	264.3	109.6	180.3	195.5	337.7	165.2	41.9	12.3	6.1	5.6	1470.9
1974-75	83.0	204.0	172.6	45.5	72.8	161.6	101.0	53.1	31.9	12.1	8.6	6.4	952.7
1975-76	23.7	105.7	138.5	86.9	103.0	146.9	136.3	71.5	25.4	11.6	6.1	5.2	860.7
1976-77	22.4	96.5	284.2	123.9	132.1	101.0	53.2	15.5	11.3	5.7	2.9	3.4	852.0
1977-78	0.0	55.0	106.5	216.5	253.8	226.7	260.2	118.8	29.5	10.0	4.8	5.2	1287.0
1978-79	7.4	14.9	151.3	326.8	346.2	156.3	315.3	164.1	45.8	17.0	9.1	6.7	1560.9
1979-80	45.5	160.5	260.9	224.3	204.8	303.6	166.1	162.5	45.0	13.0	6.9	5.6	1598.8
1980-81	61.1	154.6	335.0	252.4	257.4	276.2	216.1	144.1	36.1	11.0	6.7	5.5	1756.2
1981-82	22.8	61.2	370.8	111.9	103.8	219.5	231.2	129.7	55.9	15.9	8.5	6.5	1337.8
1982-83	20.6	114.3	299.8	83.1	116.7	162.6	59.3	24.6	41.6	16.8	9.1	6.7	955.1
1983-84	6.1	63.9	134.7	197.3	201.8	218.5	294.6	162.5	40.1	12.4	7.9	6.0	1345.8
1984-85	0.0	44.1	33.8	276.7	243.7	201.6	284.0	122.1	30.1	10.8	5.2	4.6	1256.7
1985-86	20.4	145.6	200.5	234.6	356.5	257.3	156.9	108.6	56.9	13.0	7.7	6.1	1564.0
1986-87	23.1	95.0	90.9	342.9	300.4	212.2	191.1	109.8	37.3	12.2	7.9	10.2	1433.0
1987-88	26.4	153.4	198.4	99.2	127.9	151.4	78.7	57.0	17.9	4.9	3.0	3.7	922.0
1988-89	13.2	110.4	187.7	62.7	91.8	236.6	99.8	70.0	25.7	13.2	6.7	5.3	923.0
1989-90	44.2	101.3	140.8	46.5	58.8	43.6	49.9	29.8	12.6	5.3	1.2	2.9	537.0
1990-91	8.3	75.0	323.2	166.4	189.7	171.9	250.4	164.0	45.4	18.9	11.6	8.2	1432.9
1991-92	10.8	85.8	45.9	29.2	41.9	59.2	238.4	96.6	46.7	17.2	7.1	5.9	684.8
1992-93	27.6	62.6	114.4	92.3	54.6	223.8	155.5	133.7	34.0	9.1	4.9	5.1	917.7
1993-94	10.8	109.4	281.8	256.3	259.7	269.5	188.7	73.7	19.2	10.8	7.3	2.7	1489.8
Μέση τιμή	24.8	102.5	212.2	180.2	193.3	209.2	179.8	101.4	35.5	12.4	6.8	5.6	1263.9
Τυπ. αποκλ.	23.2	57.2	99.0	91.6	95.0	68.7	84.5	41.9	13.0	3.6	2.1	1.4	332.2
Συντ. ασυμ.	1.31	0.47	0.52	0.13	0.56	-0.29	0.46	-0.21	0.03	-0.12	-0.38	0.55	-0.12
Αυτοσυσχ.	0.105	0.611	0.437	0.111	0.896	0.442	0.165	0.811	0.602	0.808	0.911	0.769	0.233
min	0.0	2.0	33.8	29.2	41.9	43.6	49.9	15.5	11.3	4.9	1.2	2.7	537.0
max	94.1	246.1	487.2	342.9	450.4	370.3	378.4	165.2	57.6	18.9	11.6	10.2	2104.0

1.7 Απορροή Μουζακίου (mm)

ΥΔΡ.ΕΤ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	1.3	0.0	124.6	78.4	75.7	87.8	22.0	25.5	9.4	16.5	4.2	7.1	452.4
1961-62	17.7	66.3	96.7	67.3	64.0	168.4	65.3	67.9	17.6	53.6	7.4	0.0	692.3
1962-63	19.9	117.7	262.7	244.4	266.1	231.5	57.7	62.8	14.7	269.3	24.4	37.3	1608.6
1963-64	46.3	90.0	185.8	114.2	112.8	138.5	78.6	62.2	20.3	48.0	6.0	2.4	905.2
1964-65	10.3	18.5	134.3	132.2	147.9	143.5	298.3	160.4	38.0	0.0	2.6	5.4	1091.4
1965-66	2.1	96.7	182.0	207.5	216.0	198.5	152.5	94.5	30.0	0.0	2.5	0.0	1182.3
1966-67	8.9	164.7	193.3	156.6	168.1	141.6	178.3	98.5	19.0	0.0	2.5	0.0	1131.5
1967-68	0.0	0.0	94.1	181.6	178.3	173.1	6.6	27.8	15.5	107.9	11.2	14.0	810.2
1968-69	16.1	40.1	127.9	127.9	126.9	157.3	1.9	51.1	15.6	0.0	2.3	0.0	667.1
1969-70	0.0	19.7	182.3	146.0	146.3	167.2	21.2	29.4	13.3	35.1	5.7	7.0	773.1
1970-71	13.8	5.9	82.8	139.0	150.7	197.5	30.7	40.0	9.4	0.0	1.4	0.0	671.2
1971-72	0.3	43.5	64.9	84.2	84.0	123.9	340.8	177.3	27.5	0.0	1.9	0.0	948.4
1972-73	33.8	81.2	45.1	73.4	71.9	110.8	60.7	61.3	14.0	49.1	5.7	2.0	608.8
1973-74	18.2	49.2	147.1	86.4	96.1	113.9	329.9	192.2	32.1	0.0	2.5	0.0	1067.5
1974-75	36.8	125.4	78.8	38.0	45.0	78.5	89.1	47.4	18.8	0.0	1.4	1.1	560.4
1975-76	11.1	25.7	69.9	56.6	64.6	80.0	121.3	72.3	16.7	0.0	1.8	0.0	520.0
1976-77	7.6	19.7	144.0	91.2	86.7	77.3	51.4	22.6	7.3	71.8	8.3	0.7	588.7
1977-78	0.0	22.1	90.6	105.0	97.3	128.6	193.4	118.8	21.5	0.0	2.8	0.0	780.1
1978-79	0.6	0.0	111.3	168.6	171.0	144.1	235.2	132.9	25.7	0.0	2.4	1.0	992.7
1979-80	16.4	32.1	107.1	121.7	124.1	172.8	107.3	112.9	23.4	172.0	17.3	26.2	1033.3
1980-81	48.2	142.3	217.1	201.9	214.9	212.2	104.1	92.6	17.0	0.0	2.2	0.0	1252.5
1981-82	8.4	12.4	213.6	117.0	135.5	141.6	147.8	88.3	23.6	26.8	4.7	0.0	919.7
1982-83	7.2	44.4	162.0	83.7	83.1	95.7	0.0	5.2	15.1	0.0	2.3	1.3	500.0
1983-84	1.6	29.4	108.0	113.0	125.1	140.4	249.2	170.9	27.6	0.0	1.8	0.0	966.9
1984-85	0.0	0.0	27.9	166.2	167.2	160.2	212.0	119.6	19.7	0.0	2.7	5.0	880.6
1985-86	13.9	90.9	102.4	112.1	71.5	74.7	87.6	36.2	20.9	13.2	3.4	0.0	626.8
1986-87	8.7	15.9	56.9	137.9	144.6	151.7	92.2	120.5	18.6	46.2	6.2	8.9	808.4
1987-88	20.6	91.2	114.2	78.3	81.2	94.5	58.3	36.6	8.2	5.6	5.0	4.8	598.6
1988-89	6.5	21.8	102.8	41.4	74.6	144.8	96.3	34.5	9.9	6.9	1.9	0.7	542.3
1989-90	13.3	17.5	66.4	29.8	28.2	19.1	30.6	13.7	11.6	1.7	1.5	2.0	235.4
1990-91	2.3	25.5	200.3	121.3	143.0	126.3	135.8	104.4	25.7	6.9	2.7	2.8	897.0
1991-92	3.7	46.0	36.0	32.5	24.5	38.5	239.6	130.7	29.1	6.5	2.7	0.2	590.1
1992-93	14.1	60.7	99.9	88.0	61.7	143.3	77.1	77.4	15.8	5.2	1.0	0.0	644.3
1993-94	0.0	43.6	156.5	180.6	230.6	193.1	118.7	56.2	11.2	3.3	3.1	1.1	998.1
Μέση τιμή	12.0	48.8	123.2	115.4	120.0	134.4	120.3	80.7	18.9	27.8	4.6	3.9	810.2
Τυπ. αποκλ.	12.8	43.5	56.9	52.5	58.8	48.0	93.9	49.8	7.4	56.4	4.8	7.9	274.6
Συντ. ασυμ.	1.49	1.06	0.48	0.42	0.58	-0.31	0.88	0.57	0.55	3.11	2.91	3.21	0.58
Αυτοσυσχ.	0.683	0.628	0.390	0.554	0.968	0.840	-0.041	0.921	0.834	-0.153	0.990	0.925	0.214
min	0.0	0.0	27.9	29.8	24.5	19.1	0.0	5.2	7.3	0.0	1.0	0.0	235.4
max	48.2	164.7	262.7	244.4	266.1	231.5	340.8	192.2	38.0	269.3	24.4	37.3	1608.6

1.8 Απορροή Κάτω Παμίσου (mm)

ΥΔΡ.ΕΤ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1972-73	31.5	16.0	12.2	28.7	28.4	46.9	34.1	5.2	2.5	3.7	5.1	4.9	219.2
1973-74	31.4	26.2	30.6	34.3	72.4	59.8	54.5	40.5	5.6	1.4	0.3	4.0	361.0
1974-75	10.6	29.3	23.1	18.3	35.2	28.8	29.6	6.2	9.4	1.6	5.4	0.9	198.4
1975-76	7.9	27.5	28.4	24.0	62.2	39.7	43.7	10.6	3.8	3.5	3.4	0.8	255.5
1976-77	8.6	16.9	35.2	25.5	22.8	21.4	9.6	3.4	2.4	0.4	0.9	5.7	152.8
1977-78	2.5	8.5	26.3	35.6	28.3	28.3	33.7	5.3	2.3	0.0	0.5	12.0	183.3
1978-79	7.6	17.1	31.1	34.8	68.4	40.0	43.6	43.1	6.2	3.4	1.6	1.2	298.1
1979-80	36.3	65.7	74.0	73.4	68.4	78.6	52.8	38.7	4.2	1.4	1.0	1.7	496.2
1980-81	40.2	30.7	56.6	63.3	37.5	31.1	32.3	6.1	4.9	0.3	1.6	3.7	308.3
1981-82	9.2	9.1	45.8	26.3	39.0	69.8	55.0	52.9	5.4	3.0	3.4	3.0	321.9
1982-83	13.0	35.2	59.7	31.4	27.4	27.1	6.9	4.9	7.6	2.2	2.3	1.0	218.7
1983-84	6.5	18.3	79.1	66.4	73.9	52.0	54.6	42.4	4.5	2.0	6.8	4.3	410.8
1984-85	1.5	10.2	26.7	56.5	31.4	32.3	41.3	9.1	1.9	0.8	0.3	0.4	212.4
1985-86	10.2	40.6	36.8	36.5	71.2	45.6	37.6	35.0	12.0	2.6	2.6	3.5	334.2
1986-87	12.1	19.7	14.4	40.6	36.3	71.8	50.3	36.5	2.9	1.8	1.4	0.3	288.1
1987-88	12.8	24.5	25.8	35.0	33.3	31.6	31.3	3.2	2.2	0.5	0.4	0.7	201.3
1988-89	7.4	27.0	33.3	22.3	20.5	22.7	6.0	3.6	1.2	5.7	0.6	0.9	151.2
1989-90	6.0	5.9	16.2	3.6	5.4	3.3	3.3	8.5	0.5	0.6	5.5	1.1	59.9
1990-91	5.7	29.2	72.0	58.0	58.4	47.8	56.1	43.6	3.7	2.9	1.3	0.4	379.1
1991-92	5.8	6.6	4.5	13.1	4.8	5.1	30.3	34.4	7.1	1.9	0.3	0.8	114.7
1992-93	5.5	5.0	14.6	24.2	34.6	30.4	31.3	10.9	2.9	0.7	0.6	0.6	161.3
Μέση τιμή	13.0	22.3	35.5	35.8	40.9	38.8	35.1	21.1	4.4	1.9	2.2	2.5	253.6
Τυπ. αποκλ.	11.4	14.3	21.4	18.2	21.6	20.0	16.9	17.9	2.8	1.4	2.0	2.8	107.0
Συντ. ασυμ.	1.51	1.34	0.79	0.59	0.20	0.31	-0.62	0.41	1.11	0.87	1.08	2.26	0.40
Αυτοσυσχ.	-0.052	0.553	0.587	0.742	0.583	0.691	0.791	0.746	0.352	0.122	0.182	0.017	0.006
min	1.5	5.0	4.5	3.6	4.8	3.3	3.3	3.2	0.5	0.0	0.3	0.3	59.9
max	40.2	65.7	79.1	73.4	73.9	78.6	56.1	52.9	12.0	5.7	6.8	12.0	496.2

1.9 Απορροή Καλέτζη (mm)

ΥΔΡ.ΕΤ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1972-73	37.7	25.5	21.7	29.6	27.7	43.1	40.5	5.9	3.6	1.1	1.4	1.0	238.8
1973-74	17.4	18.1	24.0	29.1	53.8	43.3	47.4	45.2	8.4	3.4	0.2	1.5	291.8
1974-75	5.7	22.8	22.9	20.6	31.1	30.0	32.3	5.5	7.5	0.6	1.6	0.2	180.8
1975-76	2.2	7.0	16.3	17.4	33.4	31.3	34.9	7.4	4.1	0.9	1.3	0.3	156.5
1976-77	3.5	15.5	37.3	27.8	25.0	25.6	7.3	3.9	1.2	0.1	0.2	1.9	149.3
1977-78	0.9	5.2	29.0	33.4	30.3	30.6	33.5	5.8	0.5	0.0	0.3	4.9	174.4
1978-79	2.3	14.9	32.8	43.5	57.3	45.4	42.5	42.5	6.9	4.1	0.6	0.7	293.5
1979-80	44.1	58.4	67.2	59.8	55.1	55.3	50.3	40.3	5.7	3.5	0.7	0.7	441.1
1980-81	35.6	34.7	43.2	50.3	41.2	37.2	34.2	6.5	4.2	0.2	0.6	2.0	289.9
1981-82	3.3	5.0	42.3	30.1	42.7	56.1	53.3	51.2	7.7	4.4	0.7	1.8	298.6
1982-83	6.1	21.0	31.8	25.3	26.4	28.0	7.7	4.3	6.8	1.1	1.1	0.7	160.3
1983-84	3.2	21.7	54.1	46.2	47.1	40.9	45.6	45.6	6.2	3.7	6.0	1.5	321.8
1984-85	0.7	5.5	31.4	60.3	43.4	44.9	46.7	40.9	4.4	3.6	0.0	0.1	281.9
1985-86	6.1	31.3	36.0	41.6	59.1	50.2	46.3	40.5	11.5	4.9	4.7	4.2	336.4
1986-87	32.7	26.6	30.4	40.3	35.1	55.8	50.9	41.5	5.1	3.3	0.8	0.1	322.6
1987-88	4.0	20.4	27.3	35.8	39.8	36.2	36.6	5.8	3.9	0.1	0.0	0.3	210.2
1988-89	2.7	25.7	35.6	27.6	22.6	28.6	33.3	5.1	0.9	2.8	0.5	0.5	185.9
1989-90	2.8	2.3	15.7	3.0	4.5	3.3	4.5	7.0	0.3	0.1	3.4	0.8	47.7
1990-91	2.4	26.1	58.5	55.4	51.4	45.7	48.6	47.2	5.7	4.4	1.2	0.2	346.8
1991-92	2.1	4.8	3.0	3.2	3.7	4.6	26.4	11.0	5.5	1.0	0.0	0.4	65.7
1992-93	1.8	2.3	15.4	17.6	26.3	27.4	31.0	7.4	4.8	0.4	0.3	0.3	135.0
Μέση τιμή	10.3	18.8	32.2	33.2	36.0	36.4	35.9	22.4	5.0	2.1	1.2	1.1	234.7
Τυπ. αποκλ.	14.1	13.6	15.2	16.2	15.5	14.5	14.4	19.2	2.8	1.8	1.6	1.3	99.7
Συντ. ασυμ.	1.58	1.08	0.53	-0.09	-0.47	-0.80	-1.09	0.35	0.11	0.19	2.11	1.96	-0.05
Αυτοσυσχ.	0.146	0.722	0.680	0.806	0.798	0.855	0.829	0.752	0.594	0.612	0.275	0.273	0.147
min	0.7	2.3	3.0	3.0	3.7	3.3	4.5	3.9	0.3	0.0	0.0	0.1	47.7
max	44.1	58.4	67.2	60.3	59.1	56.1	53.3	51.2	11.5	4.9	6.0	4.9	441.1

1.10 Απορροή Σαρακήνα-Πηνειός (mm)

ΥΔΡ.ΕΤ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	5.7	8.9	131.1	87.1	48.7		31.5	11.3	0.4	0.0	0.0	0.0	
1961-62	8.5	17.2	18.6	11.7	30.2	81.3	5.5	3.2	1.8	0.0	0.0	8.1	186.0
1962-63	48.6	222.2	206.8	235.6	180.3	89.9	68.1	45.7	2.5	0.0	0.0	0.0	1099.5
1963-64	10.5	6.5	51.3	4.2	10.5	76.1	41.6	26.9	35.6	9.4	1.9	6.7	281.2
1964-65	15.0	41.9	75.2	50.0			73.1	32.1	8.2	0.0	0.0	0.0	
1965-66	0.0	4.0	15.1	40.7	12.7	47.8	17.4	13.4	1.9	0.0	0.0	14.8	167.7
1966-67	10.4	56.6	75.2		19.0	43.5	58.5	56.2	10.6	4.2	0.6	7.3	
1967-68	2.8	16.9	86.0	138.5	102.2	58.5	35.0	33.7	25.8	1.6	0.0		501.0
1968-69	11.2	40.4	168.6	120.5	87.4	147.9	65.7	49.4	19.9	3.7	0.4	7.6	722.7
1969-70	4.2	1.4	81.1	95.3	54.3	186.2	62.5	25.1	9.8	4.5	0.2	0.0	524.6
1970-71	11.1	10.3	40.2	109.3	80.9	213.7	134.2	20.1	4.0	0.0	0.6	0.0	624.5
1971-72	1.0	8.0	37.9	64.6	91.5	121.3		48.1	2.1	2.4	0.8	0.4	
1972-73	40.6	17.5	9.4	11.0	56.9	103.9	120.1	109.5	44.1	11.5	1.6	10.6	536.7
1973-74	64.6	21.3	111.1	118.2	156.6	110.1	54.8	40.1	9.5	7.8	5.8	1.7	701.6
1974-75	6.8	26.7	11.0	16.4	26.8	77.4	67.1	55.2	4.5	1.0	3.2	1.0	297.1
1975-76	0.0	12.1	31.6	5.0	78.6	62.6	32.9	34.1	11.6	9.4	6.8	1.1	285.8
1976-77	2.8	13.7	53.8	21.1	18.3	11.5	11.4	3.0	0.5	1.1	0.8	3.0	141.1
1977-78	0.1	4.7	19.9	48.5	66.9	102.5	75.7	11.7	10.5	7.0	0.8	12.5	360.8
1978-79	1.3	7.0	25.9	57.0	73.4	66.0	71.1	67.5	54.0	9.2	8.3	6.1	446.7
1979-80	23.4	39.0	46.3	52.8	50.1	83.2	49.3	38.4	20.8	8.5	7.8	5.7	425.3
1980-81	18.0	18.1	34.6	27.4	45.6	41.6	39.9	21.3	4.1	7.9	8.2	7.7	274.4
1981-82	1.1	2.4	39.7	16.6	15.0	32.8	20.5	8.1	1.8	10.5	8.8	8.5	165.9
1982-83	4.1	42.4	100.0	24.1	21.5	24.3	19.0	8.2	7.4	9.5	5.8	2.2	268.6
1983-84	1.2	6.4	95.8	73.5	76.3	66.0	60.6	36.4	21.8	8.3	8.9	9.8	464.9
1984-85	9.6	12.4	25.8	43.2	38.2	31.4	34.4	24.4	8.8	6.7	0.3	0.3	235.4
1985-86	4.8	53.2	36.7	43.2	57.1	40.8	26.3	18.5	12.6	9.8	6.3	0.4	309.7
1986-87	17.8	22.9	30.6	22.7	35.3	73.0	53.4	43.9	20.6	10.1	8.4	5.6	344.3
1987-88	24.3	47.8	40.6	38.3	43.8	34.7	24.1	10.7	8.2	6.1	0.4	0.7	279.7
1988-89	8.9	29.6	47.7	30.3	32.0	31.2	23.2	12.9	10.3	13.2	6.0	0.3	245.6
1989-90	8.9	19.1	28.3	16.6	14.5	10.1	10.3	24.7	7.8	1.1	9.7	0.5	151.6
1990-91	6.9	37.2	113.7	68.1	65.7	49.4	64.1	54.5	24.6	12.9	10.5	6.9	514.5
1991-92	7.4	23.6	17.5	14.9	14.2	14.7	54.2	46.5	30.2	10.5	6.8	5.5	246.0
1992-93	9.0	11.9	40.7	41.3	48.2	36.8	27.4	36.2	11.8	7.2	6.1	1.0	277.6
Μέση τιμή	11.8	27.4	59.0	54.6	54.8	70.0	47.9	32.4	13.6	5.9	3.8	4.3	382.1
Τυπ. αποκλ.	14.5	38.2	46.5	49.1	39.5	48.2	29.3	22.1	12.9	4.3	3.7	4.2	212.2
Συντ. ασυμ.	2.32	4.36	1.54	1.91	1.53	1.36	1.08	1.31	1.54	-0.11	0.35	0.72	1.59
Αυτοσυσχ.	0.234	0.501	0.608	0.791	0.842	0.468	0.712	0.634	0.662	0.529	0.658	0.083	0.017
min	0.0	1.4	9.4	4.2	10.5	10.1	5.5	3.0	0.4	0.0	0.0	0.0	141.1
max	64.6	222.2	206.8	235.6	180.3	213.7	134.2	109.5	54.0	13.2	10.5	14.8	1099.5

1.11 Απορροή Τρίκαλα-Πηνειός (mm)

ΥΔΡ.ΕΤ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1972-73	34.0	21.6	17.8	36.1	50.4	80.8	58.6	34.8	10.1	11.5	8.5	10.5	374.7
1973-74	25.0	25.8	49.8	57.8	80.7	70.0	62.9	44.0	14.7	9.1	7.5	7.0	454.3
1974-75	12.0	30.1	26.9	22.5	47.7	40.7	31.7	12.6	11.9	7.9	7.4	3.8	255.2
1975-76	6.9	20.7	25.4	23.7	56.9	43.3	45.9	33.7	10.5	8.7	6.4	3.7	285.8
1976-77	10.8	21.2	37.9	31.2	24.9	23.1	11.5	8.1	5.4	3.9	2.5	5.0	185.5
1977-78	4.8	8.6	29.1	52.1	40.3	38.7	43.4	13.7	7.9	4.2	3.1	11.8	257.7
1978-79	9.5	19.9	31.6	55.2	57.0	44.8	46.3	52.5	14.4	9.1	7.9	4.0	352.2
1979-80	28.8	62.0	81.4	87.1	64.5	80.8	63.9	46.2	14.1	9.5	8.9	5.4	552.6
1980-81	29.6	31.0	61.7	82.0	68.5	52.4	48.6	18.7	11.3	9.1	7.6	7.8	428.3
1981-82	12.8	22.4	57.4	37.0	61.3	81.9	72.1	69.4	20.9	11.7	10.6	10.5	468.0
1982-83	22.4	58.7	67.6	44.5	35.4	31.3	14.3	11.5	15.7	12.0	6.2	5.2	324.8
1983-84	8.4	20.6	79.0	79.7	91.2	74.5	71.2	48.0	14.3	10.7	13.2	9.7	520.5
1984-85	6.0	21.0	23.5	45.8	35.4	35.8	45.2	17.8	9.8	6.5	5.1	4.1	256.0
1985-86	9.8	46.6	38.8	43.8	70.7	52.1	37.9	18.6	17.0	10.4	8.7	5.4	359.8
1986-87	11.1	20.6	21.1	38.0	42.4	76.2	61.7	41.1	12.6	9.9	9.4	4.8	348.9
1987-88	15.8	36.7	38.9	47.1	41.4	40.1	32.8	11.4	9.3	6.1	4.1	3.5	287.2
1988-89	7.6	31.6	46.8	27.9	31.1	33.5	28.7	11.1	9.0	8.2	4.2	3.1	242.8
1989-90	6.6	9.4	20.3	16.9	15.7	7.5	8.1	14.0	4.6	3.3	6.1	2.1	114.6
1990-91	4.5	27.0	87.3	67.8	64.1	50.2	72.6	63.9	14.4	10.8	10.2	7.0	479.8
1991-92	8.7	10.8	12.7	16.2	16.5	9.8	32.8	36.2	15.9	8.7	3.4	2.8	174.5
1992-93	6.8	7.5	21.4	28.9	45.1	39.6	33.4	35.1	9.6	6.9	3.4	2.3	240.0
Μέση τιμή	13.4	26.4	41.7	44.8	49.6	48.0	44.0	30.6	12.1	8.5	6.9	5.7	331.6
Τυπ. αποκλ.	9.0	14.7	22.7	20.9	20.0	22.3	19.6	18.7	3.9	2.5	2.8	2.9	119.0
Συντ. ασυμ.	1.20	1.15	0.74	0.65	0.16	0.06	-0.20	0.56	0.09	-0.68	0.27	0.84	0.20
Αυτοσυσχ.	0.284	0.510	0.585	0.769	0.711	0.757	0.849	0.809	0.646	0.821	0.712	0.449	0.065
min	4.5	7.5	12.7	16.2	15.7	7.5	8.1	8.1	4.6	3.3	2.5	2.1	114.6
max	34.0	62.0	87.3	87.1	91.2	81.9	72.6	69.4	20.9	12.0	13.2	11.8	552.6

1.12 Απορροή Αλή Εφέντη (mm)

ΥΔΡ.ΕΤ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1972-73	15.8	13.1	0.9	18.5	20.1	30.9	28.8	18.6	15.6	2.6	0.4	2.5	167.8
1973-74	11.6	14.9	23.2	31.6	46.5	39.5	41.1	33.8	25.0	18.1	1.0	0.7	287.0
1974-75	1.4	16.9	14.8	15.1	21.4	21.5	16.8	16.5	17.0	0.7	0.7	0.1	142.9
1975-76	1.3	11.7	19.0	17.9	32.2	27.7	27.2	27.4	18.6	16.9	15.9	0.5	216.3
1976-77	1.0	12.4	14.2	14.0	11.9	11.7	1.4	0.6	0.6	0.0	0.2	0.8	68.8
1977-78	0.2	1.2	13.3	24.8	21.7	21.6	24.0	18.1	1.8	0.0	0.1	3.1	129.9
1978-79	11.2	10.1	16.6	20.0	18.9	19.0	21.4	19.3	16.0	1.3	0.6	0.3	154.7
1979-80	12.1	36.0	37.4	40.5	34.1	35.7	32.4	29.6	20.4	16.1	0.6	0.1	295.0
1980-81	13.0	16.1	21.8	38.9	32.0	27.3	26.4	18.6	15.8	1.0	0.8	1.2	212.9
1981-82	12.5	19.6	22.8	20.0	31.6	29.9	40.1	44.3	26.2	18.8	15.7	1.5	283.0
1982-83	15.8	29.7	30.2	24.6	21.8	22.0	17.1	16.0	16.9	18.7	1.4	0.1	214.3
1983-84	0.7	12.3	43.4	36.1	42.6	37.7	38.0	26.0	20.2	15.9	15.0	0.9	288.8
1984-85	0.2	11.1	12.4	19.0	18.0	18.0	17.1	15.2	0.4	0.2	0.0	0.0	111.6
1985-86	1.8	28.8	22.1	20.4	30.2	26.8	19.6	18.4	18.2	1.0	0.2	0.4	187.9
1986-87	1.4	11.5	10.7	17.0	19.8	34.8	36.7	31.4	20.3	15.7	1.4	0.2	200.9
1987-88	11.0	20.1	20.4	22.9	21.3	20.9	17.2	15.9	0.7	0.6	0.0	0.3	151.3
1988-89	0.6	20.2	26.7	22.2	19.4	20.6	17.6	16.2	1.6	0.8	0.3	0.1	146.3
1989-90	1.1	1.1	14.5	10.9	10.5	11.0	0.5	15.7	0.8	0.3	2.6	0.3	69.3
1990-91	1.0	16.6	39.8	34.4	30.5	30.0	34.1	33.9	20.8	16.8	1.4	0.3	259.6
1991-92	0.8	9.3	0.4	0.8	0.2	0.3	15.7	17.4	17.0	0.6	0.0	0.0	62.5
1992-93	1.1	2.0	9.8	19.0	19.9	20.7	16.4	23.6	16.1	0.2	0.1	0.2	129.1
Μέση τιμή	5.5	15.0	19.7	22.3	24.0	24.2	23.3	21.7	13.8	7.0	2.8	0.6	180.0
Τυπ. αποκλ.	6.0	8.9	11.3	9.6	10.7	9.5	11.3	9.3	8.8	8.2	5.4	0.8	74.1
Συντ. ασυμ.	0.64	0.58	0.45	0.19	0.10	-0.56	-0.24	0.40	-0.65	0.54	2.14	2.01	0.10
Αυτοσυσχ.	0.507	0.473	0.545	0.779	0.804	0.889	0.845	0.853	0.753	0.692	0.565	0.140	-0.076
min	0.2	1.1	0.4	0.8	0.2	0.3	0.5	0.6	0.4	0.0	0.0	0.0	62.5
max	15.8	36.0	43.4	40.5	46.5	39.5	41.1	44.3	26.2	18.8	15.9	3.1	295.0

1.13 Απορροή Σμοκόβου (mm)

ΥΔΡ.ΕΤ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	5.3	15.3	34.7	42.8	37.2	32.8	23.1	11.3	0.2	0.0	0.0	0.0	202.5
1961-62	6.0	13.3	43.6	42.1	55.8	52.1	28.2	11.0	0.8	0.0	0.0	1.0	254.0
1962-63	29.3	115.0	153.9	117.5	130.8	133.0	69.2	48.4	18.4	4.4	2.2	0.9	822.9
1963-64	33.0	33.5	51.1	62.1	60.5	71.3	38.8	29.2	9.0	2.5	0.9	0.0	391.7
1964-65	3.7	11.2	36.7	42.0	46.3	42.1	29.4	14.1	1.7	0.0	0.0	0.0	227.1
1965-66	1.9	24.3	35.0	76.4	50.5	51.5	31.0	17.6	5.8	0.0	0.0	0.0	294.0
1966-67	1.4	39.1	41.9	48.6	44.4	33.6	27.2	21.3	3.9	0.1	0.0	0.0	261.7
1967-68	6.7	23.8	41.0	47.5	45.7	37.8	25.7	16.1	4.9	0.0	0.0	0.0	249.2
1968-69	10.9	22.5	81.3	98.6	79.6	113.9	57.5	23.3	10.9	1.3	0.0	0.4	500.3
1969-70	2.9	15.7	58.1	79.3	57.3	54.5	28.6	18.2	4.6	0.0	0.0	0.0	319.3
1970-71	1.8	4.4	24.4	44.5	49.4	67.9	48.2	16.4	1.0	0.0	0.0	0.0	258.0
1971-72	1.9	5.7	10.7	25.7	49.6	38.9	48.9	24.3	7.3	0.0	0.1	0.0	213.1
1972-73	22.9	22.2	27.4	47.2	48.2	65.7	46.0	16.5	1.0	0.0	0.0	0.0	297.1
1973-74	6.1	19.5	45.9	48.9	77.1	58.0	59.4	34.0	14.1	0.7	0.0	0.0	363.7
1974-75	2.3	4.9	13.8	12.4	26.8	17.9	11.8	7.6	15.5	0.1	0.0	0.0	113.0
1975-76	1.7	7.0	25.3	33.8	53.8	48.0	35.1	16.8	1.9	0.5	0.0	0.0	223.9
1976-77	2.2	6.7	19.4	19.3	13.1	5.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	66.2
1977-78	0.3	0.6	28.7	61.0	53.6	45.1	33.9	14.4	0.0	0.0	0.0	1.0	238.8
1978-79	7.8	10.9	28.7	51.3	56.6	36.1	38.6	32.7	7.6	0.0	0.0	0.0	270.3
1979-80	17.3	51.0	68.3	96.8	94.3	103.0	52.4	38.2	12.6	0.0	0.0	0.0	534.0
1980-81	16.0	26.0	47.2	120.0	76.7	47.6	31.9	11.6	0.0	0.0	0.0	0.0	376.8
1981-82	3.1	12.4	28.7	32.1	61.5	72.8	67.0	54.5	14.9	0.3	0.0	0.7	348.0
1982-83	9.6	33.1	39.5	36.5	41.8	25.0	6.3	1.8	0.4	0.0	0.0	0.0	194.0
1983-84	2.8	14.6	52.4	46.7	54.8	46.9	54.5	25.0	0.1	0.0	0.8	0.0	298.6
1984-85	3.0	5.6	20.3	61.6	49.4	55.3	32.7	15.7	0.0	0.0	0.0	0.0	243.5
1985-86	2.0	39.5	30.6	33.1	55.0	48.3	26.7	22.3	8.8	0.0	0.0	0.0	266.4
1986-87	16.0	18.5	28.6	45.3	41.4	78.3	58.7	30.9	2.8	0.0	0.0	0.0	320.6
1987-88	6.3	20.9	26.6	31.6	42.8	36.7	23.2	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	197.1
1988-89	0.9	28.4	31.4	24.2	28.5	37.9	17.2	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0	177.2
1989-90	1.0	5.4	14.8	13.5	24.7	17.1	11.0	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	94.2
1990-91	0.2	9.6	66.5	94.3	73.5	58.7	65.3	42.0	5.0	0.0	0.0	0.0	415.1
1991-92	2.0	6.3	17.0	18.7	20.5	18.9	27.8	17.4	3.2	0.0	0.0	0.0	132.0
1992-93	0.5	3.1	15.0	20.5	69.4	42.8	27.2	19.1	4.7	0.0	0.0	0.0	202.2
1993-94	0.1	25.7	34.5	49.4	61.7	40.0	37.9	25.2	6.1	0.0	0.0	0.0	280.5
1994-95	56.2	45.6	50.7	50.5	36.4	39.4	23.4	8.0	0.0	0.1	0.0	0.9	311.1
2002-03	4.0	12.7	64.4	105.3	84.6	91.4	35.3	14.2	9.5	0.0	0.0	29.7	450.9
2003-04	25.9	12.8	29.3	50.3	39.3	50.7	27.4	28.9	21.1	3.7	0.0	0.0	289.4
2004-05	8.7	8.0	12.8	4.0	27.8	45.3	9.6	4.2	3.2	9.0	5.5	0.0	138.0
2005-06	1.6	1.2	14.1	19.7	64.8	33.2	11.7	13.1	13.6	6.7	0.9	0.0	180.4
2006-07	0.0	1.6	1.8	2.9	5.5	9.7	10.2	2.0	3.1	0.0	0.0		
Μέση τιμή	8.1	19.4	37.4	48.9	52.3	50.1	33.5	19.3	5.4	0.7	0.3	0.9	282.5
Τυπ. αποκλ.	11.4	20.0	25.8	29.8	23.0	26.5	17.6	12.4	5.8	1.9	0.9	4.7	136.4
Συντ. ασυμ.	2.52	3.03	2.51	0.82	0.86	1.16	0.32	0.92	1.06	3.16	4.86	6.20	1.76
Αυτοσυσχ.	0.271	0.556	0.807	0.795	0.777	0.820	0.759	0.866	0.611	0.392	0.837	-0.042	0.127
min	0.0	0.6	1.8	2.9	5.5	5.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	66.2
max	56.2	115.0	153.9	120.0	130.8	133.0	69.2	54.5	21.1	9.0	5.5	29.7	822.9

1.14 Απορροή Άνω Σοφαδίτη (mm)

ΥΔΡ.ΕΤ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1972-73	23.3	24.5	19.4	38.1	42.9	46.0	39.5	11.7	7.6	1.0	2.2	1.4	257.6
1973-74	10.4	20.6	50.0	46.1	64.3	49.6	48.5	41.2	15.1	7.5	6.0	1.3	360.6
1974-75	7.2	23.4	26.5	21.7	42.4	34.5	32.2	11.8	31.4	7.0	7.3	0.6	246.0
1975-76	2.0	21.6	38.2	46.8	65.0	50.1	47.7	38.8	10.4	8.3	7.1	0.2	336.2
1976-77	7.2	21.6	30.1	23.7	22.4	21.9	25.5	7.1	1.6	0.3	0.1	2.4	163.9
1977-78	1.0	8.5	55.1	93.5	69.2	55.5	49.4	37.6	9.6	7.1	0.9	11.3	398.7
1978-79	9.7	16.5	36.4	47.2	46.8	37.4	34.4	34.4	8.7	7.6	1.1	0.9	281.1
1979-80	32.3	56.4	61.7	67.2	64.4	81.8	62.7	46.7	16.0	8.7	7.0	1.0	505.9
1980-81	35.2	42.1	54.0	97.2	66.4	52.3	47.3	34.4	10.5	7.6	7.0	8.3	462.3
1981-82	8.2	35.0	51.5	43.4	63.4	79.3	67.0	62.0	39.2	10.2	8.2	7.2	474.6
1982-83	11.1	39.7	41.2	35.3	41.9	35.4	30.6	8.3	11.4	7.9	0.6	1.7	265.1
1983-84	7.4	25.5	62.5	50.5	51.6	42.6	52.1	44.0	12.6	8.2	11.6	6.8	375.4
1984-85	5.2	20.4	32.1	57.0	49.4	50.6	45.2	36.4	8.8	7.0	0.2	0.1	312.4
1985-86	9.1	46.9	36.9	35.6	48.9	40.7	36.0	34.7	14.7	8.7	6.9	1.4	320.5
1986-87	41.7	42.3	42.2	64.3	51.2	78.9	63.0	47.7	14.6	8.5	7.8	6.1	468.3
1987-88	8.4	25.0	29.0	29.5	33.9	31.5	31.4	10.1	6.9	0.1	0.2	0.5	206.5
1988-89	2.3	31.2	41.1	28.9	28.1	38.8	34.1	12.7	8.1	8.2	0.9	1.2	235.6
1989-90	4.0	7.5	24.0	19.5	19.1	20.8	8.1	11.1	1.5	0.3	2.6	0.9	119.4
1990-91	2.2	29.3	66.0	83.9	69.5	58.7	59.9	53.0	15.3	12.1	7.6	6.2	463.7
1991-92	7.8	8.8	26.3	27.3	29.0	27.6	33.6	32.2	9.3	7.1	0.5	0.7	210.2
1992-93	2.9	8.2	26.8	29.6	45.2	37.2	35.1	32.9	12.5	7.0	0.3	2.7	240.4
Μέση τιμή	11.4	26.4	40.5	47.0	48.3	46.2	42.1	30.9	12.7	6.7	4.1	3.0	319.3
Τυπ. αποκλ.	11.6	13.5	13.9	22.9	15.6	17.4	14.4	16.5	8.6	3.3	3.7	3.2	111.7
Συντ. ασυμ.	1.68	0.46	0.39	0.99	-0.30	0.77	-0.16	-0.10	1.92	-1.12	0.33	1.28	0.15
Αυτοσυσχ.	-0.111	0.639	0.456	0.737	0.798	0.757	0.926	0.853	0.485	0.553	0.523	0.352	-0.088
min	1.0	7.5	19.4	19.5	19.1	20.8	8.1	7.1	1.5	0.1	0.1	0.1	119.4
max	41.7	56.4	66.0	97.2	69.5	81.8	67.0	62.0	39.2	12.1	11.6	11.3	505.9

1.15 Απορροή Κάτω Σοφαδίτη (mm)

ΥΔΡ.ΕΤ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1972-73	3.6	0.6	0.2	14.3	17.2	34.7	39.4	1.4	0.2	0.5	1.2	1.1	114.4
1973-74	4.2	1.7	27.2	37.1	46.6	40.5	44.3	8.8	2.4	0.1	0.1	0.3	213.3
1974-75	1.0	2.6	1.4	0.6	24.2	27.3	4.0	2.4	4.8	0.5	1.4	0.2	70.4
1975-76	0.8	2.6	18.5	16.9	40.0	36.7	36.7	3.2	1.2	0.9	1.6	0.1	159.2
1976-77	1.4	1.8	0.8	0.7	1.0	0.6	1.3	0.5	0.7	0.1	0.1	1.2	10.2
1977-78	0.5	1.9	22.7	42.3	33.7	32.6	37.0	4.2	1.1	0.0	0.1	2.8	178.9
1978-79	2.6	1.5	18.5	26.6	38.3	36.2	35.6	37.6	2.2	1.8	0.5	0.4	201.8
1979-80	19.0	44.8	51.7	53.8	56.5	58.9	55.7	45.2	2.8	1.0	0.3	0.4	390.1
1980-81	28.2	27.2	31.1	60.6	44.4	40.3	35.3	2.2	1.1	0.0	0.6	1.1	272.1
1981-82	1.1	2.1	21.8	19.5	38.6	58.7	56.0	55.2	6.0	1.7	0.4	0.6	261.7
1982-83	3.9	17.2	15.1	16.6	16.7	23.2	2.1	0.4	2.3	0.8	0.4	0.5	99.2
1983-84	2.0	2.6	47.1	37.6	38.8	36.6	39.6	43.2	1.6	0.4	3.8	0.3	253.6
1984-85	0.4	1.3	2.1	16.4	18.9	21.0	7.3	2.5	0.1	0.2	0.0	0.0	70.2
1985-86	2.9	27.8	21.1	20.1	40.7	37.2	7.6	8.6	6.4	1.8	0.9	0.5	175.6
1986-87	24.1	29.2	27.3	36.3	30.8	69.3	60.2	46.6	2.2	1.0	0.4	0.6	328.0
1987-88	2.5	12.6	20.1	19.6	20.6	24.9	5.3	1.3	0.2	0.2	0.0	0.2	107.5
1988-89	0.9	27.3	33.1	28.0	22.0	21.8	4.7	2.2	0.9	1.6	0.2	0.4	143.1
1989-90	1.5	1.3	2.3	0.1	2.1	0.9	0.4	2.3	0.5	0.2	2.3	0.6	14.5
1990-91	1.6	24.3	54.6	61.7	51.2	43.7	48.6	52.2	3.0	2.8	1.1	0.2	345.0
1991-92	1.2	0.9	0.8	0.9	1.0	1.2	4.0	3.4	1.4	0.6	0.0	0.2	15.6
1992-93	1.2	1.1	1.6	1.5	13.8	21.5	2.4	3.3	1.6	0.2	0.0	0.1	48.3
Μέση τιμή	5.0	11.1	20.0	24.3	28.4	31.8	25.1	15.6	2.0	0.8	0.7	0.6	165.4
Τυπ. αποκλ.	8.1	13.5	17.1	19.4	16.4	18.1	21.8	20.5	1.8	0.8	0.9	0.6	112.6
Συντ. ασυμ.	2.27	1.11	0.58	0.52	-0.21	0.02	0.18	1.07	1.36	1.15	2.07	2.69	0.38
Αυτοσυσχ.	-0.069	0.663	0.652	0.881	0.822	0.817	0.866	0.752	0.436	0.548	0.023	-0.133	-0.106
min	0.4	0.6	0.2	0.1	1.0	0.6	0.4	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	10.2
max	28.2	44.8	54.6	61.7	56.5	69.3	60.2	55.2	6.4	2.8	3.8	2.8	390.1

1.16 Απορροή Αμπελιά-Ενπέας (mm)

ΥΔΡ.ΕΤ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1959-60											1.2	7.1	
1960-61	3.1	2.9	12.7	24.9	11.2	36.8	8.5	5.9	4.4	2.3	0.9	1.1	114.7
1961-62	7.6	2.8	8.1	4.4	4.6	6.2	4.5	2.4	0.8	0.4	0.0	22.9	64.8
1962-63	20.7	29.4	66.3	36.7	43.7	38.9	27.3	13.7	6.9	1.6	0.5	0.5	286.2
1963-64	4.9	2.5	6.3	35.7	34.9	33.0	15.1	11.9	8.2	4.3	1.9	5.5	164.2
1964-65	5.1	17.3	35.7	13.5	11.3	27.8	23.2	11.9	5.4	2.6	1.3	1.6	156.4
1965-66	2.1	3.8	4.7	18.2	13.4	13.8	7.8	7.2	2.2	0.6	0.2	1.4	75.2
1966-67	2.2	22.4	15.3	6.7	7.0	9.8	7.9	5.9	2.4	2.5	1.4	2.8	86.4
1967-68	2.6	6.7	16.3	38.3	20.5	27.6	13.6	6.5	5.7	1.3	1.2	3.4	143.7
1968-69	9.2	24.3	65.2	56.5	36.9	88.2	24.9	11.9	5.4	2.5	2.0	3.8	330.7
1969-70	2.6	3.2	8.2	7.3	5.3	22.8	10.4	11.1	3.6	1.7	0.0	1.0	77.1
1970-71	3.4	2.1	2.4	5.2	28.5	86.6	12.3	3.8	2.1	1.0	0.8	1.3	149.5
1971-72	4.1	2.9	3.8	9.2	9.7	11.2	7.9	9.2	2.7	2.5	1.7	2.9	67.8
1972-73	7.5	26.2	11.9	12.6	18.8	19.3	21.1	5.0	4.0	4.7	2.8	2.4	136.3
1973-74	2.6	17.0	16.1	18.1	13.2	15.3	19.2	5.8	6.8	0.9	0.6	0.4	116.0
1974-75	1.2	8.8	2.6	8.7	3.7	20.7	15.4	11.4	10.6	7.4	2.7	1.6	94.8
1975-76	2.6	3.0	14.3	15.9	50.7	24.0	21.9	8.6	6.2	3.7	1.3	1.8	154.0
1976-77	0.7	4.7	4.5	1.0	0.9	1.9	0.7	2.4	4.9	1.2	0.3	2.3	25.5
1977-78	3.8	0.9	13.8	40.6	45.4	22.9	18.7	8.6	4.7	0.2	0.0	2.9	162.5
1978-79	19.7	16.3	21.2	20.6	15.4	14.4	5.6	6.5	4.2	4.7	1.8	0.9	131.3
1979-80	3.1	19.9	16.1	23.5	16.0	23.2	20.6	7.1	5.4	1.8	0.0	0.0	136.7
1980-81	6.1	5.8	3.8	21.0	12.0	11.4	4.7	1.2	0.0	1.9	1.9	6.6	76.4
1981-82	0.5	25.8	18.7	12.9	13.4	55.4	28.3	29.7	32.7	5.5	6.6	3.7	233.2
1982-83	8.9	4.9	19.2	11.4	13.5	19.6	14.9	3.6	5.8	3.9	1.2	1.7	108.6
1983-84	0.2	4.9	53.4	21.1	17.7	22.9	26.3	25.9	4.6	6.4	1.2	4.4	189.0
1984-85	0.5	2.7	16.0	48.2	24.4	21.2	22.9	19.9	6.9	4.5	0.0	0.2	167.4
1985-86	1.8	15.9	23.6	19.1	15.3	18.3	14.8	8.8	4.6	3.7	1.4	0.8	128.1
1986-87	4.9	18.4	8.7	39.0	18.8	64.3	34.3	31.0	9.5	4.3	3.9	5.5	242.6
1987-88	6.0	18.4	16.8	22.5	16.4	26.2	19.9	5.6	5.9	0.3	0.0	1.1	139.1
1988-89	1.7	4.2	58.4	32.5	18.4	19.8	22.7	10.1	6.7	8.6	4.6	0.0	187.7
1989-90	5.3	6.5	11.9	14.3	9.8	11.4	6.0	5.5	4.3	1.7	3.4	2.2	82.3
1990-91	1.0	6.9	14.5	10.0	16.0	14.9	20.2	8.6	7.5	2.6	2.3	3.0	107.5
1991-92	0.5	7.7	4.8	2.2	4.8	4.7	9.7	6.8	7.2	11.3	3.3	0.0	63.0
1992-93	0.6	2.3	6.0	11.1	39.6	21.8	18.0	10.3	3.8	0.1	0.6	0.0	114.2
Μέση τιμή	4.4	10.3	18.2	20.1	18.5	25.9	16.0	9.8	5.9	3.1	1.6	2.8	136.8
Τυπ. αποκλ.	4.8	8.7	17.6	13.9	12.8	20.4	8.2	7.2	5.3	2.6	1.5	4.0	65.7
Συντ. ασυμ.	2.33	0.80	1.82	0.89	1.09	1.94	0.09	1.81	4.14	1.37	1.51	4.00	1.11
Αυτοσυσχ.	0.572	0.431	0.425	0.508	0.560	0.429	0.515	0.732	0.635	0.355	0.635	-0.043	-0.190
min	0.2	0.9	2.4	1.0	0.9	1.9	0.7	1.2	0.0	0.1	0.0	0.0	25.5
max	20.7	29.4	66.3	56.5	50.7	88.2	34.3	31.0	32.7	11.3	6.6	22.9	330.7

1.17 Απορροή Κάτω Ενυπέα (mm)

ΥΔΡ.ΕΤ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1972-73	9.4	1.7	0.5	17.5	19.4	24.4	6.5	1.0	0.3	3.4	2.9	6.5	93.5
1973-74	18.3	14.8	27.2	35.8	36.1	34.3	36.4	5.9	4.2	0.0	0.5	0.4	213.9
1974-75	1.4	4.8	1.1	0.2	6.1	2.8	4.5	2.1	7.0	3.1	4.6	0.0	37.7
1975-76	1.9	4.5	5.4	3.2	29.5	27.8	30.6	7.1	0.9	2.8	4.4	0.1	118.2
1976-77	2.1	3.3	1.4	0.8	1.0	2.2	1.9	1.0	1.8	0.9	0.1	2.7	19.2
1977-78	1.5	1.8	6.6	31.0	25.2	24.9	29.5	3.1	0.1	0.0	0.0	12.2	135.9
1978-79	4.7	2.5	32.4	36.2	37.8	33.4	32.1	8.5	1.4	1.0	2.2	0.9	193.1
1979-80	19.0	47.5	38.1	38.1	31.4	32.1	39.3	8.3	3.4	0.1	0.1	0.7	258.1
1980-81	40.1	26.9	22.2	52.8	37.2	32.2	4.1	1.7	0.1	0.1	0.8	1.9	220.1
1981-82	3.3	1.3	3.9	1.8	35.4	30.9	43.5	51.0	7.4	2.5	1.7	0.6	183.3
1982-83	3.8	5.9	16.0	15.0	17.6	22.7	5.1	1.7	7.1	2.5	0.2	0.6	98.2
1983-84	2.6	3.9	60.5	36.1	38.5	35.9	42.1	8.6	2.3	1.0	3.4	0.3	235.2
1984-85	0.1	6.2	2.5	14.2	3.2	19.4	7.9	2.5	0.9	1.5	0.0	0.0	58.4
1985-86	7.9	35.2	23.1	18.5	22.3	25.8	4.6	3.8	3.4	1.4	0.6	0.2	146.8
1986-87	6.6	3.4	4.4	21.1	20.5	54.1	50.2	41.2	2.8	0.2	0.1	0.1	204.7
1987-88	6.4	20.7	18.6	25.6	23.6	24.7	9.0	3.0	0.6	2.2	0.0	1.2	135.6
1988-89	0.8	19.9	16.6	2.5	2.1	6.3	3.3	6.6	4.7	2.5	2.0	0.0	67.3
1989-90	3.8	3.3	18.5	2.4	3.2	19.0	4.4	8.4	0.7	3.0	7.1	1.1	74.9
1990-91	3.4	25.1	57.1	41.6	34.4	32.6	42.3	46.0	2.7	4.1	0.2	0.7	290.2
1991-92	4.2	6.1	1.4	2.1	2.3	5.2	28.5	37.1	11.0	3.1	0.1	0.0	101.1
1992-93	6.6	4.0	3.5	35.6	26.9	24.7	4.4	8.5	2.9	0.0	0.0	0.0	117.1
Μέση τιμή	7.0	11.6	17.2	20.6	21.6	24.5	20.5	12.2	3.1	1.7	1.5	1.4	143.0
Τυπ. αποκλ.	9.1	12.9	17.8	16.4	13.6	12.5	17.3	16.1	2.9	1.3	2.0	2.9	75.5
Συντ. ασυμ.	2.78	1.54	1.27	0.21	-0.39	-0.12	0.33	1.67	1.24	0.08	1.53	3.18	0.26
Αυτοσυσχ.	0.071	0.526	0.474	0.620	0.745	0.761	0.653	0.664	0.448	0.303	0.437	-0.097	-0.096
min	0.1	1.3	0.5	0.2	1.0	2.2	1.9	1.0	0.1	0.0	0.0	0.0	19.2
max	40.1	47.5	60.5	52.8	38.5	54.1	50.2	51.0	11.0	4.1	7.1	12.2	290.2

1.18 Απορροή συμβολής Πηνειού-Ενιπέα (mm)

ΥΔΡ.ΕΤ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1972-73	9.8	0.5	1.1	20.6	21.0	33.0	34.7	1.0	0.6	3.8	1.1	5.2	132.4
1973-74	5.2	3.5	25.1	35.2	51.4	41.6	43.9	9.3	6.8	0.0	0.1	1.5	223.6
1974-75	2.7	5.3	1.9	2.2	22.8	25.0	2.5	2.8	4.6	0.7	2.0	0.3	72.8
1975-76	3.5	4.4	16.4	14.7	33.9	30.9	32.3	7.8	1.4	3.4	3.8	0.3	152.8
1976-77	2.0	3.9	2.0	1.8	0.7	1.3	1.6	1.3	1.6	0.2	0.3	2.1	18.8
1977-78	0.5	2.7	4.5	25.4	21.9	23.8	6.5	2.9	0.5	0.0	0.1	8.2	97.0
1978-79	4.5	2.0	16.8	23.8	22.2	23.7	8.1	7.8	0.7	1.8	1.1	0.7	113.2
1979-80	6.3	38.3	36.3	41.7	32.9	31.5	36.4	7.2	2.1	0.7	0.6	0.4	234.4
1980-81	8.1	12.7	19.4	47.0	34.1	30.1	7.1	1.0	0.6	1.5	1.7	3.3	166.6
1981-82	5.8	4.6	19.1	17.4	36.7	32.5	41.8	50.0	4.9	0.6	1.8	1.7	216.9
1982-83	6.5	20.1	19.3	18.1	17.3	21.5	1.3	1.5	4.6	7.5	0.6	0.3	118.6
1983-84	1.9	4.4	58.4	37.7	43.5	37.9	40.1	5.7	1.1	0.7	3.4	1.4	236.2
1984-85	0.4	4.0	2.8	13.4	1.5	18.1	3.6	1.2	0.1	0.8	0.0	0.1	46.0
1985-86	5.1	32.7	21.1	16.7	27.1	27.6	1.7	3.2	4.4	0.2	0.5	1.1	141.4
1986-87	3.6	4.1	2.4	15.9	20.3	41.2	43.9	10.5	1.8	0.0	1.4	0.3	145.4
1987-88	5.7	15.4	17.4	21.2	21.2	22.4	3.2	2.2	0.4	1.6	0.0	1.0	111.7
1988-89	1.1	23.6	29.9	23.3	19.0	22.4	2.9	2.5	1.9	2.1	0.9	0.3	129.9
1989-90	3.0	2.8	4.9	0.0	1.3	2.2	1.0	6.2	0.8	0.7	6.8	0.7	30.4
1990-91	2.6	15.9	52.0	37.7	31.6	31.2	38.4	41.6	0.5	1.5	1.2	0.5	254.7
1991-92	2.5	3.5	0.6	1.6	0.6	1.4	9.1	5.8	3.8	0.8	0.0	0.0	29.7
1992-93	3.1	4.1	2.2	19.2	18.3	23.0	2.3	9.3	0.7	0.2	0.0	0.3	82.7
Μέση τιμή	4.0	9.9	16.8	20.7	22.8	24.9	17.3	8.6	2.1	1.4	1.3	1.4	131.2
Τυπ. αποκλ.	2.5	10.7	16.6	13.4	13.9	11.6	17.7	12.8	1.9	1.7	1.6	2.0	71.8
Συντ. ασυμ.	0.62	1.58	1.20	0.25	-0.05	-0.88	0.55	2.73	1.07	2.47	2.18	2.53	0.17
Αυτοσυσχ.	0.147	0.221	0.458	0.710	0.738	0.860	0.718	0.532	0.173	0.034	0.042	-0.129	-0.314
min	0.4	0.5	0.6	0.0	0.6	1.3	1.0	1.0	0.1	0.0	0.0	0.0	18.8
max	9.8	38.3	58.4	47.0	51.4	41.6	43.9	50.0	6.8	7.5	6.8	8.2	254.7

1.19 Απορροή Φαρσαλιώτη (mm)

ΥΔΡ.ΕΤ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1972-73	8.4	3.7	0.6	16.0	18.2	22.6	25.5	4.0	0.4	2.7	3.0	4.3	109.4
1973-74	9.4	6.6	22.3	28.3	31.7	30.2	30.1	8.8	6.7	0.3	0.5	0.2	175.1
1974-75	1.9	4.9	0.9	1.3	8.0	15.6	6.1	6.8	11.1	2.5	3.8	0.6	63.5
1975-76	2.0	7.1	20.0	16.4	53.6	30.6	30.7	9.7	4.5	2.5	3.9	0.3	181.3
1976-77	2.5	4.0	2.0	1.0	1.8	1.7	2.5	1.2	2.1	0.7	0.1	2.9	22.5
1977-78	2.0	2.9	21.6	50.3	31.5	26.9	28.5	8.4	4.0	0.1	0.2	8.3	184.7
1978-79	9.2	4.7	23.1	23.8	28.3	23.3	23.9	11.2	3.7	2.7	1.7	0.9	156.5
1979-80	12.5	37.5	49.7	53.6	43.0	45.0	44.3	30.6	7.0	3.8	0.1	0.6	327.7
1980-81	29.2	22.7	22.6	68.1	37.8	27.8	25.4	5.4	3.7	0.4	1.6	3.6	248.3
1981-82	2.6	8.1	21.0	15.6	37.7	67.3	52.9	52.7	14.4	5.2	5.0	1.1	283.6
1982-83	8.2	13.7	14.1	13.1	15.4	19.2	6.2	4.0	5.6	2.5	0.3	1.3	103.6
1983-84	3.5	4.5	60.7	30.2	33.6	31.5	39.1	31.0	4.9	4.6	8.0	1.3	252.9
1984-85	0.3	6.2	6.8	24.2	19.0	20.8	24.8	6.1	1.2	1.1	0.0	0.0	110.5
1985-86	6.8	27.2	17.1	17.5	24.0	23.0	7.1	9.0	7.5	2.3	0.8	0.8	143.1
1986-87	12.8	20.0	17.0	33.3	23.7	77.6	53.3	35.8	6.9	3.8	0.6	1.5	286.3
1987-88	5.9	19.4	17.7	19.4	18.1	20.1	24.0	4.4	1.1	1.1	0.0	0.7	131.9
1988-89	1.9	20.0	28.4	19.1	16.5	18.6	8.8	8.9	7.1	3.3	1.4	0.5	134.5
1989-90	4.2	3.6	12.9	3.8	5.8	15.8	4.6	8.6	1.8	1.8	5.5	1.5	69.9
1990-91	2.8	23.8	58.5	54.1	36.1	33.8	41.5	36.3	6.3	7.5	0.8	1.1	302.6
1991-92	3.8	6.4	3.9	3.6	4.5	6.0	22.1	10.1	8.6	3.2	0.6	0.2	73.0
1992-93	4.6	3.3	5.2	18.4	21.6	22.0	8.1	10.6	6.6	0.3	0.1	0.1	100.9
Μέση τιμή	6.4	11.9	20.3	24.3	24.3	27.6	24.3	14.5	5.5	2.5	1.8	1.5	164.8
Τυπ. αποκλ.	6.3	9.9	17.2	18.5	13.6	17.6	15.8	13.9	3.4	1.9	2.2	1.9	87.8
Συντ. ασυμ.	2.51	1.12	1.25	0.93	0.19	1.61	0.31	1.57	0.75	0.90	1.49	2.56	0.43
Αυτοσυσχ.	0.037	0.452	0.481	0.631	0.664	0.570	0.834	0.803	0.579	0.437	0.346	-0.047	-0.170
min	0.3	2.9	0.6	1.0	1.8	1.7	2.5	1.2	0.4	0.1	0.0	0.0	22.5
max	29.2	37.5	60.7	68.1	53.6	77.6	53.3	52.7	14.4	7.5	8.0	8.3	327.7

1.20 Απορροή Πηνειού στη θέση Λάρισα (mm) (συμπληρωμένη από άθροισμα μετρήσεων στη θέση Αλκαζάρ και Γιάννουλη)

ΥΔΡ.ΕΤ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	5.7	5.8	6.9	27.7	30.9	69.7	20.6	13.2	9.5	6.6	4.2	6.5	207.1
1961-62	11.2	10.9	20.1	11.5	30.7	31.6	18.0	8.5	7.0	6.3	4.8	15.9	176.6
1962-63	26.4	68.0	173.7	143.7	209.2	131.3	62.8	46.3	17.7	12.5	6.9	5.0	903.5
1963-64	21.2	16.3	60.3	7.2	14.3	75.3	37.6	13.6	7.3	7.6	7.0	9.4	277.2
1964-65	22.0	36.0	43.4	42.9	38.1	46.9	30.8	20.5	11.6	11.9	10.8	9.8	324.6
1965-66	11.0	8.8	3.7	32.5	22.5	40.4	20.0	23.4	15.0	7.9	6.8	9.3	201.3
1966-67	16.8	39.1	72.9	51.6	32.1	9.7	27.0	23.4	16.2	9.4	5.7	9.5	313.5
1967-68	12.4			24.3	34.6	33.9	13.4	22.6	6.8	3.6	5.1	4.3	
1968-69	11.3	8.7		74.2	31.4	136.5	22.6	15.1	8.0	6.6	6.7	5.2	
1969-70	8.3	8.1	22.0	36.5	16.0	71.7	29.4	15.9	14.1	16.2	9.2	15.5	262.9
1970-71	17.8	20.9		35.7	23.5	102.8	40.2	12.6	9.4	6.1	5.7	6.9	281.7
1971-72	9.4	0.7	3.3	9.5	41.6	61.2	14.5			5.2	8.4	12.1	
1972-73	26.0	42.2	14.7	28.8	35.0	67.4	36.3	9.9	6.7	4.6	1.1	0.7	273.4
1973-74				32.0	88.1	109.0	79.7	20.1	13.2	3.9	2.0	1.2	
1974-75	1.6	7.6	6.0	15.7	24.7	13.3	5.7	9.5	10.8	3.8	2.1	0.0	100.7
1975-76	2.5	4.9	24.4	21.1	53.4	15.4	48.2	6.6	17.7	6.5	1.5	3.8	206.2
1976-77	9.1	16.7	52.1	18.3	7.7	5.1	3.7	0.9	0.3	2.0	2.4	1.4	119.7
1977-78	0.8	3.2	5.9		45.2	19.9	13.1	13.2	3.2	0.6	1.6	0.3	
1978-79	6.5	13.2	26.0	13.4	25.1	16.2	13.1	8.4	6.0	2.5	1.0	0.3	131.6
1979-80	3.9	4.9	45.3	56.0	38.4	117.2	31.1	20.1	10.8	1.1	0.8	5.4	334.8
1980-81	18.7		38.4	94.3	96.3	40.8	29.7	19.1	14.2		0.3	0.8	
1981-82	2.4	2.6	28.0	12.5	43.4	95.4	59.7	48.7	44.1	22.2	12.3	9.8	381.1
1982-83	7.0	20.0	43.2	9.6	0.1	17.0	3.3	3.2	4.7	2.0	1.3	2.8	114.3
1983-84	4.2	9.2	67.3	13.0			7.3	15.7	5.6	3.0	4.4	3.1	
1984-85	6.1	10.5	7.5	29.1	37.9	24.0	53.0	22.5	4.3	1.4	4.5	2.8	203.5
1985-86					33.9	56.3	11.2	7.7	5.1	7.7	7.0	6.0	134.9
1986-87		5.5	29.2	85.6	44.8		186.5	18.8	7.4	6.0			
1987-88		17.8	16.6	14.8	20.8	24.5	10.1	9.1	1.4	1.2	0.6	0.0	
1988-89			18.8	10.9	20.1	63.5	12.5	34.4	85.5	19.9	6.3	1.7	273.8
1989-90	8.3	0.2	11.8	5.1	3.9	0.2	26.2	0.8	18.3	0.0	0.0	0.0	74.8
1990-91			7.0	16.1		3.5	25.6	16.5	17.9	5.1	10.0	5.5	
1991-92	8.1	3.5			2.2	46.8	33.2	32.1	27.7	9.6	7.2	7.9	
1992-93	28.7	0.8		13.5	12.1	42.9	27.3	18.3	17.6	7.4	8.4	5.4	
Μέση τιμή	11.4	14.3	32.6	32.9	37.4	51.3	31.9	17.2	13.9	6.6	4.9	5.3	252.3
Τυπ. αποκλ.	8.1	15.6	35.2	31.0	38.2	38.8	33.1	11.2	15.6	5.3	3.4	4.4	172.2
Συντ. ασυμ.	0.76	2.05	2.77	2.09	3.33	0.72	3.44	1.20	3.54	1.43	0.29	0.78	2.83
Αυτοσυσχ.	0.739	0.645	0.750	0.668	0.788	0.454	0.520	0.300	0.587	0.730	0.732	0.698	-0.103
min	0.8	0.2	3.3	5.1	0.1	0.2	3.3	0.8	0.3	0.0	0.0	0.0	74.8
max	28.7	68.0	173.7	143.7	209.2	136.5	186.5	48.7	85.5	22.2	12.3	15.9	903.5

1.21 Απορροή Τιταρησίου (mm)

ΥΔΡ.ΕΤ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61							8.5	7.9	4.1	2.7	1.5	1.4	
1961-62	3.2	4.6	5.4	3.5	7.4	28.5	8.7	4.8	3.3	2.2	1.6	3.7	76.8
1962-63	7.0	50.1											
1963-64		15.0	40.0	22.3	9.0	62.9	13.4	20.9	21.1	4.4	3.1	8.9	
1964-65	4.9	12.9	14.1	26.4	19.8	41.6	36.5	12.8	6.6	5.0	2.5	2.0	185.1
1965-66	2.9	3.1	4.1	10.2	11.6	10.0	6.5	5.8	3.6	1.6	1.3	1.7	62.4
1966-67	2.5	15.1	27.8	10.9	2.0	1.6	0.6	14.5	3.1	14.0	3.5	9.2	104.7
1967-68	4.3	3.8	11.0	29.2	29.0	16.9	9.3	19.5	30.7	5.2	6.0	24.3	189.1
1968-69	23.6	29.9	29.0	59.1	37.9	115.0	25.6	12.5	8.2	4.2	3.5	6.0	354.4
1969-70	4.8	3.3	11.8	30.9	13.3	23.8	8.8	3.9	5.8	9.9	2.7	2.8	121.8
1970-71	2.8	2.9	3.7	4.8	11.2	32.9	8.9	5.7	3.4	2.6	2.2	1.9	83.0
1971-72	2.0	2.2	2.8	4.9	17.8	21.6	16.9	14.5	6.0	16.8	3.3	1.9	110.7
1972-73	15.8	3.5	2.5	4.1	16.5	69.9	34.8	9.4	6.3	5.8	6.8	14.3	189.7
1973-74	7.3	8.0	11.8	14.5	49.5	57.3	19.0	10.7	9.2	5.0	2.7	3.6	198.6
1974-75	3.7	5.8	5.0	4.9	5.4	7.0	4.4	3.4	6.5	4.5	4.2	3.3	58.0
1975-76	3.4	4.2	5.1	5.4	7.4	5.7	4.6	10.0	6.8	1.9	2.3	1.0	57.9
1976-77	3.2	2.8	7.4	3.2	2.7	2.9	1.6	1.1	0.6	1.2	0.3	0.5	27.6
1977-78	0.6	0.7	1.6	5.5	7.7	5.7	8.5	0.6	0.2	0.4	0.2	23.6	55.3
1978-79	0.3	0.4	1.8	2.3	2.1	2.8	17.4	13.9	4.6	1.7	2.4	1.7	51.4
1979-80	4.0	19.6	29.0	43.8	23.5	39.3	19.8	15.3	9.9	3.0	2.8	2.4	212.3
1980-81	4.9	4.6	11.5	12.9	17.3	21.1	17.6	7.1	4.9	1.9	3.0	5.1	112.0
1981-82	4.9	4.2	8.2	7.9	10.5	5.7	25.9	13.0	5.3	3.8	5.4	3.6	98.4
1982-83	7.4	8.8	5.5	9.1	7.5	11.1	7.4	11.3	4.7	5.2	2.9	7.9	88.9
1983-84	8.2	5.8	8.0	4.3	3.5	3.3	2.0	4.1	4.7	7.6	6.6	6.0	64.1
1984-85	3.5	7.9	12.4	11.8	8.1	6.7	5.5	5.2	0.7	0.2	0.1	0.3	62.4
1985-86	2.7	4.1	11.1	9.7	13.8	13.0	22.7	7.2	1.8	1.9	1.4	1.8	91.3
1986-87	2.9	4.3	8.4	7.6	14.6	32.2	22.7	13.5	14.3	2.0	4.0	1.7	128.2
1987-88	3.0	4.5	10.7	9.5	5.8	5.7	5.0	2.0	0.8	0.3	0.4	0.4	48.0
1988-89	1.6	1.5	4.5	6.0	3.8	4.4	3.2	1.9	1.9	0.5	0.4	0.3	30.0
1989-90	1.2	1.8	1.5	1.9	2.3	1.7	1.3	0.6	0.8	0.1	0.1	0.4	13.7
1990-91	0.4	0.5	17.5	5.7	3.2	7.8	17.7	24.3	7.4	2.7	1.5	1.3	89.9
1991-92	2.6	2.4	2.8	2.3	1.7	1.9	1.4	1.9	2.7	3.7	0.3	0.2	24.0
1992-93	0.9	1.1	1.3	2.1	1.7	3.8	3.3	2.2	2.4	0.1	0.0	0.1	19.0
1993-94	0.3	0.6	12.0	4.8	7.4	24.0	12.6	8.9	2.3	0.3	0.8	0.3	74.3
1994-95	0.5	1.2	1.4	20.2	12.3	4.9	5.4	3.2	1.1	0.8	0.3	0.6	51.8
1995-96	2.0	1.6	21.6	11.5	29.0	13.8	18.8	8.8	5.7	0.9	3.6	2.2	119.3
1996-97	4.8	3.8	7.2	7.4	4.9	6.2	6.4	4.7	1.8	0.1	1.7	0.4	49.4
1997-98	1.1	2.1	7.2	13.7	9.7	5.4	2.9	1.0	0.6	0.3	0.0	0.0	44.1
1998-99	1.0	1.3	53.6	32.3	19.0	27.8	29.0	6.2	3.0	1.1	2.5	1.5	178.5
1999-00	3.2	3.7	4.5	6.6	9.0	7.1	5.1	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	41.7
2000-01	0.9	1.0	1.1	1.6	1.6	1.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9
2001-02	0.0	0.3	0.4	2.9	1.3	3.1	5.3	2.3	1.0	0.0	1.1	1.9	19.6
2002-03	2.5	3.4	9.5	36.1	19.8	12.5	14.2	3.9	4.9	0.8	1.3	2.4	111.3
2003-04	2.6	2.6	2.5	13.0	6.3	10.4	15.1	6.1	1.3	1.0	0.5	0.6	61.8
2004-05	1.4	1.6	1.7	49.6	68.2	5.9	3.4	2.1	0.4	0.3	0.3	0.5	135.3
2005-06	1.2	1.1	2.6	6.8	8.4	16.8	10.0	5.8	1.8	1.4	1.1	4.3	61.3
2006-07	1.2	5.8	2.9	2.3	1.9	2.5	2.4	0.9	2.6	0.2	0.1	0.2	23.2
2007-08	1.0	3.0	4.1	3.6	3.5	3.7	3.3	1.9	0.4	0.0	0.0	0.0	24.5
2008-09	0.8	0.5	9.3	43.7	14.0	13.2	4.9	4.3	2.2	1.2	0.7	1.5	96.1
2009-10	4.5	11.4	7.2	5.8	10.6	9.6	8.1	5.9	4.3	2.5	0.7	2.8	73.4
2010-11	6.4	6.5	7.3	7.1	6.4	6.7	7.0	6.6	4.3	9.5	4.0	2.5	74.4
2011-12	6.0	2.4	9.5	21.9	32.1	15.3	6.2	9.1	6.8	1.8	0.4	2.4	113.8
2012-13	2.2	2.3	4.0	8.0									
Μέση τιμή	3.6	5.7	9.5	13.2	12.7	17.1	10.8	7.2	4.6	2.8	1.9	3.3	89.2
Τυπ. αποκλ.	3.9	8.3	10.3	13.6	12.9	21.3	9.0	5.6	5.3	3.5	1.8	5.0	65.0
Συντ. ασυμ.	3.28	3.76	2.45	1.75	2.37	2.69	1.16	1.06	3.09	2.24	1.00	3.06	1.75
Αυτοσυσχ.	0.557	0.528	0.516	0.497	0.690	0.460	0.639	0.540	0.724	0.307	0.596	0.489	0.310
min	0.0	0.3	0.4	1.6	1.3	1.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9
max	23.6	50.1	53.6	59.1	68.2	115.0	36.5	24.3	30.7	16.8	6.8	24.3	354.4

1.22 Βροχή Μεσοχώρα (mm)

ΥΔΡ.ΕΤ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	100.8	183.0	406.7	127.2	105.5	123.8	88.7	68.7	35.7	29.1	6.0	3.2	1278.4
1961-62	205.7	314.3	229.6	158.0	215.7	426.8	86.1	70.0	49.2	19.7	8.0	156.0	1939.1
1962-63	225.9	732.6	384.4	419.2	537.1	143.8	107.8	154.2	49.7	38.8	40.9	49.4	2883.8
1963-64	232.8	67.1	448.8	77.1	147.0	228.1	99.4	126.5	102.3	36.9	35.3	80.8	1682.1
1964-65	178.4	247.0	429.3	214.7	265.0	107.9	221.2	69.4	61.5	54.4	7.6	5.8	1862.2
1965-66	44.8	403.2	327.1	399.7	118.5	203.8	77.0	104.5	100.4	16.2	38.4	158.1	1991.7
1966-67	169.2	443.6	365.2	277.4	67.5	57.6	159.8	90.4	17.9	69.4	39.2	114.0	1871.2
1967-68	85.6	69.2	434.4	414.6	150.9	124.8	41.6	151.8	86.5	2.7	34.1	37.3	1633.5
1968-69	107.8	171.6	379.0	221.1	287.1	226.1	79.6	27.7	42.8	16.9	37.0	75.8	1672.5
1969-70	5.5	189.9	568.3	323.0	249.8	199.0	87.7	64.6	52.2	46.6	15.7	22.7	1825.0
1970-71	191.5	114.3	274.1	368.0	233.0	271.0	84.3	47.5	26.6	38.1	50.4	104.2	1803.0
1971-72	98.2	333.4	162.0	281.9	174.1	161.2	301.6	97.2	34.7	78.2	55.0	81.4	1858.9
1972-73	482.4	110.7	61.4	199.2	313.1	243.1	85.5	60.4	32.6	58.9	63.6	102.9	1813.8
1973-74	207.6	204.4	358.5	106.9	303.4	118.5	262.7	127.4	38.7	12.2	9.7	138.1	1888.1
1974-75	311.0	213.8	69.9	40.9	180.1	115.9	67.7	68.5	76.6	58.8	86.2	15.7	1305.1
1975-76	211.6	221.7	193.5	121.5	157.2	99.1	108.5	84.1	70.6	67.8	27.3	47.5	1410.4
1976-77	164.1	286.3	422.7	144.4	92.3	38.6	98.6	47.6	36.0	13.8	34.5	89.7	1468.6
1977-78	64.9	260.2	217.3	316.9	253.1	167.1	243.8	99.6	27.1	12.0	14.8	217.2	1894.0
1978-79	113.8	173.8	270.6	456.6	273.9	132.9	292.9	183.7	68.0	41.2	34.4	36.7	2078.5
1979-80	233.9	270.9	240.6	306.4	107.2	278.3	93.7	198.0	37.1	5.9	35.5	34.0	1841.5
1980-81	312.1	267.4	385.1	280.2	246.7	64.5	104.8	113.0	23.7	9.5	75.8	67.5	1950.3
1981-82	162.3	141.4	597.0	63.2	165.3	209.4	151.5	151.9	32.2	10.7	31.9	112.5	1829.3
1982-83	180.7	310.8	356.5	65.7	203.7	106.8	53.7	62.6	101.7	79.7	22.3	51.9	1596.1
1983-84	94.0	237.0	250.7	355.4	248.3	189.5	171.6	62.7	20.2	11.8	73.3	78.1	1792.6
1984-85	30.0	217.4	120.6	434.0	172.1	223.8	197.2	92.9	25.0	19.9	6.3	11.3	1550.5
1985-86	107.0	445.1	114.8	295.0	371.9	112.2	84.7	101.9	107.4	52.2	24.5	37.9	1854.6
1986-87	145.7	115.9	209.8	311.1	187.2	334.9	77.7	120.7	39.7	74.0	22.6	15.4	1654.7
1987-88	279.1	326.3	180.2	119.9	214.0	137.5	86.0	27.2	23.8	6.5	16.4	60.4	1477.3
1988-89	80.0	379.6	429.0	30.6	140.5	172.7	90.8	100.4	62.0	97.7	15.8	45.0	1644.1
1989-90	211.6	227.6	155.8	30.4	58.2	32.0	155.2	109.9	8.8	7.6	74.5	27.7	1099.3
1990-91	143.2	221.6	554.9	89.9	269.2	77.2	186.3	173.5	25.4	57.1	56.1	19.7	1874.1
1991-92	138.8	231.5	81.8	57.8	64.1	93.9	249.9	135.8	49.1	44.7	12.8	21.9	1182.1
1992-93	146.2	145.9	287.7	183.5	348.2	123.5	101.9	159.7	43.1	20.5	20.8	48.0	1629.0
1993-94	143.8	409.7	276.3	292.0	309.3	79.9	149.6	86.9	25.7	39.9	36.0	35.0	1884.1
Μέση τιμή	165.0	255.5	301.3	223.0	212.7	159.6	133.8	101.2	48.1	36.7	34.2	64.8	1735.9
Τυπ. αποκλ.	93.0	131.2	143.0	132.3	100.6	86.0	71.1	43.8	26.9	25.9	21.8	49.9	312.9
Συντ. ασυμ.	1.16	1.50	0.18	0.11	0.89	1.08	1.05	0.40	0.93	0.53	0.77	1.19	0.97
Αυτοσυσχ.	0.005	-0.065	-0.048	-0.066	0.333	0.058	-0.237	0.286	0.089	0.274	-0.020	-0.022	0.108
min	5.5	67.1	61.4	30.4	58.2	32.0	41.6	27.2	8.8	2.7	6.0	3.2	1099.3
max	482.4	732.6	597.0	456.6	537.1	426.8	301.6	198.0	107.4	97.7	86.2	217.2	2883.8

1.23 Βροχή Συκιά (mm)

ΥΔΡ.ΕΤ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	77.4	230.1	448.5	116.4	139.3	108.3	127.3	83.3	41.5	38.4	0.0	6.0	1416.5
1961-62	166.2	356.5	256.5	168.4	253.7	510.9	109.6	77.8	48.5	15.3	7.4	152.4	2123.2
1962-63	288.0	705.2	560.6	529.1	709.3	160.9	138.6	143.0	69.1	47.8	82.9	49.6	3484.1
1963-64	229.2	74.2	509.7	63.2	215.4	259.0	142.2	153.4	87.4	37.5	61.6	128.7	1961.5
1964-65	195.1	297.4	371.4	277.4	304.4	117.9	259.8	85.3	82.1	41.0	21.8	7.1	2060.7
1965-66	37.7	470.8	446.7	521.1	155.0	201.6	100.8	100.9	81.5	24.3	38.7	133.7	2312.8
1966-67	214.3	521.7	396.7	375.1	63.7	54.3	195.1	94.6	29.9	85.6	29.5	120.6	2181.1
1967-68	80.6	73.0	426.5	508.7	168.8	154.6	37.5	122.3	82.2	1.9	76.7	86.9	1819.7
1968-69	136.5	180.0	370.9	263.7	456.5	240.0	94.1	29.0	73.4	23.3	42.2	87.5	1997.1
1969-70	3.7	304.5	610.5	341.5	368.5	172.8	128.7	107.4	68.8	36.3	13.3	34.9	2190.9
1970-71	172.4	138.6	289.5	379.7	260.3	335.2	94.6	36.3	32.9	31.0	92.2	123.2	1985.9
1971-72	98.0	400.4	165.8	295.1	193.7	190.0	275.0	122.4	44.0	99.3	68.7	98.6	2051.0
1972-73	491.3	189.4	73.0	258.1	432.0	252.3	151.7	47.5	38.3	55.0	66.4	108.6	2163.6
1973-74	216.8	243.2	476.2	110.1	316.5	120.6	365.5	154.0	30.8	17.0	18.7	193.9	2263.3
1974-75	420.6	284.0	96.0	45.2	185.9	169.0	87.5	85.2	101.5	62.8	73.8	17.4	1628.9
1975-76	239.2	221.8	207.8	149.9	127.4	107.3	133.1	51.3	81.9	86.1	73.4	51.4	1530.6
1976-77	180.8	321.6	469.4	175.0	121.6	46.1	102.2	44.9	29.3	3.9	42.2	112.8	1649.8
1977-78	46.9	355.9	262.7	315.7	311.6	184.3	293.0	128.2	19.4	3.6	19.7	216.0	2157.0
1978-79	93.5	216.6	327.9	635.3	396.3	151.1	353.1	149.9	76.9	42.2	65.2	45.9	2553.9
1979-80	232.9	235.2	258.5	401.5	112.0	411.1	148.6	253.4	45.4	6.9	49.8	38.8	2194.1
1980-81	366.4	336.4	556.8	292.7	358.5	118.0	122.1	170.8	16.3	19.7	39.3	48.5	2445.5
1981-82	215.6	171.1	773.9	97.0	176.4	218.5	173.3	137.5	67.4	12.8	21.1	80.8	2145.4
1982-83	169.0	311.0	413.4	94.3	148.8	125.3	59.5	71.8	116.3	69.4	43.8	50.8	1673.4
1983-84	86.9	286.9	210.3	393.6	229.4	212.7	173.8	81.4	11.3	20.6	69.2	113.1	1889.2
1984-85	14.0	206.6	126.9	502.2	160.0	294.8	140.1	110.3	23.5	17.6	20.7	5.5	1622.2
1985-86	103.0	485.9	125.2	344.2	469.8	130.3	125.2	91.4	69.9	51.0	34.2	59.6	2089.7
1986-87	138.1	143.8	257.5	406.3	195.7	335.1	79.0	118.2	44.7	78.0	41.5	27.4	1865.3
1987-88	288.6	377.2	231.9	128.3	282.0	167.6	116.5	47.3	27.3	11.4	35.1	81.5	1794.7
1988-89	68.2	462.1	301.6	55.1	185.2	162.6	126.8	110.5	66.8	85.7	34.3	63.3	1722.2
1989-90	230.4	248.7	201.8	49.6	77.5	53.5	197.0	123.8	24.2	9.9	66.3	44.6	1327.3
1990-91	154.3	228.4	648.4	110.9	267.4	94.7	153.7	177.6	31.2	67.6	58.6	18.1	2010.9
1991-92	157.6	286.4	87.0	74.5	75.0	140.4	273.0	152.0	58.8	55.0	38.0	38.4	1436.1
1992-93	174.3	218.6	325.9	226.0	262.5	154.7	133.7	152.0	51.3	28.3	40.6	66.9	1834.8
1993-94	159.5	388.7	291.5	361.1	356.0	122.8	172.5	99.3	44.0	41.9	45.0	52.4	2134.7
Μέση τιμή	174.9	293.3	340.5	266.6	251.1	184.7	158.4	109.2	53.5	39.1	45.1	75.4	1991.7
Τυπ. αποκλ.	108.9	132.5	171.7	164.0	137.0	100.6	78.2	47.4	26.3	27.4	23.0	51.7	395.1
Συντ. ασυμ.	0.96	0.93	0.50	0.37	1.24	1.42	1.22	0.61	0.40	0.57	0.10	0.89	1.42
Αυτοσυσχ.	0.081	-0.017	-0.004	-0.029	0.351	0.039	-0.225	0.341	-0.090	0.304	0.211	-0.056	0.200
min	3.7	73.0	73.0	45.2	63.7	46.1	37.5	29.0	11.3	1.9	0.0	5.5	1327.3
max	491.3	705.2	773.9	635.3	709.3	510.9	365.5	253.4	116.3	99.3	92.2	216.0	3484.1

1.24 Βροχή Κρεμαστά (mm)

ΥΔΡ.ΕΤ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	92.4	71.1	312.0	48.2	71.4	41.6	45.5	91.0	30.1	28.2	6.9	0.0	838.4
1961-62	84.6	313.8	148.8	59.3	150.7	272.0	53.7	39.7	13.2	15.5	24.5	120.8	1296.6
1962-63	224.8	650.0	326.0	251.6	315.0	147.5	105.0	123.0	70.0	25.0	85.0	49.0	2371.9
1963-64	135.5	36.4	248.5	16.5	19.2	139.2	61.0	183.1	86.5	12.7	4.9	16.2	959.7
1964-65	94.5	128.8	260.3	120.8	198.6	47.8	156.4	77.9	27.5	0.0	0.0	0.0	1112.6
1965-66	22.3	444.1	423.3	495.4	59.3	111.3	65.9	83.4	67.8	5.6	37.7	8.3	1824.4
1966-67	110.3	397.2	239.1	221.4	42.5	23.0	100.7	113.4	22.8	13.0	16.0	59.3	1358.7
1967-68	21.7	63.6	293.4	358.1	89.5	77.3	18.5	60.1	101.0	0.0	43.1	23.5	1149.8
1968-69	56.5	120.8	284.2	104.1	251.5	172.7	44.6	43.9	39.9	112.0	2.9	54.5	1287.6
1969-70	1.5	326.6	525.4	226.7	164.3	143.7	43.8	41.9	4.2	51.0	13.0	25.5	1567.6
1970-71	195.7	125.8	124.8	114.8	228.5	315.6	61.0	105.4	12.8	44.1	13.6	108.4	1450.5
1971-72	57.9	241.0	124.0	75.0	158.9	117.9	114.2	59.9	0.0	135.9	49.0	30.7	1164.4
1972-73	293.0	45.1	32.0	150.2	275.9	196.1	77.6	6.5	27.9	33.1	18.7	39.8	1195.9
1973-74	119.3	110.0	313.8	69.1	173.0	102.5	262.2	103.8	1.4	14.2	16.1	203.6	1489.0
1974-75	193.4	139.6	91.7	53.7	81.5	118.2	26.4	55.9	80.0	11.9	29.9	18.3	900.5
1975-76	179.0	148.9	141.8	132.0	73.0	70.7	102.6	16.0	62.6	67.3	25.3	3.5	1022.7
1976-77	186.2	282.1	184.0	100.0	142.4	51.1	48.4	20.7	10.5	0.0	28.9	108.2	1162.5
1977-78	10.4	200.0	171.9	250.0	217.4	112.5	250.0	98.0	21.8	0.0	0.0	150.8	1482.8
1978-79	101.9	183.0	143.7	455.7	286.2	96.7	180.6	96.1	60.1	15.4	9.8	33.2	1662.4
1979-80	122.8	234.6	187.3	297.2	50.3	189.8	94.6	119.1	30.4	34.7	35.0	69.5	1465.3
1980-81	162.7	265.2	298.1	189.2	184.4	87.1	97.2	62.8	48.1	11.3	26.7	36.0	1468.8
1981-82	220.4	171.2	398.1	19.8	166.9	106.9	111.1	48.3	6.2	0.0	0.0	55.6	1304.5
1982-83	139.4	169.5	271.2	57.5	166.4	67.5	17.4	69.3	83.9	24.3	11.8	55.0	1133.2
1983-84	56.2	195.1	149.3	184.5	151.7	97.0	152.8	80.1	13.4	0.0	48.3	96.0	1224.4
1984-85	3.6	208.0	43.7	220.3	94.8	164.5	70.1	39.5	18.7	1.6	1.7	5.6	872.1
1985-86	47.1	424.7	38.0	257.0	265.8	86.0	94.5	61.8	40.3	65.6	0.0	16.5	1397.3
1986-87	53.6	58.2	107.8	127.0	146.7	238.4	95.4	70.0	81.8	15.5	1.8	3.7	999.9
1987-88	174.9	323.7	205.3	79.2	158.8	96.0	75.3	4.4	15.1	0.0	0.0	11.5	1144.2
1988-89	82.5	313.0	144.0	0.0	73.6	24.2	130.7	75.2	62.6	45.6	37.4	70.1	1058.9
1989-90	118.5	147.5	113.1	3.1	31.5	3.4	79.7	40.6	13.7	1.8	48.4	25.0	626.3
1990-91	72.8	123.5	361.4	35.3	103.4	75.2	114.9	169.0	25.7	37.1	5.6	15.9	1139.8
1991-92	31.5	258.4	38.6	0.0	33.5	91.5	115.4	56.1	27.2	22.8	0.0	86.4	761.4
1992-93	107.7	216.6	210.5	149.3	144.6	115.2	95.8	72.7	37.0	23.1	20.2	50.1	1242.8
1993-94	108.7	215.9	209.9	148.5	144.2	114.8	95.7	72.9	37.7	23.2	20.7	49.6	1241.8
Μέση τιμή	108.3	216.3	210.7	149.1	144.6	115.1	95.8	72.4	37.7	26.2	20.1	50.0	1246.4
Τυπ. αποκλ.	71.0	130.9	117.7	123.6	79.0	68.4	55.6	40.2	28.0	31.1	19.5	46.6	326.9
Συντ. ασυμ.	0.54	1.24	0.58	1.14	0.34	1.09	1.37	0.78	0.66	2.07	1.27	1.49	1.11
Αυτοσυσχ.	0.062	-0.046	0.159	0.163	0.247	0.331	-0.162	0.273	0.215	-0.104	0.068	0.052	0.062
min	1.5	36.4	32.0	0.0	19.2	3.4	17.4	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	626.3
max	293.0	650.0	525.4	495.4	315.0	315.6	262.2	183.1	101.0	135.9	85.0	203.6	2371.9

1.25 Βροχή Καστράκι (mm)

ΥΔΡ.ΕΤ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	76.9	60.4	447.1	56.6	84.6	41.2	38.3	45.8	42.4	22.2	0.0	0.0	915.5
1961-62	70.4	266.2	213.2	69.6	178.4	269.1	45.2	20.0	18.6	12.2	0.0	99.4	1262.3
1962-63	206.2	519.9	279.4	254.1	377.9	101.2	103.6	100.6	58.8	11.2	54.4	64.1	2131.4
1963-64	176.4	63.8	145.8	28.8	157.8	127.0	31.6	68.2	125.2	21.6	44.2	35.0	1025.4
1964-65	65.0	144.5	165.4	114.6	146.0	55.0	124.4	97.2	3.0	40.8	8.8	0.0	964.7
1965-66	22.4	325.6	257.4	290.8	54.7	61.4	4.2	27.4	76.4	0.0	29.6	20.6	1170.5
1966-67	100.2	336.0	219.6	167.0	35.6	13.8	36.6	98.6	8.4	27.2	17.2	59.4	1119.6
1967-68	11.4	71.6	235.6	228.2	66.7	74.2	7.2	69.2	56.7	0.0	23.6	21.3	865.7
1968-69	64.1	118.2	228.8	100.1	209.8	150.1	41.8	31.4	37.2	20.4	0.0	113.8	1115.7
1969-70	0.0	168.9	465.6	156.1	110.3	95.4	33.2	20.7	12.4	4.1	0.0	37.3	1104.0
1970-71	195.0	153.5	120.3	121.3	247.9	326.4	33.5	50.2	0.0	16.6	25.1	54.4	1344.2
1971-72	66.4	162.5	134.5	100.8	209.2	109.2	125.5	91.7	12.5	124.5	33.2	66.7	1236.7
1972-73	188.3	16.8	29.4	142.3	221.8	200.8	54.2	4.1	95.4	4.1	53.9	74.7	1085.8
1973-74	107.9	74.7	241.7	83.7	129.7	88.2	146.4	33.5	4.1	4.1	4.1	166.0	1084.1
1974-75	141.7	175.7	79.5	58.8	109.2	87.5	16.6	62.2	58.1	4.1	49.8	58.1	901.3
1975-76	170.1	157.7	162.5	95.8	88.2	54.4	112.0	41.5	99.6	70.5	12.4	8.3	1073.0
1976-77	219.9	350.0	125.5	92.1	113.0	37.7	50.0	8.3	0.0	4.2	41.5	33.2	1075.4
1977-78	12.5	175.0	133.9	171.5	155.5	80.2	196.7	20.8	20.7	0.0	0.0	100.0	1066.8
1978-79	71.1	159.7	147.1	268.9	185.7	101.3	117.6	100.8	20.9	0.0	8.5	4.2	1185.8
1979-80	121.3	273.1	159.0	210.1	50.6	117.6	67.2	75.0	20.7	0.0	21.0	12.7	1128.3
1980-81	101.3	260.5	221.8	151.3	100.4	50.2	75.3	66.7	4.1	20.8	75.0	16.6	1144.0
1981-82	232.4	146.4	313.8	25.1	159.0	125.5	92.4	37.7	25.0	0.0	4.2	16.9	1178.4
1982-83	134.5	145.8	300.0	45.8	142.3	66.9	37.5	25.0	62.2	41.8	29.3	16.7	1047.8
1983-84	79.5	242.7	225.0	195.0	174.3	95.4	136.9	24.8	0.0	0.0	29.2	49.6	1252.4
1984-85	16.5	210.7	45.5	265.6	62.5	154.2	70.5	33.1	8.3	4.1	0.0	21.1	892.1
1985-86	50.2	437.5	50.0	258.3	254.2	83.3	49.8	74.7	29.0	45.6	0.0	4.1	1336.7
1986-87	62.2	62.5	120.8	175.7	159.0	232.4	66.4	33.2	79.2	0.0	8.4	12.5	1012.3
1987-88	166.0	337.5	125.0	103.7	124.5	87.1	70.5	0.0	4.1	0.0	4.2	8.3	1030.9
1988-89	62.2	253.1	187.5	0.0	41.7	45.6	166.0	120.8	79.2	25.0	12.5	49.8	1043.4
1989-90	161.8	195.0	124.5	0.0	58.3	4.1	120.3	20.8	4.2	29.0	99.6	16.7	834.3
1990-91	107.9	157.0	487.6	152.9	177.7	62.5	120.8	79.5	4.2	20.7	16.6	24.9	1412.3
1991-92	37.3	236.5	53.9	37.3	33.2	78.8	91.3	41.5	20.7	16.6	0.0	66.4	713.5
1992-93	103.7	207.5	186.7	132.8	136.4	103.3	78.8	49.8	33.1	16.5	24.9	41.5	1115.0
1993-94	103.7	207.5	187.5	133.9	137.5	103.7	79.2	49.8	33.2	16.7	20.9	41.5	1115.1
Μέση τιμή	103.1	202.2	194.7	132.0	138.0	102.5	77.7	50.7	34.0	18.4	22.1	41.6	1117.2
Τυπ. αποκλ.	64.2	110.5	111.7	80.7	74.0	68.4	46.7	31.5	33.5	24.9	23.6	37.1	233.2
Συντ. ασυμ.	0.35	0.85	1.09	0.30	0.98	1.64	0.57	0.46	1.06	2.74	1.48	1.46	2.43
Αυτοσυσχ.	0.071	0.084	-0.102	-0.047	0.223	0.462	-0.235	0.203	0.061	0.048	0.088	-0.110	-0.118
min	0.0	16.8	29.4	0.0	33.2	4.1	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	713.5
max	232.4	519.9	487.6	290.8	377.9	326.4	196.7	120.8	125.2	124.5	99.6	166.0	2131.4

1.26 Βροχή Μουζάκι (mm)

ΥΔΡ.ΕΤ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	53.0	138.8	291.2	85.6	76.6	104.2	73.6	44.0	26.9	15.6	2.4	7.9	919.8
1961-62	211.9	208.3	171.7	101.4	161.6	360.5	74.8	41.3	38.5	4.7	3.2	206.5	1584.4
1962-63	251.7	357.4	402.5	350.8	574.9	165.3	76.6	140.1	23.5	5.6	75.1	30.6	2454.1
1963-64	257.6	63.0	356.3	117.0	83.3	208.1	104.8	108.1	61.9	17.7	45.9	63.2	1486.9
1964-65	139.2	150.4	295.4	236.1	233.9	122.2	257.9	141.3	94.1	32.4	11.3	0.0	1714.2
1965-66	66.6	375.4	259.8	342.5	126.8	165.0	159.3	138.9	100.4	17.6	14.7	115.2	1882.2
1966-67	162.7	481.1	243.0	191.1	88.8	97.2	178.3	80.1	25.9	115.6	15.3	113.3	1792.4
1967-68	65.8	83.3	225.2	403.8	118.6	112.7	39.5	124.0	57.7	1.7	42.6	42.3	1317.2
1968-69	140.9	148.9	292.2	226.1	216.0	160.4	37.5	22.9	45.1	15.1	23.3	73.2	1401.6
1969-70	7.5	199.0	385.6	150.9	162.3	110.6	51.3	76.5	47.7	14.8	10.3	25.9	1242.4
1970-71	174.1	93.1	213.9	301.5	181.7	278.6	43.3	33.6	15.7	16.7	62.8	74.2	1489.2
1971-72	74.5	259.1	114.0	208.5	137.9	138.5	279.1	65.7	15.6	73.6	42.3	57.4	1466.2
1972-73	285.0	137.0	57.2	200.8	221.9	209.8	76.2	58.6	24.8	13.5	62.1	62.8	1409.7
1973-74	227.2	159.3	272.0	78.8	312.3	111.8	264.4	97.6	31.6	4.0	16.3	155.7	1731.0
1974-75	342.3	229.8	60.4	50.5	193.9	102.7	119.1	88.2	73.6	44.2	63.2	17.1	1385.0
1975-76	158.6	156.8	169.2	120.4	196.0	108.8	140.0	37.8	36.0	43.2	41.1	40.7	1248.6
1976-77	157.4	174.6	308.4	89.7	70.8	34.8	106.6	30.4	15.4	0.6	32.0	105.6	1126.3
1977-78	37.3	210.4	250.0	225.8	163.9	126.4	162.8	63.0	27.2	11.3	3.8	162.9	1444.8
1978-79	84.2	111.3	232.8	308.6	247.6	74.0	179.7	169.1	34.9	69.6	21.3	29.4	1562.5
1979-80	269.1	150.8	267.8	221.5	135.0	284.3	117.1	155.6	32.8	0.1	16.2	26.6	1676.9
1980-81	368.5	189.3	312.1	340.8	209.9	55.2	92.3	98.4	16.2	22.6	27.8	50.9	1784.0
1981-82	147.1	129.8	392.4	63.8	203.3	240.6	131.5	131.3	64.0	6.5	23.1	75.1	1608.5
1982-83	126.8	230.4	279.9	52.4	123.2	65.3	31.0	40.1	81.8	68.6	25.0	26.3	1150.8
1983-84	91.2	218.9	265.6	187.6	255.5	167.2	209.3	60.3	18.2	19.8	48.0	49.6	1591.2
1984-85	4.0	153.2	148.7	488.2	91.9	169.3	179.5	88.1	14.2	18.4	6.8	4.3	1366.6
1985-86	158.7	305.0	176.2	189.3	285.7	129.3	94.7	86.7	89.0	16.2	26.4	55.8	1613.0
1986-87	206.9	130.9	212.5	344.2	171.0	191.7	113.9	74.3	35.5	14.1	36.2	14.0	1545.2
1987-88	210.4	251.6	195.7	119.6	85.7	133.0	91.8	59.7	31.5	9.3	16.2	42.2	1246.7
1988-89	106.9	220.3	273.8	90.9	64.8	70.9	116.3	85.4	38.8	77.5	17.8	27.1	1190.5
1989-90	63.2	133.3	155.6	55.8	89.8	62.6	103.0	114.6	22.5	11.0	49.4	60.0	920.8
1990-91	80.3	207.5	453.8	161.1	170.6	134.5	167.7	106.7	31.0	19.7	54.6	20.2	1607.7
1991-92	157.1	232.3	132.2	91.3	50.4	151.8	178.1	98.8	42.1	25.0	16.2	37.1	1212.4
1992-93	220.6	199.3	245.6	163.3	190.0	121.1	98.4	110.5	35.1	14.5	23.2	47.7	1469.3
1993-94	132.8	226.6	220.8	239.1	263.6	102.8	125.3	72.7	29.2	27.3	30.2	29.3	1499.7
Μέση τιμή	154.2	197.5	245.1	194.1	175.3	143.3	125.7	86.6	40.5	25.5	29.6	57.4	1474.8
Τυπ. αποκλ.	90.1	85.9	92.0	112.3	98.3	70.3	64.0	38.3	23.8	26.4	19.3	47.2	290.4
Συντ. ασυμ.	0.47	1.36	0.07	0.74	2.05	1.21	0.75	0.28	1.20	1.86	0.64	1.55	0.81
Αυτοσυσχ.	0.022	0.001	-0.003	-0.006	0.259	0.088	-0.121	0.298	0.296	0.040	-0.061	-0.241	0.173
min	4.0	63.0	57.2	50.5	50.4	34.8	31.0	22.9	14.2	0.1	2.4	0.0	919.8
max	368.5	481.1	453.8	488.2	574.9	360.5	279.1	169.1	100.4	115.6	75.1	206.5	2454.1

1.27 Βροχή Πύλη (mm)

ΥΔΡ.ΕΤ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	60.6	158.2	357.4	130.7	85.7	133.0	81.4	53.4	36.7	32.8	1.8	9.5	1141.2
1961-62	316.8	277.2	198.5	134.9	213.0	255.0	66.8	70.8	55.4	6.1	5.0	209.0	1808.5
1962-63	221.8	484.5	362.9	329.4	532.5	134.1	99.0	157.0	30.1	10.8	40.4	43.9	2446.4
1963-64	298.9	69.0	472.3	112.6	74.0	279.4	98.6	128.9	96.4	22.6	32.8	48.1	1733.6
1964-65	151.4	201.9	378.2	208.4	202.5	117.9	252.8	126.9	79.7	53.7	9.6	1.2	1784.2
1965-66	102.8	405.9	278.8	268.8	119.9	245.9	115.8	142.1	98.4	6.4	31.1	153.8	1969.7
1966-67	187.4	421.7	325.0	212.8	102.2	81.2	226.0	86.0	16.7	79.4	29.4	131.0	1898.8
1967-68	115.6	80.8	366.6	378.0	156.0	136.8	41.5	149.1	63.1	1.2	45.4	20.6	1554.7
1968-69	138.2	162.3	360.9	248.0	200.2	228.0	76.5	20.2	46.7	22.1	27.4	87.5	1618.0
1969-70	15.2	175.1	525.7	254.6	194.9	193.4	79.5	73.3	39.9	28.4	14.0	18.3	1612.3
1970-71	231.7	92.7	261.1	382.2	243.8	216.1	82.0	34.5	12.2	18.7	87.3	90.5	1752.8
1971-72	77.6	347.6	177.6	272.1	164.9	174.4	342.1	87.7	25.0	96.8	39.6	34.0	1839.4
1972-73	392.5	129.5	80.0	201.4	252.9	269.4	76.3	73.9	20.6	26.1	62.9	54.7	1640.2
1973-74	249.2	173.1	333.0	105.3	340.0	158.8	297.2	101.2	26.9	5.9	6.8	165.3	1962.7
1974-75	323.8	235.6	52.0	41.4	238.3	45.1	102.9	79.1	64.1	36.7	126.6	27.6	1373.2
1975-76	164.6	235.4	175.3	113.5	259.1	128.3	142.9	79.0	33.9	52.4	23.0	36.6	1444.0
1976-77	179.8	225.2	420.7	111.3	56.4	38.7	99.3	30.8	24.0	8.9	23.8	97.6	1316.5
1977-78	68.2	214.0	234.1	321.2	203.7	137.9	197.2	79.4	19.5	12.1	5.0	192.1	1684.4
1978-79	116.5	106.0	262.1	344.9	328.7	129.6	256.9	207.4	32.5	66.5	29.0	29.6	1909.7
1979-80	331.9	274.6	353.1	250.6	134.6	281.7	96.7	136.5	26.4	1.6	22.9	27.2	1937.8
1980-81	343.1	209.5	351.4	346.4	264.5	73.0	119.3	148.9	21.5	4.4	67.9	92.7	2042.6
1981-82	164.2	141.9	494.9	74.8	222.5	345.8	171.4	190.2	85.4	14.8	28.6	87.6	2022.1
1982-83	158.7	268.9	336.0	62.2	146.2	84.9	56.6	42.2	103.6	78.0	29.3	41.2	1407.8
1983-84	130.1	212.1	239.8	211.8	271.8	198.4	249.1	69.9	21.5	13.0	88.3	44.9	1750.7
1984-85	51.7	191.3	172.9	369.3	107.7	184.2	238.4	104.9	20.2	23.7	5.2	9.1	1478.6
1985-86	200.5	340.8	256.7	186.6	309.8	141.0	73.4	122.8	107.4	38.8	24.9	44.2	1846.9
1986-87	225.8	168.4	221.3	361.0	220.4	270.6	126.3	91.7	34.9	18.1	26.4	10.6	1775.5
1987-88	240.6	281.3	207.8	189.8	121.1	126.3	89.8	65.7	28.0	10.1	13.3	37.4	1411.2
1988-89	178.6	292.2	271.6	79.1	124.2	187.5	102.5	124.9	46.0	60.5	11.5	30.0	1508.6
1989-90	134.3	179.0	171.7	58.3	96.9	57.1	118.5	145.4	17.3	10.7	54.3	31.6	1075.1
1990-91	97.8	249.6	439.6	161.5	215.6	122.5	243.8	135.8	27.7	20.8	76.5	47.8	1839.0
1991-92	150.2	205.0	128.4	83.1	86.7	122.2	239.1	149.3	53.8	26.1	9.0	23.3	1276.2
1992-93	185.4	163.2	274.0	168.3	222.7	122.8	102.1	170.3	38.7	11.6	17.9	47.6	1524.6
1993-94	160.9	305.3	241.7	280.5	307.4	81.9	163.6	86.7	25.4	33.3	35.7	25.7	1748.1
Μέση τιμή	181.4	225.8	287.7	207.5	200.6	161.9	144.9	104.9	43.5	28.0	33.9	60.3	1680.4
Τυπ. αποκλ.	91.3	96.5	113.2	105.6	97.1	76.2	79.0	46.3	27.7	24.5	28.3	53.5	284.3
Συντ. ασυμ.	0.50	0.76	0.08	0.16	1.13	0.49	0.88	0.19	1.15	1.28	1.51	1.47	0.06
Αυτοσυσχ.	-0.139	-0.018	-0.110	0.030	0.301	-0.008	-0.104	0.228	0.199	0.120	-0.059	-0.128	0.145
min	15.2	69.0	52.0	41.4	56.4	38.7	41.5	20.2	12.2	1.2	1.8	1.2	1075.1
max	392.5	484.5	525.7	382.2	532.5	345.8	342.1	207.4	107.4	96.8	126.6	209.0	2446.4

1.28 Βροχή Πλαστήρα (mm)

ΥΔΡ.ΕΤ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	60.6	150.3	241.0	144.5	74.5	116.1	107.2	47.5	24.6	40.8	27.0	19.0	1053.1
1961-62	200.8	141.0	146.7	93.9	125.9	131.7	73.3	53.9	27.5	12.7	4.5	136.8	1148.7
1962-63	271.5	264.2	218.5	230.9	199.7	110.8	113.8	88.6	37.2	18.1	41.2	17.1	1611.6
1963-64	246.0	111.0	165.3	86.6	82.2	168.5	71.1	101.8	46.8	20.9	13.1	97.4	1210.7
1964-65	68.2	181.9	194.7	107.1	105.1	111.9	125.0	85.4	66.3	13.2	6.3	16.6	1081.6
1965-66	78.7	140.1	134.0	98.6	69.7	97.8	95.9	45.4	62.0	14.2	17.9	46.7	900.9
1966-67	107.8	167.2	167.2	53.9	74.1	65.5	91.9	62.1	13.2	47.4	17.6	44.8	912.6
1967-68	54.0	82.5	120.1	55.4	77.4	72.3	75.1	62.2	66.2	11.1	7.4	63.7	747.4
1968-69	163.6	139.3	237.5	81.6	138.3	143.5	65.3	45.0	19.3	17.2	21.8	69.5	1141.9
1969-70	30.3	94.1	180.8	114.4	111.0	89.4	67.3	72.7	42.2	40.0	8.1	16.6	866.7
1970-71	27.4	81.0	154.5	73.6	161.3	198.2	72.2	43.1	27.8	12.8	10.8	48.2	911.0
1971-72	91.0	189.0	98.0	134.0	101.0	100.0	214.0	73.0	20.0	45.0	39.0	42.0	1146.0
1972-73	226.0	30.0	50.0	97.3	154.6	153.8	17.7	42.7	26.3	29.4	22.9	41.5	892.2
1973-74	268.4	103.5	182.4	70.9	270.2	149.1	240.9	70.9	61.7	2.0	2.0	75.0	1497.0
1974-75	207.6	196.4	48.0	18.1	123.3	84.0	99.5	64.8	129.2	8.0	40.6	0.0	1019.5
1975-76	92.5	212.1	161.6	124.0	175.9	123.7	156.8	47.8	25.9	17.0	25.0	14.0	1176.3
1976-77	139.6	172.2	303.8	45.8	53.5	16.1	54.5	24.4	31.0	0.0	7.0	94.9	942.8
1977-78	47.1	199.8	189.9	114.2	177.0	75.3	142.4	29.0	23.0	0.0	6.0	142.0	1145.7
1978-79	115.6	104.4	240.9	193.4	224.9	60.5	185.5	160.3	17.0	15.0	11.0	35.0	1363.5
1979-80	365.4	170.8	202.9	174.1	50.9	94.6	85.0	68.0	35.0	0.0	6.0	34.9	1287.6
1980-81	346.6	110.7	292.0	115.5	161.7	43.7	110.4	84.6	3.5	9.0	39.5	107.0	1424.2
1981-82	108.9	47.9	243.7	42.9	176.0	182.0	126.0	157.0	7.0	13.0	14.5	68.0	1186.9
1982-83	102.8	184.1	177.0	59.9	111.1	62.7	47.0	19.4	123.8	80.0	14.5	26.0	1008.3
1983-84	69.0	173.0	143.3	158.0	145.8	128.2	244.0	61.2	11.0	17.5	102.5	51.5	1305.0
1984-85	9.0	182.0	127.6	301.0	95.7	202.7	173.0	82.0	9.0	15.0	0.0	4.0	1201.0
1985-86	37.0	339.4	138.9	116.5	115.7	88.6	78.0	75.0	70.0	46.0	42.0	31.0	1178.1
1986-87	241.0	59.0	131.7	251.6	79.2	184.0	105.6	81.0	34.5	0.0	65.0	0.0	1232.6
1987-88	198.0	208.3	176.0	131.0	98.0	78.0	46.0	44.0	15.0	0.0	0.0	12.0	1006.3
1988-89	103.0	201.6	119.8	14.0	151.0	200.0	72.0	57.0	34.0	53.0	1.9	29.0	1036.3
1989-90	183.0	119.5	107.0	0.0	4.0	5.0	121.0	124.0	11.0	31.0	142.0	22.0	869.5
1990-91	76.0	182.0	325.0	92.0	34.0	123.0	144.6	121.0	6.0	25.0	39.0	4.0	1171.6
1991-92	52.0	202.0	45.0	33.0	11.0	39.0	203.0	85.0	65.0	28.0	0.0	28.0	791.0
1992-93	166.0	127.0	119.0	0.0	0.0	20.0	39.5	130.0	11.5	0.0	2.0	13.0	628.0
1993-94	46.0	257.0	165.0	156.0	88.0	34.0	161.0	82.0	12.0	65.5	39.0	13.0	1118.5
1994-95	312.5	216.0	226.0	221.0	58.5	183.5	67.5	95.0	52.5	109.0	55.0	149.5	1746.0
1995-96	78.0	99.0	318.0	162.5	250.5	81.5	55.0	42.5	6.0	37.0	104.5	138.0	1372.5
1996-97	226.5	191.0	186.5	321.5	32.5	96.0	111.5	153.0	7.0	0.0	53.5	42.0	1421.0
1997-98	215.0	223.5	277.0	14.5	41.0	71.0	23.0	211.0	42.0	0.0	44.2	88.5	1250.7
1998-99	57.5	324.5	295.5	109.5	186.0	135.0	65.5	73.5	1.0	83.5	23.0	66.0	1420.5
1999-00	83.0	378.5	211.5	22.0	119.0	65.5	52.5	31.0	28.5	13.0	12.0	22.0	1038.5
2000-01	244.0	94.0	123.0	163.5	130.5	77.0	178.0	71.0	3.0	24.0	52.0	32.5	1192.5
Μέση τιμή	141.9	167.1	180.2	112.1	113.2	104.0	106.8	77.3	33.1	24.7	28.8	48.8	1137.9
Τυπ. αποκλ.	94.6	75.4	71.2	77.2	64.1	52.4	57.3	40.7	29.3	25.3	31.0	41.2	233.3
Συντ. ασυμ.	0.67	0.72	0.23	0.84	0.39	0.24	0.79	1.32	1.69	1.54	1.91	1.10	0.29
Αυτοσυσχ.	-0.049	-0.204	0.141	0.115	0.120	0.320	0.031	0.109	-0.213	0.116	0.161	0.065	0.278
min	9.0	30.0	45.0	0.0	0.0	5.0	17.7	19.4	1.0	0.0	0.0	0.0	628.0
max	365.4	378.5	325.0	321.5	270.2	202.7	244.0	211.0	129.2	109.0	142.0	149.5	1746.0

1.29 Βροχή Σμόκοβο (mm)

ΥΔΡ.ΕΤ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1970-71				121.5	108.5	183.0	55.1	25.8	15.6	19.3	21.0	42.9	
1971-72	72.1	78.3	66.6	16.3	118.3	52.9	139.0	64.7	8.3	26.5	75.6	48.0	766.6
1972-73	268.8	14.4	16.5	93.0	84.3	88.5	44.0	5.2	15.5	24.7	34.0	29.3	718.2
1973-74	128.5	79.5	128.0	72.0	173.3	78.0	116.0		68.0	0.0	8.5	29.5	
1974-75	90.4	96.1		6.1	170.0	40.0	58.5	42.0	150.5	4.0	44.7	14.0	
1975-76	45.9	100.5	124.0	104.0	168.5	161.3	104.4	58.3	17.9	35.0	28.7	2.5	951.0
1976-77	101.4	89.3	92.5	33.0	36.0	18.7	85.0	13.6	26.7	6.9	2.3	48.5	553.9
1977-78	17.0	96.3	111.1	238.5	95.0	65.1	62.8	20.3	2.4	2.5	18.2	160.5	889.7
1978-79	36.8	33.1	132.5	119.0	74.7	20.2	73.1	99.9	13.0	21.5	17.8	23.5	665.1
1979-80	223.1	179.2	151.7	84.0	4.8	208.7	79.3	53.2	30.0		14.2	12.3	
1980-81	171.0	111.2	115.5	29.5	185.8	58.0	90.1	20.7	21.1	13.5	27.0	75.1	918.5
1981-82	113.5	139.5	118.5	52.2	159.0	171.3	156.6	162.5	2.4	10.0	26.7	33.0	1145.2
1982-83	100.6	177.0	89.2	50.5	91.0	57.8	15.3	3.3	106.7	41.5	10.6	37.8	781.3
1983-84	100.1	111.0	161.1	68.7	48.4	61.0	16.0	43.2	17.0	0.0	122.1	20.0	768.6
1984-85	15.2	110.4	76.1	129.8	89.6	122.5	73.5	60.0	0.0	15.6	0.0	0.0	692.7
1985-86	117.1	218.6	44.8	54.6	108.3	89.4	30.2	105.5	72.4	48.7	29.7	25.6	944.9
1986-87	214.6	85.4	17.8	32.9	0.0	0.0	0.0	5.2	0.0	0.0	43.0	2.3	401.2
1987-88	91.0	98.3	49.9	71.5	98.4	59.4	70.2	11.3	7.5	0.0	3.6	0.0	561.1
1988-89	55.7	101.1	17.8	0.0	68.5	122.9	38.4	41.0	14.1	54.4	25.0	25.1	564.0
1989-90	92.2	63.7	55.9	1.5	21.6	18.5	50.1	111.1	5.0	8.8	64.3	10.3	503.0
1990-91	44.1	152.3											
1991-92													
1992-93									58.9	14.3	1.0	53.5	
1993-94	40.5	223.0	83.1	120.0	52.0	47.0		105.0	39.3	37.1	15.2	0.5	762.7
1994-95	106.3	103.1	74.8	23.3	21.2	114.2	42.7	34.7	1.0	74.2	22.2	161.0	778.7
1995-96	15.9	49.6	165.0	107.8	115.1	83.4	43.2	45.2	2.8	23.5	56.0	18.3	725.8
1996-97	159.4	55.7	49.6	171.3	38.8	64.5	103.6	50.2	15.5	5.6	0.0	0.0	714.2
1997-98	0.0	0.0	0.0	17.2	77.4	5.2	16.2	144.7	25.4			68.6	
1998-99	29.2	304.2	125.3	39.5	60.3	47.6	50.4	70.1	11.6	44.9	22.2	67.3	872.6
1999-00	58.5	173.8	103.1		136.8	36.9	35.6	13.6	10.3	10.7	3.5	25.2	
2000-01	132.2	61.4	49.2	80.5	70.9	80.1	68.0	39.0	10.6	71.9	2.2	4.9	670.9
2001-02	17.0	56.8	40.5	27.7	22.4	114.4	175.1	35.3	0.9	72.9	17.2	157.7	737.9
2002-03	70.3	114.8	225.0	213.8	37.4	47.2	79.6	34.4	41.8	15.5	9.5	23.4	912.8
2003-04	155.3	94.8	67.6	83.4	11.3	104.9	90.2	81.3	23.7	7.3	6.5	27.5	753.8
2004-05	88.2	55.6	68.5	53.8	107.3	63.6	13.3	46.5	22.3	6.5	8.2	50.4	584.2
2005-06	17.7	72.2	151.2	55.3	78.0	56.9	110.6	11.7	14.9	29.5	17.6	125.3	740.9
2006-07	75.6	50.5	34.4	12.7	82.7	75.7	53.3	59.1	77.0	0.0	29.1	46.9	597.0
2007-08	92.7	137.9	50.5	11.2	21.9	76.1	55.7	32.3	36.0	5.6	29.7	126.6	676.2
2008-09	73.0	90.0	37.0	133.8	50.0	105.1	56.7	33.8	9.9	25.6	8.8	63.4	687.1
2009-10	166.1	102.4	184.4	104.5	104.7	58.3	21.4	58.0	10.6	25.7	0.0	116.0	952.1
2010-11	228.0	100.4	17.3	36.8	135.1	125.7	106.4	80.3	43.4	0.0	2.4	21.7	897.5
2011-12	154.1	24.5	42.5	21.0	102.2	45.5	137.4	76.5	1.2	9.2	73.9	117.1	805.1
2012-13	45.8	109.7	255.2	79.7	178.9	66.1	43.9	71.2	46.3	9.3	0.0	29.2	935.3
Μέση τιμή	95.6	102.9	89.3	71.1	85.2	77.4	68.2	53.1	26.8	21.1	23.6	47.4	753.8
Τυπ. αποκλ.	65.5	59.5	59.7	56.1	51.4	47.2	41.1	37.5	31.2	21.0	25.5	46.6	155.5
Συντ. ασυμ.	0.79	1.21	0.85	1.14	0.29	0.92	0.70	1.05	2.21	1.24	1.99	1.29	0.10
Αυτοσυσχ.	-0.146	-0.089	0.251	0.412	-0.036	0.092	0.317	0.201	-0.018	-0.146	-0.118	0.004	0.179
min	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	401.2
max	268.8	304.2	255.2	238.5	185.8	208.7	175.1	162.5	150.5	74.2	122.1	161.0	1145.2

1.30 Βροχή Κάρλα (mm)

ΥΔΡ.ΕΤ.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1950-51	32.5	37.4	80.9	68.3				12.4	24.3	5.9	26.7	24.6	91.0
1951-52	95.3	68.6	65.8	37.8	19.9	15.4	0.0	35.7	28.4	15.2	0.0	1.6	383.7
1952-53	29.0	64.5	136.5	6.2	7.8	26.9	18.4	89.1	40.0	2.2	25.2	1.7	447.5
1953-54	157.5	161.5	32.7	22.2	78.7	51.7	22.2	42.4	9.5	0.0			
1954-55	9.5	55.2	98.0	18.7	5.5	52.0	73.9		36.5	7.4	21.8	59.5	
1955-56	189.6	116.7	0.0	93.0	59.1	62.0	13.3	36.6	51.4	23.7	0.0	0.8	646.2
1956-57	29.9	74.5	32.0	18.5	48.1	22.6	28.6	57.5	136.6	0.0	70.2	23.2	541.7
1957-58	154.8	41.1	9.0	19.4	9.0	56.3	28.3	16.1	6.5	25.6	2.3	50.5	418.9
1958-59	36.9	75.9	29.0	40.5	8.6	55.7	35.7	70.6	14.9	30.6	15.4	76.5	490.3
1959-60	60.5	115.1	61.8	60.5	8.6	94.9	33.4	116.4	17.2	0.0	2.1	86.9	657.4
1960-61	12.6	70.8	149.0	66.2	11.9	74.0	5.3	46.8	68.6	12.4	29.9	7.5	555.0
1961-62	60.2	25.0	39.2	4.2	34.0	39.9	5.4	14.6	16.4	23.8	0.0	175.8	438.5
1962-63	138.3	93.2	128.3	19.2	43.3	46.2	21.6	50.4	13.8	49.2	34.8	0.0	638.3
1963-64	77.4	35.7	56.1	29.0	31.8	67.2	13.6	57.3	64.6	13.9	26.4	29.8	502.8
1964-65	32.0	51.2	43.3	35.0	23.4	63.2	44.9	43.2	92.6	0.0	0.0	0.0	428.8
1965-66	20.9	85.1	63.4	82.6	17.0	36.9	67.5	26.2	36.3	16.1	9.8	1.4	463.2
1966-67	85.5	126.0	53.8	22.4	17.5	25.3	36.9	57.7	0.0	69.6	33.3	101.1	629.1
1967-68	36.9	59.8	43.3	62.0	42.3	39.9	28.5	108.5	59.3	0.0	4.2	25.3	510.0
1968-69	59.2	48.4	137.6	41.0	67.8	88.1		3.6	4.5	0.1	0.0	33.5	
1969-70	0.0	33.4	137.3	40.4	56.5	65.9	0.5	46.0	39.0	8.0	0.0	10.2	437.2
1970-71	34.6	10.0	18.9	28.9	91.6	67.1	16.5	23.3	18.0	29.0	27.0	20.0	384.9
1971-72	55.7	21.4	33.0	55.0	75.8	35.2			3.0	166.5	17.7	16.5	
1972-73	101.5	4.0	7.0	64.8	39.2	62.3	17.1	4.3	0.0	75.4	15.0	103.5	494.1
1973-74	83.6	44.1	47.1	67.6	55.3	75.4	70.7	22.2	41.2	0.0	1.0	6.1	514.3
1974-75	20.4	72.2	51.8	0.0	58.2	33.7	19.1	36.1	92.1		21.0	6.0	
1975-76	31.0	64.5	61.2	29.3	78.1	36.2	58.0	42.0	37.0	7.2	46.0	15.0	505.5
1976-77	29.2	50.0	16.0	9.0	28.4	11.0	20.1	40.0	20.0	0.0	3.0	19.0	245.7
1977-78	4.0	33.2	73.0	102.0	32.0	14.5	52.9	27.7	0.0	0.0	21.3	186.1	546.7
1978-79	80.6	14.7	57.2	54.3	62.5	11.5	32.6	81.0	0.0	10.3	24.6	27.5	456.8
1979-80	95.8	178.8	84.0	73.3	26.8	60.9	43.1	31.3	17.9	0.0	0.0	5.2	617.1
1980-81	133.7	46.0	41.1	89.5	12.4	6.3	25.9	48.5	9.2	5.2	14.3	16.6	448.7
1981-82	85.6	63.9	52.6	16.8	95.7	54.8	150.4	136.9	16.2	9.1	19.5	9.3	710.8
1982-83	35.9	78.6	54.3	12.6	21.9	30.6	21.3	14.3	91.0	16.6	0.0	10.3	387.4
1983-84	38.8	44.1	185.7	29.7	54.6	59.5	88.2	15.3	9.2	3.1	37.9	4.2	570.3
1984-85	16.2	75.2	28.2	32.7	5.2	61.0	36.5	10.3	6.2	16.5	0.0	0.0	288.0
1985-86	80.5	165.1	16.3	24.7	39.9	27.3	13.4	25.2	43.3	5.2	5.1	3.1	449.1
1986-87	66.6	42.5	11.3	62.9	27.7	115.6	29.5	35.9	0.0	3.1	10.3	10.2	415.6
1987-88	42.7	93.9	52.0	17.4	10.3	20.6	27.6	10.3	33.3	0.0	6.2	6.1	320.4
1988-89	53.8	124.1	18.3	0.0	6.5	44.5	14.2	26.9	22.7	45.6	4.1	6.2	366.9
1989-90	50.3	52.5	48.6	0.0	20.0	38.2	28.5	71.3	10.0	23.0	60.0	13.0	415.4
1990-91	32.0	50.5	95.8		15.2	49.0	79.0	77.5	15.0	21.0	48.3	39.0	
1991-92	27.0	44.0	11.0	11.0	12.0	5.0	40.0	65.5	36.0	15.0	0.0	0.0	266.5
1992-93	36.0	59.0	42.5	42.8	23.0	31.2	22.1	54.1	13.7	0.0	0.0	7.5	331.9
1993-94	5.6	173.3	14.5	79.9	64.7	24.6	57.8	50.7	2.8	31.7	12.0	0.0	517.6
1994-95	143.1	68.7	53.7	45.1	8.0	41.8	37.3	27.5	24.0	28.2	14.3	48.4	540.1
1995-96	4.8	45.0	132.0	70.3	82.7	62.9	24.5	27.1	0.0	19.2	61.6	37.9	568.0
1996-97	72.3	33.1	52.5	86.7	29.3	36.5	81.2	0.0	27.6	26.8	31.8	5.5	483.3
1997-98	69.5	41.0	105.6	30.5	47.0	24.0	4.2	126.4	12.5			48.8	
1998-99	15.4	173.9	49.1	29.3	40.4	138.1	26.8	4.6	7.4	1.0	82.8	17.8	586.6
1999-00	75.8	81.0	84.4		65.3	18.4	13.6	14.8	18.8	0.0	0.0	15.2	
2000-01	64.0	37.4	46.8	65.7	28.4	22.0	36.2	78.8	11.8	165.5	13.0	0.0	569.6
2001-02	0.0	37.0	14.7	15.8	10.5	101.1	80.1	10.4	0.0	112.3	13.9	82.2	478.0
2002-03	46.2	82.1	125.6	61.5	24.5	31.1	43.8	29.0	9.4	16.0	17.9	34.2	521.3
2003-04	99.5	13.3	73.4	79.1	19.4	73.6	35.4	53.5	84.1	2.3	7.7	18.4	559.7
2004-05	54.6	44.7	50.3	32.8	45.4	37.5	0.0	12.3	3.4	37.4	25.2	28.3	371.9
2005-06	7.9	82.6	130.5	95.9	44.7	62.3	38.0	13.0	17.3	1.2	12.1	64.2	569.7
2006-07	83.7	13.7	22.7	5.5	39.0	32.3	13.6	73.3	52.4	0.0	0.0	3.9	340.1
2007-08	80.8	75.5	38.9	0.4	24.7	19.4	42.7	6.5	30.8	5.8	2.0	104.3	431.8
2008-09	35.1	38.3	54.2	116.8	14.6	62.9	18.7	26.3	56.9	27.1	0.0	58.8	509.7
2009-10	120.4	48.9	132.8	39.3	42.2	28.9	10.2	44.4	81.8	33.8	1.8	69.5	654.0
2010-11	142.5	47.9	12.3	47.0	42.7	77.1	88.6	16.4	27.0	33.2	22.6	24.1	581.4
2011-12	53.9	7.9	71.2	15.7	67.9	46.9	60.0	67.0	0.8	0.0	0.4	54.5	446.2
2012-13	54.5	54.1	152.0	36.7	82.6	34.9	5.6	18.5	39.1	38.6	0.0	28.7	545.3
Μέση τιμή	60.1	64.6	62.2	42.1	37.2	47.0	34.7	41.7	28.3	22.2	16.4	33.1	485.2
Τυπ. αποκλ.	43.5	41.4	43.5	29.2	24.4	26.5	27.5	31.0	28.8	33.9	19.0	40.0	104.4
Συντ. ασυμ.	0.93	1.27	0.90	0.53	0.62	1.00	1.65	1.16	1.55	2.98	1.56	1.99	-0.18
Αυτοσυσχ. min	0.189	0.090	-0.079	0.105	0.012	0.027	0.160	0.132	0.076	-0.255	0.034	-0.031	0.020
max	189.6	178.8	185.7	116.8	95.7	138.1	150.4	136.9	136.6	166.5	82.8	186.1	710.8

1.31 Εξάτμιση Αγιονέρι (mm)

Έτος	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαΐ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Μέσο έτους
1968	13.36	33.35	61.14	101.7	137.3	159.54	219.41	169.42	117.79	57.92	26.01	15.59	92.71
1969	18.48	32.26	49.78	93.83	157.07	179.81	197.41	182.17	110.39	62.41	27.89	16.05	93.96
1970	20.91	34.35	61.2	102.95	130.4	176.72	200.34	184.76	120.23	59.35	24.48	12.15	93.99
1971		28.79	54.29	89.09	149.47	193.02	179.62	182.77	103.84	59.02	26	10.75	97.88
1972	19.7	27.27	64.24	86.28	143.14	188.69	189.04	162.04	100.08	49.21	23.56	15.52	89.06
1973	17.25	31.02	54.35	97.3	155.2	181.41	212	170.7	119.13	61.38	22.96	12.66	94.61
1974	19.71	31.97	57.23	83.48	145.41	186.99	223.18	186.22	120.73	67.06	24.15	10.12	96.35
1975	16.53	32.85	66.74	104.51	142.42	176.35	210.52	166.26	125.33	61.59	26.42	11.58	95.09
1976	19.11	30.82	58.42	99.63	126.79	127.23	194.9	159.02	111.44	59.86	25.68	15.94	85.74
1977	20.24	37.01	64.33	102.01	152.05	190.83	225.5	187.52	109.95	59.99	25.71	12.68	98.99
1978	19.51	33.91	65.8	86.97	138.51	203.44	219.9	179.89	107.43	56.61	20.46	15.44	95.66
1979	17.42	31.82	67.7	87.71	146.09	184.7	202.56	171.76	112.39	52.03	25.71	13.5	92.78
1980	17.45	31.42	56.78	87.52	119.54	185.16	222.39	174.34	115.36	61.36	26.41	11.86	92.47
1981		29.66	61.86	95.82	128.95	198.38	205.9	173.19	117.65	69.62	22	15.13	101.65
1982	19.05	28.1	57.42	79.01	126.4	199.83	207.22	177.59	119.5	57.6	21.66	12.63	92.17
1983	16.53	29.22	63.89	108.49	153.35	168.11	198.98	166.5	115.81	61.63	24.17	13.62	93.36
1984	17.95	28.62	53.3	73.79	150.76	191.26	218.45	159.12	121.15	68.6	24.49	14.72	93.52
1985	19.82	29.77	50.93	102.58	146.98	192.9	220.17	192.17	121.91	55.74	26.03	13.93	97.74
1986	20.12	29.05	50.04	106.03	138.21	186.35	207.23	192.89	119.34	59.61	22.1	10.3	95.1
1987	20.38	30.62	48.36	90.99	132.75	193.92	221.81	182.98	130.7	51.61	23.15	12.93	95.02
1988	19.65	31.96	61.73	86.71	143.61	189.01	237.18	191.51	121.64	61.49	19.97	10.28	97.9
1989	14.18	34.66	67.1	110.65	136.38	175.91	200.17	188.05	117.09	60.48	25.38	12.1	95.18
Μέσο	18.37	31.3	58.94	94.41	140.94	183.16	209.72	177.31	116.31	59.73	24.29	13.16	94.59

1.32 Εξάτμιση Κάρλα (mm)

Έτος	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαΐ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Μέσο έτους
1968	14.27	34.79	63.77	105.71	141.7	164.48	226.57	175.2	122.85	60.66	27.51	16.56	96.17
1969	19.38	33.62	51.72	97.62	162.31	185.34	203.69	188.32	114.9	65.47	29.76	16.94	97.42
1970	21.88	35.9	63.8	106.97	134.74	182.29	206.83	191.11	125.38	62.35	26.4	13.26	97.58
1971		29.99	56.55	92.63	154.45	199.15	185.65	189.13	108.13	61.96	27.78	11.97	101.58
1972	20.43	28.25	67.03	89.53	147.92	194.58	195.28	167.56	104.25	51.5	25.46	16.44	92.35
1973	18.07	32.41	56.67	101.17	160.36	187.07	218.97	176.53	124.39	64.39	24.69	13.57	98.19
1974	20.75	33.36	59.63	86.82	150.36	192.91	230.36	192.6	125.96	70.34	25.84	11.41	100.03
1975	17.73	34.37	69.6	108.68	147.17	181.91	217.44	172	130.73	64.6	27.87	12.72	98.73
1976	20.38	32.17	60.84	103.59	130.97	131.49	201.29	164.54	116.23	62.76	27.38	17.07	89.06
1977	21.31	38.78	67.12	106.08	157.06	196.78	232.81	193.91	114.53	63.17	27.54	13.77	102.74
1978	20.5	35.33	68.6	90.37	143.1	209.81	227.04	186.06	112.01	59.3	22.11	16.72	99.25
1979	18.54	33.08	70.58	91.22	151.13	190.48	209.19	177.68	117.17	54.37	27.3	14.65	96.28
1980	18.42	32.81	59.13	91	123.5	191.07	229.73	180.41	120.43	64.39	28.17	13.09	96.01
1981		30.97	64.43	99.68	133.27	204.65	212.53	179.15	122.67	73.1	23.65	16.3	105.49
1982	20.06	29.4	59.9	82.14	130.65	206.31	214.05	183.78	124.77	60.33	23.19	13.87	95.7
1983	17.76	30.65	66.71	112.83	158.42	173.41	205.55	172.19	120.81	64.68	25.6	14.56	96.93
1984	19.11	29.65	55.46	76.63	155.9	197.31	225.54	164.59	126.52	72.17	26.1	15.77	97.06
1985	20.75	31.15	52.94	106.61	151.81	198.94	227.48	198.82	127.19	58.45	27.54	15.16	101.4
1986	21.3	30.19	52	110.28	142.82	192.17	214.06	199.64	124.43	62.47	23.72	11.33	98.7
1987	21.46	31.89	50.48	94.63	137.22	200.05	229.12	189.4	136.5	53.93	24.61	13.9	98.6
1988	20.51	33.42	64.37	90.12	148.36	194.83	244.94	198.18	126.86	64.62	21.4	11.17	101.56
1989	15.33	36.3	70	115.04	140.92	181.41	206.74	194.56	122.05	63.6	27.11	13.13	98.85
Μέσο	19.4	32.66	61.42	98.15	145.64	188.93	216.59	183.43	121.31	62.66	25.94	14.24	98.17

1.33 Εξάτμιση Καστράκι (mm)

Έτος	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Μέσο έτους
1968	27.49	46.14	76.06	129.03	166.74	168.54	226.37	175.74	120.96	70.42	34.35	23.19	105.42
1969			67.8	112.12	177.01	177.55	205.3		123.77	80.06	38.76		122.8
1970				104.09	146.21	191.7	208.89	190.05	129.53	69.72	32.06	22.65	121.65
1971	30.43	39.78	65.25	106.28	160.11	193.55	188.99	195.13	114.87	69.35	32.44	18.56	101.23
1972	30.67	43.33	84.17	102.5	151.44	205.82	189.49	172.01	112.58	56.84	31.46	21.78	100.17
1973	28.21	36.45	66.1	94.96	167.87		210.78	189.62	129.63	74.14	33.93	24.56	96.02
1974	26.69	42.72	76.09	92.07	138.06	182.87		190.31		63.81	30.44	16.78	85.98
1975	23.56	41.08	73.81	109.98	143.32	176.84		176.32	138.8	74.79	34.67	18.9	92.01
1976	26	44.56	74.56	100.23	146.41	120.47	198.5	173.92	119.36	71.47	32.85	24.07	94.37
1977	27.2	44.11	87.97	110.32	167	203.14	227.98	199.09	118.69	77.44	36.54	21.88	110.11
1978	28.13	40.79	75.88	89.39	148.99	200.42	224.29	190.38	110.59	73.3	31.04	22.4	102.97
1979	25.42	42.87	77.8	98.02	165.13	194.64	216.55	179.12	121.43	70.36	32.83	21.34	103.79
1980	25.21	41.49	73.9	98.55	132.56	186.67	219.09	184.14	130	69.58	33.34	20.25	101.23
1981	28.37	40.18	78.6	114.33	145.53	206.5	219.1	184.23	126.83	75.14	29.14	22.21	105.85
1982	28.28	39.87	72.06	99.2	151.49	209.14	219.84	188.79	133.78	70.13	31.55	21.25	105.45
1983	23.21	38.22	77.27	118.43	166.64	175.12	209.34	177.48	125.59	70.82	32.74	22.77	103.14
1984	24.74	38.98	67.05	88.61	159.81	197.34	222.32	170.65	118.83	77.32	35.39	23.15	102.02
1985	29.55	41.52	70.57	112.41	164	201.3	224.09	193.03	133.66	73.94	34.4	22.24	108.39
1986	27.78	40.62	72.01	123.03	158.84	188.47	211.71	195.54	131.38	73.94	32.44	20.42	106.35
1987	30.47	43.8	63.91	103.02	135.89	190.56	220.74	184.43	138.41	68.39	34.28	21.4	102.94
1988	31.41	43.67	71.83	101.99	154.36	183.96	235.7	197.27	120.89	71.96	29.76	19.9	105.22
1989	23.3	44.59	85.57	114.29	151.86	176.78	209.39	187.76	119.86	67.98	34.25	22.24	103.16
Μέσο	27.31	41.74	74.2	105.58	154.51	187.21	214.42	185.48	124.74	71.4	33.12	21.52	103.65

1.34 Εξάτμιση Κρεμαστά (mm)

Έτος	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Μέσο έτους
1968	26.81	45.13	74.01	125.75	163.05	164.94	221.77	171.93	117.88	68.21	33.28	22.47	102.93
1969			66.07	109.21	172.99	173.74	201.23		120.72	77.47	37.45		119.86
1970				101.46	142.89	187.54	204.78	185.97	126.19	67.48	30.92	21.84	118.79
1971	29.73	38.93	63.54	103.57	156.51	189.32	185.32	190.85	111.99	67.13	31.44	17.75	98.84
1972	30.03	42.45	81.85	99.96	148	201.26	185.71	168.28	109.74	55.17	30.31	20.97	97.81
1973	27.58	35.72	64.33	92.53	164.07		206.59	185.46	126.29	71.77	32.83	23.86	93.73
1974	25.99	41.82	74.05	89.76	134.94	178.91		186.18		61.91	29.39	16.06	83.9
1975	22.84	40.15	71.85	107.16	140.09	172.98		172.47	135.18	72.35	33.66	18.15	89.71
1976	25.32	43.54	72.59	97.7	143.15	117.78	194.53	170.11	116.26	69.2	31.79	23.3	92.11
1977	26.52	43.14	85.55	107.49	163.26	198.74	223.44	194.72	115.73	74.8	35.34	21.05	107.48
1978	27.45	39.96	73.83	87.16	145.6	195.99	219.85	186.22	107.78	70.94	29.91	21.61	100.53
1979	24.78	41.97	75.7	95.52	161.28	190.41	212.21	175.19	118.34	68.16	31.79	20.52	101.32
1980	24.6	40.54	71.93	96	129.57	182.57	214.68	180.04	126.46	67.38	32.2	19.51	98.79
1981	27.71	39.3	76.49	111.4	142.22	201.95	214.72	180.17	123.51	72.63	28.11	21.53	103.31
1982	27.53	38.95	70.09	96.67	148.06	204.52	215.41	184.57	130.25	67.87	30.44	20.5	102.9
1983	22.5	37.34	75.14	115.38	162.87	171.29	205.1	173.59	122.28	68.49	31.7	22.02	100.64
1984	24.1	38.19	65.29	86.4	156.2	193.08	217.9	166.9	115.73	74.74	34.19	22.29	99.58
1985	28.89	40.6	68.7	109.52	160.31	196.91	219.59	188.81	130.19	71.52	33.3	21.31	105.81
1986	27.1	39.79	70.11	119.86	155.24	184.36	207.42	191.18	128	71.52	31.22	19.68	103.79
1987	29.77	42.86	62.15	100.36	132.82	186.4	216.29	180.35	134.75	66.25	33.25	20.61	100.49
1988	30.71	42.7	69.89	99.43	150.94	180.02	230.89	192.85	117.79	69.58	28.8	19.13	102.73
1989	22.5	43.53	83.23	111.4	148.41	172.95	205.2	183.62	116.82	65.79	33.17	21.44	100.67
Μέσο	26.62	40.83	72.21	102.89	151.02	183.13	210.13	181.4	121.52	69.11	32.02	20.74	101.17

1.35 Εξάτμιση Μεσοχώρα (mm)

Έτος	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Μέσο έτους
1968	16.45	37.82	74.13	120.59	162.96	171.22		187.5	126.88	60.23	27.41	30.83	92.37
1969	18.63	33.46	50.33	111.3	270.42	196.47	203.83	191.7	112.42	60.03	29.04	17.35	107.92
1970	24.28	36.74	68.25	119.12	149.62	201.88	210.55	199.41				17.1	114.11
1971	23.97	33.01	62.21	96.31	166.15	204.96	181.61	186.46	105.1	61.01	30.17	16.14	97.26
1972	21.2	29.47	74.36	101.99	164	204.19	185.49	164.21	101.84	49.66	30.84	18.74	95.5
1973	21.66	35.06	57.89	113.97	167.96	187.37	203.79	166.12	118.89	59.65	26.31	15.34	97.83
1974	22.18	32.34	63.1	86.54	157.11	192.22	217.69	184.05	119.56	65.45	27.68	15.14	98.59
1975	21.78	32.86	75.56	119.41	152.71	188.91	206.97	167.2	132.48	62.57	46.25	15.23	101.83
1976	24.28	32.07	59.47	110.98	137.82	134.92	190.93	162.29	118.33	61.41	28.99	19.69	90.1
1977	25.35	45	79.3	118.21	163.19	206.3	222.81	189.05	110.54	62.56	30.32	17.65	105.86
1978	21.24	37.45	76.47	96.9	155.1	213.08	216.65	180.63	111.2	58.81	26.05	20.97	101.21
1979	23.46	33.31	77.13	96.15	163.64	195.57	201.56	173.82	120.86	52.79	29.77	19.84	98.99
1980	21.91	34.41	65.61	105.65	134.76	195.46	220.46	178.43	120.78	63.6	31.6	20.48	99.43
1981	21.88	35.11	79.59	116.86	148.7	212.65	209.55	180.77	123	73.47	27.22	20.8	104.13
1982	24.08	31.63	67.37	95.75	144.36	215.9	208.63	180.14	125.91	59.63	25.39	19.8	99.88
1983	23.86	34.82	77.94	132.78	176.81	169.77	193.62	168.76	119.69	64.84	27.06	17.62	100.63
1984	22.25	29.47	63.29	86.86	168.56	209.22	216.58	158.5	126.22	72.4	30.07	18.19	100.14
1985	22.61	34.61	58.18	122.39	157.89	211.83	224.05	195.74	129.07	61.42	29.56	18.66	105.5
1986	25.12	30.71	55.45	131.44	151.31	190.75	202.99	190.78	123.96	61.96	25.73	13.02	100.27
1987	24.66	32.29	49.79	108.92	152.84	203.75	212.93	180.34	136.85	51.74	25.79	16.21	99.68
1988	20.7	34.72	71.69	101.22	163.04	198.45	236.22	193.14	122.08	60.55	22.66	14.03	103.21
1989	18.94	36.38	75.56	129.44	154.82	191.62	194.68	186.84	121.02	60.35	27.37	15.1	101.01
Μέσο	19.4	32.66	61.42	98.15	145.64	188.93	216.59	183.43	121.31	62.66	25.94	14.24	100.70

1.36 Εξάτμιση Μουζάκι (mm)

Έτος	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Μέσο έτους
1968	15.15	35.26	67.82	110.86	151.3	159.38		173.86	116.2	54.68	25.02	28.2	85.25
1969	17.48	31.28	46.5	102.1	249.31	182.73	189.9	177.29	102.99	54.55	26.03	16.17	99.7
1970	22.87	34.25	62.61	109.53	138.65	187.58	195.89	184.24				15.57	105.69
1971	22.57	30.97	56.96	88.55	154.13	190.65	169.19	172.77	96.54	55.51	27.4	14.25	89.96
1972	20.23	27.91	68.13	93.94	152.08	189.96	173.03	152.33	93.73	45.49	27.52	17.41	88.48
1973	20.32	32.8	53.01	104.54	155.83	174.33	189.98	153.96	108.79	54.39	23.67	14.19	90.48
1974	20.64	30.39	57.95	79.48	145.56	178.79	203.09	170.69	109.47	59.65	25.01	13.4	91.18
1975	19.9	30.66	69.24	109.64	141.71	175.75	193	155.01	121.23	56.93	42.04	13.72	94.07
1976	22.26	30.04	54.64	101.92	127.89	124.85	178.02	150.43	108.36	55.95	26.4	18.02	83.23
1977	23.56	41.8	72.63	108.54	151.47	192.1	207.93	175.41	101.55	56.66	27.4	16.03	97.92
1978	19.8	35.06	70.05	89.02	143.8	198.3	202.23	167.58	102.04	53.79	23.51	19.02	93.68
1979	21.64	31.34	70.73	88.23	151.6	182.09	188.02	161.23	110.8	48.42	27.25	18.08	91.62
1980	20.42	32.19	60.21	96.89	124.9	181.88	205.78	165.34	110.66	57.94	28.63	18.48	91.94
1981	20.42	32.8	73.05	107.31	137.8	197.99	195.66	167.64	112.57	66.52	24.48	18.95	96.27
1982	22.37	29.53	61.67	87.93	133.89	200.82	194.65	166.94	115.11	54.4	23	17.95	92.35
1983	21.74	32.36	71.3	122.1	164.08	157.93	180.57	156.54	109.69	58.99	24.91	16.18	93.03
1984	20.47	27.89	58.06	79.77	156.33	194.81	202.24	147.06	115.46	65.64	27.45	16.7	92.66
1985	21.22	32.26	53.5	112.52	146.64	197.29	209.01	181.67	118.32	55.96	27.03	16.81	97.69
1986	23.18	28.89	51.12	120.79	140.32	177.47	189.17	176.82	113.69	56.5	23.17	11.69	92.73
1987	22.94	30.33	45.39	99.91	141.59	189.5	198.42	167.01	125.06	47.49	23.48	14.71	92.15
1988	19.41	32.4	65.63	92.96	151.22	184.79	220.17	178.92	111.98	55	20.54	12.8	95.49
1989	17.29	33.88	69.26	118.98	143.45	178.31	181.4	173.2	110.97	54.75	24.81	13.67	93.33
Μέσο	20.72	32.01	61.79	101.16	150.16	181.7	193.68	167.09	110.25	55.68	26.13	16.45	93.13

1.37 Εξάτμιση Πύλη (mm)

Έτος	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Μέσο έτους
1968	16.24	37.64	73.61	119.55	161.74	169.99		186	125.68	59.51	27.13	30.61	91.61
1969	18.44	33.31	50.03	110.31	268.2	195.04	202.83	190.11	111.35	59.32	28.69	17.25	107.07
1970	24.06	36.56	67.79	118.1	148.48	200.39	209.5	197.73				16.96	113.28
1971	23.75	32.87	61.78	95.49	164.89	203.47	180.73	184.95	104.14	60.3	29.85	15.95	96.52
1972	21.04	29.37	73.85	101.13	162.75	202.71	184.59	162.9	100.93	49.11	30.45	18.62	94.79
1973	21.45	34.9	57.5	112.97	166.69	186.01	202.79	164.78	117.75	58.97	26	15.23	97.09
1974	21.94	32.21	62.68	85.79	155.9	190.83	216.63	182.58	118.42	64.71	27.37	14.96	97.84
1975	21.5	32.71	75.05	118.37	151.56	187.54	205.95	165.86	131.21	61.84	45.79	15.08	101.04
1976	23.98	31.93	59.09	110.01	136.78	133.87	190	160.99	117.21	60.7	28.69	19.54	89.4
1977	25.08	44.76	78.75	117.19	161.97	204.83	221.72	187.55	109.53	61.79	29.99	17.5	105.06
1978	21.02	37.28	75.94	96.07	153.92	211.55	215.59	179.2	110.17	58.17	25.75	20.79	100.45
1979	23.18	33.18	76.6	95.31	162.37	194.17	200.58	172.44	119.73	52.22	29.48	19.68	98.25
1980	21.68	34.25	65.17	104.73	133.73	194.05	219.38	176.99	119.65	62.87	31.26	20.29	98.67
1981	21.65	34.95	79.06	115.85	147.57	211.13	208.53	179.33	121.82	72.57	26.9	20.63	103.33
1982	23.82	31.48	66.91	94.92	143.26	214.33	207.61	178.69	124.69	58.95	25.11	19.63	99.12
1983	23.54	34.64	77.39	131.64	175.48	168.54	192.68	167.42	118.57	64.09	26.82	17.48	99.86
1984	21.97	29.37	62.87	86.12	167.28	207.73	215.53	157.24	125	71.54	29.77	18.06	99.37
1985	22.39	34.44	57.81	121.35	156.72	210.32	222.95	194.2	127.86	60.72	29.27	18.48	104.71
1986	24.83	30.59	55.1	130.31	150.16	189.37	201.99	189.25	122.8	61.26	25.43	12.88	99.5
1987	24.4	32.15	49.44	107.96	151.67	202.27	211.88	178.87	135.52	51.19	25.52	16.06	98.91
1988	20.49	34.56	71.2	100.35	161.8	197.04	235.04	191.58	120.95	59.83	22.41	13.91	102.43
1989	18.68	36.2	75.04	128.33	153.63	190.24	193.73	185.34	119.89	59.62	27.07	14.96	100.23
Μέσο	22.05	34.06	66.94	109.17	160.75	193.88	206.68	178.82	119.19	60.44	28.51	17.93	99.93

1.38 Εξάτμιση Πλαστήρα (mm)

Έτος	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Μέσο έτους
1968	15.48	35.54	67.98	110.47	150.62	158.6		173.7	116.34	54.99	25.32	28.54	85.23
1969	17.73	31.54	46.61	101.76	248.12	181.83	189.47	177.1	103.1	54.86	26.42	16.42	99.58
1970	23.1	34.51	62.76	109.15	138	186.64	195.45	184.04				15.89	105.51
1971	22.8	31.15	57.06	88.23	153.44	189.72	168.82	172.58	96.63	55.8	27.71	14.66	89.88
1972	20.4	28.06	68.29	93.6	151.38	189.03	172.65	152.17	93.81	45.72	27.93	17.65	88.39
1973	20.55	33.01	53.1	104.15	155.13	173.47	189.56	153.79	108.9	54.67	24.03	14.46	90.4
1974	20.92	30.59	58.08	79.18	144.89	177.9	202.65	170.51	109.59	59.93	25.35	13.8	91.12
1975	20.27	30.88	69.39	109.25	141.07	174.89	192.57	154.85	121.35	57.23	42.35	14.07	94.01
1976	22.61	30.25	54.74	101.55	127.3	124.15	177.63	150.28	108.5	56.23	26.7	18.32	83.19
1977	23.83	42.07	72.78	108.15	150.8	191.18	207.47	175.23	101.64	57	27.74	16.34	97.85
1978	20.05	35.25	70.18	88.68	143.14	197.34	201.79	167.41	102.14	54.03	23.85	19.36	93.6
1979	21.95	31.5	70.87	87.9	150.9	181.21	187.6	161.06	110.91	48.66	27.53	18.4	91.54
1980	20.66	32.39	60.31	96.51	124.31	180.99	205.33	165.17	110.78	58.22	28.95	18.83	91.87
1981	20.63	33	73.17	106.93	137.16	197.04	195.23	167.46	112.69	66.86	24.85	19.27	96.19
1982	22.64	29.74	61.79	87.6	133.28	199.83	194.22	166.76	115.23	54.68	23.32	18.29	92.28
1983	22.13	32.62	71.46	121.68	163.36	157.15	180.17	156.37	109.81	59.29	25.16	16.47	92.97
1984	20.81	28.04	58.16	79.45	155.62	193.87	201.8	146.91	115.59	65.96	27.74	16.98	92.58
1985	21.45	32.47	53.59	112.12	145.99	196.35	208.55	181.48	118.45	56.24	27.32	17.17	97.6
1986	23.5	29.06	51.21	120.37	139.68	176.6	188.75	176.63	113.8	56.77	23.53	12.03	92.66
1987	23.2	30.51	45.49	99.54	140.93	188.57	197.98	166.84	125.19	47.73	23.79	15.04	92.07
1988	19.68	32.65	65.76	92.61	150.54	183.9	219.68	178.74	112.09	55.31	20.85	13.09	95.41
1989	17.65	34.13	69.42	118.57	142.79	177.43	181	173.02	111.08	55.08	25.13	14	93.28
Μέσο	21	32.23	61.92	100.79	149.48	180.8	193.26	166.91	110.36	55.96	26.46	16.78	93.06

1.39 Εξάτμιση Σμόκοβο (mm)

Έτος	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Μέσο έτους
1968	16.64	37.85	73.35	119.2	161.03	169.15		185.36	125.51	59.7	27.41	30.88	91.46
1969	18.76	33.51	49.88	110.02	266.85	194.06	201.36	189.41	111.19	59.51	29.03	17.5	106.76
1970	24.35	36.76	67.56	117.74	147.82	199.37	207.95	197				17.27	112.87
1971	24.05	33	61.53	95.21	164.17	202.44	179.41	184.29	103.99	60.48	30.12	16.36	96.25
1972	21.26	29.48	73.6	100.83	162.03	201.69	183.29	162.33	100.77	49.26	30.81	18.84	94.52
1973	21.74	35.05	57.26	112.61	165.96	185.08	201.34	164.2	117.57	59.13	26.34	15.5	96.81
1974	22.29	32.35	62.46	85.53	155.22	189.86	215.1	181.94	118.25	64.85	27.68	15.36	97.58
1975	21.94	32.87	74.78	118	150.9	186.6	204.49	165.27	131.01	62.01	46	15.44	100.78
1976	24.41	32.09	58.85	109.68	136.19	133.18	188.65	160.43	117.06	60.86	28.95	19.82	89.18
1977	25.42	44.95	78.47	116.81	161.26	203.81	220.17	186.89	109.37	62.01	30.29	17.8	104.77
1978	21.33	37.41	75.64	95.76	153.24	210.48	214.09	178.58	110.02	58.3	26.07	21.11	100.17
1979	23.57	33.28	76.33	95.02	161.66	193.2	199.16	171.82	119.55	52.37	29.72	19.98	97.97
1980	21.99	34.4	64.91	104.37	133.14	193.07	217.86	176.36	119.47	63.02	31.53	20.61	98.4
1981	21.93	35.09	78.74	115.49	146.91	210.06	207.09	178.7	121.64	72.75	27.24	20.93	103.05
1982	24.16	31.64	66.66	94.64	142.64	213.24	206.15	178.04	124.49	59.11	25.41	19.95	98.84
1983	24.01	34.84	77.12	131.24	174.71	167.7	191.31	166.82	118.4	64.25	27.03	17.76	99.6
1984	22.4	29.47	62.62	85.83	166.54	206.69	214.05	156.7	124.83	71.7	30.01	18.33	99.1
1985	22.69	34.59	57.59	120.96	156.03	209.27	221.38	193.52	127.69	60.88	29.52	18.83	104.41
1986	25.22	30.72	54.9	129.91	149.51	188.42	200.54	188.57	122.62	61.41	25.76	13.24	99.23
1987	24.73	32.29	49.24	107.62	151	201.24	210.35	178.23	135.31	51.34	25.8	16.4	98.63
1988	20.83	34.75	70.93	100.03	161.09	196.05	233.37	190.9	120.77	60.02	22.7	14.21	102.14
1989	19.14	36.4	74.78	127.93	152.95	189.28	192.33	184.69	119.71	59.84	27.36	15.3	99.98
Μέσο	22.4	34.22	66.69	108.84	160.04	192.91	205.21	178.18	119.01	60.61	28.8	18.25	99.66

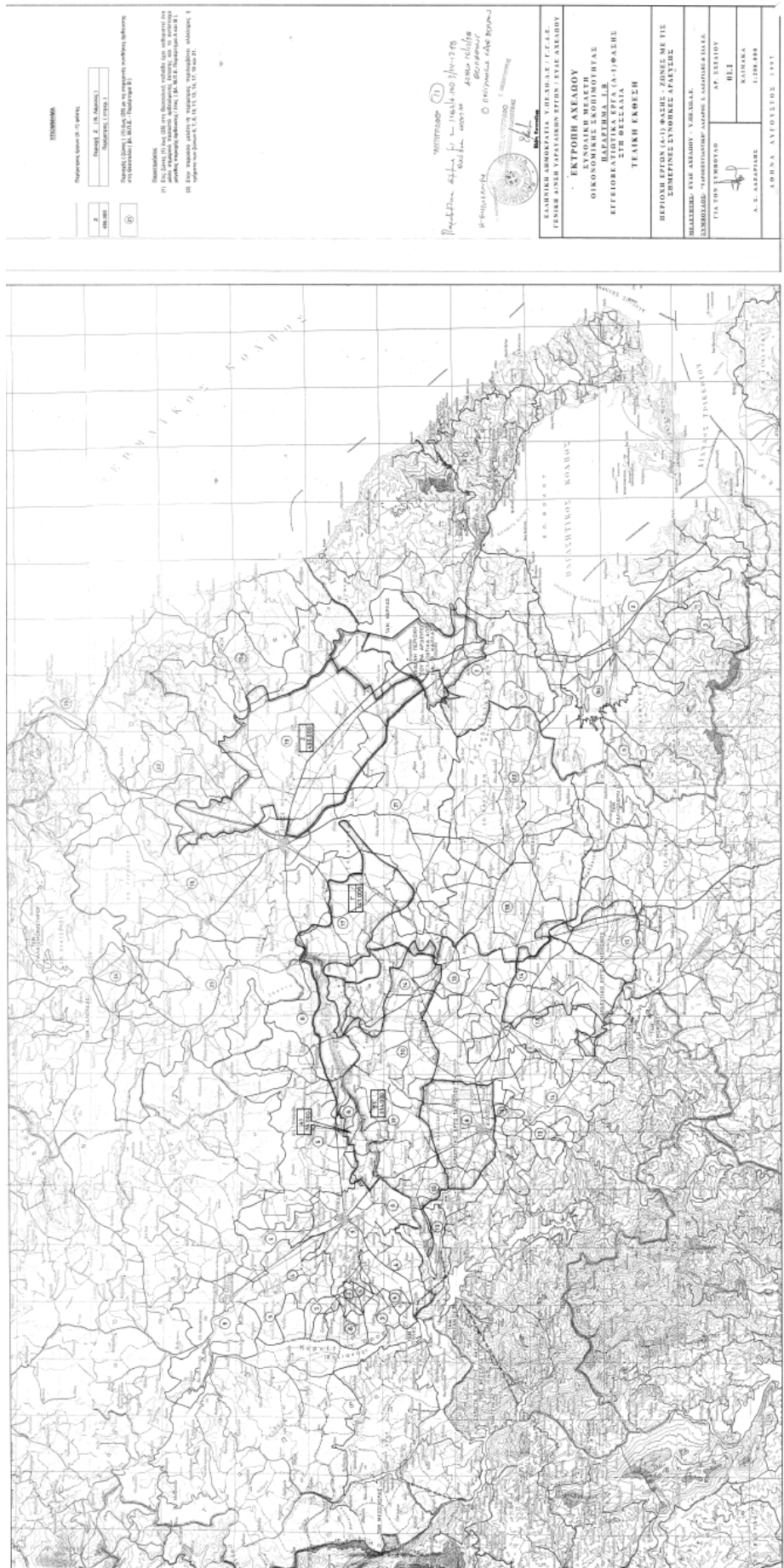
1.40 Εξάτμιση Στράτος (mm)

Έτος	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Μέσο έτους
1968	27.92	46.82	77.17	130.94	168.85	170.58	229.32	178.22	123.01	71.67	35	23.58	106.92
1969			68.73	113.81	179.31	179.71	207.92		125.78	81.51	39.54		124.54
1970				105.62	148.11	194.06	211.52	192.69	131.75	70.97	32.76	23.11	123.4
1971	30.87	40.35	66.18	107.85	162.16	195.95	191.35	197.91	116.79	70.6	33.04	19.03	102.67
1972	31.08	43.92	85.43	103.97	153.41	208.41	191.94	174.45	114.46	57.77	32.16	22.24	101.6
1973	28.61	36.94	67.06	96.37	170.05		213.47	192.32	131.85	75.47	34.59	24.95	97.42
1974	27.14	43.32	77.2	93.42	139.83	185.12		193		64.87	31.07	17.21	87.22
1975	24.03	41.71	74.87	111.62	145.17	179.03		178.84	141.2	76.17	35.28	19.34	93.39
1976	26.43	45.24	75.62	101.7	148.27	121.98	201.06	176.41	121.43	72.74	33.5	24.5	95.74
1977	27.64	44.78	89.3	111.96	169.15	205.63	230.89	201.94	120.65	78.93	37.25	22.35	111.71
1978	28.56	41.35	77	90.69	150.93	202.94	227.13	193.09	112.47	74.63	31.72	22.84	104.44
1979	25.82	43.48	78.94	99.48	167.33	197.04	219.34	181.69	123.48	71.59	33.46	21.81	105.29
1980	25.6	42.14	74.97	100.03	134.26	188.99	221.93	186.82	132.37	70.82	34.04	20.66	102.72
1981	28.78	40.78	79.75	116.05	147.42	209.09	221.92	186.88	129.04	76.55	29.77	22.58	107.38
1982	28.77	40.5	73.13	100.67	153.45	211.77	222.69	191.54	136.12	71.4	32.23	21.67	106.99
1983	23.68	38.82	78.43	120.2	168.79	177.29	212.08	180.02	127.8	72.14	33.36	23.18	104.65
1984	25.17	39.52	67.99	89.9	161.88	199.75	225.16	173.1	120.89	78.78	36.11	23.63	103.49
1985	29.97	42.15	71.59	114.1	166.11	203.78	226.99	195.78	135.97	75.3	35.05	22.77	109.96
1986	28.22	41.19	73.03	124.88	160.9	190.8	214.48	198.39	133.63	75.3	33.2	20.85	107.9
1987	30.91	44.43	64.86	104.56	137.64	192.91	223.6	187.1	140.85	69.59	34.89	21.84	104.43
1988	31.85	44.32	72.87	103.48	156.32	186.18	238.78	200.14	122.95	73.31	30.35	20.34	106.74
1989	23.83	45.31	86.86	115.96	153.83	178.95	212.09	190.45	121.89	69.21	34.9	22.69	104.67
Μέσο	27.74	42.35	75.28	107.15	156.51	189.52	217.18	188.13	126.88	72.7	33.79	21.96	105.15

1.41 Εξάτμιση Συκιά (mm)

Έτος	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Μέσο έτους
1968	15.84	36.62	70.89	115.36	156.64	164.78		179.87	120.96	57.28	26.11	29.45	88.53
1969	18.08	32.45	48.39	106.36	258.89	188.98	196.47	183.62	107.19	57.13	27.41	16.75	103.48
1970	23.59	35.57	65.36	113.97	143.68	194.08	202.8	190.9				16.33	109.59
1971	23.29	32.05	59.52	92.16	159.63	197.15	175.06	178.79	100.36	58.09	28.66	15.19	93.33
1972	20.73	28.75	71.16	97.67	157.54	196.43	178.91	157.57	97.35	47.46	29.04	18.06	91.72
1973	21.01	33.99	55.39	108.9	161.38	180.27	196.49	159.31	113.28	56.86	24.89	14.76	93.88
1974	21.43	31.43	60.46	82.76	150.86	184.9	209.96	176.57	113.96	62.37	26.23	14.27	94.6
1975	20.87	31.82	72.31	114.16	146.75	181.74	199.58	160.38	126.23	59.58	43.92	14.47	97.65
1976	23.29	31.12	57	106.11	132.45	129.47	184.12	155.66	112.81	58.51	27.58	18.84	86.41
1977	24.47	43.46	75.86	113.02	156.84	198.56	214.92	181.41	105.56	59.43	28.73	16.83	101.59
1978	20.54	36.31	73.16	92.68	148.98	205.02	209.01	173.33	106.13	56.15	24.68	19.97	97.16
1979	22.57	32.38	73.83	91.9	157.11	188.22	194.4	166.78	115.28	50.48	28.4	18.94	95.03
1980	21.18	33.36	62.84	100.95	129.43	188.06	212.68	171.1	115.17	60.59	29.98	19.45	95.4
1981	21.16	34.01	76.22	111.73	142.8	204.65	202.2	173.42	117.21	69.77	25.75	19.85	99.9
1982	23.24	30.64	64.44	91.56	138.7	207.66	201.23	172.75	119.91	56.86	24.1	18.86	95.83
1983	22.82	33.65	74.52	127.03	169.91	163.33	186.72	161.92	114.15	61.73	25.89	16.89	96.55
1984	21.39	28.74	60.61	83.06	161.93	201.37	208.99	152.1	120.25	68.8	28.64	17.43	96.11
1985	21.94	33.49	55.79	117.09	151.8	203.9	216.08	187.87	123.11	58.52	28.19	17.72	101.29
1986	24.17	29.86	53.24	125.71	145.36	183.51	195.69	182.96	118.27	59.06	24.35	12.36	96.21
1987	23.81	31.37	47.55	104.08	146.75	195.98	205.25	172.87	130.3	49.5	24.54	15.45	95.62
1988	20.08	33.63	68.58	96.79	156.64	191	227.7	185.18	116.49	57.61	21.52	13.42	99.05
1989	18.15	35.2	72.32	123.81	148.67	184.37	187.67	179.21	115.45	57.39	25.98	14.39	96.88
Μέσο	21.53	33.18	64.52	105.31	155.58	187.88	200.28	172.89	114.73	58.25	27.36	17.26	96.63

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ : Χάρτες ΜΠΕ 1995



ΣΥΜΒΟΛΙΑ

Παραγωγή: Ιανουάριος 2011 (1:10000)

ΕΡΓΑΣΙΑ: Ε. Π. ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ: ΣΤΕΦΑΝΟΣ Ι

Παραγωγή: Ιανουάριος 2011 (1:10000) με την επιμέλεια του κ. Κωνσταντίνου Κ. Κωνσταντίνου.
 Στοιχεία: ΕΡΓΑΣΙΑ: Ε. Π. ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ: ΣΤΕΦΑΝΟΣ Ι

Παραγωγή: Ιανουάριος 2011 (1:10000) με την επιμέλεια του κ. Κωνσταντίνου Κ. Κωνσταντίνου.
 Στοιχεία: ΕΡΓΑΣΙΑ: Ε. Π. ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ: ΣΤΕΦΑΝΟΣ Ι

ΚΑΡΤΙΝΑ ΑΝΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΕΡΜΑΤΩΝ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΕΚΘΕΣΗΣ
 ΕΚΤΙΜΩΝ ΑΝΕΛΙΘΩΝ ΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ ΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ
 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΕΚΘΕΣΗΣ
 ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ
 57Η ΟΔΟΣ
 ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

ΕΡΓΑΣΙΑ: Ε. Π. ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ: ΣΤΕΦΑΝΟΣ Ι
 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟ ΕΡΓΟ
 ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ
 1:10000
 ΑΘΗΝΑ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2011



LEGENDA	
<p> Település (székhely) A Település (székhely) B Település (székhely) C Település (székhely) D Település (székhely) E Település (székhely) F Település (székhely) G Település (székhely) H Település (székhely) I Település (székhely) J Település (székhely) K Település (székhely) L Település (székhely) M Település (székhely) N Település (székhely) O Település (székhely) P Település (székhely) Q Település (székhely) R Település (székhely) S Település (székhely) T Település (székhely) U Település (székhely) V Település (székhely) W Település (székhely) X Település (székhely) Y Település (székhely) Z </p>	<p> Település (székhely) A Település (székhely) B Település (székhely) C Település (székhely) D Település (székhely) E Település (székhely) F Település (székhely) G Település (székhely) H Település (székhely) I Település (székhely) J Település (székhely) K Település (székhely) L Település (székhely) M Település (székhely) N Település (székhely) O Település (székhely) P Település (székhely) Q Település (székhely) R Település (székhely) S Település (székhely) T Település (székhely) U Település (székhely) V Település (székhely) W Település (székhely) X Település (székhely) Y Település (székhely) Z </p>

Magyarországi Közigazgatás
 Területrendszervezési és Újszámvetési Főosztály
 Budapest, 2015. évi október 15. napján



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ : Χαρακτηριστικά ταμιευτήρων – αγωγών πτώσεως

ΙΙΙ.1: Στάθμη-όγκος-επιφάνεια ταμιευτήρων

Ταμιευτήρας Μεσοχώρας		
Στάθμη[m]	Όγκος[hm ³]	Επιφάνεια[km ²]
640	0.00	0.00
650	0.09	0.06
660	1.56	0.24
670	5.33	0.52
680	12.53	0.93
690	23.93	1.36
700	40.07	1.87
710	62.38	2.59
720	91.43	3.22
730	127.45	3.99
740	171.13	4.75
750	223.26	5.67
760	285.28	6.74
770	358.08	7.82
780	442.11	8.98

Ταμιευτήρας Συκιάς		
Στάθμη[m]	Όγκος[hm ³]	Επιφάνεια[km ²]
410	0.00	0.00
420	0.60	0.19
430	5.56	0.42
440	8.33	0.70
450	16.8	1.00
460	22.22	1.60
470	41.66	2.29
480	76.30	3.17
490	111.10	4.17
500	159.40	5.23
510	216.64	6.46
520	287.60	7.67
530	380.52	9.24
540	480.51	10.98
550	590.80	12.76

Ταμιευτήρας Πύλης		
Στάθμη[m]	Όγκος[hm ³]	Επιφάνεια[km ²]
264	0.00	0.00
280	0.64	0.11
300	9.54	0.78
320	33.94	1.66
340	78.74	2.82
360	140.94	3.40

Ταμιευτήρας Μουζακίου		
Στάθμη[m]	Όγκος[hm ³]	Επιφάνεια[km ²]
205	0.00	0.00
220	2.55	0.51
240	26.08	2.01
260	82.81	3.76
280	173.68	5.38
300	302.21	7.54
320	472.94	9.58
340	687.21	11.89

Ταμιευτήρας Πλαστήρα		
Στάθμη[m]	Όγκος[hm ³]	Επιφάνεια[km ²]
750	0.00	0.00
760	4.60	1.43
770	39.30	6.07
780	141.00	15.0
790	330.30	23.04
800	604.70	32.00

Ταμιευτήρας Αγιονερίου		
Στάθμη[m]	Όγκος[hm ³]	Επιφάνεια[km ²]
237	1.65	0.4
240	3.17	0.7
244	5.50	1
248	10.65	1.5
250	15.40	2
252	19.00	3

Ταμιευτήρας Σμοκόβου		
Στάθμη[m]	Όγκος[hm ³]	Επιφάνεια[km ²]
285	0.00	0.0
295	1.00	0.2
305	4.00	0.4
315	9.50	0.7
325	19.30	1.3
335	36.60	2.2
345	64.80	3.5
355	106.60	4.9
365	163.40	6.5
375	237.60	8.4
385	330.50	10.2

Ταμιευτήρας Κρεμαστών		
Στάθμη[m]	Όγκος[hm ³]	Επιφάνεια[km ²]
160	0	0.0
180	80	5.0
200	300	19.0
227	999	40.0
233	1420	45.0
240	1750	50.0
250	2300	58.0
255	2600	61.0
260	2900	65.0
265	3300	68.0
270	3650	71.0
275	4000	74.0
282	4500	79.0
300	6000	91.0

Ταμιευτήρας Καστρακίου		
Στάθμη[m]	Όγκος[hm ³]	Επιφάνεια[km ²]
70.0	0.0	0.0
93.8	45.0	5.0
96.0	62.5	6.0
107.5	172.0	10.0
120.0	312.5	14.2
123.0	359.0	15.0
142.0	750.0	23.3
143.0	765.0	23.8
143.5	775.0	24.1

144.0	785.0	24.2
144.2	800.0	24.4
145.0	830.0	24.8
155.0	1125.0	30.0

Ταμιευτήρας Στράτου		
Στάθμη[m]	Όγκος[hm³]	Επιφάνεια[km²]
51	0.20	0.00
52	0.20	0.53
54	2.11	1.79
56	7.37	2.95
58	13.68	3.89
60	22.11	4.53
62	32.63	5.37
64	43.16	6.11
66	55.79	6.63
68	64.21	7.05
70	84.21	7.58
72	101.05	8.00

Ταμιευτήρας Κάρλας		
Στάθμη[m]	Όγκος[hm³]	Επιφάνεια[km²]
43.5	0.00	0.00
44	0.12	4.00
44.5	15.00	5.00
45.4	29.30	25.00
46	41.80	33.00
46.4	57.01	34.65
48.8	141.30	35.45
49	148.55	36.00
50	183.88	38.00

III.2: Ύψος πτώσης-παροχτευτικότητα-ειδική ενέργεια

ΥΗΣ Γλύστρας		
Ύψος πτώσης [m]	Ειδική ενέργεια [GWh/hm ⁴]	Παροχτευτικότητα [hm ³ /μήνα]
181	0.226	81.37
184	0.226	82.39
188	0.227	83.50
192	0.227	84.81
196	0.226	87.48
200	0.226	86.25
204	0.226	88.77
208	0.225	90.00
212	0.227	90.00
216	0.228	90.00
220	0.229	90.00

ΥΗΣ Πευκοφύτου				
Ύψος πτώσης [m]	Ειδική ενέργεια [GWh/hm ⁴]	Παροχτευτικότητα [hm ³ /μήνα]	Άντληση [GWh/hm ⁴]	Άντληση [hm ³ /μήνα]
195	0.206	104.72	0.274	86.97
200	0.207	105.80	0.273	84.61
210	0.209	107.85	0.270	79.84
220	0.211	109.70	0.267	75.03
230	0.212	111.37	0.263	70.16
240	0.214	112.80	0.278	105.68
250	0.215	114.00	0.276	101.95
260	0.218	114.00	0.274	98.16
270	0.220	114.00	0.271	94.18
280	0.222	114.00	0.269	90.10
290	0.225	114.00	0.267	85.88
300	0.225	114.00	0.264	81.55

ΥΗΣ Συκιάς		
Ύψος πτώσης [m]	Ειδική ενέργεια [GWh/hm ⁴]	Παροχτευτικότητα [hm ³ /μήνα]
89	0,233	103.78
94	0.235	106.90
99	0.237	110.24
104	0.239	113.86
109	0.240	117.82

114	0.242	122.16
119	0.243	126.26
124	0.243	127.23
129	0.243	127.23
144	0.241	127.23
149	0.241	127.23
154	0.240	127.23

ΥΗΣ Κρεμαστών		
Ύψος πτώσης [m]	Ειδική ενέργεια [GWh/hm ⁴]	Παροχτευτικότητα [hm ³ /μήνα]
80	0.215	264
84	0.217	276
90	0.220	286
95	0.222	294
100	0.224	302
110	0.228	314
119.3	0.230	328
123.3	0.231	332
130	0.234	340
140.1	0.236	350

ΥΗΣ Καστρακίου		
Ύψος πτώσης [m]	Ειδική ενέργεια [GWh/hm ⁴]	Παροχτευτικότητα [hm ³ /μήνα]
73.2	0.230	522.68
73.7	0.231	517.80
74.2	0.233	516.89
74.4	0.234	517.17
74.7	0.235	516.03
75.4	0.237	513.39
75.7	0.238	510.87
76.2	0.239	504.28
76.7	0.241	497.93

ΥΗΣ Στράτου		
Ύψος πτώσης [m]	Ειδική ενέργεια [GWh/hm ⁴]	Παροχτευτικότητα [hm ³ /μήνα]
35.4	0.241	288.35
35.6	0.241	318.64
35.8	0.241	348.60

35.9	0.241	263.46
36.0	0.241	378.24
36.2	0.241	407.58
36.4	0.241	436.61
36.6	0.241	465.36
36.8	0.241	462.95
37.0	0.241	460.58

ΥΗΣ Μουζακίου				
Ύψος πτώσης [m]	Ειδική ενέργεια [GWh/hm⁴]	Παροχτευτικότητα [hm³/μήνα]	Άντληση [GWh/hm⁴]	Άντληση [hm³/μήνα]
94	0.213	236.12	0.339	273.52
98	0.218	238.70	0.333	266.87
102	0.221	241.04	0.328	260.19
106	0.223	243.58	0.324	253.50
110	0.225	245.61	0.321	246.78
114	0.227	247.74	0.318	240.03
118	0.228	249.93	0.316	233.27
122	0.229	251.37	0.314	226.48
126	0.230	254.27	0.313	219.66
130	0.230	256.20	0.312	212.82
134	0.230	258.12	0.311	205.96

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ σεναρίου Δ1 - E2 (καλύτερη συμβιβαστική λύση).

Πίνακας IV.1: Αποτελέσματα στόχων Δ1-E2

Στόχος ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ	Μέση ετησία Αστοχία	Μέσο ετήσιο έλλειμμα (hm ³)
1) Υπερ. Καστράκι - Water supply	0.001	0.005
3) Αναρρυθμ. Πλαστήρα - Water supply	0	0
6) ΥΗΣ Λεονταρίου - Water supply	0.216	0.188
2) ΑΧΕΛΩΟΣ 1 - Min. flow	0.001	0.113
7) ΠΟΡΤΑΙΚΟΣ - Min. flow	0.058	0.034
8) ΠΑΜΙΣΟΣ - Min. flow	0.001	0
9) Κατάντη Συκιάς - Min. flow	0.014	0.098
12) Κατάντη Μεσοχώρας - Min. flow	0.635	1.098
13) Πλαστήρας - Min. volume	0.14	1.22
17) ΠΗΝΕΙΟΣ 7 - Min. flow	0.048	0.118
19) ΣΟΦΑΔΙΤΗΣ 1 - Min. flow	0.224	0.161
55) Αρδ. Κόμβος 2 - Water supply	0.001	0.045
4) ΕΛΑΣΣΟΝΙΤΙΚΟΣ - Min. flow	0.331	0.196
22) Πύλη - Min. volume	0.98	2.345
23) Αγιονέρι - Min. volume	0.723	2.89
24) Μουζάκι - Min. volume	0.115	0.056
10) ΥΗΣ Συκιάς - Power generation	0.031	0.648
11) ΥΗΣ Μεσοχώρας - Power generation	1	609.947
14) ΥΗΣ Κρεμαστών - Power generation	0.013	0.516
15) ΥΗΣ Καστράκι - Power generation	0.002	0.104
16) ΥΗΣ Στράτου - Power generation	0.002	0.186
18) ΥΗΣ Πευκοφύτου - Power generation	1	866.813
20) ΥΗΣ Μουζακίου - Power generation	0.014	0.004
21) Διώρυγα ΠΔ - Power generation	0.006	0
26) Αρδευτικό Σμοκόβου - Irrigation	0.182	3.48
27) Αγιοπηγή - Irrigation	0.084	0.386
28) Αρδ. Κόμβος 2 - Irrigation	0.001	0.128
29) Αρδ.Κόμβος 1 - Irrigation	0.001	0.021
30) ΤΟΕΒ Πύλης - Irrigation	0.006	0.004
31) Αρδ. Κάρλας (ΤΟΕΒ Κάρλας) - Irrigation	0.018	0.165
32) Ζ-Α1 (Περιοχή Πηνειού-Πλατυκάμπου) - Irrigation	0.116	3.829
33) Λάρισα Γ1 - Irrigation	0.124	0.562
34) ΤΟΕΒ Ταυρωπού - Irrigation	0.099	1.714
35) Παλαμάς - Irrigation	0.014	0.055
36) Αρδ. Μέγα - Irrigation	0.004	0.042
37) ΤΟΕΒ Μεσενικόλα - Irrigation	0.09	0.06

38) Ξυλονέρι - Irrigation	0.083	0.101
40) Ιτέα - Φύλλο - Irrigation	0.035	0.058
43) Λάρισα Γ2 - Irrigation	0	0
44) Τρίκαλα Α1-2 - Irrigation	0.005	0.01
45) Αγναντερό-Προάστιο - Irrigation	0.003	0.004
46) Μαραθέα - Irrigation	0.004	0.011
47) Τρίκαλα Β1 - Irrigation	0.004	0.009
49) Αλή Εφέντη - Irrigation	0.006	0.005
50) Συμβολή με Φαρσαλιώτη - Irrigation	0.01	0.052
51) ΔΒ1.1-1.2 - Irrigation	0.004	0.027
52) Τρίκαλα Α1-1 - Irrigation	0.004	0.015
54) ΥΗΣ Στράτου - Irrigation	0	0
56) Υπόλοιπο Ζ - Irrigation	0.158	3.531
57) Ραψάνη-Ομαλός-Πυργετός - Irrigation	0	0
25) Άρδ. Ελασσόνα-Τσαριτσανή - Irrigation	0.867	5.897
39) Δυτική Επέκταση Δικτύου - Irrigation	1	1.921
41) Τυρναβός-Δαμάσι-Βερνικούσα - Irrigation	1	5.719
42) ΤΟΕΒ Μάτι Τυρνάβου - Irrigation	1	12.228
48) Παλαιοκλησια-Συκιά - Irrigation	0.765	0.161
53) Τριχ-Λυσ - Irrigation	0	0
5) Σηραγγα Εκτροπής - Const. flow	1	0.305

Πίνακας IV.2: Ισοζύγιο κόμβων Δ1-Ε2. Μέσες μηνιαίες τιμές σε hm³.

Κόμβος	Aqued. inflow	River inflow	Aquifer inflow	External inflow	Aqueduct outflow	River outflow	Water supply	Irr.
ΥΗΣ Λεονταρίου	6.973				6.559		0.414	
Αρδευτικό Σμοκόβου	6.559		0.21					6.769
Παλαμάς	1.789		0.041					1.83
Αγιοπηγή	1.276		0.019					1.296
Αναρρυθμ. Πλαστήρα	10.569				8.569		2	
ΤΟΕΒ Μεσσηνικόλα	0.18		0.003					0.183
Λάρισα Γ1	9.054		0.239		6.067			3.226
Συκ-Μουζ	49.793				49.793			
J164	28.908				28.908			
J175	64.781				64.781			
Άρδ. Κάρλας (ΤΟΕΒ Κάρλας)	13.014		0.228					10.197
Κόλπος Βόλου	0.055							
Άρδ. Μέγα	4.273		0.357					4.63
Άρδ. Ελασσόνα-Τσαριτσανή	0.635		0.04					0.675
Z-A1 (Περιοχή Πηνειού-	22.867		0.681		7.534			16.015

Πλατυκάμπου)								
Αρδ.Κόμβος 1	9.583				7.71			1.873
ΤΟΕΒ Ταυρωπού	6.776		0.135		0.386			6.525
ΤΟΕΒ Μάτι Τυρνάβου	1.522		2.418					3.94
Αρδ. Κόμβος 2	15.142						3.913	11.229
Ξυνονέρι	0.336		0.005					0.341
Τυρναβος-Δαμάσι-Βερνικούσα	0.766		0.915					1.682
Ραψάνη-Ομαλός-Πυργετός	0.36							0.36
Δυτική Επέκταση Δικτύου	7.71							7.71
Τρίκαλα Α1-1	1.87		0.071					1.941
Υπόλοιπο Ζ	7.534		0.922					8.456
Λάρισα Γ2	6.067		1.342					7.409
Παλαιοκλησια-Συκιά	0.276		0.294					0.57
Αγναντερό-Προάστιο	0.517		0.037					0.554
Μαραθέα	1.32		0.089					1.409
Τρίκαλα Β1	1.089		0.037					1.126
ΔΒ1.1-1.2	2.716		0.519					3.235
Διακλάδωση	8.996				8.996			
Τριχ-Λυσ			6.479					6.479
Συμβολή με Φαρσαλιώτη	1.707	1.906	0.155	17.827	0.904	18.049		2.643
Αμπελιά				6.497		6.497		
Συμβολή Ενιπέα-Καλέτζη		37.501		3.448	1.789	39.16		
Κλοκωτός		77.201			2.81	74.391		
Μακρυχώρι	6.28			6.467	7.227	5.52		
Κάστρο		139.541		23.097	9.054	153.584		
Γυρτώνη		153.583			33.814	119.769		
Συμβ. Τιταρ.-Πηνειού		128.814			0.802	128.012		
Εκβολές Πηνειού		128.01						
Γλύστρα	57.618					62.721		
Υπερ. Κρεμαστά	227.72					260.1		
Υπερ. Καστράκι	279.61					301.299	0.607	
Υπερχείλιση Συκιάς	78.352					103.469		
RN770		6.183		4.708	1.846	9.045		
Τιταρήσιος Ανάντη				4.708	0.276	4.432		
ΥΗΣ Στράτου	273.715				24.725	281.653		
Δελτα Αχελώου		281.653						
Μάρκος	3.34			6.862	1.707	8.495		

ΤΟΕΒ Πύλης		5.005		40.155		44.869		0.291
Λόγγος				12.438	0.78	11.658		
Κέδρος	1.026					1.906		
Συμβολή με Ελασσονίτικο		6.183				6.183		
Αγναντερό	25.316	58.09		4.398	10.603	77.201		
Ιτέα - Φύλλο	0.904	6.497	0.128	5.347		10.957		1.918
Τρίκαλα Α1-2	0.401		0.069	9.285		8.63		1.126
Αλή Εφέντη		139.358	0.123	0.438		139.541		0.378
TOTAL	1249.302	1169.53	15.558	145.676	285.641	1877.142	6.934	116.016

Πίνακας IV.3: Ισοζύγιο αγωγών σεναρίου Δ1-Ε2. Μέσες μηνιαίες τιμές σε hm³.

Αγωγός	Inflow	Outflow	Discharge capacity
ΠΗΝΕΙΟΣ 7	119.769	119.769	Unlimited
ΠΗΝΕΙΟΣ 8]	128.012	128.012	Unlimited
Κατάντη Κρεμαστά	260.1	260.1	Unlimited
Κατάντη Καστράκι	301.299	301.299	Unlimited
Κατάντη Μεσοχώρας	62.721	62.721	Unlimited
Κατάντη Συκιάς	103.469	103.469	Unlimited
ΑΧΕΛΩΟΣ 1	281.653	281.653	Unlimited
ΚΑΛΕΤΖΗΣ	8.495	8.495	Unlimited
ΤΙΤΑΡΗΣΙΟΣ 3	9.045	9.045	Unlimited
ΠΟΡΤΑΙΚΟΣ	5.005	5.005	Unlimited
ΣΟΦΑΔΙΤΗΣ 2	1.906	1.906	Unlimited
ΤΙΤΑΡΗΣΙΟΣ 2	6.183	6.183	Unlimited
ΠΗΝΕΙΟΣ 1	44.869	44.869	Unlimited
ΠΗΝΕΙΟΣ 5	153.584	153.584	Unlimited
ΠΗΝΕΙΟΣ 6	153.583	153.583	Unlimited
ΠΑΜΙΣΟΣ	13.221	13.221	Unlimited
ΕΝΙΠΕΑΣ 1	6.497	6.497	Unlimited
ΕΝΙΠΕΑΣ 2	10.957	10.957	Unlimited
ΣΟΦΑΔΙΤΗΣ 3	18.049	18.049	Unlimited
ΕΛΑΣΣΟΝΙΤΙΚΟΣ	1.751	1.751	Unlimited
ΤΙΤΑΡΗΣΙΟΣ 1	4.432	4.432	Unlimited
ΠΗΝΕΙΟΣ 2	77.201	77.201	Unlimited
ΠΗΝΕΙΟΣ 3	74.391	74.391	Unlimited
ΠΗΝΕΙΟΣ 4	139.541	139.541	Unlimited
ΕΝΙΠΕΑΣ 3	39.16	39.16	Unlimited
ΜΕΓΑΣ	5.52	5.52	Unlimited

ΛΗΘΑΙΟΣ	11.658	11.658	Unlimited
ΝΕΟΧΩΡΙΤΗΣ	8.63	8.63	Unlimited
Σήραγγα Λεονταρίου	6.973	6.973	65.7
ΥΗΣ Πλαστήρα	10.569	10.569	69.379
ΥΗΣ Μεσοχώρας	57.618	57.618	86.919
ΥΗΣ Κρεμαστών	227.72	227.72	346.695
ΥΗΣ Καστράκι	279.616	279.616	528.819
ΥΗΣ Πευκοφύτου	49.793	49.793	115.289
ΥΗΣ Συκιάς	78.352	78.352	108.611
ΥΗΣ Μουζακίου	64.781	64.781	185.138
ΥΗΣ Στράτου	273.715	273.715	442.973
Διώρυγα ΠΔ	25.316	25.316	405.553
Αρδ.Μεσ.	0.18	0.18	78.84
Αντλ.Πηνειού	0.442	0.442	1.051
Αρδ.Ξυν.	0.336	0.336	78.84
Διάταξη άντλησης Πευκ.	28.908	28.908	28.908
ΑΒ 1.1 και ΑΒ 1.1α	1.707	1.707	16.031
Ανλίες Α-Β-Δ-Ε	21.206	21.206	60.61
Αντλ. Κάρλας	3.629	3.629	18.446
ΑΓ1 - Δ1	9.054	9.054	31.799
Αντλ. Ραψάνης	0.36	0.36	2.365
Α 1-1	1.09	1.09	5.782
ΑΒ 1.2 και ΑΒ1.2α	0.904	0.904	5.256
Αντλίες ΑΖ1-7	7.534	7.534	68.854
ΑΓ2.1-3 - Δ2	6.067	6.067	39.157
Αντλία Α1-2	0.401	0.401	4.73
Α(Π)Β1.4	0.517	0.517	1.734
Α(Π)Β1.5	1.32	1.32	4.441
Αντλητικό Μαυροματι	39.458	39.458	78.84
Ζώνες Σ1-8	6.559	6.559	65.7
Αρδ. Αγ.	1.276	1.276	78.84
Σηραγγα Εκτροπής	20.885	20.885	20.943
Συνδετήρια σήραγγα	8.385	8.385	44.781
Εικονικό Μουζακι-Μαυροματι	64.781	64.781	197.1
Δευτ.Μεγα	4.273	4.273	78.84
Δ Ι	9.583	9.583	32.85
Καλ-Ιταλ	1.789	1.789	78.84
Απαγωγή	0.055	0.055	2.628
Αρδ. Κάρλας	13.014	13.014	78.84
Δ.Τιτ.3	1.08	1.08	2.628
Δ VII	15.142	15.142	78.84
Α1533	22.867	22.867	78.84

ΣΟΦΑΔΙΤΗΣ 1	1.026	1.026	2.865
Δ.Ττ.2	0.766	0.766	2.628
Εικονικό1	28.908	28.908	115.632
ΔΒ 1-3	2.954	2.954	26.28
Αρδ.Πλαστηρα	6.776	6.776	78.84
Δ.Ττ.1	0.276	0.276	2.628
Β1-Τρικ	1.089	1.089	4.205
Χειμ. Πηνειού	1.663	1.663	60.278
Χειμ. Πηνειού	7.317	7.317	18.346
ΔΒ1.1	8.996	8.996	43.362
ΔΒ1.1	6.28	6.28	43.362
ΔΒ1.2	2.716	2.716	8.541
ΤΑΥΡΩΠΟΣ			0
Στραγγίδια	0.386	0.386	2.628
Παλιά κοίτη Ληθαίου	0.78	0.78	21.024
ΔΧ			0
Δυτική Επέκταση Δι	7.71	7.71	32.85
Αρδευτικό	0.635	0.635	78.84
TOTAL	3496.237	3496.237	

Πίνακας IV.4: Ισοζύγιο Ταμιευτήρων. Μέσες μηνιαίες τιμές σε hm³.

Reservoir	Σμόκοβο	Πλαστήρας	Μεσοχώρα	Συκιά	Κρεμαστά	Καστράκι	Στράτος	Μουζάκι	Πύλη	Μαυρομάτι	Αγιονέρι	Κάρλα	Αρδ. Πηνειού	Γυρτώνη	TOTAL
Subcatchment runoff	9.124	11.788	62.542	60.871	172.474	42.021	15.661	9.294	13.351		2.452	4.134			403.712
Rainfall	0.32	1.896	0.797	1.936	7.798	2.4	0.682	0.44	0.234		0.044	1.433			17.979
Aqueduct inflow				28.908				68.728		64.781		10.946	22.869		196.231
River inflow				62.721	103.469	260.1	301.299							153.584	881.172
Leakage					15.768		10.512								26.28
Evaporation	0.558	1.998	0.613	1.172	7.661	2.607	0.751	0.462	0.196		0.11	3.441			19.568
Aqueduct outflow	8	10.569	57.618	128.145	227.72	279.616	273.715	64.781	8.385	64.774	0.635	13.069	22.867		1159.893
River outflow								13.221	5.005		1.751			153.583	173.561
Irrigation															0
Spill	0.88	1.101	5.103	25.117	32.38	22.29	32.663								119.534
System loss															0
Storage usage	0.007	0.016	0.006	0.001	0.213	0.008	0.001			0.007	0.001	0.003	0.002	0	0.259
Verification	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean level [m]	356.257	787.493	748.564	544.614	275.856	145.727	68.33	262.87	321.623	152.558	243.44	47.942	5.763	60.216	
Mean storage [hm3]	126.325	277.305	228.424	535.472	4065.246	849.138	68.182	102.365	39.54	65.576	7.347	110.43	11.525	3.256	