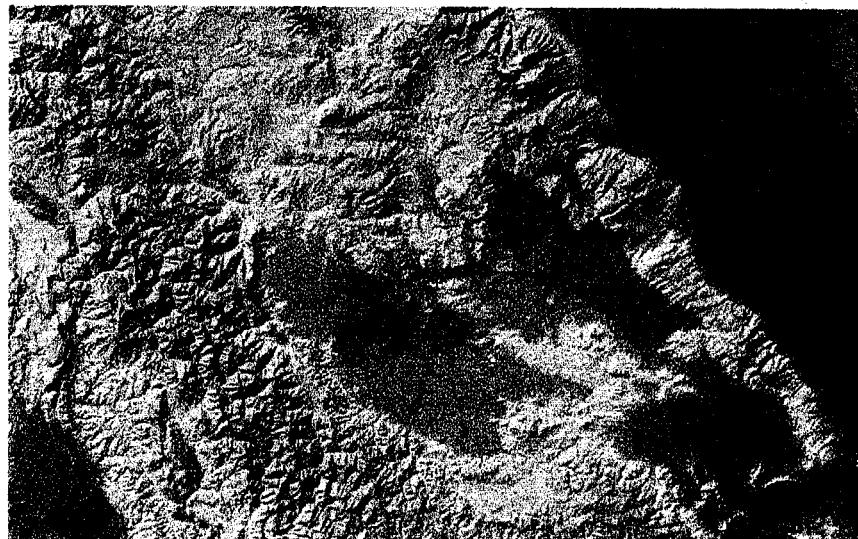




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ
ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ & ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ

**«ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ
ΧΡΗΣΕΩΝ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΣΑΛΙΑ»**



Διπλωματική Εργασία: ΠΕΠΠΑΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ
Επιβλέπων: Δ. Κουτσογιάννης, Επίκουρος Καθηγητής

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2001
ΑΘΗΝΑ

Πρόλογος

Χιλιάδες χρόνια πριν, λένε ότι η Θεσσαλία ήταν μια απέραντη λίμνη που βρήκε διέξοδο στη θάλασσα ύστερα από σεισμό που προξένησε το άνοιγμα του φαραγγιού, την Κοιλάδα των Τεμπών.

Η μυθολογία θέλει τη Θεσσαλία τόπο γέννησης και κατοικία των θεών του Ολύμπου καθώς και τον τόπο απ' όπου ξεκίνησε ο Ιάσονας για την αργοναυτική εκστρατεία. Ο Πηνειός, ο κύριος ποταμός της Θεσσαλίας, ήταν γιος του Ωκεανού και της Τιθώνος Ενώθηκε στα φαράγγια της Πίνδου με τη νύμφη Κρέουσα και γεννήθηκαν τρία παιδιά: ο Υψεύς, ο Ανδρεύς και η Στίλβη. Η Στίλβη γέννησε με τον Απόλλωνα τον Λαπίθη, ο οποίος ήταν επώνυμος ήρωας και αρχηγέτης των Λαππιθών, οι οποίοι και κατοίκησαν τη Θεσσαλία.

Η Θεσσαλία διαθέτει αρκετά μεγάλα αστικά κέντρα και αποτελεί την μεγαλύτερη πεδινή έκταση της χώρας. Ο Πηνειός αποτελεί την κυριότερη επιφανειακή πηγή νερού για την άρδευση των μεγάλων πεδινών εκτάσεων της Θεσσαλίας. Το μεγαλύτερο πρόβλημα της περιοχής ήταν πάντοτε η ικανοποίηση των υδατικών αναγκών της πεδιάδας.

Το θέμα της διπλωματικής αυτής εργασίας – ανάπτυξη ενός μοντέλου προσομοίωσης των υδατικών πόρων και χρήσεων νερού – αποδείχθηκε πολύ ελκυστικό αλλά και απαιτητικό. Ο συνδυασμός ενός ευρούς φάσματος γνωστικών αντικειμένων (υδρολογίας, προγραμματισμού Η/Υ, εγγειοβελτιωτικών έργων κτλ.) καθώς και η χρήση κριτικής σκέψης και αφαιρετικής λογικής σε ένα σύνθετο πρόβλημα όπως αυτό της προσομοίωσης των υδάτων της Θεσσαλίας, αποτέλεσε μια πρωτόγνωρη όσο και πολύτιμη εμπειρία. Επιπροσθέτως, η προσπάθεια αντιμετώπισης πολλών προβλημάτων που προέκυψαν ανέδειξαν τη διαφορετική φύση αλλά και την πολυπλοκότητα των προβλημάτων που καλείται να αντιμετωπίσει ο κάθε μηχανικός στην πράξη.

Ευχαριστώ τον καθηγητή μου, κ. Δημήτρη Κουτσογιάννη, για την αρχική ιδέα και την αμέριστη συμπαράσταση καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης αυτής της εργασίας. Μου έδειξε απεριόριστη εμπιστοσύνη, αφήνοντάς με πολλές φορές να μετρήσω μόνος μου τις δυνάμεις μου, αλλά βρέθηκε πάντοτε δίπλα όταν τα εμπόδια φάνταζαν ανυπέρβλητα.

Ευχαριστώ ιδιαιτέρως τον κ. Ανδρέα Ευστρατιάδη, για τη στενή συνεργασία και την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφερε καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας και ιδίως κατά την τελική της φάση. Οι προσωπικές του συμβουλές ήταν κάτι παραπάνω από πολύτιμες.

Ευχαριστώ τους κ.κ. Αντώνη Κουκουβίνο και Νίκο Μαμάση για την άριστη συνεργασία τους καθώς και τις πολύτιμες συμβουλές τους στις κρίσιμες φάσεις αυτής της εργασίας.

Για την πολύ σημαντική τους βοήθεια ευχαριστώ τους κ.κ. Γιώργο Καραβοκυρό και Βαγγέλη Ρόζο, οι οποίοι μου παρείχαν τη βοήθεια που χρειαζόμουν στην κατάλληλη χρονική στιγμή.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλο το προσωπικό του τομέα Υδατικών Πόρων του ΕΜΠ καθώς και τους Βαγγέλη, Γιάννα, Κατερίνα, Μαρώ και Νίκο για την καλή τους παρέα όλους αυτούς τους μήνες.

Πέππας Αντώνιος

Οκτώβριος 2001

Περιεχόμενα

Πρόλογος

Περιεχόμενα

Περίληψη

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή

1

1.1 Αντικείμενο	1
1.2 Η Περιοχή Μελέτης	1
1.3 Διάρθρωση της Εργασίας	2

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Προβλήματα Υδατικών Πόρων Θεσσαλίας

4

2.1 Γεωγραφική Τοποθέτηση	4
2.2 Γεωμορφολογικά - Φυσιογραφικά Χαρακτηριστικά	4
2.3 Γεωλογικά Χαρακτηριστικά	6
2.4 Κλίμα	7
2.5 Αναπτυξιακή Ταυτότητα	9
2.6 Υδατικοί Πόροι και Αντίστοιχες Ανάγκες	11
2.6.1 Υδατικοί Πόροι	11
2.6.1.1 Επιφανειακοί Υδατικοί Πόροι	11
2.6.1.2 Υπόγεια Νερά	13
2.6.1.3 Ποιοτικά Χαρακτηριστικά	17
2.6.2 Υδατικές Ανάγκες	19
2.6.2.1 Γεωργία	20
2.6.2.2 Κτηνοτροφία	20
2.6.2.3 Υδρευση	20
2.7 Συνοπτική Αναφορά των Προβλημάτων	21
2.7.1 Επιφανειακά Νερά	21
2.7.2 Υπόγεια Νερά	21
2.7.3 Επί Τόπου Επίσκεψη	22
2.8 Ιστορικό Αντιμετώπισης	23

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Σχηματοποίηση Υδροσυστήματος

26

3.1 Βασικά Κριτήρια και Εναλλακτικές Επιλογές	26
3.1.1 Προσομοίωση Τοπολογίας	26
3.1.2 Προσομοίωση Υδατικών Καταναλώσεων	27
3.1.2.1 Εναλλακτικές Θεωρήσεις Προσομοίωσης Υδατικών Καταναλώσεων	27
3.1.2.2 Θεώρηση Αρδευτικών Αναγκών	27

3.2 Παρουσίαση Σχηματοποίησης	32
3.3 Πορεία Εργασιών	35
3.3.1 Ομαδοποίηση των Δήμων Βάσει του Μεγαλύτερου Καταναλωτή	35
3.3.1.1 Μορφοποίηση των Δήμων Σύμφωνα με το Πρόγραμμα "Καποδίστριας"	35
3.3.1.2 Ομαδοποίηση Δήμων	36
3.3.2 Τοπολογία Δικτύου	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Δεδομένα	48
4.1 Άντληση Υδρολογικών Δεδομένων και Επεξεργασία	48
4.1.1 Συλλογή Δεδομένων	48
4.1.2 Αναγωγή και Φυσικοποίηση Παροχών	51
4.1.2.1 Αναγωγή στις Θέσεις Ενδιαφέροντος	51
4.1.2.2 Συντελεστές Αναλογίας Απολήψεων	62
4.2 Δεδομένα Αρδευτικών Αναγκών	65
4.2.1 Μετεωρολογικά Δεδομένα	65
4.2.2 Υπολογισμός Αρδευτικών Αναγκών Καλλιεργειών	68
4.3. Γεωγραφικά Δεδομένα	77
4.3.1 Ψηφιακό Υπόβαθρο Θεσσαλίας	77
4.3.2 Χάρτες και Σχέδια από Μελέτες	78
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Προσομοίωση Υδροσυστήματος	79
5.1 Το Υπολόγιστικό Σύστημα Υδρονομέας	79
5.2 Μαθηματικό Μοντέλο Προσομοίωσης	80
5.2.1 Ορισμός του Προβλήματος	80
5.2.2 Μαθηματική Διατύπωση	83
5.3 Δεδομένα	84
5.4 Παραδοχές	85
5.4.1 Προσομοίωση Ταμιευτήρων	85
5.4.2 Προσομοίωση Υδροφορέων	85
5.5 Σενάρια Προσομοίωσης	86
5.5.1 Σενάρια Διατάξεων του Υδροσυστήματος	87
5.5.2 Σενάρια Υδατικών Καταναλώσεων	88
5.6 Αποτελέσματα	89
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Συμπεράσματα	102
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ	104
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: Αριθμητικά Δεδομένα	107
A.1 Ιστορικές Χρονοσειρές	107

A.2 Μετεωρολογικά Δεδομένα	128
A.3 Αρδευθείσες Εκτάσεις	132
A.4 Υδατικές Ανάγκες	135
A.5 Πίνακες Γεωγραφικών Δεδομένων	138
A.6 Κώδικας Υπολογισμού Αρδευτικών Αναγκών Μαιού	146
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: Χάρτες και Σχέδια	149
B.1 Χάρτες Μελετών	149
B.2 Χάρτες Συστημάτων Γεωγραφικής Πληροφορίας	150
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: Φωτογραφίες	151

Περίληψη

Η προσομοίωση των υδατικών πόρων και των χρήσεων νερού ενός ολόκληρου Υδατικού Διαμερίσματος αποτελεί μια εξαιρετικά πολύπλοκη διαδικασία όταν υπεισέρχονται παράγοντες όπως οι μη σημειακές απολήψεις νερού από επιφανειακά και υπόγεια νερά, η μη φυσικοποιημένη υδρολογία και η πολύπλοκη δομή του υδρογραφικού συστήματος. Το μοντέλο προσομοίωσης του Υδατικού Διαμερίσματος της Θεσσαλίας ανέπτυξε μία δίκτυακή δομή υδροσυστήματος προσομοιώνοντας τις περιοχές με ζήτηση νερού ως κόμβους. Η υδρολογία της περιοχής αφού φυσικοποιήθηκε εισήλθε στο δίκτυο σημειακά στους αντίστοιχους κόμβους όπου υπήρχε προσφορά νερού. Τα υπόγεια νερά εισήλθαν κι αυτά στο δίκτυο σημειακά. Μετά την ανάπτυξη του μοντέλου έγινε η προσομοίωσή του στο λογισμικό «Ydroneomeas» για ιστορική περίοδο 33 χρόνων και για διαφορετικά σενάρια υδατικών αναγκών και διατάξεων υδροσυστήματος. Το τελικό αποτέλεσμα της διαδικασίας αυτής ήταν ο υπολογισμός της αστοχίας για τις αντίστοιχες διατάξεις του υδροσυστήματος και την αντίστοιχη διαμόρφωση της ζήτησης.

Abstract

The simulation of water resources and water uses of a whole hydrological area represents an extremely sophisticated procedure where various factors are involved such as non – point surface intakes, groundwater intakes, non naturalized hydrology and the complicated structure of the hydrographic system. The simulation model of the Thessalia hydrological area developed a network structure for the hydrosystem by simulating the water demand of regions as nodes. The region's hydrology values, after being adjusted to natural conditions, were inserted into the network as point water supply values at the respective nodes. Furthermore, the groundwater intakes were inserted into the network as point values at the respective nodes. After the model was developed, it was inputted into the "Ydroneomeas" software program, to produce results for a time period of 33 years and for various combinations of water demand and hydrosystem structure. The final result was the calculation of failure probability for each of the above combinations.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή

1.1 Αντικείμενο

Αντικείμενο της διπλωματικής αυτής εργασίας, αποτελεί η ανάπτυξη ενός μοντέλου προσομοίωσης του υδατικού ισοζυγίου του υδατικού διαμερίσματος της Θεσσαλίας. Για το λόγο αυτό προσομοιώθηκαν οι υδρολογικές συνθήκες καθώς και η δομή του ποτάμιου συστήματος και των υδροφορέων της περιοχής, ενώ επίσης υπολογίστηκαν οι αρδευτικές και υδρευτικές ανάγκες. Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι ένα μοντέλο προσομοίωσης προσφοράς και ζήτησης των υδάτων της Θεσσαλίας, το οποίο πραγματεύεται την υφιστάμενη κατάσταση καθώς και διάφορα μελλοντικά σενάρια, συσχετίζοντας απολήψιμες ποσότητες ύδατος και ποσοστά διακινδύνευσης.

Κύριο στόχο αυτής της εργασίας αποτέλεσε η πρωτογενής κατάρτιση ενός αδρομερούς μοντέλου του υδροσυστήματος υπό μορφή δικτύου ώστε αφενός να αποτελεί μία ικανοποιητική προσέγγιση της πραγματικότητας και των λειτουργιών που συντελούνται, αφετέρου να μην οδηγεί σε υπερβολικά λεπτομερείς εκτιμήσεις και πολύ μεγάλο υπολογιστικό φόρτο.

Βασική επιδίωξη στην κατάρτιση και λειτουργία του μοντέλου, ήταν η όσον το δυνατόν καλύτερη αποτύπωση των διεργασιών που σχετίζονται με τους υδατικούς πόρους και τη διαθεσιμότητά τους. Για το λόγο αυτό δόθηκε ιδιαίτερη βαρύτητα αφενός στα υδρολογικά δεδομένα, αφετέρου στις υδατικές καταναλώσεις και στον τρόπο με τον οποίο επηρεάζουν την υδρολογική δίαιτα της περιοχής.

1.2 Η Περιοχή Μελέτης.

Περιοχή μελέτης της διπλωματικής αυτής εργασίας, αποτελεί το υδατικό διαμέρισμα της Θεσσαλίας. Η περιοχή αυτή παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον διότι αποτελεί την μεγαλύτερη πεδινή έκταση της χώρας και συγκεντρώνει όλα τα είδη των

υδατικών καταναλώσεων δηλαδή, άρδευση, ύδρευση και βιομηχανική χρήση. Αποτελεί μία περιοχή όπου οι ασχολίες του μεγαλύτερου μέρους του πληθυσμού σχετίζονται με τον πρωτογενή τομέα, ο οποίος περιορίζεται σχεδόν κατά αποκλειστικότητα στη γεωργία. Για το λόγο αυτό, οι προκύπτουσες αρδευτικές ανάγκες παίζουν έναν πολύ σημαντικό ρόλο στα τεκταινόμενα της περιοχής τόσο από οικονομικής όποψης όσο και από κοινωνικοπολιτικής. Κατά συνέπεια, η προσομοίωση των υδατικών συνθηκών και καταναλώσεων αλλά και η διαθεσιμότητα των υδατικών πόρων της περιοχής αποτελούν ένα εξαιρετικά ενδιαφέρον και κρίσιμο αντικείμενο, ενώ παράλληλα χρήζουν ευρείας εφαρμογής.

Από γεωγραφικής απόψεως, η Θεσσαλία ανήκει στο κεντρικό τμήμα της χώρας με εξαιρετικά πλούσια φυσιογραφία, διαθέτοντας τόσο πεδινές όσο ορεινές και παραλιακές εκτάσεις. Το υδατικό διαμέρισμα συμπίπτει σχεδόν με το αντίστοιχο γεωγραφικό με μικρά μόνο τμήματά του, κυρίως προς τα νότια και νοτιοδυτικά να ανήκουν σε άλλες διοικητικές ενότητες.

Από το σύνολο του υδατικού διαμερίσματος, δεν προσομοιώθηκε η περιοχή της Μαγνησίας, διότι αφενός δεν διαθέτει αξιοσημείωτες πεδινές αρδευόμενες εκτάσεις, αφετέρου οι υδατικοί πόροι της περιοχής αυτής δεν σχετίζονται άμεσα με το υπόλοιπο υδατικό διαμέρισμα. Οι λιγοστές αλληλεπιδράσεις των υδροσυστημάτων περιορίζονται στον υπόγειο υδροφορέα, ο οποίος κατέχει έναν εξαιρετικά ασήμαντο ρόλο στη διαμόρφωση των υδατικών ισοζυγίων [Μαρίνος κ.ά., 1995].

1.3 Διάρθρωση της Εργασίας

Στις σελίδες που ακολουθούν γίνεται η κυρίως ανάπτυξη της διπλωματικής αυτής εργασίας. Εκτός από το παρόν κεφάλαιο, περιλαμβάνονται άλλα 5 κεφάλαια καθώς και τρία παραρτήματα.

Στο Κεφάλαιο 2 γίνεται η περιγραφή των προβλημάτων των υδατικών πόρων της περιοχής και αναλύονται τα γενικότερα χαρακτηριστικά της. Ύστερα, στο Κεφάλαιο 3 περιγράφεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την σχηματοποίηση του υδροσυστήματος. Για το λόγο αυτόν αναφέρονται τα βασικά κριτήρια στα οποία στηρίχθηκε το μοντέλο, η πορεία των εργασιών, οι παραδοχές καθώς και τα σημεία

που χρήζουν μελλοντικές βελτιώσεις. Στο Κεφάλαιο 4 γίνεται αναφορά στα δεδομένα που ελήφθησαν και στην διαδικασία επεξεργασίας τους. Επίσης, γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στις διαδικασίες που απαιτήθηκαν έτσι ώστε να υπάρχει μία πλήρης και ολοκληρωμένη εικόνα για την περιοχή μελέτης. Εν συνεχεία, στο Κεφάλαιο 5 ακολουθεί η παρουσίαση της προσομοίωσης του υδροσυστήματος με την περιγραφή του λογισμικού του υπολογιστικού συστήματος «Υδρονομέας» και του μαθηματικού του μοντέλου καθώς και του τρόπου με τον οποίον εισήχθησαν σε αυτό τα δεδομένα του συγκεκριμένου υδροσυστήματος. Ύστερα ακολουθούν τα εναλλακτικά σενάρια που χρησιμοποιήθηκαν και τα τελικά τους αποτελέσματα. Τέλος, στο Κεφάλαιο 6 καταγράφονται τα συμπεράσματα της διπλωματικής εργασίας.

Στο Παράρτημα Α παρουσιάζονται όλα τα αριθμητικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν ενώ στο παράρτημα Β παρατίθενται οι κυριότεροι χάρτες που χρησιμοποιήθηκαν. Τέλος στο Παράρτημα Γ παρουσιάζεται το φωτογραφικό υλικό της επίσκεψης στην περιοχή της Θεσσαλίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : Προβλήματα Υδατικών Πόρων Θεσσαλίας

2.1 Γεωγραφική Τοποθέτηση

Το Υδατικό Διαμέρισμα της Θεσσαλίας συμπίπτει σχεδόν με το αντίστοιχο γεωγραφικό διαμέρισμα. Μικρά μόνο τμήματα του γεωγραφικού διαμερίσματος της Θεσσαλίας, κυρίως προς τα νότια και νοτιοδυτικά, ανήκουν σε γειτονικές διοικητικές ενότητες. Η συνολική έκταση του διαμερίσματος είναι 11135 Km², χωρίς τον νομό Μαγνησίας.

Το υπό μελέτη Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας περιλαμβάνει το 98,2% της έκτασης του νομού Λαρίσης, το 78,8% της έκτασης του νομού Τρικάλων, το 82,1% του νομού Καρδίτσας, το 7,4% του νομού Πιερίας, το 7,3% του νομού Γρεβενών και το 16,7% του νομού Φθιώτιδας. Αθροιστικά, το 90,82% της λεκάνης απορροής του υδατικού διαμερίσματος είναι και τμήμα της περιφέρειας Θεσσαλίας, με αποτέλεσμα τα στοιχεία της τοπικής αυτοδιοίκησης να αποτελούν μία καλή πηγή άντλησης πληροφοριών.

2.2 Γεωμορφολογικά– Φυσιογραφικά Χαρακτηριστικά

Η γενικότερη γεωμορφολογία και φυσιογραφία της περιοχής μπορεί να περιγραφεί ως εξής: Η πεδινή περιοχή της Θεσσαλίας χωρίζεται από τα χαμηλά Χαλκοδόνια όρη σε δύο μεγάλα τμήματα ίσης περίπου έκτασης, το ανατολικό και το δυτικό, ενώ περιφερειακά των πεδινών αυτών εκτάσεων βρίσκονται οι ορεινοί όγκοι. Το μέσο υψόμετρο του διαμερίσματος είναι 285 μέτρα.

Ανατολικό Τμήμα.

Το ανατολικό τμήμα της Θεσσαλικής πεδιάδας έχει τα εξής γεωγραφικά όρια: βόρεια τον Κάτω Όλυμπο και την Όσσα, ανατολικά το Μαυροβούνι και το βόρειο Πήλιο, νότια και νοτιοδυτικά τα Χαλκοδόνια και βορειοδυτικά το Ζάρκο. Το νότιο και

νοτιοανατολικό μέρος αποτελεί μια κλειστή λεκάνη, την αποξηραθείσα λίμνη Κάρλα (Βοιβηϊς), της οποίας όμως το χαμηλότερο τμήμα προς το Βόλο προβλέπεται να επανέλθει στην φυσική του κατάσταση. Στην Ανατολική Θεσσαλία εντάσσονται και οι ορεινές, αλλά με αξιόλογη έκταση, καλλιεργούμενες εκτάσεις της Ελασσόνας και του Δαμασιού. Στην περιοχή αυτή διέρχεται ο Τιταρήσιος, ο οποίος διαθέτει αρκετή παροχή παρότι κατά τους καλοκαιρινούς μήνες μπορεί να περιοριστεί εξαιρετικά η παροχή του. Εκτός αυτού μεγάλο μέρος των υδάτων του Τιταρήσιου τροφοδοτούν τον υπόγειο υδροφορέα. Στις υπόλοιπες περιοχές της Ανατολικής Θεσσαλίας έως και το δυτικό όριο των Χαλκοδονίων ορέων, δεν παρατηρούνται επιφανειακά νερά ενώ επίσης έντονη η πτώση του δυναμικού του υπογείου υδροφορέα. Όλες σχεδόν οι καλλιεργούμενες εκτάσεις αρδεύονται από γεωτρήσεις, στην πλειοψηφία τους ιδιωτικές. Οι μόνες εκτάσεις που αρδεύονται από επιφανειακά νερά βρίσκονται στην περιφέρεια της πεδιάδας κοντά στις ορεινές εκτάσεις και δεν απέχουν παρά μερικές εκατοντάδες μέτρα από την κοίτη του πλησιέστερου ποταμού. Ακόμα, απολήψεις πραγματοποιούνται στις περιοχές απ' όπου περνάει ο ποταμός Πηνειός, οι οποίες διαθέτουν οργανωμένα δίκτυα από τους ΤΟΕΒ της περιοχής. Στην Ανατολική Θεσσαλία, εκτός του Τιταρήσιου και του Πηνειού, δεν υπάρχουν άλλοι ιδιαίτερα αξιόλογοι ποταμοί. Τέλος πρέπει να αναφερθεί ότι η Ανατολική Θεσσαλία έχει το μεγαλύτερο αστικό κέντρο του υδατικού διαμερίσματος, τη Λάρισα καθώς και μερικούς άλλους αξιόλογους οικισμούς.

Δυτικό Τμήμα.

Το δυτικό τμήμα της Θεσσαλικής πεδιάδας ορίζεται γεωγραφικά ως εξής: ανατολικά από τα Χαλκοδόνια όρη, βοριοανατολικά από το Ζάρκο, βόρεια από τα Χάσια και τα Αντιχάσια όρη, δυτικά από το Κερκέτιον όρος (Κόζιακας) και νότια από το Ναθράκιο, τους πρόποδες του όρους Τιμφρηστός και την αποξηρανθήσα λίμνη Ξυνιά. Η δυτική Θεσσαλία διαθέτει αρκετούς παραποτάμους του Πηνειού οι οποίοι ακόμα και το θέρος διαθέτουν έστω και μικρές ποσότητες ύδατος. Στην δυτική Θεσσαλία, νοτιοδυτικά της Καρδίτσας υπάρχει ο μοναδικός εν λειτουργίᾳ ταμιευτήρας, το φράγμα Ταυρωπού, το οποίο μάλιστα υδρολογικά ανήκει στη λεκάνη απορροής του Αχελώου. Η δυτική Θεσσαλία έχει δύο μεγάλα αστικά κέντρα (Τρίκαλα, Καρδίτσα), μερικά μικρότερα αλλά αξιόλογα όπως η Καλαμπάκα, οι Σοφάδες, τα Φάρσαλα και ο Παλαμάς καθώς και πλήθος άλλων μικρών χωριών. Εκτός των δύο μεγάλων πόλεων, ο υπόλοιπος

πληθυσμός ασχολείται με έμμεσα ή άμεσα τον ένα ή τον άλλο τρόπο με την γεωργία . Όλες σχεδόν οι εκτάσεις αρδεύονται, ενώ κατά τόπους παρατηρούνται οργανωμένα δίκτυα άρδευσης. Προς τα βόρεια, οι καλλιέργειες σταματάνε στο όριο της πεδιάδας με τους πρόποδες των βουνών. Αντιθέτως, στα νότια παρατηρούνται καλλιέργειες ακόμα και στους πρόποδες των βουνών. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον είναι το γεγονός ότι στην κεντρική – ανατολική πλευρά της δυτικής πεδιάδας (από Φυλλήιο μέχρι Χαλκοδόνιο), οι καλλιέργειες φθάνουν σε μεγάλο σχετικά υψόμετρο, έως και 500 μέτρα, λόγω των εξαιρετικά ομαλών κλίσεων των βουνών. Οι κυριότεροι ποταμοί που διατρέχουν των δυτική πλευρά είναι οι εξής: Ενιππέας, Φαρσαλιώτης, Σοφαδίτικος, Καλέτζης, Παλιούρης, Πάμισος, Ληθαίος και Ντολερίτης. Επίσης, στις πηγές του Σοφαδίτικου υπάρχει το μοναδικό υπό κατασκευή φράγμα, αυτό του Σμοκόβου, το οποίο βρίσκεται στην τελική του φάση.

2.3 Γεωλογικά Χαρακτηριστικά

Το Υδατικό Διαμέρισμα της Θεσσαλίας παρουσιάζει απλή γεωμορφολογική εικόνα, με τα ορεινά τμήματά του στις περιφερειακές περιοχές και τα πεδινά στις κεντρικές περιοχές. Υπάρχουν πέντε ορεινοί όγκοι, μεταξύ των οποίων ο Όλυμπος, με υψόμετρο 2917 μέτρα, το υψηλότερο στην Ελλάδα. Το πεδινό τμήμα χωρίζεται από τα χαμηλά Χαλκοδόνια όρη σχηματίζοντας δύο μεγάλες πεδινές ενότητες: την ανατολική και τη δυτική. Οι δύο αυτές ενότητες είναι ανεξάρτητες από υδρογεωλογική άποψη.

Το Θεσσαλικό πεδίο είναι ένα τεκτονικό βύθισμα που περιβάλλεται από τις οροσειρές Ολύμπου – Καμβουνίων στα βόρεια, Πίνδου στα δυτικά, Όθρυς στα νότια και Πηλίου – Όσσας στα ανατολικά.

Στο υδατικό διαμέρισμα αναπτύσσονται από τα ανατολικά προς τα δυτικά οι ακόλουθες γεωτεκτονικές ζώνες και ενότητες:

➤ Ενότητα Όσσας, που συναντάται στο ομώνυμο βουνό και στον Όλυμπο. Αποτελεί τεκτονικό παράθυρο και περιλαμβάνει φυλλίτες, μάρμαρα και δολομίτες.

➤ Πελαγονική Ζώνη, που συναντάται στο ανατολικό τμήμα του διαμερίσματος, το οποίο περιλαμβάνει κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους και μάρμαρα, όπως επίσης και σε μεγάλο βαθμό γνεύσιους, σχιστόλιθους και αμφιβολίτες.

➤ Υποπελαγονική Ζώνη, που συναντάται στην κεντρική Θεσσαλία, με κύριο χαρακτηριστικό την εκτεταμένη ανάπτυξη των οφιολιθικών υπερβασικών πετρωμάτων του φλύσχη και των σχιστοκερατολίθων.

➤ Ζώνη της Πίνδου, που αναπτύσσεται στα δυτικά δρια της πεδιάδας προς την οροσειρά της Πίνδου και αποτελείται από λεπτοπλακώδεις ασβεστόλιθους σε εναλλαγές με σχιστοκερατόλιθους, όπως επίσης και φλύσχη.

➤ Στο δυτικό τμήμα της Θεσσαλικής πεδιάδας αναπτύσσονται τα μολασσικά ίζηματα της μεσοελληνικής αύλακας, που αποτελούνται κυρίως στο εδώ διαμέρισμα από μεγάλου πάχους συνεκτικά κροκαλοπαγή.

➤ Το πεδινό τμήμα του διαμερίσματος, όπως επίσης και τους λόφους που παρεμβάλλονται μεταξύ δυτικής και ανατολικής Θεσσαλίας, καλύπτουν σύγχρονα τεταρτογενή και νεογενή ίζηματα.

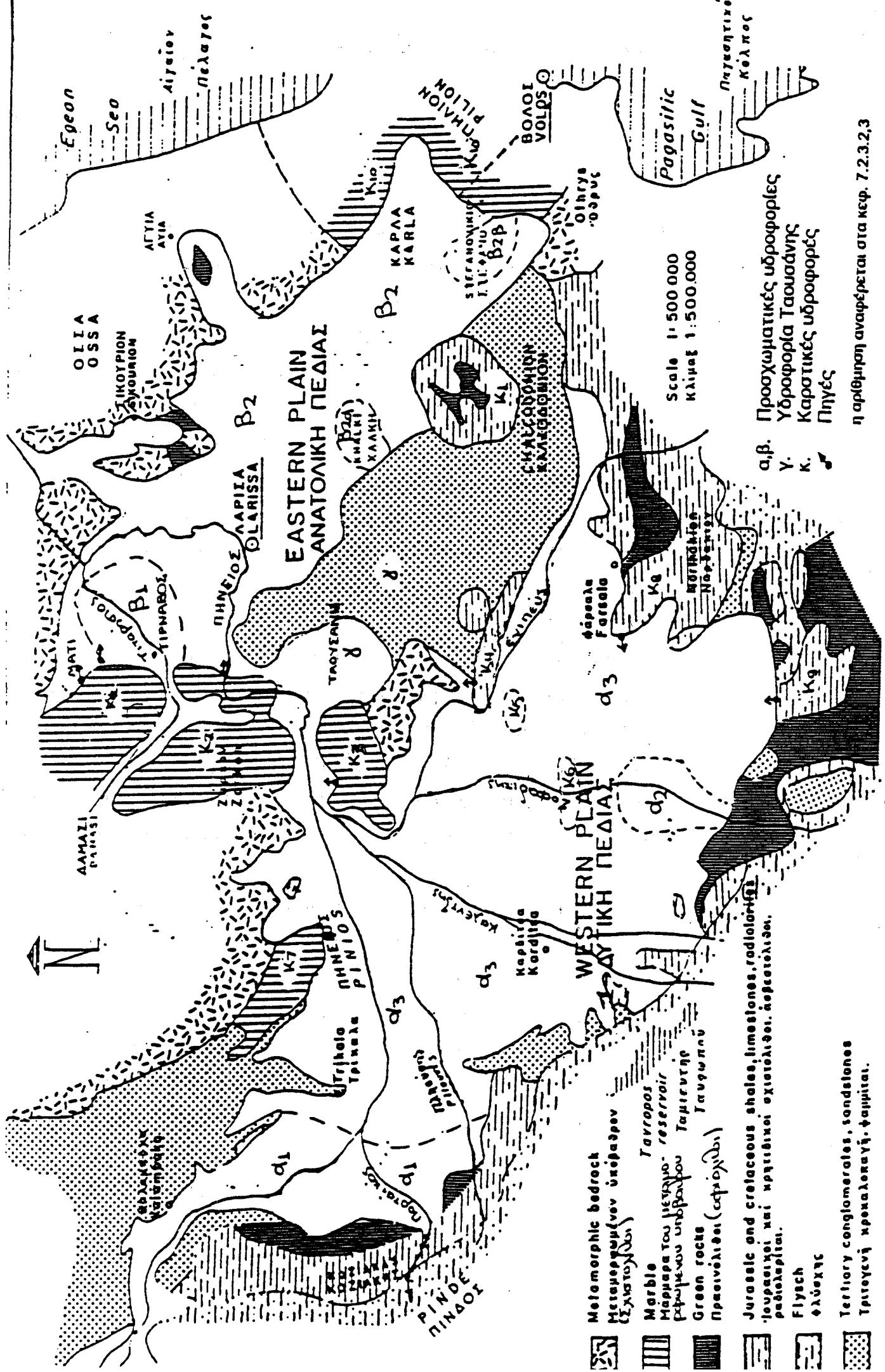
Τα παραπάνω στοιχεία βασίστηκαν στη μελέτη του YBET [1996, σελ. 165]. Η γεωλογία της Θεσσαλίας φαίνεται στο Σχήμα 2.1.

Το νότιο αυτό τμήμα, που στο παρελθόν ήταν λίμνη ενώ στις μέρες μας καταλαμβάνεται από καλλιεργούμενες εκτάσεις, έχει περιορισμένες βροχοπτώσεις οι οποίες ακόμα και με τη συμβολή των βορειοδυτικών απορροών του Πηλίου και του Μαιροβουνίου δεν επαρκούν για την κάλυψη των αρδευτικών αναγκών της περιοχής. Συνέπεια αυτού είναι η άντληση των υπογείων αποθεμάτων της περιοχής, με αποτέλεσμα την σταθερή μείωση του δυναμικού τους σε τέτοιο βαθμό ώστε να έχουν εμφανιστεί έντονα φαινόμενα υφαλμύρισης.

2.4 Κλίμα

Το υδατικό διαμέρισμα διαιρείται σε τρεις περιοχές [YBET, 1996, σελ. 165]:

- Την ανατολική παράκτια και ορεινή, με μεσογειακό κλίμα.
- Την κεντρική πεδινή, με ηπειρωτικό κλίμα.



ΣΧΗΜΑ 2.1

▪ Την δυτική ορεινή, με ορεινό κλίμα.

Η μέση ετήσια θερμοκρασία κυμαίνεται από 16°C 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. Οι ημέρες παγετού κυμαίνονται από 35,5 στη Λάρισα και 33,8 στα Τρίκαλα σε μέση ετήσια βάση.

Το ύψος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων στο διαμέρισμα είναι σχετικά μεγάλο στα δυτικά, στη συνέχεια μειώνεται στο πεδινό τμήμα και αυξάνεται πάλι στο ορεινό ανατολικό τμήμα. Ενδεικτικές τιμές της ετήσιας βροχόπτωσης είναι 468 mm στο σταθμό Λάρισας, 550 mm στο σταθμό Τυρνάβου και 1142 mm στον πιο ορεινό σταθμό του Μουζακίου [Κουτσογιάννης, 1988].

Οι πιο βροχεροί μήνες είναι από τον Οκτώβριο ως τον Ιανουάριο, ενώ οι πιο ξηροί ο Ιούλιος και ο Αύγουστος. Οι χιονοπτώσεις είναι συνηθισμένες, ιδιαίτερα στα ορεινά του διαμερίσματος και γίνονται πιο έντονες από τα νότια προς τα βόρεια και από τα ανατολικά προς τα δυτικά. Οι περισσότερες χιονοπτώσεις παρατηρούνται κατά τους μήνες Ιανουάριο και Φεβρουάριο. Στα δυτικά και ορεινά τμήματα του διαμερίσματος αρχίζουν τον Σεπτέμβριο και φτάνουν μέχρι και τις αρχές Ιουλίου. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι ο μέσος ετήσιος αριθμός ημερών χιονιού στη Λάρισα είναι 4,0 και στα Τρίκαλα 6,2. Οι χαλαζοπτώσεις είναι επίσης συχνές, κυρίως κατά τους μήνες Μάιο και Ιούνιο στα βόρεια του διαμερίσματος και κατά τους μήνες Φεβρουάριο ως Απρίλιο στο νοτιοανατολικό τμήμα.

Η μέση ετήσια νέφωση κυμαίνεται από 4 ως 5 βαθμίδες, με τις υψηλότερες τιμές να εμφανίζονται στα δυτικά και τις χαμηλότερες στα ανατολικά.

Η μέση ετήσια σχετική υγρασία κυμαίνεται από 67% μέχρι 72%.

Στο νότιο τμήμα του διαμερίσματος εμφανίζεται ξηρή περίοδος 4 ως 5 μηνών στα ανατολικά, η οποία όμως μειώνεται βαθμιαία σε 2 ως 4 μήνες στα κεντρικά – δυτικά πεδινά και 1 ως 2 μήνες στα δυτικά ορεινά.

Η επικρατούσα φορά των ανέμων στο διαμέρισμα ποικίλει, με ανατολικούς στη Λάρισα και δυτικούς στα Τρίκαλα.

2.5 Αναπτυξιακή Ταυτότητα

Το Υδατικό Διαμέρισμα της Θεσσαλίας, όπως έχει ήδη προαναφερθεί, συμπίπτει σχεδόν με την Περιφέρεια Θεσσαλίας, που είναι μια από τις κεντρικές, σχετικά αναπτυγμένες, περιοχές της χώρας.

Στο διαμέρισμα υπάρχει η μεγαλύτερη πεδινή έκταση της χώρας, που όμως έχει ανεπάρκεια στους υδατικούς της πόρους. Σε αυτό βρίσκεται το ιστορικό βιομηχανικό κέντρο του Βόλου, με ειδίκευση στη μεταλλουργική βιομηχανία και η βιομηχανική περιοχή Βόλου, από τις μεγαλύτερες και παλαιότερες στη χώρα. Οι περιοχές αυτές αποτελούν ένα σημαντικό αστικό δίπολο που προσφέρει ανωτέρου βαθμού υπηρεσίες και διεθνούς επιπέδου τεχνική υποδομή (οδικός και σιδηροδρομικός άξονας, λιμάνι). Για τους λόγους αυτούς, παρά το ότι βρίσκεται εκτός του προς μελέτη υδατικού διαμερίσματος, συμμετέχει έμμεσα στην ανάπτυξη της ευρύτερης περιοχής οπότε και την επηρεάζει ποικιλοτρόπως. Εκτός των παραπάνω, η περιοχή διαθέτει σημαντικά ιστορικά μνημεία όλων των εποχών, σημαντικά τοπία και αξιόλογες αλλά περιορισμένης προσπελασιμότητας έως σήμερα ακτές.

Από πλευράς ρύπανσης και αλλοιώσεων των στοιχείων της φυσικής και πολιτιστικής κληρονομιάς, το μεγαλύτερο πρόβλημα είναι η ρύπανση του Πηνειού και του Παγασητικού Κόλπου, ενώ αισθητικά οι οικολογικές αλλοιώσεις στα τουριστικώς ανεπτυγμένα σημεία της περιοχής δεν καταστεί ακόμη κρίσιμες. Κρίσιμο ήταν πάντα και γίνεται όλο και πιο επιτακτικό το πρόβλημα έλλειψης νερού στο υδατικό διαμέρισμα.

Πέρα από τα δύο μεγάλα αστικά κέντρα της Λάρισας και του Βόλου, που αποτελούν μία σημαντική αγορά 300 000 κατοίκων σημαντικής εισοδηματικής στάθμης, η Θεσσαλία διαθέτει και μικρότερα δυναμικά αστικά κέντρα όπως τα Τρίκαλα, η Καρδίτσα, ο Τύρναβος καθώς και 32 ημιαστικά, άμεσα συνδεδεμένα με τις εξελίξεις στον αγροτικό χώρο.

Η κατανομή της απασχόλησης και του ΑΕΠ στον πρωτογενή, δευτερογενή και τριτογενή τομέα είναι 32.4%, 7.6%, 50.0% και 33.5%, 26.1%, 40.3% αντίστοιχα.

Λόγω της κεντρικής του θέσης, το διαμέρισμα συνδέεται άμεσα εκτός από την κεντρική και τη δυτική Μακεδονία και με την Ήπειρο και μέσω αυτών με τις όμορες Βαλκανικές χώρες. Οι συνδέσεις αυτές με την προβλεπόμενη βελτίωση στην υποδομή των μεταφορών, θα αυξήσουν την αναπτυξιακή εικόνα του διαμερίσματος.

Το συσσωρευμένο δυναμικό στο διαμέρισμα και οι σημαντικές δυνατότητες για παραπέρα αξιοποίηση και εκσυγχρονισμό, συγκεντρώνουν σχετικά υψηλό ποσοστό επενδύσεων πταγίων κεφαλαίων, δημοσίων αλλά και ιδιωτικών, παρά το γεγονός ότι η Θεσσαλία δεν βρίσκεται στη ζώνη των ισχυρών αναπτυξιακών κινήτρων.

Η Θεσσαλία, παρά τις σημαντικές δυνατότητές της, δεν έχει αναπτυχθεί στο επιθυμητό και εφικτό επίπεδο μέσα στον ελληνικό χώρο και μεταξύ των ευρωπαϊκών περιφερειών. Το κατά κεφαλήν ΑΕΠ είναι χαμηλότερο από το μέσο της χώρας και οπωσδήποτε από τα χαμηλότερα της ευρωπαϊκής ένωσης ενώ συν τοις άλλοις οι δείκτες ευημερίας δεν είναι πολύ υψηλοί. Ο τουρισμός, με εξαίρεση την περιοχή του Πηλίου, δεν είναι ανεπτυγμένος και η γεωργική και κτηνοτροφική παραγωγή δεν έχουν πλήρως προσαρμοστεί στις σύγχρονες δυνατότητες. Η σχετικά περιορισμένη διάθεση των κατοίκων για ανάληψη δυναμικών πρωτοβουλιών προς την κατεύθυνση της προώθησης αλλαγών και η μονίμως δευτερεύουσα θέση ή θέση δορυφόρου σε σχέση με την πρωτεύουσα προς το νότο και τη Θεσσαλονίκη προς βορρά ίσως, εξηγούν την υστέρηση αυτή.

Οι προοπτικές είναι ευνοϊκές για την ανάπτυξη του πρωτογενούς τομέα, αλλά και των λοιπών τομέων, λόγω της ύπαρξης πόρων και της προβλεπόμενης αντιμετώπισης σχετικών αναγκών (νερό, βελτίωση προσπελασμότητας ακτών και ορεινών περιοχών), του ικανοποιητικής στάθμης διαθέσιμου ανθρώπινου δυναμικού, καθώς και των αστικών εξυπηρετήσεων. Η ύπαρξη πανεπιστημίου και ερευνητικής – τεχνολογικής υποδομής, θα συντελέσει στην παραπάνω ευνοϊκά διαμορφούμενη προοπτική.

Οι άξονες ανάπτυξης για την περιοχή είναι η προώθηση της εντατικής, αρδευόμενης γεωργίας (στροφή προς την καλλιέργεια προϊόντων για την οποία προβλέπεται αυξημένη ζήτηση, αξιοποίηση των προϊόντων με την επιτόπου μεταποίηση και εφαρμογή σύγχρονων μεθόδων έρευνας αγοράς) και του τουρισμού. Στρατηγικοί στόχοι είναι η βελτίωση του οδικού δικτύου, η προστασία του περιβάλλοντος και η βελτίωση του ανθρώπινου δυναμικού [YBET, 1996, σελ. 166 - 167, 1996].

2.6 Υδατικοί Πόροι και Αντίστοιχες Ανάγκες

2.6.1 Υδατικοί Πόροι

Οι υδατικοί πόροι του Υδατικού Διαμερίσματος της Θεσσαλίας αποτελούνται από επιφανειακά καθώς και από υπόγεια νερά. Δεδομένου ότι δεν υπάρχουν έργα ταμίευσης (με εξαίρεση τον Πλαστήρα), το επιφανειακό δυναμικό αναφέρεται στην παροχή των υδατορευμάτων, η οποία παρουσιάζει έντονη χωρική και χρονική διακύμανση. Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό είναι ότι τα επιφανειακά νερά οριοθετούνται από το ποτάμιο υδροσύστημα και τις αντίστοιχες υδρολογικές λεκάνες, ενώ τα υπόγεια από τα αντίστοιχα υδρογεωλογικά όρια, τα οποία δεν ταυτίζονται με αυτά των επιφανειακών.

2.6.1.1 Επιφανειακοί Υδατικοί Πόροι

Τα επιφανειακά νερά, απαντώνται σε δύο μορφές: η μία είναι τα ποτάμια ύδατα δηλαδή του Πηνειού και των κυρίων παραποτάμων του και η δεύτερη του φράγματος Πλαστήρα, ωφέλιμης χωρητικότητας 300 hm^3 .

Η κύρια υδρόλογική λεκάνη της περιοχής είναι αυτή του Πηνειού, με έκταση 9500 km^2 . Οι κυριότεροι παραπόταμοι του Πηνειού είναι μέσου υδατικού δυναμικού, με παροχές εξαιρετικά μειωμένες κατά την καλοκαιρινή περίοδο.

Προς το νότο, παρατηρούνται αρκετοί παραπόταμοι με κυριότερους τους Ενιπέα, Φαρσαλιώτη, Σοφαδίτικο και Καλέντζη. Οι ποταμοί αυτοί, συμβάλλουν στον Πηνειό κοντά στην περιοχή του χωριού Κεραμίδι και αποτελούν πολύ σημαντικό κλάδο του Πηνειού. Οι πηγές των ποταμών αυτών βρίσκονται στις νότιες ορεινές περιοχές στις οποίες δεν υπάρχει φράγμα υπό λειτουργία. Υπό κατασκευή βρίσκεται μόνο το φράγμα του Σμοκόβου στις πηγές του Σοφαδίτικου. Το φράγμα Ταυρωπού, είναι το μοναδικό εν λειτουργία φράγμα της περιοχής, αλλά η λεκάνη απορροής του υπάγεται στο υδατικό σύστημα του Αχελώου, παρ' ότι τα διοικητικά όρια του νομού Καρδίτσας το εμπεριέχουν. Κατά συνέπεια, τα εκτρεπόμενα νερά της λίμνης αυτής μπορούν να θεωρηθούν ως πρόσθετη ποσότητα. Εκτός αυτού, στη νότια περιοχή, υπάρχει η αποξηρανθείσα λίμνη Ξυνιάδα, η οποία μέσω του ποταμού Κουμαρόρρεμα στραγγίζει

τα ύδατά της προς τον Σοφαδίτικο. Ακόμα, έχει προταθεί η κατασκευή φράγματος στη Θέση Παλαιοδερλί του Ενιππέα.

Δυτικά, οι κυριότεροι ποταμοί είναι ο Πάμισος, ο Παλιούρης και ο Ληθαίος, οι οποίοι συμβάλλουν σε διάφορα σημεία με τον Πηνειό. Οι ταμιευτήρες που έχουν προταθεί για την περιοχή βρίσκονται στις θέσεις Πύλη του Πορταϊκού, Μουζάκι του Παμίσου, Κρύα Βρύση του Πηνειού (βορειοδυτικά) και Θεόπετρα του Ληθαίου.

Στην βόρεια και κεντρική περιοχή υπάρχει ο ποταμός Νεοχωρίτης, στον οποίο επίσης έχει προταθεί η κατασκευή φράγματος.

Στην Ανατολική περιοχή, προς βορρά, αναπτύσσεται ο Τιταρήσιος που συμβάλλει με τον Πηνειό στην περιοχή Ροδιά. Ο Τιταρήσιος αποτελεί έναν πολύ σημαντικό υδατικό πόρο για την περιοχή και μάλιστα έχουν προταθεί δύο ταμιευτήρες κοντά στις πηγές του ποταμού στις θέσεις Καλούδα και Παλαιομονάστηρο.

Για τους παραπάνω ποταμούς δεν υπάρχουν υδρολογικά δεδομένα παρά μόνο στις προταθείσες θέσεις φραγμάτων, καθώς και στις θέσεις Αλή Εφέντη, Πηνειάδα και Μεσοχώρι.

Οι προταθείσες θέσεις φραγμάτων με τις αντίστοιχες υπολεκάνες είναι οι εξής [Κουτσογιάννης κ.ά., 2001]:

Α) Στη νότια περιοχή της λεκάνης του Πηνειού:

- Υπολεκάνη Ενιπέα ανάντη της θέσης φράγματος Παλαιοδερλί, με έκταση 427,6 Km².
- Υπολεκάνη Σοφαδίτη ανάντη της θέσης φράγματος Σμοκόβου, με έκταση 382,0 Km².

Β) Στη δυτική περιοχή της λεκάνης του Πηνειού:

- Υπολεκάνη Παμίσου (Πλιούρη), ανάντη της θέσης φράγματος Μουζακίου, με έκταση 146,8 Km².
- Υπολεκάνη Πορταϊκού ανάντη της θέσης φράγματος Πύλης, με έκταση 133,8 Km².
- Υπολεκάνη Πηνειού ανάντη της θέσης φράγματος Κρύας Βρύσης, με έκταση 952,7 Km².

Γ) Στη βόρεια περιοχή της λεκάνης του Πηνειού:

- Υπολεκάνη Ληθαίου, ανάντη της θέσης φράγματος Θεόπετρας, με έκταση 127,8 Km².
- Υπολεκάνη Νεοχωρίτη, ανάντη της θέσης φράγματος Νεοχωρίου, με έκταση 170,7 Km².
- Υπολεκάνη Τιταρήσιου, ανάντη της θέσης φράγματος Καλούδας, με έκταση 466,5 Km².
- Υπολεκάνη Ελασσονίτικου, ανάντη της θέσης φράγματος Παλαιομονάστηρου, με έκταση 209,8 Km².

Τα παραπάνω στοιχεία ελήφθησαν από την μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων της εκτροπής του Αχελώου (Κουτσογιάννης κ.ά., 2001) στην οποία σημειώνεται επίσης ότι η υπολεκάνη της Κάρλας, έκτασης 1162 Km², δεν ανήκει στον Πηνειό και αποτελεί μία έκταση μέρος της οποίας θα επανέλθει στην φυσική του κατάσταση.

2.6.1.2 Υπόγεια Νερά

Στο Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας αναπτύσσονται σημαντικοί προσχωματικοί υδροφορείς, αλλά και μεγάλες καρστικές υδρογεωλογικές ενότητες. Όσον αφορά στην πρώτη κατηγορία υδροφορέων, η πεδιάδα της Θεσσαλίας διαχωρίζεται σε δύο κύριες υδρογεωλογικές λεκάνες, της δυτικής και ανατολικής Θεσσαλίας. Οι δύο λεκάνες διαχωρίζονται με λοφώδη περιοχή νεογενών αποθέσεων (Ταουσάνη), που θεωρείται ξεχωριστή υδρογεωλογική ενότητα.

Στη δυτική Θεσσαλία αναπτύσσονται οι ακόλουθες προσχωματικές υδροφορίες [Καλλέργης, 1970]:

1. Κώνοι Πηνειού-Πορταϊκού-Παμίσου, στο δυτικό-βορειοδυτικό τμήμα της πεδιάδας, με υψηλού δυναμικού φρεάτιο υδροφορέα, που τροφοδοτείται από τις διηθήσεις των τριών πτοταμών αλλά και από την κατείσδυση της βροχής, ενώ μέρος των διηθήσεων επανέρχεται στην επιφάνεια μέσω μεγάλων αλλουβιακών πηγών.

2. Κώνος Σοφαδίτη, στον ομώνυμο ποταμό, με υψηλού δυναμικού φρεάτιο υδροφορέα, που μεταπίπτει σε υπό πίεση και τροφοδοτείται από τις διηθήσεις του ποταμού.

3. Υπόλοιπο δυτικής πεδιάδας, με πολλούς επάλληλους υπό πίεση υδροφορείς που τροφοδοτούνται κυρίως από τους κώνους των παραποτάμων του Πηνειού, με βραδύτατο όμως ρυθμό, πράγμα που δυσχεραίνει την επαναπλήρωση των ποσοτήτων νερού που αντλούνται.

Στη ανατολική Θεσσαλία αναπτύσσονται οι ακόλουθες προσχωματικές υδροφορίες:

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

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

Στη λοφώδη περιοχή Ταουσάνης αναπτύσσονται μόνο ανομοιογενή και ασυνεχή υδροφόρα στρώματα με εξαιρετικά δυσχερείς συνθήκες τροφοδοσίας, η οποία γίνεται κυρίως από την κατεισδύουσα βροχόπτωση.

Στην περίμετρο των δύο τμημάτων της Θεσσαλικής Πεδιάδας αναπτύσσονται κατά τόπους σημαντικές καρστικές υδρογεωλογικές ενότητες, που σήμερα αποδίδουν μεγάλες ποσότητες νερού. Οι ενότητες αυτές αναπτύσσονται στους ανθρακικούς σχηματισμούς των γεωτεκτονικών ζωνών υπερπινδική, πελαγονική και υποπελαγονική. Οι κυριότερες καρστικές ενότητες είναι:

1. Καρστική ενότητα Κόζιακα. Αναπτύσσεται σε λεπτοπλακώδεις ασβεστόλιθους έκτασης περί τα 200 km^2 . Εκφορτίζεται μέσω πηγών που τοποθετούνται στο ανατολικό τμήμα της ενότητας, προς τη Θεσσαλική Πεδιάδα, κυριότερες από τις οποίες είναι της Γκούρας, του Γιοργορυγίου και του Ξυνοπάροικου, μέσης παροχής $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Η συνολική μέση υπόγεια απορροή είναι περίπου $3-4 \text{ m}^3/\text{s}$ και εμφανίζεται στις κοίτες των ποταμών Πορταϊκού και Παμίσου.

2. Καρστική ενότητα κρυσταλλικών ασβεστόλιθων κεντρικής Θεσσαλίας. Περιλαμβάνει τους καρστικούς σχηματισμούς Κουτσόχερου-Δαμασίου-Τυρνάβου και τα καρστικά τμήματα Βούλας και Κεραμιδίου. Έχει έκταση περί τα 400 km^2 . Η κύρια καρστική ενότητα Τυρνάβου εκφορτίζεται από τις πηγές Μάτι Τυρνάβου και Αγίας Άννας προς βορρά και Αμυγδαλιάς προς τα στενά Καλαμακίου του Πηνειού. Οι μικρές καρστικές ενότητες εκφορτίζονται από τις πηγές Βούλας, Κλοκωτού, Κεραμιδίου και Μεταμόρφωσης. Η μέση παροχή των παραπάνω πηγών ανέρχεται σε $3,2 \text{ m}^3/\text{s}$.

3. Καρστική ενότητα Μαιροβουνίου-Πηλίου (Κάρλας). Περιλαμβάνει τα κράσπεδα της παλιάς λίμνης Κάρλας και αποτελείται από κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους. Έχει έκταση περί τα 350 km^2 . Η καρστική ενότητα εκφορτίζεται προς το Αιγαίο Πέλαγος στα ανατολικά, με υποθαλάσσιες πηγές, και προς νότι μέσω της μεγάλης υφάλμυρης παράκτιας πηγής φαινόμενα υφαλμύρισης. Η συνολική μέση υπόγεια απορροή είναι περίπου σε $2-3 \text{ m}^3/\text{s}$.

4. Καρστική ενότητα Όσσας-Κάτω Ολύμπου. Περιλαμβάνει τους ασβεστόλιθους του τεκτονικού παραθύρου Όσσας και Ολύμπου. Έχει έκταση περί τα 170 km^2 . Η καρστική ενότητα εκφορτίζεται κυρίως από τις πηγές των Τεμπών, που αναβλύζουν στις δύο κοίτες του ποταμού Πηνειού (πηγές Αφροδίτης, Αγίας Παρασκευής, Νυμφών κλπ.). Ένα μέρος του Κάτω Ολύμπου εκφορτίζεται προς τα βόρεια στο πεδινό παράκτιο τμήμα της Κατερίνης. Οι μετρήσεις των κύριων πηγών των Τεμπών δίνουν μέση τιμή $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

5. Καρστική ενότητα νότιων ασβεστολιθικών εμφανίσεων πεδιάδας Θεσσαλίας. Περιλαμβάνει επιμέρους μικρές καρστικές ενότητες, που εκφορτίζονται

μέσω μικρών πηγών στην περίμετρό τους. Εδώ συναντώνται οι μικρές καρστικές μάζες Φαρσάλων, Κρατών, Ορφανών, Εκκάρας-Βελεσιωτών, Μύρων και Βελεστίνου. Η έκταση των ανθρακικών αυτών εμφανίσεων είναι περί τα 280 km^2 .

6. Καρστικό σύστημα βόρειας Θρυος. Περιλαμβάνει τις βόρειες απολήξεις του ομώνυμου βουνού. Οι νότιες απολήξεις εκφορτίζονται στο Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, στην περιοχή Λαμίας και Στυλίδας. Ένα μικρό τμήμα ανθρακικών εμφανίσεων της βόρειας Θρυος, που ανήκει στο Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας, πρέπει να εκφορτίζεται εκτός διαμερίσματος προς νότο. Η έκταση του καρστικού συστήματος είναι $260-300 \text{ km}^2$. Η εκφόρτιση του συστήματος, εκτός του τμήματος που κινείται προς τα νότια, γίνεται μέσω μικρών πηγών στα βόρεια και ανατολικά (Πλατάνου, Σούρπης, Αγίας Τριάδας). Οι πηγές Πλατάνου και Σούρπης είναι υφάλμυρες, οι δε Σούρπης παράκτιες. Στον Όρμο της Σούρπης εξέρχονται επίσης υποθαλάσσιες πηγές.

7. Καρστικό σύστημα Κεφαλόβρυσου - Ελασσόνας. Αποτελείται από κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους στο νότιο τμήμα της ανθρακικής εμφάνισης, μέσης παροχής περί τα $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$.

8. Καρστικό σύστημα Πίνδου. Περιλαμβάνει το τμήμα του όρους Όλυμπος που ανήκει στη Θεσσαλία και έχει έκταση περί τα $70-80 \text{ km}^2$. Η εκφόρτισή του πραγματοποιείται προς τα βορειοανατολικά στην πεδιάδα της Κατερίνης.

9. Καρστικό σύστημα Πίνδου. Περιλαμβάνει τους λεπτοπλακώδεις ασβεστόλιθους της Πίνδου στην περιοχή Τρικάλων που ανήκουν στο διαμέρισμα. Η έκταση της εμφάνισης εντός του διαμερίσματος είναι $75-80 \text{ km}^2$. Η κύρια εκφόρτιση του συστήματος γίνεται προς νότο και δυσμάς, εκτός του διαμερίσματος, ενώ ένα τμήμα προς τα ανατολικά εκφορτίζεται μέσω μικρών πηγών εντός της κοίτης των ρεμάτων του Πηνειού.

Από τις υδρογεωλογικές ενότητες της Θεσσαλίας, οι πιο σότητες που μπορούν να αντληθούν έχουν υπολογιστεί σε 450 εκατομμύρια κυβικά ετησίως. Από αυτά, τα 390

εκατομμύρια κυβικά θεωρούνται ότι ανήκουν στο πρακτικά εκμεταλλεύσιμο υπόγειο δυναμικό. Η μείωση αυτή οφείλεται στον συνυπολογισμό και άλλων παραγόντων όπως συνεκτίμηση του κόστους άντλησης, προστασίας υπογείων υδροφορέων από υφαλμύρυνση, προστασία περιοχών προοριζομένων για υδρεύσεις και αντικατάσταση υπογείων υδάτων από επιφανειακά [Μαρίνος κ.ά., 1995 σελ Κ7-49].

2.6.1.3 Ποιοτικά Χαρακτηριστικά

Σε ό,τι αφορά στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των επιφανειακών νερών της Θεσσαλίας, δεδομένα υπάρχουν μόνο για την περίοδο 1989 – 92 για τον Πηνειό (θέση υδατόπυργου Λάρισας) και τη λίμνη Πλαστήρα.

Τα νερά του πτωταμού Πηνειού είναι γενικώς κατάλληλα για τις χρήσεις για τις οποίες λαμβάνονται (π.χ. κατηγορία A2 για πόσιμο νερό). Ωστόσο, κατά τις θερινές περιόδους του 1990, παρατηρήθηκαν τιμές νιτρικού αζώτου πάνω από τα επιτρεπόμενα για πόσιμο νερό δρια. Αυτό οφείλεται από την απορροή από τις εκτεταμένες καλλιεργούμενες εκτάσεις της λεκάνης του πτωταμού.

Τόσο ο Πηνειός όσο και οι παραπόταμοί του αποτελούν τον αποδέκτη των αστικών λυμάτων αξιόλογων οικιστικών περιοχών. Παρά το γεγονός αυτό, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τη ρύπανση από λύματα (αμμωνιακό άζωτο, κολοβακτηρίδια) είναι ικανοποιητικά. Αυτό, κατά πάσα πιθανότητα, οφείλεται στην επιτυχημένη λειτουργία των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων των κυριοτέρων αστικών κέντρων της περιοχής (Λάρισα, Τρίκαλα, Καρδίτσα).

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των νερών της λίμνης Πλαστήρα είναι πολύ ικανοποιητικά ως προς τις συγκεντρώσεις αζώτου. Εμφανίζονται σχετικά αυξημένες συγκεντρώσεις φωσφόρου, βάσει των οποίων η λίμνη κατατάσσεται στην κατηγορία των μέσο – ευτροφικών λιμνών.

Όσον αφορά στην ποιότητα των υπόγειων νερών, από στοιχεία του ΙΓΜΕ [Kounis, 1986] συνάγεται ότι η ολική σκληρότητα και τα ολικά διαλυτά στερεά στη δυτική Θεσσαλία κυμαίνονται μεταξύ 50-450 ppm (ως CaCO_3) και 150-500 ppm αντίστοιχα. Οι συγκεντρώσεις χλωριόντων και θειικών δεν ξεπερνούν τα 55 και 15 ppm αντίστοιχα.

Έχουν γίνει μετρήσεις ποιότητας σε 19 θέσεις [ΕΚΠΑ, 1994] για μικρή χρονική περίοδο (6-12/9/1993) και αναλύσεις NO_3 , NO_2 και NH_4 . Οι θέσεις δειγματοληψίας καλύπτουν υδροφορείς που αναπτύσσονται σε προσχώσεις, καθώς σε αυτούς συγκεντρώνεται τα μεγαλύτερο ποσοστό των γεωργικών και κτηνοτροφικών δραστηριοτήτων, όπως επίσης οι περισσότερες βιομηχανικές μονάδες. Όλα τα σημεία ελέγχου βρίσκονται σε περιοχές όπου υφίσταται έντονη γεωργική δραστηριότητα. Από τα 19 σημεία ελέγχου, τα 7 εμφάνιζαν ιδιαίτερα αυξημένες συγκεντρώσεις αζωτούχων ενώσεων, που είναι ανώτερες από τα μέγιστα επιτρεπόμενα όρια για ύδρευση. Αυξημένες συγκεντρώσεις NO_3 , παρουσιάστηκαν σε μία μόνο θέση, ενώ στις υπόλοιπες θέσεις δειγματοληψίας μετρήθηκαν υψηλές τιμές NO_2 , ή και αμμωνίας, γεγονός που αποτελεί ένδειξη αρχικού σταδίου ρύπανσης. Οι αυξημένες συγκεντρώσεις που παρατηρήθηκαν σε δύο θέσεις (περιοχή Μεγάλων Καλυβίων Τρικάλων και Δένδρων στη λεκάνη Τιταρήσιου) αποδίδονται κυρίως στις εντατικές καλλιέργειες και στα επιβαρημένα από κτηνοτροφικά και βιομηχανικά απόβλητα επιφανειακά νερά.

Στις περιοχές Ματαράγκα και Αχίλλειο παρατηρήθηκε αυξημένη συγκέντρωση αμμωνίας, που αποδίδεται στην παρουσία πλήθους κτηνοτροφικών μονάδων. Στην περιοχή Πετροπόρου μετρήθηκε ιδιαίτερα υψηλή συγκέντρωση νιτραδών (5,52 ppm), που αποδίδεται στην παρουσία του σκουπιδότοπου των Τρικάλων. Στην πεδινή περιοχή Πλατύκαμπου Λαρίσης διαπιστώθηκε αυξημένη συγκέντρωση νιτραδών και αμμωνίας, γεγονός που αποδίδεται σε κτηνοτροφικές μονάδες και στην παρουσία της ΒΙΠΕ Λαρίσης. Το μόνο σημείο που παρουσιάζει ιδιαίτερα υψηλή συγκέντρωση νιτρικών είναι στο Αργυροπούλειο Λαρίσης, όπου υπάρχουν εντατικές καλλιέργειες καπνού, αμπελιών και καρπουζιών, αλλά και κτηνοτροφικές μονάδες. Οι συγκεντρώσεις στα υπόλοιπα σημεία είναι χαμηλές.

Οι μικρές συγκεντρώσεις αζωτούχων ενώσεων που παρατηρούνται, παρά την παρουσία εντατικών καλλιεργειών και πλήθους σημειακών ρυπαντών, αποδίδονται στους μεγάλης δυναμικότητας υδροφορείς. Στην προστασία των υπόγειων υδάτων συντελεί επίσης η παρουσία αργιλικών πετρωμάτων στις προσχώσεις, που απορροφούν τμήμα του ρυπαντικού φορτίου [YBET, 1996, σελ.171 – 174].

2.6.2 Υδατικές Ανάγκες

Στο Υδατικό Διαμέρισμα της Θεσσαλίας οι κυριότερες υδατικές ανάγκες αναφέρονται στη γεωργία, η οποία συμμετέχει στην κατανάλωση σε ποσοστό 96%, την κτηνοτροφία και την ύδρευση.

2.6.2.1 Γεωργία

Σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΣΥΕ [1995], η συνολική αρδευόμενη έκταση εκτιμάται σε 2 360 917 στρέμματα ενώ για το έτος 1991 σε 1 935 291 στρέμματα. Εκτός αυτών των εκτιμήσεων το ΥΠΕΧΩΔΕ και το ΥΠΓΕ έχουν δώσει 1 640 275 και 1 894 000 στρέμματα αντίστοιχα. Οι αρδευτικές ανάγκες έχουν υπολογιστεί σε 1463.2 hm^3 κατ' έτος με βάση το σύνολο των δυνάμενων να αρδευτούν εκτάσεων [YBET, 1996 σελ.182]. Από την παραπάνω έκταση της ΕΣΥΕ, εάν αφαιρεθούν οι περιοχές της Μαγνησίας καταλήγουμε σε 2 185 561 στρέμματα. Οι εκτάσεις στις οποίες βασίστηκε το μοντέλο προσομοίωσης της εργασίας αυτής είναι 2.083.416 στρέμματα, δηλαδή μειωμένες κατά 4.7% [Κουκουβίνος και Ρόζος, 1999]. Η διαφορά αυτή οφείλεται στα διαφορετικά δεδομένα αλλά είναι εξαιρετικά μικρής σημασίας.

2.6.2.2 Κτηνοτροφία

Η κτηνοτροφία αποτελεί τον μικρότερο καταναλωτή νερών, αλλά σημαντικά μεγαλύτερο από άλλες μικρότερες χρήσεις και με συγκρίσιμο μέγεθος ως προς τις απαιτήσεις της ύδρευσης. Οι απαιτήσεις υπολογίζονται σε 8.5 hm^3 κατ' έτος, χωρίς το νομό Μαγνησίας ή σε 42.8 $\text{lt}/\text{κατ}/\text{ημ}$. Οι υδατικές απαιτήσεις της κτηνοτροφίας ακολουθούν την ίδια ετήσια κατανομή με αυτή της ύδρευσης.

2.6.2.3 Ύδρευση

Η εκτίμηση της ετήσιας ποσότητας νερού για υδρευτικές ανάγκες γίνεται με βάση στοιχεία της ΕΣΥΕ (1994) για το μόνιμο πληθυσμό των νομών του υδατικού διαμερίσματος και τις αντίστοιχες διανυκτερεύσεις τουριστών (3 250 000 κατά την εκτίμηση του ΚΕΠΕ). Υπολογίστηκε σε 53.7 hm^3 κατ' έτος για όλο το Υδατικό Διαμέρισμα. Από αυτά τα 40.3 hm^3 αντιστοιχούν στην πλην Μαγνησίας περιοχή μελέτης. Από υπολογισμούς βρέθηκε ότι η ανά κάτοικο ετήσια κατανάλωση νερού στην περιοχή μελέτης και σε ολόκληρο το Υδατικό Διαμέρισμα, διαφέρει μονάχα κατά 0.6 τοις χιλίοις. Για το λόγο αυτό έγινε η υπόθεση της κοινής ανά κάτοικο κατανάλωσης των υδρευτικών αναγκών, στις οποίες προστέθηκαν και οι ανάγκες της κτηνοτροφίας, με αποτέλεσμα να προκύψει η μέση ετήσια ανά κάτοικο κατανάλωση των 237.8 l/kat/ημ ήτοι 48.8 hm^3 κατ' έτος για το σύνολο του πληθυσμού.

2.7 Συνοπτική Αναφορά των Προβλημάτων

Το μεγαλύτερο πρόβλημα είναι η κάλυψη της αρδευτικής ζήτησης κατά τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο, κατά τους οποίους οι ανάγκες των καλλιεργειών είναι υψηλές και οι διατιθέμενες ποσότητες μειωμένες. Ακόμα, οι απαιτούμενες ποσότητες είναι πολύ μεγάλες σε σχέση με παλαιότερες δεκαετίες, κυρίως λόγω της μεταστροφής προς τις πιο προσοδοφόρες αλλά και εξαιρετικά απαιτητικές σε νερό καλλιέργειες (π.χ. βαμβάκι).

2.7.1 Επιφανειακά Νερά

Κατά τους μήνες Μάιο έως Σεπτέμβριο, οι παροχές των ποταμών μειώνονται δραματικά σε σχέση με τις χειμερινές. Μεγάλες ποσότητες ύδατος έχουν κατεισδύσει στον υπόγειο υδροφορέα ενώ, το μεγαλύτερο μέρος έχει καταλήξει στη θάλασσα στις εκβολές του Πηνειού. Τα λιγοστά εναπομένα νερά των παραποτάμων του Πηνειού αλλά και των αρδευτικών δικτύων, περιορίζονται από μικρά προσωρινά φράγματα στις κοίτες, που έχουν ως στόχο τη συγκέντρωση των υδάτων για την άρδευση των καλλιεργειών. Αυτό δηλώνει και το μεγαλύτερο πρόβλημα της περιοχής. Ενώ υπάρχουν αξιόλογες ποσότητες υδάτων κατά τους χειμερινούς μήνες, μένουν ανεκμετάλλευτες με

αποτέλεσμα το καλοκαίρι που υπάρχουν μεγάλες ανάγκες σε νερό από τις καλλιέργειες, να μην υπάρχει κάλυψη της ζήτησης. Χαρακτηριστικό είναι το ότι σε όλο το Υδατικό Διαμέρισμα της Θεσσαλίας συμπεριλαμβανομένης και της Μαγνησίας, συνολικά διατίθενται καθ' όλο το χρόνο $3.139,8 \text{ hm}^3$ (συμπεριλαμβανομένων των υπογείων νερών), ενώ η ζήτηση είναι $1.634,2 \text{ hm}^3$ [YBET, 1996, σελ. 187].

2.7.2 Υπόγεια Νερά

Διαφορετικής φύσης είναι το πρόβλημα της επάρκειας των υπογείων υδάτων αλλά με μεγάλη αλληλεπίδραση με το πρόβλημα των επιφανειακών υδάτων.

Η Θεσσαλική πεδιάδα ακριβώς λόγω του μεγέθους της, είναι εξαιρετικά εκτεταμένη. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα πολλές περιοχές να απέχουν μεγάλες αποστάσεις από κλάδους ποταμών με καλοκαιρινή παροχή. Κατά συνέπεια, οι γεωργοί των περιοχών αυτών στρέφονται στον υδροφόρο ορίζοντα με αντλήσεις. Άλλα το γεγονός αυτό από μόνο του δεν αποτελεί απειλή για τα αποθέματα του υπόγειου υδροφορέα. Τα προβλήματα είναι κυρίως δύο: η μεγάλη έκταση των αρδευόμενων από υπόγεια νερά καλλιεργειών και η υπεράντληση. Συνέπεια αυτών είναι η σταδιακή πτώση της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα (έως και 200 μέτρα στην περιοχή Κοιλάδας) με αποτέλεσμα την υφαλμύριση των νερών σε πολλές περιοχές, κυρίως προς την μεριά της Κάρλας [Λαζαρίδης, 2001, προσωπική επικοινωνία].

2.7.3 Αποτύπωση Προβλημάτων με Επί Τόπου Επίσκεψη.

Για την καλύτερη αποτύπωση των προβλημάτων της Θεσσαλίας αλλά και για την καλύτερη αντίληψη της πραγματικότητας, απαιτήθηκε επίσκεψη της περιοχής με επιτόπου έρευνα και φωτογραφική τεκμηρίωση της πεδινής κυρίως έκτασης της Θεσσαλίας, ο οποία παρατίθεται στο Παράρτημα Γ. Από την έρευνα αυτή, η οποία σηματοδότησε και την έναρξη της διπλωματικής εργασίας, απεκομίσθησαν χρήσιμα συμπεράσματα τόσο για τη φυσιογραφία της περιοχής όσο και για τις μεθόδους

άρδευσης αλλά και της γενικότερης κουλτούρας και συμπεριφοράς των τοπικών αγροτικών πληθυσμών και την κρατική μέριμνα. Στις παρακάτω γραμμές επιχειρείται να περιγραφούν οι εντυπώσεις και τα συμπεράσματα από τα οποία ξεκίνησε αλλά και πάνω στα οποία βασίστηκε η γενικότερη πορεία των εργασιών της διπλωματικής.

Η επίσκεψη διεξήχθη κατά τα μέσα Απριλίου του 2001 σε γενικά αίθριο καιρό με διαστήματα σποραδικών βροχοπτώσεων. Η έως τότε υδρομετεωρολογική δίαιτα της περιοχής θα μπορούσε να χαρακτηριστεί φτωχή. Στις περιοχές που εμφανίζονται επιφανειακές απορροές αυτές παρατηρούνται στο κατώτατο μέρος της κοίτης και θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως εξαιρετικά περιορισμένες και σαφώς κατά πολύ κατώτερες από την αναμενόμενη παροχή. Εκτός όμως των παραπάνω, εξαιρετικώς ενδιαφέρουσα ήταν η παρατήρηση των κεντρικών πεδινών εκτάσεων του Θεσσαλικού πεδίου, οι οποίες όντας μακριά από τις ορεινές και πλούσιες σε επιφανειακά νερά περιοχές, δεν διαθέτουν στις κοίτες των ποταμών και των καναλιών ούτε την ελάχιστη δυνατή οικολογική ποσότητα ύδατος. Μάλιστα όλα αυτά δίχως καν να έχει αρχίσει η περίοδος των αρδεύσεων των καλλιεργειών. Αυτό και μόνο το γεγονός αρκεί για να οδηγηθεί κανείς στο συμπέρασμα της έντονης κατείσδυσης προς τον υπόγειο υδροφορέα και τις ελλειμματικής επαναπλήρωσης των ποσοτήτων αυτών, τόσο από επανεμφανίσεις του υπογείου υδατικού δυναμικού όσο και από τις βροχοπτώσεις.

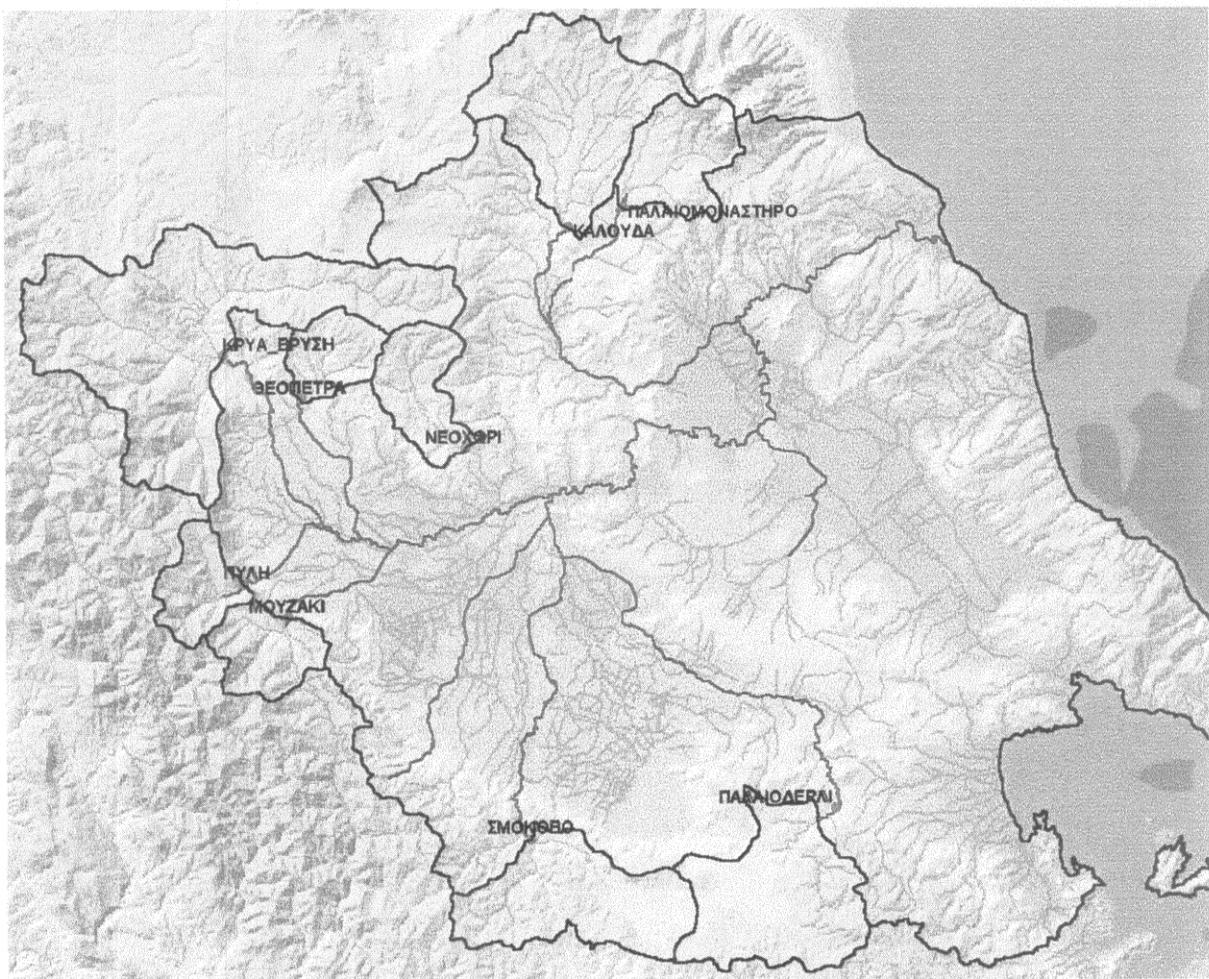
Το πιο σημαντικό ίσως στοιχείο που παρατηρήθηκε κατά την επίσκεψη αυτή, είναι η έκταση των καλλιεργούμενων περιοχών. Είναι χαρακτηριστικό το ότι ακόμη και εκτάσεις που δεν θα περίμενε κανείς να έχουν καλλιέργειες, όπως ορεινές και ημιορεινές, εν τούτοις βρίσκονται υπό συνεχή εκμετάλλευση. Ένα άλλο επίσης σημαντικό στοιχείο είναι οι εντατικές καλλιέργειες. Εντύπωση μάλιστα προκάλεσε το γεγονός ότι δεν παρατηρήθηκαν αξιόλογες εκτάσεις με αγρανάπταιση. Η παρατήρηση αυτή, σε συνδυασμό με την εξακριβωμένη υπερβάλλουσα χρήση αγροτοχημικών λιπασμάτων, συνηγορούν στο ότι γίνεται συστηματική υπερεκμετάλλευση της περιοχής, με αποτέλεσμα και οι υδατικές ανάγκες να είναι υψηλές. Μάλιστα, στην αύξηση των υδατικών αναγκών συνέβαλε και η σταδιακή μεταστροφή από τις ξερικές προς τις αρδεύσιμες και πιο προσοδοφόρες καλλιέργειες.

2.8 Ιστορικό Αντιμετώπισης

Για την αντιμετώπιση των παραπάνω προβλημάτων, μέχρι στιγμής δεν έχουν γίνει τα έργα και οι ενέργειες εκείνες που θα μπορούσαν να δώσουν μια οριστική λύση. Τα περισσότερα έργα της περιοχής είναι αντιπλημμυρικά, ενώ υπάρχει ένα μόνο εν λειτουργία έργο ταμίευσης, αυτό του Πλαστήρα. Ακόμα, έχουν εκπονηθεί αρκετές μελέτες, οι περισσότερες από τις οποίες σχετίζονται με την εκτροπή του Αχελώου.

Ο Ταμιευτήρας του Ταυρωπού αρχικώς κατασκευάστηκε για ενεργειακούς λόγους από τη ΔΕΗ αλλά λόγω της οξύτητας του προβλήματος έχει μεταστραφεί η κυρίως λειτουργία του για αρδευτικούς σκοπούς. Η συνεισφορά του είναι 130 hm^3 ετησίως για ποσοστό αξιοπιστίας 90%, ποσότητα που καλύπτει μονάχα το 10,6% περίπου της ζήτησης [Κουτσογιάννης κ.ά., 2001 σελ.Κ5-36]. Πρέπει να αναφερθεί ότι η μέση ετήσια εισροή στον ταμιευτήρα είναι 153 hm^3 αλλά κατά τις περιόδους 1996 – 97 οι απολήψεις ήταν 185 hm^3 ενώ και κατά την περίοδο 1999 – 00 ήταν επίσης υψηλές, της τάξεως των 163 hm^3 .

Οι μελέτες που έχουν γίνει κατά καιρούς στην περιοχή έχουν προτείνει ως κύρια λύση την κατασκευή ταμιευτήρων περιφερειακά της πεδινής έκτασης της Θεσσαλίας, στις ορεινές περιοχές, πολλές από τις οποίες, σε συνδυασμό με τον ταμιευτήρα του Ταυρωπού, σχετίζονται με την εκτροπή των υδάτων του Αχελώου. Στο Σχήμα 2.1 εικονίζονται οι προταθείσες θέσεις φραγμάτων με τις αντίστοιχες λεκάνες απορροής.



Σχήμα 2.2 Προταθείσες θέσεις φραγμάτων και αντίστοιχες λεκάνες απορροής.

Η ιδέα της εκτροπής του Αχελώου για την άρδευση του Θεσσαλικού κάμπου πρωτοδιατυπώθηκε το 1925, έχοντας ως όραμα την εξασφάλιση της αυτάρκειας της χώρας σε γεωργικά προϊόντα. Οι πρώτες μελέτες (1968, 1972) εξέφρασαν αμφιβολίες σχετικά με την σκοπιμότητα της εκτροπής για την επίλυση των προβλημάτων των υδατικών πόρων της Θεσσαλίας. Το 1983 εξαγγέλθηκε το έργο της εκτροπής και προέβλεπε τη μεταφορά 1.5 δις κυβικών μέτρων με σκοπό την επέκταση των αρδευομένων εκτάσεων και δευτερευόντως την παραγωγή ενέργειας. Ύστερα από αρκετές αναθεωρήσεις του αρχικού σχεδίου, το 1989 το έργο εντάχθηκε στα ΜΟΠ ως ενεργειακό έργο, οπότε και ξεκίνησαν ορισμένες εργασίες. Μετά όμως από τις έντονες πιέσεις των οικολογικών οργανώσεων, τα εμπόδια στη χρηματοδότηση και την πρόθεση της ΔΕΗ να ζητήσει αποζημιώσεις,

αποφασίστηκε η μείωση του όγκου εκτροπής στα 600 εκ. κυβικά μέτρα ετησίως. Η παροχή αυτή, η λεγόμενη και μικρή ή οικολογική εκτροπή, εντάχθηκε στο Επιχειρησιακό πρόγραμμα «Αχελώος» 1994 – 1999, στο οποίο δηλώνεται ότι το νερό θα χρησιμοποιείται μόνο για την κάλυψη των υδατικών ελλειμμάτων της Θεσσαλίας, την τροφοδότηση του υδροφόρου ορίζοντα, την επαναπλήρωση της Κάρλας και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας [Ευθυμιόπουλος κ.ά., 1999].

Τα αντιπλημμυρικά έργα της περιοχής έχουν γίνει κατά παλαιότερες χρονικές περιόδους (πολλά εκ των οποίων και πριν τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο) και στην πλειονότητά τους λειτουργούν σε ικανοποιητικό βαθμό. Τα αντιπλημμυρικά – αποστραγγιστικά αυτά έργα, κατά τους καλοκαιρινούς μήνες λειτουργούν και ως αρδευτικά με τις λεγόμενες «δεσιές» στις κοίτες τους και αποτελούν ίσως το μόνο ολοκληρωμένο δίκτυο έργων της περιοχής. Βέβαια η χρήση των αντιπλημμυρικών αυτών έργων ως αρδευτικών δικτύων, ενέχει τον κίνδυνο της πλημμύρας σε μια ακραία καλοκαιρινή καταιγίδα, στις περιοχές εκείνες που διαθέτουν και το καλοκαίρι ικανοποιητικές επιφανειακές απορροές.

Εκτός όμως των παραπάνω, η οξύτητα της κατάστασης, επέβαλε την διάνοιξη υδρογεωτρήσεων. Έτσι, στα δύο τμήματα της Θεσσαλίας, έχουν κατασκευαστεί πλήθος υδρογεωτρήσεων, είτε από την τοπική ΥΕΒ, στα πλαίσια του Προγράμματος Ανάπτυξης Υπόγειων Υδάτων Θεσσαλίας (ΠΑΥΥΘ), είτε από ιδιώτες [YBET, 1996, σελ.174].

Σύμφωνα με τα στοιχεία του ΥΠΓΕ, από ιδιωτικές γεωτρήσεις αρδεύονται περίπου 600 000 στρέμματα, έκταση ιδιαίτερα σημαντική εάν αναλογιστεί κανείς τα 150 000 στρέμματα που αρδεύει ο Πλαστήρας. Με προσωρινά χωμάτινα φράγματα αρδεύονται, αν και πλημμελώς, πάνω από 500.000 στρέμματα. Σε επίπεδο διαμερίσματος αρδεύονται συνολικά, μέσω οργανωμένων δικτύων, 769 500 στρέμματα ενώ από ιδιωτικά έργα αρδεύονται 1 124 500 στρέμματα. Έτσι, η συνολική αρδευόμενη έκταση φθάνει τα 1894000 στρέμματα. Το γεγονός ότι το 60% της αρδευόμενης έκτασης επαφίεται στους ιδιώτες αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα, στον οποίον ίσως και να οφείλεται η βραδύτητα των αλλαγών προς μια πιο ορθολογική χρήση των υδάτων της περιοχής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Σχηματοποίηση Υδροσυστήματος

Το Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας αποτελεί ένα εξαιρετικά πολύπλοκο υδροσύστημα. Η προσομοίωση του πολύπλοκου αυτού υδροσυστήματος έγινε με ένα μοντέλο το οποίο στηρίζεται σε αφαιρετική λογική προσομοιώνοντας τα βασικότερα χαρακτηριστικά του υδροσυστήματος, δηλαδή τους υδατικούς πόρους και τις υδατικές καταναλώσεις.

Κατά τη διαδικασία μορφώσεως του μοντέλου υπήρξαν αρκετές απόψεις και προτάσεις πάνω στα διάφορα προβλήματα. Οι τελικές επιλογές έγιναν μετά από συστηματική διερεύνηση όλων των εναλλακτικών λύσεων με στόχο την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη απλοποίηση των φυσικών διαδικασιών, χωρίς όμως να παραβαίνονται οι βασικές αρχές που διέπουν τη λειτουργία του όλου υδατικού συστήματος αφενός και αφετέρου να υπάρχουν τα αντίστοιχα κάθε φορά δεδομένα.

3.1 Βασικά Κριτήρια και Εναλλακτικές Επιλογές.

Το κυριότερο κριτήριο σχηματοποίησης του υδροσυστήματος ήταν η όσον το δυνατόν πιστότερη αναπαράσταση της πραγματικής κατάστασης τόσο του ποτάμιου δικτύου όσο και των χρήσεων ύδατος.

3.1.1 Προσομοίωση Τοπολογίας.

Η προσπάθεια προσομοίωσης της τοπολογίας της περιοχής, βασίστηκε στην υδραυλική δομή του Πηνειού και των παραποτάμων του. Η ραχοκοκαλιά του δικτύου είναι ο κύριος κλάδος του Πηνειού, στον οποίον συμβάλλουν σε διάφορες θέσεις οι κύριοι παραπόταμοι της περιοχής. Κατά αυτόν τον τρόπο, διαμορφώνεται ένα δίκτυο, βάσει ενός κυρίως κλάδου, το οποίο ακολουθώντας τη φυσική διαδικασία, διοδεύει τα ύδατα από τα ανάντη προς τα κατάντη.

Το κυριότερο πρόβλημα αυτής της επιλογής δικτύου είναι ο τρόπος με τον οποίο θα προσομοιώνονταν τα υπόγεια νερά. Αυτό διότι ως γνωστόν, ο υπόγειος υδροφορέας αφενός δεν έχει τα ίδια όρια με τις επιφανειακές λεκάνες απορροής και αφετέρου δεν επηρεάζεται τόσο από τα επιφανειακά ύδατα όσο από την υδρο-γεωλογία της περιοχής. Το περιγραφέν πρόβλημα δεν θα μπορούσε παρά να ακολουθήσει τη λύση της αφαιρετικής λογικής. Δεδομένου ότι δεν μας ενδιαφέρουν οι ανταλλαγές στο ισοζύγιο μεταξύ επιφανειακών υδάτων και υπόγειου υδροφορέα, το μοντέλο αγνόησε την παραπάνω διαδικασία και διαχειρίστηκε όγκους ύδατος που προέρχονται αποκλειστικά από τα υπόγεια νερά. Μ' αυτόν τον τρόπο δεν αυξήθηκε η πολυπλοκότητα του μοντέλου ενώ παράλληλα, το κυρίως ζητούμενο που είναι οι αντλούμενες ποσότητες από τον υπόγειο υδροφορέα προσομοιώθηκαν με ικανοποιητικό τρόπο.

Εκτός όμως από τα παραπάνω, σημαντικό ρόλο στην επιλογή αυτού του τρόπου προσομοίωσης της τοπολογίας αποτέλεσε η δυνατότητα ενσωμάτωσης των υδατικών πόρων που προέρχονται από την εκτροπή του Αχελώου. Ο μόνος τρόπος για την επίτευξη αυτού του σκοπού ήταν η υδραυλική προσομοίωση, δηλαδή η τήρηση του βασικού υδρογραφικού δικτύου, που επέτρεψε την άμεση και εύκολη προσθήκη των ποσοτήτων του Αχελώου στο μοντέλο.

Έστερα από την προσομοίωση της τοπολογίας ακολούθησε η προσομοίωση των καταναλώσεων, βάσει των οποίων ορίστηκαν οι κόμβοι του δικτύου.

3.1.2 Προσομοίωση Υδατικών Καταναλώσεων.

3.1.2.1 Εναλλακτικές Θεωρήσεις Προσομοίωσης Υδατικών Καταναλώσεων

Στην ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλίας, λόγω της πληθώρας των καλλιεργούμενων εκτάσεων και των υψηλών τους υδατικών αναγκών, πλέον του 90% των νερών διατίθενται για άρδευση. Κατά συνέπεια, το μοντέλο έπρεπε κατά κύριο λόγο να προσομοιώσει τις αρδευτικές ανάγκες. Ως προς το κριτήριο αυτό έγινε αρκετή διερεύνηση και υπήρξαν αρκετές εναλλακτικές προτάσεις.

i. Ως πρώτη προσέγγιση, προτάθηκε ο γεωγραφικός χωρισμός των καταναλώσεων. Κατ' αυτήν την λογική η περιοχή χωρίζεται σε ίσα κατά το δυνατόν

εμβαδά καλλιεργούμενων εκτάσεων, τα οποία σε κάποιο σημείο τους (στο κέντρο βάρους κατά προτίμηση) τέμνονται από κάποιον κλάδο του δικτύου, δηλαδή πτοταμό. Στη συνέχεια ανιχνεύονται οι καλλιέργειες και οι γεωτρήσεις της περιοχής και με τους τύπους της εξατμισοδιαπνοής μετατρέπονται σε απαιτούμενες ποσότητες ύδατος. Κατόπιν υπολογίζεται ο πληθυσμός εντός των ορίων της περιοχής και οι αντίστοιχες υδατικές ανάγκες. Τα δεδομένα που απαιτούνται είναι οι εκτάσεις, οι καλλιέργειες, οι γεωτρήσεις και η χωρική τους κατανομή και ο πληθυσμός. Το κύριο πρόβλημα είναι ότι δεν διατίθενται δεδομένα καλλιεργειών με την απαιτούμενη χωρική πληροφορία, κάτι το οποίο συμβαίνει επίσης και με τα δεδομένα για τον υπόγειο υδροφορέα. Το πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι παρέχει μεγάλη ακρίβεια στον υπολογισμό των αρδευτικών αναγκών και ανάλογα με το πόσο μικρή επιλεγεί η έκταση, τόσο μεγαλύτερη είναι η ανάλυση της υδατικής κατάστασης κάθε περιοχής. Με άλλα λόγια, όσο πιο μικρός είναι ο κάναβος του μοντέλου τόσο καλύτερα είναι γνωστή η κατάσταση στην οποία βρίσκεται κάθε τμήμα του, με αποτέλεσμα την καλύτερη διαχείριση σε περιοχές με μεγαλύτερη προτεραιότητα. Ακόμα, στη θεώρηση αυτή μπορούν να δημιουργηθούν ζώνες (buffers) σε μία ακτίνα περίπου χιλιομέτρου γύρω από τους πτοταμούς, οι οποίες ορίζουν την ακτίνα επιφροής των επιφανειακών νερών, κάτι που δεν μπορεί να γίνει εύκολα σε καμία άλλη θεώρηση.

ii. Στη δεύτερη προσέγγιση δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην υδρο – γεωλογική σκοπιά της περιοχής της Θεσσαλίας, με την θεώρηση των υδρο – γεωλογικών ενοτήτων. Σε πρώτο στάδιο ορίζονται τα όρια των κύριων υδρογεωλογικών ζωνών και το συνολικό δυναμικό τους. Το δυναμικό αυτό εκτιμάται βάσει δύο στοιχείων: το δυναμικό εκφορτίσεως σε m^3/sec και το δυναμικό των υφιστάμενων αρδευθέντων εκτάσεων, δηλαδή των εκτάσεων που έχουν αρδευτεί κατά το παρελθόν. Ύστερα, οι μεγάλες (κύριες) υδρογεωλογικές ενότητες χωρίζονται σε μικρότερες έτσι ώστε οι υπερκείμενες αυτών εκτάσεις να αναφέρονται σε όσον το δυνατόν πιο ομοιογενείς περιοχές. Με τον τρόπο αυτόν εξασφαλίζεται η μη συνύπαρξη πεδινών και ορεινών εκτάσεων. Κατόπιν, υπολογίζονται οι ανταλλαγές των υπογείων υδάτων μεταξύ των περιοχών καθώς και οι επιφανειακές εισροές – εκροές λόγω των πτοταμών. Ο υπολογισμός των αρδευτικών και υδρευτικών αναγκών γίνεται κατά τρόπο όμοιο με το γεωγραφικό χωρισμό. Τα δεδομένα που απαιτούνται γι' αυτήν την προσέγγιση είναι όσα και στην προηγούμενη προσέγγιση, με προσθήκη της υδρογεωλογικής δομής της

περιοχής. Το μεγάλο πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι η καλή προσέγγιση της κατάστασης του υπόγειου υδροφορέα, ο οποίος παίζει εξαιρετικό ρόλο στις αρδεύσεις κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, ιδιαίτερα στην Ανατολική Θεσσαλία. Μάλιστα, παρέχει τη δυνατότητα σεναρίων απολήψεως από τον υπόγειο υδροφορέα και την αντίστοιχη αλληλεπίδραση στο σύνολο της περιοχής της Θεσσαλίας, κάτι που δεν μπορεί να επιτευχθεί με καμία άλλη προσέγγιση. Το μεγάλο και ίσως απαγορευτικό της μειονέκτημα είναι η μεγάλη πτολυπλοκότητα στη μόρφωση του μοντέλου και η απαιτούμενη γνώση και ανάλυση της υδρογεωλογίας της περιοχής, η οποία τελικά δεν προσφέρει πρακτικά κάποια ουσιαστική βοήθεια ως προς τη διαχείριση των ποσοτήτων των υδάτων της περιοχής.

iii. Σύμφωνα με την τρίτη προσέγγιση η Θεσσαλία χωρίζεται με βάση τους TOEB κάθε περιοχής. Κάθε TOEB έχει μία έκταση με γνωστές καλλιέργειες και γεωτρήσεις καθώς και τεχνικά έργα στην επικράτειά του. Αρχικά γίνεται η θεώρηση του κυρίως δικτύου με τον Πηνειό και τους παραποτάμους του. Ύστερα ορίζονται οι εκτάσεις των TOEB και τα έργα υδροληψίας από το δίκτυο. Κάθε TOEB σχηματίζει έναν κόμβο κατανάλωσης, ο οποίος συνδέεται με το δίκτυο σε γνωστό σημείο, το σημείο υδροληψίας. Εάν υπάρχουν περισσότερα του ενός σημεία υδροληψίας, η αρχική έκταση χωρίζεται σε μικρότερες ανάλογα με το ποια έκταση αρδεύει η αντίστοιχη υδροληψία. Με αυτόν τον τρόπο, προσομοιώνονται οι πραγματικές συνθήκες του δικτύου όσον αφορά τις εισροές και εκροές από τα ποτάμια και καθίσταται πιο εύκολη η εισαγωγή νέων έργων στα διάφορα σενάρια. Παρ' όλα όμως τα πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής, το πιο δύσκολο σημείο της είναι η συλλογή των στοιχείων. Δυστυχώς, τα δεδομένα που απαιτούνται πρέπει να είναι ανά TOEB κάτι που απαιτεί μία εξαιρετικά χρονοβόρα διαδικασία με αμφίβολα αποτελέσματα. Για το λόγο αυτό απεφεύχθη η προσέγγιση αυτή, παρ' ότι αποτελεί μια πολύ καλή πρόταση προσομοίωσης.

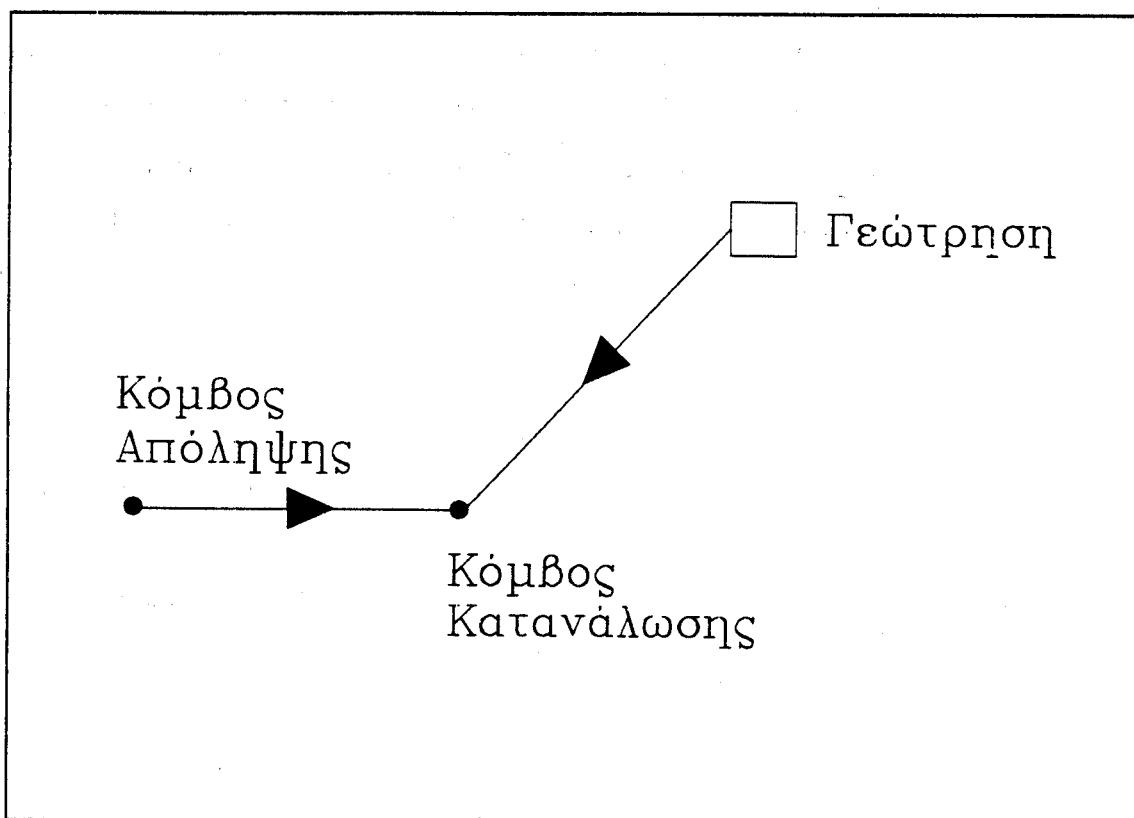
iv. Η τέταρτη προσέγγιση ακολουθεί μία διαφορετική λογική: δεδομένου ότι τα επιφανειακά νερά προσεγγίζονται καλύτερα τόσο υδρολογικά όσο και υδραυλικά με τις λεκάνες απορροής, θεωρούμε έναν αρχικό διαχωρισμό της ευρύτερης περιοχής σε λεκάνες απορροής. Κατά αυτόν τον τρόπο, είναι εξαιρετικά προφανής και σίγουρη η αλληλουχία των τμημάτων του δικτύου δεδομένου ότι ακολουθούν τον αυστηρό κανόνα της υδραυλικής (ροή από τα ανάντη προς τα κατάντη). Ύστερα από τη

διαμόρφωση του δικτύου, υπολογίζονται οι δυνητικά καλλιεργούμενες εκτάσεις από τις κλίσεις των εδαφών. Με άλλα λόγια, αφού οριστούν οι λεκάνες απορροής και χωριστούν σε μικρότερες, ακολουθεί ο υπολογισμός των εκτάσεων που έχουν τέτοια κλίση ώστε να μπορεί να αναπτυχθεί κάποια καλλιέργεια. Οι παραπάνω διαδικασίες μπορούν να γίνουν με χρήση συστημάτων γεωγραφικής πληροφορίας (GIS). Μετά τον υπολογισμό των εκτάσεων, γίνεται ανίχνευση των καλλιεργειών που μπορούν να υπάρξουν στην περιοχή, είτε βάσει των ιστορικών στοιχείων είτε βάσει των προτάσεων του Υπουργείου Γεωργίας. Μετά από αυτήν την φάση, τα βήματα που ακολουθούν είναι τα ίδια με την προσέγγιση του γεωγραφικού χωρισμού. Το πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι επιτρέπει τον υπολογισμό των εκτάσεων που πρόκειται μελλοντικά να καλλιεργηθούν αλλά και την προσέγγιση σε εξαιρετικό βαθμό της υδραυλικής των επιφανειακών υδάτων. Το μειονέκτημά της είναι ότι απαιτεί αρκετή δουλειά σε συστήματα γεωγραφικής πληροφορίας, χωρίς να προσφέρει τόσο μεγάλη διαφορά στα αποτελέσματά της.

v. Η πέμπτη και τελευταία προσέγγιση αποτέλεσε την οριστική επιλογή για την προσομοίωση των αρδευτικών και γενικότερα των υδατικών καταναλώσεων. Το μοντέλο ακολουθεί καταρχήν την λογική της επιφανειακής προσέγγισης, δηλαδή η τοπολογία του μοντέλου ορίζεται από τους κύριους κλάδους του Πηνειού και τους παραποτάμους του. Αφού χτιστεί με αυτόν τον τρόπο η αρχική δομή του μοντέλου, η περιοχή της Θεσσαλίας χωρίζεται σε κοινότητες βάσει των όσων ίσχυαν πριν την εφαρμογή του προγράμματος «Καποδίστριας». Ο κύριος λόγος που συμβαίνει αυτό είναι ότι όλα τα στοιχεία που υπάρχουν σε ηλεκτρονική μορφή είναι κατηγοριοποιημένα βάσει των κοινοτήτων. Ύστερα από αυτό το στάδιο, οι παραπάνω 340 κοινότητες «συγχωνεύονται» στους δήμους που έχει ορίσει το σχέδιο «Καποδίστριας». Αυτό γίνεται αφενός για την μείωση του όγκου της πληροφορίας, και άρα τη διευκόλυνση στην κατανόηση και χρήση του μοντέλου, αφετέρου διότι οποιαδήποτε παρέμβαση στην περιοχή γίνεται σε επίπεδο τοπικής αυτοδιοίκησης, επομένως δήμου. Μετά από τη φάση αυτήν, γίνεται ομαδοποίηση των δήμων κατά τέτοιο τρόπο ώστε αφενός να είναι όλες οι ομάδες από ένα ελάχιστο επίπεδο κατανάλωσης και πάνω αφετέρου να μπορούν να συνδεθούν στο δίκτυο χωρίς προβλήματα. Αυτό σημαίνει ότι σχηματίζονται πλέον ομάδες δήμων που περιλαμβάνουν τους επιμέρους δήμους. Στις ομάδες αυτές διατίθενται οι παρακάτω

πληροφορίες: όνομα, πληθυσμός, περιεχόμενοι δήμοι, αρδευόμενες εκτάσεις και υδρευτικές ανάγκες. Στις αρδευόμενες περιοχές υπάρχουν οι εκτάσεις που αρδεύονται με υπόγεια νερά οπότε με αυτόν τον τρόπο εισέρχεται ο υπόγειος υδροφορέας.

Ακολουθώντας τα παραπάνω βήματα διαμορφώνεται ένα δίκτυο, το οποίο αποτελείται από κόμβους και κλάδους. Οι κόμβοι αναφέρονται σε σημεία προσφοράς και ζήτησης ύδατος, καθώς και σε σημεία αλλαγής της τοπολογίας του δικτύου (κόμβοι συμβολής). Για την καλύτερη αντιμετώπιση του προβλήματος των υπογείων νερών, κάθε κόμβος ζήτησης (και όχι απλής συμβολής) διαθέτει έναν φανταστικό κόμβο γεώτρησης ο οποίος μπορεί να απελευθερώσει πιο σύτητες ύδατος μονάχα στον παραπάνω κόμβο ζήτησης. Με αυτόν τον τρόπο από τη μία προσομοιώνεται ο υπόγειος υδροφορέας ακριβώς εκεί απ' όπου γίνεται η άντληση ενώ από την άλλη δεν επιτρέπεται η μεταφορά υπογείων νερών, κάτι το οποίο άλλωστε συμβαίνει και στην πραγματικότητα (μέσω των επιφανειακών νερών). Στο Σχήμα 3.1 εικονίζεται η περιγραφείσα διαδικασία.



Σχήμα 3.1: Προσομοίωση υπογείων νερών στο δίκτυο.

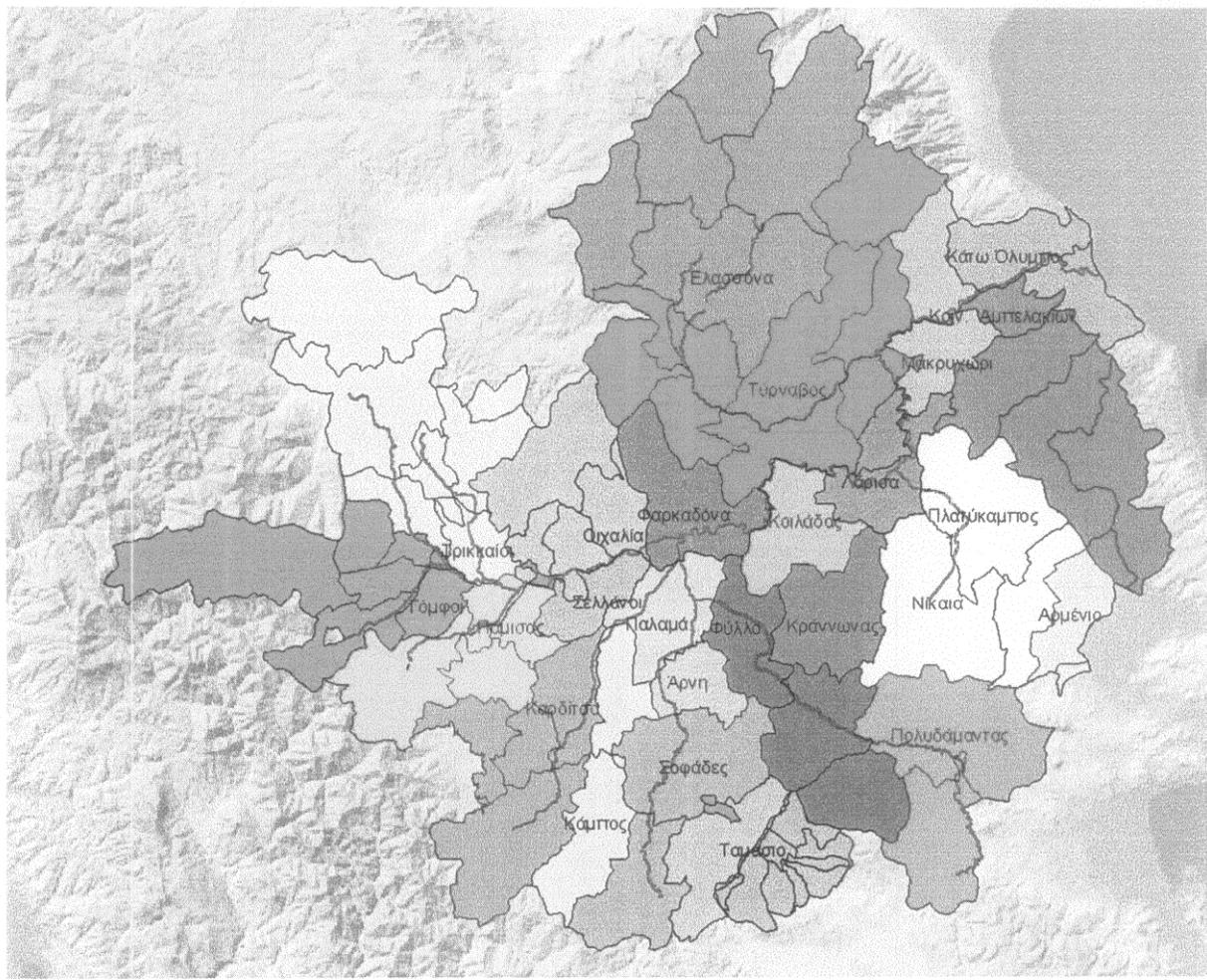
Το μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ότι δεν ακολουθεί ακριβώς την φυσική διαδικασία απολήψεως από τα πτοτάμια, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται προβλήματα στα όρια μεταξύ υδροκρίτη και επικράτειας δήμων. Το γεγονός αυτό επηρεάζει κυρίως τη σχέση μεταξύ των καλλιεργούμενων εκτάσεων και των σημείων απ' όπου αυτές αρδεύονται. Παρόλα αυτά, τα προβλήματα που προκύπτουν δεν θεωρούνται τόσο σημαντικά τουλάχιστον για το επίπεδο ακριβείας μιας διπλωματικής εργασίας. Αντιθέτως το εξαιρετικά σημαντικό πλεονέκτημα της παρούσας προσέγγισης, είναι ότι επιτυγχάνεται πλήρης εκμετάλλευση του συνόλου των διατιθεμένων δεδομένων.

3.1.2.2 Θεώρηση Αρδευτικών Αναγκών

Για τον υπολογισμό των αρδευτικών αναγκών έγινε η θεώρηση ότι οι εκτάσεις που έχουν δηλωθεί ότι καλλιεργούνται απαιτούν ποσότητες ύδατος σύμφωνες προς τις δύνητικές ανάγκες εξατμισοδιαπνοής κάθε καλλιέργειας. Κατά συνέπεια τόσο οι εκτάσεις που είχαν αρδευτεί από επιφανειακά νερά όσο και οι εκτάσεις που είχαν αρδευτεί από υπόγεια νερά πολλαπλασιάστηκαν με τις θεωρητικές αρδευτικές ανάγκες των αντίστοιχων καλλιεργειών βάσει των σχέσεων του FAO. Με τον τρόπο αυτό υπολογίζονται οι θεωρητικές αρδευτικές ανάγκες του Υδατικού Διαμερίσματος οι οποίες κατανέμονται στην περιοχή μελέτης σύμφωνα με τους κόμβους ζήτησης, οι οποίοι αναλύονται στη συνέχεια.

3.2 Παρουσίαση Σχηματοποίησης

Στο Σχήμα 3.2 απεικονίζεται το θεωρηθέν υδροσύστημα με τις ομάδες δήμων, ενώ στο Σχήμα 3.3 απεικονίζονται οι κόμβοι και οι κλάδοι του δικτύου όπως εισήχθησαν στη βάση δεδομένων του «Υδρονομέα».



Σχήμα 3.2: Ομάδες Δήμων Υδροσυστήματος

3.3 Πορεία Εργασιών

Η πορεία των εργασιών ακολούθησε δύο βήματα. Πρώτα έγινε η ομαδοποίηση των δήμων της περιοχής μελέτης (κόμβοι κατανάλωσης) και ύστερα ορίστηκε η τοπολογία του δικτύου, δηλαδή η αλληλουχία των κόμβων και οι μεταξύ τους σχέσεις.

3.3.1 Ομαδοποίηση των δήμων βάσει του Μεγαλύτερου Καταναλωτή.

Στο στάδιο αυτό έγινε ομαδοποίηση των δήμων της περιοχής μελέτης, με αποτέλεσμα να προκύψουν 24 κόμβοι κατανάλωσης.

3.3.1.1 Μορφοποίηση των δήμων σύμφωνα με το πρόγραμμα «Καποδίστριας».

Οι πληροφορίες που σχετίζονται με τους δήμους του «Καποδίστρια» ελήφθησαν από την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία (ΕΣΥ) σε γραπτή μορφή. Από αυτές χρησιμοποιήθηκαν οι εξής τρεις: το νούμερο (ID) του δήμου, ο πληθυσμός και τα ονόματα των κοινοτήτων που τους αποτελούν. Για την μετατροπή των μεμονωμένων κοινοτήτων σε δήμους χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα ARC-VIEW με βάση την ακόλουθη διαδικασία: α) εισαγωγή του αρχείου γεωγραφικής πληροφορίας (shapefile) των δήμων και επιλογή των κοινοτήτων που βρίσκονται εντός των ορίων του αντίστοιχου δήμου. β) Πρόσθεση στο νέο πεδίο GROUP του πίνακα των κοινοτήτων το ID του δήμου οπότε ορίζονται αυτόματα υποσύνολα του δήμου. Ακολουθώντας την διαδικασία αυτή ολοκληρώνεται το σύνολο της Θεσσαλικής πεδιάδας. Ύστερα από τα παραπάνω έγινε ο τελικός έλεγχος με τα δεδομένα της ΕΣΥ. Κατά την περιγραφή σα διαδικασία, ειτερεύχθη μείωση του συνολικού όγκου της πληροφορίας που πρέπει να διαχειριστεί το μοντέλο, χωρίς όμως να χαθεί οποιαδήποτε από τις πληροφορίες που χρειάζεται για την προσομοίωση. Επίσης, κατά τη διαδικασία της ομαδοποίησης, σε κάθε δήμο έγινε άθροιση μονάχα του πληθυσμού εκείνου που σχετίζεται με το υδατικό διαμέρισμα της Θεσσαλίας. Με άλλα λόγια, δήμοι στους οποίους επιλέχθηκε ένα τμήμα μόνο (διότι το άλλο ήταν εκτός λεκάνης), δεν εξακολούθησαν να έχουν το σύνολο του

πληθυσμού τους βάσει του «Καποδίστριας» αλλά βάσει των κοινοτήτων που τους αποτελούν.

Το επόμενο και πιο αποφασιστικό στάδιο αποτέλεσε η περαιτέρω κατηγοριοποίηση των δήμων σε ομάδες δήμων που τελικά αποτελούν και τους καταναλωτές – κόμβους του δικτύου. Για να πραγματωθεί κάτι τέτοιο ακολουθήθηκαν διάφορες διαδικασίες, εκ των οποίων αναλύονται οι δύο σημαντικότερες. Αρχικώς, ορίστηκε ποιοι από τους δήμους ξεπερνάνε σε έκταση το 7.5% της έκτασης του νομού στον οποίο ανήκουν. Ύστερα ακολουθήθηκε τέτοια διαδικασία ώστε να προκύψουν οι δέκα μεγαλύτεροι καταναλωτές της Θεσσαλίας (πάντα θεωρώντας ότι η πεδινή έκταση ενός δήμου είναι ανάλογη της καλλιεργούμενες έκτασης, αφού ακόμα δεν υπήρχαν διαθέσιμες ποσότητες ύδατος). Συνδυάζοντας τα δύο προηγούμενα αποτελέσματα σχηματίστηκαν 25 δήμοι οι οποίοι πληρούσαν τα ανωτέρω. Ο αριθμός αυτός αποτελούσε εξαρχής στόχο διότι αφενός θεωρείται αρκετός για να προσομοιάσει την μεγάλη έκταση της Θεσσαλίας, αφετέρου δεν είναι δύσκολος στην διαχείριση των δεδομένων του. Το επόμενο βήμα ήταν η ένταξη των γειτονικών τους δήμων ώστε να δημιουργηθούν ομάδες δήμων. Η διαδικασία αυτή έγινε με τρία κριτήρια: α) οι δήμοι που αποτελούν μία κοινή ομάδα να συνορεύουν μεταξύ τους, β) να καλυφθεί όλη η εναπομένουσα έκταση και γ) να έχουν όσον το δυνατόν κοινή απόληψη από το δίκτυο των επιφανειακών υδάτων.

Αποτέλεσμα όλων των παραπάνω ήταν ο σχηματισμός ενός δικτύου επιφανειακών νερών και ομάδων δήμων οι οποίοι περιέχουν υπό τη μορφή πίνακα στοιχεία με τις εξής πληροφορίες : 1) όνομα, 2) ID, 3) πληθυσμός, 4) δήμοι, 5) κοινότητες και 6) έκταση. Στα στοιχεία αυτά προστέθηκε το μέσο υψόμετρο της καλλιεργούμενης έκτασης της ομάδας των δήμων το οποίο υπολογίστηκε κατά προσέγγιση βάσει των χαρτών. Ύστερα από αυτά, ακολούθησε ο ορισμός των σημείων απόληψης των ομάδων των δήμων, ο οποίος αναλύεται διεξοδικά στην παράγραφο 3.3.2 και αποτελεί ένα από τα βασικά σημεία της σχηματοποίησης του υδροσυστήματος.

3.3.1.2 Ομαδοποίηση Δήμων.

- Τρίκαλα (44200200).

Οι Δήμοι Χασιάς, Καλαμπάκας, Παραληθαίων, Βασσιλικής, Φαλωρείας και Τρικάλων ενσωματώθηκαν στην ομάδα των δήμων των Τρικάλων διότι αφενός τα Τρίκαλα είναι πρωτεύουσα του Νομού και έχει μεγάλη κατανάλωση ποσίμου νερού αφετέρου οι ποταμοί Ληθαίος και Πηνειός που τους διατρέχουν καταλήγουν στο Δήμο Τρικάλων. Θα μπορούσε να προστεθεί ένας ακόμη κόμβος στη Φαλωρεία, δεδομένου ότι Φαλωρεία και Καλαμπάκα διατρέχονται από ποταμό που καταλήγει έξω από τα Τρίκαλα και δίπλα στον κόμβο των Γόμφων, αλλά κάτι τέτοιο από τη μια αυξάνει τον αριθμό των κόμβων από την άλλη επειδή είναι πάρα πολύ κοντά το ποτάμι στο Δήμο Τρικάλων δεν απέχουμε από την πραγματικότητα και πολύ.

- **Γόμφοι (44217400).**

Οι Δήμοι Αιθήκων, Καλλιδένδρου, Πύλης, Κόζιακα, Πιαλείων και Γόμφων ενσωματώθηκαν στην ομάδα δήμων των Γόμφων διότι ο τελευταίος αφενός έχει την μεγαλύτερη κατανάλωση αφετέρου, βρίσκεται κατάντη των άλλων δήμων και στο σημείο συνένωσης του Πορταϊκού με τον Πηνειό.

- **Πάμισος (41110900)**

Οι δήμοι Μεγάλων Καλυβίων, Παμίσου, Μουζακίου και Ιθώμης ενσωματώθηκαν στην ομάδα των δήμων του Παμίσου. Αυτό έγινε διότι αφενός έχει την μεγαλύτερη κατανάλωση αφετέρου, βρίσκεται κατάντη των άλλων δήμων και στο σημείο συνένωσης του Παμίσου με τον Πηνειό.

- **Κάμπος (41118500)**

Οι δήμοι Καλλιφώνου και Κάμπου ενσωματώθηκαν στην ομάδα των δήμων του Κάμπου. Αυτό έγινε επειδή ο Κάμπος βρίσκεται κατάντη του Καλλιφώνου και λόγω του ότι έχει μεγαλύτερη έκταση καλλιεργειών.

- **Καρδίτσα (41115700).**

Οι δήμοι Ιτάμου, Καρδίτσας, Μητρόπολης και Πλαστήρα ενσωματώθηκαν στην ομάδα των δήμων της Καρδίτσας, λόγω του ότι η Καρδίτσα είναι η πρωτεύουσα του Νομού και επειδή κατέχει το μεγαλύτερο μέρος των καλλιεργούμενων εκτάσεων. Ακόμη,

η Καρδίτσα αποτελεί το πιο κατάντη σημείο του Καλέντζη από τον οποίον αρδεύονται οι υπόλοιποι δήμοι.

- **Σοφάδες (41121200).**

Οι δήμοι Σοφάδων και Μενελαΐδας συνθέτουν την ομάδα δήμων των Σοφάδων. Οι δύο αυτοί δήμοι αρδεύονται κυρίως από τα νερά του Σοφαδίτικου, του οποίου το κατώτερο σημείο βρίσκεται στους Σοφάδες. Για το λόγο αυτόν αλλά και επειδή οι Σοφάδες έχουν κατά πολύ μεγαλύτερη καλλιεργούμενη έκταση από την Μενελαΐδα επιλέχθηκε ως κύριος δήμος οι Σοφάδες.

- **Πολυδάμαντας (42512400).**

Οι δήμοι Ναρθακίου και Πολυδάμαντα συνθέτουν την ομάδα δήμων Πολυδάμαντα. Οι δύο αυτοί δήμοι αποτελούν ξεχωριστή γεωμορφολογική οντότητα εν συγκρίσει με τους γύρω δήμους και έχουν αρκετή έκταση ώστε να συνιστούν ομάδα οι δυο τους. Από αυτούς τους δήμους, ο Πολυδάμαντας έχει αφενός μεγαλύτερη αρδεύσιμη έκταση αφετέρου βρίσκεται πιο χαμηλά στον Ενιπέα από τον οποίον αρδεύονται αμφότεροι. Κατά συνέπεια, η ομάδα αυτή παίρνει το όνομά της από τον Πολυδάμαντα.

- **Ταμάσιο (06112000).**

Πρόκειται για την ευρύτερη περιοχή του Δομοκού, η οποία αν και ανήκει διοικητικά στη Φθιώτιδα, εν τούτοις συγκαταλέγεται στο Υδατικό Διαμέρισμα της Θεσσαλίας. Η έκταση αυτή αποτελείται από τις κοινότητες Νέο Μοναστήρι, Σοφιάδα, Βάρδαλη, Εκκάρα, Αγραππιδιά, Θαυμάκιον, Βελεσιώτες και Γαβράκια. Οι παραπάνω κοινότητες συναθροιζόμενες δημιουργούν μια ξεχωριστή συμπαγή περιοχή με αρκετές καλλιεργούμενες εκτάσεις, οπότε και ομαδοποιούνται και λαμβάνουν την ονομασία Ταμάσιο.

- **Άρνη (41114300).**

Ο δήμος της Άρνης καταλαμβάνει από μόνος του σημαντική καλλιεργούμενη έκταση, με αποτέλεσμα να είναι σε θέση να αποτελεί ο ίδιος κόμβο δικτύου.

- **Φύλλο (41124600).**

Οι δήμοι Φύλλου, Ενιπέα και Φαρσάλων ενσωματώθηκαν στην ομάδα του Φύλλου επειδή αφενός το Φύλλο είναι ο μεγαλύτερος καταναλωτής της περιοχής αυτής, αφετέρου βρίσκεται στο πιο κατάντη σημείο του Ενιπέα από τον οποίον αρδεύονται και οι άλλοι δύο δήμοι.

- **Παλαμάς (41115200)**

Ο δήμος του Παλαμά καταλαμβάνει από μόνος του σημαντική καλλιεργούμενη έκταση, με αποτέλεσμα να είναι σε θέση να αποτελεί ο ίδιος κόμβο δικτύου.

- **Φαρκαδόνα (44212500)**

Ο δήμος της Φαρκαδόνας καταλαμβάνει από μόνος του σημαντική καλλιεργούμενη έκταση, με αποτέλεσμα να είναι σε θέση να αποτελεί ο ίδιος κόμβο δικτύου.

- **Κράννωνας (42310200)**

Ο δήμος του Κράννωνα καταλαμβάνει από μόνος του σημαντική καλλιεργούμενη έκταση, με αποτέλεσμα να είναι σε θέση να αποτελεί ο ίδιος κόμβο δικτύου.

- **Ελασσόνα (422113000)**

Οι δήμοι Κρανέα Ελασσόνος, Λιβάδι, Καλλιθέα, Σαραντάπορο και Ελασσόνα συνθέτουν την ομάδα δήμων Ελασσόνας. Αυτό διότι συνιστούν μεγάλη γεωγραφική ενότητα την μεγαλύτερη καλλιεργήσιμη έκταση της οποίας καταλαμβάνει ο δήμος Ελασσόνας. Επιπροσθέτως, ο δήμος Ελασσόνας βρίσκεται στο πιο κατάντη σημείο του Τιταρίσιου από τον οποίον αρδεύονται και οι υπόλοιποι δήμοι.

- **Αρμένιο (42314100)**

Ο δήμος Αρμενίου καταλαμβάνει από μόνος του σημαντική καλλιεργούμενη έκταση, με αποτέλεσμα να είναι σε θέση να αποτελεί ο ίδιος κόμβο δικτύου.

- **Νίκαια (42314000)**

Ο δήμος Νίκαιας καταλαμβάνει από μόνος του σημαντική καλλιεργούμενη έκταση, με αποτέλεσμα να είναι σε θέση να αποτελεί ο ίδιος κόμβο δικτύου.

- **Πλατύκαμπος (42310800)**

Οι δήμοι Πλατυκάμπου και Κιλελέρ ενσωματώθηκαν στην ομάδα δήμων Πλατυκάμπου. Αυτό διότι συνθέτουν μια μεγάλη καλλιεργήσιμη έκταση της οποίας το μεγαλύτερο μέρος ανήκει στον Πλατύκαμπο.

- **Λάρισα (42300100)**

Οι δήμοι Λάρισας και Γιάννουλη συνθέτουν την ομάδα δήμων Λάρισας. Η ονομασία της ομάδας των δήμων έγινε από την Λάρισα διότι είναι η πρωτεύουσα της Θεσσαλίας. Ο δήμος Γιάννουλης, θεωρήθηκε ότι αποτελεί τμήμα της Λάρισας και για το λόγο αυτόν συνενώθηκε.

- **Τύρναβος (42410200)**

Οι δήμοι Βερδικούσης, Ποταμιάς, Αμπελώνος και Τυρνάβου συνιστούν μια ενιαία γεωμορφολογική ενότητα με την πλειονότητα των καλλιεργούμενων εκτάσεων να ανήκει στο δήμο Τυρνάβου.

- **Αμπελάκια (42310400)**

Οι δήμοι Αμπελακίων, Νέσσωνος, Λακέρειας και Αγιάς αποτελούν ενιαία γεωμορφολογική ενότητα. Ακόμα, τα Αμπελάκια αποτελούν τον πλησιέστερο προς τον Πηνειό δήμο από τον οποίον λαμβάνουν και την ονομασία της ομάδας.

- **Μακρυχώρι (42311500)**

Οι δήμοι Μακρυχωρίου και Γόννων αποτελούν ενιαία γεωμορφολογική ενότητα με μικρή όμως καλλιεργήσιμη έκταση. Επειδή όμως δεν υπάρχει κοντά άλλη περιοχή με παρόμοιες γεωμορφολογικές συνθήκες, συνενώνονται σε μία ομάδα δήμων.

- **Κάτω Όλυμπος (42410100)**

Οι δήμοι Κάτω Ολύμπου και Εύρυμενών συνενώθηκαν ώστε να αποτελέσουν τις εκβολές του Πηνειού.

3.3.2 Τοπολογία Δικτύου.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι κόμβοι του δικτύου. Υπενθυμίζεται ότι για κάθε κόμβο κατανάλωσης ορίστηκε ένας επιπλέον εικονικός κόμβος που προσομοιώνει τις απολήψεις από τα υπόγεια νερά.

1. **Τρίκαλα – Γόμφοι :** Ο κόμβος των Τρικάλων – Γόμφων αποτελεί το πρώτο κομμάτι του Πηνειού, γι' αυτό και η διαμόρφωση του δικτύου αρχίζει από αυτόν. Διαθέτει δύο κύριους κλάδους, του Ληθαίου και του Πηνειού οι οποίοι συμβάλλουν

εντός της περιοχής των Τρικάλων. Βέβαια στον κλάδο του Πηνειού όπου υπάρχει η διευθέτηση του Κουμέρκη 4 και βρίσκεται ανάντη της συμβολής με τον Ληθαίο, ο Πηνειός περνάει στην περιοχή των Γόμφων. Αυτό όμως δεν μας επιβάλλει να τοποθετήσουμε τους Γόμφους ως πρώτο κόμβο, αφού μάλιστα μονάχα ένα μικρό κομμάτι του Πηνειού εισχωρεί στην περιοχή του κόμβου των Γόμφων το οποίο οριακά θα μπορούσε να ανήκε και στα Τρίκαλα. Συν τοις άλλοις η πραγματικότητα είναι πιο λίγο κοντά στην προσέγγιση με παράλληλα τα Τρίκαλα παρά με πρώτη κάποια από τις δύο ομάδες δήμων. Κατά συνέπεια οι δύο ομάδες δήμων συμβάλλουν στο ίδιο σημείο.

2. Πάμισος : Σχεδόν αμέσως κατάντη της συμβολής των πποταμών Ληθαίων και Πηνειού υπάρχει η συμβολή του πποταμού Παμίσου, ο οποίος εκτείνεται στην περιοχή της ομάδας των δήμων του Παμίσου δίχως να υπεισέρχεται ή να μεσολαβεί κάποια άλλη ομάδα δήμων ή πποταμών. Για τους λόγους αυτούς ο κόμβος του Παμίσου έπειται αμέσως του κόμβου Τρικάλων - Γόμφων.

3. Οιχαλία – Σελλάνοι : Κατάντη της συμβολής του Παμίσου με τον Πηνειό και στο πέρας του ορίου της ομάδας του Παμίσου αρχίζει στη βόρεια όχθη του Πηνειού η περιοχή της Οιχαλίας η οποία ακολουθείται στο νότιο όριο του Πηνειού από την περιοχή των Σελλάνων. Παρ' ότι η περιοχή της Οιχαλίας εισέρχεται πρώτη στο σύστημα από άποψη κατανάλωσης, εντούτοις επειδή η περιοχή ακολουθεί σχεδόν εν παραλλήλω, οι δύο αυτές αναφέρονται στον ίδιο κόμβο του δικτύου. Αν και οι απολήψεις δεν μπορούν να θεωρηθούν σημειακές όπως και τα όρια των ομάδων αυτών, προς χάριν μείωσης της πολυπλοκότητας (βασική επιδίωξη ενός μοντέλου) θεωρούνται σημειακές. Εκτός όμως της παράλληλης τοποθέτησης των ορίων αυτών των δύο ομάδων, το πρόσθετο στοιχείο που μας επιτρέπει την επιλογή ενός κόμβου για τους δύο αυτούς καταναλωτές είναι η σχεδόν ταυτόχρονη συμβολή των πποταμών που τους διατρέχουν στον Πηνειό. Η μεν περιοχή της Οιχαλίας διατρέχεται από τον πποταμό Νεοχωρίτη ο οποίος συμβάλλει δίπλα από το χωριό Κλοκοτός, η δε περιοχή των Σελλάνων διατρέχεται από τον πποταμό Μέγα, ο οποίος αν και συμβάλλει αρκετά κατάντη του Κλοκοτού έχει εγκαταλείψει την περιοχή των Σελλάνων στο ύψος του Κλοκοτού και συν τοις άλλοις βρίσκεται εξαιρετικά κοντά στην συμβολή του Νεοχωρίτη.

4. Κάμπος : Από την περιοχή του Κάμπου ξεκινάει ο πποταμός Καλέντζης απ' όπου αρδεύεται το 50% περίπου των εκτάσεων της περιοχής. Δεδομένου ότι ο

ποταμός Καλέντζης διατρέχει πρώτα τον Κάμπο, ενώ κατόπιν μπαίνει στην περιοχή της Καρδίτσας, ο κόμβος αυτός προηγείται από αυτόν της Καρδίτσας. Υπάρχουν όμως τα εξής προβλήματα: α) ο ποταμός Καλέντζης διέρχεται πάλι από την περιοχή του Κάμπου κατάντη της ομάδας της Καρδίτσας όπου αρδεύει το 7% περίπου της αρδευόμενης έκτασης, β) μετά την συμβολή του Καλέντζη με τον ποταμό Καράμπαλη στην Καρδίτσα, το υπόλοιπο της περιοχής (προς βορρά) αρδεύεται επιφανειακώς είτε από το τμήμα του Καλέντζη που ανήκει στην Καρδίτσα είτε από τον Ιταλικό (συνολικά και οι δύο 18% της αρδευόμενης έκτασης) και το υπόλοιπο 25% από τους Λειψίμος 2 και Οργοζίνος που ανήκει στους Σοφάδες. Κατά συνέπεια μια πιο καλή αντιμετώπιση θα ήταν α) οι περιοχές δυτικά του Αγ. Θεοδώρου να «συγχωνευτούν» στους Σοφάδες β) η νότια περιοχή (ανάμεσα από Καρποχώρι και Αγ. Θεόδωρο έως το νότιο όριο της ομάδας του Κάμπου) που αποτελεί τις πηγές του Καλέντζη και συνιστά το 50% της αρδευόμενης έκτασης και το 75% της ολικής έκτασης να ανεξαρτητοποιηθεί από τα υπόλοιπα, συνιστώντας ξεχωριστό κόμβο και μάλιστα τον πιο απομακρυσμένο και γ) η υπόλοιπη έκταση να συμπεριληφθεί στην ομάδα της Καρδίτσας, αφού αρδεύεται από τα ύδατα αυτής της ομάδας. Στο υπάρχον μοντέλο δεν επελέγη κάτι τέτοιο, διότι η λογική αυτή από μόνη της θα αύξανε την πολυτλοκότητα εξαιτίας της εισαγωγής δύο επιπλέον κόμβων και την ανάγκη αναλύσεως των στοιχείων της κατανάλωσης.

5. **Καρδίτσα** : Η Καρδίτσα δέχεται τα ύδατα του Καλέντζη από τον Κάμπο γι' αυτό και έπειται ως κόμβος 5. Η άρδευση των εκτάσεων από επιφανειακά νερά γίνεται σχεδόν εξ ολοκλήρου από ύδατα εντός της περιοχής αναφοράς και μάλιστα και από περιοχή εντελώς διαφορετικής λεκάνης απορροής, αυτής του Ταυρωπού, η οποία ανήκει στο υδατικό δυναμικό του ποταμού Αχελώου.

6. **Σοφάδες** : Στην περιοχή αυτή έχει τις πηγές του το πιο ανάτη ποτάμι, ο Σοφαδίτης, που έχει το βασικό ρόλο στη διαμόρφωση των κατάντη κλάδων του δικτύου. Αποτελεί από μόνος του αυτοτελή περιοχή που τροφοδοτεί τις αρδευόμενες εκτάσεις του με τους ποταμούς Σοφαδίτη, Οργοζίνο και Φαρσαλίτη. Αν και ο Οργοζίνος συμβάλλει στον Σοφαδίτη εκτός της περιοχής αναφοράς και αν και ο Φαρσαλίτης είναι μεγάλος ποταμός, εντούτοις λαμβάνεται υπ' όψη μόνο ο Σοφαδίτης θεωρώντας την μοναδική συμβολή στην Άρνη. Αυτή η λογική στηρίζεται στο ότι: α) ο Οργοζίνος έχει χειμαρρικό καθεστώς, οπότε μπορεί να αγνοηθεί η συμβολή του στο ισοζύγιο όγκου του μοντέλου και β) ο Φαρσαλίτης καλύπτει ένα μικρό σχετικά

ποσοστό της ολικής αρδευόμενης έκτασης και γεωγραφικά θα μπορούσε να ενταχθεί στην περιοχή του Ταμασίου, οπότε μπορεί να παραληφθεί το ισοζύγιο των Σοφάδων. Μια εναλλακτική λύση είναι η μεταφορά της ανατολικής έκτασης που καλλιεργείται προς την περιοχή του Φύλλου πολλαπλασιάζοντας το ποσοστό που καλύπτει η έκταση αυτή με τις αρδευτικές ανάγκες απευθείας, ώστε να αποφευχθεί η ανακατανομή των Κοινοτήτων (όπου υπάρχουν τα στοιχεία). Κάτι τέτοιο θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί μόνο με εφαρμογή γεωγραφικού συστήματος πληροφοριών (GIS). Κάτι τέτοιο όμως ξεφεύγει από τους σκοπούς αυτής της εργασίας, δεδομένου ότι η παρόμοια λογική θα έπρεπε να εφαρμοστεί και στις άλλες περιοχές αυξάνοντας την πολυπλοκότητα και μεταβάλλοντας την φιλοσοφία του υφιστάμενου μοντέλου. Αναφορικά με την ανατολική πλευρά του Σοφαδίτη, η οποία βρίσκεται εντός της περιοχής του Ταμασίου και μάλιστα στην Φθιώτιδα, επειδή είναι εξαιρετικά μικρή σε σχέση με το υπόλοιπο της ομάδας του Ταμασίου, δεν προκύπτει ανάγκη τοποθετήσεως του Ταμασίου ανάντη.

7. Πολυδάμαντας : Ο κόμβος αυτός αποτελεί έναν από τους πιο ξεκάθαρους ως προς τη λειτουργία τους. Το μοναδικό ποτάμι που διατρέχει την περιοχή είναι ο Ενιππέας, ο οποίος αρδεύει καθ' ολοκληρία τις αρδευόμενες εκτάσεις της περιοχής αναφοράς και μάλιστα δίχως να συμβάλλει με παραποτάμους που ανήκουν σε άλλες ομάδες Δήμων. Επίσης ανάντη του κόμβου υπάρχουν μονάχα πηγές, χωρίς όμως να παρεμβάλλονται καταναλωτές (αρδεύσιμες εκτάσεις) οι οποίοι θα μπορούσαν να δημιουργήσουν μια περισσότερο πολύπλοκη κατάσταση.

8. Ταμάσιο : Στην περιοχή του Ταμασίου, το μεγαλύτερο τμήμα της επιφανειακής απορροής καταλήγει στον ποταμό Φαρσαλίτη, ο οποίος αποτελεί και το βόρειο και βορειοανατολικό της όριο. Δεδομένου ότι δεν υπάρχει τίποτε άλλο ανάντη της περιοχής, αποτελεί ακραίο κόμβο του δικτύου. Η έκταση που δεν ακολουθεί την περιοχή όσο αφορά την λεκάνη απορροής είναι στα μεν νότια η ζώνη του Σοφαδίτη αρκετά μικρή όμως για να αγνοηθεί και δυτικά η ζώνη του Τόλη που όμως δεν προκαλεί αλλοίωση στην προσέγγιση αφού και μικρή περιοχή είναι αλλά και έχει χειμαρρώδη ροή.

9. Άρνη : Στον κόμβο αυτό συναντιούνται δύο σαφώς και ευκρινώς διαφορετικοί μεταξύ τους κλάδοι . Οι ποταμοί αυτοί είναι ο Σοφαδίτης από τα νοτιοδυτικά και ο Φαρσαλίτης από τα νοτιοανατολικά, οι οποίοι επιβάλλουν τη θεώρηση κόμβου. Εκτός

αυτού δεν υπάρχει κάποιος άλλος κλάδος ποταμού εκτός του Οργοζίνικου, ο οποίος όπως προαναφέρθη αντιμετωπίζεται ως χείμαρρος και γι' αυτό δεν αποτελεί πρόβλημα για το ισοζύγιο της περιοχής.

10. Φύλλο : Στην περιοχή αυτή διακρίνονται τρεις λεκάνες απορροής, αυτές των ποταμών Φαρσαλιώτη, Ταμπάκου και Ενιπέα. Από αυτές τις τρεις, του Φαρσαλιώτη είναι εξαιρετικά μικρή για να καθορίσει τη συμπεριφορά του μοντέλου (5% της αρδευόμενης έκτασης) γι' αυτό και αγνοείται. Όσον αφορά την λεκάνη του Ταμπάκου, η οποία είναι αρκετά μεγαλύτερη από του Φαρσαλιώτη αλλά σαφώς μικρότερη από αυτή του Ενιπέα, δεν αρκεί από μόνη της να καθορίσει τη συμπεριφορά όλης της ομάδας των Δήμων δεδομένης κιόλας της υπεροχής του Ενιππέα. Παρ' όλ' αυτά και λόγω της αξιοσημείωτης έκτασης της λεκάνης και της εξυπηρετούμενης από αυτήν καλλιεργήσιμης έκτασεως (περίπου 20% της αρδευόμενης έκτασης) ορθότερη αντιμετώπιση θα επέβαλε τον εξολοκλήρου διαχωρισμό του Δήμου Φαρσάλων και τον κατά το ίμισυ διαχωρισμό του Δήμου Ενιππέα και την ενσωμάτωσή τους στην ομάδα των δήμων του Ταμασίου (όπως επίσης και την ανατολική έκταση των Σοφάδων που αναφέρθει πιο πάνω).

11. Παλαμάς 1 : Η συμβολή των κλάδων 9 (Φαρσαλίτη) και 10 (Ενιπέα) πραγματοποιείται στον κόμβο 11, οπότε αυτομάτως ορίζεται κόμβος. Επίσης, οι λίγες εκτάσεις που αρδεύονται δεν είναι ικανές για να χαρακτηρίσουν ολόκληρο τον κόμβο και να «συγχωνεύσουν» ολόκληρες τις αρδευτικές ανάγκες, οπότε απαιτείται και δεύτερος κόμβος.

12. Παλαμάς 2 : Η συμβολή των κλάδων 11 (Ενιπέας) και 5 (Καλέντζης) λαμβάνει χώρα στο σημείο αυτό επομένως ορίζεται ως κόμβος. Συν τοις άλλοις, στο σημείο αυτό είναι και το πέρας της ομάδας των δήμων του Παλαμά επομένως έχουν εισαχθεί στο μοντέλο όλες οι ποσότητες κατανάλωσης που υπάρχουν εντός των ορίων του.

13. Φαρκαδόνα 1 : Συμβολή Πηνειού και Νοτίου Κλάδου .

14. Φαρκαδόνα 2 : Στο σημείο αυτό, το σύνολο σχεδόν της ομάδας των δήμων της Φαρκαδόνας έχει αντλήσει τα προς άρδευση απαιτούμενα ύδατα επομένως έχει πάρει από το μοντέλο την ποσότητα που του αναλογεί.

15. Κράννωνας : Στο σημείο αυτό αφενός το σύνολο σχεδόν της ομάδας των δήμων του Κράννωνα έχει εκμεταλλευτεί τον υδροφορέα αφετέρου βάσει της λεκάνης

απορροής διαφαίνεται ότι όλα τα νερά της περιοχής διοχετεύονται προς αυτό το σημείο.

16. Κοιλάδας : Στο σημείο αυτό το μεγαλύτερο τμήμα της Κοιλάδας έχει ικανοποιήσει τις αρδευτικές του ανάγκες. Το προβληματικό τμήμα των Ελευθέρων δεν αρκεί για να επιβάλλει αλλαγές στην παραπάνω προσέγγιση διότι ούτε έχει μεγάλο μέγεθος σε σχέση με το υπόλοιπο ούτε, μπορεί να πει κανείς ότι αρδεύεται αιμέσως κατάντη του κόμβου 16 παρά αργότερα από το χείμαρρο Ελευθέρων που καταλήγει ασαφώς (λόγω δομήσεως) στη Λάρισα.

17. Κουτσόχερο : Στο σημείο αυτό γίνεται συμβολή του Πηνειού με τον Αλή Φάκα.

18. Ελασσόνα : Στο σημείο αυτό γίνεται η θεώρηση ότι καταλήγουν οι ποταμοί Ελασσονίτικος και Βούλγαρης κάτι που στην πραγματικότητα συμβαίνει λίγο παρακάτω στο χωριό Αμούρι. Παρόλα αυτά, η αναφερθείσα θεώρηση βρίσκεται κοντά στην πραγματικότητα διότι δεν έχει μεσολαβήσει ικανή αρδευόμενη έκταση ώστε να αλλοιώσει την ορθότητα της προσέγγισης.

19. Αρμένιο : Η περιοχή αυτή εξαρτάται κατά πολύ από το μέλλον της Κάρλας και συν τοις άλλοις βρίσκεται εξαιρετικά μακριά από οποιαδήποτε αξιοσημείωτη ποσότητα επιφανειακού ύδατος. Για το λόγο αυτό θεωρήθηκε ακραίος κόμβος και με προοπτική να πάρει μέρος των νερών του Κουσμπασανιώτη μέσω μιας διώρυγας που ξεκινάει κοντά στη Χάλκη και επεκτείνεται νοτιοανατολικά προς το Αρμένιο [Λαζαρίδης,2001 προσωπική επικοινωνία]. Βέβαια η παραπάνω προσέγγιση του προβλήματος επιβάλλει να δοθεί προτεραιότητα στα υπόγεια νερά .

20. Νίκαια : Στο σημείο αυτό επιβάλλεται η τοποθέτηση κόμβου έτσι ώστε να καταστεί δυνατή η εκτροπή των υδάτων προς το Αρμένιο. Ακόμα, στο σημείο αυτό καταλήγει το σύνολο των υδάτων της περιοχής η οποία μάλιστα ταυτίζει τα όριά της με τα όρια της λεκάνης απορροής αλλά και έχει πλέον αρδευτεί το σύνολο των εκτάσεων της περιοχής.

21. Πλατύκαμπος 1 : Συμβολή κόμβων. Στην περίπτωση του κόμβου αυτού αγνοήθηκαν οι αρδευόμενες εκτάσεις που μεσολαβούν, οι οποίες μάλιστα είναι αρκετά μεγάλες. Αυτό έγινε κυρίως επειδή δεν υπάρχει η δυνατότητα διάσπασης της ομάδας δήμων του Πλατυκάμπου. Πιθανόν η καλύτερη προσέγγιση θα ήταν η απόσχιση του δήμου Κιλελέρ και η «συγχώνευσή» του στο Αρμένιο.

22. Πλατύκαμπος 2 : Ο Πλατύκαμπος εισάγεται κατάντη της συμβολής των κόμβων 19 και 20, αφού έχουν αντληθεί οι αντίστοιχες ποσότητες. Η ιδιαιτερότητα του κόμβου του Πλατυκάμπου έγκειται στο ότι τα επιφανειακά ύδατα είναι εξαιρετικώς ανεπαρκή για την κάλυψη των αναγκών του Αρμενίου, της Νίκαιας και του Πλατυκάμπου, οπότε γίνεται η παραδοχή ότι στην διασύνδεσή του κατάντη με τον Πηνειό θα εκτρέπει το νερό προς τα νότια αντί να συμβάλλει στην ποσότητα των νερών του Πηνειού. Για το λόγο αυτό θεωρήθηκε ότι και τα Αμπελάκια θα λαμβάνουν τις απαιτούμενες ποσότητες από το ίδιο σημείο με τον Πλατύκαμπο'.

23. Λάρισα 1: Συμβολή Πηνειού και νοτιοανατολικού τμήματος.

24. Λάρισα 2 : Σε τούτο το σημείο και όχι ανάντη αυτού, γίνεται η παραδοχή ότι έχουν πραγματοποιηθεί όλες οι απολήψεις της Λάρισας. Αυτή η λογική δικαιολογείται από την υπόθεση ότι το μεγαλύτερο μέρος της αρδευόμενης έκτασης της περιοχής τροφοδοτείται μετά από την συμβολή με τον κλάδο του Πλατυκάμπου. Άν και στη συγκεκριμένη ομάδα δήμων η κατανάλωση προς ύδρευση είναι η μεγαλύτερη όλων των δήμων οπότε θα ήταν καλύτερη η προσέγγιση του να τοποθετηθεί ο κόμβος πριν την συμβολή, εντούτοις κάτι τέτοιο δεν γίνεται λόγω του ότι κατά τους κρίσιμους μήνες η άρδευση εξακολουθεί να είναι μεγαλύτερη.

25. Τύρναβος 1 : Στο σημείο αυτό έχουν ολοκληρωθεί όλες οι απολήψεις από τον Τιταρήσιο λόγω των αναγκών του Τυρνάβου.

26. Τύρναβος 2 : Συμβολή Πηνειού και Τιταρήσιου.

27. Αμπελάκια : Στο σημείο αυτό θεωρείται πιθανό να παρασχεθούν τα απαιτούμενα ύδατα για την κάλυψη των αναγκών της ομάδας δήμων Αμπελακίων [Λαζαρίδης, 2001, προσωπική επικοινωνία].

28. Μακρυχώρι 1 : Στο σημείο αυτό και πριν τα Αμπελάκια θεωρείται ότι το μεγαλύτερο μέρος του Δήμου έχει ολοκληρώσει τις απολήψεις που χρειάζεται για τις ανάγκες του.

29. Κάτω Όλυμπος : Το σημείο αυτό αποτελεί και το πέρας του δικτύου δεδομένου ότι κατάντη ο Πηνειός εκβάλλει και διασπάται σε δύο μεγάλους κλάδους οι οποίοι σχηματίζουν το δέλτα του. Εδώ μπορούμε να υποθέσουμε ότι τυχόν περιβαλλοντικοί περιορισμοί σε κάθε έναν από τους δύο αυτούς κλάδους θα μπορούσαν να εκφραστούν στο σημείο αυτό αφού συγχωνευτούν πρώτα. Τέλος, στο

σημείο αυτό γίνεται η υπόθεση ότι έχουν καλυφθεί και οι αρδευτικές ανάγκες των δύο δήμων του Κάτω Ολύμπου.

Όσον αφορά τους ταμιευτήρες και την εκτροπή του Αχελώου έγινε η θεώρηση ότι:

- Ο ταμιευτήρας του Πλαστήρα συνδέεται με τους κόμβους Καρδίτσα και Κάμπος.
- Ο ταμιευτήρας του Σμοκόβου συνδέεται με τους κόμβους Ταμάσιο, Άρνη και Σοφάδες.
- Η σήραγγα εκτροπής του Αχελώου συνδέεται με τον κόμβο του Παμίσου.

Η λογική της θεώρησης αυτής αναλύεται στην παράγραφο 5.5.1.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Δεδομένα

Κατά τη σύλληψη και τον σχεδιασμό του μοντέλου, πρωταρχικό ρόλο έπαιξαν τόσο η μορφή όσο και η αξιοπιστία των δεδομένων. Για την προσομοίωση του υδροσυστήματος απαιτήθηκαν στοιχεία προσφοράς και ζήτησης νερού, στους αντίστοιχους κόμβους του δικτύου. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν είναι υδρολογικά και μετεωρολογικά, δεδομένα αρδευτικών αναγκών και γεωγραφικά δεδομένα.

4.1 Άντληση Υδρολογικών Δεδομένων και Επεξεργασία.

Το σύνολο των δεδομένων ποτάμιας υδρολογίας ελήφθη από την μελέτη των Κουτσογιάννη κ.ά. (2001). Στα πλαίσια της μελέτης αυτής καταρτίστηκαν σε διάφορες θέσεις της Θεσσαλίας (υδρομετρικοί σταθμοί και φράγματα) ιστορικές χρονοσειρές παροχών, οι οποίες καλύπτουν την περίοδο 1960 - 93. Από τις χρονοσειρές αυτές επιλέχθηκαν εκείνες που αφενός ήταν σε θέσεις ενδιαφέροντος, αφετέρου θεωρούνταν αξιόπιστες. Ύστερα ακολούθησε αναγωγή και φυσικοποίηση των παροχών, οπότε και σχηματίστηκαν τα τελικά δείγματα παροχών στους κόμβους τροφοδοσίας του δικτύου.

4.1.1 Συλλογή Δεδομένων.

Στην περιοχή της Θεσσαλίας υπάρχουν αρκετοί σταθμοί μετρήσεως της παροχής οι οποίοι όμως βρίσκονται κατά κύριο λόγο περιφερειακά. Στα πεδινά τμήματα της λεκάνης του Πηνειού δεν υπάρχουν αρκετοί σταθμοί με αποτέλεσμα οι μετρημένες και αξιόπιστες παροχές να βρίσκονται σε τρεις μόνο θέσεις (Άλη Εφέντη, Πηνειάδα και Λάρισα). Οι υπόλοιποι σταθμοί βρίσκονται σε πιθανές θέσεις φραγμάτων, με εξαίρεση το Μεσοχώρι που βρίσκεται σε πεδινή έκταση αλλά στον Τίταρησιο. Παρακάτω αναφέρονται οι μέθοδοι συμπλήρωσης των δειγμάτων των σταθμών, καθώς και οι ίδιοι οι σταθμοί και οι υπολεκάνες τους. Τα στοιχεία αυτά προέρχονται αυτούσια από τη μελέτη [Κουτσογιάννης κ.ά., 2001]:

1. Νότια περιοχή

Για τον υδρομετρικό σταθμό Σκοπιά του Ενιπέα συμπληρώθηκε το δείγμα που υπήρχε για 21 χρόνια (1971-92) με τη μέθοδο της διπλής γραμμικής παλινδρόμησης και επεκτάθηκε με βάση τις επιφανειακές βροχοπτώσεις. Η έκταση της υπολεκάνης της Σκοπιάς είναι 409.0 Km^2 .

Για τον υδρομετρικό σταθμό Αμπελιά του Ενιπέα συμπληρώθηκε το δείγμα που υπήρχε για 25 χρόνια (1960-85) με τη μέθοδο της διπλής γραμμικής παλινδρόμησης και επεκτάθηκε με βάση τις επιφανειακές βροχοπτώσεις. Η έκταση της υπολεκάνης της Αμπελιάς είναι 534.1 Km^2 .

Από τους δύο παραπάνω υδρομετρικούς σταθμούς εκτιμήθηκε η παροχή στη θέση Παλαιοδερλί, το οποίο αποτελεί και πιθανή θέση φράγματος. Τα υδρολογικά στοιχεία της θέσεως αυτής εισήλθαν στους παρακάτω υπολογισμούς. Η έκταση της λεκάνης στο Παλαιοδερλί είναι 427.6 Km^2 .

2. Δυτική περιοχή

Για τους υδρομετρικούς σταθμούς Πύλη – Μουζάκι χρησιμοποιήθηκαν οι χρονοσειρές απορροής που παρατίθενται στη μελέτη του Κουτσογιάννη (2001). Σημειώνεται ότι τόσο στο Μουζάκι όσο και στην Πύλη δεν διατίθενται αξιόπιστα πρωτογενή δείγματα παροχών. Εξαίρεση αποτελεί η περίοδος 1986-94. Για την επέκταση προς τα πίσω, μέχρι το υδρολογικό έτος 1960-61, χρησιμοποιήθηκε ένα μηνιαίο στοχαστικό μοντέλο αυτοπαλινδρόμισης τάξεως 1, με στοιχεία εισόδου τα ύψη βροχής στις υπόψη λεκάνες και τα ύψη απορροής στο Αυλάκι. Η έκταση της Πύλης είναι 133.8 Km^2 και του Μουζακίου 146.8 Km^2 .

3. Βόρεια περιοχή

Στον υδρομετρικό σταθμό Θεόπετρα του Ληθαίου, το διατιθέμενο δείγμα κάλυπτε μια περίοδο μόλις 9 ετών (1972-81) με αρκετά κενά. Το δείγμα αυτό συμπληρώθηκε με τη μέθοδο της διπλής γραμμικής παλινδρόμησης και επεκτάθηκε με βάση τις επιφανειακές βροχοπτώσεις της λεκάνης. Το τελικό δείγμα δεν κρίνεται ιδιαίτερως αξιόπιστο. Η λεκάνη αυτή έχει έκταση ίση προς 127.8 Km^2 .

Για τον υδρομετρικό σταθμό Μεσοχώρι του Τιταρήσιου, συμπληρώθηκε το δείγμα που υπήρχε για 20 χρόνια (1961-81) με τη μέθοδο της διπλής γραμμικής παλινδρόμησης και επεκτάθηκε με βάση τις επιφανειακές βροχοπτώσεις της λεκάνης, η έκταση της οποίας είναι 1533.4 Km^2 .

4. Κεντρική περιοχή (Πηνειός).

Για τον υδρομετρικό σταθμό Αλή Εφέντη του Πηνειού, συμπληρώθηκε το δείγμα που υπήρχε για 35 χρόνια (1959-94) με τη μέθοδο της διπλής γραμμικής παλινδρόμησης. Η έκταση της λεκάνης του Αλή Εφέντη είναι 2714.4 Km^2 .

Στον υδρομετρικό σταθμό Πηνειάδα του Πηνειού, το διατιθέμενο δείγμα παροχών είναι μικρό, καλύπτοντας μια περίοδο 12 ετών (1982-94) με πολλά κενά. Το δείγμα συμπληρώθηκε με τη μέθοδο της διπλής γραμμικής παλινδρόμησης και επεκτάθηκε με βάση τις επιφανειακές βροχοπτώσεις της λεκάνης, αλλά δεν θεωρείται ιδιαίτερα αξιόπιστο. Η έκταση της λεκάνης είναι 6103.0 Km^2 .

Για την εκτίμηση των μέσων μηνιαίων παροχών του Πηνειού στη Λάρισα αθροίστηκαν οι αντίστοιχες παροχές των υδρομετρικών σταθμών στις θέσεις Αλκαζάρ και Γιάννουλη. Το δείγμα που προέκυψε, καλύπτει την περίοδο 1960-93, και συμπληρώθηκε με τη μέθοδο της διπλής γραμμικής παλινδρόμησης. Τα παραπάνω στοιχεία ελήφθησαν από την μελέτη των Κουτσογιάννη κ.ά. (2001, σελ. K5-25). Από τα παραπάνω δείγματα έγινε αναγωγή στις θέσεις κατασκευής των φραγμάτων με τη θεώρηση ενιαίου συντελεστή απορροής και κοινής επιφανειακής

βροχόπτωσης. Με τον τρόπο αυτόν αποκτήθηκαν δείγματα παροχής στις θέσεις Κρύα Βρύση, όπου έγινε αναγωγή του δείγματος της Σαρακίνας, Νεοχώρι, όπου έγινε αναγωγή του δείγματος του Μεσοχωρίου, Καλούδα, με αναγωγή του δείγματος του Μεσοχωρίου και Παλαιομονάστηρο όπου έγινε αναγωγή του δείγματος του Μεσοχωρίου.

Οι παραπάνω μη φυσικοποιημένες χρονοσειρές χρησιμοποιήθηκαν για την περαιτέρω επεξεργασία και παρατίθενται στον Πίνακα 4.1.

Πίνακας 4.1: Στατιστικά χαρακτηριστικά ιστορικών χρονοσειρών στους υδρομετρικούς σταθμούς και τις θέσεις φραγμάτων.

Θέση	Έκταση Λεκάνης (Km ²)	Μέση Ετήσια Βροχόπτωση (mm)	Μέση Ετήσια Παροχή (m ³ /sec)	Ισοδύναμο Ύψος Απορροής (mm)	Συντελεστής Απορροής
Κρύα Βρύση	952.7	1132.0	13.27	439.4	0.39
Πύλη	133.8	1678.4	5.13	1210.0	0.72
Μουζάκι	146.8	1474.2	3.61	776.0	0.53
Νεοχώρι	170.7	731.7	0.90	165.6	0.23
Θεόπετρα	127.8	656.9	1.86	459.2	0.70
Μεσοχώρι	1533.4	646.9	6.78	138.5	0.21
Καλούδα	466.5	618.4	1.95	132.1	0.21
Παλαιομονάστηρο	209.8	670.3	0.94	142.0	0.21
Αλή Εφέντη	2714.4	941.7	38.52	447.5	0.48
Πηνειάδα	6103.0	667.9	48.43	250.2	0.32
Λάρισα	6529.7	872.1	67.22	324.6	0.37

4.1.2 Αναγωγή και φυσικοποίηση των παροχών.

Για την κατάρτιση των χρονοσειρών παροχής στις θέσεις ενδιαφέροντος (κόμβοι δικτύου), απαιτήθηκε μεταφορά της υφιστάμενης παροχομετρικής πληροφορίας. Στη συνέχεια, δεδομένου ότι οι μετρημένες παροχές αναφέρονται στις παροχές των πτοταμών αφού έχουν γίνει οι απολήψεις λόγω των αρδεύσεων, για τους μήνες από Απρίλιο έως και Σεπτέμβριο έπρεπε να γίνει αναγωγή στις πραγματικές, φυσικοποιημένες παροχές των πτοταμών.

4.1.2.1. Αναγωγή στις θέσεις Ενδιαφέροντος.

Επειδή αφενός τα δεδομένα των ποσοτήτων που έχουν ληφθεί για άρδευση από επιφανειακά νερά βρίσκονται στα σημεία των κόμβων του δικτύου και αφετέρου τα υδρολογικά δεδομένα πρέπει να εισαχθούν στις θέσεις των κόμβων έπρεπε οι ιστορικές χρονοσειρές των παροχών να μετατεθούν στις θέσεις των κόμβων του δικτύου. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία:

- Βήμα 1^ο: Χάραξη των λεκανών απορροής ανάτη κάθε κόμβου τροφοδοσίας και υπολογισμός του αντίστοιχου εμβαδού των λεκανών.
- Βήμα 2^ο: Ορισμός των διακλαδώσεων και των συμβολών του υδρογραφικού δικτύου, έτσι ώστε να οριστούν οι λεκάνες που τροφοδοτούν τα αντίστοιχα σημεία των κόμβων του δικτύου.
- Βήμα 3^ο: Υπολογισμός των εισροών στους κόμβους του δικτύου σύμφωνα με το βήμα 2.

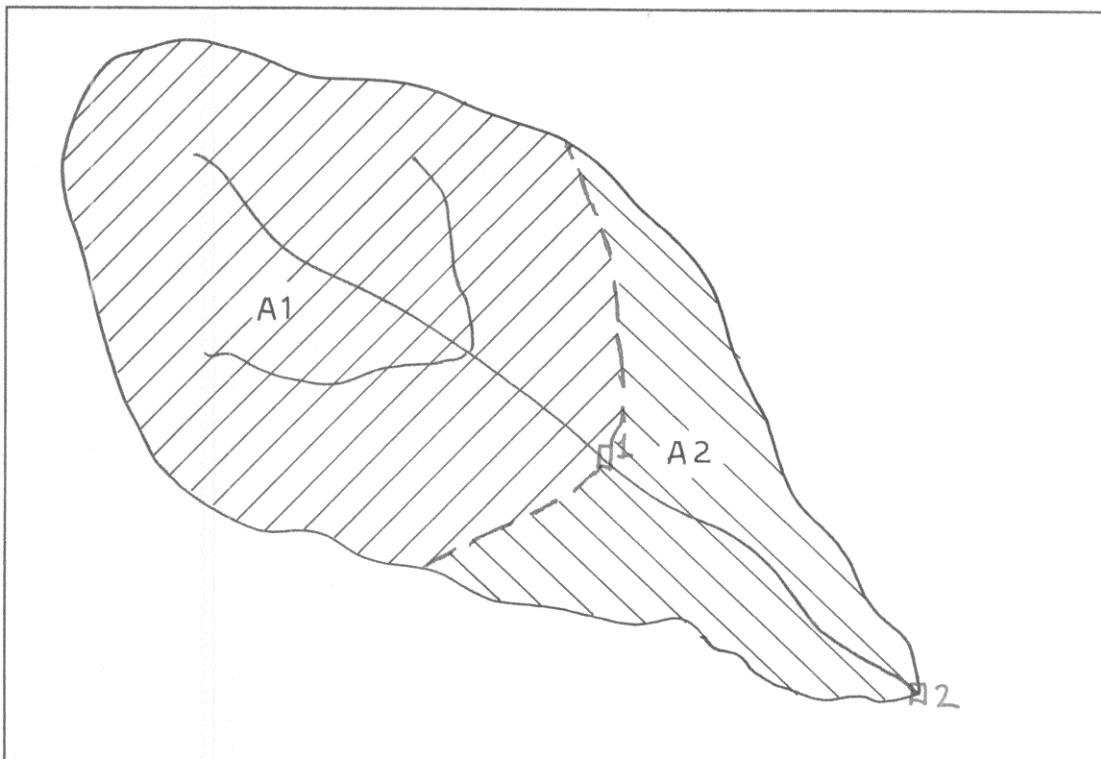
Στον Πίνακα 4.2 καταγράφονται οι εκτάσεις των λεκανών απορροής στις οποίες κατέληξε το βήμα 1 και αναλύεται η λογική της συσχέτισης των κόμβων με τις αντίστοιχες λεκάνες των υδρομετρικών σταθμών σύμφωνα με το βήμα 2.

Πίνακας 4.2: Συμβάλλοντες κλάδοι γνωστών παροχών και εμβαδά αντιστοίχων λεκανών.

Κόμβος	Συμβάλλοντες κλάδοι με γνωστή Παροχή			Λεκάνες απορροής km ²										
	Κρύα Βρύση	Θεόπετρα	Πύλη	Κρύα Βρύση	Θεόπετρα	Πύλη	Υπόλοιπο Πηνειού	Πορταϊκός	Ληθαίος					
K1				964	150,22	129,63	235,87	156,11	183,3					
K2	Μουζάκι			Μουζάκι			Πάρισος							
				140,51			169,5							
K3	Αλή Εφένη			Αλή Εφένη										
K4	Σμόκοβο			ΣΜΟΚΟΒΟΥ			ΚΑΛΕΝΤΖΗ							
				363,48			194,17							
K5	Μουζάκι	Σμόκοβο		MOYZAKI		Σμόκοβο		Καράμπαλης						
				140,51		363,48		209						
K6	Σμόκοβο			Σμοκόβου			Σοφαδίτη							
				363,48			155,12							
K7	Παλαιοσερλί			Παλαιοσερλί			Ενιππέας							
				454,37			279,3							
K8	Σμόκοβο		Παλαιοσερλί	Σμοκόβου		Παλαιοσερλί		Φαρσαλιώτης						
			363,48		454,37		361,52							
K9	Σμόκοβο	Παλαιοσερλί	K6	K8	Σμοκόβου		Παλαιοσερλί		Ματαράγκα 9					
			363,48		454,37		555,19							
K10	K8			20% K8										
K11	K9		K10	-										
K12	K11		K5	-										
K13	K3		K12	-										
K14	Πηνειάδα	Λάρισα	K22	A14	A15	A16	A23							
			23,825		104,504		160,557		222,974					
K15	K20			-										
K16	K20			-										
K18	Καλούδα		Παλαιομονάστηρα	Kαλούδα	Παλαιομονάστηρα	Βούλγαρης	Ελασσονίτικος							
			466,5		209,8		439,955		237,57					
K20	K7			10% K7										
K21	K20			-										
K22	K21			-										
K23	Λάρισα	K20	K14	Πηνειάδα	Λάρισα	K20	K14	Πηνειάδα						
			225		270		23,825		69,45					
K24	K23			-										
K25	Μεσοχώρι		K18	Μεσοχώρι			Τύρναβος							
					160,4		356,48							
K26	K24		K25	-										
K27	K26			-										
K28	K26			-										
K29	K26			-										

Κατά την διαδικασία αναγωγής, χρησιμοποιήθηκε μια τυπική μεθοδολογία, η οποία βασίζεται στην υπόθεση κοινών συντελεστών απορροής και κοινής βροχόπτωσης σε παρακείμενες λεκάνες.

Έστω ότι στην διατομή 1 είναι γνωστή η εισροή Q_1 και ζητείται η εισροή στην έξοδο της λεκάνης. Συμβολίζοντας με A_1 την έκταση της υπολεκάνης ανάντη της θέσης 1 και A_2 την έκταση της υπολεκάνης μεταξύ των θέσεων 1 και 2 (Σχήμα 4.1) και υποθέτοντας κοινό συντελεστή απορροής προκύπτει η σχέση:



Σχήμα 4.1

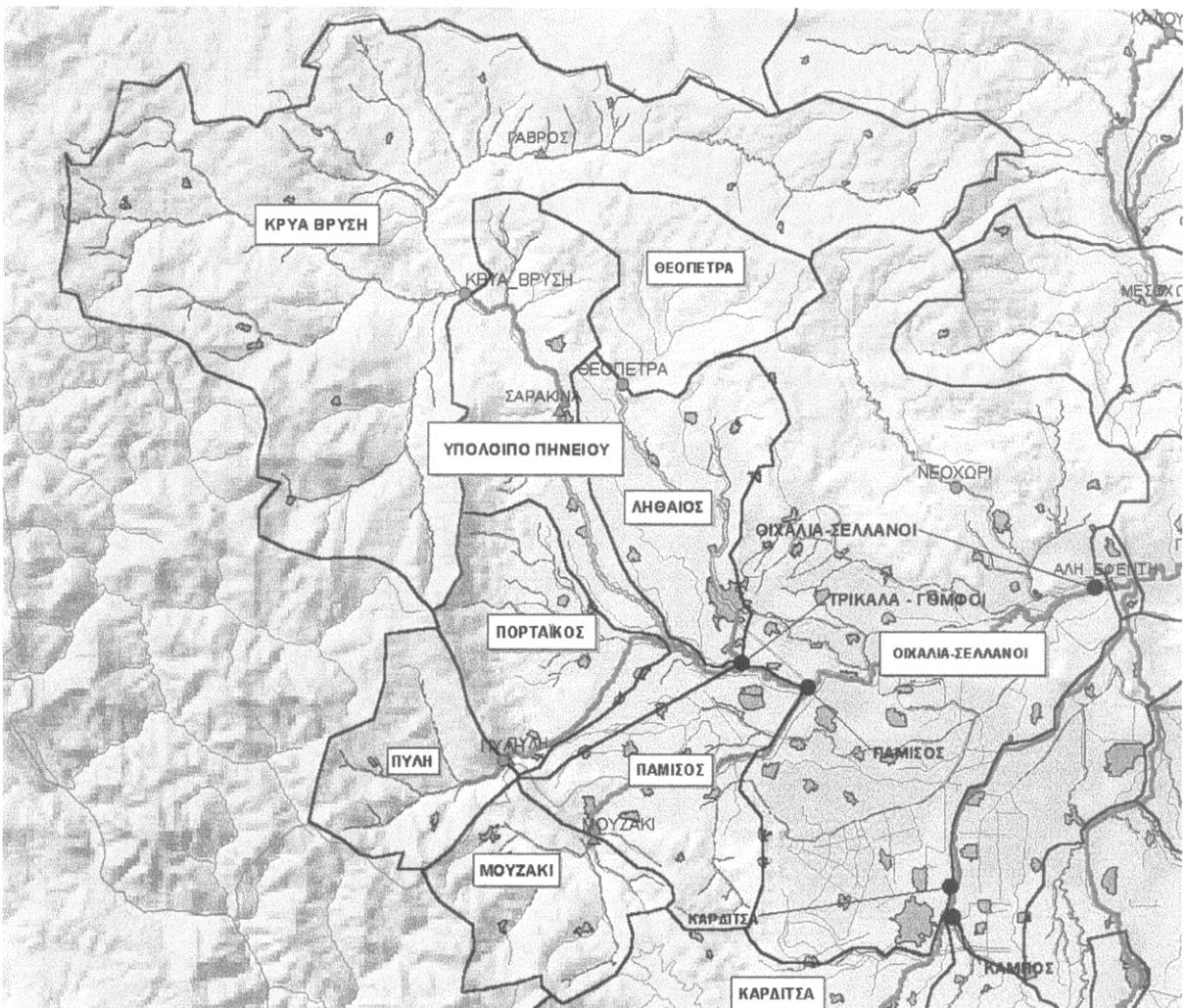
$$Q_2 = Q_1 \times \frac{A_2}{A_1} \times \frac{R_2}{R_1} \quad (1)$$

όπου με Q_i συμβολίζεται η εισροή στη θέση i , με A_i η έκταση της υπολεκάνης i και με R_i η επιφανειακή βροχόπτωση στην υπολεκάνη i . Λόγω του ότι οι εξεταζόμενες λεκάνες βρίσκονται κοντά και έχουν παρόμοια γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά εμφανίζουν ίσα ύψη ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, οπότε η σχέση μπορεί να θεωρηθεί ότι:

$$Q_2 = Q_1 \times \frac{A_2}{A_1} \quad (2)$$

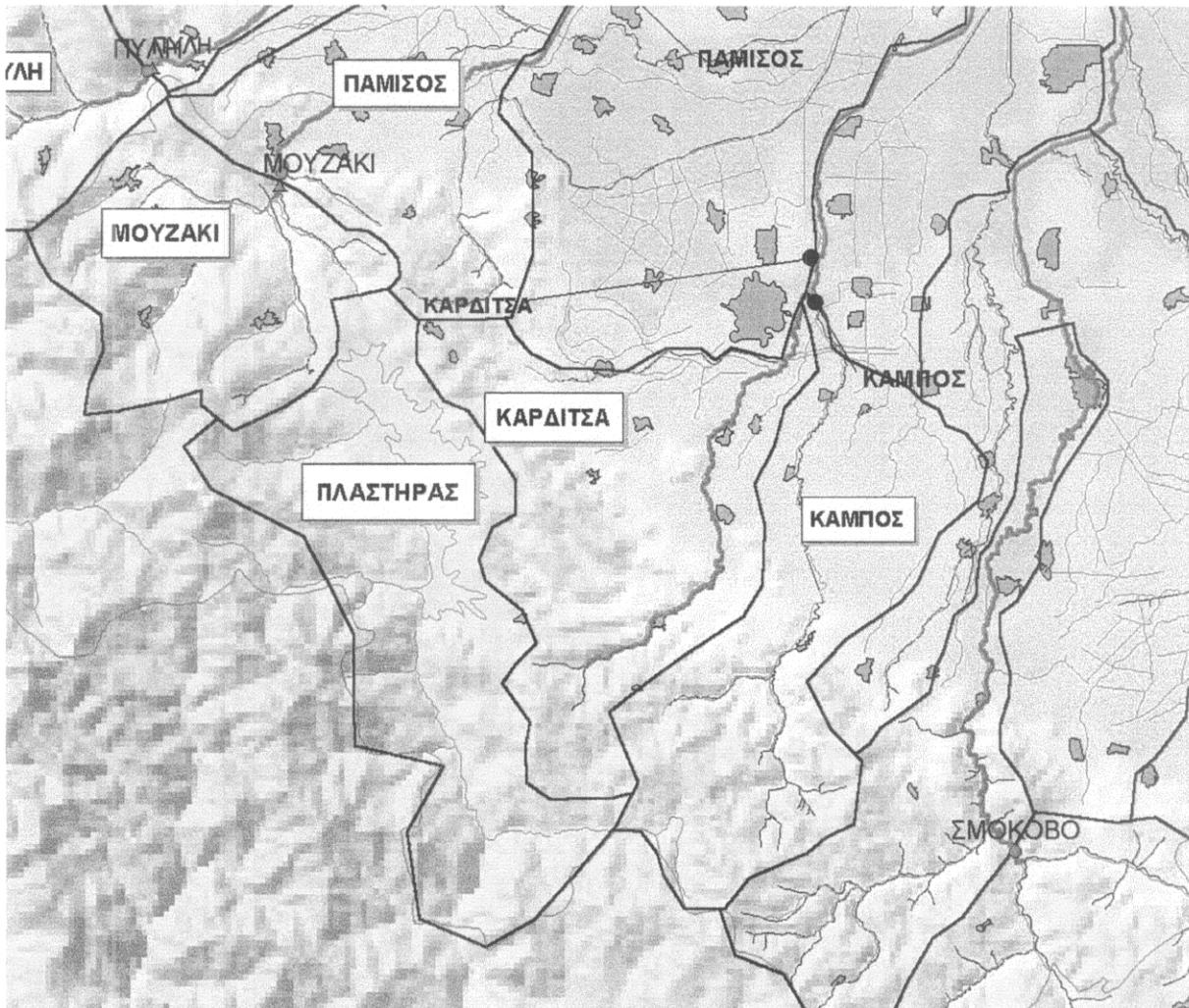
Όλες οι υπόλοιπες περιπτώσεις αποτελούν συνθέσεις της τελευταίας αυτής σχέσης οπότε προκύπτουν τα παρακάτω:

- Κόμβος K1: Η εισροή του κόμβου αυτού υπολογίζεται από την απορροή της Κρύας Βρύσης προσαυξημένη κατά 125.5%, από την απορροή της Θεόπετρας προσαυξημένη κατά το 222.0% και από την απορροή της Πύλης προσαυξημένη κατά το 220.4% της παροχής της.
- Κόμβος K2: Στον κόμβο αυτό καταλήγει το 220.6% της παροχής του Μουζακίου.
- Κόμβος K3: Η εισροή του κόμβου αυτού υπολογίζεται από την παροχή του Αλή Εφέντη μείον τις εισροές των κόμβων K1 και K2.



Σχήμα 4.1: Λεκάνες Απορροής Κόμβων Τρικάλων – Γόμφων, Παμίσου και Οιχαλίας - Σελλάνων.

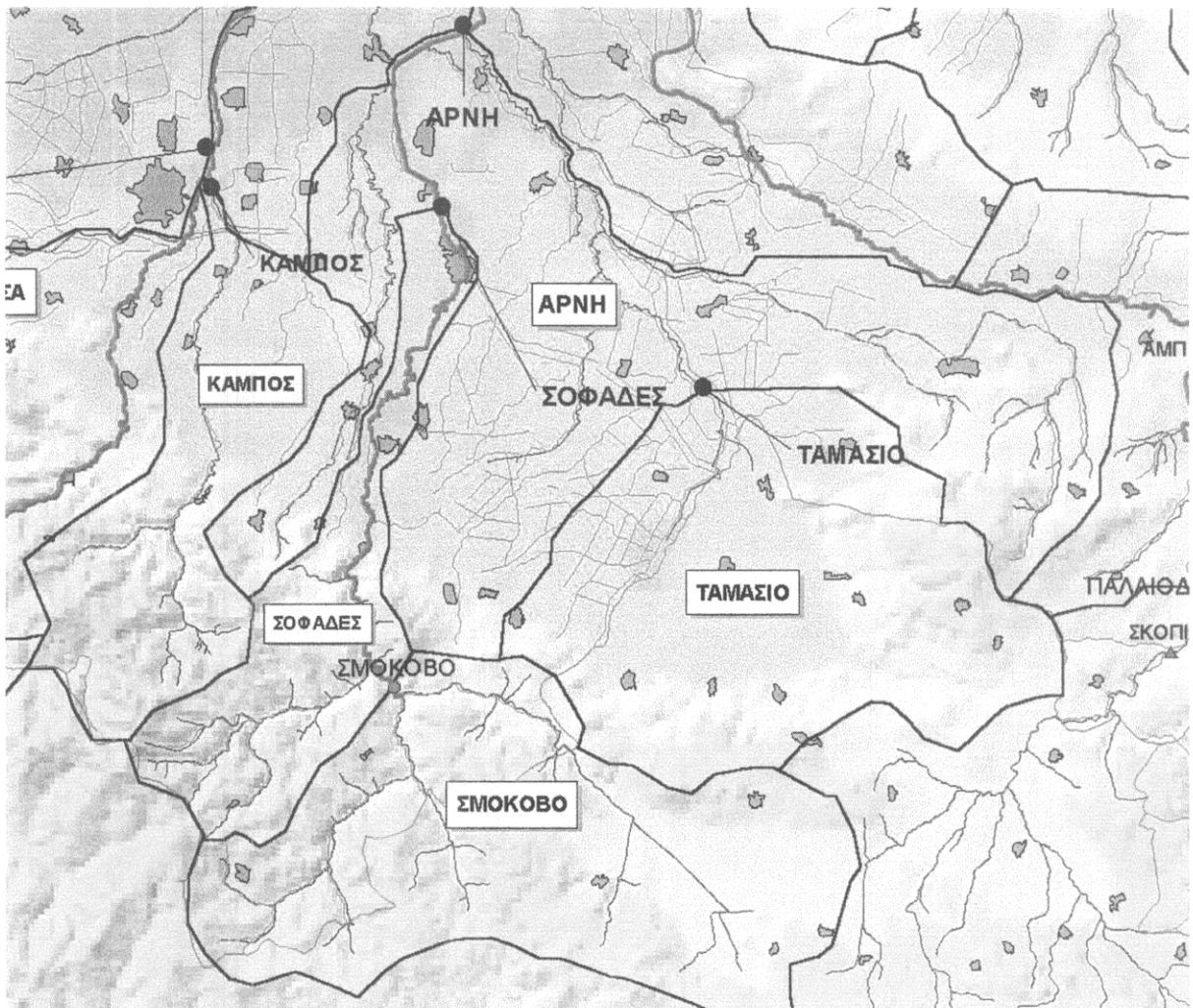
- **Κόμβος K4:** Στον κόμβο αυτό έγινε, λόγω έλλειψης υδρολογικών δεδομένων στην αντίστοιχη λεκάνη, συσχέτιση των εισροών στη θέση του φράγματος του Σμοκόβου με την θεώρηση ότι οι υδρογεωλογικές συνθήκες μεταξύ των αντιστοίχων λεκανών είναι ίδιες. Έτσι βρέθηκε ότι η εισροή στον κόμβο 4 αποτελείται από το 53.4% της εισροής στη θέση του Σμοκόβου.
- **Κόμβος K5:** Στον κόμβο αυτό έγινε, λόγω έλλειψης υδρολογικών δεδομένων στην αντίστοιχη λεκάνη, συσχέτιση των εισροών στη θέση του φράγματος του Σμοκόβου και του Μουζακίου, με θεώρηση ότι οι υδρογεωλογικές συνθήκες μεταξύ των αντιστοίχων λεκανών είναι ίδιες. Έτσι εκτιμήθηκε ότι η εισροή στον κόμβο 5 αποτελείται από το 28.8% της εισροής στη θέση του Σμοκόβου και από το 74.4% της εισροής της θέσης του Μουζακίου.



Σχήμα 4.2: Λεκάνες Απορροής Καρδίτσας και Κάμπου

- Κόμβος K6: Στον κόμβο αυτό καταλήγει το 142.7% της εισροής του Σμοκόβου.
- Κόμβος K8: Στον κόμβο αυτόν έγινε, λόγω έλλειψης υδρολογικών δεδομένων στην αντίστοιχη λεκάνη, συσχέτιση των εισροών στη θέση του φράγματος του Σμοκόβου και του φράγματος στο Παλαιοδερλί με την θεώρηση ότι οι υδρογεωλογικές συνθήκες μεταξύ των αντιστοίχων λεκανών είναι ίδιες. Έτσι βρέθηκε ότι η παροχή στον κόμβο 8 αποτελείται από το 49.7% της εισροής στη θέση του Σμοκόβου και από το 39.8% της εισροής της θέσης στο Παλαιοδερλί.
- Κόμβος K9: Επειδή στον κόμβο αυτό οι εκτάσεις είναι κατά κύριο λόγο πεδινές, θεωρήθηκε ότι οι απορροές είναι κατά 40.0% μειωμένες σε σχέση με τις αντίστοιχες εισροές των θέσεων του φράγματος του Σμοκόβου και του φράγματος στο Παλαιοδερλί. Ύστερα, επειδή η εισροή είναι μεγαλύτερη σε ορεινές περιοχές και επειδή οι περισσότερες από τις ορεινές εκτάσεις βρίσκονται

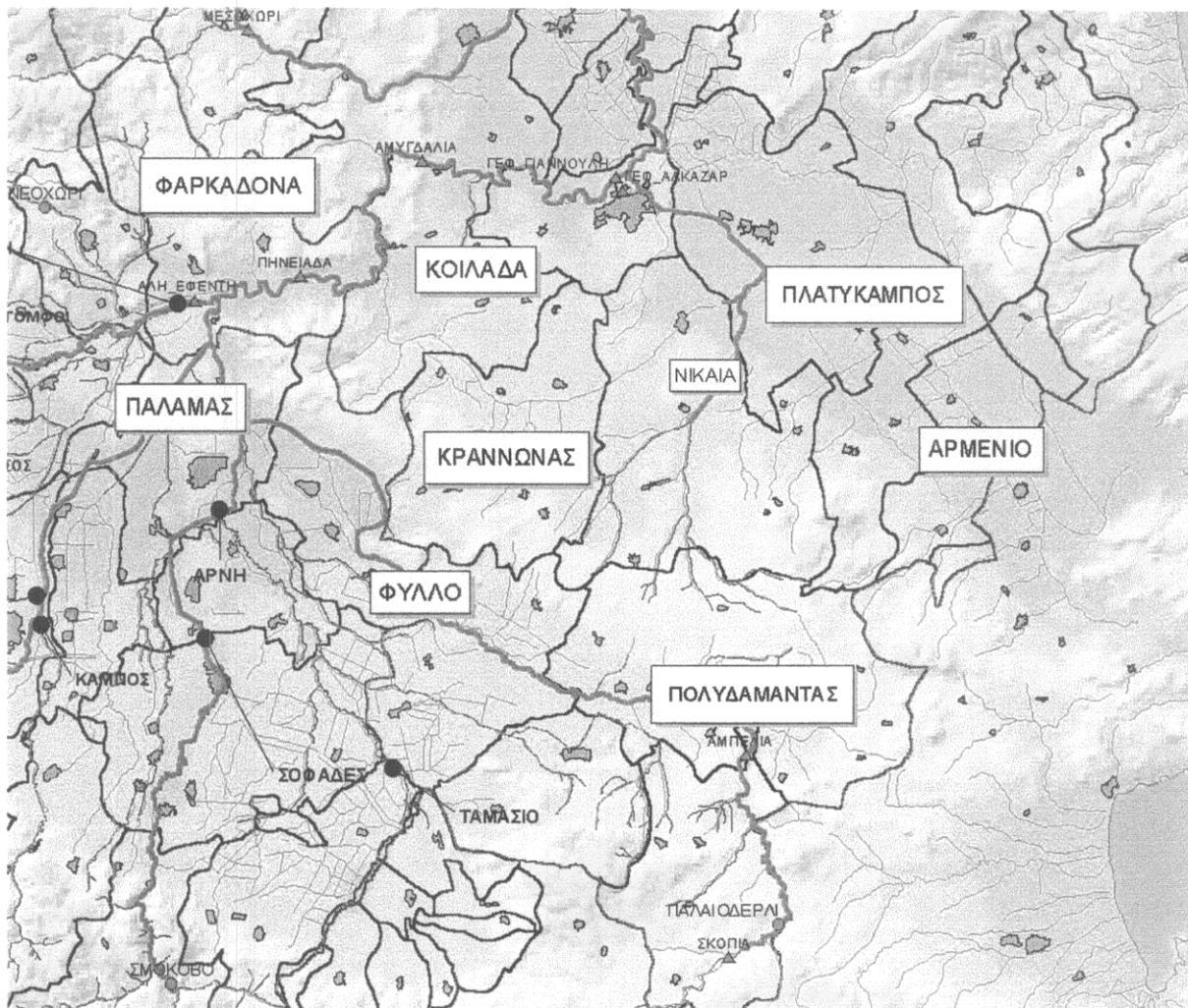
προς το Παλαιοδερλί, έγινε η υπόθεση ότι η τελική εισροή οφείλεται κατά 55,0% στην λεκάνη που επηρεάζεται από το Παλαιοδερλί και κατά 45,0% στην λεκάνη που επηρεάζεται από το Σμόκοβο. Έτσι, υπολογίστηκε ότι η εισροή στον κόμβο 9 αποτελείται από το 41.2% της εισροής στη θέση του Σμοκόβου και από το 40.3% της εισροής της θέσης στο Παλαιοδερλί.



Σχήμα 4.3: Λεκάνες Απορροής Σοφάδων, Ταμασίου και Άρνης.

- Κόμβος Κ7: Στον κόμβο αυτό καταλήγει το 161.5% της εισροής της λεκάνης ανάντη του φράγματος στο Παλαιοδερλί.
- Κόμβος Κ10: Στον κόμβο αυτόν έγινε, λόγω έλλειψης υδρολογικών δεδομένων στην αντίστοιχη λεκάνη, συσχέτιση των εισροών στη θέση του φράγματος στο Παλαιοδερλί. Επιλέχθηκε η συσχέτιση αυτή επειδή το Παλαιοδερλί βρίσκεται πιο κοντά από οποιαδήποτε άλλη θέση με γνωστό δείγμα παροχής. Επειδή όμως δεν

μπορεί να θεωρηθεί ότι οι δύο αυτές λεκάνες έχουν ίδιες υδρογεωμορφολογικές συνθήκες, θεωρήθηκε απλουστευτικά ότι ο κόμβος του Φύλλου (K10) έχει σημαντικά λιγότερες εισροές αφού διαθέτει πολύ περισσότερες πεδινές εκτάσεις. Έτσι, θεωρήθηκε ότι η εισροή στον κόμβο 10 αποτελείται από το 20.0% της εισροής στη θέση του φράγματος στο Παλαιοδερλί.



Σχήμα 4.4: Λεκάνες απορροής Πολυδάμαντα, Κράννωνα, Κοιλάδας, Φύλου, Πλατυκάμπου, Νίκαιας και Αρμενίου.

- Κόμβος K14: Ο κόμβος αυτός βρίσκεται ανάμεσα από τους υδρομετρικούς σταθμούς Πηνειάδα, και Λάρισα. Αν και πρόκειται για μια πολύ μικρή έκταση, η συνεισφορά της οποίας αναμένεται να είναι μικρή, εν τούτοις υπολογίζεται η συνεισφορά της ώστε να δικαιολογηθεί η διαφορά μεταξύ των δύο παραπάνω υδρομετρικών σταθμών. Έχει γίνει η παραδοχή ότι οι υπολεκάνες των κόμβων K15 και K16 δεν συνεισφέρουν καμία ποσότητα υδάτων διότι είναι πεδινές εκτάσεις όπου το καλοκαίρι δεν παρατηρούνται παροχές στις αντίστοιχες μισγάγγιες. Κατά

συνέπεια, η διαφορά μεταξύ των θέσεων της Πηνειάδας και της Λάρισας αναλογεί στον K14 σύμφωνα με το εμβαδόν της έκτασης της λεκάνης του K14 αφού αφαιρεθούν οι εισροές του κόμβου K20, οι οποίες εμπεριέχονται στη χρονοσειρά του K23 (Λάρισα). Τελικώς, βρέθηκε ότι οι εισροές του κόμβου K14 αποτελούν το 4.7% της παραπάνω διαφοράς.

- Κόμβος K20: Στον κόμβο αυτό έγινε, λόγω έλλειψης υδρολογικών δεδομένων στην αντίστοιχη λεκάνη, συσχέτιση των εισροών στη θέση του φράγματος στο Παλαιοδερλί. Επιλέχθηκε η συσχέτιση αυτή επειδή το Παλαιοδερλί βρίσκεται πιο κοντά από άποψη υδρολογικών συνθηκών στον εν λόγῳ κόμβο. Ο υδρομετρικός σταθμός Λάρισας δεν μπορεί να θεωρηθεί συγκρίσιμος. Επειδή όμως δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι οι δύο αυτές λεκάνες έχουν ίδιες υδρογεωμορφολογικές συνθήκες, απλουστευτικά θεωρήθηκε ότι ο κόμβος της Νικαιας (K20) έχει σημαντικά λιγότερες εισροές αφού διαθέτει πολύ περισσότερες πεδινές εκτάσεις. Έτσι θεωρήθηκε ότι η εισροή στον κόμβο 20 αποτελείται από το 10.0% της εισροής στη θέση του φράγματος στο Παλαιοδερλί.
- Κόμβος K23: Εδώ πρέπει να αναφερθεί ότι μεταξύ των θέσεων Λάρισα και Πηνειάδα παρατηρήθηκαν για τα έτη 1962-63 και 1986-87 σημαντικότατες διαφορές. Κάτι τέτοιο δεν είναι λογικό δεδομένου ότι μεταξύ των δύο αυτών θέσεων δεν συμβάλλει κανένας σημαντικός παραπόταμος. Κατά συνέπεια παρατηρήθηκε «ανωμαλία» κατά το τρέξιμο του μοντέλου κατά τις δύο αυτές χρονικές περιόδους, η οποία οφείλεται σαφώς σε λάθος εκτίμηση των πρωτογενών υδρολογικών δεδομένων. Επιπροσθέτως, βρέθηκε ότι ενώ στη θέση του κόμβου K14 οι εισροές είναι περίπου 37 hm^3 ετησίως, στην Λάρισα (η οποία έχει παρόμοιες γεωμορφολογικές συνθήκες) οι εισροές είναι της τάξεως των 762 hm^3 ετησίως (η λεκάνη της Λάρισας είναι μεγαλύτερη του κόμβου K14 μονάχα κατά 5.5 φορές ενώ η εισροή είναι 20.5 φορές περισσότερη). Αυτή η ποσότητα προέκυψε θεωρώντας ότι η εισροή στην Λάρισα αποτελείται από την μετρημένη παροχή της θέσης Λάρισα μείον την παροχή στην Πηνειάδα, μείον τις εισροές του κόμβου K14 και μείον τις εισροές του κόμβου K20. Κατά συνέπεια, θεωρήθηκε η σχέση αναλογίας μεταξύ των λεκανών απορροής K14 και Λάρισας, η οποία έδωσε πολύ πιο λογικά αποτελέσματα (213 hm^3 αντί 762 hm^3).

- Κόμβος K18: Ο κόμβος αυτός αποτελείται από το 194.3% της εισροής της Καλούδας, και από το 213.2% της εισροής στο Παλαιομονάστηρο.
- Κόμβος K25: Ο κόμβος αυτός αποτελείται από το 222.2% των καθαρών εισροών στο Μεσοχώρι, οι οποίες είναι η παροχή στο Μεσοχώρι μείον τις εισροές στον κόμβο K18. Εδώ χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή διότι εάν η εισροή οριστεί με σχέση αναλογίας μεταξύ της υπολεκάνης Τυρνάβου και των υπολεκανών του κόμβου K18 και του Μεσοχωρίου προκύπτουν «πρόσθετες» ποσότητες υδάτων της τάξεως των 115 hm^3 όταν η προκύπτουσα εισροή είναι μόλις 68.3 hm^3 , χωρίς τη φυσικοποίηση των παροχών. Φυσικά μια τέτοια ποσότητα κάθε άλλο παρά λογική είναι διότι αφενός θεωρεί ότι οι συντελεστές απορροής στην περιοχή του Τυρνάβου, η οποία έχει πολλές πεδινές εκτάσεις, και στην περιοχή του K18 είναι ίδιοι, αφετέρου πρόκειται για μια αρκετά μεγάλη και σχετικώς ανομοιόμορφη έκταση στην οποία δεν εμφανίζεται παντού η ίδια βροχόπτωση.

Όλοι οι υπόλοιποι κόμβοι δεν παρουσιάζουν εισροές είτε γιατί αποτελούν απλώς συνδέσεις των άλλων κλάδων είτε είναι πεδινές χωρίς αξιοσημείωτες παροχές στις κοίτες των παραποτάμων που τις διατρέχουν.

Μετά από την παραπάνω ανάλυση, σχηματίστηκαν τα τελικά ιστορικά δείγματα παροχών στους κόμβους του δικτύου. Το σύνολο των δειγμάτων δίνεται στο Παράρτημα Β ενώ ορισμένα βασικά στατιστικά χαρακτηριστικά στον Πίνακα 4.3.

Πίνακας 4.3: Βασικά στατιστικά χαρακτηριστικά των ιστορικών χρονοσειρών στους κόμβους του δικτύου.

Κόμβοι	Μέση Ετήσια Εισροή (hm ³)
K1	1013
K2	251
K3	218
K4	91
K5	276
K6	242
K7	112
K8	112
K9	98
K10	22
K14	37
K18	184
K20	11
K23	213
K25	68
Σύνολο:	3499

4.1.2.2 Εκτιμήσεις Απολήψεων.

Επειδή τα στοιχεία στα οποία στηρίχθηκε ο υπολογισμός των αρδεύσεων των καλλιεργειών και άρα των επιφανειακών απολήψεων αναφέρονται στην περίοδο 1988 – 1995, ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία:

- Ελήφθησαν τα στοιχεία της παραγωγής των τριών κυριοτέρων καλλιεργειών της Θεσσαλικής πεδιάδας (βαμβάκι, αραβόσιτος και μηδική) από την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία (ΕΣΥ) για την περίοδο 1965 – 1995 σε χιλιάδες τόνους παραγωγής.
- Υπολογίστηκαν οι ολικές παραχθείσες ποσότητες για τους νομούς Τρικάλων, Καρδίτσας και Λάρισας.
- Υπολογίστηκε το ποσοστό συμμετοχής κάθε καλλιέργειας στην ετήσια παραγωγή.
- Βρέθηκαν οι ανάγκες ύδατος ανά μάζα παραγομένου προϊόντος και υπολογίστηκε η ποσότητα καταναλωθέντος ύδατος για το κάθε έτος ανά καλλιέργεια οι συνολικές ετήσιες ανάγκες ύδατος της παραγωγής.

- Υπολογίστηκε ο μέσος όρος των υδατικών απαιτήσεων της παραγωγής κατά τα έτη 1988 – 1995.
- Υπολογίστηκε ο λόγος των υδατικών απαιτήσεων κάθε έτους ως προς το μέσον όρο της οκταετίας 1988 – 1995.
- Για τα έτη από 1961 έως και 1964 έγινε η υπόθεση ότι αποτελούνται από το 80% έως το 95% των απαιτήσεων του 1965.
- Τα ποσοστά αυτά πολλαπλασιάστηκαν με τις θεωρητικές υδατικές ανάγκες των καλλιεργειών που αρδεύτηκαν από επιφανειακά νερά σύμφωνα με τα στοιχεία της οκταετίας, και υπολογίστηκαν οι απολήψιμες ποσότητες των κόμβων του δικτύου. Κατόπιν, οι ποσότητες αυτές προστέθηκαν στις παροχές των χρονοσειρών, οπότε προέκυψαν οι τελικές, φυσικοποιημένες παροχές.

Η όλη διαδικασία, στηρίχθηκε στην υπόθεση ότι οι μεταβολές στις ποσότητες των προϊόντων που παράγονται ανά έτος βρίσκονται σε ευθεία αναλογία με τις απαιτήσεις ύδατος της ίδιας περιόδου. Οι τρεις παραπάνω καλλιέργειες επιλέχθηκαν έτσι ώστε να αποτελούν ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα αφενός των προϊόντων που παράγονται κατά κύριο λόγο στην περιοχή, αφετέρου να συνιστούν και το μεγαλύτερο μέρος των αρδευτικών αναγκών της Θεσσαλίας (π.χ. βαμβάκι). Οι ποσότητες του σιταριού δεν ελήφθησαν υπ' όψη διότι δεν είναι αρδεύσιμες. Στον Πίνακα 4.4 φαίνονται οι υδατικές απαιτήσεις ανά μονάδα βάρους παραχθέντος προϊόντος [Χρήστος Στεφάνου, 2001, προσωπική επικοινωνία], στον Πίνακα 4.5 φαίνονται τα ποσοστά των ετών, ενώ οι θεωρητικές αρδευτικές ανάγκες από επιφανειακά νερά δίνονται στον Πίνακα A.4.1 του Παραρτήματος A.

Πίνακας 4.4: Αρδευτικές ανάγκες (lt νερού) ανά μονάδα βάρους παραγομένου προϊόντος.

ΣΙΤΑΡΙ	ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΣ	ΒΑΜΒΑΞ	ΤΡΙΦΥΛΛΙΑ
lt/kgr	lt/kgr	lt/kgr	lt/kgr
2.00	0.60	2.30	0.45

Πίνακας 4.5: Ποσοστά αναγωγής βάση της περιόδου 1988 – 95.

ΕΤΟΣ	ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΣ (εκατ. τον.)	ΒΑΜΒΑΞ (εκατ. τον.)	ΜΗΔΙΚΗ (εκατ. τον.)	%
1960-61	-	-	-	10,14
1961-62	-	-	-	10,77
1962-63	-	-	-	11,41
1963-64	-	-	-	12,04
1964-65	12	85,1	52,65	12,67
1965-66	12,6	128,8	90	19,58
1966-67	10,8	39,1	82,35	11,19
1967-68	13,8	126,5	81,9	18,81
1968-69	17,4	241,5	74,25	28,20
1969-70	21,6	271,4	83,7	31,88
1970-71	20,4	324,3	89,55	36,75
1971-72	18	397,9	81,9	42,13
1972-73	22,2	368	104,4	41,86
1973-74	21	404,8	106,2	45,02
1974-75	20,4	432,4	107,1	47,39
1975-76	18,6	220,8	108,45	29,44
1976-77	12	434,7	94,05	45,76
1977-78	9	526,7	107,1	54,40
1978-79	15	409,4	115,2	45,67
1979-80	69,6	508,3	108	58,05
1980-81	48	501,4	107,1	55,56
1981-82	8,4	370,3	103,05	40,77
1982-83	65,4	253	100,8	35,48
1983-84	95,4	489,9	97,2	57,76
1984-85	73,2	584,2	86,4	62,95
1985-86	100,2	660,1	85,05	71,54
1986-87	166,2	630,2	80,1	74,18
1987-88	133,2	768,2	70,65	82,27
1988-89	93,6	924,6	72,45	92,30
1989-90	70,2	828	62,1	81,27
1990-91	103,2	731,4	62,1	75,89
1991-92	79,2	991,3	64,35	96,04
1992-93	94,8	1159,2	61,2	111,31
1994	55,8	1458,2	58,5	1,33
1995	97,2	1357	56,25	1,28

Το ποσοστό αναγωγής της τελευταίας στήλης αντιπροσωπεύει το ποσοστό της απαιτούμενης ποσότητας ύδατος του έτους αναφοράς σε σχέση με την απαιτούμενη ποσότητα ύδατος για την περίοδο 1988 – 95.

4.2 Δεδομένα Αρδευτικών Αναγκών

Για τον υπολογισμό των αρδευτικών αναγκών των καλλιεργειών, απαιτούνται πρωτογενή μετεωρολογικά δεδομένα καθώς και η επιφάνεια της καλλιέργειας. Οι σχέσεις που υπολογίζουν τις δυνητικές αρδευτικές ανάγκες είναι αρκετές. Για τις ανάγκες της εργασίας αυτής, χρησιμοποιήθηκαν οι τύποι του FAO (Food and Agricultural Organization) διότι αφενός είναι οι πιο αξιόπιστοι σε παγκόσμιο επίπεδο, αφετέρου μπορούσαν να υπολογίσουν τις αρδευτικές ανάγκες χρησιμοποιώντας τα δεδομένα που είχε στη διάθεσή της η εργασία αυτή.

4.2.1 Μετεωρολογικά Δεδομένα

Ο υπολογισμός των αρδευτικών αναγκών των εκτάσεων των καλλιεργειών, σύμφωνα με τη σχέση που δίνει ο FAO, απαιτεί από μετεωρολογικά δεδομένα: 1) τη μέση θερμοκρασία, 2) τη σχετική υγρασία, 3) την ηλιοφάνεια και 4) την ταχύτητα ανέμου. Φυσικά, για τον βέλτιστο υπολογισμό απαιτούνται και άλλα στοιχεία όπως σημείο δρόσου, μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία κ.λ.π. τα οποία όμως είτε δεν υπήρχαν, είτε δεν ήταν αξιόπιστα. Εξ άλλου, ο FAO προτείνει τα τέσσερα παραπάνω στοιχεία ως τα πιο ενδεδειγμένα για τους υπολογισμούς των αρδευτικών αναγκών. Όλα τα μετεωρολογικά δεδομένα ελήφθησαν από το σταθμό Λάρισας, η οποία αποτελεί και το μόνο σταθμό στον οποίον υπάρχουν τα όλα τα παραπάνω στοιχεία και για κοινές χρονικές περιόδους. Κατά συνέπεια, έγινε η παραδοχή ότι σε όλες τις καλλιεργούμενες εκτάσεις στις οποίες έπρεπε να υπολογιστούν οι αρδευτικές ανάγκες επικρατούν ίδιες μετεωρολογικές συνθήκες με αυτές της Λάρισας. Η παραδοχή αυτή έχει πολύ καλή εφαρμογή για τη συντριπτική πλειονότητα των πεδινών εκτάσεων της Θεσσαλίας, οι οποίες άλλωστε αποτελούν και το μεγαλύτερο τμήμα των αρδευτικών εκτάσεων του Υδατικού Διαμερίσματος. Οι περιοχές που δεν μπορεί να γίνει αποδεκτή η παραπάνω παραδοχή, είναι οι ορεινές περιοχές οι οποίες δεν έχουν μεγάλες αρδευτικές εκτάσεις. Εξάλλου, για τις περιοχές αυτές οι υπολογισμοί βρίσκονται προς την μεριά της «ασφαλείας», δεδομένου ότι προσαυξάνονται οι απαιτούμενες ποσότητες. Όλες οι μετρήσεις έχουν κοινή περίοδο μεταξύ των ετών 1977 – 1985, 1987 και 1989.

1. Μέση Θερμοκρασία T_{mean} : Το δείγμα των τιμών της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας έχει προέλθει από μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες και έχει αναχθεί σε μηνιαίο βήμα. Τα πρωτογενή δεδομένα ελήφθησαν από τους πίνακες μετεωρολογικών δεδομένων της Ε.Μ.Υ. για την περιοχή της Λάρισας, τα οποία αρχειοθετήθηκαν ηλεκτρονικά. Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί η δυνατότητα τροποποίησης της αρχικής παραδοχής, δεδομένου ότι υπήρχαν στοιχεία μέσης θερμοκρασίας και σε άλλες περιοχές, αλλά για μικρότερο ιστορικό μήκος. Έτσι, η συνολική επιφάνεια θα μπορούσε να χωριστεί σε υποπεριοχές – πολύγωνα Thiessen βάσει των σταθμών καταγραφής της θερμοκρασίας. Εν συνεχεία, σε κάθε κοινότητα η οποία έχει την πλειονότητα της έκτασής της στην περιοχή του πολυγώνου, θα μπορούσε να λάβει για τους υπολογισμούς την θερμοκρασία του αντίστοιχου σταθμού. Οι κοινότητες όμως που έχουν και πεδινές και ορεινές εκτάσεις, θα έπρεπε να λάβουν την θερμοκρασία της πεδινής έκτασης λόγω του ότι εάν υπάρχει καλλιέργεια με αρδευτικές ανάγκες, αυτή θα βρίσκεται στην πεδινή έκταση. Όλη αυτή όμως η διαδικασία μπορεί να θεωρηθεί υπερβολική για τα πλαίσια μιας διπλωματικής εργασίας αφού δεν παρουσιάζει τόσο σοβαρή μεταβολή στα αποτελέσματα που να την δικαιολογεί.
2. Σχετική Υγρασία RH: Τα μηνιαία δείγματα της σχετικής υγρασίας έχουν και αυτά προέλθει από μέσες ημερήσιες ενδείξεις και έχουν λάβει μηνιαίο βήμα. Τα δεδομένα εξήχθησαν από την βάση δεδομένων του προγράμματος υπολογισμού των αρδευτικών αναγκών της περιοχής της Θεσσαλίας και επομένως ήταν εξαρχής σε ηλεκτρονική μορφή [Κουκουβίνος και Ρόζος, 1999].
3. Ηλιοφάνεια n: Τα μηνιαία δείγματα της ηλιοφάνειας αναφέρονται σε ώρες ηλιοφάνειας ανά μήνα και έχουν προέλθει από ημερήσιες ώρες ηλιοφάνειας. Και αυτά τα δεδομένα εξήχθησαν από την βάση δεδομένων του προγράμματος υπολογισμού των αρδευτικών αναγκών της περιοχής της Θεσσαλίας και επομένως ήταν εξαρχής σε ηλεκτρονική μορφή.
4. Άνεμος u₂: Τα μηνιαία δείγματα του ανέμου που απαιτούνται για τους υπολογισμούς πρέπει να αναφέρονται στην ταχύτητα του ανέμου σε ύψος 2 μέτρων και να είναι σε m/sec. Τα στοιχεία αυτά δεν υπήρχαν πουθενά αλλού καταγεγραμμένα παρά μόνο στα φύλλα της Ε.Μ.Υ., και η πρώτη διαδικασία ήταν

η αποδελτίωσή τους σε ηλεκτρονική μορφή . Η διαδικασία που ακολουθήθηκε για τον υπολογισμό του ανέμου είναι: α) μετατροπή από Beaufort σε m/s, β) εξαγωγή των μέσων μηνιαίων τιμών της περιόδου αναφοράς και γ) επιλογή του συντελεστή τραχύτητας καλλιέργειας (z_0) και αναγωγή στα 2 μέτρα.

Αναλυτικότερα:

A) Επειδή τα στοιχεία αναφέρονται σε Beaufort έπρεπε να μετατραπούν σε m/sec σε ύψος 10 μέτρων . Εάν συμβολίσουμε με B τη μέτρηση του ανέμου στην κλίμακα Beaufort και u_{10} την ταχύτητα του ανέμου σε m/sec στα 10 μέτρα ύψος τότε η μετατροπή γίνεται βάσει της σχέσης [Κουτσογιάννης, 2000]:

$$u_{10} = 0,836 B^{3/2} \quad (3)$$

B) Ύστερα υπολογίστηκε η μέση μηνιαία τιμή ταχύτητας ανέμου για κάθε έτος. Εν συνεχεία, υπολογίστηκε ο μέσος όρος των ετών αναφοράς για κάθε μήνα.

Γ) Μετά από τα παραπάνω, πρέπει να γίνει αναγωγή της ταχύτητας του ανέμου από τα 10 μέτρα στα 2 μέτρα. Αυτό επιτυγχάνεται με την εξής σχέση [Κουτσογιάννης, 2000]:

$$u_2 = \frac{\ln 2 - \ln z_0}{\ln 10 - \ln z_0} \quad (4)$$

Το z_0 μετριέται σε m και συμβολίζει την τραχύτητα του φυτού ως προς τον άνεμο. Αν και διαφέρει ανάλογα με την καλλιέργεια, επιλέχθηκε κοινή τιμή για όλες τις καλλιέργειες και για όλα τα στάδια ανάπτυξης των καλλιεργειών. Ο τρόπος που επιλέχθηκε είναι ο παρακάτω: αρχικά έγινε ανάλυση ευαισθησίας για τιμές του z_0 από 0.001 που αντιστοιχεί σε χλόη ύψους 1 cm, έως 0.7 που αντιστοιχεί σε δέντρα ύψους 15 μέτρων (ορεινές καλλιέργειες). Από την ανάλυση αυτή παρατηρήθηκε ότι η μέγιστη απόκλιση είναι της τάξεως του 50% με διαφορά αναλογίας 700. Άρα δεν υπάρχει ιδιαίτερη ευαισθησία στο μέγεθος αυτό και άρα ορθά επιλέχθηκε το κοινό z_0 . Μάλιστα, για την ακόμη καλύτερη αντιμετώπιση του προβλήματος επιλέχθηκε η τιμή 0.1 η οποία αφενός βρίσκεται στη μέση (τα μεγέθη ακολουθούν λογαριθμικές μεταβολές) με μέγιστη απόκλιση 21,2% αφετέρου, αντιπροσωπεύει καλύτερα την πλειοψηφία των καλλιεργειών αφού βρίσκεται ανάμεσα στη χλόη και στην φυτοκάλυψη ύψους 1 – 2 μέτρων.

Από τα αποτελέσματα που ελήφθησαν υπολογίστηκε και ο μέσος όρος της ταχύτητας του ανέμου για όλη τη χρονική περίοδο και βρέθηκε ίσος προς 2.154 m/sec. Η τιμή αυτή είναι εξαιρετικά κοντά στην τιμή των 2 m/sec που συστήνει ο FAO στην περίπτωση που δεν υπάρχουν ανεμολογικά στοιχεία. Βέβαια, η όλη διαδικασία ξεκίνησε από το ότι η σχέση υπολογισμού των αρδευτικών αναγκών έχει αρκετή ευαισθησία στην ταχύτητα του ανέμου, δημοσιεύσεις αρχικώς δεν ήταν γνωστή η μεγάλη σύγκλιση των τιμών του FAO και των πραγματικών.

Με αυτόν τον τρόπο κατέληξαν τα δεδομένα στην μορφή που πρέπει για να μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις σχέσεις υπολογισμού των αρδευτικών αναγκών.

4.2.2 Υπολογισμός Αρδευτικών Αναγκών Καλλιεργειών.

Ο υπολογισμός των αρδευτικών αναγκών των καλλιεργειών βασίστηκε στην αναθεωρημένη σχέση FAO Penman – Monteith [FAO, 1998, σελ. K2-8]. Αποτελεί την πλέον ενδεδειγμένη σχέση για τον υπολογισμό της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής των καλλιεργειών, σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Τροφίμων και Φυτικής Παραγωγής (FAO). Η βασική σχέση είναι η εξής:

$$ET_c = K_c \times ET_o \quad (5)$$

όπου ET_c η δυνητική εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας αναφοράς σε mm/day

K_c ο συντελεστής καλλιέργειας ο οποίος είναι καθαρός αριθμός και ET_o η δυνητική εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας αναφοράς σε mm/day. Η ποσότητα ET_o αναλύεται και υπολογίζεται ως εξής [FAO σελ.4-1] :

$$ET_o = \frac{0,408 \times \Delta \times (R_n - G) + \gamma \times \frac{900}{T + 273} \times u_2 \times (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma \times (1 + 0,34 \times u_2)} \quad (6)$$

όπου:

Δ [Kpa °C⁻¹] η κλίση καμπύλης πίεσης κορεσμού υδρατμών,

R_n [MJ m⁻² day⁻¹] η ολική καθαρή ενέργεια ακτινοβολίας στην επιφάνεια της καλλιέργειας,

G [MJ m⁻² day⁻¹] η συντελεστής μεταφοράς θερμότητας εδάφους (soil heat flux density),

T	[°C]	η μέση ημερήσια θερμοκρασία αέρα στα 2 μέτρα ύψος,
u_2	[m/sec]	η ταχύτητα ανέμου σε 2 μέτρα ύψος,
e_s	[kPa]	η πίεση κορεσμού υδρατμών,
e_a	[kPa]	η πραγματική πίεση υδρατμών,
$e_s - e_a$ [kPa]		η διαφορά πιέσεως υδρατμών,
γ	[kPa °C ⁻¹]	η ψυχομετρικός συντελεστής.

Εκτός των μεγεθών της μέσης θερμοκρασίας και της ταχύτητας του ανέμου, όλα τα υπόλοιπα μεγέθη απαιτούν περαιτέρω υπολογισμούς. Ακόμα, πρέπει να αναφερθεί ότι για τον υπολογισμό των αρδευτικών αναγκών από τις παραπάνω σχέσεις, έγινε η παραδοχή ότι χρησιμοποιώντας τα μέσα μεγέθη του μήνα, προκύπτουν οι μέσες μηνιαίες ανάγκες. Οι ποσότητες πολλαπλασιαζόμενες με τις ημέρες του μήνα (διότι προκύπτουν σε mm/day) δίνουν τις ολικές μηνιαίες αρδευτικές ανάγκες των καλλιεργειών.

- Υπολογισμός Δ [Kpa °C⁻¹] κλίσης καμπύλης πίεσης κορεσμού υδρατμών: Ο υπολογισμός της Δ γίνεται χρησιμοποιώντας μόνο την μέση μηνιαία θερμοκρασία και έχει ως εξής:

$$\Delta = \frac{4098 \times \left[0,6108 \times \exp\left(\frac{17,27 \times T}{T + 237,3}\right) \right]}{(T + 237,3)^2} \quad (7)$$

όπου στη θέση της θερμοκρασίας T τίθεται η T_{mean} .

Από τη σχέση αυτή προκύπτουν οι τιμές του Δ ανά μήνα για την καλλιέργεια αναφοράς οι οποίες δίνονται στον Πίνακα 4.7.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της εξωγήινης ακτινοβολίας υπολογίζονται ως εξής:

- Ολική καθαρή ενέργεια ακτινοβολίας στην επιφάνεια της καλλιέργειας, R_n [MJ m⁻² day⁻¹].

Ο υπολογισμός της R_n είναι πιο πολύτλοκος από αυτόν της Δ διότι δεν υπολογίζει απευθείας τις τιμές αλλά απαιτεί και άλλες σχέσεις . Καταρχήν ο υπολογισμός απαιτεί το γεωγραφικό πλάτος, το οποίο όμως διαφέρει από περιοχή σε περιοχή . Για το λόγο αυτό, έγινε ανάλυση ευαισθησίας του μεγέθους αυτού για όλη την περιοχή της Θεσσαλίας . Από τη σύγκριση των τιμών μεταξύ 38° και 39° παρατηρήθηκε κατά τους μήνες από Απρίλιο μέχρι και Σεπτέμβριο μείωση της εξατμισοδιαπνοής από 1,44% η μέγιστη έως 0,14% η ελάχιστη. Η πόλη της Λάρισας και των Τρικάλων βρίσκονται στις 39° και $45'$ ενώ η πόλη της Καρδίτσας στις 39° και $15'$. Μεταξύ αυτών βρίσκεται η μεγαλύτερη καλλιεργήσιμη έκταση και δεδομένου της εξαιρετικά μικρής ευαισθησίας στο γεωγραφικό πλάτος μπορούμε να πούμε ότι το σύνολο της περιοχής θα υπολογιστεί με 39° δίχως να υπάρχει σοβαρή απόκλιση από την πραγματικότητα .

Το γεωγραφικό πλάτος μετατρέπεται από μοίρες σε rad για να εισέλθει στους τύπους των υπολογισμών . Αυτό γίνεται με τη σχέση :

$$\phi = \frac{\pi \times (\text{γεωγραφικό πλάτος σε μοίρες})}{180} \quad (8)$$

φ, σε rad.

Υστερα υπολογίζεται ο όρος J που αντιπροσωπεύει την πρώτη ημέρα του μήνα αναφοράς.

Υστερα υπολογίζεται ο όρος d_r από την παρακάτω σχέση:

$$d_r = 1 + 0,033 \times \cos\left(\frac{2 \times \pi \times J}{365}\right) \quad (9)$$

σε rad.

Υστερα υπολογίζεται ο όρος δ από την σχέση :

$$\delta = 0,409 \times \sin\left(\frac{2 \times \pi \times J}{365} - 1,39\right) \quad (10)$$

ο οποίος είναι καθαρός αριθμός.

Από τα παραπάνω υπολογίζουμε τον όρο ω_s ο οποίος υπολογίζεται από την εξής σχέση :

$$\omega_s = \arccos[-\tan(\phi) \times \tan(\delta)] \quad (11)$$

σε rad.

Υστερα απ' όλους τους παραπάνω υπολογισμούς, υπολογίζεται το R_a δηλαδή η εξωγήινη ακτινοβολία, από την παρακάτω σχέση :

$$R_a = \frac{24 \times 60}{\pi} \times G_{sc} \times d_r \times [\omega_s \times \sin(\phi) \times \sin(\delta) + \cos(\phi) \times \cos(\delta) \times \sin(\omega_s)] \quad (12)$$

σε $\text{MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$. Ο όρος G_{sc} ονομάζεται ηλιακή σταθερά και ισούται με $0,0820 \text{ MJ m}^{-2} \text{ min}^{-1}$. Τα τελικά μεγέθη που αναφέρονται στον υπολογισμό της εξωγήινης ακτινοβολίας δίνονται στον Πίνακα 4.6 .

Πίνακας 4.6 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολογισμού εξωγήινης ακτινοβολίας.

Μήνας	J	d_r [rad]	δ	ω_s [rad]	R_a [$\text{MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$]
Απρίλιος	105	0,992	0,166	1,702	14,357
Μάιος	135	0,977	0,329	1,841	16,259
Ιούνιος	166	0,968	0,407	1,914	17,044
Ιούλιος	196	0,968	0,375	1,883	16,655
Αύγουστος	227	0,976	0,239	1,762	15,097
Σεπτέμβριος	258	0,991	0,037	1,600	12,516

Στη συνέχεια υπολογίστηκαν τα μεγέθη που απαιτούνται για την εκτίμηση της ολικής καθαρής ενέργειας ακτινοβολίας σύμφωνα με τη διαδικασία που ακολουθεί.

Αρχικά υπολογίζονται και οι ημερήσιες ώρες ηλιοφάνειας N από την σχέση :

$$N = \frac{24}{\pi} \times \omega_s \quad (13)$$

σε ώρες (hours).

Υστερα ακολουθεί ο υπολογισμός της ηλιακής ακτινοβολίας R_s :

$$R_s = \left(a_s + b_s \times \frac{n}{N} \right) \times R_a \quad (14)$$

όπου R_s σε $\text{MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$.

Οι όροι a_s και b_s είναι καθαροί αριθμοί και δηλώνουν αθροιστικά την αναλογία της εξωγήινης ακτινοβολίας που φτάνει στην επιφάνεια της γης σε ημέρες δίχως νέφωση. Ο FAO συστήνει για τις περιπτώσεις που δεν υπάρχουν επιτόπου μετρήσεις των μεγεθών αυτών τις τιμές $a_s=0.25$ και $b_s=0.50$, οι οποίες και χρησιμοποιήθηκαν στους υπολογισμούς. Ο αριθμός n όπως προαναφέρθηκε στα μετεωρολογικά δεδομένα, αντιπροσωπεύει τις ώρες ηλιοφάνειας ενώ, οι υπόλοιποι παράγοντες έχουν ήδη υπολογιστεί.

Έστερα από το βήμα αυτό γίνεται ο υπολογισμός της ηλιακής ακτινοβολίας χωρίς νέφωση R_{so} από την σχέση :

$$R_{so} = (0,75 + 2 \times 10^{-5} \times z) \times R_a \quad (15)$$

όπου R_{so} σε $\text{MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$.

Ο όρος z είναι σε μέτρα και εκφράζει το υψόμετρο του σταθμού μέτρησης, το οποίο είναι 73 μέτρα και είναι μάλιστα πολύ κοντά στο μέσο υψόμετρο της ευρύτερης πεδινής περιοχής της Θεσσαλίας.

Έστερα υπολογίζεται η R_{ns} δηλαδή, η μικροκυματική ηλιακή ακτινοβολία από τη σχέση:

$$R_{ns} = (1 - \alpha) \times R_s \quad , \text{όπου } R_s \text{ σε } \text{MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1} \text{. Ο συντελεστής } \alpha \text{ καλείται λευκαύγεια (αγγλ. Albedo) και είναι καθαρός αριθμός ίσος προς 0,23 για την καλλιέργεια αναφοράς.}$$

Εν συνεχείᾳ υπολογίζεται η καθαρή μακροκυματική ακτινοβολία R_{nl} από τη σχέση:

$$R_{nl} = \sigma \times \left[\frac{T_{max,K}^4 + T_{min,K}^4}{2} \right] \times (0,34 - 0,14 \times \sqrt{e_a}) \times \left(1,35 \times \frac{R_s}{R_{so}} - 0,35 \right) \quad (16)$$

όπου R_{nl} σε $\text{MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$.

σ [4,903 * 10^{-9} $\text{MJ K}^{-4} \text{ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$], η σταθερά Stefan – Boltzmann

$T_{max,K}$ [${}^\circ\text{K} = {}^\circ\text{C} + 273,16$] η μέγιστη θερμοκρασία

$T_{min,K}$ [${}^\circ\text{K} = {}^\circ\text{C} + 273,16$] η ελάχιστη θερμοκρασία

e_a [kPa] η πραγματική πίεση υδρατμών

Στο σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι για την επίλυση της παραπάνω σχέσης χρειάστηκε να γίνει μία παραδοχή. Δεδομένου ότι δεν υπάρχουν μετρήσεις των μεγίστων και

ελαχίστων θερμοκρασιών, γίνεται η παραδοχή της γραμμικότητας ότι δηλαδή $(T_{max,k}^4 + T_{min,k}^4)/2 \approx T_{mean,k}^4$. Εάν επί παραδείγματι, $T_{max} = 25,1^\circ\text{C}$ και $T_{min} = 19,1^\circ\text{C}$ τότε η προκύπτουσα διαφορά είναι εντελώς ασήμαντη της τάξεως του $6,19 \times 10^{-4}$. Επομένως, η παραδοχή έχει πολύ καλή εφαρμογή.

Εκτός δύναται της παραπάνω παραδοχής, γίνεται άλλη μία παραδοχή που σχετίζεται με τον όρο e_s . Θεωρείται ότι $e_s \approx e^o(T_{mean})$. Επομένως :

$$e_s \approx e^o(T_{mean}) = 0,6108 \times \exp\left(\frac{17,27 \times T_{mean}}{T_{mean} + 237,3}\right) \quad (17)$$

Από την τελευταία σχέση καταλήγουμε στις τιμές του R_{nl} .

Τελικώς, από τους παραπάνω πίνακες και βάσει της σχέσης :

$$R_n = R_{ns} - R_{nl} \quad (18)$$

(σε $\text{MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$) καταλήγουμε στον υπολογισμό της ολικής καθαρής ενέργειας ακτινοβολίας στην επιφάνεια της καλλιέργειας αναφοράς :

Πίνακας 4.7 Ολική καθαρή Ενέργεια ακτινοβολίας.

Μήνας	N [hours]	R_s [MJ m ⁻² day ⁻¹]	R_{so} [MJ m ⁻² day ⁻¹]	R_{ns} [MJ m ⁻² day ⁻¹]	R_{nl} [MJ m ⁻² day ⁻¹]	R_n [MJ m ⁻² day ⁻¹]
Απρίλιος	13,002	7,444	10,788	5,732	1,601	4,131
Μάιος	14,061	8,780	12,218	6,761	1,712	5,049
Ιούνιος	14,623	10,320	12,808	7,946	2,140	5,806
Ιούλιος	14,385	10,341	12,515	7,963	2,242	5,721
Αύγουστος	13,463	9,374	11,345	7,218	2,171	5,047
Σεπτέμβριος	12,220	7,423	9,406	5,716	1,975	3,740

- Υπολογισμός του G [$\text{MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$], συντελεστού μεταφοράς θερμότητας εδάφους (soil heat flux density).

Για τον υπολογισμό του συντελεστού μεταφοράς θερμότητας εδάφους, απαιτείται για μηνιαία δεδομένα μονάχα η μέση θερμοκρασία κατά δύο χρονικά βήματα, κατά τον ίδιο μήνα και κατά τον επόμενο. Επομένως στα δεδομένα εισέρχονται και οι θερμοκρασίες των μηνών Μαρτίου και Οκτωβρίου. Η σχέση υπολογισμού είναι η εξής:

$$G_{month,i} = 0,07 \times (T_{month,i+1} - T_{month,i-1}) \quad (19)$$

Η σχέση αυτή υποθέτει θερμοχωρητικότητα εδάφους ίση προς $2,1 \text{ MJ m}^{-3} \text{ }^{\circ}\text{C}$. Με τα στοιχεία αυτά προκύπτουν οι τιμές του Πίνακα 4.8.

Πίνακας 4.8 Συντελεστής μεταφοράς θερμότητας εδάφους.

Μήνας	G [MJ m ⁻² day ⁻¹]
Απρίλιος	0,277
Μάιος	0,322
Ιούνιος	0,227
Ιούλιος	0,018
Αύγουστος	-0,153
Σεπτέμβριος	-0,281

- Υπολογισμός της $e_s - e_a$ [kPa], διαφοράς πιέσεως υδρατμών.

Σύμφωνα με την παραπάνω παραδοχή η διαφορά $e_s - e_a$ υπολογίζεται από τη σχέση :

$$e_s - e_a \approx e^o(T_{mean}) \times \left(1 - \frac{RH_{mean}}{100}\right) \quad (20)$$

όπου RH_{mean} είναι η προαναφερθείσα RH. Οι τιμές των Δ , e^o και $e_s - e_a$ δίνονται στον Πίνακα 4.9.

Πίνακας 4.9 Χαρακτηριστικά μεγέθη αέρα, νερού και υδρατμών.

Μήνας	Δ [kPa/°C]	$e^o(T_{mean})$ [kPa]	$e_s - e_a$ [kPa]
Απρίλιος	0,103	1,404	0,444
Μάιος	0,139	1,905	0,738
Ιούνιος	0,190	2,615	1,360
Ιούλιος	0,212	2,921	1,612

- Υπολογισμός του ψυχομετρικού συντελεστή γ [kPa °C⁻¹].

Ο υπολογισμός του ψυχομετρικού συντελεστή γ , γίνεται βάσει της σχέσης :

$$\gamma = 0,665 \times 10^{-3} \times P \quad (21)$$

για θερμοκρασία 20 βαθμών Κελσίου. Ο όρος P αναφέρεται στην ατμοσφαιρική πίεση στο υψόμετρο της καλλιέργειας και μετριέται σε kPa. Ο όρος αυτός υπολογίζεται από τη σχέση:

$$P = 101,3 \times \left(\frac{293 - 0,0065 \times z}{293} \right) \quad (22)$$

όπου z το αναφερθέν υψόμετρο. Όμως, το υψόμετρο παίζει αρκετό ρόλο στη διαμόρφωση του γ με αποτέλεσμα να χρειάζεται να γίνει ανάλυση ευαισθησίας . Έτσι, από σύγκριση τιμών για νερό και έδαφος στο σταθμό της Αγχιάλου κατά το έτος 1989 – 1990 παρατηρήθηκε μείωση των τιμών της εξατμισοδιαπνοής κατά 16% το λιγότερο και 31,6% το περισσότερο για τους μήνες από Απρίλιο μέχρι και Σεπτέμβριο για αύξηση του υψομέτρου κατά 100 μέτρα (από +15 στο +115 και από το +115 στο +215). Αντίστοιχα για τους ίδιους μήνες και για αύξηση του υψομέτρου κατά 200 μέτρα (από το +15 στο +215), παρατηρήθηκε μείωση κατά 35,4% το ελάχιστο και 48,8% το μέγιστο. Από τα παραπάνω φαίνεται καθαρά ότι οι προσεγγίσεις του υψομέτρου έστω και κατά 100 μέτρα παίζουν σημαντικό ρόλο και για το λόγο αυτό θα πρέπει να αποφεύγονται προσεγγίσεις με αποκλίσεις άνω των 10 μέτρων που οδηγούν σε μια λογική απόκλιση της τάξεως του 5%. Το θετικό είναι ότι η διαφοροποίηση του υψομέτρου είναι κατά το αισθητά μεγαλύτερο μέρος του Θεσσαλικού Πεδίου μεταξύ 70 και 100 μέτρων.

Λόγω των παραπάνω διαπιστώσεων ακολουθήθηκε η εξής μεθοδολογία: σε κάθε δήμο δόθηκε μία τιμή υψομέτρου όχι από το γεωγραφικό μέσο όρο της περιοχής αλλά από το γεωγραφικό μέσο των πεδινών εκτάσεων του κάθε δήμου . Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να υπολογίζεται για κάθε δήμο η ακριβής ποσότητα του ψυχομετρικού συντελεστή γ, οπότε και τα αποτελέσματα είναι σαφώς πιο αξιόπιστα από την επιλογή μιας κοινής τιμής για όλη τη Θεσσαλική πεδιάδα. Υπογραμμίζεται ότι η ευαισθησία στην τιμή του υψομέτρου κατά τον υπολογισμό του R_{so} είναι ασήμαντη γι' αυτό και θεωρήθηκε κοινό υψόμετρο αυτό του σταθμού της Λάρισας.

Υπολογισμός του συντελεστή καλλιέργειας K_c .

Οι τιμές του συντελεστού καλλιέργειας καταρχήν διαφοροποιούνται από μήνα σε μήνα διότι οι καλλιέργειες που μας ενδιαφέρουν δεν ακολουθούν τα ίδια στάδια ανάπτυξης με αυτά της μηδικής . Οι καλλιέργειες αυτές είναι : βαμβάκι, τεύτλα, καπνός, δέντρα, μποστάνια, πατάτα, αραβόσιτος, οπωρώνες, αμπέλια, κηπευτικά και σιτηρά . Από τις παραπάνω καλλιέργειες, οι μόνες για τις οποίες υπήρχαν διαθέσιμα δεδομένα είναι τα

δένδρα, τα εσπεριδοειδή, οι αμπελώνες και οι ελαιώνες. Οι τιμές των συντελεστών αυτών δίνονται στον Πίνακα 4.10.

Πίνακας 4.10 Συντελεστής K_c στις αρχικές καλλιέργειες.

ΜΗΝΑΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ
ΔΕΝΤΡΑ	0,00	0,45	0,50	0,80	0,65	0,60
ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΗ	0,55	0,50	0,50	0,50	0,50	0,60
ΑΜΠΕΛΩΝΕΣ	0,00	0,30	0,35	0,50	0,45	0,35
ΕΛΑΙΩΝΕΣ	0,00	0,25	0,35	0,45	0,45	0,30
ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΣ	0,17	0,50	0,75	0,85	0,70	0,15
ΒΑΜΒΑΚΙ	0,15	0,60	0,80	0,90	0,90	0,42
ΝΤΟΜΑΤΑ	0,18	0,50	0,75	0,85	0,70	0,15
ΖΑΧΑΡΟΤΕΥΤΛΑ	0,17	0,50	0,75	0,85	0,25	0,00
ΜΗΔΙΚΗ	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85

Από τους πίνακες αυτούς, ύστερα από κατάλληλες παραδοχές διαμορφώθηκε ο Πίνακας 4.11 με τα αντίστοιχα μηνιαία K_c για την κάθε καλλιέργεια. Σημειώνεται ότι οι παραδοχές στηρίζονται στην ομοιότητα των καλλιεργειών μεταξύ τους.

Πίνακας 4.11 Προκύπτοντες συντελεστές K_c για τις καλλιέργειες της περιοχής.

ΜΗΝΑΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ
ΒΑΜΒΑΚΙ	0,15	0,60	0,80	0,90	0,90	0,42
ΤΕΥΤΛΑ	0,17	0,50	0,75	0,85	0,25	0,00
ΜΗΔΙΚΗ	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
ΚΑΠΝΟΣ	0,00	0,30	0,35	0,50	0,45	0,35
ΔΕΝΤΡΑ	0,45	0,50	0,80	0,65	0,60	0,00
ΜΠΟΣΤΑΝΙΑ	0,18	0,50	0,75	0,85	0,70	0,15
ΠΑΤΑΤΑ ΑΝΟΙΞ	0,18	0,50	0,75	0,85	0,70	0,15
ΠΑΤΑΤΑ ΕΠΙΣΠ	0,00	0,30	0,35	0,50	0,45	0,35
ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΣ ΑΝΟΙΞ	0,17	0,50	0,75	0,85	0,70	0,15
ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΣ ΕΠΙΣΠ	0,00	0,30	0,35	0,50	0,45	0,35
ΟΠΩΡΩΝΕΣ	0,55	0,50	0,50	0,50	0,50	0,60
ΑΜΠΕΛΙΑ	0,00	0,30	0,35	0,50	0,45	0,35
ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	0,18	0,50	0,75	0,85	0,70	0,15
ΣΙΤΗΡΑ	0,00	0,25	0,35	0,45	0,45	0,30
ΛΟΙΠΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	0,20	0,35	0,49	0,63	0,63	0,42

Με αυτόν τον τρόπο τελειώνει και η διαδικασία υπολογισμού του K_c .

Υστερα από όλες τις παραπάνω υπολογιστικές διαδικασίες, οι πίνακες που προέκυψαν εισήχθησαν σε φύλλο επεξεργασίας Microsoft Excel. Για τον τελικό υπολογισμό των αρδευτικών αναγκών για κάθε κατηγορία καταναλώσεως ξεχωριστά, αναπτύχθηκε

κώδικας σε γλώσσα VBA, ο οποίος λαμβάνει ως στοιχεία εισόδου τους πίνακες Δ (κλίση καμπύλης πίεσης κορεσμού υδρατμών), R_n (ολική καθαρή ενέργεια ακτινοβολίας στην επιφάνεια της καλλιέργειας), G (συντελεστής μεταφοράς θερμότητας εδάφους), T (μέση ημερήσια θερμοκρασία αέρα στα 2 μέτρα ύψος), u_2 (ταχύτητα ανέμου σε 2 μέτρα ύψος, και $e_s - e_a$ (διαφορά πιέσεως υδρατμών) . Όσον αφορά τον ψυχομετρικό συντελεστή γ, ο ίδιος ο κώδικας λαμβάνοντας τις τιμές του μέσου υψημέτρου του εκάστοτε δήμου, υπολογίζει την τιμή του γ . Ύστερα από την στήλη των εκτάσεων του κάθε δήμου γίνεται αναγωγή από mm/m^2 σε όλη την έκταση και προκύπτουν οι ολικές αρδευτικές ανάγκες έκαστου δήμου . Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται για κάθε κατηγορία καταναλώσεως . Ένα τυπικό παράδειγμα κώδικα υπολογισμού της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής για το μήνα Μάιο παρατίθεται στο Παράρτημα A.

4.3 Γεωγραφικά Δεδομένα

4.3.1. Ψηφιακό υπόβαθρο Θεσσαλίας (GIS)

Στο πρωταρχικό στάδιο της διαμόρφωσης του μοντέλου θεωρήθηκε απαραίτητη η ηλεκτρονική μορφή των γεωμορφολογικών στοιχείων. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε κυρίως το λογισμικό ARC-View (της ESRI). Μάλιστα, από την εταιρία MARATHON DATA SYSTEMS αποκτήθηκαν τα πρώτα αρχεία με γεωγραφικές και άλλες πληροφορίες για την περιοχή. Ύστερα προστέθηκαν τα σχετικά αρχεία από την τράπεζα πληροφοριών του ΕΜΠ [Κουκουβίνος και Ρόζος, 1999], με αποτέλεσμα να υπάρχει πλήρης κάλυψη των απαιτουμένων για την εργασία πληροφοριών. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν τα εξής αρχεία υπό μορφή γεωγραφικής πληροφορίας (shapefile): ισοϋψείς ανά 100 μέτρα, κοινότητες (340 τον αριθμό) της περιοχής, δίκτυο κυρίων και δευτερευόντων πτωταμών καθώς και χείμαρροι και αρδευτικά κανάλια, πόλεις και οικισμοί, βροχομετρικοί σταθμοί, βροχογράφοι, φράγματα, λεκάνες απορροής φραγμάτων, όρια νομών και πληθυσμός. Ακόμα, χρησιμοποιήθηκε αρχείο .jreg καθώς και .grid το οποίο διευκόλυνε τους υπολογισμούς. Πρέπει να αναφερθεί ότι τα παραπάνω στοιχεία αναφέρονται στο υδατικό διαμέρισμα

της Θεσσαλίας το οποίο εκτός των τεσσάρων νομών (Τρικάλων, Καρδίτσας, Λάρισας και Μαγνησίας) περιλαμβάνει και τμήματα των νομών Πιερίας, Γρεβενών και Φθιώτιδας, από τα οποία περιλήφθηκε κυρίως το βόρειο τμήμα της Φθιώτιδας δηλαδή, της περιοχής του Δομοκού. Από τα παραπάνω δεδομένα, το πιο προβληματικό ήταν αυτό των ισοϋψών διότι στην Θεσσαλική πεδιάδα, όπου και εμφανίζονται οι περισσότερες καλλιέργειες, δεν υπήρξε πύκνωση των ισοϋψών με αποτέλεσμα να περιγράφεται από δύο – τρεις μονάχα ισοϋψείς. Την αδυναμία όμως αυτή, ήρθε να καλύψει η μεγάλη πυκνότητα της πληροφορίας των κοινοτήτων, οι οποίες είχαν ως στοιχείο το μέσο υψόμετρό τους και μάλιστα με ακρίβεια μέτρου.

Από τα παραπάνω αρχικά επιλέχθηκαν οι κύριοι κλάδοι του Πηνειού και οι παραπόταμοι έτσι ώστε να οριστεί μία πρώτη τοπολογία, η «ραχοκοκαλιά» του δικτύου. Μετά ορίστηκαν οι περιοχές εντός του υδροκρίτη και ύστερα οι κοινότητες που δεν παρουσιάζουν κατάλληλες προς καλλιέργεια εκτάσεις. Επίσης, αφαιρέθηκε ο νομός της Μαγνησίας. Αποτέλεσμα αυτού ήταν να μειωθεί ο αριθμός των κοινοτήτων σε 340, από σύνολο 530.

Ακολούθησε η ψηφιοποίηση των λεκανών απορροής των κόμβων του δικτύου. Τα ψηφιοποιημένα γεωγραφικά υπόβαθρα απεικονίζονται στο Παράρτημα B.

4.3.2 Χάρτες και σχέδια από μελέτες.

Οι χάρτες αυτοί περιέχουν ισοϋψείς, ποτάμια και παραποτάμους, δίκτυα και χείμαρρους, οικισμούς, τεχνικά έργα και λεκάνες απορροής. Από τους χάρτες αυτούς έγινε η επιλογή των κυρίων κλάδων και των λοιπών υδραυλικών στοιχείων του δικτύου όπως προαναφέρθηκε. Εκτός αυτού, κατά την οριοθέτηση των ομάδων των δήμων έγινε ο ορισμός των κόμβων καθώς και του υδροκρίτη τους επάνω στο χαρτί ώστε να υπάρχει καλύτερη εποπτεία του μοντέλου, καθώς και σχεδιασμός των λεκανών απορροής των κόμβων και των υπολεκανών τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ: 5 Προσομοίωση Υδροσυστήματος

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται τα διάφορα σενάρια προσομοίωσης του υδροσυστήματος. Τα σενάρια αυτά αναφέρονται σε τρεις διαφορετικές διατάξεις έργων καθώς και σε τέσσερα διαφορετικά επίπεδα αρδευτικής ζήτησης. Για την προσομοίωση χρησιμοποιήθηκε το υπολογιστικό σύστημα "Υδρονομέας", το οποίο βάσει ενός μαθηματικού μοντέλου βελτιστοποιεί τη διακίνηση του νερού ώστε κατά το δυνατό να καλυφθεί η ζήτηση. Το τελικό εξαγόμενο ήταν η διαμόρφωση διαγραμμάτων που συσχετίζουν την πιθανότητα αστοχίας και το έλλειμμα που προκύπτει με την εκάστοτε ζήτηση, για την αντίστοιχη διάταξη του υδροσυστήματος.

5.1 To Υπολογιστικό Σύστημα Υδρονομέας

Το υπολογιστικό σύστημα Υδρονομέας αποτελεί ένα λογισμικό εργαλείο, κατάλληλο για την προσομοίωση και αναζήτηση του βέλτιστου τρόπου διαχείρισης υδατικών πόρων σε υδροσυστήματα πολλαπλών στόχων. Η μεθοδολογία που υλοποιείται (παραμετροποίηση-προσομοίωση-βελτιστοποίηση) βασίζεται σε μεγάλο βαθμό σε πρωτότυπη θεωρητική εργασία (Koutsoyiannis et al., 2000). Το μαθηματικό μοντέλο που χρησιμοποιείται επιτρέπει την κατανομή της ζήτησης νερού στους υδατικούς πόρους βάσει ενός μικρού αριθμού μεταβλητών απόφασης, πράγμα που κάνει εφικτή την προσομοίωση και βελτιστοποίηση πολύπλοκων υδροσυστημάτων. Κατά την προσομοίωση με συγκεκριμένο κανόνα λειτουργίας, μπορούν να τεθούν με σειρά προτεραιότητας πολλαπλοί ανταγωνιστικοί μεταξύ τους στόχοι και περιορισμοί οι οποίοι αφορούν μεταξύ άλλων και τα αποδεκτά όρια αξιοπιστίας του συστήματος. Η βελτιστοποίηση της διαχείρισης πραγματοποιείται βάσει τριών κριτηρίων: α) την ελαχιστοποίηση της μέσης πιθανότητας αστοχίας, β) την ελαχιστοποίηση του μέσου κόστους λειτουργίας του υδροσυστήματος και γ) τη μεγιστοποίηση της εγγυημένης απόδοσης του συστήματος για δεδομένο αποδεκτό επίπεδο αστοχίας. Το μοντέλο χρησιμοποιεί ιστορικές ή συνθετικές υδρολογικές

χρονοσειρές, ενώ στα αποτελέσματα που δίνονται με πιθανοτικούς όρους περιλαμβάνονται η πιθανότητα αστοχίας του εκάστοτε στόχου, το αναλυτικό υδατικό ισοζύγιο των ταμιευτήρων, το ισοζύγιο ροών των υδραγωγείων και οικονομικά στοιχεία για τη λειτουργία του συστήματος.

Ο Υδρονομέας μπορεί να χειριστεί ένα ευρύ φάσμα υδροσυστημάτων, προσομοιώνοντας πιστά την πραγματικότητα και συνυπολογίζοντας όλους τους φυσικούς, λειτουργικούς, περιβαλλοντικούς και λοιπούς περιορισμούς. Περιλαμβάνει υποσυστήματα λειτουργικής προσομοίωσης και βελτιστοποίησης ως προς τις καταναλωτικές και ενεργειακές χρήσεις του νερού, καθώς και υποσύστημα γραφικής απεικόνισης. Ο Υδρονομέας έχει αναπτυχθεί από το ΕΜΠ στα πλαίσια ερευνητικών προγραμμάτων και χρησιμοποιείται επιχειρησιακά από την ΕΥΔΑΠ για τη διαχείριση του συστήματος των ταμιευτήρων και εξωτερικών υδραγωγείων της [Καραβοκυρός κ.ά., 1999· Καραβοκυρός κ.ά., 2000].

5.2 Μαθηματικό μοντέλο Προσομοίωσης

5.2.1 Ορισμός του Προβλήματος

Το πρόβλημα που καλείται να επιλυθεί έγκειται στη διαχείριση του διατιθέμενου υδατικού δυναμικού (επιφανειακού και υπόγειου) έτσι ώστε να ικανοποιείται κατά το δυνατόν η ζήτηση στους διάφορους κόμβους του δικτύου βάσει μιας προκαθορισμένης σειράς προτεραιότητας. Αυτό αντιμετωπίστηκε ως ένα τυπικό πρόβλημα βέλτιστης κατανομής ροών σε δίκτυο, γνωστό στη βιβλιογραφία και ως πρόβλημα μεταφόρτωσης [Smith, 1982· Chvatal, 1983].

Το υδροσύστημα της Θεσσαλίας μπορεί να απεικονιστεί ως ένα δίκτυο που αποτελείται από κόμβους προσφοράς και ζήτησης, οι οποίοι συνδέονται με κλάδους χωρίς περιορισμούς παροχετευτικότητας. Ο φυσικός περιορισμός σε κάθε κόμβο αφορά την

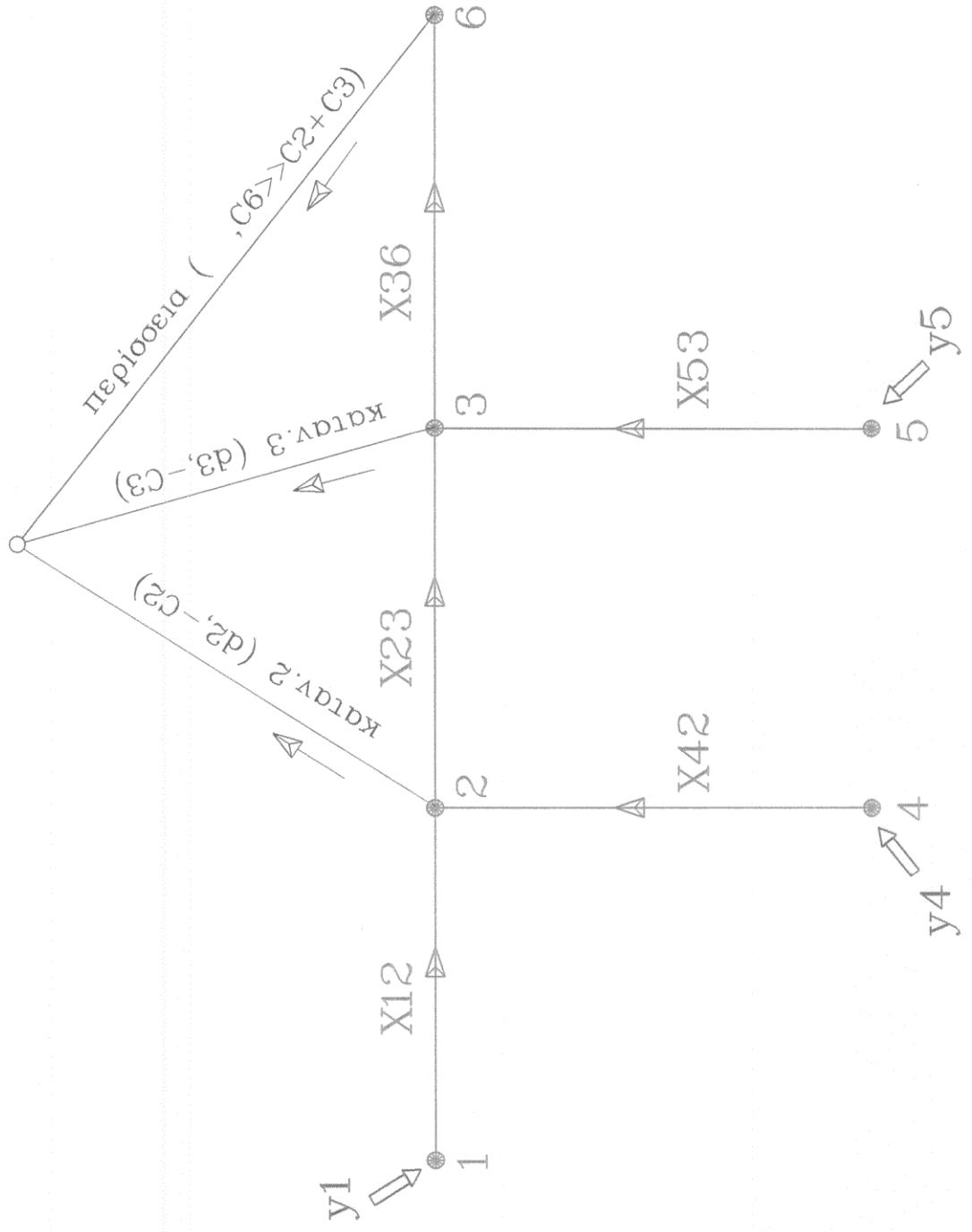
εξίσωση συνέχειας, η οποία επιβάλλει η εισροή των κλάδων που καταλήγουν στον κόμβο να ισούται με την εκροή προς τους κλάδους που φεύγουν από τον κόμβο.

Επειδή γενικά η συνολική προσφορά νερού στο δίκτυο είναι διάφορη της συνολικής ζήτησης εφαρμόζεται η ακόλουθη διαδικασία:

1. Ορίζεται ένας εικονικός κόμβος, στον οποίο καταλήγει το νερό που καταναλώνεται ή πλεονάζει (π.χ. το νερό που καταλήγει στις εκβολές του Πηνειού).
2. Σε κάθε κόμβο ζήτησης ή τερματικό κόμβο ορίζεται ένας εικονικός κλάδος, ο οποίος καταλήγει στον εικονικό κόμβο.
3. Το νερό που καταλήγει στον ακραίο κόμβο (εκβολές Πηνειού, Κάτω Όλυμπος) και μετά χάνεται (δηλ. πηγαίνει στον εικονικό κόμβο) θεωρείται ότι μεταφέρεται με ένα πολύ μεγάλο εικονικό κόστος. Η υπόθεση αυτή γίνεται για να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες νερού προς τη θάλασσα.
4. Για να ικανοποιηθεί η ζήτηση με συγκεκριμένη σειρά προτεραιότητας, σε κάθε εικονικό κλάδο κατανάλωσης ορίζεται μία τιμή αρνητικού κόστους και εισάγεται περιορισμός παροχετευτικότητας. Τα κόστη αυτά είναι ιεραρχημένα έτσι ώστε να ικανοποιούνται πρώτοι οι στόχοι υψηλότερης προτεραιότητας. Από την άλλη, ο περιορισμός παροχετευτικότητας τίθεται για να εξασφαλιστεί ότι η κατανάλωση θα είναι πάντοτε το πολύ ίση με τη ζήτηση.
5. Τέλος, κόστη μπορούν να οριστούν και στους πραγματικούς κλάδους του δικτύου, έτσι ώστε να επιβληθούν ή να αποτραπούν συγκεκριμένες διαδρομές νερού στο δίκτυο (π.χ. απόληψη από γεωτρήσεις).

Για την καλύτερη κατανόηση των παραπάνω, ας υποθέσουμε ένα τυχαίο δίκτυο όπως αυτό του Σχήματος 5.1. Στο σχήμα αυτό συμβολίζεται με x_{ij} η διερχόμενη ποσότητα νερού από τον κόμβο i προς τον κόμβο j , με y_i η προσφορά νερού στον κόμβο i , με c_{ij} το κόστος μεταφοράς νερού από τον κόμβο i προς τον κόμβο j και με d_{ij} η παροχετευτικότητα των εικονικών κλάδων.

ΕΙΚΟΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ



$$\sum x_{ij} = 5.1$$

5.2.2 Μαθηματική Διατύπωση

Το τυπικό πρόβλημα μεταφρωσης έγκειται στην ελαχιστοποίηση του κόστους μεταφοράς μιας ποσότητας Y από κάποιους κόμβους που καλούνται πηγές στους κόμβους κατανάλωσης, μέσω ενός δικτύου n κόμβων και m τόξων. Κόμβοι στους οποίους δεν υπάρχει ούτε προσφορά ούτε ζήτηση καλούνται ενδιάμεσοι.

Η μαθηματική διατύπωση του προβλήματος είναι:

$$\begin{aligned} \text{minimise } f(x) &= c^T x = \sum_m c_{ij} x_{ij} \\ \text{Έτσι ώστε } Ax &= y \\ 0 \leq x &\leq u \end{aligned} \quad (1)$$

Ο πρώτος περιορισμός αναφέρεται στις εξισώσεις συνέχειας των κόμβων διατυπωμένες σε μητρωική μορφή, ενώ ο δεύτερος στους περιορισμούς παροχετευτικότητας των κλάδων. Το μητρώο A ονομάζεται μητρώο πρόσπτωσης και περιγράφει την τοπολογία του δικτύου, δηλαδή τις διασυνδέσεις των κόμβων και τις φορές των ροών. Συγκεκριμένα τα στοιχεία του μητρώου A λαμβάνουν τις τιμές $a_{ij} = 1$ αν η φορά είναι από τον κόμβο i προς τον κόμβο j , $a_{ij} = -1$ αν η φορά είναι ανάστροφη και $a_{ij} = 0$ αν δεν υπάρχει σύνδεση μεταξύ του κόμβου i και του κόμβου j . Το διάνυσμα y αναφέρεται στην προσφορά νερού στους κόμβους λόγω επιφανειακής απορροής και δυναμικού γεωτρήσεων. Στον εικονικό κόμβο αθροίζεται η συνολική προσφορά έτσι ώστε να προκύπτει ένα συμβατό υδατικό ισοζύγιο. Τέλος, το διάνυσμα u αναφέρεται στην παροχετευτικότητα των κλάδων του δικτύου και οι τιμές των στοιχείων του ισούνται με την αντίστοιχη ζήτηση για τους εικονικούς κλάδους που μεταφέρουν την κατανάλωση και με άπειρο για τους πραγματικούς κλάδους.

Το παραπάνω συνιστά ένα πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού, το οποίο επιλύεται με τη μέθοδο simplex σε κάθε χρονικό βήμα.

5.3 Δεδομένα

Τα δεδομένα του υδροσυστήματος εισήχθησαν στη βάση του Υδρονομέα, η οποία είναι σε μορφή Access. Παρακάτω αναφέρονται οι βασικότεροι πίνακες που χρησιμοποιήθηκαν καθώς και τα πεδία που ορίστηκαν σε κάθε πίνακα.

- **Πίνακας Κόμβων (Node)**

Στον πίνακα αυτόν ορίστηκαν τα πεδία N_ID (κωδικός κόμβου), N_Name (όνομα κόμβου π.χ. Πάμισος Κατανάλωση), N_Xcoord (τιμή τετμημένης στην απεικόνιση του δικτύου) και N_Ycoord (τιμή τεταγμένης στην απεικόνιση του δικτύου).

- **Πίνακας Γεωτρήσεων (Boreholes)**

Στον πίνακα αυτόν ορίστηκαν τα πεδία BH_ID (κωδικός γεώτρησης) και N_ID (κωδικός κόμβου ο οποίος τροφοδοτείται από τη γεώτρηση).

- **Πίνακας Απολήψιμου Δυναμικού Γεωτρήσεων (Borehole_Rates)**

Στον πίνακα αυτόν ορίστηκε το μηνιαίο απολήψιμο δυναμικό κάθε γεώτρησης σε hm^3 .

- **Πίνακας Κλάδων (Pipe)**

Στον πίνακα αυτόν ορίστηκαν τα πεδία P_ID (κωδικός κλάδου), N1_ID (κωδικός κόμβου ανάντη), N2_ID (κωδικός κόμβου κατάντη), P_Name (ονομασία κλάδου) και P_UnitCost (κόστος μεταφοράς νερού στον κλάδο).

- **Πίνακας Στόχων (Target)**

Στον πίνακα αυτόν ορίστηκαν τα πεδία TRG_ID (κωδικός στόχου), TRG_Name (ονομασία στόχου, π.χ. Άρδευση Παμίσου), TRG_Type (ο τύπος του στόχου δηλαδή άρδευση, ύδρευση και περιβαλλοντική διατήρηση), TRG_Reference (ο κωδικός του αντικειμένου στο οποίο αναφέρεται ο στόχος), TRG_Failure (μέγιστη τιμή αστοχίας στόχου – περιορισμού) και TRG_Priority (η σειρά προτεραιότητας του στόχου).

- **Πίνακας Μηνιαίας Διακύμανσης Στόχων (Target_Monthly_Data)**

Στον πίνακα αυτόν ορίστηκαν οι τιμές της ζήτησης σε $hm^3/μήνα$.

- **Πίνακας Ιστορικών Χρονοσειρών (Timeseries)**

Στον πίνακα αυτόν ορίστηκαν τα πεδία ID (κωδικός χρονοσειράς) , tDate (ημερομηνία) και tValue (τιμή εισροής σε m^3/s).

5.4 Παραδοχές

5.4.1 Προσομοίωση ταμιευτήρων

Για την απλούστευση των υπολογιστικών διαδικασιών, οι ταμιευτήρες του υδροσυστήματος προσομοιώθηκαν ως κόμβοι, θεωρώντας γνωστό το απολήψιμο δυναμικό τους σε κάθε χρονικό βήμα. Με τον τρόπο αυτό δεν απαιτήθηκαν αλλαγές στο μαθηματικό μοντέλο προσομοίωσης του Υδρονομέα, το οποίο ανάγεται σε ένα απλό πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού.

Με την παραδοχή αυτή δεν προσομοιώνεται η λειτουργία των ταμιευτήρων καθεαυτή, δηλαδή η χρονική ρύθμιση των υδατικών αποθεμάτων. Ωστόσο, λαμβάνοντας ένα υψηλό επίπεδο αξιοπιστίας ως προς το ασφαλές απολήψιμο δυναμικό των ταμιευτήρων, μπορεί να θεωρηθεί ότι επιτυγχάνεται σχετικά σταθερή απόληψη νερού, ανεξάρτητα από τις εκάστοτε υδρολογικές συνθήκες.

5.4.2 Προσομοίωση υδροφορέων

Όσον αφορά το δυναμικό των υπόγειων υδροφορέων ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία:

1. Εκτιμήθηκαν οι μηνιαίες δυνητικές απολήψεις από τους υδροφορείς με βάση τα στοιχεία των εκτάσεων που αρδεύτηκαν από υπόγεια νερά (πίνακας A.4.2).
2. Υπολογίστηκαν τα ποσοστά συμμετοχής κάθε κόμβου ως προς τη συνολική ετήσια δυνητική απόληψη και εντοπίστηκε ο μήνας με τη μεγαλύτερη συμμετοχή (κατά κανόνα ο Ιούλιος).
3. Το ποσοστό συμμετοχής του μήνα με τη μεγαλύτερη τιμή δυνητικής απόληψης πολλαπλασιάστηκε με την τιμή των $450 \text{ hm}^3/\text{έτος}$ η οποία, όπως έχει προαναφερθεί στην παράγραφο 2.6.1.2, αντιστοιχεί στη μέγιστη απολήψιμη ποσότητα που δεν

οδηγεί σε περαιτέρω ταπείνωση της στάθμης των υδροφορέων της Θεσσαλίας. Η τιμή που προέκυψε θεωρήθηκε ως το μηνιαίο απολήψιμο δυναμικό της εκάστοτε γεώτρησης (Πίνακας 5.1).

Πίνακας 5.1: Μηνιαίο απολήψιμο δυναμικό γεωτρήσεων

ΚΟΜΒΟΣ	ΔΥΝΑΜΙΚΟ (m^3/sec)
ΓΕΩ. ΤΡΙΚΑΛΩΝ - ΓΟΜΦΩΝ	3.701
ΓΕΩ. ΠΑΜΙΣΟΥ	2.707
ΓΕΩ ΟΙΧΑΛΙΑΣ - ΣΕΛΛΑΝΩΝ	4.039
ΓΕΩ. ΚΑΜΠΟΥ	0.995
ΓΕΩ. ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	0.385
ΓΕΩ. ΣΟΦΑΔΩΝ	4.988
ΓΕΩ. ΠΟΛΥΔΑΜΑΝΤΑ	2.697
ΓΕΩ. ΤΑΜΑΣΙΟΥ	3.869
ΓΕΩ. ΑΡΝΗΣ	1.326
ΓΕΩ. ΦΥΛΛΟΥ	6.714
ΓΕΩ. ΠΑΛΑΜΑ	0.746
ΓΕΩ. ΦΑΡΚΑΔΟΝΑΣ	1.053
ΓΕΩ. ΚΡΑΝΝΩΝΑ	2.012
ΓΕΩ. ΚΟΙΛΑΔΑΣ	1.587
ΓΕΩ. ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ	1.019
ΓΕΩ. ΑΡΜΕΝΙΟΥ	1.051
ΓΕΩ. ΝΙΚΚΑΙΑΣ	1.324
ΓΕΩ. ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΥ	2.486
ΓΕΩ. ΛΑΡΙΣΑΣ	1.766
ΓΕΩ. ΤΥΡΝΑΒΟΥ	1.899
ΓΕΩ. ΑΜΠΕΛΑΚΙΩΝ	1.865
ΓΕΩ. ΜΑΚΡΥΧΩΡΙΟΥ	0.395
ΓΕΩ. ΚΑΤΩ ΟΛΥΜΠΟΥ	0.515

5.5 Σενάρια Προσομοίωσης

Προσομοιώθηκαν 12 σενάρια με συνδυασμό τριών διαφορετικών διατάξεων έργων και τεσσάρων διαφορετικών στόχων συνολικής αρδευτικής ζήτησης.

5.5.1 Σενάρια Διατάξεων του Υδροσυστήματος

Οι τρεις διατάξεις που εξετάστηκαν είναι:

➤ **Διάταξη Α: Υφιστάμενη Κατάσταση**

Το σενάριο αυτό προσομοιώνει τη σημερινή κατάσταση λαμβάνοντας υπ' όψη ότι το μόνο έργο ταμίευσης που υπάρχει είναι αυτό του Πλαστήρα, υπό την παραδοχή ότι τα υδάτινα αποθέματά του διατίθενται μόνο για τις περιοχές της Καρδίτσας και του Κάμπου. Η ασφαλής ετήσια απόληψη από τον ταμιευτήρα θεωρήθηκε ίση με 120 hm^3 , η οποία βάσει της μελέτης των Κουτσογιάννη κ.ά. [2001] αντιστοιχεί σε επίπεδο αξιοπιστίας μεγαλύτερο του 90% θεωρώντας το δυσμενέστερο υδρολογικό σενάριο εισροών.

➤ **Διάταξη Β: Υφιστάμενη Κατάσταση με Σμόκοβο**

Δεδομένου ότι απ' όλα τα φράγματα το πιο πιθανό να λειτουργήσει είναι αυτό του Σμοκόβου, το οποίο μάλιστα βρίσκεται υπό κατασκευή, θεωρήθηκε ότι θα αποτελεί την αμέσως επόμενη κατάσταση του υδροσυστήματος. Η παραδοχή που έγινε είναι ότι τα νερά του φράγματος του Σμοκόβου διατίθενται μόνο για τις περιοχές του Ταμάσιου, της Άρνης και των Σοφάδων [Λαζαρίδης, 2001, προσωπική επικοινωνία]. Η ασφαλής ετήσια απόληψη από τον ταμιευτήρα θεωρήθηκε ίση με 140 hm^3 , η οποία βάσει της μελέτης των Κουτσογιάννη κ.ά. [2001] αντιστοιχεί σε επίπεδο αξιοπιστίας μεγαλύτερο του 90% θεωρώντας το δυσμενέστερο υδρολογικό σενάριο εισροών.

➤ **Διάταξη Γ: Υφιστάμενη Κατάσταση με Σμόκοβο και Εκτροπή Αχελώου**

Το σενάριο αυτό θεωρεί ότι το Σμόκοβο βρίσκεται υπό λειτουργία και πως τα νερά του Αχελώου έχουν εκτραπεί προς τη Θεσσαλία. Από την συνολικά διατίθεμένη ποσότητα των 600 hm^3 ετησίως, ως εισροή λαμβάνονται τα 500 hm^3 διότι τα υπόλοιπα 100 hm^3 θα δεσμεύονται για περιβαλλοντικούς σκοπούς και την Κάρλα [Κουτσογιάννης κ.ά., 2001]. Οι διατιθέμενες ποσότητες της εκτροπής του Αχελώου τροφοδοτούν τον κόμβο του Παμίσου, δεδομένου ότι στην περιοχή αυτή καταλήγει η σήραγγα εκτροπής.

Στα σενάρια αυτής της διπλωματικής εργασίας δεν συμπεριλήφθησαν άλλες πιθανές διατάξεις του δικτύου, οι οποίες περιλαμβάνουν τους υπόλοιπους ταμιευτήρες που έχουν μελετηθεί (Θεόπετρα, Παλαιοδερλί, κ.λ.π.). Αυτό έγινε διότι δεν θεωρήθηκε πως οι ταμιευτήρες αυτοί πρόκειται να προστεθούν στο άμεσο μέλλον στο υδροσύστημα. Όσον αφορά την εκτροπή του Αχελώου, αν και δεν πρόκειται να υλοποιηθεί άμεσα, εν τούτοις διερευνήθηκε διότι αφενός αποτελεί έναν σημαντικό φυσικό υδατικό πόρο με πολλαπλές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, αφετέρου αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα διαμόρφωσης της δυναμικής της περιοχής με πολλές πολιτικές, κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις.

5.4.2 Σενάρια Υδατικών Καταναλώσεων

Τα τέσσερα σενάρια υδατικών καταναλώσεων που υιοθετήθηκαν αφορούν τέσσερις πιθανές περιπτώσεις διαμόρφωσης των αρδευτικών καταναλώσεων, που αποτελούν και την κύρια μορφή κατανάλωσης στην περιοχή.

➤ **Χαμηλή Κατανάλωση**

Το σενάριο αυτό υποθέτει ότι η κατανάλωση θα μειωθεί στα επίπεδα του 1992, δηλαδή στα $1111.5 \text{ hm}^3/\text{έτος}$. Αποτελεί αισιόδοξο σενάριο, το οποίο όμως είναι εξαιρετικά δύσκολο να πραγματοποιηθεί.

➤ **Μέση Κατανάλωση**

Το σενάριο αυτό υποθέτει ότι η κατανάλωση θα κυμανθεί στα επίπεδα του 1995, οπότε θα φτάσει τα $1444.9 \text{ hm}^3/\text{έτος}$ (30% περισσότερο του 1992). Στο σενάριο αυτό εισάγονται οι πιο πρόσφατες καταναλωτικές ανάγκες, διότι μέχρι αυτό το έτος υπάρχουν στοιχεία αρδευόμενων εκτάσεων. Αποτελεί ένα ρεαλιστικό σενάριο, που όμως ίσως να βρίσκεται πιο χαμηλά από τις σημερινές υδατικές απαιτήσεις.

➤ **Υψηλή Κατανάλωση**

Στο σενάριο αυτό θεωρείται ότι οι αρδευτικές ανάγκες έχουν αυξηθεί από το 1995 κατά 15% (από το 1992 κατά 50%), οπότε ανέρχονται σε $1667.2 \text{ hm}^3/\text{έτος}$. Η

θεώρηση αυτή κατά πάσα πιθανότητα δεν απέχει από τη σημερινή πραγματικότητα, δεδομένου ότι η κατανάλωση ιστορικά εμφανίζει αυξητικές τάσεις. Βέβαια, σύμφωνα με τη σχέση που προέκυψε από τα στοιχεία της Ε.Σ.Υ.Ε., η αύξηση αυτή θα έπρεπε να είναι στο επίπεδο του 22% και όχι του 50% σε σχέση με την οκταετία 1988 – 1995. Επομένως, το σενάριο αυτό μπορεί να υποτεθεί ότι είναι πιο πάνω από τις σημερινές καταναλώσεις.

➤ **Ακραία Κατανάλωση**

Στο σενάριο αυτό έγινε η θεώρηση ότι η Θεσσαλία έχει φτάσει στο όριο των αρδεύσιμων εκτάσεων, με εφαρμογή των πιο υδροβόρων καλλιεργειών. Προφανώς, ο συντελεστής που συσχετίζει τη σημερινή κατάσταση με την ακραία περίπτωση δεν είναι εύκολο να βρεθεί, οπότε κατά προσέγγιση θεωρήθηκε ότι ο συντελεστής αυτός συνεπάγεται 80% περισσότερη κατανάλωση σε σχέση με την οκταετία 1988 – 1995, δηλαδή η ζήτηση ανέρχεται σε $2000.6 \text{ hm}^3/\text{έτος}$ (38% περισσότερο από το 1995). Η περίπτωση αυτή δεν θεωρείται ιδιαίτερα πιθανή, αλλά εξαρτάται από την προσφορά διαθεσίμων υδάτων.

5.6 Αποτελέσματα

Για κάθε ένα από τα παραπάνω σενάρια έγινε προσομοίωση του υδροσυστήματος με βάση τις ιστορικές χρονοσειρές απορροής των υδρολογικών ετών 1960 – 1993. Στη συνέχεια κατασκευάστηκαν οι καμπύλες απολήψεων – αστοχίας, οι οποίες συσχετίζουν για κάθε περίπτωση διάταξης του δικτύου και απόληψης την προκύπτουσα σταθμισμένη αστοχία. Η σταθμισμένη αστοχία ορίστηκε είτε ως αστοχία έτους είτε ως αστοχία μήνα. Στην πρώτη περίπτωση, εάν αστοχήσει έστω και ένας μήνας αστοχεί ολόκληρο το έτος για τον κόμβο αναφοράς, ενώ στη δεύτερη εάν αστοχήσει ένας μήνας τότε αστοχεί μονάχα ο μήνας στο σύνολο των 6 μηνών της αρδευτικής περιόδου.

Οι πιθανότητες αστοχίας για κάθε κόμβο ζήτησης / ορίζονται ως:

$$a_{i,y} = \frac{t_{i,y}}{33} \quad (2) \quad \text{για το έτος και}$$

$$a_{i,m} = \frac{t_{i,m}}{198} \quad (3) \quad \text{για το μήνα,}$$

όπου $a_{i,y}$ η ετήσια πιθανότητα αστοχίας για τον κόμβο i , $t_{i,y}$ το σύνολο των υδρολογικών ετών κατά τα οποία παρατηρήθηκε έλλειμμα, $a_{i,m}$ η μηνιαία πιθανότητα αστοχίας για τον κόμβο i και $t_{i,m}$ το σύνολο των χρονικών βημάτων (μηνών) κατά τα οποία παρατηρήθηκε έλλειμμα. Στη σχέση (2) το 33 αντιπροσωπεύει το σύνολο των ετών κατά τα οποία έγινε η προσομοίωση, ενώ το 198 συμβολίζει τους αντίστοιχους αρδεύσιμους μήνες.

Η σταθμισμένη αστοχία του δικτύου ορίζεται ως:

$$a_j = \frac{\sum_{i=1}^n d_i a_{i,j}}{\sum_{i=1}^n d_i} \quad (4)$$

όπου ο δείκτης j συμβολίζει το έτος (y) ή το μήνα (m), ενώ d_i είναι η ετήσια αρδευτική ζήτηση στον κόμβο i . Η έννοια της σταθμισμένης αστοχίας υιοθετείται ως μία κατά το δυνατόν πιο αντικειμενική εκτιμήτρια της μέσης αστοχίας του υδροσυστήματος. Με τον τρόπο αυτόν οι κόμβοι που έχουν μεγαλύτερες αρδευτικές ανάγκες συμμετέχουν σε μεγαλύτερο βαθμό στη διαμόρφωση του δείκτη αστοχίας του δικτύου.

Τα κυριότερα αποτελέσματα των προσομοιώσεων συνοψίζονται στους Πίνακες 5.2.α, 5.2.β, 5.3.α, 5.3.β, 5.4.α και 5.4.β καθώς και στα Σχήματα 5.2 έως 5.9.

Πίνακας 5.2α: Αποτελέσματα Προσομοιώσεων για τη διάταξη Α (υφιστάμενη κατάσταση)

Σενάριο Υδατικών Καταναλώσεων	Ολική αρδευτική ζήτηση (σε hm^3)	Σταθμισμένη ετήσια αστοχία (%)	Σταθμισμένη μηνιαία αστοχία (%)
Χαμηλό	1111	80	32
Μέσο	1445	86	37
Υψηλό	1667	89	42
Ακραίο	2001	94	52

Πίνακας 5.2β: Αποτελέσματα Προσομοιώσεων για τη διάταξη Α (υφιστάμενη κατάσταση)

Σενάριο Υδατικών Καταναλώσεων	Ολικό ετήσιο έλλειμμα	Σταθμισμένο έλλειμμα	Mέση ετήσια απόληψη από επιφανειακά νερά	Mέση ετήσια απόληψη από υπόγεια νερά	Mέση ετήσια συνολική απόληψη	Mέση ετήσια απορροή στις εκβολές
			(σε hm ³)	(%)	(σε hm ³)	(σε hm ³)
Χαμηλό	211,63	19,04	514,50	429,00	943,50	2605,40
Μέσο	414,39	28,68	577,40	496,80	1074,20	2561,80
Υψηλό	572,38	34,33	603,30	535,10	1138,40	2536,20
Ακραίο	837,69	41,87	636,90	569,10	1206,00	2503,50

Πίνακας 5.3α: Αποτελέσματα Προσομοιώσεων για τη διάταξη Β (υφιστάμενη κατάσταση και Σμόκοβο)

Σενάριο Υδατικών Καταναλώσεων	Ολική αρδευτική ζήτηση (σε hm ³)	Σταθμισμένη ετήσια αστοχία (%)	Σταθμισμένη μηνιαία αστοχία (%)
Χαμηλό	1111	56	21
Μέσο	1445	64	27
Υψηλό	1667	72	33
Ακραίο	2001	84	42

Πίνακας 5.3β: Αποτελέσματα Προσομοιώσεων για τη διάταξη Β (υφιστάμενη κατάσταση και Σμόκοβο)

Σενάριο Υδατικών Καταναλώσεων	Ολικό ετήσιο έλλειμμα	Σταθμισμένο έλλειμμα	Mέση ετήσια απόληψη από επιφανειακά νερά	Mέση ετήσια απόληψη από υπόγεια νερά	Mέση ετήσια συνολική απόληψη	Mέση ετήσια απορροή στις εκβολές
			(σε hm ³)	(%)	(σε hm ³)	(σε hm ³)
Χαμηλό	142,03	12,78	668,00	345,10	1013,10	2470,10
Μέσο	296,50	20,52	739,30	452,70	1192,00	2419,10
Υψηλό	441,35	26,47	766,50	503,00	1269,50	2393,30
Ακραίο	697,28	34,85	800,90	545,90	1346,80	2359,80

Πίνακας 5.4α: Αποτελέσματα Προσομοιώσεων για τη διάταξη Γ (υφιστάμενη κατάσταση με Σμόκοβο και Εκτροπή Αχελώου)

Σενάριο Υδατικών Καταναλώσεων	Ολική αρδευτική ζήτηση (σε hm ³)	Σταθμισμένη ετήσια αστοχία (%)	Σταθμισμένη μηνιαία αστοχία (%)
Χαμηλό	1111	33	15
Μέσο	1445	36	17
Υψηλό	1667	41	20
Ακραίο	2001	52	26

Πίνακας 5.4β: Αποτελέσματα Προσομοιώσεων για τη διάταξη Γ (υφιστάμενη κατάσταση με Σμόκοβο και Εκτροπή Αχελώου)

Σενάριο Υδατικών Καταναλώσεων	Ολικό ετήσιο έλλειμμα (σε hm ³)	Σταθμισμένο έλλειμμα (%)	Mέση ετήσια απόληψη από επιφανειακά νερά	Mέση ετήσια απόληψη από υπόγεια νερά	Mέση ετήσια συνολική απόληψη	Mέση ετήσια απορροή στις εκβολές
			(σε hm ³)	(%)	(σε hm ³)	(σε hm ³)
Χαμηλό	92,00	8,28	858,00	205,10	1063,10	2780,20
Μέσο	172,60	11,95	1218,20	276,30	1494,50	2618,90
Υψηλό	239,52	14,37	1137,20	334,20	1471,40	2522,70
Ακραίο	386,16	19,30	1218,20	440,00	1658,20	2442,60

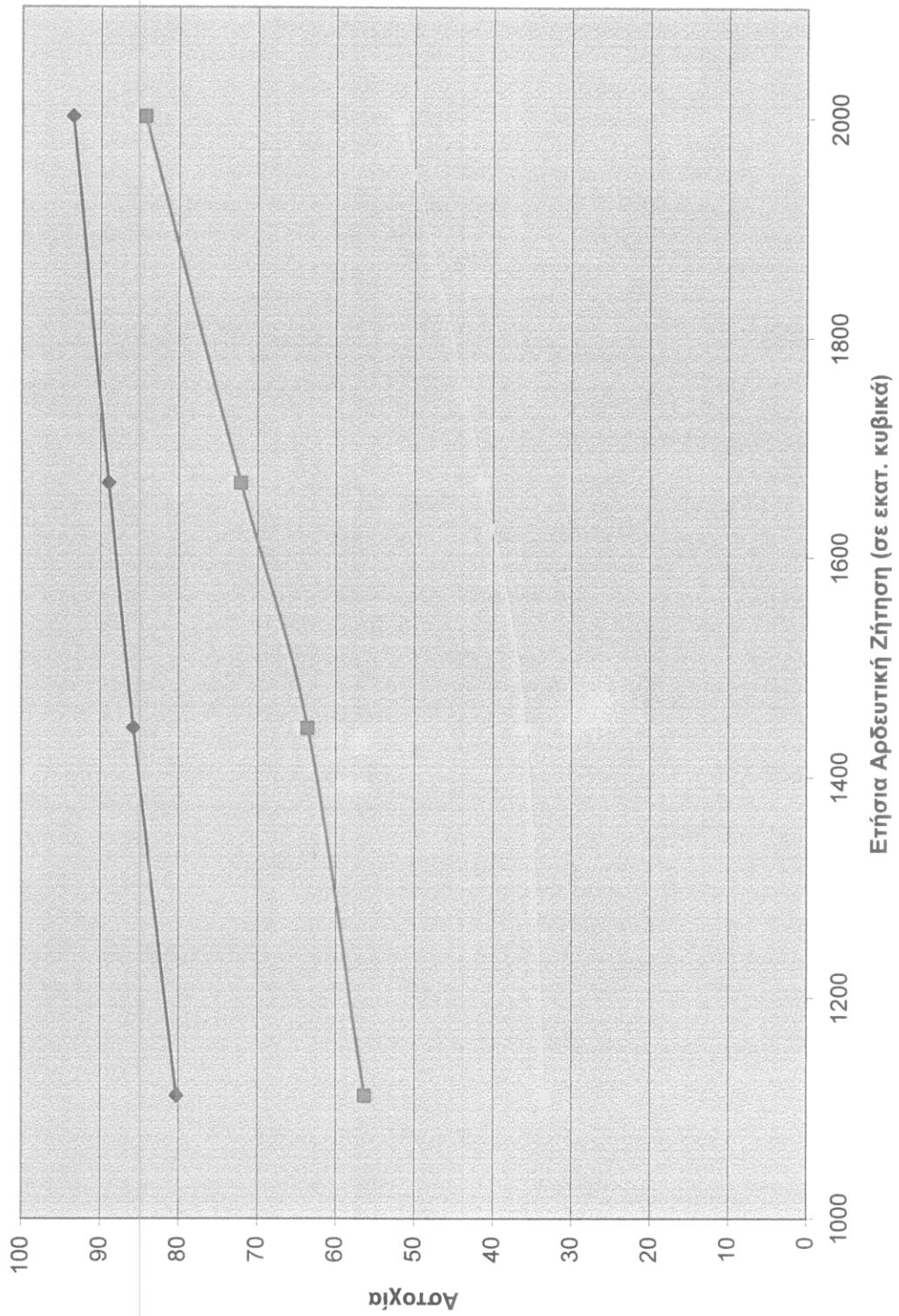
Τα κυριότερα συμπεράσματα της ανάλυσης έχουν ως εξής:

- Η υφιστάμενη κατάσταση του υδροσυστήματος μπορεί να χαρακτηριστεί ιδιαίτερα δυσμενής, με τάσεις περαιτέρω επιδείνωσης. Ακόμα και στην περίπτωση του χαμηλού σεναρίου ζήτησης, το ποσοστό αστοχίας είναι εξαιρετικά υψηλό, της τάξης του 80%. Αυτό σημαίνει ότι κατά μέσο όρο 4 στα 5 χρόνια προκύπτει έλλειμμα υδατικών πόρων. Αν θεωρηθεί ότι το μέσο σενάριο κατανάλωσης είναι και το πιο

αντιπροσωπευτικό της παρούσης κατάστασης, τότε το αντίστοιχο μέσο ετήσιο έλλειμμα ξεπερνά τα 400 hm^3 . Είναι προφανές ότι η ποσότητα αυτή μπορεί να είναι σημαντικά μεγαλύτερη σε περιόδους έμμονης ξηρασίας.

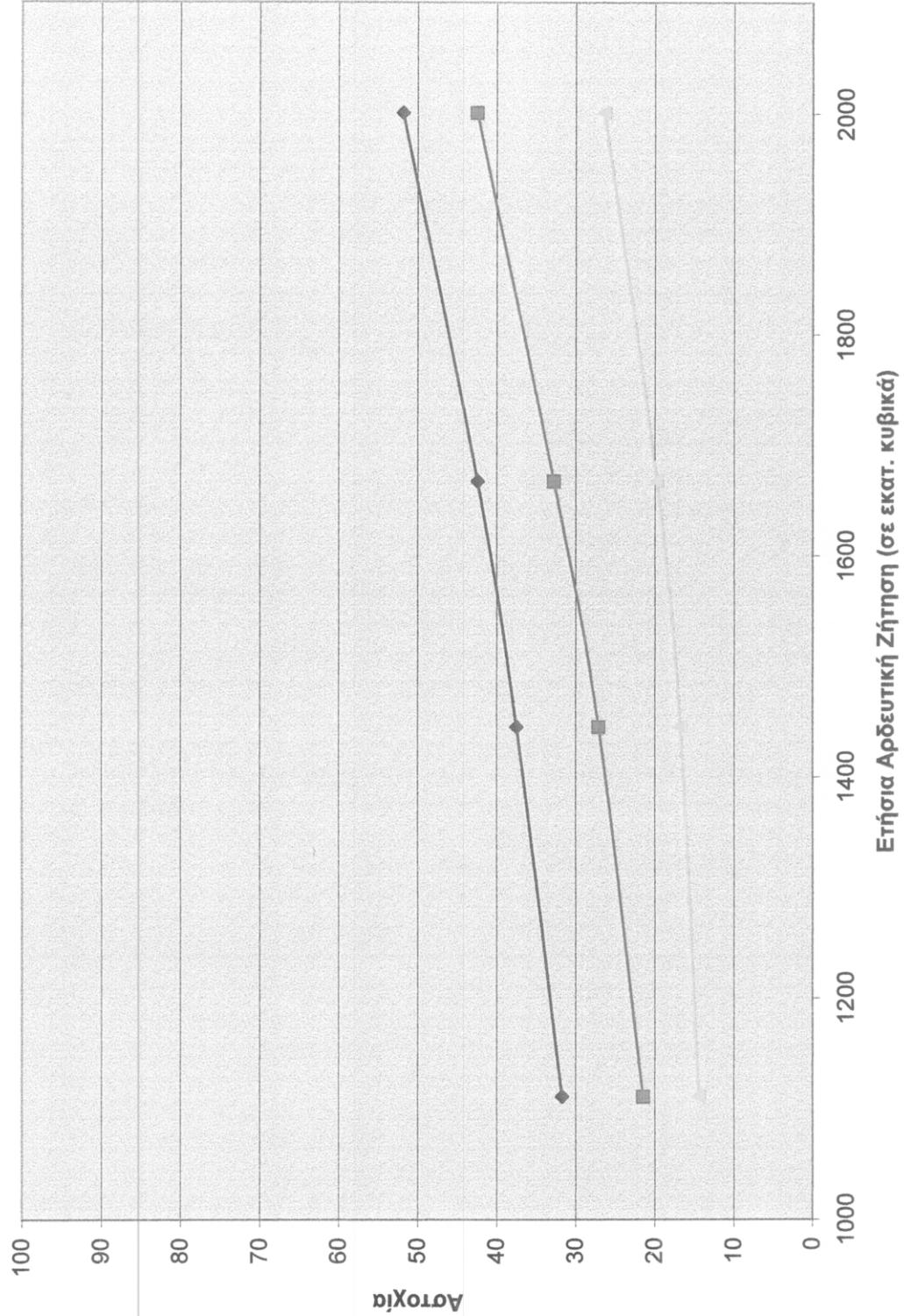
- Ένα σημαντικό στοιχείο που προκύπτει από την ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης είναι η σχετικά περιορισμένη εκμετάλλευση των υπόγειων υδροφορέων (περίπου $430 \text{ hm}^3/\text{έτος}$ για το σενάριο χαμηλής κατανάλωσης και $500 \text{ hm}^3/\text{έτος}$ για το σενάριο μέσης κατανάλωσης). Αυτό σημαίνει ότι οι απολήψεις που υπολογίζεται ότι πραγματοποιούνται σήμερα (μεταξύ 550 και $590 \text{ hm}^3/\text{έτος}$) μπορούν να μειωθούν στα πλαίσια μιας πιο ορθολογικής χρήσης του νερού.
- Η λειτουργία του ταμιευτήρα Σμοκόβου, μέσω του οποίου θα μπορούν να διατίθενται μέχρι και $140 \text{ hm}^3/\text{έτος}$ με υψηλό επίπεδο αξιοπιστίας (της τάξης του 90%), αναμένεται να βελτιώσει αρκετά την σημερινή έντονα αρνητική εικόνα, χωρίς ωστόσο να οδηγήσει σε ικανοποιητική λύση του προβλήματος. Συγκεκριμένα, με βάση το σενάριο μέσης κατανάλωσης, η αστοχία του συστήματος θα μειωθεί στα επίπεδα της τάξης του 60% και το αντίστοιχο μέσο έλλειμμα στα $300 \text{ hm}^3/\text{έτος}$.
- Η εκτροπή του Αχελώου αναμένεται να βελτιώσει περαιτέρω την υφιστάμενη κατάσταση, περιορίζοντας την αστοχία του συστήματος στα επίπεδα του 35%. Η μεγάλη αυτή μείωση της αστοχίας δεν αναμένεται να συνοδευτεί με εξάλειψη του έλλειμματος, το οποίο θα εξακολουθήσει να είναι σχετικά υψηλό, της τάξης των $170 \text{ hm}^3/\text{έτος}$. Βεβαίως, το έλλειμμα αυτό οφείλεται κατά ένα σημαντικό ποσοστό στην έλλειψη έργων υποδομής στις περιοχές της Κοιλάδας και του Κράννωνα, οι οποίες αρδεύονται μόνο από υπόγεια νερά.
- Πέρα από τη σημαντική βελτίωση της αξιοπιστίας του συστήματος, η εκτροπή του Αχελώου αναμένεται να συμβάλει δραστικά στη μείωση των απολήψεων από τους υπόγειους υδροφορείς, η οποία δεν θα ξεπερνά τα $280 \text{ hm}^3/\text{έτος}$, με βάση το μέσο σενάριο κατανάλωσης. Με τον τρόπο αυτό διαφαίνεται ότι το έργο της εκτροπής θα έχει πολλαπλά οφέλη, όχι μόνο ως προς τη γεωργική παραγωγή αλλά και ως προς το περιβάλλον.

Καμπύλη Σταθμισμένης Επίστασας Αστοχίας

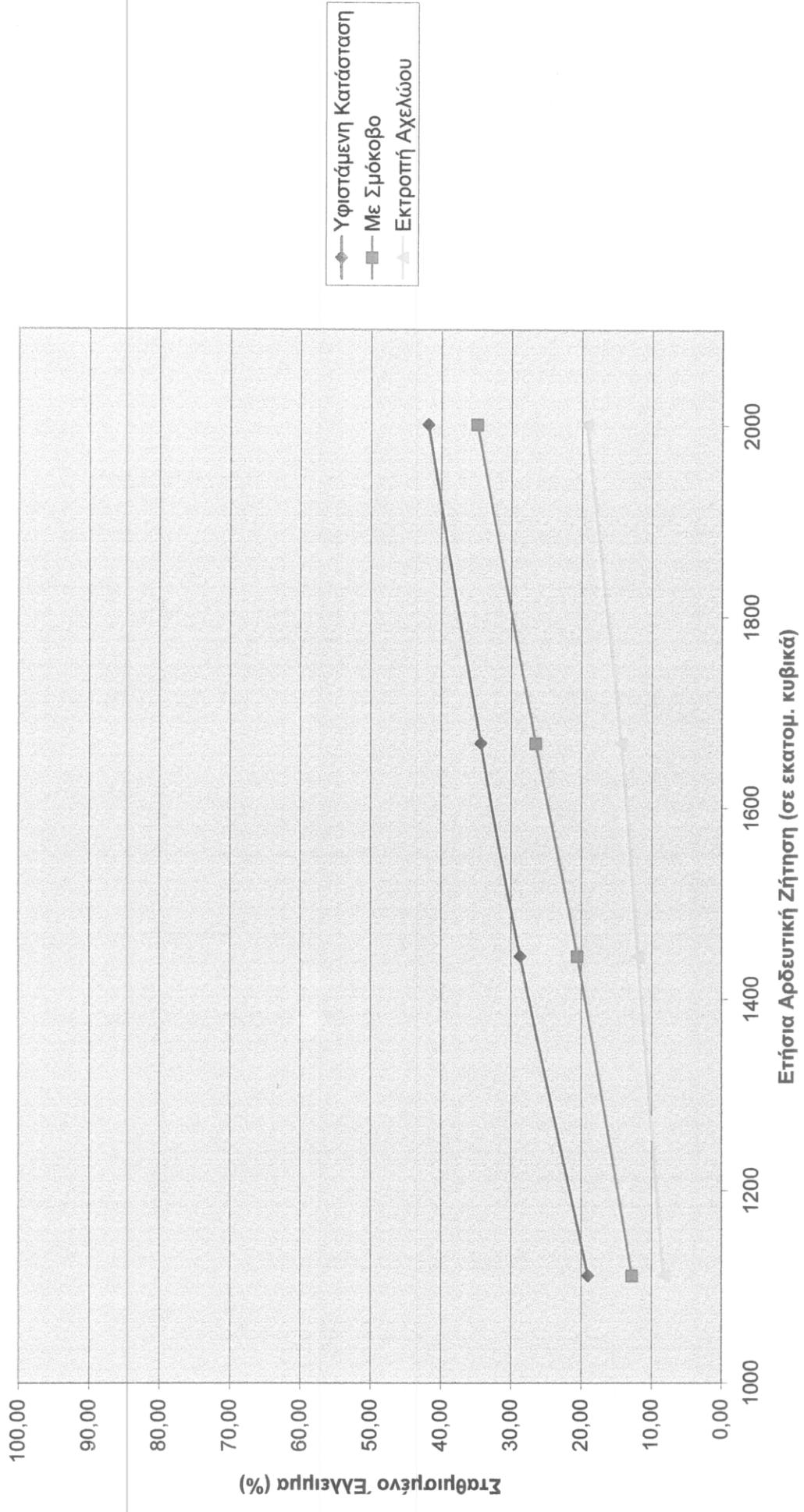


Σχήμα 5.2

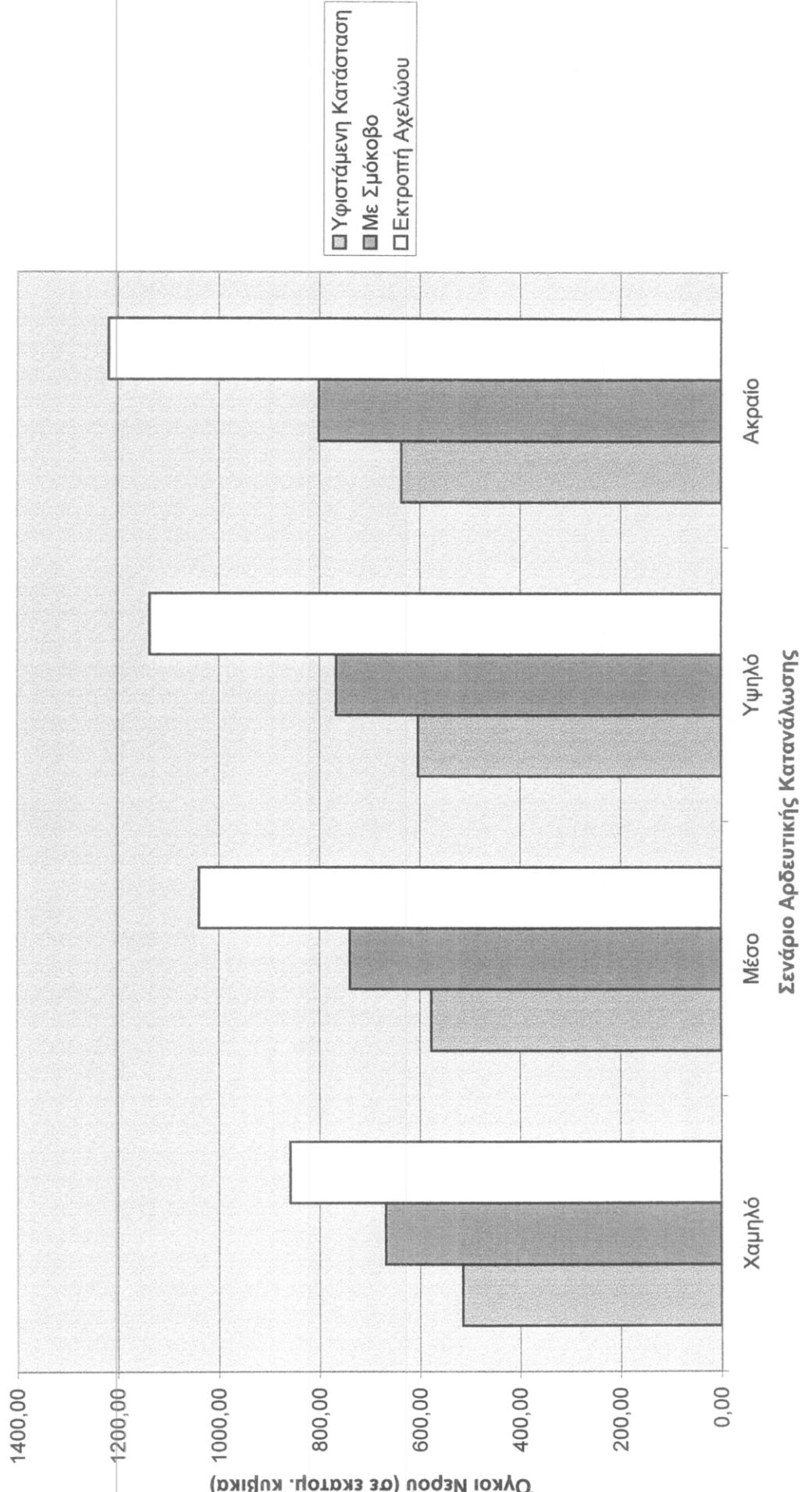
Καμπύλη Σταθμισμένης Μηνιαίας Αστοχίας



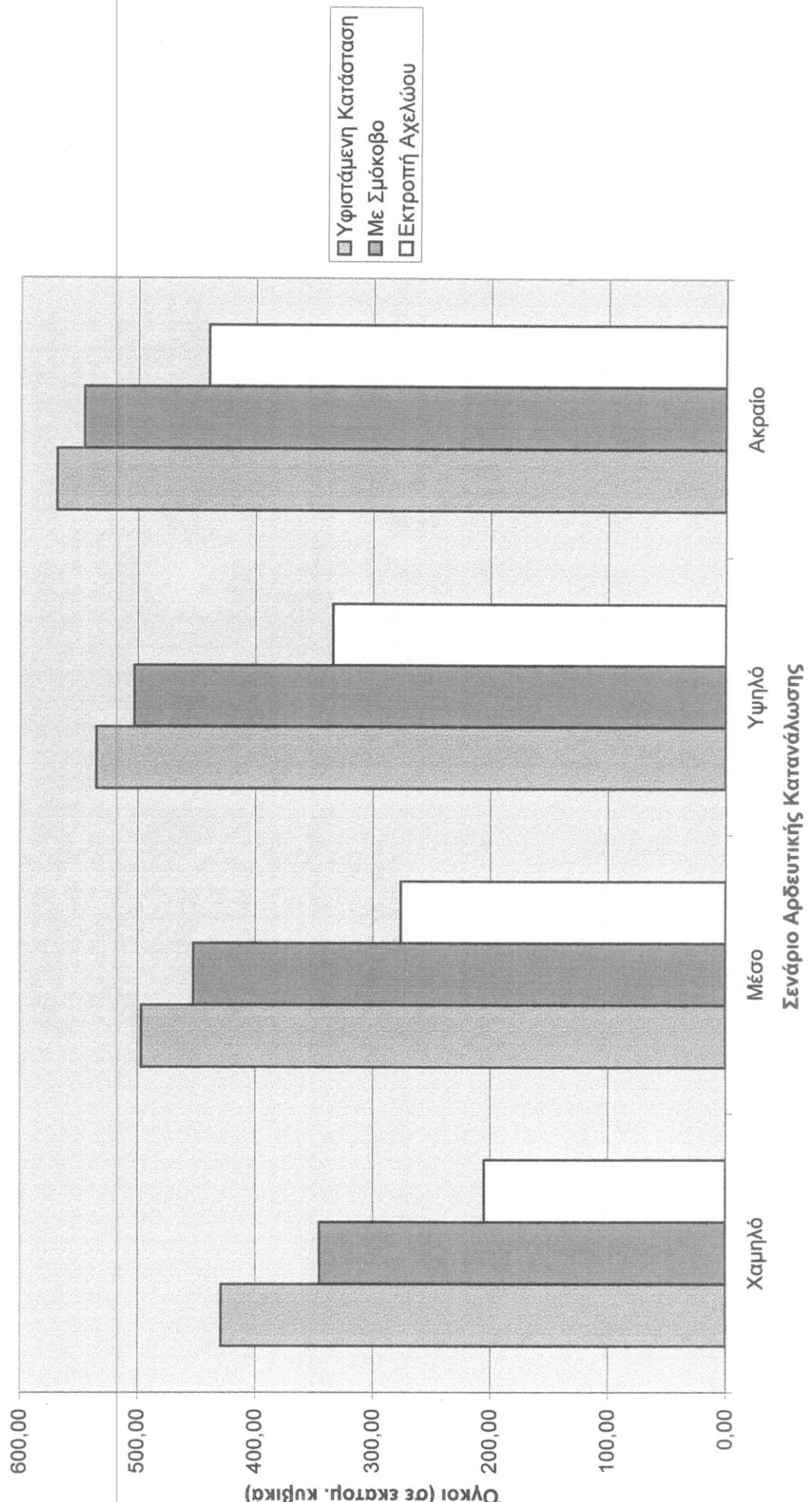
Καμπύλες Σταθμισμένου Ερήσιου Ελείμματος



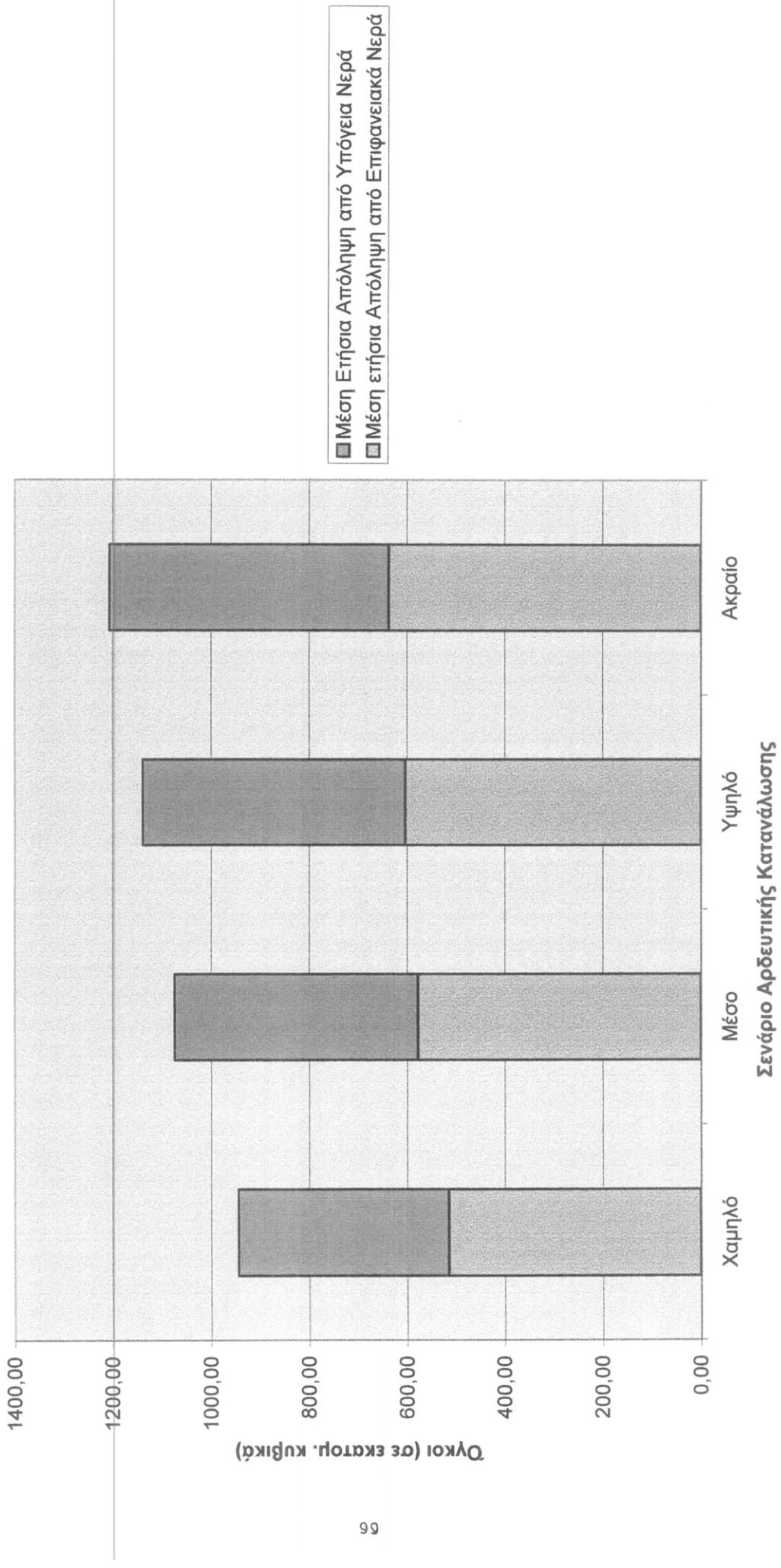
Μέση Επίστρια Απόληψη από Επιφανειακά Νερά



Μέση Επήσια Απόληψη από Υπόγεια Νερά

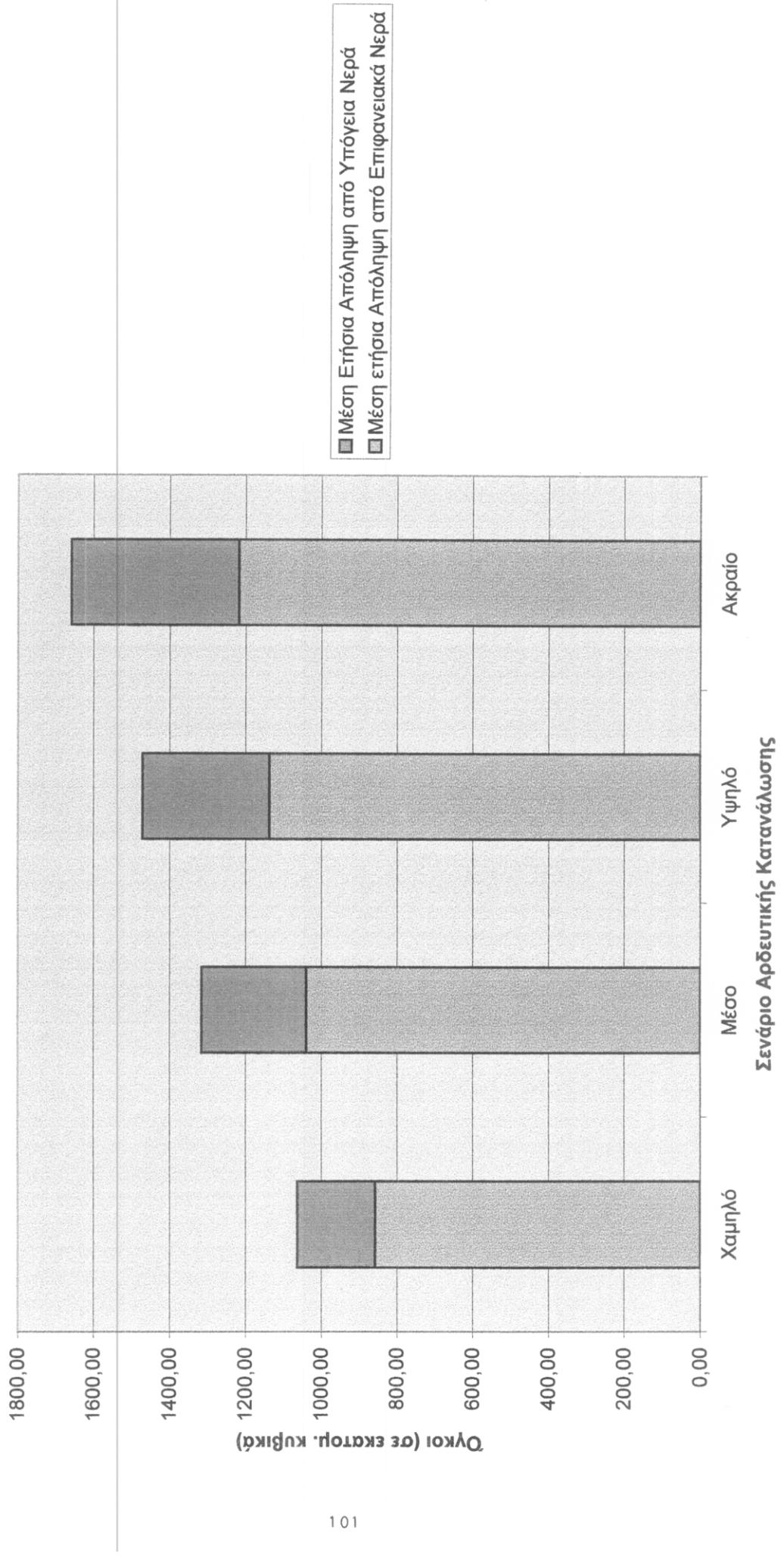


Ποσοτική Σύνθεση της μέσης επήσιας συνολικής απόληψης διάταξης έργων Α

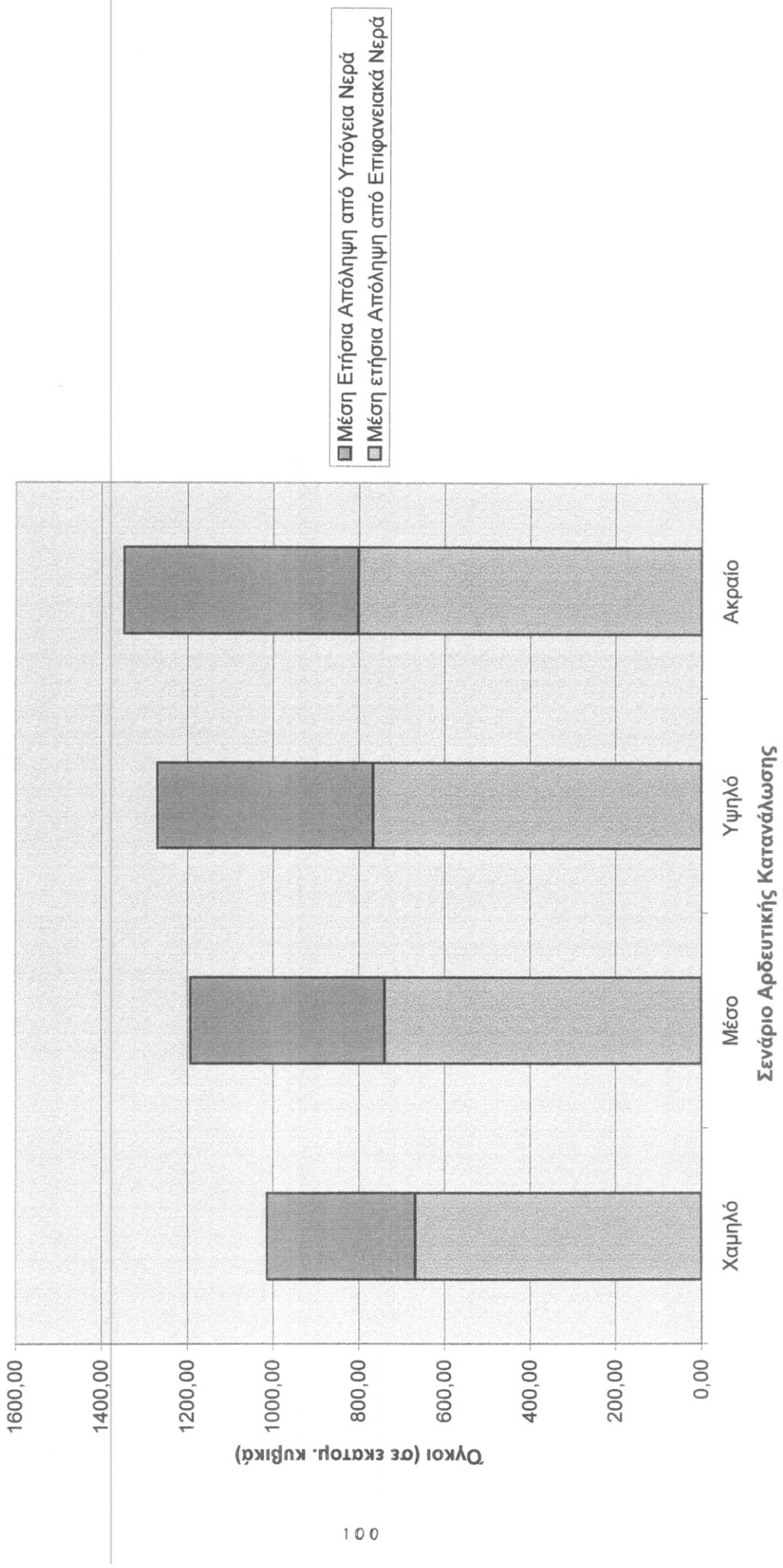


Σχήμα 5.7

Ποσοτική Σύνθεση της μέσης επίσιας συνολικής απόληψης στη διάταξη έργων Γ



Ποσοτική Σύνθεση της μέσης επίστιας συνολικής απόληψης σημ διάταξη έργων Β



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Συμπεράσματα - Σύνοψη

Από την ανάλυση που έγινε, εξάγονται τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Το Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας αποτελεί το κέντρο της αγροτικής οικονομίας της χώρας. Το βασικό πρόβλημα της περιοχής είναι η ανεπάρκεια υδατικών πόρων για την κάλυψη των αρδευτικών αναγκών, οι οποίες ξεπερνούν το 1,1 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα το έτος. Αν και το επιφανειακό υδατικό δυναμικό θα αρκούσε από μόνο του για την κάλυψη των παραπάνω αναγκών, εντούτοις λόγω της έλλειψης βασικών έργων υποδομής, π.χ. ταμιευτήρων, δεν επιτυγχάνεται η επιθυμητή χρονική ρύθμιση των διατιθεμένων ποσοτήτων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να προκύπτουν σημαντικά ελλείμματα κατά τους κρίσιμους μήνες της αρδευτικής περιόδου. Συνέπεια αυτού, είναι η υπέρμετρη εκμετάλλευση του υπόγειου υδροφορέα, η οποία έχει οδηγήσει σε σημαντική ταπείνωση της στάθμης με αποτέλεσμα την ποσοτική και ποιοτική υποβάθμιση των υπογείων υδάτων.
- Στα πλαίσια της παρόύσας εργασίας διερευνήθηκε η συμπεριφορά του υδροσυστήματος, βάσει ενός μοντέλου προσομοίωσης του ισοζυγίου προσφοράς και ζήτησης των υδατικών πόρων. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε βασίστηκε στη συστημική προσέγγιση, με τη διαμόρφωση ενός ιδεατού δικτύου στο οποίο προσομοιώνονται οι κυριότερες διεργασίες του υδροσυστήματος. Η βασική παραδοχή ήταν η ομαδοποίηση των υδατικών αναγκών και η αναγωγή τους από επιφανειακές (κατανεμημένες) σε σημειακές, ακολουθώντας παράληλα την υδρολογία της περιοχής.
- Για τις ανάγκες της εργασίας αυτής έγινε συλλογή και επεξεργασία μιας πληθώρας δεδομένων όπως υδρολογικών, μετεωρολογικών, γεωγραφικών, κλπ. Βάσει των παραπάνω δεδομένων εκτιμήθηκαν οι υδατικοί πόροι νερού και οι υδατικές ανάγκες της περιοχής μελέτης. Όσον αφορά τους υδατικούς πόρους, χρειάστηκε να γίνει μεταφορά της υφιστάμενης ιστορικής παροχομετρικής

πληροφορίας στις θέσεις ενδιαφέροντος (κόμβοι δικτύου) και εν συνεχεία φυσικοποίησή τους. Από την άλλη πλευρά, για την εκτίμηση των αρδευτικών αναγκών, χρησιμοποιήθηκε η πλέον καταξιωμένη διεθνώς (αλλά και ιδιαίτερα απαιτητική ως προς το πλήθος των στοιχείων) μέθοδος FAO Penman – Monteith. Για τον έλεγχο της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων διερευνήθηκε η ευαισθησία ορισμένων παραμέτρων, δύναμης η ταχύτητα ανέμου και το μέσο υψόμετρο. Μάλιστα, από τις αναλύσεις αυτές επαληθεύτηκε η προτεινόμενη από τον FAO τυπική τιμή των 2 m/s για την ταχύτητα ανέμου για την περίπτωση που δεν υπάρχουν ανεμολογικά δεδομένα.

- Για την προσομοίωση του υδροσυστήματος χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό "Υδρονομέας". Το μαθηματικό μοντέλο συνίσταται στη διαμόρφωση ενός προβλήματος δικτυακού γραμμικού προγραμματισμού, το οποίο βελτιστοποιεί την κατανομή των διακινήσεων νερού σε κάθε χρονικό βήμα. Διερευνήθηκαν τρεις διατάξεις του υδροσυστήματος (υφιστάμενη κατάσταση, προσθήκη Σμοκόβου, προσθήκη εκτροπής Αχελώου) και τέσσερα επίπεδα αρδευτικής ζήτησης (χαμηλό, μέσο, υψηλό, ακραίο). Από την ανάλυση που έγινε προέκυψε ότι η υφιστάμενη κατάσταση είναι ιδιαίτερα δυσμενής, τόσο εξαιτίας της χαμηλής αξιοπιστίας του συστήματος όσο και λόγω των σημαντικών ελλειμμάτων που προκύπτουν. Η προσθήκη του ταμιευτήρα Σμοκόβου καθώς και των έργων εκτροπής αναμένεται να βελτιώσουν τα δύο παραπάνω μεγέθη και κυρίως την αξιοπιστία του υδροσυστήματος.
- Συμπερασματικά, μπορεί να ειπωθεί ότι για τη βελτίωση της δυσμενούς σημερινής κατάστασης στη Θεσσαλία, ακόμα και ο δραστικός περιορισμός της κατανάλωσης (μέτρο το οποίο εξάλλου απαιτεί ισχυρή πολιτική βούληση και παροχή σημαντικών οικονομικών κινήτρων) δεν φαίνεται αρκετός. Κατά συνέπεια, η ορθολογικότερη διαχείριση της ζήτησης θα πρέπει να ενισχυθεί με βασικά έργα υποδομής, με πρώτη προτεραιότητα την κατασκευή μεγάλων φραγμάτων αλλά και έργων μεταφοράς και διανομής νερού τόσο για να αποφευχθούν οι απώλειες όσο και για να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή διαχείριση των υδάτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Καραβοκυρός, Γ., Δ. Κουτσογιάννης, και Ν. Μανδέλλος, Ανάπτυξη μοντέλου προσομοίωσης και βελτιστοποίησης του υδροσυστήματος της Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, *Εκτίμηση και Διαχείριση των Υδατικών Πόρων της Στερεάς Ελλάδας - Φάση 3, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τεύχος 40, 161 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ιανουάριος 1999.*
2. Καραβοκυρός, Γ., Α. Ευστρατιάδης, και Δ. Κουτσογιάννης, Υδρονομέας (έκδοση 2): Σύστημα υποστήριξης της διαχείρισης των υδατικών πόρων, *Εκσυγχρονισμός της εποπτείας και διαχείρισης του συστήματος των υδατικών πόρων ύδρευσης της Αθήνας, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τεύχος 11, 84 σελίδες, Αθήνα, Δεκέμβριος 2000.*
3. Κουκουβίνος, Α., και Ε. Ρόζος, Τελική Έκθεση, *Εκσυγχρονισμός του πρωτογενούς αρχείου δεδομένων επιφανειακής και υπόγειας υδρολογίας του Υπουργείου Γεωργίας στη Θεσσαλία, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 77 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ιανουάριος 1999.*
4. Κουτσογιάννης, Δ., Α. Ευστρατιάδης, και Ν. Μαράσης, 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 επιππώσεων εκτροπής του Αχελώου προς τη Θεσσαλία, Εργοδότης: Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, Υδροεξυγιαντική, Συνεργαζόμενοι: Δ. Κουτσογιάννης, 2001. [Κουτσογιάννης κ.ά., 2001α]*

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

5. Κουτσογιάννης, Δ., Υδρολογική διευρεύνηση, Γενική διάταξη έργων εκτροπής Αχελώου προς Θεσσαλία, Ανάδοχος: Ειδική Υπηρεσία Δημοσίων Έργων Αχελώου – Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων – ΥΠΕΧΩΔΕ, Συνεργαζόμενοι: Γ. Καλαούζης, ELECTROWATT, Π. Μαρίνος, και Δ. Κουτσογιάννης, 1996β.
6. Μαρίνος, Π., Υδρογεωλογική μελέτη, Κεφ. 7 της Μελέτης υδατικών συστημάτων, Συνολική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων της Εκτροπής Αχελώου, Ειδική Υπηρεσία Δημοσίων Έργων Αχελώου - Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων - Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, Συνεργαζόμενοι: Υδροεξυγιαντική, 150 σελίδες, Αθήνα, 1995.
7. Ναλμπάντης, Ι., και Δ. Κουτσογιάννης, Τελική Έκθεση, Αναβάθμιση και επικαιροποίηση της υδρολογικής πληροφορίας της Θεσσαλίας, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τεύχος 4, 78 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Μάρτιος 1997.
8. Ομάδα ερευνητικού έργου YBET96, Σχέδιο προγράμματος διαχείρισης των υδατικών πόρων της χώρας, Ταξινόμηση ποσοτικών και ποιοτικών παραμέτρων των υδατικών πόρων με βάση τις αποδελτιωμένες μελέτες του YBET, με χρήση συστημάτων γεωγραφικής πληροφορίας, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 339 σελίδες, Υπουργείο Ανάπτυξης, Αθήνα, Νοέμβριος 1996. [YBET, 1996, σελ.]
9. Chvatal, V., *Linear Programming*, W. H. Freeman and Company, 1983.
10. FAO, Crop evaporation – Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56, Rome, 1998, ISBN 92-5-104219-5.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

11. Koutsoyiannis, D., A. Efstratiadis, and G. Karavokiros, A decision support tool for the management of multi-reservoir systems, *Proceedings of the Integrated Decision-Making for Watershed Management Symposium*, Chevy Chase, Maryland, January 2001, U.S. Environmental Protection Agency, Duke Power, Virginia Tech, 2001.

12. Smith, D. K., *Network Optimization Practice: A Computational Guide*, John Wiley and Sons, 1982.

ΠΑΡΤΗΜΑ Α: Αριθμητικά Δεδομένα

A.1 Ιστορικές Χρονοσειρές Φυσικοποιημένων Παροχών.

A.1.1 Κόμβος 1 (Τρίκαλα – Γόμφοι)

Παροχές (m^3/sec)

Χρονική περίοδος	1960-61	2,7	10,0	89,0	64,9	39,7	52,4	24,2	9,8	3,1	2,4	0,5	0,5
1961-62	9,3	27,6	46,5	29,2	39,9	87,3	22,7	12,3	6,7	1,4	0,7	4,6	4,6
1962-63	27,3	143,4	160,4	147,8	158,5	69,0	51,1	33,0	7,0	1,4	0,8	0,6	0,6
1963-64	10,1	14,1	58,1	47,9	22,0	67,4	35,5	22,4	27,0	8,7	2,5	3,8	3,8
1964-65	9,2	30,9	65,9	58,2	65,2	59,6	67,0	28,4	13,2	12,5	1,1	0,8	0,8
1965-66	0,8	19,2	63,7	49,5	36,4	55,0	26,2	17,7	11,0	7,6	2,9	7,5	7,5
1966-67	7,4	50,5	75,9	62,8	29,9	36,4	53,7	34,3	7,1	14,0	1,9	4,0	4,0
1967-68	1,9	12,0	60,7	101,2	97,0	52,0	28,6	24,5	19,0	2,1	1,7	0,8	0,8
1968-69	6,5	28,8	107,5	80,2	81,3	106,0	47,9	31,1	12,5	2,9	1,5	4,1	4,1
1969-70	2,0	9,1	73,7	85,8	65,0	118,4	46,6	18,6	10,2	9,8	0,9	0,7	0,7
1970-71	8,6	14,8	59,3	88,2	76,8	138,0	86,7	16,7	3,9	3,4	1,8	0,8	0,8
1971-72	0,7	19,5	55,2	50,9	79,3	85,9	85,3	35,6	5,1	5,4	3,0	1,1	1,1
1972-73	29,3	33,4	53,4	20,9	58,4	75,3	73,2	56,2	21,0	17,8	5,4	16,8	16,8
1973-74	35,1	83,4	143,1	152,1	113,8	81,6	67,6	35,5	9,1	1,9	1,0	0,7	0,7
1974-75	12,0	36,4	24,1	13,0	24,6	52,6	44,1	29,5	16,0	13,0	1,3	0,8	0,8
1975-76	2,5	19,0	38,0	21,5	66,1	55,2	38,7	22,7	7,9	2,7	1,0	0,7	0,7
1976-77	3,7	17,9	58,7	23,6	25,2	16,0	11,6	3,2	1,9	1,1	0,7	0,5	0,5
1977-78	0,0	8,5	21,8	47,8	66,0	70,6	66,9	17,9	3,7	1,6	1,0	6,6	6,6
1978-79	1,5	5,4	31,1	63,7	81,0	47,1	71,1	46,6	27,4	11,5	1,3	0,9	0,9
1979-80	21,4	38,5	56,4	56,0	56,8	75,9	44,9	34,5	14,0	3,4	1,7	1,5	1,5
1980-81	15,1	26,5	55,1	42,0	56,3	50,0	42,6	24,8	6,2	1,8	1,2	1,2	1,2

1981-82	3,1	11,0	60,0	76,7	28,6	47,9	40,1	18,8	7,2	2,1	2,3	1,3
1982-83	4,3	34,7	84,4	84,3	24,9	28,5	15,9	6,8	22,8	13,7	1,3	0,8
1983-84	1,3	13,8	64,7	81,8	71,3	57,5	64,3	32,9	13,7	4,5	2,0	3,9
1984-85	4,5	14,5	50,7	50,2	48,8	53,0	59,9	26,2	6,7	2,3	1,1	0,7
1985-86	4,8	86,3	59,7	82,6	127,7	55,8	29,6	29,9	26,3	7,7	3,5	0,9
1986-87	10,7	24,2	54,6	116,5	79,5	116,1	45,1	28,2	10,0	9,1	2,8	1,3
1987-88	17,0	47,0	56,4	54,6	52,4	44,6	22,3	8,5	4,8	1,5	1,0	0,7
1988-89	2,1	35,5	52,4	66,0	34,9	62,1	25,1	20,2	13,8	28,5	1,5	0,9
1989-90	8,4	17,0	49,9	43,4	10,0	15,5	28,0	37,5	2,1	1,4	6,9	0,6
1990-91	2,6	44,5	140,9	65,4	67,7	43,0	91,0	39,0	5,6	9,3	2,6	1,1
1991-92	1,2	28,7	37,1	47,1	9,4	19,6	97,6	34,9	18,2	7,0	1,6	0,9
1992-93	2,9	12,7	54,0	48,5	37,1	48,1	33,8	43,8	6,1	2,2	1,5	0,9
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	8,2	30,9	65,5	64,4	58,5	61,9	48,1	26,7	11,2	6,5	1,9	2,2
ΤΥΠ. ΑΠΟΚ	8,8	27,7	31,6	32,3	33,3	28,4	22,9	11,9	7,4	6,1	1,3	3,2

A.1.2 Κόμβος 2 (Πάνισος)

Παροχές (m^3/sec)

1960-61	0,15	-	14,43	9,08	9,71	10,17	2,66	3,03	1,27	2,09	0,65	0,90
1961-62	2,05	7,93	11,20	7,80	8,21	19,51	7,84	7,95	2,26	6,40	1,02	0,06
1962-63	2,30	14,09	30,43	28,31	34,13	26,82	6,93	7,37	1,92	31,40	2,99	4,53
1963-64	5,37	10,77	21,52	13,23	14,46	16,04	9,44	7,30	2,60	5,78	0,87	0,36
1964-65	1,20	2,21	15,56	15,31	18,96	16,62	35,73	18,68	4,73	0,23	0,49	0,71
1965-66	0,25	11,57	21,08	24,03	27,70	22,99	18,30	11,10	3,87	0,35	0,59	0,11
1966-67	1,03	19,71	22,39	18,14	21,55	16,40	21,37	11,49	2,44	0,20	0,46	0,06
1967-68	-	-	10,90	21,03	22,86	20,05	0,84	3,37	2,14	12,84	1,58	1,77

A.1.3 Κόμβος 3 (Οιχαλία – Σελλάνοι)

Παροχές (m³/sec)

	1960-61	4,11	1,24	-	-	-	20,81	5,08	2,83	3,11	0,77	2,72	2,12
1961-62	-	-	-	-	14,41	48,99	11,49	0,10	0,18	0,22	1,95	5,52	5,52
1962-63	-	-	-	-	60,88	36,16	28,05	21,39	20,48	0,24	0,20	0,07	0,07
1963-64	9,15	-	-	-	21,00	33,33	0,03	0,11	0,20	0,25	1,94	0,07	0,07
1964-65	-	2,53	-	-	-	-	0,03	0,11	0,22	0,26	3,20	3,08	3,08
1965-66	3,31	-	-	-	-	-	0,04	0,18	0,33	0,41	0,82	0,80	0,80
1966-67	2,83	-	-	-	-	-	0,02	0,10	0,19	0,23	2,49	4,47	4,47
1967-68	7,68	14,44	10,92	-	-	-	5,64	0,17	7,71	0,39	3,06	2,10	2,10
1968-69	-	-	17,23	69,70	30,74	56,03	20,16	0,25	0,48	2,78	1,85	1,47	1,47
1969-70	2,15	-	-	-	-	-	0,07	0,29	0,80	0,66	3,04	3,88	3,88
1970-71	0,27	-	-	-	4,23	-	0,08	7,63	6,42	3,42	2,97	6,41	6,41
1971-72	5,02	1,61	-	28,20	21,00	31,05	0,09	0,58	8,19	6,67	2,65	5,58	5,58
1972-73	-	-	16,71	25,63	34,44	0,09	0,38	0,71	0,87	1,27	0,25	0,25	0,25
1973-74	-	-	-	8,78	28,61	0,09	0,41	6,48	6,70	4,28	5,28	5,28	5,28
1974-75	-	-	-	-	-	0,10	0,43	0,81	0,99	4,36	16,03	16,03	16,03
1975-76	4,09	-	36,15	73,82	7,31	8,76	30,23	3,05	6,01	3,49	2,89	2,89	2,89
1976-77	1,14	-	-	-	-	-	0,10	0,95	2,79	0,95	0,80	0,93	0,93
1977-78	3,24	-	0,31	39,75	0,93	-	0,11	0,49	2,77	3,19	4,06	18,89	18,89
1978-79	9,67	11,12	34,04	26,02	11,11	-	0,10	0,41	0,78	0,95	2,78	3,94	3,94
1979-80	-	75,89	16,53	92,94	9,05	19,76	4,67	2,44	6,25	1,21	3,99	1,87	1,87
1980-81	24,72	-	-	1,66	13,72	8,39	20,42	0,50	4,24	10,39	9,79	11,61	11,61
1981-82	9,43	5,22	-	-	26,89	120,49	101,03	84,05	21,63	1,95	1,33	9,48	9,48
1982-83	17,89	17,92	9,88	-	23,79	21,46	18,42	4,41	0,60	0,74	5,11	3,16	3,16
1983-84	3,01	-	10,37	-	38,32	27,97	58,78	0,67	5,83	4,33	3,07	0,34	0,34
1984-85	-	-	-	-	-	-	0,13	0,57	2,08	4,11	2,40	2,42	2,42
1985-86	13,65	-	-	-	-	-	4,94	0,15	0,64	5,18	1,49	1,25	0,42
1986-87	-	1,90	-	-	-	-	83,07	45,98	6,68	13,48	1,54	8,48	13,28
1987-88	-	-	-	-	-	-	1,99	6,08	1,40	1,71	1,47	0,77	0,77
1988-89	-	-	-	-	-	-	0,19	0,83	1,57	1,92	1,61	1,05	1,05

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Αριθμητικά Δεδομένα

1989-90	-	-	-	-	-	-	-	0,17	0,73	1,38	3,88	1,41	6,06
1990-91	11,84	-	-	-	-	-	-	0,24	29,95	12,08	10,27	4,05	3,25
1991-92	2,32	-	-	-	-	-	-	0,20	0,86	1,63	2,00	2,45	3,90
1992-93	1,15	-	64,69	40,17	60,96	20,80	0,23	1,00	7,21	3,52	1,94	1,52	1,45
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	4,14	4,00	4,97	10,65	13,49	18,30	10,98	5,71	4,50	2,39	2,89	4,28	4,68
ΤΥΠ. ΑΠΟΚ	5,93	13,61	13,02	22,37	20,00	27,35	21,60	15,50	5,41	2,38	1,98	4,68	

Α.1.4 Κόρυφος 4 (Κάρπιος)

Παροχή (σε m^3)

Χρονικό Σύνολο	1960-61	0,30	0,31	3,73	3,28	5,40	7,54	1,13	0,59	1,05	0,47	0,34	0,16
1961-62	2,44	0,71	4,34	1,07	4,81	6,70	1,69	0,60	0,51	0,41	0,36	0,33	0,33
1962-63	3,89	15,12	22,55	13,64	18,47	12,04	5,78	2,67	1,00	0,51	0,83	0,18	0,18
1963-64	2,29	0,47	4,88	3,73	4,15	9,52	2,24	1,84	3,69	0,68	0,54	0,18	0,18
1964-65	0,30	1,18	2,59	4,88	8,18	7,16	4,76	2,84	0,80	0,78	0,48	0,34	0,34
1965-66	0,23	0,47	3,20	10,06	5,90	6,17	1,72	2,40	0,81	0,76	0,66	0,32	0,32
1966-67	0,23	4,41	2,97	4,57	1,86	2,67	1,22	1,14	0,52	0,58	0,44	0,57	0,57
1967-68	0,23	0,24	2,29	8,61	7,49	6,70	1,64	1,01	1,03	0,82	0,57	0,32	0,32
1968-69	0,46	1,02	10,74	8,30	7,68	18,06	3,48	1,14	0,96	1,11	0,89	0,55	0,55
1969-70	0,30	0,79	7,62	4,57	2,02	11,43	1,28	0,96	1,13	1,83	0,98	0,51	0,51
1970-71	0,69	0,24	1,83	1,52	6,75	20,27	5,55	1,33	1,09	1,22	3,40	1,41	1,41
1971-72	0,91	0,94	0,99	3,43	9,69	9,83	6,91	6,20	1,15	4,29	1,71	0,83	0,83
1972-73	5,26	1,89	0,46	5,10	7,59	6,93	4,07	0,94	1,15	1,38	1,17	0,43	0,43
1973-74	1,45	0,16	2,51	2,29	7,00	8,08	4,95	1,59	1,23	1,48	1,25	0,46	0,46
1974-75	0,15	0,47	0,53	1,07	4,22	4,80	3,22	1,32	7,59	1,56	2,00	0,48	0,48
1975-76	0,38	2,20	7,92	3,05	1,71	5,64	4,58	1,92	1,22	0,92	1,83	0,49	0,49
1976-77	0,84	0,16	0,46	1,07	2,45	1,07	3,85	1,07	1,80	1,51	1,34	0,94	0,94
1977-78	0,15	0,87	4,11	5,10	5,57	2,44	3,01	1,72	1,55	1,78	1,49	0,85	0,85
1978-79	0,53	1,65	4,19	6,70	4,98	2,51	2,59	2,21	2,58	1,50	1,27	0,47	0,47
1979-80	2,06	5,83	6,93	8,99	6,78	10,88	4,34	3,96	1,51	2,05	1,96	1,52	1,10
1980-81	4,42	5,90	7,85	6,78	5,21	10,67	4,91	3,75	3,13	2,04	1,59	1,04	1,04
1981-82	1,22	1,57	4,19	2,13	8,44	9,22	7,69	5,19	3,72	1,58	1,14	0,50	0,50
1982-83	2,09	5,75	1,29	1,76	8,32	3,18	1,92	0,48	5,32	2,64	1,44	0,56	0,56
1983-84	0,89	2,84	13,02	2,87	6,69	8,33	2,47	1,73	1,97	3,82	0,68	0,68	0,68
1984-85	0,00	1,23	3,84	9,22	3,71	9,30	3,53	1,63	1,61	1,97	1,64	0,64	0,64
1985-86	1,50	9,29	0,00	2,52	10,13	7,92	2,13	5,00	4,60	2,77	2,14	0,85	0,85
1986-87	4,17	0,00	1,57	6,43	5,28	21,76	5,85	2,11	2,35	2,32	2,40	0,74	0,74
1987-88	1,75	2,37	0,00	3,41	5,50	5,42	3,21	1,87	2,12	2,57	2,14	0,82	0,82
1988-89	0,01	9,19	2,90	0,30	2,63	10,76	2,23	2,48	2,87	4,61	2,50	1,01	1,01
1989-90	1,28	0,00	0,91	0,34	2,51	2,40	3,06	3,71	2,24	2,54	3,71	0,87	0,87
1990-91	0,26	6,61	14,44	9,06	7,55	8,28	8,48	4,37	1,94	3,69	2,31	0,79	0,79

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Αριθμητικά Δεδομένα

1991-92	0,50	0,12	0,73	2,28	2,80	4,59	6,10	3,56	4,37	3,73	2,50	0,96
1992-93	0,21	0,00	1,57	2,89	10,19	5,79	3,11	4,19	4,67	3,48	2,90	1,33
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	1,25	2,55	4,46	4,58	6,24	7,87	3,88	2,30	2,23	1,86	1,62	0,66
ΤΥΠ. ΑΠΟΚ	1,40	3,47	4,87	3,27	3,39	4,83	2,06	1,46	1,62	1,13	0,95	0,32

Α.1.5 Κύμβος 5 (Καρδίσα)

Παροχή (σε m^3)

	1960-61	0,44	0,35	14,20	9,97	12,77	15,48	3,12	2,80	2,10	2,05	0,88	0,82
1961-62	4,14	6,31	12,64	6,62	11,07	21,05	7,35	6,24	2,21	5,00	1,17	0,41	
1962-63	5,93	26,63	46,29	34,90	44,33	32,07	11,27	8,13	2,52	22,52	3,07	3,36	
1963-64	6,28	8,03	20,42	13,37	14,70	21,77	9,08	7,16	5,99	4,87	1,27	0,46	
1964-65	1,17	2,86	13,72	16,09	22,31	19,54	30,20	16,20	4,25	1,11	0,94	0,89	
1965-66	0,43	8,59	18,25	27,93	25,87	22,89	14,67	10,45	3,71	1,23	1,25	0,45	
1966-67	0,97	18,64	18,91	17,73	17,08	14,39	16,25	9,30	2,34	0,86	0,87	0,68	
1967-68	0,25	0,26	10,14	24,23	24,27	21,43	2,41	3,52	2,74	9,99	1,83	1,60	
1968-69	1,81	4,48	22,27	19,56	19,87	32,78	4,08	5,62	2,81	1,79	1,62	0,75	
1969-70	0,34	2,52	23,19	16,87	15,32	26,20	3,26	3,70	2,87	5,50	2,05	1,29	
1970-71	1,88	0,75	8,72	12,92	20,97	38,48	8,81	5,01	2,58	2,08	4,47	1,74	
1971-72	1,04	4,68	6,34	10,61	18,29	20,93	36,19	21,55	4,24	5,59	2,71	1,12	
1972-73	8,57	8,87	4,14	11,60	14,86	16,65	9,67	6,33	3,10	6,32	2,41	0,84	
1973-74	3,08	4,28	14,67	9,52	16,37	18,17	33,10	17,64	4,75	2,53	2,30	0,72	
1974-75	3,14	10,99	6,95	4,25	8,71	11,68	11,11	5,68	10,76	2,66	3,08	0,84	
1975-76	1,32	4,60	14,45	7,96	7,67	12,73	15,27	8,21	3,22	1,60	2,65	0,67	
1976-77	1,55	1,82	12,13	8,54	10,47	7,43	8,65	3,38	3,33	8,36	2,89	1,31	
1977-78	0,17	2,80	11,89	14,15	14,89	13,09	19,59	11,94	4,38	3,04	2,74	1,20	
1978-79	0,64	1,84	13,64	21,06	20,82	14,42	22,59	13,55	5,74	2,57	2,32	0,81	
1979-80	3,61	9,16	16,35	19,83	18,61	25,81	14,52	13,75	6,36	17,29	4,08	3,61	
1980-81	8,80	18,43	26,25	23,84	31,31	21,95	13,19	9,60	4,57	3,27	2,75	1,48	
1981-82	2,04	2,79	21,90	11,81	21,49	21,68	20,96	13,23	6,74	4,72	2,28	0,75	
1982-83	2,91	10,10	14,52	8,71	13,22	11,26	2,20	1,24	7,73	3,63	2,35	0,90	

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

	Αριθμητικά Δεδομένα												
	1983-84	1,12	5,61	23,20	12,31	20,43	18,77	30,16	17,01	5,14	3,32	5,30	1,02
1984-85	0,00	1,37	6,53	23,67	19,07	23,27	21,73	11,98	4,42	3,42	3,03	1,41	
1985-86	2,79	17,91	8,27	11,85	17,66	14,84	9,81	9,07	7,99	5,55	3,77	1,27	
1986-87	5,34	1,33	6,34	18,28	18,79	36,44	14,35	12,68	5,34	7,76	4,34	1,90	
1987-88	3,61	10,24	9,21	10,12	13,38	13,65	8,60	5,70	4,35	4,92	4,08	1,69	
1988-89	0,54	12,04	11,52	3,67	9,59	23,65	10,70	6,29	5,47	7,50	4,39	1,61	
1989-90	2,49	1,46	6,38	2,78	5,30	4,21	6,12	5,89	4,74	4,56	5,53	1,51	
1990-91	0,47	9,48	32,22	19,87	21,17	19,40	20,91	13,90	5,50	6,15	3,98	1,45	
1991-92	0,86	3,97	3,72	5,16	5,30	8,21	26,96	15,29	8,81	6,55	4,51	1,52	
1992-93	1,36	5,07	9,81	10,31	16,86	18,00	10,11	11,81	8,28	6,47	5,05	1,99	
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	2,40	6,92	14,82	14,25	17,36	19,46	14,45	9,51	4,82	5,30	2,91	1,28	
ΤΥΠ. ΑΠΟΚ	2,33	6,22	8,85	7,43	7,57	7,89	9,20	4,94	2,12	4,44	1,34	0,72	

A.1.6.α Κόμβος 6 (Σοφάδες – Χωρίς Συμβολοθεό)

Παροχή (σε m^3)

	1960-61	0,81	0,84	9,97	8,75	14,42	20,15	2,95	1,24	2,15	0,46	0,25	0,23
1961-62	6,51	1,89	11,60	2,85	12,84	17,91	4,42	1,24	0,68	0,26	0,25	0,65	
1962-63	10,38	40,37	60,23	36,42	49,34	32,15	15,36	6,74	1,94	0,47	1,47	0,23	
1963-64	6,10	1,26	13,02	9,97	11,09	25,44	5,89	4,50	9,09	0,88	0,66	0,23	
1964-65	0,81	3,15	6,92	13,02	21,85	19,13	12,62	7,15	1,31	1,08	0,46	0,65	
1965-66	0,61	1,26	8,55	26,86	15,77	16,48	4,43	5,74	0,92	0,51	0,49	0,45	
1966-67	0,61	11,78	7,94	12,21	4,96	7,12	3,16	2,67	0,68	0,67	0,46	1,28	
1967-68	0,61	0,63	6,10	22,99	20,01	17,91	4,21	2,08	1,55	0,71	0,29	0,45	
1968-69	1,22	2,73	28,69	22,18	20,50	48,23	9,06	2,10	0,75	0,76	0,53	0,88	
1969-70	0,81	2,10	20,35	12,21	5,41	30,52	3,17	1,50	0,98	2,40	0,55	0,68	
1970-71	1,63	0,63	4,88	4,07	18,02	54,13	14,53	2,32	0,58	0,39	6,67	3,00	
1971-72	2,44	2,52	2,65	9,16	25,89	26,25	18,10	15,15	0,39	8,15	1,81	1,32	
1972-73	14,04	5,05	1,22	13,63	20,28	18,52	10,53	1,11	0,39	0,42	0,39	0,27	
1973-74	3,87	0,42	6,72	6,10	18,70	21,57	12,85	2,75	0,40	0,44	0,40	0,28	
1974-75	0,41	1,26	1,42	2,85	11,26	12,82	8,22	1,94	17,23	0,45	2,24	0,28	
1975-76	1,02	5,89	21,16	8,14	4,57	15,06	12,00	4,14	1,39	0,15	2,98	0,67	

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

Αριθμητικά Δεδουλένα

1976-77	2,24	0,42	1,22	2,85	6,53	2,85	9,91	1,32	1,87	0,44	0,61	1,54
1977-78	0,41	2,31	10,99	13,63	14,87	6,51	7,60	2,77	0,65	0,48	0,44	1,13
1978-79	1,42	4,42	11,19	17,91	13,29	6,72	6,54	4,37	3,98	0,44	0,41	0,28
1979-80	5,49	15,56	18,52	24,01	18,05	28,49	12,64	8,07	4,66	0,91	0,46	1,56
1980-81	11,80	15,77	20,96	18,11	29,06	11,60	10,12	2,16	1,92	0,90	0,45	1,77
1981-82	3,26	4,21	11,19	5,70	22,53	24,62	20,21	12,50	7,32	1,02	0,38	0,48
1982-83	5,58	15,35	3,46	4,71	13,91	8,48	4,84	0,08	11,93	4,27	1,54	0,75
1983-84	2,38	7,58	34,77	7,66	22,22	17,87	21,79	4,66	0,94	0,74	6,44	0,59
1984-85	0,00	3,29	10,26	24,64	9,90	24,83	8,93	2,24	0,26	0,32	0,28	0,37
1985-86	4,01	24,80	0,00	6,73	27,07	21,15	5,10	10,96	7,71	1,80	1,04	0,75
1986-87	11,14	0,00	4,20	17,17	14,09	58,11	15,02	3,15	1,53	0,38	1,58	0,40
1987-88	4,67	6,34	0,00	9,11	14,69	14,47	7,92	2,23	0,41	0,42	0,36	0,45
1988-89	0,03	24,53	7,75	0,79	7,02	28,73	5,21	3,54	1,75	5,09	0,67	0,74
1989-90	3,41	0,00	2,44	0,90	6,69	6,42	7,52	7,19	0,78	0,42	4,61	0,62
1990-91	0,69	17,64	38,57	24,21	20,17	22,10	22,02	9,13	0,32	3,90	1,23	0,49
1991-92	1,35	0,31	1,95	6,09	7,48	12,26	15,51	6,29	5,54	2,43	0,43	0,53
1992-93	0,55	0,00	4,19	7,71	27,23	15,47	7,40	7,47	5,36	0,57	0,49	1,20
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	3,35	6,80	11,91	12,22	16,66	21,03	9,99	4,56	2,95	1,30	1,25	0,76
ΤΥΠ. ΑΠΟΚ	3,73	9,27	13,00	8,72	9,06	12,90	5,46	3,57	3,87	1,72	1,65	0,58

A.1.6.β Κόμβος 6 (Σοφάδες – Με Σμόκοβο)

Παροχή (σε m^3)

1960-61	4,44	1,64	0,67	5,54	6,25	3,90	4,45	1,66	0,71	5,59	6,29	3,91
1961-62	0,12	3,02	6,27	2,80	3,03	3,10	0,13	3,04	6,31	2,86	3,08	3,12
1962-63	1,58	5,98	0,37	6,88	7,75	7,73	1,59	6,00	0,41	6,94	7,80	7,75
1963-64	0,06	2,08	5,42	4,32	6,27	14,06	0,07	2,10	5,47	4,38	6,32	14,08
1964-65	2,31	2,83	0,37	6,39	2,15	17,83	2,32	2,86	0,42	6,46	2,20	17,85
1965-66	0,12	0,00	0,24	5,78	3,71	11,32	0,13	0,04	0,33	5,88	3,79	11,35
1966-67	2,13	2,83	3,71	0,85	4,04	9,92	2,14	2,86	3,76	0,91	4,09	9,94
1967-68	0,43	5,66	0,73	4,32	2,43	9,80	0,44	5,70	0,81	4,42	2,51	9,83
1968-69	0,30	3,52	3,29	8,22	2,34	7,67	0,32	3,58	3,41	8,36	2,47	7,71

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Αριθμητικά Δεδομένα											
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α											
1969-70	0,24	0,25	2,98	2,62	4,31	6,03	0,26	0,32	3,12	2,78	4,45
1970-71	1,95	0,57	3,47	0,85	3,84	5,36	1,97	0,65	3,62	1,04	4,00
1971-72	3,10	12,08	18,02	10,90	14,76	9,62	3,12	12,17	18,19	11,11	14,94
1972-73	1,83	0,38	3,90	2,98	3,32	7,61	1,85	0,47	4,07	3,20	3,50
1973-74	0,24	0,94	2,07	3,90	6,54	5,72	0,27	1,04	2,26	4,13	6,74
1974-75	0,18	0,38	2,56	8,03	4,72	4,93	0,21	0,48	2,76	8,28	4,93
1975-76	0,18	3,52	2,37	3,65	1,48	2,13	0,20	3,59	2,50	3,80	1,61
1976-77	0,18	0,19	1,83	6,88	5,99	5,36	0,20	0,29	2,02	7,11	6,19
1977-78	0,37	0,82	8,58	6,63	6,13	14,43	0,39	0,94	8,81	6,91	6,37
1978-79	0,24	0,63	6,09	3,65	1,62	9,13	0,27	0,73	6,28	3,89	1,82
1979-80	0,55	0,19	1,46	1,22	5,39	16,19	0,58	0,32	1,70	1,52	5,65
1980-81	0,73	0,75	0,79	2,74	7,74	7,85	0,76	0,88	1,02	3,03	7,99
1981-82	4,20	1,51	0,37	4,08	6,06	5,54	4,22	1,60	0,54	4,29	6,25
1982-83	1,16	0,13	2,01	1,83	5,59	6,45	1,17	0,20	2,16	2,01	5,75
1983-84	0,12	0,38	0,43	0,85	3,37	3,83	0,15	0,51	0,67	1,15	3,62
1984-85	0,30	1,76	6,33	2,43	1,37	4,50	0,34	1,90	6,59	2,76	1,64
1985-86	0,67	0,13	0,37	0,85	1,95	0,85	0,70	0,29	0,67	1,22	2,27
1986-87	0,12	0,69	3,29	4,08	4,45	1,95	0,16	0,86	3,60	4,46	4,78
1987-88	0,43	1,32	3,35	5,36	3,98	2,01	0,47	1,50	3,69	5,78	4,34
1988-89	1,64	4,65	5,54	7,18	5,40	8,52	1,69	4,86	5,93	7,66	5,81
1989-90	3,53	4,72	6,27	5,42	8,69	3,47	3,57	4,90	6,61	5,84	9,05
1990-91	0,97	1,26	3,35	1,70	6,74	7,36	1,01	1,43	3,67	2,10	3,59
1991-92	1,67	4,59	1,03	1,41	4,16	2,54	1,72	4,81	1,44	1,90	7,48
1992-93	0,71	2,27	10,40	2,29	6,65	5,35	0,76	2,51	10,87	2,86	2,68
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	1,12	2,17	3,57	4,14	4,92	7,03	1,14	2,28	3,77	4,38	5,12
ΤΥΠ. ΑΠΟΚ	2,94	5,72	9,41	10,91	12,95	18,53	3,00	6,00	9,93	11,55	18,72

A.1.7 Κόδυβος 7 (Πολυδάμαντας)

Παροχή (σε m^3)

Έτος	1960-61	1,10	1,07	4,54	8,91	4,44	13,16	3,15	2,12	1,63	0,84	0,32	0,42
1961-62	2,71	1,02	2,91	1,58	1,82	2,23	1,67	0,88	0,32	0,14	0,03	0,03	0,47
1962-63	7,41	10,88	23,70	13,11	17,31	13,92	10,09	4,90	2,58	0,58	0,17	0,17	0,20
1963-64	1,76	0,94	2,26	12,77	13,82	11,79	5,57	4,27	3,05	1,57	0,67	0,67	2,04
1964-65	1,82	6,39	12,76	4,81	4,46	9,95	8,56	4,25	2,02	0,94	0,47	0,47	0,59
1965-66	0,74	1,39	1,68	6,51	5,31	4,92	2,88	2,58	0,84	0,24	0,09	0,09	0,51
1966-67	0,78	8,27	5,49	2,41	2,78	3,50	2,92	2,11	0,88	0,92	0,53	0,53	1,05
1967-68	0,94	2,47	5,81	13,71	8,11	9,88	5,03	2,35	2,14	0,48	0,44	0,44	1,27
1968-69	3,29	8,99	23,32	20,20	14,60	31,54	9,19	4,28	2,02	0,94	0,74	0,74	1,43
1969-70	0,92	1,18	2,94	2,62	2,08	8,14	3,83	3,97	1,37	0,66	0,05	0,05	0,38
1970-71	1,21	0,78	0,86	1,87	11,27	30,99	4,56	1,39	0,80	0,40	0,33	0,33	0,50
1971-72	1,41	1,08	1,28	4,63	8,90	6,81	4,29	3,84	1,01	1,04	0,81	0,81	1,73
1972-73	12,27	3,58	1,87	4,92	5,31	10,25	6,85	2,48	1,22	1,52	0,90	0,90	0,90
1973-74	1,87	1,18	2,26	3,28	15,37	12,50	6,25	3,95	2,03	0,57	0,35	0,35	0,36
1974-75	0,73	1,90	1,84	1,93	3,34	3,21	2,43	2,49	4,16	0,68	0,73	0,73	0,38
1975-76	0,80	0,96	2,93	3,79	10,29	4,87	3,22	1,87	0,95	0,61	0,42	0,42	0,63
1976-77	1,43	0,45	1,70	10,54	0,53	0,50	0,41	0,33	0,16	0,06	0,05	0,05	0,08
1977-78	0,13	0,13	0,94	7,69	7,96	2,65	3,21	1,90	0,50	0,18	0,24	0,24	2,65
1978-79	1,81	2,60	3,26	2,91	6,18	3,28	2,17	2,02	0,76	0,76	0,29	0,29	0,37
1979-80	4,10	12,72	9,62	11,02	9,84	21,04	9,55	5,21	1,80	1,05	0,75	0,75	0,76
1980-81	13,37	3,91	5,64	25,56	36,43	21,54	9,93	4,88	2,70	1,92	1,96	1,96	2,25
1981-82	1,95	2,36	2,62	1,53	10,07	6,70	12,81	12,39	5,51	2,23	1,28	1,28	1,35
1982-83	1,47	1,74	2,69	2,24	2,73	5,13	1,73	0,74	0,76	0,29	0,13	0,13	0,15
1983-84	0,30	1,01	5,99	2,41	6,42	6,38	6,40	3,26	1,35	0,33	0,34	0,34	0,22
1984-85	0,20	0,50	2,00	5,40	3,87	3,12	2,18	0,93	0,26	0,12	0,08	0,08	0,10
1985-86	0,37	2,86	1,00	0,81	2,09	6,00	1,03	0,54	0,35	0,42	0,29	0,29	0,26
1986-87	0,26	0,90	1,74	3,86	3,20	18,60	19,25	7,15	2,26	0,95	0,76	0,76	0,58
1987-88	0,58	1,66	1,58	1,55	2,29	4,07	3,57	1,52	0,69	0,30	0,20	0,20	0,18
1988-89	0,21	0,73	6,30	5,33	2,63	5,41	2,21	1,18	0,88	1,09	0,45	0,45	0,34
1989-90	0,32	0,39	0,71	0,86	0,68	0,45	0,42	0,37	0,15	0,32	0,21	0,21	0,57

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Αριθμητικά Δεδομένα

1990-91	0,61	3,39	6,31	6,01	8,05	8,78	6,72	3,50	1,47	0,70	0,26	0,25
1991-92	0,37	0,86	1,05	0,84	1,84	1,87	2,31	1,85	1,51	0,87	0,14	0,25
1992-93	0,26	0,29	0,16	0,26	0,55	3,00	1,10	1,62	0,66	0,45	0,26	0,06
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	2,05	2,68	4,54	5,94	7,11	8,98	5,02	2,94	1,48	0,73	0,45	0,95
ΤΥΠ. ΑΠΟΚ.	3,13	3,18	5,59	5,83	6,98	7,93	4,07	2,35	1,17	0,51	0,40	1,50

Α.1.8 Κόρυφος 8 (Ταμίσιο)

Παροχή (σε m^3)

	1960-61	0,55	0,56	4,59	5,25	6,12	10,26	1,81	0,96	1,15	0,36	0,16	0,18
1961-62	2,94	0,91	4,76	1,38	4,93	6,79	1,95	0,65	0,31	0,12	0,09	0,09	2,31
1962-63	5,44	16,75	26,83	15,93	21,46	14,64	7,84	3,56	1,31	0,30	0,55	0,55	0,13
1963-64	2,56	0,67	5,10	6,62	7,27	11,77	3,43	2,62	3,92	0,69	0,39	0,39	0,58
1964-65	0,73	2,67	5,55	5,72	8,72	9,12	6,51	3,54	0,95	0,60	0,27	0,27	0,37
1965-66	0,40	0,78	3,39	10,97	6,81	6,96	2,25	2,64	0,53	0,23	0,19	0,19	0,28
1966-67	0,40	6,14	4,12	4,85	2,41	3,35	1,82	1,45	0,45	0,46	0,29	0,29	0,70
1967-68	0,44	0,83	3,56	11,39	8,97	8,68	2,71	1,30	1,07	0,36	0,20	0,20	0,47
1968-69	1,24	3,17	15,75	12,71	10,74	24,58	5,43	1,78	0,76	0,49	0,36	0,36	0,66
1969-70	0,51	1,02	7,82	4,90	2,40	12,64	2,05	1,50	0,68	0,99	0,19	0,19	0,33
1970-71	0,94	0,41	1,91	1,88	9,06	26,50	6,19	1,15	0,39	0,23	2,40	2,40	1,16
1971-72	1,20	1,15	1,24	4,33	11,21	10,83	7,37	6,23	0,38	3,09	0,82	0,82	0,88
1972-73	7,92	2,64	0,89	5,97	8,38	8,98	5,37	1,00	0,43	0,51	0,35	0,35	0,31
1973-74	1,81	0,44	2,90	2,94	10,30	10,60	6,02	1,93	0,64	0,28	0,21	0,21	0,18
1974-75	0,32	0,91	0,95	1,47	4,75	5,26	3,47	1,29	7,03	0,31	0,95	0,95	0,18
1975-76	0,55	2,29	8,10	3,77	4,13	6,45	4,98	1,90	0,71	0,19	1,13	1,13	0,39
1976-77	1,13	0,26	0,84	3,59	2,41	1,12	3,56	0,54	0,69	0,16	0,21	0,21	0,55
1977-78	0,17	0,84	4,06	6,65	7,14	2,92	3,45	1,43	0,34	0,20	0,20	0,20	1,04
1978-79	0,94	2,18	4,70	6,96	6,16	3,15	2,82	2,02	1,57	0,33	0,20	0,20	0,18
1979-80	2,93	8,56	8,82	11,08	8,72	15,11	6,77	4,09	2,06	0,56	0,33	0,33	0,72
1980-81	7,41	6,46	8,69	12,61	19,10	9,35	5,98	1,95	1,33	0,77	0,62	0,62	1,16
1981-82	1,61	2,05	4,55	2,36	10,33	10,23	10,21	7,41	3,91	0,90	0,44	0,44	0,49
1982-83	2,31	5,78	1,87	2,19	5,52	4,22	2,12	0,21	4,34	1,55	0,56	0,56	0,30

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Αριθμητικά Δεδομένα

1983-84	0,90	2,89	13,59	3,26	9,33	7,80	9,18	2,42	0,66	0,33	2,31	0,25
1984-85	0,05	1,27	4,07	9,92	4,41	9,42	3,66	1,01	0,15	0,12	0,10	0,14
1985-86	1,49	9,35	0,25	2,55	9,95	8,85	2,04	3,95	2,77	0,71	0,41	0,32
1986-87	3,95	0,22	1,89	6,94	5,70	24,84	9,99	2,85	1,08	0,35	0,72	0,27
1987-88	1,77	2,62	0,39	3,56	5,68	6,04	3,65	1,15	0,31	0,20	0,15	0,19
1988-89	0,06	8,73	4,25	1,59	3,09	11,35	2,37	1,52	0,82	2,02	0,32	0,33
1989-90	1,27	0,10	1,03	0,52	2,50	2,35	2,74	2,59	0,30	0,20	1,64	0,34
1990-91	0,39	6,98	15,00	9,92	9,01	9,87	9,34	4,04	0,47	1,51	0,47	0,22
1991-92	0,56	0,32	0,94	2,33	3,06	4,74	5,99	2,84	2,30	1,04	0,15	0,23
1992-93	0,26	0,07	1,50	2,75	9,63	6,13	2,87	2,99	2,02	0,28	0,20	0,42
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	1,67	3,03	5,27	5,72	7,56	9,54	4,73	2,31	1,39	0,62	0,53	0,49
ΤΥΠ. ΑΠΟΚ	1,95	3,70	5,60	3,99	4,28	6,11	2,57	1,56	1,50	0,63	0,57	0,43

A.1.9 Κόμβος 9 (Άρνη)

Παροχή (σε m³)

Έτος	1960-61	1961-62	1962-63	1963-64	1964-65	1965-66	1966-67	1967-68	1968-69	1969-70	1970-71	1971-72	1972-73	1973-74	1974-75
	0,51	2,56	4,85	2,20	0,69	0,36	0,37	0,41	1,18	0,47	0,83	1,06	7,12	1,59	0,30
	0,51	0,80	14,39	0,60	2,51	0,71	5,47	0,80	3,04	0,90	1,63	1,00	2,35	0,42	0,84
	4,02	4,08	23,33	4,33	5,19	2,89	3,66	3,22	14,12	6,62	1,64	1,08	2,51	2,58	0,87
	4,75	1,22	13,80	6,07	4,97	9,39	4,13	10,07	11,46	4,18	8,02	3,80	0,82	2,51	0,87
	5,28	4,17	18,58	6,66	7,43	5,89	2,13	7,81	9,57	2,08	9,02	9,70	5,17	2,58	1,31
	9,11	5,73	12,77	10,30	8,01	5,99	2,93	7,64	21,81	10,85	7,91	9,29	7,19	4,78	4,09
	1,64	1,70	6,96	3,10	5,79	2,01	1,65	2,48	4,93	1,89	4,78	4,78	1,03	1,03	4,51
	0,91	0,60	3,20	2,39	3,16	0,93	1,65	1,23	1,74	0,75	1,03	1,03	0,58	0,71	1,28
	1,07	0,32	1,25	3,44	0,93	0,56	1,32	1,06	0,83	0,46	0,48	0,51	0,53	0,58	0,51
	0,39	0,16	0,34	0,70	0,61	0,30	0,30	0,42	0,83	0,75	0,31	0,39	0,53	0,52	0,51
	0,19	0,13	0,52	0,41	0,61	0,25	0,30	0,42	0,80	0,63	0,31	2,17	0,91	0,52	0,66
	0,19	2,32	0,13	0,59	0,30	0,25	0,29	0,47	0,47	0,46	0,31	1,05	0,88	0,37	0,25

ΠΑΡΑΤΗΜΑ Α

Δριθυρηκά Δεδουίνα

1975-76	0,49	1,94	6,85	3,30	3,89	5,57	4,29	1,73	0,76	0,34	1,09	0,40
1976-77	1,00	0,23	0,78	3,46	2,02	0,95	2,99	0,56	0,77	0,37	0,38	0,53
1977-78	0,15	0,70	3,41	5,86	6,29	2,54	3,02	1,39	0,53	0,45	0,42	1,07
1978-79	0,86	1,93	4,05	5,90	5,39	2,76	2,45	1,87	1,52	0,54	0,38	0,24
1979-80	2,61	7,68	7,75	9,69	7,68	13,49	6,07	3,76	2,03	0,81	0,57	0,73
1980-81	6,75	5,53	7,47	11,62	17,50	8,73	5,43	1,96	1,45	1,01	0,85	1,16
1981-82	1,43	1,80	3,89	2,03	9,03	8,79	9,06	6,80	3,65	1,05	0,60	0,54
1982-83	1,98	4,87	1,67	1,92	4,70	3,73	1,85	0,28	3,78	1,48	0,63	0,31
1983-84	0,76	2,44	11,55	2,81	8,02	6,76	7,92	2,28	0,84	0,58	2,19	0,31
1984-85	0,05	1,08	3,47	8,47	3,83	7,96	3,16	1,01	0,39	0,43	0,37	0,23
1985-86	1,25	7,88	0,25	2,15	8,35	7,61	1,76	3,46	2,60	0,98	0,68	0,39
1986-87	3,28	0,23	1,65	5,93	4,87	21,44	9,18	2,85	1,30	0,71	0,96	0,37
1987-88	1,49	2,25	0,40	3,02	4,82	5,20	3,22	1,20	0,62	0,60	0,51	0,30
1988-89	0,06	7,27	3,81	1,56	2,69	9,66	2,10	1,52	1,09	2,20	0,70	0,44
1989-90	1,07	0,10	0,88	0,47	2,10	1,97	2,32	2,34	0,59	0,60	1,73	0,44
1990-91	0,35	5,95	12,72	8,50	7,84	8,58	8,08	3,68	0,76	1,67	0,74	0,32
1991-92	0,48	0,30	0,83	1,97	2,62	4,01	5,10	2,48	2,36	1,39	0,56	0,36
1992-93	0,22	0,07	1,25	2,29	8,01	5,22	2,47	2,80	2,16	0,82	0,68	0,53
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	1,48	2,64	4,58	5,02	6,59	8,32	4,16	2,15	1,41	0,79	0,67	0,53
ΤΥΠ. ΑΠΟΚ	1,75	3,17	4,86	3,51	3,80	5,38	2,28	1,38	1,28	0,57	0,50	0,41

Α.1.10 Κόμβος 10 (Φύλλο)

Παροχή (σε m^3)

Χρονικό Σύνολο	1960-61	0,11	0,11	0,92	1,05	1,22	2,05	0,37	0,22	0,28	0,14	0,09	0,06
1961-62	0,59	0,18	0,95	0,28	0,99	1,36	0,40	0,16	0,12	0,09	0,08	0,08	0,48
1962-63	1,09	3,35	5,37	3,19	4,29	2,93	1,57	0,74	0,32	0,13	0,18	0,18	0,05
1963-64	0,51	0,13	1,02	1,32	1,45	2,35	0,69	0,56	0,85	0,22	0,15	0,15	0,14
1964-65	0,15	0,53	1,11	1,14	1,74	1,82	1,31	0,74	0,26	0,20	0,13	0,13	0,10
1965-66	0,08	0,16	0,68	2,19	1,36	1,39	0,46	0,58	0,21	0,17	0,15	0,15	0,09
1966-67	0,08	1,23	0,82	0,97	0,48	0,67	0,37	0,32	0,15	0,16	0,12	0,12	0,16
1967-68	0,09	0,17	0,71	2,28	1,79	1,74	0,55	0,31	0,31	0,19	0,15	0,15	0,13
1968-69	0,25	0,63	3,15	2,54	2,15	4,92	1,10	0,44	0,30	0,28	0,23	0,23	0,19
1969-70	0,10	0,20	1,56	0,98	0,48	2,53	0,43	0,39	0,30	0,41	0,22	0,22	0,13
1970-71	0,19	0,08	0,38	0,38	1,81	5,30	1,26	0,33	0,27	0,28	0,69	0,69	0,30
1971-72	0,24	0,23	0,25	0,87	2,24	2,17	1,50	1,36	0,30	0,89	0,40	0,40	0,26
1972-73	1,58	0,53	0,18	1,19	1,68	1,80	1,10	0,32	0,31	0,37	0,31	0,31	0,14
1973-74	0,36	0,09	0,58	0,59	2,06	2,12	1,23	0,51	0,36	0,35	0,30	0,30	0,12
1974-75	0,06	0,18	0,19	0,29	0,95	1,05	0,72	0,39	1,66	0,37	0,46	0,46	0,13
1975-76	0,11	0,46	1,62	0,75	0,83	1,29	1,01	0,46	0,30	0,23	0,39	0,39	0,13
1976-77	0,23	0,05	0,17	0,72	0,48	0,22	0,74	0,24	0,38	0,33	0,30	0,30	0,20
1977-78	0,03	0,17	0,81	1,33	1,43	0,58	0,72	0,44	0,36	0,39	0,35	0,35	0,31
1978-79	0,19	0,44	0,94	1,39	1,23	0,63	0,59	0,53	0,55	0,36	0,30	0,30	0,13
1979-80	0,59	1,71	1,76	2,22	1,74	3,02	1,38	0,98	0,72	0,49	0,40	0,40	0,26
1980-81	1,48	1,29	1,74	2,52	3,82	1,87	1,23	0,55	0,56	0,52	0,44	0,44	0,34
1981-82	0,32	0,41	0,91	0,47	2,07	2,05	2,06	1,60	1,00	0,44	0,32	0,32	0,18
1982-83	0,46	1,16	0,37	0,44	1,10	0,84	0,44	0,14	1,06	0,54	0,31	0,31	0,13
1983-84	0,18	0,58	2,72	0,65	1,87	1,56	1,87	0,65	0,44	0,44	0,79	0,79	0,16
1984-85	0,01	0,25	0,81	1,98	0,88	1,88	0,77	0,38	0,36	0,43	0,38	0,38	0,15
1985-86	0,30	1,87	0,05	0,51	1,99	1,77	0,45	0,99	0,93	0,61	0,49	0,49	0,20
1986-87	0,79	0,04	0,38	1,39	1,14	4,97	2,04	0,78	0,61	0,55	0,56	0,56	0,20
1987-88	0,35	0,52	0,08	0,71	1,14	1,21	0,77	0,46	0,50	0,58	0,50	0,50	0,20
1988-89	0,01	1,75	0,85	0,32	0,62	2,27	0,52	0,56	0,65	1,00	0,59	0,59	0,25
1989-90	0,25	0,02	0,21	0,10	0,50	0,47	0,59	0,75	0,49	0,57	0,79	0,79	0,23

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Αριθμητικά Δεδομένα

1990-91	0,08	1,40	3,00	1,98	1,80	1,97	1,91	1,02	0,49	0,80	0,52	0,19
1991-92	0,11	0,06	0,19	0,47	0,61	0,95	1,25	0,80	0,97	0,83	0,58	0,23
1992-93	0,05	0,01	0,30	0,55	1,93	1,23	0,63	0,91	0,99	0,78	0,67	0,30
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	0,33	0,61	1,05	1,14	1,51	1,91	0,97	0,59	0,53	0,43	0,37	0,19
ΤΥΠ. ΑΠΟΚ	0,39	0,74	1,12	0,80	0,86	1,22	0,52	0,33	0,33	0,23	0,20	0,09

A.1.11 Κρύβος 12 (Παλαιμάς)

Παροχή (σε m^3)

Χρονιά	1960-61	1961-62	1962-63	1963-64	1964-65	1965-66	1966-67	1967-68	1968-69	1969-70	1970-71	1971-72	1972-73	1973-74	1974-75	1975-76	1976-77	1977-78	1978-79	1979-80	1980-81
Παροχή	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Δεδομένα	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Αριθμητικά	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Δεδομένα	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Αριθμητικά Δεδομένα	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

ПАРАРТИМА

Αριθμητικά Αεδονέα

	1981-82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,74	1,40	1,72	1,47	0,49
1982-83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,64	1,22	1,49	1,28	0,43
1983-84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	1,04	1,98	2,43	2,08	0,70
1984-85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	1,14	2,16	2,65	2,27	0,76
1985-86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	1,29	2,45	3,01	2,58	0,87
1986-87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	1,34	2,54	3,12	2,68	0,90
1987-88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	1,49	2,82	3,46	2,97	1,00
1988-89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	1,67	3,16	3,89	3,33	1,12
1989-90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	1,47	2,79	3,42	2,93	0,98
1990-91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	1,37	2,60	3,20	2,74	0,92
1991-92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	1,74	3,29	4,04	3,46	1,16
1992-93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	2,01	3,82	4,69	4,02	1,35
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	0,00	0,17	0,85	1,61	1,98	1,69	0,57							
ΤΥΠ. ΑΠΟΚ	0,00	0,10	0,50	0,94	1,16	0,99	0,33							

Α.1.12 Κόδμιος 14 (Φαρκαδόνα)

	1960-61	0,70	0,13	0,00	2,26	4,50	2,28	0,08	0,64	0,29	0,29	0,10	0,55
1961-62	0,32	0,85	0,00	0,68	1,40	0,00	2,30	0,73	0,08	0,09	0,08	0,08	0,25
1962-63	1,90	6,49	11,50	10,88	17,48	9,65	4,11	0,99	1,07	0,74	0,41	0,41	0,30
1963-64	1,02	1,42	3,61	0,56	3,59	1,45	2,73	0,05	1,83	0,48	0,09	0,09	0,46
1964-65	1,53	2,07	2,29	3,17	1,16	1,88	0,01	0,48	0,75	1,35	0,47	0,47	0,87
1965-66	0,93	0,00	1,12	0,00	3,62	0,00	0,02	0,67	1,80	0,33	0,46	0,46	0,66
1966-67	1,44	1,20	5,95	4,30	2,72	0,68	0,01	0,04	0,08	1,04	0,35	0,35	0,44
1967-68	1,18	0,85	0,00	1,47	4,22	2,49	1,24	0,07	1,66	0,17	0,39	0,39	0,34
1968-69	0,37	0,39	0,00	9,08	3,97	6,21	4,42	2,50	0,20	0,25	0,31	0,31	0,17
1969-70	0,74	0,84	0,00	3,42	1,78	3,43	3,60	0,26	1,04	1,39	0,54	0,54	1,15

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Αριθμητικά Δεδομένα											
1970-71	1,17	1,43	0,90	2,53	0,00	0,57	3,39	2,17	0,26	0,52	0,60
1971-72	0,65	0,07	1,94	0,61	2,44	5,54	0,03	0,97	0,30	1,21	1,03
1972-73	0,80	3,05	1,69	0,92	1,94	0,00	4,66	2,23	0,30	0,78	0,58
1973-74	0,00	0,02	0,47	3,30	3,64	6,77	0,03	2,07	1,58	0,40	0,34
1974-75	0,01	0,07	1,27	1,69	0,00	0,71	0,15	0,18	1,52	0,42	0,71
1975-76	0,34	0,00	0,75	1,31	1,93	1,71	0,02	0,61	0,66	0,64	0,50
1976-77	0,47	0,42	1,63	1,74	1,69	1,12	0,04	0,52	0,33	0,40	0,34
1977-78	0,20	0,00	0,00	0,00	4,20	0,79	0,04	1,13	0,39	0,48	0,41
1978-79	0,45	1,37	2,10	1,83	2,54	3,02	0,04	0,17	0,33	0,40	0,34
1979-80	0,00	1,71	2,99	7,03	4,83	1,82	0,56	0,22	0,67	0,51	0,43
1980-81	1,60	0,89	2,39	3,01	8,81	6,47	0,86	1,92	0,40	0,49	0,73
1981-82	0,19	0,08	0,00	2,16	0,00	0,00	0,03	0,15	0,29	0,64	0,57
1982-83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,30	0,27	0,31	0,34
1983-84	0,21	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,22	0,76	0,51	0,43
1984-85	0,00	0,00	0,00	0,90	0,01	0,00	0,05	0,24	0,54	0,55	0,47
1985-86	0,00	0,00	0,66	1,39	0,98	1,72	1,16	1,04	1,18	0,89	0,73
1986-87	0,00	0,00	1,91	8,62	4,98	30,39	10,19	0,28	0,53	0,84	0,60
1987-88	0,57	1,85	0,55	0,00	0,85	0,66	0,44	0,57	0,87	0,72	0,62
1988-89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,99	3,41	0,63	2,50	6,65	2,15	0,94
1989-90	0,37	0,27	1,47	0,33	0,39	0,11	1,87	0,31	1,80	0,71	0,61
1990-91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	0,29	1,32	0,97	1,42
1991-92	0,72	0,34	0,03	0,00	0,00	2,96	3,33	2,86	1,82	1,19	0,72
1992-93	0,83	0,10	0,84	1,44	1,19	0,86	1,08	1,28	1,81	1,15	1,39
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	0,57	0,79	1,40	2,26	2,60	2,93	1,47	0,87	1,01	0,70	0,55
ΤΥΠ. ΑΠΟΚ	0,54	1,28	2,25	2,81	3,35	5,48	2,17	0,84	1,18	0,43	0,31
											0,26

Α.1.13 Κόμβος 18 (Ελασσόνα)

Παροχή (σε m^3)

Έτος	Παροχή	Σύνθετης Επιδόσεως	Επιδόσεις Βαθμού Σίφης	Επιδόσεις Βαθμού Λεπτής Σίφης	Επιδόσεις Βαθμού Μετατροπής	Επιδόσεις Βαθμού Αποτελεσμάτων
1960-61	1,37	5,83	23,60	8,79	0,00	9,52
1961-62	1,49	2,27	2,53	1,70	3,87	12,97
1962-63	3,30	24,83	30,03	43,75	40,57	51,65
1963-64	4,69	7,42	18,65	10,86	4,71	28,65
1964-65	2,32	6,38	6,56	12,85	10,37	18,97
1965-66	1,35	1,52	1,90	4,98	6,07	4,58
1966-67	1,19	7,49	12,95	5,32	1,02	0,74
1967-68	2,05	1,86	5,11	14,22	15,18	7,71
1968-69	11,13	14,79	13,54	28,78	19,85	52,39
1969-70	2,27	1,66	5,51	15,03	6,97	10,83
1970-71	1,34	1,42	1,72	2,32	5,88	15,01
1971-72	0,95	1,07	1,30	2,41	9,29	9,83
1972-73	7,46	1,75	1,17	2,01	8,62	31,84
1973-74	3,44	3,99	5,49	7,06	25,89	26,13
1974-75	1,76	2,86	2,32	2,37	2,81	3,17
1975-76	1,62	2,10	2,38	2,65	3,85	2,58
1976-77	1,49	1,38	3,47	1,55	1,39	1,33
1977-78	0,30	0,36	0,73	2,67	4,02	2,61
1978-79	0,16	0,18	0,82	1,10	1,08	1,27
1979-80	1,87	9,72	13,52	21,30	12,28	17,93
1980-81	2,33	2,29	5,36	6,27	9,06	9,63
1981-82	4,62	3,90	8,22	0,00	14,88	20,48
1982-83	5,12	13,79	5,74	0,00	6,62	6,21
1983-84	0,95	4,17	18,13	11,38	14,30	14,03
1984-85	0,04	3,60	2,86	18,89	1,32	20,61
1985-86	1,61	13,93	0,00	7,38	27,81	20,96
1986-87	2,99	1,57	0,00	11,17	6,58	52,68
1987-88	4,66	6,04	0,00	5,80	1,66	2,17
1988-89	0,70	6,05	10,86	0,00	1,01	2,05
1989-90	0,96	0,73	1,18	0,00	0,00	0,00

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Αριθμητικά Δεδομένα

1990-91	1,90	2,13	16,08	0,77	5,17	16,79	17,05	5,28	1,35	3,43	2,16	3,14
1991-92	0,44	0,82	0,00	0,00	0,00	0,00	17,04	5,35	14,28	2,12	0,87	1,05
1992-93	2,08	2,27	2,43	5,53	6,64	0,00	3,14	8,46	0,85	0,78	1,53	1,44
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	2,42	4,85	6,79	7,85	8,45	14,40	8,12	5,63	5,15	2,67	1,64	2,60
ΤΥΠ. ΑΠΟΚ	2,26	5,33	7,58	9,47	9,10	15,05	6,54	3,36	5,07	2,00	0,89	2,96

A.1.14 Κύριος 20 (Νίκαια)

Παροχή (σε m^3)

Έτος	1960-61	0,11	0,11	0,45	0,89	0,44	1,32	0,32	0,21	0,17	0,09	0,04	0,04
1961-62	0,27	0,10	0,29	0,16	0,18	0,22	0,17	0,09	0,04	0,02	0,01	0,01	0,85
1962-63	0,74	1,09	2,37	1,31	1,73	1,39	1,01	0,49	0,26	0,06	0,02	0,02	0,02
1963-64	0,18	0,09	0,23	1,28	1,38	1,18	0,56	0,43	0,31	0,16	0,07	0,07	0,21
1964-65	0,18	0,64	1,28	0,48	0,45	0,99	0,86	0,43	0,21	0,10	0,05	0,05	0,06
1965-66	0,07	0,14	0,17	0,65	0,53	0,49	0,29	0,26	0,09	0,03	0,02	0,02	0,05
1966-67	0,08	0,83	0,55	0,24	0,28	0,35	0,29	0,21	0,09	0,10	0,06	0,06	0,11
1967-68	0,09	0,25	0,58	1,37	0,81	0,99	0,50	0,24	0,22	0,06	0,05	0,05	0,13
1968-69	0,33	0,90	2,33	2,02	1,46	3,15	0,92	0,43	0,21	0,11	0,09	0,09	0,15
1969-70	0,09	0,12	0,29	0,26	0,21	0,81	0,38	0,40	0,15	0,08	0,02	0,02	0,04
1970-71	0,12	0,08	0,09	0,19	1,13	3,10	0,46	0,15	0,10	0,06	0,05	0,05	0,05
1971-72	0,14	0,11	0,13	0,46	0,89	0,68	0,43	0,39	0,12	0,13	0,10	0,18	0,18
1972-73	1,23	0,36	0,19	0,49	0,53	1,03	0,69	0,26	0,14	0,18	0,11	0,11	0,10
1973-74	0,19	0,12	0,23	0,33	1,54	1,25	0,63	0,41	0,22	0,08	0,05	0,05	0,04
1974-75	0,07	0,19	0,18	0,19	0,33	0,32	0,25	0,26	0,44	0,09	0,09	0,09	0,04
1975-76	0,08	0,10	0,29	0,38	1,03	0,49	0,32	0,19	0,11	0,08	0,05	0,05	0,07
1976-77	0,14	0,04	0,17	1,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01
1977-78	0,01	0,01	0,09	0,77	0,80	0,26	0,32	0,20	0,07	0,05	0,05	0,05	0,27
1978-79	0,18	0,26	0,33	0,29	0,62	0,33	0,22	0,21	0,10	0,10	0,05	0,05	0,04
1979-80	0,41	1,27	0,96	1,10	0,98	2,10	0,96	0,53	0,21	0,14	0,10	0,08	0,08
1980-81	1,34	0,39	0,56	2,56	3,64	2,15	1,00	0,50	0,29	0,22	0,22	0,22	0,23

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Αριθμητικά Δεδουλένα

1981-82	0,19	0,24	0,26	0,15	1,01	0,67	1,28	1,25	0,57	0,25	0,14	0,14
1982-83	0,15	0,17	0,27	0,22	0,27	0,51	0,17	0,08	0,09	0,05	0,03	0,02
1983-84	0,03	0,10	0,60	0,24	0,64	0,64	0,34	0,16	0,06	0,06	0,03	
1984-85	0,02	0,05	0,20	0,54	0,39	0,31	0,22	0,11	0,05	0,05	0,03	0,03
1985-86	0,04	0,29	0,10	0,08	0,21	0,60	0,11	0,07	0,07	0,08	0,06	0,02
1986-87	0,03	0,09	0,17	0,39	0,32	1,86	1,93	0,73	0,26	0,14	0,11	0,03
1987-88	0,06	0,17	0,16	0,16	0,23	0,41	0,36	0,17	0,11	0,07	0,05	0,07
1988-89	0,02	0,07	0,63	0,53	0,26	0,54	0,23	0,14	0,13	0,16	0,08	0,05
1989-90	0,03	0,04	0,07	0,09	0,07	0,05	0,05	0,05	0,05	0,08	0,05	0,05
1990-91	0,06	0,34	0,63	0,60	0,81	0,88	0,67	0,37	0,18	0,11	0,06	0,03
1991-92	0,04	0,09	0,10	0,08	0,18	0,19	0,24	0,21	0,19	0,14	0,05	0,04
1992-93	0,03	0,03	0,02	0,03	0,05	0,30	0,11	0,19	0,12	0,11	0,07	0,02
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	0,20	0,27	0,45	0,59	0,71	0,90	0,50	0,30	0,17	0,10	0,06	0,10
ΤΥΠ. ΑΠΟΚ	0,31	0,32	0,56	0,58	0,70	0,79	0,41	0,23	0,11	0,05	0,04	0,15

A.1.15 Κόμβος 24 (Λάρισα)

Παροχή (σε m^3)

Έτος	1960-61	1961-62	1962-63	1963-64	1964-65	1965-66	1966-67	1967-68	1968-69	1969-70	1970-71	1971-72
	14,25	2,57	0,00	46,22	92,20	46,79	1,39	12,29	4,48	4,25	0,65	10,73
	6,50	17,40	0,00	13,87	28,58	0,00	46,88	14,20	0,10	0,12	0,11	4,59
	38,92	133,03	235,65	222,92	357,96	197,61	84,10	19,39	20,34	13,21	6,82	5,64
	20,84	29,14	74,01	11,46	73,50	29,60	55,78	0,06	35,85	7,71	0,12	8,89
	31,36	42,48	46,96	64,85	23,69	38,55	0,01	8,85	13,70	25,60	7,78	17,17
	19,07	0,00	23,03	0,00	74,14	0,00	0,02	12,24	34,17	3,47	6,61	12,56
	29,52	24,56	121,86	88,02	55,78	14,03	0,01	0,05	0,10	19,51	5,64	8,48
	24,18	17,39	0,00	30,15	86,53	50,93	25,13	0,09	31,34	0,21	5,28	6,01
	7,65	7,99	0,00	185,93	81,38	127,28	90,09	49,12	0,26	0,32	2,32	2,06
	15,07	17,24	0,00	69,99	36,48	70,23	73,31	2,98	16,93	23,01	6,58	22,00
	24,05	29,22	18,45	51,83	0,00	11,67	68,87	41,75	0,34	4,55	6,93	9,84
	13,33	1,38	39,68	12,46	49,99	113,43	0,04	16,76	0,39	17,74	15,16	17,77

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Αριθμητικά Δεδομένα											
1972-73	16,41	62,38	34,53	18,74	39,77	0,00	94,87	42,65	0,39	8,82	5,79
1973-74	0,00	0,51	9,64	67,68	74,63	138,60	0,05	39,21	26,20	0,51	0,44
1974-75	0,24	1,53	26,01	34,58	0,00	14,45	2,33	0,23	24,60	0,54	7,69
1975-76	6,92	0,00	15,39	26,85	39,44	35,10	0,03	10,30	9,49	8,09	6,06
1976-77	9,63	8,57	33,40	35,56	34,70	22,88	0,05	7,29	0,42	0,52	0,45
1977-78	4,16	0,00	0,00	0,00	86,10	16,11	0,06	19,14	0,50	0,62	0,53
1978-79	9,18	27,96	43,09	37,53	52,03	61,78	0,05	0,22	0,42	0,52	2,69
1979-80	0,00	34,96	61,15	144,01	98,90	37,30	10,65	0,28	5,64	0,66	0,57
1980-81	32,76	18,20	48,87	61,65	180,37	132,45	16,72	35,29	0,51	0,63	6,97
1981-82	3,85	1,65	0,00	44,22	0,00	0,00	0,04	0,20	0,38	6,23	3,91
1982-83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	3,57	0,66	0,40	5,30
1983-84	4,26	5,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,28	7,54	0,65	1,86
1984-85	0,00	0,00	0,00	18,47	0,13	0,00	0,07	0,31	2,38	0,71	2,73
1985-86	0,00	0,00	13,61	28,40	20,06	35,23	22,61	16,01	14,30	6,18	4,61
1986-87	0,00	0,00	39,09	176,55	102,08	622,55	207,69	0,36	0,69	4,65	0,56
1987-88	11,63	37,98	11,27	0,00	17,46	13,58	7,80	5,78	6,54	0,93	0,96
1988-89	0,00	0,00	0,00	0,00	20,32	69,84	11,49	44,54	123,59	28,52	1,03
1989-90	7,59	5,59	30,13	6,83	7,93	2,31	37,13	0,40	25,66	0,92	2,62
1990-91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,05	0,37	16,52	7,15	3,29
1991-92	14,67	6,99	0,67	0,00	0,00	60,59	66,83	51,64	24,08	8,15	12,38
1992-93	17,09	1,97	17,19	29,49	24,28	17,53	20,49	18,04	21,85	4,85	0,31
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	11,61	16,24	28,60	46,31	53,29	60,01	29,42	14,36	14,25	6,36	9,19
ΤΥΠ. ΑΠΟΚ	11,05	26,18	46,05	57,50	68,65	112,32	44,33	16,77	22,80	7,97	5,71

A.2 Μετεωρολογικά Δεδομένα

A.2.1 Θερμοκρασίες στο Σταθμό Λάρισας
Μέσες Μηνιαίες Θερμοκρασίες στο Σταθμό Λάρισας (°C)

Χρονική περίοδος	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μΐη	Ιούν	Ιούλ	Αύγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
76 - 77	17,00	11,30	6,80	6,00	10,10	10,20	14,30	21,10	25,50	28,50	26,60	21,00
77 - 78	14,80	12,00	4,90	4,70	8,80	10,80	13,50	19,40	26,00	27,40	25,20	19,90
78 - 79	14,80	7,60	8,80	4,90	7,80	11,80	12,50	19,10	25,70	26,30	25,40	21,20
79 - 80	14,90	11,30	7,00	3,90	5,90	9,30	12,50	17,20	23,90	27,60	25,60	21,40
80 - 81	17,00	12,20	6,20	2,10	5,90	11,20	13,50	17,70	26,50	26,40	25,10	22,10
81 - 82	18,70	7,80	7,70	5,00	4,30	8,20	11,80	17,70	25,20	25,90	25,60	22,30
82 - 83	16,50	8,80	7,40	4,80	4,30	9,00	15,70	21,10	22,90	26,90	24,70	21,20
83 - 84	15,40	9,60	6,30	6,20	7,10	8,50	11,50	19,30	24,10	26,20	24,00	22,40
84 - 85	18,60	11,10	6,00	6,00	3,90	9,10	15,80	22,00	25,60	26,90	26,90	21,90
85 - 86	14,40	11,80	8,00	6,70	7,10	9,30	15,10	18,50	25,50	26,50	27,00	22,20
86 - 87	15,70	9,10	3,40	6,30	7,70	4,60	13,00	17,80	25,10	28,30	25,50	23,80
87 - 88	14,90	10,30	6,60	7,30	6,60	8,90	12,80	20,20	26,20	30,30	27,30	22,90
88 - 89	15,50	6,70	2,90	3,30	7,30	11,30	16,00	18,70	23,70	26,30	26,20	22,20
89 - 90	14,60	10,20	5,10	3,70	8,10	11,70	15,80	20,00	25,90	27,80	25,30	21,60
Μέσος Όρος	15,91	9,99	6,22	5,06	6,78	9,56	13,84	19,27	25,13	27,24	25,74	15,82
Τυπική Απόκλιση	1,43	1,77	1,68	1,46	1,78	1,88	1,59	1,46	1,07	1,20	0,94	15,55
											0,93	0,52

Α.2.2 Συστική Υνογία

Ποσοστά Σχετικής Γρασίας στο Σταθμό Λάρισας

1976-77	72,70	78,10	77,20	77,50	73,00	72,30	59,70	51,80	44,80	40,20	42,00	57,30	62,20						
1977-78	70,30	80,90	78,50	77,60	76,30	68,60	71,50	57,30	43,00	40,70	45,40	61,90	64,30						
1978-79	70,40	77,30	80,50	78,10	78,00	71,50	71,90	72,10	49,80	47,50	53,50	59,60	67,50						
1979-80	79,40	81,50	81,60	80,00	76,30	78,70	73,70	70,30	53,70	43,80	53,20	60,60	69,40						
1980-81	71,00	79,00	77,90	80,50	78,40	76,00	69,40	61,50	48,60	41,70	52,20	57,20	66,10						
1981-82	63,90	72,50	81,60	79,50	77,00	75,20	81,10	72,20	55,30	48,10	54,40	65,40	68,90						
1982-83	77,10	83,10	82,20	75,20	72,80	69,00	63,60	53,40	55,30	54,00	53,30	59,10	66,50						
1983-84	64,00	81,00	88,10	80,20	85,80	78,70	79,10	63,70	48,40	40,10	57,40	59,60	68,80						
1984-85	66,00	81,60	80,20	83,00	69,60	81,90	63,90	60,00	46,00	46,80	45,30	54,10	64,90						
1985-86	73,00	82,70	81,70	76,60	82,70	84,30	63,80	63,00	48,10	49,20	47,80	54,60	67,30						
1986-87	69,30	81,40	79,60	78,10	81,50	77,00	71,00	62,80	47,70	45,10	52,30	58,00	67,00						
1987-88	79,60	85,70	89,20	88,20	76,90	70,90	72,20	58,50	42,90	38,60	44,60	51,80	66,60						
1988-89	63,20	78,70	85,90	76,70	68,50	72,30	59,00	58,10	47,80	50,50	45,70	56,50	63,60						
1989-90	64,70	74,00	83,20	75,70	64,10	53,60	57,40	53,10	40,70	41,10	50,20	54,50	59,40						
M. O.	70,33	79,82	81,96	79,06	75,78	73,57	68,38	61,27	48,01	44,81	49,81	57,87	65,89						
T.A.	5,62	3,54	3,61	3,37	5,82	7,42	7,32	6,70	4,49	4,65	4,62	3,55	2,79						

A.2.3 Ήρες Ηλιοφάνειας

Ώρες Ηλιοφάνειας στο Σταθμό Λάρισας (hours)

A.2.4 Ταχύτητα Ανέμου

Ταχύτητα σε m/sec

Mήνας	M.O. Ανέμου στα 10 μέτρα	M.O. Ανέμου στα 2 μέτρα
Απρίλιος	2,61	1,95
Μάιος	2,65	1,98
Ιούνιος	3,02	2,26
Ιούλιος	3,27	2,45
Αύγουστος	3,08	2,30
Σεπτεμβρίος	2,65	1,98
Μέσος Όρος Θλης της Περιόδου :		2,15

A.3 Αρδευθείσες Εκτάσεις

A.3.1 Αρδευθείσες Εκτάσεις από Επιφανειακά Νερά

a/a	Κωδικός Δήμου	Όνομα Δήμου	Αρδευθείσες Εκτάσεις (σε στρέμματα)
1	41110900	ΠΑΜΙΣΟΣ	29736
2	41113500	ΤΑΜΑΣΙΟ	3302
3	41114300	ΑΡΝΗ	10858
4	41115200	ΠΑΛΑΜΑΣ	68190
5	41115700	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	90399
6	41118500	ΚΑΜΠΟΣ	51184
7	41118600	ΣΕΛΛΑΝΟΙ	18590
8	41121200	ΣΟΦΑΔΕΣ	8364
9	41124600	ΦΥΛΛΟ	10293
10	42211300	ΕΛΑΣΣΟΝΑ	9509
11	42300100	ΛΑΡΙΣΑ	18930
12	42310200	ΚΡΑΝΝΩΝΑΣ	0
13	42310400	ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ	23921
14	42310800	ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΣ	47772
15	42311500	ΜΑΚΡΥΧΩΡΙ	7795
16	42312000	ΚΟΙΔΑΔΑΣ	2783
17	42314000	ΝΙΚΑΙΑ	1132
18	42314100	ΑΡΜΕΝΙΟ	3477
19	42410100	ΚΑΤΩ ΟΛΥΜΠΟΣ	12071
20	42410200	ΤΥΡΝΑΒΟΣ	10600
21	42512400	ΠΟΛΥΔΑΜΑΝΤΑΣ	2281
22	44200200	ΤΡΙΚΚΑΙΟΙ	8708
23	44212500	ΦΑΡΚΑΔΟΝΑ	14251
24	44216100	ΟΙΧΑΛΙΑ	15367
25	44217400	ΓΟΜΦΟΙ	10193
		Γενικό Άθροισμα	479705

Α.3.2 Αρδευθείσες Εκτάσεις από Υπόγεια Νερά

a/a	Κωδικός Δήμου	Όνομα Δήμου	Αρδευθείσες Εκτάσεις (σε στρέμματα)
1	41110900	ΠΑΜΙΣΟΣ	84061
2	41113500	ΤΑΜΑΣΙΟ	128219
3	41114300	ΑΡΝΗ	40144
4	41115200	ΠΑΛΑΜΑΣ	22621
5	41115700	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	11803
6	41118500	ΚΑΜΠΙΟΣ	30821
7	41118600	ΣΕΛΛΑΝΟΙ	40980
8	41121200	ΣΟΦΑΔΕΣ	154233
9	41124600	ΦΥΛΛΟ	196906
10	42211300	ΕΛΑΣΣΟΝΑ	41658
11	42300100	ΛΑΡΙΣΑ	56018
12	42310200	ΚΡΑΝΗΩΝΑΣ	61182
13	42310400	ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ	69332
14	42310800	ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΣ	78312
15	42311500	ΜΑΚΡΥΧΩΡΙ	15231
16	42312000	ΚΟΛΑΔΑΣ	48909
17	42314000	ΝΙΚΑΙΑ	40947
18	42314100	ΑΡΜΕΝΙΟ	33219
19	42410100	ΚΑΤΩ ΟΛΥΜΠΟΣ	18088
20	42410200	ΤΥΡΝΑΒΟΣ	72328
21	42512400	ΠΟΛΥΔΑΜΑΝΤΑΣ	82181
22	44200200	ΤΡΙΚΚΑΙΟΙ	69342
23	44212500	ΦΑΡΚΑΔΩΝΑ	32784
24	44216100	ΟΙΧΑΛΙΑ	83744
25	44217400	ΓΟΜΦΟΙ	49238
		Γενικό Αθροίσμα	1562301

Α.3.2 Συνολικές Αρδευθείσες Εκτάσεις

a/a	Κωδικός Δήμου	Όνομα Δήμου	Αρδευθείσες Εκτάσεις (σε στρέμματα)
1	41110900	ΠΑΜΙΣΟΣ	113797
2	41113500	ΤΑΜΑΣΙΟ	131521
3	41114300	ΑΡΝΗ	51002
4	41115200	ΠΑΛΑΜΑΣ	90811
5	41115700	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	102202
6	41118500	ΚΑΜΠΙΟΣ	82005
7	41118600	ΣΕΛΛΑΝΟΙ	59570
8	41121200	ΣΟΦΑΔΕΣ	162597
9	41124600	ΦΥΛΛΟ	207200
10	42211300	ΕΛΑΣΣΟΝΑ	51167
11	42300100	ΛΑΡΙΣΑ	74947
12	42310200	ΚΡΑΝΗΝΩΝΑΣ	61182
13	42310400	ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ	93253
14	42310800	ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΣ	126083
15	42311500	ΜΑΚΡΥΧΩΡΙ	23026
16	42312000	ΚΟΙΛΑΔΑΣ	51692
17	42314000	ΝΙΚΑΙΑ	42079
18	42314100	ΑΡΜΕΝΙΟ	36697
19	42410100	ΚΑΤΩ ΟΛΥΜΠΟΣ	30159
20	42410200	ΤΥΡΝΑΒΟΣ	82927
21	42512400	ΠΟΛΥΔΑΜΑΝΤΑΣ	84462
22	44200200	ΤΡΙΚΚΑΙΟΙ	78050
23	44212500	ΦΑΡΚΑΔΩΝΑ	47035
24	44216100	ΟΙΧΑΛΙΑ	99112
25	44217400	ΓΟΜΦΟΙ	59431
		Γενικό Αθροισμα	2042005

A.4 Υδατικές Ανάγκες

A.4.1 Υδατικές Ανάγκες Καλλιεργειών που έχουν Αρδευτεί από Επιφανειακά Νερά

Ογκοί σε hm^3

a/a	DimotikoiD	Όνομα	April	May	June	July	August	September
1	411109000	ΠΑΜΙΣΟΣ	0,59	2,13	3,82	4,80	4,04	1,40
2	411135000	ΤΑΜΑΣΙΟ	0,10	0,23	0,43	0,50	0,41	0,12
3	411143000	ΑΡΝΗ	0,17	0,78	1,42	1,80	1,55	0,53
4	411152000	ΠΑΛΑΜΑΣ	0,96	4,84	8,89	11,28	9,66	3,14
5	411157000	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	1,44	6,16	11,46	14,55	11,97	3,63
6	411185000	ΚΑΜΠΙΟΣ	0,84	3,59	6,61	8,37	6,98	2,20
7	411212000	ΣΟΦΑΔΕΣ	0,13	0,60	1,09	1,38	1,19	0,39
8	411246000	ΦΥΛΛΟ	0,16	0,80	1,45	1,84	1,60	0,53
9	422211300	ΕΛΑΣΣΟΝΑ	0,15	0,48	0,85	1,11	0,88	0,36
10	423001000	ΛΑΡΙΣΑ	0,27	1,31	2,40	3,03	2,61	0,86
11	423102000	ΚΡΑΝΗΩΝΑΣ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	423104000	ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ	0,37	1,63	3,09	3,81	3,13	0,90
13	423108000	ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΣ	0,63	3,12	5,73	7,33	6,08	2,05
14	423115000	ΜΑΚΡΥΧΩΡΙ	0,21	0,43	0,92	0,95	0,74	0,08
15	423120000	ΚΟΙΛΑΔΑΣ	0,04	0,19	0,36	0,46	0,38	0,12
16	423140000	ΝΙΚΑΙΑ	0,02	0,08	0,14	0,18	0,14	0,04
17	423141000	ΑΡΜΕΝΙΟ	0,05	0,23	0,43	0,54	0,42	0,14
18	424010000	ΚΑΤΩ ΟΛΥΜΠΟΣ	0,30	0,73	1,49	1,70	1,13	0,17
19	424102000	ΤΥΡΝΑΒΟΣ	0,27	0,64	1,18	1,40	1,10	0,36
20	425124000	ΠΟΛΥΔΑΜΑΝΤΑΣ	0,05	0,16	0,28	0,35	0,29	0,10
21	442002000	ΤΡΙΚΚΑΙΟ - ΓΟΜΦΟΙ	0,53	1,32	2,35	2,88	2,26	0,79
22	442125000	ΦΑΡΚΑΔΩΝΑ	0,20	1,01	1,86	2,36	2,00	0,65
23	442161000	ΟΙΧΑΛΙΑ - ΣΕΛΛΑΝΟΙ	0,54	2,41	4,41	5,57	4,66	1,53
		Γενικό Αθροισμα	8,00	32,88	60,65	76,20	63,25	20,09

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

A.4.2 Υδατικές Ανάγκες Καλλιεργειών που έχουν Αρδευτεί από Υπόγεια Νερά Όγκοι σε hm³

Αριθμητικά Δεδομένα

a/a	DimotikoiD	Όνομα_Dimou	April	May	June	July	August	September
1	41110900	ΠΑΜΙΣΟΣ	1,79	6,12	10,82	13,56	11,31	4,11
2	41113500	ΤΑΜΑΣΙΟ	1,72	8,08	14,89	19,37	16,70	5,89
3	41114300	ΑΡΝΗ	0,57	2,85	5,23	6,64	5,60	1,83
4	41115200	ΠΑΛΑΜΑΣ	0,32	1,60	2,94	3,74	3,13	1,01
5	41115700	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	0,20	0,84	1,53	1,93	1,63	0,53
6	41118500	ΚΑΜΠΟΣ	0,42	2,12	3,91	4,98	4,18	1,33
7	41121200	ΣΟΦΑΔΕΣ	2,01	10,68	19,55	24,97	21,37	7,05
8	41124600	ΦΥΛΛΟ	2,47	14,29	26,40	33,61	29,07	9,29
9	42211300	ΕΛΑΣΣΟΝΑ	0,65	2,18	3,93	5,10	3,87	1,38
10	42300100	ΛΑΡΙΣΑ	0,85	3,78	7,11	8,84	7,36	2,20
11	42310200	ΚΡΑΝΗΩΝΑΣ	0,76	4,27	7,93	10,07	8,60	2,71
12	42310400	ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ	1,65	4,18	8,46	9,34	7,54	1,44
13	42310800	ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΣ	0,98	5,24	9,75	12,45	10,46	3,33
14	42311500	ΜΑΚΡΥΧΩΡΙ	0,34	0,88	1,70	1,98	1,56	0,41
15	42312000	ΚΟΙΛΑΔΑΣ	0,60	3,36	6,24	7,95	6,76	2,13
16	42314000	ΝΙΚΑΙΑ	0,52	2,80	5,23	6,63	5,60	1,73
17	42314100	ΑΡΜΕΝΙΟ	0,42	2,24	4,13	5,26	4,51	1,48
18	42410100	ΚΑΤΩ ΟΛΥΜΠΟΣ	0,36	1,06	2,09	2,58	1,54	0,36
19	42410200	ΤΥΡΝΑΒΟΣ	1,45	4,23	7,66	9,51	7,51	2,66
20	42512400	ΠΟΛΥΔΑΜΑΝΤΑΣ	1,03	5,71	10,62	13,50	11,52	3,59
21	44200200	ΤΡΙΚΚΑΙ - ΓΟΜΦΟΙ	2,26	7,91	14,65	18,53	14,39	4,40
22	44212500	ΦΑΡΚΑΔΩΝΑ	0,42	2,25	4,12	5,27	4,51	1,49
23	44216100	ΟΙΧΑΛΙΑ - ΣΕΛΛΑΝΟΙ	2,05	8,73	15,96	20,22	16,56	5,44

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Αριθμητικά Δεδουλεύνα

Α.4.3 Συνολικές Υδατικές Ανάγκες Καλλιεργειών

Όγκοι σε hm³

α/α	DimotikoiD	Όνομα	April	May	June	July	August	September
1	411109000	ΠΑΜΙΣΟΣ	2,38	8,25	14,64	18,36	15,36	5,51
2	411135000	ΤΑΜΑΣΙΟ	1,81	8,31	15,32	19,87	17,11	6,01
3	411143000	ΑΡΝΗ	0,74	3,64	6,65	8,44	7,15	2,36
4	411152000	ΓΙΑΛΑΜΑΣ	1,28	6,44	11,83	15,01	12,79	4,15
5	411157000	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	1,64	7,00	12,99	16,48	13,61	4,16
6	411185000	ΚΑΜΠΟΣ	1,26	5,70	10,52	13,35	11,16	3,53
7	411212000	ΣΟΦΑΔΕΣ	2,14	11,27	20,64	26,35	22,55	7,44
8	411246000	ΦΟΥΛΟ	2,63	15,09	27,85	35,46	30,67	9,82
9	422113000	ΕΛΛΑΣΣΟΝΑ	0,80	2,66	4,78	6,21	4,75	1,75
10	423001000	ΛΑΡΙΣΑ	1,13	5,09	9,51	11,87	9,98	3,06
11	423102000	ΚΡΑΝΗΩΝΑΣ	0,76	4,27	7,93	10,07	8,60	2,71
12	423104000	ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ	2,03	5,81	11,55	13,15	10,68	2,34
13	423108000	ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΣ	1,61	8,36	15,49	19,78	16,54	5,39
14	423115000	ΜΑΚΡΥΧΩΡΙ	0,56	1,31	2,61	2,93	2,30	0,49
15	423120000	ΚΟΙΛΑΔΑΣ	0,63	3,55	6,60	8,40	7,14	2,25
16	423140000	ΝΙΚΑΙΑ	0,53	2,87	5,37	6,81	5,74	1,77
17	423141000	ΑΡΜΕΝΙΟ	0,47	2,47	4,56	5,81	4,93	1,62
18	424101000	ΚΑΤΩ ΟΛΥΜΠΟΣ	0,65	1,79	3,58	4,27	2,67	0,53
19	424102000	ΤΥΡΝΑΒΟΣ	1,72	4,87	8,83	10,91	8,62	3,01
20	425124000	ΠΟΛΥΔΑΜΑΝΤΑΣ	1,28	7,01	13,01	16,55	14,14	4,43
21	442002000	ΤΡΙΚΚΑΙΟ - ΓΟΜΦΟΙ	2,79	9,23	17,00	21,41	16,65	5,18
22	442125000	ΦΑΡΚΑΔΟΝΑ	0,62	3,26	5,98	7,63	6,51	2,15
23	442161000	ΟΙΧΑΛΙΑ - ΣΕΛΛΑΝΟΙ	2,59	11,14	20,37	25,80	21,22	6,97
		Γενικό Άθροισμα	32,04	139,42	257,60	324,92	270,86	86,63

A.5 Πίνακας Γεωγραφικών Δεδομένων

a/a	Όνομα Κοινότητας	"ID"	Πληθυσμός	Δήμος στον οποίον ανήκει	Ομάδα Δήμων	Εκταση (km ²)
		Κοινότητας				
1	CHARMA	41124000	301	FANARION	ΠΑΜΙΣΟΣ	1,8
2	AGIOS AKAKIOS	41110400	324	FANARION	ΠΑΜΙΣΟΣ	7,6
3	PYRGOS ITHOMIS	41122500	290	FANARION	ΠΑΜΙΣΟΣ	4,2
4	LOXADA	41118000	325	FANARION	ΠΑΜΙΣΟΣ	4,7
5	FANARION	41123400	958	FANARION	ΠΑΜΙΣΟΣ	17,4
6	KAPPAS	41115400	296	FANARION	ΠΑΜΙΣΟΣ	4,6
7	KANALIA	41115300	744	FANARION	ΠΑΜΙΣΟΣ	19,0
8	ELLINOPYRGOS	41114200	398	FANARION	ΠΑΜΙΣΟΣ	14,6
9	MAVRONIASSA	41119200	1683	LAZARINA	ΠΑΜΙΣΟΣ	16,2
10	LAZARINA	41117500	531	LAZARINA	ΠΑΜΙΣΟΣ	7,2
11	KRYOPIGI	41117200	404	LAZARINA	ΠΑΜΙΣΟΣ	9,7
12	PEFKOFYTON	41121900	297	LAZARINA	ΠΑΜΙΣΟΣ	9,1
13	MAGOULITSA	41118400	792	LAZARINA	ΠΑΜΙΣΟΣ	8,8
14	MOUZAKION	41100200	2353	LAZARINA	ΠΑΜΙΣΟΣ	11,6
15	ANTHOCHORION	41111700	502	LAZARINA	ΠΑΜΙΣΟΣ	17,8
16	PORTI	41122000	582	LAZARINA	ΠΑΜΙΣΟΣ	18,8
17	OXYA	41120700	703	LAZARINA	ΠΑΜΙΣΟΣ	29,2
18	VATSOUNIA	41112700	615	LAZARINA	ΠΑΜΙΣΟΣ	16,0
19	GELANTHI	41113100	667	LAZARINA	ΠΑΜΙΣΟΣ	8,0
20	ELLINOKASTRON	41114100	255	LAZARINA	ΠΑΜΙΣΟΣ	12,0
21	DRAKOTRYPA	41113800	824	LAZARINA	ΠΑΜΙΣΟΣ	20,8
22	AMYGDALI	41111400	91	LAZARINA	ΠΑΜΙΣΟΣ	5,2
23	GLINOS	44211800	585	GLINOS	ΠΑΜΙΣΟΣ	6,9
24	MEGALA KALYVIA	44215000	2317	GLINOS	ΠΑΜΙΣΟΣ	30,5
25	AGIA KYRIAKI	44210100	402	GLINOS	ΠΑΜΙΣΟΣ	7,1
26	KRANEA	41116900	890	AGNANTERON	ΠΑΜΙΣΟΣ	13,3
27	AGNANTERON	41110900	2129	AGNANTERON	ΠΑΜΙΣΟΣ	18,0
28	PALAIΟCHORION	41121000	553	AGNANTERON	ΠΑΜΙΣΟΣ	5,4
29	RIZOVOUNION	41122900	501	AGNANTERON	ΠΑΜΙΣΟΣ	8,3
30	MAGOULA	41118300	922	AGNANTERON	ΠΑΜΙΣΟΣ	7,8
31	AGRAPIDIA	6110300	234	NEON MONASTHRION	ΤΑΜΑΣΙΟ	9,7
32	BARDALH	6110500	453	NEON MONASTHRION	ΤΑΜΑΣΙΟ	18,4
33	BELESIVTAI	6110600	400	NEON MONASTHRION	ΤΑΜΑΣΙΟ	22,5
34	GABRAKIA	6110800	267	NEON MONASTHRION	ΤΑΜΑΣΙΟ	7,7
35	EKKARA	6111000	946	NEON MONASTHRION	ΤΑΜΑΣΙΟ	41,7
36	UAYMAKON	6111100	297	NEON MONASTHRION	ΤΑΜΑΣΙΟ	9,4
37	NEON MONASTHRION	6112000	1254	NEON MONASTHRION	ΤΑΜΑΣΙΟ	32,0
38	SOFIADA	6113000	413	NEON MONASTHRION	ΤΑΜΑΣΙΟ	15,8
39	GRAMMATIKON	41113500	623	GRAMMATIKON	ΤΑΜΑΣΙΟ	31,1
40	ACHLADEA	41112500	454	GRAMMATIKON	ΤΑΜΑΣΙΟ	20,2

41	KTIMENI	41117300	583	GRAMMATIKON	ΤΑΜΑΣΙΟ	33,3
42	ANAVRA	41111500	1227	GRAMMATIKON	ΤΑΜΑΣΙΟ	2,1
43	ASIMOCHEORION	41112300	266	GRAMMATIKON	ΤΑΜΑΣΙΟ	10,5
44	LEONTARION	41117700	1376	GRAMMATIKON	ΤΑΜΑΣΙΟ	33,3
45	ERMITSION	41114300	373	ERMHTSION	ΑΡΝΗ	24,4
46	PYRGOS KIERIOU	41122600	644	ERMHTSION	ΑΡΝΗ	13,3
47	MATARAGKA	41119000	1796	ERMHTSION	ΑΡΝΗ	30,0
48	KYPSELI	41117400	876	ERMHTSION	ΑΡΝΗ	20,0
49	KALYVAKIA	41115200	234	KALYBAKIA	ΠΑΛΑΜΑΣ	8,0
50	METAMORFOSIS	41119700	561	KALYBAKIA	ΠΑΛΑΜΑΣ	14,2
51	MARKOS	41118800	754	KALYBAKIA	ΠΑΛΑΜΑΣ	11,5
52	KOSKINAS	41116700	889	KALYBAKIA	ΠΑΛΑΜΑΣ	23,2
53	GORGOVITAI	41113400	609	KALYBAKIA	ΠΑΛΑΜΑΣ	10,9
54	PALAMAS	41100300	6010	KALYBAKIA	ΠΑΛΑΜΑΣ	51,2
55	VLOCHOS	41112900	732	KALYBAKIA	ΠΑΛΑΜΑΣ	20,9
56	AGIOS DIMITRIOS	41110700	221	KALYBAKIA	ΠΑΛΑΜΑΣ	12,6
57	PORTITSA	41122100	161	FRAGKON	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	6,4
58	AGIOS GEORGIOS	41110600	598	FRAGKON	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	19,5
59	FRAGKON	41123700	513	FRAGKON	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	4,3
60	GEORGIKON	41113300	544	FRAGKON	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	4,8
61	KRYA VRYSI	41117000	541	FRAGKON	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	3,7
62	XINONERION	41120600	597	FRAGKON	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	9,1
63	MITROPOLIS	41119800	1619	FRAGKON	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	10,5
64	NERAIDA	41120500	540	KALLIUHRON	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	44,4
65	KALLITHIRON	41114900	1152	KALLIUHRON	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	21,6
66	KAROPLESION	41115900	476	KALLIUHRON	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	61,0
67	KASTANEA	41116200	419	KALLIUHRON	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	32,9
68	AMPELIKON	41111200	388	KALLIUHRON	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	5,9
69	AMARANTOS	41111100	405	KALLIUHRON	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	22,0
70	KATAFYGION	41116300	311	KALLIUHRON	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	14,1
71	RACHOULA	41122700	507	KALLIUHRON	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	28,9
72	MORFOVOUNION	41120000	844	MORFOBOYNION	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	24,5
73	MESENIKOLAS	41119500	679	MORFOBOYNION	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	16,1
74	MOSCHATON	41120100	333	MORFOBOYNION	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	10,0
75	KERASEA	41116600	528	MORFOBOYNION	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	12,5
76	LAMPERON	41117600	333	MORFOBOYNION	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	16,3
77	AGIOPIGI	41110300	420	KARDITSOMAGOYLA	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	8,0
78	PALAIOKKLISION	41120900	956	KARDITSOMAGOYLA	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	14,4
79	ROUSSON	41123000	623	KARDITSOMAGOYLA	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	10,8
80	KARDITSOMAGOULA	41115700	2409	KARDITSOMAGOYLA	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	26,7
81	ARTESIANON	41112200	1471	KARDITSOMAGOYLA	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	15,9
82	KARDITSA	41100100	30289	KARDITSOMAGOYLA	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	33,5
83	PALIOURION	41121100	523	ZAIMION	ΚΑΜΠΟΣ	26,8
84	ZAIMION	41114400	526	ZAIMION	ΚΑΜΠΟΣ	5,3
85	KALLIFONION	41115000	1262	ZAIMION	ΚΑΜΠΟΣ	27,0
86	MOLOCHA	41119900	222	ZAIMION	ΚΑΜΠΟΣ	27,6
87	APIDEA	41111900	524	ZAIMION	ΚΑΜΠΟΣ	48,0
88	DAFNOSPILIA	41113700	412	ZAIMION	ΚΑΜΠΟΣ	19,2
89	MAKRYCHORION	41118500	1085	MAKRYXVRION	ΚΑΜΠΟΣ	15,5
90	STAVROS	41123100	954	MAKRYXVRION	ΚΑΜΠΟΣ	9,1
91	PTELOPOULA	41122400	327	MAKRYXVRION	ΚΑΜΠΟΣ	7,3

92	MELISSA	41119300	373	MAKRYXVRION	ΚΑΜΠΟΣ	11,3
93	MYRINA	41120300	979	MAKRYXVRION	ΚΑΜΠΟΣ	18,0
94	PRODROMOS	41122300	1000	MAKRYXVRION	ΚΑΜΠΟΣ	14,3
95	AGIOS THEODOROS	41110800	873	MAKRYXVRION	ΚΑΜΠΟΣ	15,5
96	PEDINON	41121300	819	MARAUEA	ΣΕΛΛΑΝΟΙ	20,5
97	MARATHEA	41118600	1083	MARAUEA	ΣΕΛΛΑΝΟΙ	19,2
98	KALOGRIANA	41115100	760	MARAUEA	ΣΕΛΛΑΝΟΙ	8,8
99	PROASTION	41122200	2012	MARAUEA	ΣΕΛΛΑΝΟΙ	28,3
100	AGIA TRIAS	41110200	1030	MARAUEA	ΣΕΛΛΑΝΟΙ	10,0
101	AGIA PARASKEVI	41110100	415	PASXALITSA	ΣΟΦΑΔΕΣ	10,6
102	PASCHALITSA	41121200	559	PASXALITSA	ΣΟΦΑΔΕΣ	19,6
103	DASOCHORION	41113600	443	PASXALITSA	ΣΟΦΑΔΕΣ	8,3
104	ANOGEION	41111800	189	PASXALITSA	ΣΟΦΑΔΕΣ	4,1
105	GEFYRIA	41113200	550	PASXALITSA	ΣΟΦΑΔΕΣ	26,1
106	AMPELOS	41111300	570	PASXALITSA	ΣΟΦΑΔΕΣ	16,8
107	SOFADES	41100400	5497	PASXALITSA	ΣΟΦΑΔΕΣ	57,1
108	AGIOS VISSARIOS	41110500	175	PASXALITSA	ΣΟΦΑΔΕΣ	10,6
109	FILIA	41123500	618	PASXALITSA	ΣΟΦΑΔΕΣ	19,8
110	KAPPADOKIKON	41115500	651	PASXALITSA	ΣΟΦΑΔΕΣ	9,8
111	MELISSOCHORION	41119400	407	PASXALITSA	ΣΟΦΑΔΕΣ	8,9
112	KARPOCHORION	41116000	1152	PASXALITSA	ΣΟΦΑΔΕΣ	16,2
113	MAVRACHADES	41119100	686	PASXALITSA	ΣΟΦΑΔΕΣ	14,3
114	MASCHOLOURION	41118900	495	PASXALITSA	ΣΟΦΑΔΕΣ	13,0
115	KEDROS	41116500	1017	KEDROS	ΣΟΦΑΔΕΣ	22,3
116	LOUTROPIGI	41118100	734	KEDROS	ΣΟΦΑΔΕΣ	44,1
117	AIDONOCHORION	41111000	267	KEDROS	ΣΟΦΑΔΕΣ	22,4
118	LOUTRON	41118200	448	KEDROS	ΣΟΦΑΔΕΣ	10,1
119	VATHYLAKKOS	41112600	251	KEDROS	ΣΟΦΑΔΕΣ	26,2
120	THRAPSIMION	41114600	350	KEDROS	ΣΟΦΑΔΕΣ	32,7
121	LIVADION	42212200	2882	LIBADION	ΕΛΑΣΣΟΝΑ	141,6
122	DOLICHI	42211100	496	LIBADION	ΕΛΑΣΣΟΝΑ	16,5
123	SARANTAPORON	42213400	938	MHLEA	ΕΛΑΣΣΟΝΑ	26,9
124		42213800	462	MHLEA	ΕΛΑΣΣΟΝΑ	27,5
125		42212900	496	MHLEA	ΕΛΑΣΣΟΝΑ	12,6
126	GIANNOTA	42210900	520	MHLEA	ΕΛΑΣΣΟΝΑ	26,4
127	VOUVALA	42210100	724	MHLEA	ΕΛΑΣΣΟΝΑ	19,8
128	LYKOUDION	42212500	427	MHLEA	ΕΛΑΣΣΟΝΑ	21,0
129	GERANIA	42210800	379	MHLEA	ΕΛΑΣΣΟΝΑ	15,7
130	STEFANOVOUNON	42213500	728	DRYMOS	ΕΛΑΣΣΟΝΑ	37,9
131		42211300	824	DRYMOS	ΕΛΑΣΣΟΝΑ	19,9
132	TSARITSANI	42213900	2492	DRYMOS	ΕΛΑΣΣΟΝΑ	58,4
133	KEFALOVRYSON	42211700	337	DRYMOS	ΕΛΑΣΣΟΝΑ	16,6
134	EVANGELISMOS	42211400	807	DRYMOS	ΕΛΑΣΣΟΝΑ	24,1
135	PALAIOKASTRON	42213100	429	DRYMOS	ΕΛΑΣΣΟΝΑ	17,7
136	GALANOVRYSI	42210700	551	DRYMOS	ΕΛΑΣΣΟΝΑ	13,7
137	VALANIDA	42210400	1043	DRYMOS	ΕΛΑΣΣΟΝΑ	57,8
138	EASSON	42200100	8426	DRYMOS	ΕΛΑΣΣΟΝΑ	95,4
139	KRANEA EASSONOS	42212000	3264	AKRH	ΕΛΑΣΣΟΝΑ	93,6
140	LOUTRON	42212300	841	AKRH	ΕΛΑΣΣΟΝΑ	30,8
141	AKRI	42210200	230	AKRH	ΕΛΑΣΣΟΝΑ	19,6
142	KOKKINOPILOS	42211900	764	KOKKINOPHLOS	ΕΛΑΣΣΟΝΑ	92,4

143	KOKKINOGEION	42211800	357	KOKKINOPHLOS	ΕΛΑΣΣΟΝΑ	9,9
144	LOFOS	42212400	277	KOKKINOPHLOS	ΕΛΑΣΣΟΝΑ	23,1
145	KALLITHEA	42211500	830	KOKKINOPHLOS	ΕΛΑΣΣΟΝΑ	29,7
146	OLYMPIAS	42213000	431	KOKKINOPHLOS	ΕΛΑΣΣΟΝΑ	13,3
147	PYTHION	42213300	1113	KOKKINOPHLOS	ΕΛΑΣΣΟΝΑ	75,1
148	FLAMPOURON	42214000	638	KOKKINOPHLOS	ΕΛΑΣΣΟΝΑ	57,9
149	FALANNA	42411500	3043	FALANNA	ΛΑΡΙΣΑ	32,1
150	GIANNOULI	42410400	3284	FALANNA	ΛΑΡΙΣΑ	15,8
151	TERPSITHEA	42315300	1244	LARISA	ΛΑΡΙΣΑ	34,0
152	LARISA	42300100	113090	LARISA	ΛΑΡΙΣΑ	86,2
153	DOXARAS	42311100	301	AGIOI ANARGYROI	ΚΡΑΝΝΩΝΑΣ	20,4
154	VOUNAINA	42310700	416	AGIOI ANARGYROI	ΚΡΑΝΝΩΝΑΣ	13,8
155	AGIOI ANARGYROI	42310200	908	AGIOI ANARGYROI	ΚΡΑΝΝΩΝΑΣ	47,5
156	AGIOS GEORGIOS	42310100	222	AGIOI ANARGYROI	ΚΡΑΝΝΩΝΑΣ	20,8
157	KRANNON	42312100	208	AGIOI ANARGYROI	ΚΡΑΝΝΩΝΑΣ	20,5
158	KYPARISSOS	42312200	351	AGIOI ANARGYROI	ΚΡΑΝΝΩΝΑΣ	29,0
159	MIKRON VOUNON	42313200	302	AGIOI ANARGYROI	ΚΡΑΝΝΩΝΑΣ	18,8
160	MAVROVOUNION	42312700	391	AGIOI ANARGYROI	ΚΡΑΝΝΩΝΑΣ	14,9
161	PSYCHIKON	42315600	176	AGIOI ANARGYROI	ΚΡΑΝΝΩΝΑΣ	15,4
162	NEROMYLOI	42111600	329	MEGALOBRYSON	ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ	4,6
163	METAXOCHORION	42111500	616	MEGALOBRYSON	ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ	3,0
164	MEGALOVRYSON	42111300	328	MEGALOBRYSON	ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ	18,2
165	POTAMIA	42111700	312	MEGALOBRYSON	ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ	31,9
166	ANAVRA	42110400	760	MEGALOBRYSON	ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ	20,4
167	AETOLOFOS	42110200	405	MEGALOBRYSON	ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ	12,9
168	AGIA	42110100	4014	MEGALOBRYSON	ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ	27,8
169	ELAFOS	42110800	301	MEGALOBRYSON	ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ	59,6
170	GERAKARION	42110600	346	MEGALOBRYSON	ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ	9,4
171	TEBI	42315200	84	AMPELAKIA	ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ	3,1
172	AMPELAKIA	42310400	470	AMPELAKIA	ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ	53,0
173	NEON PERIVOLION	42313700	604	MELISSA	ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ	29,0
174	KALAMAKION	42110900	672	MELISSA	ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ	24,0
175	MELISSA	42313000	650	MELISSA	ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ	32,6
176	AGNANTERI	42310300	276	MELISSA	ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ	8,5
177	KYPSELI	42311800	894	MELISSA	ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ	36,0
178	POURNARION	42314700	603	SPHLIA	ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ	20,8
179	SPILIA	42314900	324	SPHLIA	ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ	53,2
180	SYKOURION	42315000	2554	SPHLIA	ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ	41,0
181	NESSON	42313800	168	SPHLIA	ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ	9,4
182	KYPSELOCHORION	42312300	301	SPHLIA	ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ	11,0
183	KALOCHORION	42311700	987	SPHLIA	ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ	22,2
184	OSSA	42314400	651	SPHLIA	ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ	12,8
185	DIMITRA	42110700	408	ANATOLH	ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ	17,4
186	AMYGDALI	42110300	525	ANATOLH	ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ	32,6
187	MARMARINI	42111200	402	ANATOLH	ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ	18,5
188	ANATOLI	42110500	397	ANATOLH	ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ	79,4
189	KASTRION	42111100	377	ANATOLH	ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ	35,3
190		42310800	856	GALHNH	ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΣ	24,0
191	GLAFKI	42310900	912	GALHNH	ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΣ	40,6
192	CHALKI	42315400	2009	GALHNH	ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΣ	39,5
193	ELEFOTHERION	42311300	466	GALHNH	ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΣ	12,6

194	PLATYKABOS	42314600	1669	GALHNH	ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΣ	29,7
195	NAMATA	42313500	160	GALHNH	ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΣ	15,8
196	MELISSOCHORION	42313100	646	GALHNH	ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΣ	24,0
197	MELIA	42312900	821	GALHNH	ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΣ	41,3
198	OMORFOCHORION	42314300	664	GALHNH	ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΣ	27,1
199	PARAPOTAMOS	42314500	372	EYAGGELISMOS	ΜΑΚΡΥΧΩΡΙ	22,7
200	MAKRYCHORION	42312500	1773	EYAGGELISMOS	ΜΑΚΡΥΧΩΡΙ	57,2
201	ELATEIA	42311200	659	EYAGGELISMOS	ΜΑΚΡΥΧΩΡΙ	14,8
202	EVANGELISMOS	42311500	200	EYAGGELISMOS	ΜΑΚΡΥΧΩΡΙ	8,9
203	ITEA	42410800	346	KALLIPEYKH	ΜΑΚΡΥΧΩΡΙ	11,7
204	KALLIPEFKI	42410900	741	KALLIPEYKH	ΜΑΚΡΥΧΩΡΙ	46,3
205	GONOI	42410500	2535	KALLIPEYKH	ΜΑΚΡΥΧΩΡΙ	55,5
206	AMYGDALEA	42310500	395	KOYTSOXERON	ΚΟΙΛΑΔΑΣ	14,4
207	KOILAS	42311900	715	KOYTSOXERON	ΚΟΙΛΑΔΑΣ	21,8
208	KOUTSOCHERON	42312000	347	KOYTSOXERON	ΚΟΙΛΑΔΑΣ	22,0
209	ELEFTHERAI	42311400	419	KOYTSOXERON	ΚΟΙΛΑΔΑΣ	21,7
210	LOUTRON	42312400	364	KOYTSOXERON	ΚΟΙΛΑΔΑΣ	37,1
211	RACHOULA	42314800	656	KOYTSOXERON	ΚΟΙΛΑΔΑΣ	30,3
212	MANDRA	42312600	618	KOYTSOXERON	ΚΟΙΛΑΔΑΣ	10,8
213	DILOFON	42311000	263	NIKAIA	ΝΙΚΑΙΑ	20,6
214	MYRA	42313400	1277	NIKAIA	ΝΙΚΑΙΑ	57,5
215	NEA LEFKI	42313600	198	NIKAIA	ΝΙΚΑΙΑ	10,5
216	ZAPPEION	42311600	760	NIKAIA	ΝΙΚΑΙΑ	38,7
217	NEAI KARYAI	42313900	718	NIKAIA	ΝΙΚΑΙΑ	42,9
218	NIKAIA	42314000	2840	NIKAIA	ΝΙΚΑΙΑ	61,0
219	CHARA	42315500	408	NIKAIA	ΝΙΚΑΙΑ	22,2
220	MOSCHOCHEIRON	42313300	399	NIKAIA	ΝΙΚΑΙΑ	24,4
221	SOTIRION	42315100	356	NIKH	ΑΡΜΕΝΙΟ	23,6
222	NIKI	42314100	577	NIKH	ΑΡΜΕΝΙΟ	26,6
223	MEGA MONASTIRION	42312800	657	NIKH	ΑΡΜΕΝΙΟ	30,1
224	ARMENION	42310600	1036	NIKH	ΑΡΜΕΝΙΟ	23,5
225	AIGANI	42410100	878	AIGANH	ΚΑΤΩ ΟΛΥΜΠΟΣ	21,1
226	PYRGETOS	42411200	1759	AIGANH	ΚΑΤΩ ΟΛΥΜΠΟΣ	32,6
227	KRANEA	42411000	434	AIGANH	ΚΑΤΩ ΟΛΥΜΠΟΣ	25,2
228	RAPSANI	42411300	1682	AIGANH	ΚΑΤΩ ΟΛΥΜΠΟΣ	45,2
229	OMOLION	42314200	838	PALAIOPYRGOS	ΚΑΤΩ ΟΛΥΜΠΟΣ	23,8
230	KARITSA	42111000	729	PALAIOPYRGOS	ΚΑΤΩ ΟΛΥΜΠΟΣ	23,5
231	STOMION	42112000	663	PALAIOPYRGOS	ΚΑΤΩ ΟΛΥΜΠΟΣ	38,6
232	PALAIOPYRGOS	42411100	292	PALAIOPYRGOS	ΚΑΤΩ ΟΛΥΜΠΟΣ	11,8
233	SYKEA	42213700	833	SYKEA	ΤΥΡΝΑΒΟΣ	37,0
234	DOMENIKON	42211200	652	SYKEA	ΤΥΡΝΑΒΟΣ	26,5
235	PRAITORION	42213200	475	SYKEA	ΤΥΡΝΑΒΟΣ	16,6
236	VLACHOGIANNION	42210600	1067	SYKEA	ΤΥΡΝΑΒΟΣ	35,0
237	MESOCHORION	42212800	693	SYKEA	ΤΥΡΝΑΒΟΣ	31,7
238	MEGA ELEFTHEROCHORION	42212700	907	SYKEA	ΤΥΡΝΑΒΟΣ	40,4
239	MAGOULA	42212600	370	SYKEA	ΤΥΡΝΑΒΟΣ	7,5
240	AMOURION	42210300	454	SYKEA	ΤΥΡΝΑΒΟΣ	7,1
241	RODIA	42411400	963	RODIA	ΤΥΡΝΑΒΟΣ	68,3
242	DELERIA	42410600	1002	RODIA	ΤΥΡΝΑΒΟΣ	21,1
243	AMPELON	42400100	5819	RODIA	ΤΥΡΝΑΒΟΣ	36,9

244	VRYOTOPOS	42410300	761	RODIA	ΤΥΡΝΑΒΟΣ	26,0
245	SYKAMINEA	42213600	227	SYKAMINEA	ΤΥΡΝΑΒΟΣ	47,1
246	KRYOVRYSI	42212100	323	SYKAMINEA	ΤΥΡΝΑΒΟΣ	35,7
247	KARYA	42211600	801	SYKAMINEA	ΤΥΡΝΑΒΟΣ	74,3
248	DENDRA	42410700	1196	ARGYROPOYLEION	ΤΥΡΝΑΒΟΣ	43,1
249	TYRNAVOS	42400200	12197	ARGYROPOYLEION	ΤΥΡΝΑΒΟΣ	59,1
250	DAMASION	42211000	1517	ARGYROPOYLEION	ΤΥΡΝΑΒΟΣ	140,0
251	ARGYROPOULEION	42410200	2013	ARGYROPOYLEION	ΤΥΡΝΑΒΟΣ	102,6
252	VERDIKOUSSA	42210500	2974	BERDIKOYSSA	ΤΥΡΝΑΒΟΣ	100,4
253	REVMATIA	42512100	280	SKOTOYSSA	ΠΟΛΥΔΑΜΑΝΤΑΣ	8,7
254	ERETRIA	42511000	997	SKOTOYSSA	ΠΟΛΥΔΑΜΑΝΤΑΣ	37,3
255	ZOODOCHOS PIGI	42511100	296	SKOTOYSSA	ΠΟΛΥΔΑΜΑΝΤΑΣ	14,3
256	KATO VASILIKΑ	42511300	429	SKOTOYSSA	ΠΟΛΥΔΑΜΑΝΤΑΣ	24,2
257	SKTOUSSA	42512400	746	SKOTOYSSA	ΠΟΛΥΔΑΜΑΝΤΑΣ	58,9
258	AMPELEIA	42510200	400	SKOTOYSSA	ΠΟΛΥΔΑΜΑΝΤΑΣ	19,1
259	CHALKIADES	42512700	590	SKOTOYSSA	ΠΟΛΥΔΑΜΑΝΤΑΣ	15,5
260	NERAIDA	42511800	263	SKOTOYSSA	ΠΟΛΥΔΑΜΑΝΤΑΣ	16,2
261	POLYDAMEION	42511900	490	SKOTOYSSA	ΠΟΛΥΔΑΜΑΝΤΑΣ	35,7
262	DASOLOFOS	42510700	405	SKOTOYSSA	ΠΟΛΥΔΑΜΑΝΤΑΣ	15,0
263	DENDRA	42510800	115	NARUAKION	ΠΟΛΥΔΑΜΑΝΤΑΣ	10,1
264	SKOPIA	42512300	332	NARUAKION	ΠΟΛΥΔΑΜΑΝΤΑΣ	39,0
265	KALLITHEA	42511200	297	NARUAKION	ΠΟΛΥΔΑΜΑΝΤΑΣ	67,5
266	DILOFON	42510900	399	NARUAKION	ΠΟΛΥΔΑΜΑΝΤΑΣ	17,1
267	NARTHAKION	42511700	668	NARUAKION	ΠΟΛΥΔΑΜΑΝΤΑΣ	34,3
268	AGIOFYLON	44110100	621	AGIOFYLLON	ΤΡΙΚΚΑΙ	42,0
269	KAKOPLEVRION	44111700	628	AGIOFYLLON	ΤΡΙΚΚΑΙ	41,3
270	OXYNEIA	44113500	654	AGIOFYLLON	ΤΡΙΚΚΑΙ	29,3
271	AGNANTIA	44110200	741	AGIOFYLLON	ΤΡΙΚΚΑΙ	43,5
272		44114300	343	AGIOFYLLON	ΤΡΙΚΚΑΙ	20,4
273	MEGARCHI	44215100	1274	MEGARXH	ΤΡΙΚΚΑΙ	39,0
274	DIPOTAMOS	44212600	514	MEGARXH	ΤΡΙΚΚΑΙ	6,3
275	MEGA KEFALOVRYSΟΝ	44214800	770	MEGARXH	ΤΡΙΚΚΑΙ	7,8
276	DIALEKTΟΝ	44212400	831	MEGARXH	ΤΡΙΚΚΑΙ	10,8
277	KEFALOVRYSΟΝ	44213700	907	MEGARXH	ΤΡΙΚΚΑΙ	12,3
278	THEOPETRA	44111600	664	UEOPETRA	ΤΡΙΚΚΑΙ	14,3
279	PERISTERΑ	44113900	239	UEOPETRA	ΤΡΙΚΚΑΙ	4,0
280	VASILIKI	44111000	1651	UEOPETRA	ΤΡΙΚΚΑΙ	22,7
281	PLATANOS	44217700	811	SPAUADES	ΤΡΙΚΚΑΙ	18,7
282	RIZOMΑ	44218300	1302	SPAUADES	ΤΡΙΚΚΑΙ	21,5
283	SPATHADES	44114400	413	SPAUADES	ΤΡΙΚΚΑΙ	19,4
284	ELLINOKASTRON	44213100	364	SPAUADES	ΤΡΙΚΚΑΙ	25,9
285	RAXΑ	44218200	766	SPAUADES	ΤΡΙΚΚΑΙ	13,3
286	ORTHOVOUNION	44113600	217	BLAXABA	ΤΡΙΚΚΑΙ	16,6
287	AVRA	44110800	741	BLAXABA	ΤΡΙΚΚΑΙ	34,3
288	MEGALI KERASEA	44113400	394	BLAXABA	ΤΡΙΚΚΑΙ	25,1
289	KRYA VRYSI	44112900	513	BLAXABA	ΤΡΙΚΚΑΙ	24,7
290	SARAKINA	44114200	460	BLAXABA	ΤΡΙΚΚΑΙ	8,7
291	DIAVA	44111500	877	BLAXABA	ΤΡΙΚΚΑΙ	23,8
292	VLACHAVA	44111100	333	BLAXABA	ΤΡΙΚΚΑΙ	27,3
293	KALAMPAKA	44100100	6072	BLAXABA	ΤΡΙΚΚΑΙ	48,3

294	KASTRAKION	44112300	1309	BLAXABA	ΤΡΙΚΚΑΟΙ	47,6
295	TRIKALA	44200200	48962	TRIKALA	ΤΡΙΚΚΑΟΙ	69,1
296	KERAMIDION	44213600	451	DIASELLON	ΦΑΡΚΑΔΟΝΑ	8,1
297	DIASELON	44212500	334	DIASELLON	ΦΑΡΚΑΔΟΝΑ	30,7
298	PINEIAS	44217500	440	DIASELLON	ΦΑΡΚΑΔΟΝΑ	35,1
299	GRIZANON	44212100	1601	DIASELLON	ΦΑΡΚΑΔΟΝΑ	39,3
300	ACHLADOCHORION	44211000	206	DIASELLON	ΦΑΡΚΑΔΟΝΑ	13,6
301	ZARKOS	44213200	1771	DIASELLON	ΦΑΡΚΑΔΟΝΑ	55,2
302	FARKADON	44200300	2310	DIASELLON	ΦΑΡΚΑΔΟΝΑ	29,6
303	PANAGITSA	44216500	343	DIASELLON	ΦΑΡΚΑΔΟΝΑ	5,2
304	GEORGANADES	44211700	424	NEOXRION	ΟΙΧΑΛΙΑ	9,4
305	KLOKOTOS	44213800	819	NEOXRION	ΟΙΧΑΛΙΑ	8,3
306	PETROTON	44217300	1011	NEOXRION	ΟΙΧΑΛΙΑ	11,3
307	KRINI	44214200	1042	NEOXRION	ΟΙΧΑΛΙΑ	15,8
308	NEOCHORION	44216100	3271	NEOXRION	ΟΙΧΑΛΙΑ	40,3
309	ARDANION	44210800	610	AGRELIA	ΟΙΧΑΛΙΑ	19,7
310	ZILEFTI	44213300	596	AGRELIA	ΟΙΧΑΛΙΑ	11,2
311	KOUMARIA	44214100	25	AGRELIA	ΟΙΧΑΛΙΑ	65,5
312	PALAIOPYRGOS	44216400	1081	AGRELIA	ΟΙΧΑΛΙΑ	38,2
313	KRINITSA	44214300	443	AGRELIA	ΟΙΧΑΛΙΑ	4,9
314	LIOPRASON	44214500	373	AGRELIA	ΟΙΧΑΛΙΑ	24,0
315	AGRELIA	44210600	342	AGRELIA	ΟΙΧΑΛΙΑ	33,3
316	MEGALOCHORION	44214900	1768	XRY SAY GH	ΟΙΧΑΛΙΑ	17,7
317	PATOULIA	44216800	545	XRY SAY GH	ΟΙΧΑΛΙΑ	5,6
318	LONGOS	44214600	381	XRY SAY GH	ΟΙΧΑΛΙΑ	4,3
319	CHRYSAVGI	44219200	475	XRY SAY GH	ΟΙΧΑΛΙΑ	11,7
320	NOMI	44215900	473	TAJIARXAI	ΟΙΧΑΛΙΑ	6,6
321	PETROPOROS	44217100	629	TAJIARXAI	ΟΙΧΑΛΙΑ	15,1
322	SERVOTA	44218500	642	TAJIARXAI	ΟΙΧΑΛΙΑ	9,7
323	TAXIARCHAI	44218700	1157	TAJIARXAI	ΟΙΧΑΛΙΑ	21,3
324	FANEROMENI	44218800	559	TAJIARXAI	ΟΙΧΑΛΙΑ	9,5
325	KALOGIROI	44213400	217	DESH	ΓΟΜΦΟΙ	6,6
326	NERAIDOCHORI	44215800	279	DESH	ΓΟΜΦΟΙ	31,2
327	PYRRA	44218100	150	DESH	ΓΟΜΦΟΙ	32,1
328	AGIOS NIKOLAOS	44210400	32	DESH	ΓΟΜΦΟΙ	10,3
329	ATHAMANIA	44210700	100	DESH	ΓΟΜΦΟΙ	26,9
330	VRONTERON	44211400	188	DESH	ΓΟΜΦΟΙ	8,1
331	GARDIKION	44211500	359	DESH	ΓΟΜΦΟΙ	47,9
332	PERTOULION	44217000	132	DESH	ΓΟΜΦΟΙ	33,8
333	DESI	44212300	125	DESH	ΓΟΜΦΟΙ	35,8
334	DROSOCHORION	44212800	22	DESH	ΓΟΜΦΟΙ	19,8
335	ELATI	44212900	688	DESH	ΓΟΜΦΟΙ	24,4
336	DENDROCHORION	44212200	845	BALTINON	ΓΟΜΦΟΙ	7,8
337	KATO ELATI	44213500	627	BALTINON	ΓΟΜΦΟΙ	4,5
338	FOTADA	44219100	499	BALTINON	ΓΟΜΦΟΙ	4,4
339	VALTINON	44211300	780	BALTINON	ΓΟΜΦΟΙ	5,1
340	KOTRONION	44214000	514	AGIOS BHSSARIVN	ΓΟΜΦΟΙ	12,9
341	AGIOS PROKOPIOS	44210500	177	AGIOS BHSSARIVN	ΓΟΜΦΟΙ	4,8
342	PALAIOKARYA	44216200	273	AGIOS BHSSARIVN	ΓΟΜΦΟΙ	30,4
343	ROPOTON	44218400	1021	AGIOS BHSSARIVN	ΓΟΜΦΟΙ	16,4
344	PETROCHORION	44217200	219	AGIOS BHSSARIVN	ΓΟΜΦΟΙ	10,1

345	PYLI	44200100	1991	AGIOS BHSSARIVN	ΓΟΜΦΟΙ	17,3
346	AGIOS VISSARION	44210300	913	AGIOS BHSSARIVN	ΓΟΜΦΟΙ	12,2
347	GENESION	44211600	411	PRINOS	ΓΟΜΦΟΙ	8,6
348	GORGOGYRION	44212000	627	PRINOS	ΓΟΜΦΟΙ	10,6
349	PRINOS	44217900	618	PRINOS	ΓΟΜΦΟΙ	15,4
350	XYLOPAROIKON	44216000	512	PRINOS	ΓΟΜΦΟΙ	14,0
351	PRODROMOS	44218000	558	PRINOS	ΓΟΜΦΟΙ	10,2
352	FILYRA	44219000	500	PARAPOTAMOS	ΓΟΜΦΟΙ	11,0
353	PARAPOTAMOS	44216700	570	PARAPOTAMOS	ΓΟΜΦΟΙ	4,6
354	FIKI	44218900	1379	PARAPOTAMOS	ΓΟΜΦΟΙ	11,3
355	ELEFTHEROCHORION	44213000	588	PARAPOTAMOS	ΓΟΜΦΟΙ	5,5
356	PIALEIA	44217600	910	PARAPOTAMOS	ΓΟΜΦΟΙ	17,9
357	LYGARIA	44214700	580	PHGH	ΓΟΜΦΟΙ	7,8
358	DROSERON	44212700	523	PHGH	ΓΟΜΦΟΙ	5,9
359	MOURIA	44215400	714	PHGH	ΓΟΜΦΟΙ	7,4
360	GOMFOI	44211900	1187	PHGH	ΓΟΜΦΟΙ	12,6
361	PALAIOMONASTIRON	44216300	1177	PHGH	ΓΟΜΦΟΙ	12,7
362	PIGI	44217400	1303	PHGH	ΓΟΜΦΟΙ	14,1

A.6 Κώδικας Υπολογισμού Αρδευτικών Αναγκών Μαΐου

Sub EvapTransMaios2()

Dim pinET16(16, 1) As Single

Dim D(6, 1), Rn(6, 1), G(6, 1), T(6, 1), u2(6, 1)

Dim P(70, 1), z(70, 1), gama(70, 1), esa2, esa(6, 1), f As Variant

Dim I As Integer, L As Integer, K As Integer, days(6, 1) As Integer

Dim coef(6, 16), rEvap(16, 1)

' Εισαγωγή του αριθμού του κάθε μήνα

days(1, 1) = 30

days(2, 1) = 31

days(3, 1) = 30

days(4, 1) = 31

days(5, 1) = 31

days(6, 1) = 30

'Εισαγωγή των συντελεστών Kc

For I = 1 To 6

 For K = 1 To 16

 coef(I, K) = Worksheets("Coef").Cells(1 + I, 1 + K)

 'Cells(5 + I, 13 + K) = coef(I, K)

 Next K

Next I

' Συλλογή Δεδομένων ίδιων για κάθε Δήμο

' Μέσο φ

'Εισαγωγή Δ.ή αλλιώς D

For I = 1 To 6

D(I, 1) = Worksheets("D").Cells(8 + I, 3)

Cells(I + 5, 5) = D(I, 1)

Next I

'Εισαγωγή G: Soil heat flux density [MJm(-2)day(-1)]

For I = 1 To 6

G(I, 1) = Worksheets("G").Cells(10 + I, 3)

Cells(I + 15, 5) = G(I, 1)

Next I

'Εισαγωγή Rn: net radiation at the crop surface [MJm(-2)day(-1)]

For I = 1 To 6

Rn(I, 1) = (1 / 0.408) * Worksheets("Rn").Cells(8 + I, 3)

Cells(I + 25, 5) = Rn(I, 1)

Next I

'Εισαγωγή T: mean monthly air temperature at 2 m height [oC]

For I = 1 To 6

T(I, 1) = Worksheets("G").Cells(2 + I, 3)

Cells(I + 35, 5) = T(I, 1)

Next I

'Εισαγωγή u2: wind speed at 2 m height [m/sec]

For I = 1 To 6

u2(I, 1) = Worksheets("M_O_M").Cells(2 + I, 5)

Cells(I + 45, 5) = u2(I, 1)

Next I

'Εισαγωγή esa: saturation vapour pressure deficit [kPa]

For I = 1 To 6

esa(I, 1) = Worksheets("Rnl").Cells(31 + I, 7)

Cells(I + 45, 5).Value = esa(I, 1)

Next |

'Υπολογισμός Πιέσεως P [kPa]

For L = 2 To 70

z(L, 1) = Worksheets("Original").Cells(L, 33)

P(L, 1) = 101.3 * (((293 - 0.0065 * z(L, 1)) / 293) ^ 5.26)

gama(L, 1) = 0.665 * 0.001 * P(L, 1)

'Cells(L, 2) = z(L, 1)

'Cells(L, 3) = P(L, 1)

'Cells(L, 8) = gama(L, 1)

For K = 1 To 16

pinET16(K, 1) = (0.408 * D(2, 1) * (Rn(2, 1) - G(2, 1)) + gama(L, 1) * 900 * u2(2, 1) * esa(2, 1) / (T(2, 1) + 273)) / (D(2, 1) + gama(L, 1) * (1 + 0.34 * u2(2, 1)))

rEvap(K, 1) = pinET16(K, 1) * coef(2, K) * days(2, 1) * Worksheets("Original").Cells(L, 9 + K)

Cells(L, 9 + K) = rEvap(K, 1) ' Το αποτέλεσμα είναι m3/μήνα

pinET16(K, 1) = 0

rEvap(K, 1) = 0

Next K

Next L

End Sub

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β : Χάρτες

Στο Παράρτημα Β παρατίθενται χάρτες παλαιών μελετών που χρησιμοποιήθηκαν και τροποποιήθηκαν ώστε να αποτυπώσουν καλύτερα το υδροσύστημα καθώς και χάρτες που παράχθηκαν από Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (G.I.S.).

B.1 Χάρτες Μελετών

B.1.1 Υδρογραφικό Σύστημα Θεσσαλίας

B.1.2 Δίκτυο Κόμβων - Ομάδες Δήμων – Λεκάνες Απορροής

B.1.3 Γενική Διάταξη Έργων

B.2 Χάρτες Συστημάτων Γεωγραφικής Πληροφορίας

Οι χάρτες που παράχθηκαν αποτέλεσαν το τελικό αποτέλεσμα της σύνθεσης πινάκων του Excel, αρχικών γεωγραφικών δεδομένων και χαρτών που ψηφιοποιήθηκαν στα πλαίσια της εργασίας αυτής.

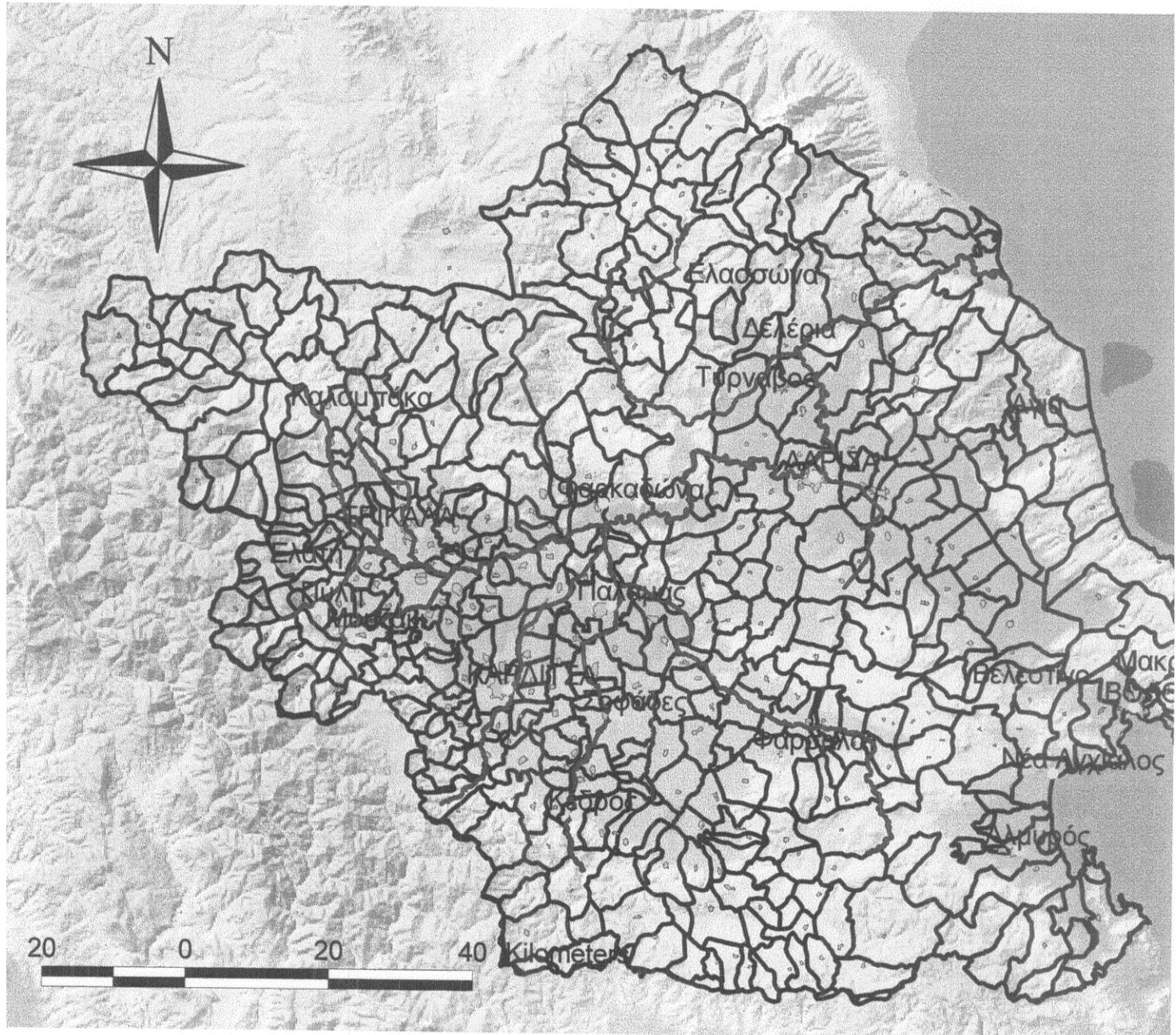
B.2.1: Όρια Κοινοτήτων Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας

B.2.2: Όρια Δήμων Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας

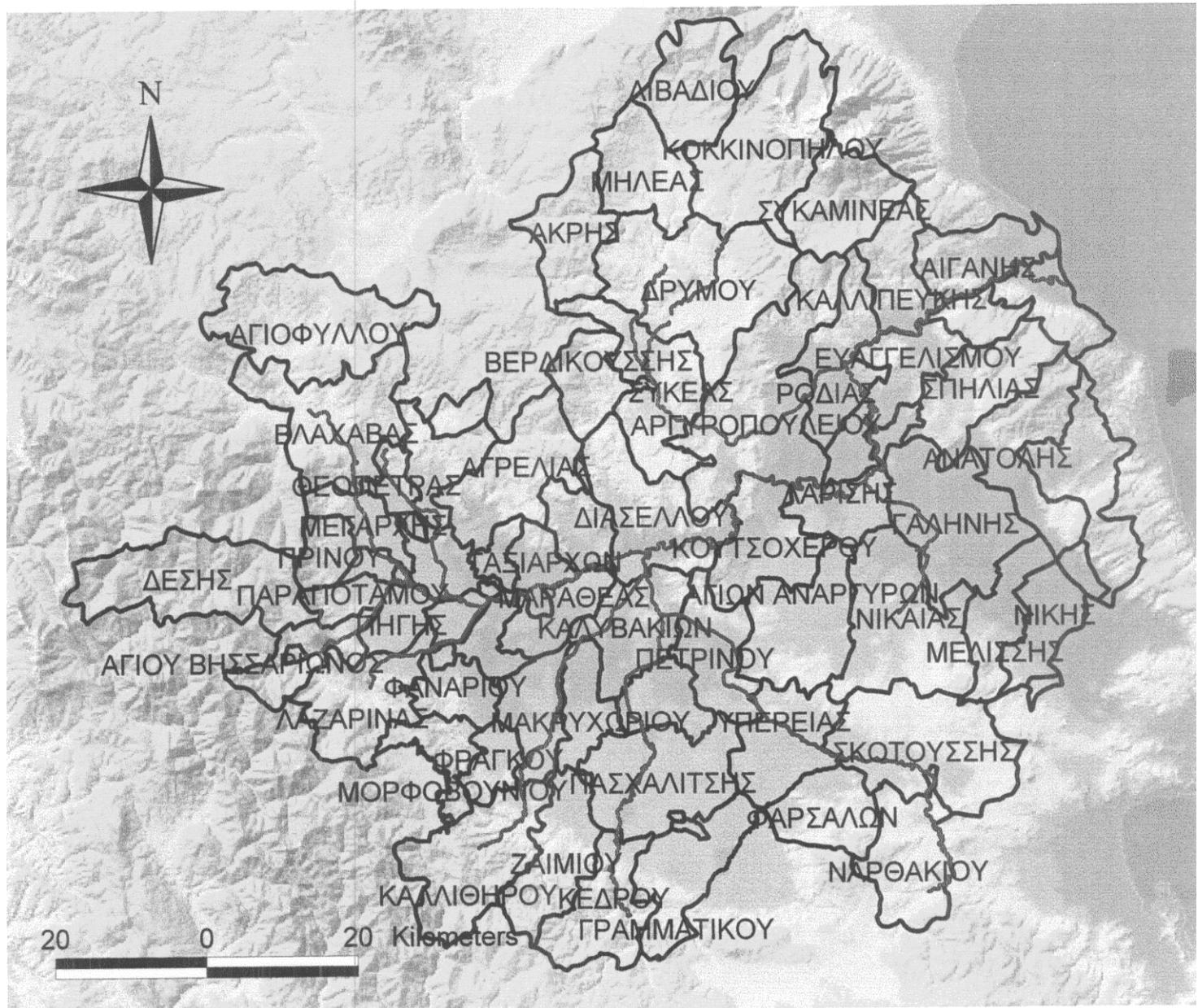
B.2.3: Όρια Ομάδων Δήμων Προσομοίωσης

B.2.4: Υδρομετρικοί Σταθμοί

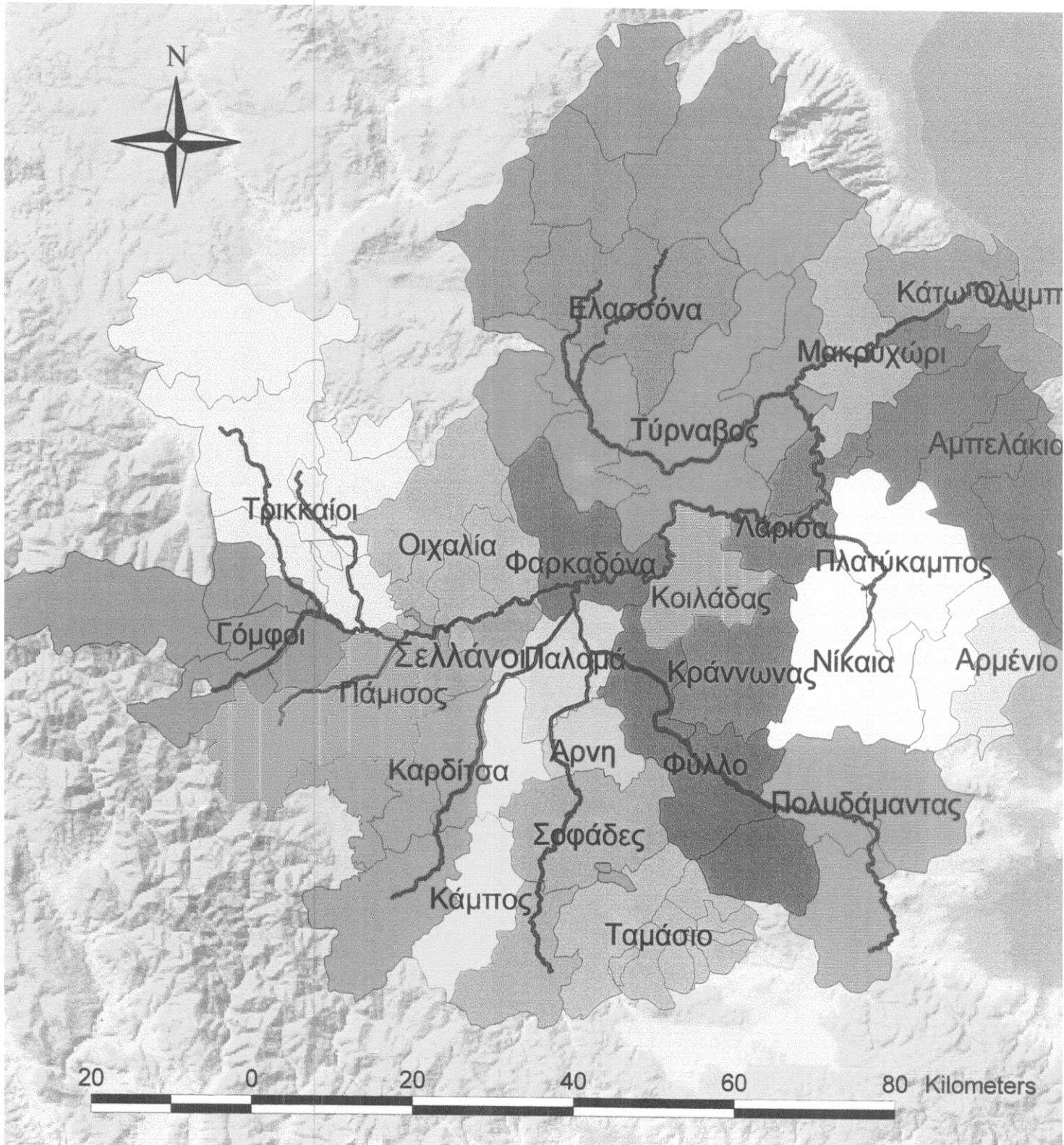
B.2.1 ΟΡΙΑ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



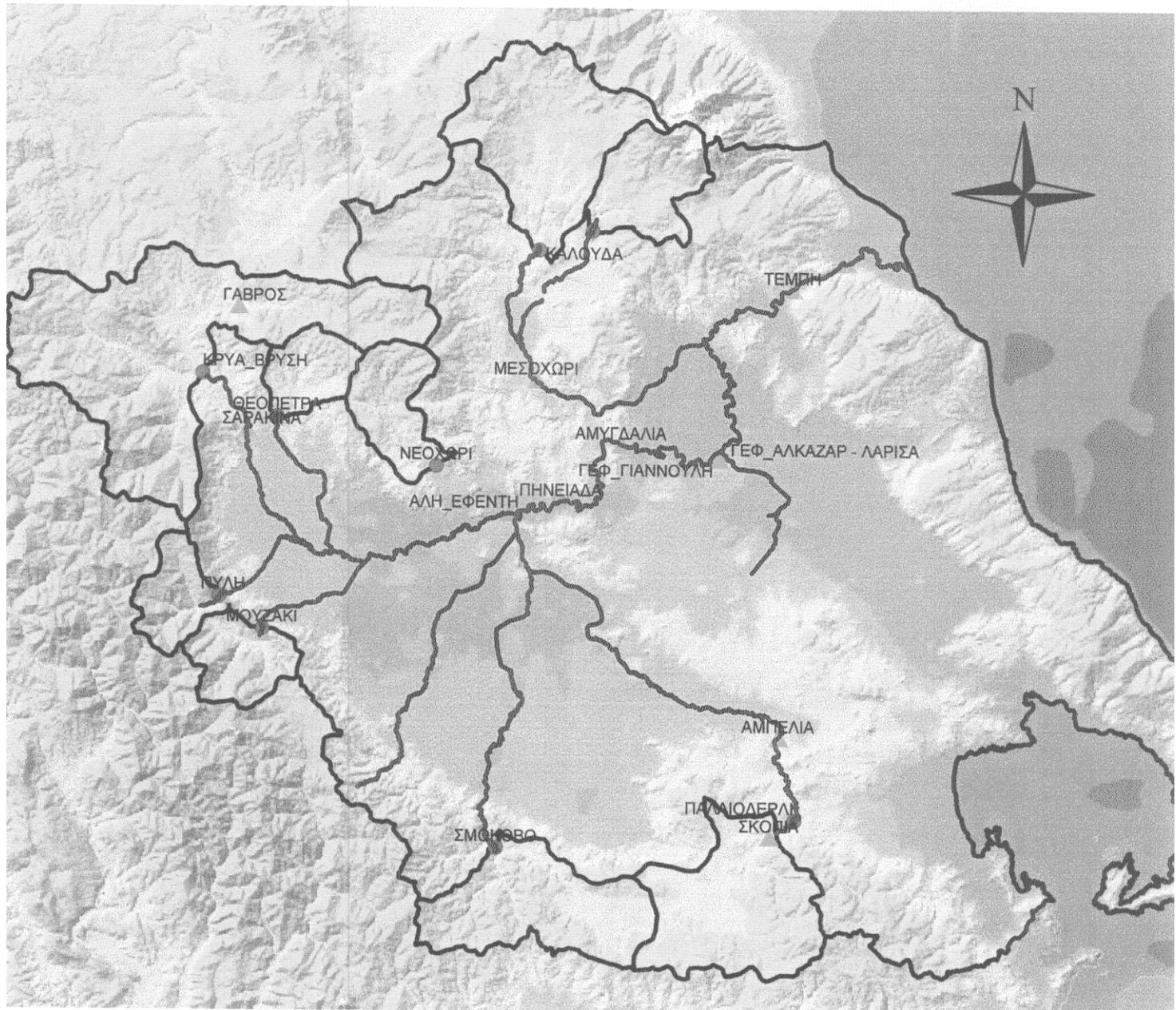
B.2.2 ΟΡΙΑ ΔΗΜΩΝ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



B.2.3 ΟΡΙΑ ΔΗΜΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ



B.2.4 ΥΔΡΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ



- ▲ Κύριο Υδρογραφικό Σύστημα Merge14.shp
- Θέσεις Φραγμάτων Fragmata.shp
- ▲ Υδρομετρικοί Σταθμοί Ydrometr_stathmoi.shp
- Λεκάνες Απορροής Φραγμάτων Fragbas

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: Φωτογραφίες



Γ.1 Π. Πηνειός: Περιοχή Λαζαρίνας (Μεταξύ Καρδίτσας και Τρικάλων).



Γ.2 Περιοχή Ριζοβουνίου



Γ.3 Τυπικό δείγμα της περιοχής κοντά στον Πρόδρομο (Φάρσαλα), Νότια Περιοχή



Γ.4 Σκοτούσα: Κεντρική Περιοχή



Γ.5 Κουτσόχερο



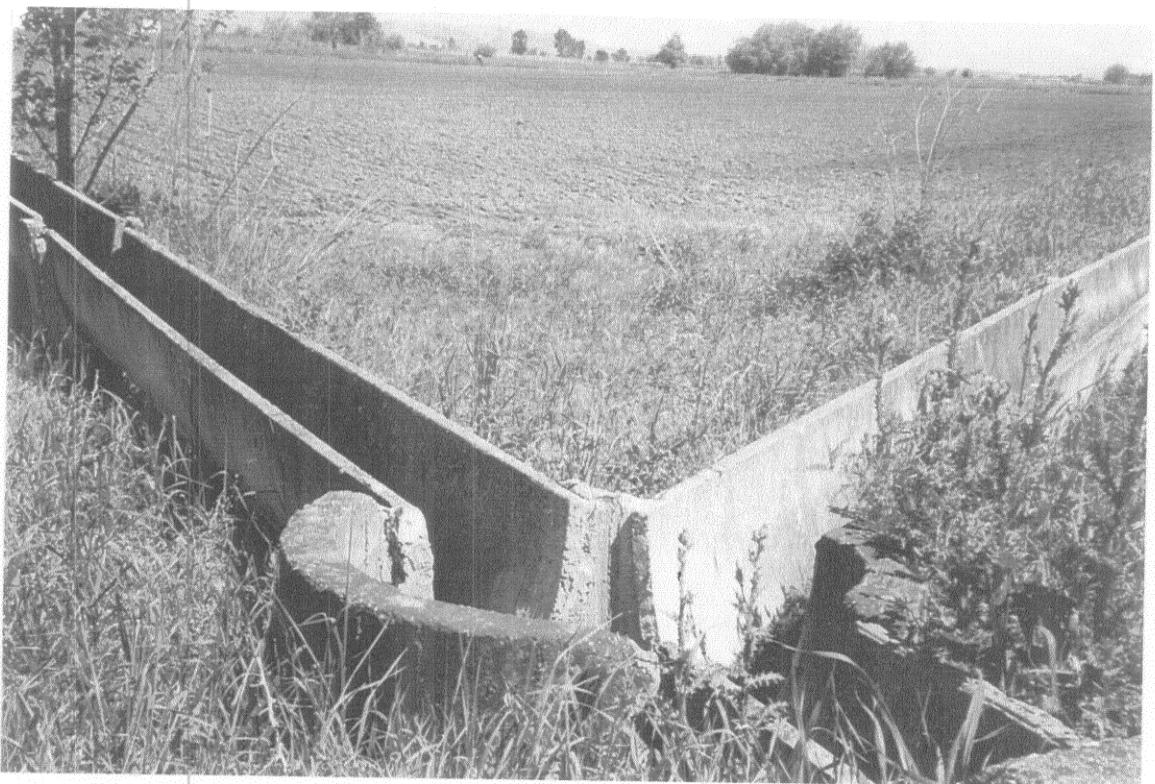
Γ.6 Π. Πηνειός περιοχή Μάνδρας



Γ.7 Π. Τιταρήσιος, περιοχή Δαμασιού



Γ. 8 Αποστραγγιστικό Κανάλι, περιοχή Μακρυχώρι



Γ. 9 Αρδευτικό Δίκτυο



Γ. 10 Τυπικό Δείγμα Αρδεύσιμης Έκτασης Από Επιφανειακά Νερά