

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΓΓΕΙΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΚΑΙ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ



Προσομοίωση υδρολογικών διεργασιών και λειτουργίας
υδροσυστήματος της λεκάνης Πάμισου Δυτικής Πελοποννήσου



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΚΟΥΣΤΑΛΟΥΠΗΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Ι. ΝΑΛΜΠΙΑΝΤΗΣ, ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2008

Ευχαριστίες

Η προσομοίωση των υδρολογικών διεργασιών είναι ένα ιδιαίτερος ενδιαφέρον επιστημονικό αντικείμενο, το οποίο περιλαμβάνει ένα μεγάλο μέρος των παρεχόμενων γνώσεων του επιστημονικού αντικειμένου του Υδραυλικού Μηχανικού.

Στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε η υδρολογική προσομοίωση του υδροσυστήματος του ποταμού Πάμισου της Δυτικής Πελοποννήσου με την εφαρμογή του μοντέλου «ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ». Ολοκληρώνοντας τον κύκλο της διπλωματικής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Ιωάννη Ναλμπάντη, Επίκουρο Καθηγητή, ο οποίος με τις πολύτιμες συμβουλές του συνέβαλε καθοριστικά, εκτός από την διεκπεραίωση της διπλωματικής εργασίας και στο να διαπιστώσω πόσο σημαντικό κομμάτι της ζωής μας είναι η διαχείριση των υδάτων.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον κύριο Αντώνη Κουκουβίνο, Αγρονόμο Τοπογράφο Μηχανικό, για τις πληροφορίες σχετικά με τα στάδια που έπρεπε να ακολουθήσω για τη δημιουργία της βάσης δεδομένων που θα υπεισερχόταν στο μοντέλο.

Τους υπαλλήλους των υπηρεσιών που με την προθυμία τους και την ευγένειά τους μου επέτρεψαν, σε σύντομο χρονικό διάστημα, να παραλάβω τα στοιχεία. Αναφέρομαι στους υπαλλήλους των υπηρεσιών ΥΠ.Γ.Ε. , ΥΠ.ΧΩ.Δ.Ε., Ε.Μ.Υ., Ι.Γ.Μ.Ε. καθώς και στην υπάλληλο της βιβλιοθήκης του τμήματος Τομέα Υδατικών Πόρων της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ για την παροχή βιβλιογραφίας.

Τέλος, τον κ. Αντρέα Ευστρατιάδη που χάρη στις καίριες επεμβάσεις του στη βάση δεδομένων και στο πολύτιμο χρόνο που αφιέρωσε συνέβαλε καθοριστικά στο τρέξιμο του προγράμματος και την ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας.

Σπυρίδων Κουσταλούπης

Οκτώβριος, 2008

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	1
Περιεχόμενα.....	3
Περίληψη	4
Abstract.....	5
Κατάλογος συμβόλων.....	6
1 Εισαγωγή	9
1.1 Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας.....	9
1.2 Διάρθρωση της εργασίας	9
2 Μεθοδολογία.....	11
2.1 Γενικά.....	11
2.2 Το υπολογιστικό σύστημα «ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ»	14
2.2.1 Γενικά.....	14
2.2.2 Θεμελιώδεις απαιτήσεις.....	15
2.3 Συνιστώσες και Δεδομένα Εισόδου	16
2.4 Μοντέλο Επιφανειακής Υδρολογίας	17
2.4.1 Σχηματοποίηση υδρογραφικού δικτύου	18
2.4.2 Μονάδες υδρολογικής απόκρισης.....	19
2.4.3 Εννοιολογικό μοντέλο προσομοίωσης υδρολογικών διεργασιών εδάφους.....	20
2.4.4 Υπολογιστική διαδικασία	21
2.5 Μοντέλο Υπόγειας Υδρολογίας.....	23
2.5.1 Σχηματοποίηση υδροφορέα	23
2.5.2 Συνιστώσες φόρτισης δεξαμενών υπόγειου νερού	24
2.5.3 Σχήμα επίλυσης.....	24
2.6 Μοντέλο Κατανομής Υδατικών Πόρων	26
2.6.1 Σχηματοποίηση υδροσυστήματος.....	26
2.6.2 Δικτυακή διατύπωση προβλήματος.....	27
2.7 Σύνοψη Διαδικασίας Προσομοίωσης	28
3 Περιοχή Μελέτης.....	30
3.1 Γεωγραφική Τοποθέτηση.....	30
3.1.1 Γεωγραφικά στοιχεία και διοικητική δομή.....	30
3.1.2 Γεωμορφολογικά – γεωλογικά χαρακτηριστικά.....	30
3.1.3 Κλίμα	30
3.2 Αναπτυξιακή ταυτότητα	31
3.3 Υδρολογικό ισοζύγιο – Προσφορά νερού	33
3.3.1. Κύριες υδρολογικές λεκάνες.....	33
3.3.2 Κύριες υδρογεωλογικές λεκάνες.....	34
3.3.3 Υδρολογικό ισοζύγιο διαμερίσματος.....	37
3.4 Χρήσεις νερού – Ζήτηση	37
3.4.1 Γεωργία	37
3.4.2 Κτηνοτροφία	38
3.4.3 Ιχθυοκαλλιέργεια	38
3.4.4 Ύδρευση	38
3.4.5 Βιομηχανία.....	38
3.4.6 Ενέργεια.....	39
3.4.7 Άλλες χρήσεις	39

3.5 Υφιστάμενη κατάσταση και προοπτικές.....	39
3.6 Η ποιότητα νερού.....	40
3.7 Διοικητικό Πλαίσιο Διαχείρισης.....	43
3.8 Λεκάνη Πάμισου.....	45
4 Δεδομένα εισόδου του λογισμικού «ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ» και επεξεργασία δεδομένων... 46	
4.1 Πορεία εργασιών.....	46
4.2 Σχηματοποίηση υδρογραφικού δικτύου	46
4.2.1 Υδρομετρικοί σταθμοί	46
4.2.2 Χάραξη δικτύου - υδατορεύματα – λεκάνες απορροής.....	46
4.3 Γεωλογία.....	50
4.3.1 Υδρολιθολογία.....	50
4.3.2 Χρήσεις γης.....	50
4.4 Σχηματοποίηση υπόγειου υδροφορέα.....	53
4.4.1 Καρστικές πηγές	53
4.4.2 Γεωτρήσεις.....	54
4.5 Μονάδα υδρολογικής απόκρισης (ΜΥΑ).....	56
4.5.1 Ψηφιακό Μοντέλο Αναγλύφου.....	56
4.5.2 Δημιουργία των μονάδων υδρολογικής απόκρισης (ΜΥΑ).....	59
4.6 Καθορισμός στόχων.....	65
4.7 Δεδομένα και επεξεργασίες	66
4.7.1 Δεδομένα επιφανειακής υδρολογίας.....	66
4.8 Δυνητική εξατμισοδιαπνοή.....	84
4.9 Αρδευτικές ανάγκες	84
5 Αποτελέσματα.....	87
6 Συμπεράσματα	98
6.1 Συμπεράσματα από τη χρήση του μοντέλου ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ.....	98
6.2 Συμπεράσματα για το υδροσύστημα της Δυτικής Πελοποννήσου	99
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	101
Ελληνικές αναφορές	101
Ξένες αναφορές.....	101
Υπηρεσίες που συνεργαστήκαμε για την παροχή στοιχείων.....	103

Περίληψη

Σκοπός της εργασίας είναι η προσομοίωση των υδρολογικών διεργασιών και λειτουργίας υδροσυστήματος της λεκάνης του Πάμισου της Δυτικής Πελοποννήσου, με χρήση του μοντέλου ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ. Αρχικά, έγινε η συλλογή των πρωτογενών δεδομένων που αφορούν στο υδροσύστημα (δεδομένα υδρομετρικών και βροχομετρικών σταθμών, δεδομένα υδρογεωλογίας, δεδομένα καλλιεργειών). Στη συνέχεια, προχωρήσαμε στη σχηματοποίηση του φυσικού και τεχνητού συστήματος. Για την προσαρμογή του μοντέλου, δηλαδή την εκτίμηση των παραμέτρων του, ορίστηκε μια συνάρτηση στόχου που περιλαμβάνει μηνιαία δείγματα από μετρήσεις πεδίου για επιφανειακά και υπόγεια νερά. Η μελέτη αφορά στην περίοδο 1979 – 1996. Η περίοδος 1979 – 1985 αναφέρεται στην περίοδο βαθμονόμησης και η περίοδος 1985 – 1996 είναι η περίοδος επαλήθευσης, στην οποία ελέγχθηκε η προγνωστική ικανότητα του μοντέλου. Η έλλειψη δεδομένων εκμετάλλευσης των υπογείων νερών αποδείχθηκε κρίσιμο στοιχείο για τη βαθμονόμηση του μοντέλου. Τελικά, καταλήξαμε στην χρήση παραμέτρων που λήφθηκαν από τη λεκάνη του Β. Κηφισού. Η απλή προσομοίωση της λειτουργίας του συστήματος επιτρέπει την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων.

Abstract

The scope of the study is the integrated simulation of the hydrological cycle in the Pamisos River Basin of the Western Peloponnisos region, through the HYDROGEIOS model. First, the raw data for the hydrosystem was collected (data from hydrometric and pluviometric stations, groundwater data, agricultural data). Next, we proceeded to the schematization of the physical and artificial system. For the adaptation of the model, i.e. the estimation of its parameters, an objective function was formulated, based on field measurements for surface and groundwater resources. The study refers to the period 1979-1996. The first period 1979 – 1985 refers to the calibration period, whereas the period 1985 – 1996 is the validation period, in which the forecasting capacity of the model was tested. Lack of data for groundwater abstractions was found to be critical for model calibration. Finally, only model simulation was performed based on parameter values taken from the Boeoticos Kephisos River Basin. This allows useful conclusion to be drawn.

Κατάλογος συμβόλων

Σύμβολο	Επεξήγηση
Q_{ot}	Άμεση απορροή
P_t	Βροχόπτωση
E_{P_t}	Δυνητική εξατμισοδιαπνοή
ε	Άνω όριο ποσοστού βροχόπτωσης που μπορεί να εξατμιστεί άμεσα
E_{dt}	Εξάτμιση
S_{max}	Μέγιστη χωρητικότητα
S_t	Εδαφική υγρασία
Q_{it}	Υποδερμική ροή
Q_{st}	Ροή λόγω κορεσμού
λ, μ	Συντελεστές στέρησης
c	Ποσοστό βροχόπτωσης
G_t	Κατείσδυση
κ	Αδιάστατος συντελεστής
Δw_i	Μεταβολή στάθμης
g_i	Φορτίσεις

$q_{i,j}$	Ειδική παροχή
h_i	Υδραυλικό φορτίο
θ	Συντελεστής που προκύπτει από το λόγο της ειδικής απόδοσης προς την αποθηκευτικότητα
b_i	Διαφορά ανώτατης και κατώτατης στάθμης
V_i	Αποθηκευμένος όγκος νερού
p_i	Πορώδες
F_i	Εμβαδόν κυττάρου
$l_{i,j}$	Μήκος κάθε αγωγού
$A_{i,j}$	Εμβαδόν διατομής
$k_{i,j}$	Υδραυλική αγωγιμότητα
y	Μέση ετήσια βροχή
x	Υψόμετρο βροχομετρικού σταθμού
r	Συσχέτιση
n	Αριθμός ετών
E_c	Δυνητική εξατμισοδιαπνοή
ET_c	Εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας αναφοράς

k_c	Φυτικός συντελεστής
-------	---------------------

1 Εισαγωγή

1.1 Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει τίτλο «Προσομοίωση υδρολογικών διεργασιών και λειτουργίας υδροσυστήματος της λεκάνης του Παμίσου της Δυτικής Πελοποννήσου».

Το μοντέλο που χρησιμοποιήσαμε είναι το ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ.

Το υδροσύστημα του ποταμού Πάμισου της Δυτικής Πελοποννήσου είναι ένα πολύπλοκο υδροσύστημα και οι δυσκολίες στην προσομοίωσή του απορρέουν από τους εξής λόγους:

- Υπάρχουν λίγες μετρήσεις παροχής (κι αυτές όχι συνεχόμενες καθώς παρουσιάζουν διακοπές).
- Δεν υπάρχουν συνεχείς μετρήσεις για το χρονικό διάστημα που εξετάζουμε στις πηγές του υδροσυστήματος που θα διευκόλυναν τη διαδικασία της βαθμονόμησης.
- Στην περιοχή υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός γεωτρήσεων για τις οποίες όμως, δεν βρέθηκαν μετρήσεις παροχής ώστε να ληφθούν υπ' όψιν στο πρόγραμμα.

1.2 Διάρθρωση της εργασίας

Εκτός από την παρούσα εισαγωγή (Κεφάλαιο 1), το τεύχος περιλαμβάνει ακόμα άλλα πέντε κεφάλαια και τρία παραρτήματα.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, μετά από συνοπτική επισκόπηση της βιβλιογραφίας, αναπτύσσεται το θεωρητικό υπόβαθρο του υπολογιστικού συστήματος ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ. Αυτό περιλαμβάνει τη θεωρητική τεκμηρίωση του επιφανειακού – υπόγειου μοντέλου, καθώς και του μοντέλου κατανομής της ζήτησης του νερού. Τέλος, περιλαμβάνει τη μαθηματική μεθοδολογία βελτιστοποίησης που χρησιμοποιείται για τη διαδικασία της βαθμονόμησης.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην περιοχή μελέτης, δηλαδή στο υδατικό διαμέρισμα της Δυτικής Πελοποννήσου. Μερικά στοιχεία που αναφέρονται αφορούν

την αναπτυξιακή ταυτότητα της περιοχής, τις χρήσεις νερού καθώς και την ποιότητά του στην ευρύτερη περιοχή. Τέλος, αναφέρονται και μερικά στοιχεία για τη λεκάνη πάνω στην οποία θα εργαστούμε στο υπόλοιπο μέρος της εργασίας.

Το τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζει όλα εκείνα τα στοιχεία που απαιτούνται για τη σχηματοποίηση του υδροσυστήματος. Εξηγούνται τα επίπεδα γεωγραφικής πληροφορίας που χρησιμοποιήθηκαν. Στο κεφάλαιο αυτό, επίσης, παρουσιάζονται τα στοιχεία της επιφανειακής και υπόγειας υδρολογίας (όπως είναι βροχομετρικά δεδομένα, δεδομένα παροχής, μετρήσεις στάθμης γεωτρήσεων) καθώς επίσης και οι επεξεργασίες που εκτελέστηκαν για τη συμπλήρωση της βάσης δεδομένων του μοντέλου.

Στο κεφάλαιο 5 παρουσιάζονται και σχολιάζονται οι προσομοιωμένες χρονοσειρές για κάθε θέση μέτρησης του υδροσυστήματος. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αναφέρονται στο συνολικό υδατικό ισοζύγιο της λεκάνης.

Στο τελευταίο κεφάλαιο (κεφάλαιο έξι) παρατίθενται τα συμπεράσματα από την προσαρμογή του μοντέλου στο υδροσύστημα.

Στο Παράρτημα I παρουσιάζονται τα διαγράμματα ελέγχου ομογένειας για τους βροχομετρικούς σταθμούς που τελικά χρησιμοποιήσαμε στο μοντέλο.

Στο Παράρτημα II παρουσιάζονται οι διπλές αθροιστικές καμπύλες των παραπάνω βροχομετρικών σταθμών καθώς και ο πίνακας των μηνιαίων συσχετίσεων των βροχομετρικών σταθμών.

Τέλος, στο παράρτημα III παρουσιάζονται φωτογραφίες σε διάφορες θέσεις της περιοχής μελέτης που ελήφθησαν στις αρχές του τρέχοντος έτους.

2 Μεθοδολογία

2.1 Γενικά

Για την αναπαράσταση των φυσικών διεργασιών μιας λεκάνης απορροής έχει αναπτυχθεί μια πληθώρα μαθηματικών μοντέλων, τα οποία χρησιμοποιώντας δεδομένα από επεξεργασία μετρήσεων πεδίου και ένα σύνολο υποθέσεων σχετικά με την μαθηματική αναπαράσταση των διεργασιών της λεκάνης, εκτιμούν τη δίαίτά της σε διάφορες χωρικές και χρονικές κλίμακες. Τα εν λόγω μοντέλα συμβάλλουν στην κατανόηση των μηχανισμών που σχετίζονται με τον κύκλο του νερού. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται ως μοντέλα πρόγνωσης της εξέλιξης των υδρολογικών μεγεθών μιας λεκάνης εφόσον είναι γνωστές οι αρχικές συνθήκες και τα δεδομένα εισόδου (Beven, 1989).

Κατά κανόνα, το πεδίο εφαρμογής των μοντέλων προσομοίωσης είναι είτε η λεκάνη απορροής είτε ο υδροφορέας. Η ανάπτυξη ξεχωριστών μοντέλων για κάθε πεδίο επιβάλλεται λόγω των διαφορετικών αναγκών αλλά και λόγω της διαφορετικής χωροχρονικής κλίμακας εξέλιξης των διεργασιών. Στην πρώτη περίπτωση, το ενδιαφέρον εστιάζεται στην προσομοίωση των επιφανειακών υδρολογικών διεργασιών, με σκοπό την εκτίμηση του επιφανειακού υδατικού δυναμικού της λεκάνης. Στη δεύτερη περίπτωση, προσομοιώνεται ο μηχανισμός κίνησης του υπόγειου νερού, με την χωρική (ή και χρονική) διακριτότητα της προσομοίωσης να είναι, ως επί το πλείστον, πολύ πιο λεπτομερής σε σχέση με τα μοντέλα επιφανειακής υδρολογίας.

Τα υδρολογικά μοντέλα, ανάλογα με τη μαθηματική δομή τους, διακρίνονται σε δύο κατηγορίες. Στην πρώτη εντάσσονται τα *εννοιολογικά* (conceptual) μοντέλα (συγκεντρωτικά ή ημικαταμεμημένα), τα οποία αναπαριστούν τις κύριες υδρολογικές διεργασίες είτε της συνολικής λεκάνης ή των υπολεκανών της, θεωρώντας μια προκαθορισμένη μαθηματική δομή που βασίζεται σε εμπειρικές υποθέσεις. Το πλεονέκτημα των εννοιολογικών μοντέλων είναι η απλότητά τους, η οποία επιτρέπει αναπαράσταση πολύπλοκων φυσικών διεργασιών που χαρακτηρίζονται από έντονη χωρική ανομοιογένεια, μέσω ενός μικρού σχετικά πλήθους παραμέτρων. Οι εν λόγω

παράμετροι, αν και δεν έχουν ακριβή φυσική σημασία, μπορούν να θεωρηθούν αντιπροσωπευτικές ορισμένων μέσων χαρακτηριστικών της λεκάνης.

Στη δεύτερη κατηγορία εντάσσονται τα κατανεμημένα μοντέλα φυσικής βάσης που αναπαριστούν τις υδρολογικές διεργασίες βασιζόμενα στους φυσικούς νόμους που σχετίζονται με την κίνηση του νερού. Προφανώς, αυτό προϋποθέτει ότι η κατανομή των χαρακτηριστικών της λεκάνης (τοπογραφικών, εδαφολογικών, γεωλογικών, υδρογεωλογικών, κλπ) είναι γνωστή. Το πλεονέκτημα της παραπάνω προσέγγισης είναι η δυνατότητα προσομοίωσης σε λεκάνες χωρίς μετρήσεις καθώς και η δυνατότητα διερεύνησης σεναρίων αλλαγής των δεδομένων εισόδου, όπως σεναρία κλιματικής αλλαγής. Ωστόσο, η έντονη ετερογένεια των φυσικών διεργασιών επιβάλλει τη γνώση των εν λόγω χαρακτηριστικών σε εξαιρετικά λεπτομερή χωρική κλίμακα, κάτι που στην πράξη καθίσταται εξαιρετικά δύσκολο. Από την άλλη πλευρά, επειδή τα κατανεμημένα μοντέλα δύνανται να περιγράψουν πολύ καλύτερα τις φυσικές διεργασίες, αξιοποιώντας τη διαθέσιμη γεωγραφική πληροφορία, βρίσκουν όλο και μεγαλύτερη εφαρμογή, με τη θεώρηση των πλέον σημαντικών δεδομένων εισόδου ως παραμέτρων, και την εκτίμησή τους, σε αντιστοιχία με τα εννοιολογικά μοντέλα, μέσω βελτιστοποίησης (*Refsgaard, 1997 – Eckhardt and Arnold, 2001*).

Μεταξύ των Μοντέλων Φυσικής Βάσης δύο από τα πλέον καταξιωμένα, διεθνώς, είναι το SWAT και το MIKE SHE.

Το SWAT (Soil and Water Assessment Tool) είναι ένα υδρολογικό μοντέλο φυσικής βάσης, που προβλέπει την επίδραση του υδρολογικού κύκλου στο νερό, τα φερτά και τη συγκέντρωση των χημικών ουσιών, σε μεγάλες και πολύπλοκες λεκάνες απορροής με ποικίλους τύπους εδαφών και χρήσεων γης. Η ανάπτυξη του μοντέλου ξεκίνησε στις αρχές της δεκαετίας του 1990, από την USDA Agricultural Research Service.

Το MIKE SHE (Systeme Hydrologique Europeene) είναι ένα δυναμικό εργαλείο ολοκληρωμένης προσομοίωσης του επίγειου υδρολογικού κύκλου. Η ανάπτυξη του μοντέλου ξεκίνησε στα μέσα της δεκαετίας του 1980, ενώ η ανάπτυξη του λογισμικού υποστηρίζεται από τη Δανέζικη εταιρία DHI Software. Στην παρούσα εργασία εφαρμόστηκε το μοντέλο «ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ» το οποίο περιγράφεται στη συνέχεια.

2.2 Το υπολογιστικό σύστημα «ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ»

2.2.1 Γενικά

Το προϊόν αυτό αποτελεί μέρος της ΥΔΡΟΓΑΙΑΣ, μιας δέσμης υπολογιστικών συστημάτων για την Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικών Πόρων.

Τα προϊόντα της ΥΔΡΟΓΑΙΑΣ αναπτύχθηκαν από τον Τομέα Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων του Ε.Μ.Π., σε συνεργασία με τις εταιρίες ΝΑΜΑ Σύμβουλοι Μηχανικοί και Μελετητές Α.Ε. και Marathon Data Systems.

Το υπολογιστικό σύστημα ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ αναπαριστά τις υδρολογικές και υδρογεωλογικές διεργασίες καθώς και τις πρακτικές διαχείρισης των υδατικών πόρων μιας λεκάνης απορροής. Το μοντέλο περιλαμβάνει τη συνδυαστική λειτουργία τριών επιμέρους μοντέλων:

α) ενός εννοιολογικού μοντέλου συγκέντρωσης της εδαφικής υγρασίας με διαφορετικές παραμέτρους για κάθε μονάδα υδρολογικής απόκρισης, που εκτιμά τον μετασχηματισμό της βροχόπτωσης σε εξατμισοδιαπνοή, επιφανειακή απορροή και κατείσδυση,

β) ενός πολυκριτηριακού μοντέλου υπόγειων νερών που εκτιμά τη χωρική διακύμανση της στάθμης του υδροφορέα, τη βασική ροή (απορροή πηγών) και τις υπόγειες διαφυγές και

γ) ενός μοντέλου κατανομής των υδατικών πόρων που για δεδομένες υδρολογικές εισροές στο υδρογραφικό δίκτυο, δεδομένα χαρακτηριστικά των τεχνικών έργων (υδραγωγεία, γεωτρήσεις) και δεδομένους στόχους και περιορισμούς εκτιμά τις απολήψεις και το υδατικό ισοζύγιο σε όλα τα σημεία ελέγχου του υδροσυστήματος, επιλέγοντας την οικονομικά βέλτιστη διαχείριση.

Η χωρική ανάλυση προϋποθέτει μια ημικατανεμημένη σχηματοποίηση της λεκάνης και του υποκείμενου υδροφορέα και μια αδρομερή περιγραφή των τεχνικών έργων, που επιτυγχάνονται με τη χρήση συστημάτων γεωγραφικής πληροφορίας. Το χρονικό βήμα προσομοίωσης είναι μηνιαίο ή ημερήσιο. Στην τελευταία περίπτωση, παρέχεται η δυνατότητα ενσωμάτωσης ενός σχήματος διόδευσης, που βασίζεται στην καταξιωμένη μέθοδο Muskingum – Cunge.

Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην εκτίμηση των παραμέτρων του μοντέλου, με τη χρήση στατιστικών και εμπειρικών μέτρων καλής προσαρμογής και εξελικτικών αλγόριθμων για μονοκριτηριακή και πολυκριτηριακή βελτιστοποίηση.

Σε πολύπλοκα υδροσυστήματα, στα οποία οι φυσικές διεργασίες επηρεάζονται σημαντικά από τις ανθρώπινες επεμβάσεις, απαιτείται μοντελοποίηση με ολιστική αντίληψη, ώστε να εξασφαλιστεί πιο πιστά η αναπαράσταση των μηχανισμών και, συνεπώς, πιο ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων. Το υπολογιστικό σύστημα ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ (Ευστρατιάδης κ.ά., 2005) είναι ένα ολοκληρωμένο σχήμα προσομοίωσης, το οποίο υλοποιεί ένα συνδυαστικό (επιφανειακό και υπόγειο) υδρολογικό μοντέλο που αναπαριστά τις διεργασίες στο έδαφος και το υπέδαφος, σε συνδυασμό με ένα σχήμα διαχείρισης συστημικού προσανατολισμού, το οποίο εκτιμά τις πραγματικές απολήψεις του υδροσυστήματος, λαμβάνοντας υπόψη τα χαρακτηριστικά και τους περιορισμούς των τεχνικών έργων αξιοποίησης των υδατικών πόρων.

Ως προς τη χωρική κλίμακα αναπαράστασης των διεργασιών, το μοντέλο ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ βασίζεται σε μια ημικατανεμημένη προσέγγιση, εκτιμώντας το ισοζύγιο των υδατικών πόρων σε χαρακτηριστικά σημεία (κόμβοι) του υδρογραφικού δικτύου μιας λεκάνης απορροής. Ως προς τη χρονική κλίμακα, το μοντέλο χρησιμοποιεί μηνιαίο ή ημερήσιο χρονικό βήμα.

Το πρόγραμμα συνεργάζεται με σύστημα γεωγραφικής πληροφορίας (ΣΓΠ), για την παραγωγή των δεδομένων εισόδου με γεωαναφορά (θεματικά επίπεδα). Επιπλέον, χρησιμοποιεί υδρολογικά και διαχειριστικά δεδομένα εισόδου, για την προσαρμογή του μοντέλου στις παρατηρημένες συνθήκες του παρελθόντος (βαθμονόμηση παραμέτρων). Για το σκοπό αυτό, το πρόγραμμα χρησιμοποιεί μια αυτόματη διαδικασία, που βασίζεται σε πολλαπλά κριτήρια σφάλματος και έναν εύρωστο αλγόριθμο ολικής βελτιστοποίησης.

Το μοντέλο και το σχετικό υπολογιστικό σύστημα, που αποτελούν βελτιωμένη έκδοση προγενέστερων προσεγγίσεων (Nalbantis et al, 2002 – Rozos et al., 2004 – Ευστρατιάδης κ.ά., 2004), έχει αναπτυχθεί στον Τομέα Υδατικών Πόρων του ΕΜΠ, στα πλαίσια του ερευνητικού έργου «ΟΔΥΣΣΕΥΣ».

2.2.2 Θεμελιώδεις απαιτήσεις

Το υπολογιστικό σύστημα ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ υλοποιεί ένα σχήμα συνδυασμένης προσομοίωσης των επιφανειακών και υπόγειων νερών. Αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία σε λεκάνες με διαπερατό υπόβαθρο, όπου υπάρχουν σημαντικές αλληλεπιδράσεις

μεταξύ των διεργασιών του εδάφους και του υπεδάφους, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη σημαντικής βασικής απορροής που προέρχεται από την τροφοδοσία του υδροφορέα από ανάντη επιφανειακά νερά. Η αναπαράσταση των εν λόγω διεργασιών γίνεται λαμβάνοντας πλήρως υπόψη τη λειτουργία των τεχνικών έργων (διατάξεις εκτροπής, αρδευτικά δίκτυα, συστήματα γεωτρήσεων), κάτι που επιτρέπει τη διερεύνηση των επιπτώσεων στο υδατικό δυναμικό της λεκάνης έναντι συγκεκριμένων πολιτικών διαχείρισης (π.χ. επιπτώσεις στην επιφανειακή απορροή από την εντατική εκμετάλλευση των ανάντη γεωτρήσεων). Με τον τρόπο αυτό, είναι δυνατή η ασφαλής εκτίμηση του διαθέσιμου υδατικού δυναμικού, επιφανειακού και υπόγειου, σε καθορισμένα σημεία ελέγχου του υδροσυστήματος.

Στο μοντέλο επιχειρείται μια προσέγγιση φυσικής βάσης (δεδομένου ότι η σχηματοποίηση του συστήματος γίνεται με χρήση κατανεμημένης γεωγραφικής πληροφορίας).

Σε αντίθεση με τα συνήθη ημικατανεμημένα σχήματα που εφαρμόζουν διαφορετικές παραμέτρους για κάθε υπολεκάνη, ήτοι για χωρικές ενότητες με σαφή γεωγραφικά όρια, στο μοντέλο ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ η παραμετροποίηση γίνεται στις μονάδες υδρολογικής απόκρισης, ήτοι σε ακανόνιστες χωρικές ενότητες που προσδιορίζονται με βάση τις φυσικές ιδιότητες του συστήματος. Παρόλο που τα περισσότερα κατανεμημένα μοντέλα φυσικής βάσης απαιτούν μεγάλο όγκο γεωγραφικής πληροφορίας το μοντέλο ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ χρησιμοποιεί περιορισμένα δεδομένα μιας η σχηματοποίηση μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας αποκλειστικά το ψηφιακό μοντέλο της λεκάνης.

2.3 Συνιστώσες και Δεδομένα Εισόδου

Για την αναπαράσταση του φυσικού συστήματος, η λεκάνη απορροής χωρίζεται σε διάφορα θεματικά επίπεδα, και συγκεκριμένα:

- το *επιφανειακό σύστημα*, που περιλαμβάνει το υδρογραφικό δίκτυο, τις υπολεκάνες ανάντη κάθε κόμβου του δικτύου και τις πηγές
- τις *μονάδες υδρολογικής απόκρισης*, που είναι γεωγραφικές ενότητες με κοινά γεωλογικά, γεωμορφολογικά και υδρολογικά χαρακτηριστικά

- το *υπόγειο σύστημα* (υδροφορέας) που αναπαρίσταται ως ένα σύστημα κυττάρων πολυγωνικού σχήματος, σε κάθε ένα από τα οποία αντιστοιχεί μια εννοιολογική δεξαμενή αποθήκευσης του υπόγειου νερού
- το *υδροσύστημα*, δηλαδή μια αναπαράσταση του σχήματος διαχείρισης υδατικών πόρων της λεκάνης (επιφανειακών και υπόγειων), που περιλαμβάνει τα υδραυλικά έργα (υδραγωγεία, έργα εκτροπής, ομάδες γεωτρήσεων) και τα σημεία ζήτησης (π.χ., αρδευτικοί κόμβοι).

Το μοντέλο ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ χρησιμοποιεί γεωγραφικά, υδρολογικά και διαχειριστικά δεδομένα εισόδου. Συγκεκριμένα, σε μια ολοκληρωμένη εφαρμογή, ζητούνται οι ακόλουθες κατηγορίες δεδομένων:

- *Επίπεδα πρωτογενούς γεωγραφικής πληροφορίας*: ψηφιακό μοντέλο εδάφους, γεωλογία, κάλυψη γης, σταθμοί μέτρησης.
- *Συνιστώσες επιφανειακής υδρολογίας*: υδρογραφικό δίκτυο (κόμβοι και κλάδοι υδατορευμάτων), υπολεκάνες, μονάδες υδρολογικής απόκρισης.
- *Συνιστώσες υπόγειας υδρολογίας*: κύτταρα υδροφορέα, πηγές, γεωτρήσεις.
- *Συνιστώσες διαχείρισης υδατικών πόρων*: κόμβοι απόληψης, υδραγωγεία, ομάδες γεωτρήσεων, αρδευόμενες εκτάσεις, χρήσεις νερού, λειτουργικοί περιορισμοί υδροσυστήματος.
- *Χρονοσειρές*: επιφανειακή βροχόπτωση και δυνητική εξατμισοδιαπνοή (ανά υπολεκάνη), υδατικές ανάγκες, χρονοσειρές ελέγχου (μετρημένες παροχές ποταμών και πηγών, παρατηρημένες στάθμες υδροφορέα).
- *Δεδομένα σεναρίου*: υπολογιστικές συνιστώσες διαδικασιών προσομοίωσης και βαθμονόμησης.

Τα δεδομένα εισόδου με γεωαναφορά παράγονται με την εφαρμογή τυποποιημένων αλγορίθμων, σε περιβάλλον ArcGIS. Το σύνολο των δεδομένων αποθηκεύονται σε βάση δεδομένων, και στη συνέχεια ανακτώνται από το κύριο πρόγραμμα του συστήματος ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ.

2.4 Μοντέλο Επιφανειακής Υδρολογίας

Ως μοντέλο επιφανειακής υδρολογίας νοείται το μαθηματικό σχήμα αναπαράστασης των μηχανισμών μετασχηματισμού της βροχόπτωσης σε εξατμισοδιαπνοή, βαθιά

δήθηση και απορροή. Κύριο ζητούμενο του μοντέλου είναι η εκτίμηση της άμεσης απορροής σε χαρακτηριστικές θέσεις του υδρογραφικού δικτύου, καθώς και της τροφοδοσίας (φόρτισης) των κυττάρων του υπόγειου υδροφορέα.

2.4.1 Σχηματοποίηση υδρογραφικού δικτύου

Το μοντέλο ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ βασίζεται σε μια ημικατανεμημένη διακριτοποίηση της λεκάνης. Αυτό προϋποθέτει τη διαμόρφωση του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης, τον ορισμό των σημείων ελέγχου (κόμβοι) και τη χάραξη των υπολεκανών ανάντη κάθε κόμβου.

Ως υδρογραφικό δίκτυο νοείται το κύριο υδατόρευμα της λεκάνης καθώς και οι συμβάλλοντες κλάδοι σε αυτό. Η σχηματοποίηση του δικτύου γίνεται με τη βοήθεια συστήματος γεωγραφικής πληροφορίας, χρησιμοποιώντας ως υπόβαθρο το ψηφιακό μοντέλο εδάφους της λεκάνης και ορίζοντας όριο στη συνάρτηση συσσώρευσης της απορροής (flow accumulation). Όσο μικρότερο είναι το εν λόγω όριο, τόσο πυκνότερο είναι το δίκτυο που διαμορφώνεται. Το δίκτυο, που στη γενική περίπτωση είναι δενδροειδούς τύπου, ορίζεται μέσω των κόμβων, και πρέπει απαραίτητα να καταλήγει σε ένα τελικό σημείο, ήτοι την έξοδο της λεκάνης. Η διαδρομή μεταξύ δύο κόμβων καλείται «τμήμα υδατορεύματος», με χαρακτηριστικά μεγέθη το μήκος, την τυπική διατομή και τον συντελεστή δήθησης λ . Ο τελευταίος είναι αδιάστατη παράμετρος, που εκφράζει το ποσοστό της διερχόμενης παροχής που κατεισδύει προς τον υπόγειο υδροφορέα από τον πυθμένα και τα πρηνή της διατομής.

Οι κόμβοι τοποθετούνται στην έξοδο της λεκάνης (όπου συγκεντρώνεται το σύνολο της απορροής), στα σημεία συμβολής των κλάδων καθώς και σε ενδιάμεσες θέσεις, στις οποίες ζητείται ο υπολογισμός της παροχής. Τέτοιες μπορεί να είναι θέσεις υδρομετρικών σταθμών, στις οποίες ελέγχεται η προσαρμογή των προσομοιωμένων παροχών στις μετρημένες, θέσεις πραγματοποίησης απολήψεων καθώς και θέσεις εισροής νερού (π.χ. κατάντη φραγμάτων). Ανάντη κάθε κόμβου μπορούν να συμβάλλουν ένας ή περισσότεροι κλάδοι του υδρογραφικού δικτύου, ενώ κατάντη επιτρέπεται να ξεκινά ένας και μόνο κλάδος. Επιπλέον, οι κόμβοι του υδρογραφικού δικτύου μπορούν να συνδέονται με απεριόριστο αριθμό υδραγωγείων.

Ανάντη των κόμβων, χαράσσονται οι υδροκρίτες, με τρόπο ώστε σε κάθε κλάδο του υδρογραφικού δικτύου να αντιστοιχεί μία και μόνο υπολεκάνη. Ανάντη των ακραίων κόμβων του δικτύου ορίζεται επίσης μία και μοναδική υπολεκάνη, η απορροή της

οποίας θεωρείται ότι συγκεντρώνεται στον αντίστοιχο κόμβο, μέσω μικρών χειμάρων που καταλήγουν σε αυτόν, χωρίς να σχηματίζουν κάποιο συγκεκριμένο υδατόρευμα.

Οι χρονοσειρές εισόδου κάθε υπολεκάνης είναι η επιφανειακή βροχόπτωση και η δυναμική εξατμισοδιαπνοή. Μέσω του μοντέλου προσομοίωσης, προκύπτουν η (κατανεμημένη) επιφανειακή απορροή κάθε υπολεκάνης, καθώς και η απορροή όλων των πηγών που ανήκουν στη συγκεκριμένη υπολεκάνη (βασική ή υπόγεια απορροή). Τα δύο μεγέθη θεωρείται ότι μεταφέρονται στον αμέσως κατάντη κόμβο, με τη μορφή σημειακής πλευρικής εισροής.

2.4.2 Μονάδες υδρολογικής απόκρισης

Η μονάδα υδρολογικής απόκρισης (ΜΥΑ) αποτελεί θεμελιώδη έννοια της προσέγγισης που ακολουθείται. Ως τέτοια νοείται μια χωρική ενότητα της λεκάνης, με κοινά υδρολογικά και γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά. Δηλαδή, δεν πρόκειται για μια αυστηρά οριοθετημένη περιοχή, αλλά ένα σύνολο από πολλά μικρά ανεξάρτητα τμήματα. Σε κάθε ΜΥΑ, ο μηχανισμός γέννησης της απορροής θεωρείται ενιαίος, κάτι που εκφράζεται με τη χρήση κοινών παραμέτρων σε όλη την έκταση που καλύπτει η συγκεκριμένη μονάδα. Με αυτό τον τρόπο, η παραμετροποίηση των επιφανειακών υδρολογικών διεργασιών, αντί να γίνεται με βάση τις υπολεκάνες, όπως συνηθίζεται στα ημικατανεμημένα υδρολογικά μοντέλα, γίνεται με βάση τις ΜΥΑ, κάτι που αποτελεί πρακτική των πλέον καταξιωμένων κατανεμημένων μοντέλων, όπως το SWAT. Με άλλα λόγια, αντί μιας μοντελοποίησης τύπου «μαύρου κουτιού», που θα προέκυπτε εφόσον οι παράμετροι ορίζονταν με βάση γεωγραφικά όρια, ακολουθείται μια μοντελοποίηση φυσικής βάσης, στην οποία οι παράμετροι συνδέονται, έστω και εννοιολογικά, με χαρακτηριστικά μεγέθη του συστήματος που επηρεάζουν τις υδρολογικές διεργασίες.

Λόγω του κατανεμημένου χαρακτήρα της προσέγγισης, η σχηματοποίηση των ΜΥΑ προϋποθέτει τη χρήση κατάλληλων υπολογιστικών εργαλείων σε περιβάλλον ArcGIS. Οι ΜΥΑ ορίζονται ως ενώσεις (unions) μεταξύ θεματικών επιπέδων, που απεικονίζουν κατανεμημένη πληροφορία ταξινομημένη σε κατηγορίες, όπως η γεωλογία, η κάλυψη του εδάφους, οι κλίσεις που αναπτύσσονται, κλπ. Για παράδειγμα, αν διατίθεται ψηφιακά υπόβαθρα με n_A τύπους από το χαρακτηριστικό A και n_B τύπους από το χαρακτηριστικό B, τότε με την ένωση των δύο υποβάθρων

προκύπτουν $n_A \times n_B$ συνδυασμοί των δύο χαρακτηριστικών της λεκάνης, σε κάθε έναν από τους οποίους αντιστοιχεί διαφορετική ΜΥΑ.

2.4.3 Εννοιολογικό μοντέλο προσομοίωσης υδρολογικών διεργασιών εδάφους

Η προσομοίωση των υδρολογικών διεργασιών σε ένα εδαφικό στοιχείο μοναδιαίας επιφάνειας πραγματοποιείται μέσω ενός μοντέλου ισοζυγίου της εδαφικής υγρασίας, κατάλληλου για χρονικές κλίμακες από ημερήσια έως μηνιαία. Το μοντέλο αποτελεί γενίκευση της κλασσικής προσέγγισης του Thornthwaite, η οποία θεωρείται επαρκής μόνο για απλές υδρολογικές λεκάνες χειμαρρικής διαίτας, χωρίς αξιόλογη υπόγεια αποθήκευση (Dingman, 1994, pp. 299-301 – Κουτσογιάννης και Ξανθόπουλος, 1999, σ. 236-243).

Η υδρολογική λειτουργία του εδαφικού στοιχείου εξομοιώνεται με τη λειτουργία μιας εννοιολογικής δεξαμενής συγκέντρωσης της εδαφικής υγρασίας, χωρητικότητας S_{max} . Σε κάθε χρονικό βήμα t , το απόθεμα της δεξαμενής αναπαριστά την αποθήκευση της εδαφικής υγρασίας, S_t . Στοιχεία εισόδου είναι η βροχόπτωση, P_t , και η δυνητική εξατμισοδιαπνοή, E_{Pt} . Το μοντέλο υπολογίζει τη μεταβολή της υγρασίας στο εδαφικό στοιχείο, εκτιμώντας την πραγματική εξατμισοδιαπνοή, την απορροή και την κατείσδυση στον υπόγειο υδροφόρα.

Η συνολική απορροή Q_t , επιμερίζεται σε τρεις συνιστώσες:

- Η άμεση απορροή, Q_{0t} , που εκφράζει την ποσότητα της βροχής που μετασχηματίζεται σε απορροή εντός του χρονικού βήματος (π.χ. απορροή που οφείλεται στην ύπαρξη αδιαπέρατων επιφανειών),
- Η ροή λόγω κορεσμού (ταχεία απορροή), Q_{st} , που εκφράζει την απορροή που πραγματοποιείται λόγω κορεσμού του εδάφους σε υγρασία,
- η υποδερμική ροή, Q_{it} , που εκφράζει την απορροή που πραγματοποιείται με χρονική υστέρηση.

Η λειτουργία του μοντέλου έχει ως εξής: Αρχικά, εκτιμάται η άμεση απορροή, ως ποσοστό c της βροχόπτωσης, ήτοι:

$$Q_{0t} = c * P_t \quad (2-1)$$

Στη συνέχεια ελέγχεται αν η περίσσεια της βροχής $P_t^* = (1 - c)P_t$ επαρκεί για την ικανοποίηση της ζήτησης για εξάτμιση (δυνητική

εξατμισοδιαπνοή). Στο μοντέλο επιβάλλεται ένα άνω όριο ε , που εκφράζει το μέγιστο ποσοστό της βροχόπτωσης που μπορεί να εξατμιστεί άμεσα. Συνεπώς, η εξάτμιση από την επιφάνεια του εδάφους υπολογίζεται από τη σχέση:

$$E_{dt} = \min (\varepsilon * P_t^*, E_{pt}) \quad (2-2)$$

Αν δεν είναι δυνατή η ικανοποίηση της εν λόγω ζήτησης, τότε πραγματοποιείται εξάτμιση από την αποθηκευμένη εδαφική υγρασία, με ρυθμό ανάλογο του βαθμού κορεσμού του εδάφους, ήτοι:

$$E_{St} = \frac{E_{pt} - E_{dt}}{S_{max}} S_t = v_t S_t \quad (2-3)$$

Στη δεξαμενή θεωρούνται δύο οπές, μία οριζόντια, η οποία βρίσκεται σε ύψος $\kappa * S_{max}$ και μία κατακόρυφη. Μέσω μιας οριζόντιας οπής λαμβάνει χώρα η υποδερμική ροή, με ρυθμό ανάλογο της διαθέσιμης υγρασίας και ενός συντελεστή στείρευσης λ , δηλαδή $Q_{it} = \lambda * (S_t - \kappa * S_{max})$. Από την άλλη, η κατακόρυφη οπή αναπαριστά τη φυσική διεργασία της κατεΐσδυσης προς τον υπόγειο υδροφόρα. Όμοια προηγουμένως, αυτή θεωρείται ανάλογη της διαθέσιμης υγρασίας S_t κι ενός συντελεστή στείρευσης μ , δηλαδή $G_t = \mu S_t$.

Το ισοζύγιο της εδαφικής υγρασίας στο μοναδιαίο εδαφικό στοιχείο περιγράφεται από μια διαφορική εξίσωση πρώτης τάξης της μορφής:

$$\frac{dS_t}{dt} = -Q_{it} - G_t - E_{St} \quad (2-4)$$

Αντικαθιστώντας τις αναλυτικές εκφράσεις των επιμέρους συνιστωσών της διαφορικής εξίσωσης, προκύπτει η τελική έκφραση της εξίσωσης ισοζυγίου της δεξαμενής:

$$\frac{dS_t}{dt} = -\lambda(S_t - \kappa S_{max}) - \mu S_t - v_t S_t \quad (2-5)$$

Επιλύοντας την (2-5) σε κάθε βήμα t , εκτιμώνται η αποθήκευση εδαφικής υγρασίας, η υποδερμική απορροή, η εδαφική εξατμισοδιαπνοή και η κατεΐσδυση προς τον υπόγειο υδροφόρα.

Μια βασική παραδοχή του μοντέλου είναι ότι η ροή λόγω κορεσμού Q_{St} , δηλαδή η υπερχειλίση της δεξαμενής, πραγματοποιείται μετά την ολοκλήρωση των υπόλοιπων υδρολογικών διεργασιών, γεγονός που συνεπάγεται ότι κατά τη διάρκεια του χρονικού βήματος επιτρέπεται στην εδαφική υγρασία να ξεπεράσει τη χωρητικότητα

της δεξαμενής. Πρακτικά, η περίσσεια εδαφικής υγρασίας πάνω από το όριο υπερχειλίσης αντιπροσωπεύει την ποσότητα νερού που δεν μπορεί να απορροφηθεί από το κορεσμένο έδαφος, οπότε αφήνεται να λιμνάσει και ακολούθως να εξατμιστεί ή να κατεισδύσει. Η υπόθεση αυτή επιτρέπει την παραγωγή πιο ρεαλιστικών αποκρίσεων της λεκάνης, οι οποίες είναι συνεπείς με την μεταβλητότητα της βροχόπτωσης.

Ο αριθμός των παραμέτρων του μοντέλου είναι έξι και, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι τιμές τους συνδέονται με τα φυσικά χαρακτηριστικά του συστήματος, οπότε διαφοροποιούνται για κάθε μονάδα υδρολογικής απόκρισης. Από τις παραμέτρους, η χωρητικότητα της δεξαμενής εκφράζεται σε μονάδες ισοδύναμου ύψους (mm), οι παράμετροι c , ε και κ είναι αδιάστατοι, λαμβάνουν δηλαδή τιμές από 0 έως 1, ενώ οι συντελεστές στείρευσης λ και μ έχουν μονάδες αντίστροφου χρόνου, με τιμές 0 έως $1/\Delta t$, όπου Δt το χρονικό βήμα της προσομοίωσης.

2.4.4 Υπολογιστική διαδικασία

Επειδή οι χρονοσειρές εισόδου διαφοροποιούνται ανά υπολεκάνη, ενώ οι παράμετροι του μοντέλου εδαφικής υγρασίας διαφοροποιούνται ανά μονάδα υδρολογικής απόκρισης, η προσομοίωση των διεργασιών γίνεται θεωρώντας μια σύνθετη γεωγραφική οντότητα, η οποία προκύπτει από την ένωση των δύο θεματικών επιπέδων. Πρόκειται για τον συνδυασμό υπολεκάνης – μονάδας υδρολογικής απόκρισης, που αποτελεί την ελάχιστη χωρική ενότητα του επιφανειακού συστήματος. Σε κάθε χρονικό βήμα, και για κάθε τέτοιο συνδυασμό, υπολογίζονται τα διάφορα υδρολογικά μεγέθη (επιφανειακή απορροή, πραγματική εξατμισοδιαπνοή, κατείσδυση), που στη συνέχεια ολοκληρώνονται στην επιφάνεια κάθε υπολεκάνης. Στην επιφανειακή απορροή προστίθεται η εκροή όλων των πηγών της υπολεκάνης, δηλαδή η βασική ροή (έστω ότι είναι γνωστή από την επίλυση του μοντέλου υπόγειας υδρολογίας), και το σύνολο της απορροής μεταφέρεται ως εισροή στον κόμβο εξόδου. Από την εισροή αφαιρούνται οι απώλειες νερού λόγω διήθησης, όπως αυτές εκφράζονται μέσω του σχετικού συντελεστή του υδατορεύματος που διατρέχει τη συγκεκριμένη υπολεκάνη.

2.5 Μοντέλο Υπόγειας Υδρολογίας

2.5.1 Σχηματοποίηση υδροφορέα

Η προσομοίωση της υπόγειας κίνησης του νερού βασίζεται στην τεχνική των πολυκυτταρικών μοντέλων (Bear, 1979), την οποία συνδέει με τη μέθοδο των πεπερασμένων όγκων (Rozos and Koutsoyiannis, 2005). Σύμφωνα με αυτή, το πεδίο ροής διακριτοποιείται με τη μορφή πολυγωνικών κυττάρων.

Η χάραξη των κυττάρων γίνεται με τρόπο ώστε οι ακμές τους να είναι περίπου παράλληλες προς τις «μέσες» ισοδυναμικές γραμμές. Με τον τρόπο αυτό, η διαθέσιμη πληροφορία σχετικά με την πιεζομετρία της περιοχής μελέτης λαμβάνεται υπόψη στη σχηματοποίηση του μοντέλου υπόγειας υδρολογίας. Επιπλέον, το πολυγωνικό σχήμα των κυττάρων παρέχει ιδιαίτερη ευελιξία, καθώς επιτρέπει την περιγραφή υδροφορέων τυχαίας γεωμετρίας, σε αντίθεση με τα περισσότερα σχήματα επίλυσης, τα οποία επιβάλλουν την εφαρμογή ορθογωνικού καννάβου, με τη θεώρηση κυρίων αξόνων διεύθυνσης της ροής. Το γεγονός αυτό, όχι μόνο απλοποιεί την υπολογιστική διαδικασία (αφού μειώνεται ο αριθμός των κυττάρων, και συνεπώς ο υπολογιστικός φόρτος) αλλά συμβάλλει στην καλύτερη εποπτεία του συστήματος, αφού η χάραξη των κυττάρων, και συνακόλουθα η παραμετροποίηση του συστήματος, μπορεί να γίνει με βάση τα χαρακτηριστικά του υπεδάφους (π.χ. γεωλογία), που επηρεάζουν τις υπόγειες υδρολογικές διεργασίες.

Η τοπολογία του δικτύου ροής ορίζεται από τις γεωγραφικές συντεταγμένες του κέντρου βάρους των κυττάρων, το μήκος πραγματοποίησης της ροής μεταξύ των γειτονικών κυττάρων και το μήκος της κοινής τους ακμής. Οι διεργασίες κάθε κυττάρου αναπαρίστανται από εννοιολογικές δεξαμενές συγκέντρωσης του υπόγειου νερού. Το δίκτυο των δεξαμενών μπορεί να θεωρηθεί ως το υδραυλικό ανάλογο της διακριτής αναπαράστασης του υδροφορέα. Χαρακτηριστικά μεγέθη κάθε δεξαμενής είναι το εμβαδόν της βάσης, η στάθμη της οροφής και του πυθμένα, καθώς και το ύψος νερού στην αρχή της προσομοίωσης (αρχική συνθήκη). Οι δεξαμενές τροφοδοτούνται από την κατείσδυση των υπερκείμενων στρωμάτων, και η μεταβολή της στάθμης τους απεικονίζει τη μεταβολή της πιεζομετρίας στον υδροφορέα. Η ροή του νερού πραγματοποιείται από τις δεξαμενές υψηλότερης προς τις δεξαμενές χαμηλότερης στάθμης.

Η εκφόρτιση του υδροφορέα αναπαρίσταται με ειδικούς τύπους δεξαμενών, που αντιπροσωπεύουν είτε σημειακές εξόδους νερού στην επιφάνεια (πηγές) είτε περιοχές

συγκέντρωσης του υπόγειου νερού που βρίσκεται εκτός της λεκάνης (π.χ. υποθαλάσσιες εκφορτίσεις). Και στις δύο περιπτώσεις θεωρούνται εικονικές δεξαμενές πολύ μεγάλης βάσης, έτσι ώστε η στάθμη τους να διατηρείται πρακτικά σταθερή. Οι εν λόγω δεξαμενές δεν δέχονται κατείσδυση και δεν τροφοδοτούν γειτονικές τους δεξαμενές.

2.5.2 Συνιστώσες φόρτισης δεξαμενών υπόγειου νερού

Οι δεξαμενές υπόγειου νερού δέχονται τριών ειδών φορτίσεις:

- την επιφανειακή κατείσδυση της εδαφικής υγρασίας
- τη γραμμική διήθηση νερού κατά μήκος του υδρογραφικού δικτύου
- τη σημειακή άντληση νερού από τις γεωτρήσεις του υδροσυστήματος.

Προφανώς, οι δύο πρώτες συνιστώσες αντιπροσωπεύουν εισροή νερού στο υπόγειο σύστημα, που οφείλεται σε φυσική τροφοδοσία του υδροφορέα από τη βροχόπτωση, ενώ η τρίτη συνιστώσα αντιπροσωπεύει εκροή (απόληψη) νερού, που οφείλεται στον ανθρώπινο παράγοντα. Για τον υπολογισμό των τριών τύπων φορτίσεων σε κάθε δεξαμενή, απαιτείται η διαμόρφωση αντίστοιχων επιπέδων γεωγραφικής πληροφορίας, και συγκεκριμένα:

- της ένωσης κυττάρων – υπολεκανών – μονάδων υδρολογικής απόκρισης
- της τομής κυττάρων υδροφορέα – τμημάτων υδατορευμάτων
- της ένωσης κυττάρων υδροφορέα – γεωτρήσεων.

Η κατανεμημένη κατείσδυση από κάθε συνδυασμό υπολεκάνης – μονάδας υδρολογικής απόκρισης ολοκληρώνεται στην επιφάνεια των κυττάρων. Οι απώλειες λόγω διήθησης στα υδατορεύματα επιμερίζεται στα υποκείμενα κύτταρα, αναλογικά με το μήκος ανάπτυξης κάθε κλάδου του υδρογραφικού δικτύου. Τέλος, οι απολήψεις από τις γεωτρήσεις, όπως εκτιμώνται από το μοντέλο διαχείρισης, αθροίζονται στην επιφάνεια κάθε κυττάρου.

2.5.3 Σχήμα επίλυσης

Στο διακριτό μοντέλο του υδροφορέα που διαμορφώνεται, ισχύουν οι εξισώσεις συνέχειας σε κάθε πεπερασμένο όγκο, δηλαδή σε δεξαμενή, καθώς και οι εξισώσεις ροής, που αναφέρονται στην ανταλλαγή νερού μεταξύ των γειτονικών δεξαμενών.

Η εξίσωση συνέχειας σε κάθε δεξαμενή υπόγειου νερού διατυπώνεται ως εξής:

$$\Delta w_i = g_i + \sum_{j=1}^n q_{ij} \quad (2-6)$$

όπου Δw_i η μεταβολή της στάθμης στη δεξαμενή i , g_i το άθροισμα των φορτίσεων και q_{ij} η μεταφορά νερού από ή προς τη δεξαμενή j (όλα τα μεγέθη εκφράζονται ως ισοδύναμα ύψη).

Η στάθμη w_i αποτελεί τη μεταβλητή κατάστασης του συστήματος, και αντιπροσωπεύει μια μέση κατάσταση του υδροφορέα στην περιοχή του κυττάρου. Σε συνθήκες φρεατίου υδροφορέα, η στάθμη κυμαίνεται μεταξύ μιας κατώτατης και μιας ανώτατης τιμής, την οποία καθορίζει ο χρήστης κατά τη σχηματοποίηση. Εφόσον η στάθμη ξεπεράσει την οροφή της δεξαμενής, τότε ο υδροφορέας θεωρείται περιορισμένος. Συνεπώς, το υδραυλικό φορτίο h_i της δεξαμενής i υπολογίζεται από την σχέση:

$$h_i = \begin{cases} w_i & w_i \leq b_i \\ b_i + (w_i - b_i) * \theta & w_i > b_i \end{cases} \quad (2-7)$$

όπου θ είναι ο λόγος της ειδικής απόδοσης προς την αποθηκευτικότητα υπό συνθήκες πίεσης και b_i η διαφορά μεταξύ της ανώτατης και κατώτατης στάθμης, που εκφράζει το πάχος του υδροφορέα στην περιοχή του κυττάρου. Ο άνω κλάδος στην σχέση (2-7) αντιστοιχεί σε φρεάτιες συνθήκες, ενώ ο κάτω αντιστοιχεί σε συνθήκες πίεσης.

Για δεδομένη στάθμη w_i , ο αντίστοιχος αποθηκευμένος όγκος νερού υπολογίζεται από την σχέση:

$$V_i = p_i w_i F_i \quad (2-8)$$

όπου p_i το πορώδες του κυττάρου, που είναι αδιάστατη παράμετρος του μοντέλου, και F_i το εμβαδόν του κυττάρου. Η μεταβλητότητα της στάθμης της δεξαμενής εξαρτάται από την τιμή του πορώδους. Αν αυτή είναι μικρή, τότε απαιτείται μεγάλη μεταβολή στάθμης για την αποθήκευση συγκεκριμένου όγκου νερού, ενώ, αντίστροφα, αν η τιμή του πορώδους είναι μεγάλη, τότε απαιτείται μικρή μεταβολή στάθμης για την αποθήκευση του ίδιου όγκου.

Εκτός από το πορώδες, μία ακόμη χαρακτηριστική ιδιότητα της κάθε δεξαμενής, που επίσης αποτελεί παράμετρο του μοντέλου, είναι η υδραυλική αγωγιμότητα, που συμβολίζεται k_i , και έχει μονάδες ταχύτητας.

Η κίνηση του νερού θεωρείται ότι πραγματοποιείται μέσω ενός δικτύου αγωγών. Το μήκος l_{ij} κάθε αγωγού ισούται με την απόσταση των κέντρων βάρους των δεξαμενών i και j που αυτός συνδέει. Το εμβαδόν της διατομής A_{ij} ισούται με την κοινή κορεσμένη επιφάνεια των δεξαμενών. Η υδραυλική αγωγιμότητα k_{ij} του αγωγού προκύπτει με συνδυασμό (π.χ. αριθμητικός, γεωμετρικός μέσος κλπ.) των αγωγιμοτήτων των δεξαμενών, k_i και k_j .

Έστω ότι η ροή πραγματοποιείται από τη δεξαμενή i προς τη δεξαμενή j , η παροχή q_{ij} υπολογίζεται από την εξίσωση Darcy, ήτοι:

$$q_{ij} = k_{ij} A_{ij} \frac{h_i - h_j}{l_{ij}} \quad (2-9)$$

όπου τα υδραυλικά φορτία h_i και h_j υπολογίζονται από την εξίσωση (2-7).

Ενσωματώνοντας τις εξισώσεις ροής στις εξισώσεις συνέχειας, και αναδιατυπώνοντας τις τελευταίες ως προς τα υδραυλικά φορτία, προκύπτει ένα γραμμικό σύστημα n εξισώσεων με n αγνώστους (όπου n το πλήθος των δεξαμενών). Με γνωστά πλέον τα υδραυλικά φορτία, υπολογίζονται οι τιμές της στάθμης σε κάθε δεξαμενή, μέσω της (2-7), καθώς και οι τιμές των παροχών, μέσω της (2-9), για κάθε δυνατή διαδρομή του υπόγειου νερού.

2.6 Μοντέλο Κατανομής Υδατικών Πόρων

2.6.1 Σχηματοποίηση υδροσυστήματος

Το υδροσύστημα, εκτός από το υδρογραφικό δίκτυο, περιλαμβάνει τις ακόλουθες συνιστώσες:

- *κόμβοι*, δηλαδή θέσεις προσφοράς (π.χ. εκροές ταμιευτήρα) ή ζήτησης νερού ή σημεία αλλαγής της γεωμετρίας και των χαρακτηριστικών μεγεθών του δικτύου
- *ομάδες γεωτρήσεων*, δηλαδή συστήματα έργων υδροληψίας από υπόγειους υδατικούς πόρους, δεδομένης αντλητικής ικανότητας

- *υδραγωγεία*, δηλαδή στοιχεία μεταφοράς νερού που συνδέουν ζεύγη κόμβων και αναφέρονται σε ανοιχτούς ή κλειστούς αγωγούς, δεδομένης παροχευτικότητας
- *στόχοι*, που εκφράζουν τους λειτουργικούς περιορισμούς του συστήματος.

Ειδική κατηγορία κόμβων είναι οι *αρδευτικοί*, χαρακτηριστικό των οποίων είναι η δυνατότητα επιστροφής μέρος της αρδευόμενης ποσότητας στο σύστημα, μέσω του αποστραγγιστικού δικτύου. Οι ομάδες γεωτρήσεων είναι εννοιολογικές οντότητες, που αντιπροσωπεύουν συστήματα μεμονομένων γεωτρήσεων, στη λογική της αδρής σχηματοποίησης ενός διαχειριστικού μοντέλου. Μέσω των υδραγωγείων, υλοποιείται η σύνδεση του τεχνητού με το φυσικό σύστημα, τόσο με τη μορφή απόληψης από επιφανειακά και υπόγεια νερά όσο και με τη μορφή τεχνητής τροφοδοσίας των επιφανειακών αποδεκτών. Τόσο στα υδραγωγεία όσο και στις ομάδες γεωτρήσεων, εισάγεται ένα μοναδιαίο κόστος λειτουργίας (χρηματικές μονάδες ανά μονάδα διερχόμενου όγκου). Τέλος, οι στόχοι, που ορίζονται κατά σειρά προτεραιότητας και οι τιμές τους μπορούν να διαφοροποιούνται σε κάθε χρονικό βήμα, εντάσσονται σε δύο κατηγορίες, καταναλωτικοί και μη καταναλωτικοί. Οι πρώτοι αναφέρονται στη ζήτηση νερού για ύδρευση ή άρδευση, ενώ οι δεύτεροι αναφέρονται στη διατήρηση της παροχής στα υδραγωγεία ή τα υδατορεύματα μεταξύ ενός επιθυμητού εύρους.

2.6.2 Δικτυακή διατύπωση προβλήματος

Τα άγνωστα μεγέθη του προβλήματος είναι οι μεταβλητές του υδατικού ισοζυγίου, δηλαδή:

- οι παροχές στους κλάδους του υδρογραφικού δικτύου και στα υδραγωγεία
- οι απολήψεις από τους κόμβους του υδρογραφικού δικτύου και τις ομάδες γεωτρήσεων
- οι απώλειες κατά μήκος του υδρογραφικού δικτύου λόγω διήθησης

Ζητούμενο είναι η εύρεση των παραπάνω μεγεθών, με τρόπο ώστε:

- να ικανοποιείται το σύνολο των φυσικών παραμέτρων του συστήματος, δηλαδή οι εξισώσεις συνέχειας σε όλους τους κόμβους
- να ικανοποιούνται, εφόσον είναι εφικτό, οι στόχοι και λοιποί λειτουργικοί περιορισμοί του συστήματος, με την επιθυμητή σειρά προτεραιότητας

- να ελαχιστοποιείται το κόστος λειτουργίας του συστήματος, δηλαδή το κόστος άντλησης και μεταφοράς νερού.

2.7 Σύνοψη Διαδικασίας Προσομοίωσης

Αρχικά, γίνεται εφαρμογή του μοντέλου επιφανειακής υδρολογίας, οι παράμετροι του οποίου διαφοροποιούνται για κάθε μονάδα υδρολογικής απόκρισης (ΜΥΑ). Είσοδος του μοντέλου είναι η βροχόπτωση και η δυνητική εξατμισοδιαπνοή (που είναι διαφορετικές για κάθε υπολεκάνη), ενώ έξοδοί του είναι ο επιμερισμός της βροχόπτωσης σε πραγματική εξατμισοδιαπνοή, επιφανειακή απορροή, κατείσδυση προς τον υπόγειο υδροφόρα και αποθήκευση υγρασίας, οι τιμές των οποίων διαφοροποιούνται για κάθε συνδυασμό υπολεκανών και ΜΥΑ. Στη συνέχεια, η κατανομημένη απορροή ολοκληρώνεται στην έκταση κάθε υπολεκάνης και μεταφέρεται, ως συγκεντρωμένη (πλευρική) παροχή, στους κόμβους του υδρογραφικού δικτύου.

Στους κόμβους του υδρογραφικού δικτύου συγκεντρώνεται, επιπλέον η παροχή των πηγών κάθε υπολεκάνης. Στο σημείο αυτό προκύπτει η ανάγκη επαναληπτικών κύκλων, δεδομένου ότι η παροχή επηρεάζεται από τις ανάντη αντλήσεις, που με τη σειρά τους πραγματοποιούνται ανάλογα με τη διαθεσιμότητα επαρκούς παροχής στα ποτάμια. Ως αρχική εκτίμηση, θεωρείται η παροχή των πηγών του προηγούμενου χρονικού βήματος, διαφορετικά θεωρείται η παροχή που προκύπτει από την επίλυση του μοντέλου υπόγειων νερών. Με γνωστή, πλέον, τη συνολική απορροή (επιφανειακή και πηγαία), είναι γνωστή και η διαθεσιμότητα επιφανειακών και υπόγειων υδατικών πόρων.

Οι συγκεντρωμένες παροχές στους κόμβους μεταφέρονται μέσω του υδρογραφικού δικτύου έως την έξοδο της λεκάνης, ενώ ενδιάμεσα πραγματοποιούνται απολήψεις μέσω των υδραγωγείων και των γεωτρήσεων. Οι παραπάνω διεργασίες διατυπώνονται ως ένα μοντέλο δικτυακού γραμμικού προγραμματισμού. Το εν λόγω μοντέλο, λαμβάνοντας υπόψη μια προκαθορισμένη προτεραιότητα των υδατικών αναγκών και διαχειριστικών απαιτήσεων του συστήματος, καθώς και τα πραγματικά κόστη μεταφοράς του νερού, υπολογίζει:

- (α) τις ροές στα ποτάμια και υδραγωγεία,
- (β) τις απώλειες λόγω διήθησης, και

(γ) τις απολήψεις από τους κόμβους και τις γεωτρήσεις.

Η επίλυση εξασφαλίζει την τήρηση των φυσικών περιορισμών του συστήματος (εξισώσεις συνέχειας, παροχευτικότητα υδραγωγείων, αντλητική ικανότητα γεωτρήσεων), την ικανοποίηση των διαχειριστικών στόχων και την ελαχιστοποίηση του κόστους μεταφοράς του νερού.

Η φόρτιση του υδροφορέα, κατανεμημένη στα επιμέρους κύτταρα, υπολογίζεται αθροίζοντας την τροφοδοσία λόγω κατείδυσης και διήθησης και αφαιρώντας τις αντλήσεις. Στη συνέχεια, επιλύεται, με αριθμητικές μεθόδους, το πρόβλημα κίνησης του υπόγειου νερού, με εφαρμογή ενός αριθμητικού σχήματος πεπερασμένων όγκων, στο διακριτοποιημένο πεδίο ροής. Έξοδος του μοντέλου είναι η στάθμη νερού στις υπόγειες δεξαμενές, η παροχή των πηγών και οι εκροές εκτός υδροφορέα (π.χ. απώλειες προς τη θάλασσα ή προς γειτονικές λεκάνες).

Αν η νέα εκτίμηση της παροχής των πηγών διαφέρει σημαντικά σε σχέση με την προηγούμενη, τότε επαναλαμβάνεται η διαδικασία, όσον αφορά στα μοντέλα διαχείρισης και υπόγειας υδρολογίας, μέχρι η απόκλιση να γίνει μικρότερη από κάποια ανοχή. Συνήθως, για τη σταθεροποίηση της παροχής των πηγών, επαρκεί ένας και μόνο επαναληπτικός κύκλος.

3 Περιοχή Μελέτης

3.1 Γεωγραφική Τοποθέτηση

3.1.1 Γεωγραφικά στοιχεία και διοικητική δομή

Το Υδατικό Διαμέρισμα Δυτικής Πελοποννήσου έχει έκταση 7301 km². Ο υδροκρίτης του ορίζεται βόρεια από τους ορεινούς όγκους Ερύμανθου και Αροανείων και ανατολικά από το Μαίναλο και τον Ταΰγετο. Αποτελείται από τμήματα των Περιφερειών Πελοποννήσου και Δυτικής Ελλάδας.

Ο πληθυσμός του διαμερίσματος, με βάση τα απογραφικά στοιχεία της ΕΣΥΕ, το 1991 ήταν 314059 κάτοικοι και το 2001 ήταν 331180 κάτοικοι, παρουσιάζοντας αύξηση 5.4%. Στον Πίνακα 3-1, εκτός από την έκταση και τον πληθυσμό, παρουσιάζεται το ποσοστό συμμετοχής της έκτασης και του πληθυσμού κάθε νομού στο διαμέρισμα.

Πίνακας 3-1 : Έκταση και πληθυσμός του διαμερίσματος κατά νομό (1991, 2001)

Νομός	Έκταση τμήματος που ανήκει στο διαμέρισμα (km ²)	Ποσοστό έκτασης νομού που ανήκει στο διαμέρισμα	Πληθυσμός τμήματος που ανήκει στο διαμέρισμα (1991)	Ποσοστό πληθυσμού νομού που ανήκει στο διαμέρισμα (1991)	Πληθυσμός τμήματος που ανήκει στο διαμέρισμα (2001)
Μεσσηνίας	2 991	100.0%	166 964	100.0%	176 876
Ηλείας	1 389	53.0%	96 127	53.6%	103 602
Αρκαδίας	2 139	48.0%	37 050	35.2%	35 898
Αχαΐας	562	17.2%	9 059	3.0%	9 745
Λακωνίας	220	6.1%	4 859	5.1%	5 059
Σύνολο	7 301		314 059		331 180

3.1.2 Γεωμορφολογικά – γεωλογικά χαρακτηριστικά

Το γεωμορφολογικό ανάγλυφο χαρακτηρίζεται ορεινό και απότομο στο εσωτερικό και ανατολικό τμήμα του (600-2400 m), ημιορεινό και λοφώδες στη περίμετρο (100-600 m), και πεδινό στην παραλιακή ζώνη και τις κοιλάδες των ποταμών (0-100 m). Οι μεγαλύτερες πεδινές εκτάσεις αναπτύσσονται στον κάμπο του Αλφειού, στην παραλιακή ζώνη Πύργου – Πύλου, στο Μεσσηνιακό Κάμπο και στο εσωτερικό υψίπεδο της Μεγαλόπολης (13% του συνόλου). Οι κυριότεροι ποταμοί συνεχούς ροής είναι ο Αλφειός και ο Πάμισος, καθώς και η μικρότερη Νέδα, ενώ ο ποταμός

Νέδωνας εμφανίζει χειμαρρώδη ροή. Στα παράλια της περιοχής βρίσκονται οι παράκτιες λίμνες Αγουλινίτσας και Μουριάς (που έχουν αποξηρανθεί) και Καϊάφα (θερμομεταλλική), που σχηματίστηκαν λόγω των αμμολόφων του Κυπαρισσιακού Κόλπου.

Η γεωλογική δομή του διαμερίσματος είναι ιδιαίτερα σύνθετη και περίπλοκη. Διακρίνεται στις παρακάτω γεωλογικές ενότητες:

α) Ενότητα αλπικών ιζημάτων (μεσοζωικά ιζήματα), που είναι πτυχωμένα και επωθημένα και δομούν το ορεινό τμήμα.

β) Ενότητα μεταλπικών ιζημάτων (τριτογενές), που αποτελούν το ημιορεινό και λοφώδες τμήμα.

γ) Ενότητα πρόσφατων αποθέσεων (Τεταρτογενές), που δομούν τις πεδινές εκτάσεις.

Γεωτεκτονικά, τα αλπικά ιζήματα από τα δυτικά προς τα ανατολικά ανήκουν στις ζώνες της Ιονίου, της Πύλου-Γαβρόβου, της Ωλονού-Πίνδου που επωθήθηκε στη ζώνη Τριπόλεως και της μάζας της κεντρικής Πελοποννήσου.

Η ζώνη Ωλονού-Πίνδου, που είναι η μεγαλύτερη, συνίσταται από εναλλαγές φλύσχη, ασβοστολίθων και κερατολίθων.

Η ζώνη Τριπόλεως συνίσταται από ασβεστόλιθους και δολομίτες.

Η ζώνη της κεντρικής Πελοποννήσου συνίσταται από φυλλίτες και μάρμαρα. Μετά την αλπική ορογένεση σχηματίστηκαν τόσο στην περίμετρο όσο και εσωτερικά μεγάλες τεκτονικές τάφροι με μολασσικά ιζήματα (*Σχέδιο Προγράμματος Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων της Χώρας, 2003*).

3.1.3 Κλίμα

Το κλίμα που επικρατεί είναι το θαλάσσιο μεσογειακό στις παραθαλάσσιες και πεδινές περιοχές, ενώ προς το εσωτερικό εξελίσσεται σε χερσαίο και σε ορεινό στα ορεινά.

Η ετήσια βροχόπτωση κυμαίνεται μεταξύ 800 mm στα πεδινά και 1600 mm στα ορεινά, με μέση ετήσια τιμή για το διαμέρισμα 1100 mm και μέσο αριθμό ημερών βροχής 80-120 ανά έτος.

Η μέση ετήσια θερμοκρασία του διαμερίσματος είναι 19°C και το ετήσιο θερμομετρικό εύρος είναι συνήθως μικρότερο από 16°C (*Σχέδιο Προγράμματος Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων της Χώρας, 2003*).

3.2 Αναπτυξιακή ταυτότητα

Το Υδατικό Διαμέρισμα Δυτικής Πελοποννήσου έχει τα χαρακτηριστικά περιορισμένης ανάπτυξης, λόγω γεωγραφικής απομόνωσης από τον αναπτυγμένο ανατολικό άξονα της χώρας. Οι περισσότεροι αναπτυξιακοί δείκτες και όλοι οι δείκτες ευημερίας είναι κάτω από το μέσο όρο της χώρας. Ο πληθυσμός επί δεκαετίες παρουσίαζε αρνητική μεταβολή, ενώ στις δύο τελευταίες παρουσίασε θετική μεταβολή.

Έχει δύο αστικά κέντρα, την Καλαμάτα και τον Πύργο, και δέκα ημιαστικά, με πληθυσμό μεγαλύτερο των 2000 κατοίκων. Ειδικότερα, ο Πύργος παραμένει μικρό αστικό κέντρο, ενώ η Καλαμάτα έχει μέγεθος μεσαίου αστικού κέντρου, και αποτελεί πόλο ανάπτυξης της χώρας (ΕΣΠΑ, 2007-2013).

Η κατανομή της απασχόλησης στον πρωτογενή, δευτερογενή και τριτογενή τομέα είναι 42.2%, 17.6% και 40.1% αντίστοιχα.

Η κατασκευή του εθνικού δρόμου Κορίνθου-Τρίπολης και η βελτίωση του δρόμου Τρίπολης-Καλαμάτας είχαν ευνοϊκές επιπτώσεις στην ανάπτυξη ορισμένων δραστηριοτήτων του τριτογενούς τομέα στην Καλαμάτα. Η κατάσταση θα βελτιωθεί ριζικά με την κατασκευή της εθνικής οδού Τρίπολης-Καλαμάτας και την ολοκλήρωση του τμήματος Αθηνών-Πάτρας του αυτοκινητόδρομου ΠΑΘΕ. Ανάλογες ευνοϊκές επιπτώσεις είχε στην ανάπτυξη της νότιας Ηλείας η κατασκευή του εθνικού δρόμου Πάτρας-Ολυμπίας.

Ο τουρισμός ήταν πάντα ο τομέας με τη μεγαλύτερη ανάπτυξη την τελευταία δεκαετία, αλλά η περιοχή προσφέρει ακόμη τεράστιες δυνατότητες ανάπτυξης όλων των μορφών τουρισμού ταυτόχρονα. Οι προοπτικές παρουσιάζονται ιδιαίτερα ευνοϊκές στην περίπτωση της παραθεριστικής κατοικίας (παραλιακή ζώνη από Πύργο ως Καλαμάτα).

Η μεταποίηση παρουσιάζεται φθίνουσα, με ειδίκευση στην επεξεργασία των γεωργικών προϊόντων. Από το 1986 έχει ιδρυθεί η ΒΙΠΕ Καλαμάτας. Μακροχρόνια οι προοπτικές ανάπτυξης της βιομηχανίας είναι καλές και συνδυάζονται με την

αναμενόμενη αύξηση της προσπελασιμότητας στην περιοχή. Η αναπτυξιακή πολιτική για το διαμέρισμα επικεντρώνεται στην κατασκευή και βελτίωση έργων βασικής υποδομής, στην αύξηση της ανταγωνιστικότητας όλων των παραγωγικών κλάδων, και στη διατήρηση και προβολή των αξιόλογων πολιτιστικών στοιχείων. Ειδικότερα, έμφαση δίνεται στον πρωτογενή τομέα όσον αφορά στην προώθηση δυναμικών καλλιεργειών και καλλιεργειών υπό κάλυψη, στο δευτερογενή στον εκσυγχρονισμό των βιομηχανικών μονάδων, και στον τριτογενή στην τουριστική ανάπτυξη (Σχέδιο Προγράμματος Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων της Χώρας, 2003).

3.3 Υδρολογικό ισοζύγιο – Προσφορά νερού

3.3.1. Κύριες υδρολογικές λεκάνες

Οι κύριες υδρολογικές λεκάνες του διαμερίσματος είναι η λεκάνη του Αλφειού και η λεκάνη του Πάμισου. Δευτερεύουσας σημασίας είναι η λεκάνη της Νέδας και η λεκάνη του Νέδωνα. Υδρολογικά στοιχεία για τις λεκάνες αυτές παρατίθενται στη συνέχεια.

Λεκάνη Αλφειού

Ο Αλφειός έχει υδρολογική λεκάνη 3658 km². Πηγάζει από τα αρκαδικά οροπέδια με τρεις παραπόταμους (Άνω Αλφειό, Ερύμανθο, Λάδωνα), που ενώνονται στην ημιορεινή Ηλεία (Μέσος Αλφειός), και εκβάλλει στον Κυπαρισσιακό Κόλπο (Κάτω Αλφειός). Στο Λάδωνα υπάρχει μικρός υδροηλεκτρικός σταθμός, που ρυθμίζει την παροχή του. Στη γέφυρα Αλφειούσας 10 km πριν την εκβολή του Αλφειού, λειτουργεί χαμηλό φράγμα για την απόληψη αρδευτικού νερού.

Ειδικότερα, στοιχεία για τους παραπόταμους του Αλφειού είναι:

1. Άνω Αλφειός (250 km²). Αποστραγγίζει κυρίως το οροπέδιο της Μεγαλόπολης, που αποτελείται κατά 70% από καρστικούς σχηματισμούς, με συνέπεια τη φυσική αναρρύθμιση των παροχών του κατά τη διάρκεια του έτους, με αποτέλεσμα η παροχή της ξηρής περιόδου να είναι σχετικά υψηλή (4 m³/s). Η υδρογεωλογική λεκάνη του πιθανότατα υπερβαίνει την υδρολογική. Ο παραπόταμός του Λούσιος έχει μέση ετήσια απορροή 215 hm³ (6.8 m³/s).
2. Λάδωνας (750 km²). Πηγάζει από σειρά καρστικών πηγών. Η υδρογεωλογική λεκάνη του επεκτείνεται στα Υδατικά Διαμερίσματα Βόρειας και Ανατολικής

Πελοποννήσου, δεδομένου ότι η πηγή του Πλανήτερου τροφοδοτείται από τον Φενεό και ορισμένες άλλες πηγές από το οροπέδιο της Τρίπολης.

3. Ερύμανθος (376 km²). Πηγάζει από τους ορεινούς όγκους Ερύμανθου και Αροανείων και τροφοδοτείται από καρστικές πηγές συνολικής θερινής παροχής 0.4 m³/s.

Λεκάνη Πάμισου

Ο Πάμισος έχει υδρολογική λεκάνη 728 km². Πηγάζει από τα βουνά της Άνω Μεσσηνίας και από τις καρστικές πηγές Αγίου Φλώρου και Πηδήματος, που εκφορτίζουν τον βόρειο Ταΰγετο. Η συνολική μέση ετήσια παροχή των πηγών είναι 4.5 m³/s και η λεκάνη τροφοδοσίας τους υπολογίζεται σε 400 km². Ο Πάμισος εκβάλλει στον Μεσσηνιακό Κόλπο, αφού διασχίσει κάμπο έκτασης 360 km².

Λεκάνη Νέδας

Ο ποταμός Νέδα έχει υδρολογική λεκάνη 278 km². Πηγάζει από τα βουνά Μίνθη, Λύκαιο και Τετράτιο και εκβάλλει στον Κυπαρισσιακό Κόλπο. Κατά τη διαδρομή του μέσα από ανθρακικούς σχηματισμούς τροφοδοτείται από μια σειρά καρστικών πηγών (Κεφαλόβρυσο).

Η ροή του ποταμού Νέδα τροφοδοτείται από καρστικές πηγές της ζώνης Ωλονού – Πίνδου (Λεπρέος, μέση παροχή 0.15 m³/s) (*Σχέδιο Προγράμματος Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων της Χώρας*, 2003).

3.3.2 Κύριες υδρογεωλογικές λεκάνες

Αναπτύσσονται δύο τύποι υδρογεωλογικών ενοτήτων: καρστικά συστήματα (πορώδες ρωγμών) και υδροφορείς κλαστικών σχηματισμών (πορώδες κόκκων). Αναλυτικότερα:

α) Κύρια καρστικά συστήματα

Καρστικό σύστημα Άνω Ρου Λάδωνα.

Η μέση παροχή των καρστικών πηγών του Λάδωνα εκτιμάται σε 5.5 m³/s, ενώ η συνολική υπόγεια απορροή των καρστικών συστημάτων προς το Λάδωνα εκτιμάται σε 20 m³/s.

Καρστικό σύστημα Άνω Ρου Αλφειού.

Η μέση παροχή των καρστικών πηγών του ποταμού Λούσιου εκτιμάται σε $1 \text{ m}^3/\text{s}$, ενώ η συνολική υπόγεια απορροή των καρστικών συστημάτων του Άνω Ρου Αλφειού εκτιμάται σε $6 \text{ m}^3/\text{s}$.

Καρστικό σύστημα νότιου τμήματος ζώνης Πίνδου

Λόγω τεκτονικής και στρωματογραφικής δομής μπορεί να χωριστεί σε τρεις άξονες εκφόρτισης:

- α) Κατά μήκος του ρήγματος του ποταμού Νέδα.
- β) Στην εσωτερική λεκάνη του Άνω Ρου Πάμισου.
- γ) Στο Μεσσηνιακό Κόλπο, όπου υπάρχουν ενδείξεις υφαλμύρωσης

Καρστικό σύστημα βόρειου Ταυγέτου.

Αναπτύσσεται στους ασβεστόλιθους της ζώνης Τριπόλεως και εκφορτίζεται με τις πηγές βάσης του συστήματος του Αγίου Φλώρου και Πηδήματος. Η συνολική μέση παροχή των πηγών είναι $4.5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Καρστικό σύστημα νότιου Ταυγέτου.

Αναπτύσσεται στους ασβεστόλιθους της ζώνης Τριπόλεως και των μαρμάρων Plattenkalk και εκφορτίζεται στην παραθαλάσσια καρστική πηγή Μύλων Μαντίνειας. Επίσης, αναπτύσσεται στα μάρμαρα του γεωλογικού υποβάθρου και εκφορτίζεται διάσπαρτα στις παραλίες της μεσσηνιακής Μάνης, με κύριες εκφορτίσεις τις υποθαλάσσιες πηγές Στούπας, Καρδαμύλης και του Σπηλαίου Δυρού.

Η μέση παροχή της πηγής Μύλων Μαντίνειας εκτιμάται σε $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$ και η συνολικά εκτιμώμενη παροχή των παράκτιων αναβλύσεων είναι μεγαλύτερη από $1 \text{ m}^3/\text{s}$.

Ολόκληρη η περιοχή εκφόρτισης εμφανίζει υφαλμύριση ($>5000 \text{ mg/L Cl}^-$).

β) Κύριες ενότητες κλαστικών σχηματισμών

Αλλουβιακές αποθέσεις των λεκανών του ποταμού Αλφειού και της περιοχής άνω και κάτω Μεσσηνίας.

Εμφανίζουν επάλληλους υπό πίεση υδροφορείς, που υδρολιθολογικά συνίστανται από άμμους, χαλίκια και κροκάλες. Το πάχος και η υδροπερατότητα είναι γενικά αναπτυγμένα, με αποτέλεσμα να έχει ανορυχθεί μεγάλος αριθμός υδρογεωτρήσεων με παροχές 50 – 150 m³/h. Δεν υπάρχουν στοιχεία ισοζυγίου που να καθιστούν δυνατή την εκτίμηση αποθεμάτων.

Στη λεκάνη του Αλφειού εμφανίζονται κατά περιοχές αυξημένες περιεκτικότητες σιδήρου και μαγγανίου, που καθιστούν τους υδροφορείς ακατάλληλους για ύδρευση.

Κροκαλοπαγή Λάλα (ανατολική ημιορεινή Ηλεία).

Εμφανίζονται σε ένα κλιμακωτό ανάγλυφο συνεχόμενων οροπεδίων και συνίσταται από ποταμό – χειμαρρώδεις αποθέσεις (χαλίκια και κροκάλες). Αναπτύσσεται βαθύς υπό πίεση υδροφορέας (σε βάθος μεγαλύτερο από 200 m), πάχους μεγαλύτερου από 30 m και σημαντικής υδροπερατότητας. Τροφοδοτείται πλευρικά από τους ασβεστόλιθους της ζώνης Πίνδου. Δεν έχει γίνει μεγάλη εκμετάλλευση του συστήματος, ενώ οι παροχές των υδρογεωτρήσεων κυμαίνονται από 50 – 90 m³/h.

Δεν υπάρχουν στοιχεία ισοζυγίου που να καθιστούν δυνατή την εκτίμηση αποθεμάτων.

Νεογενείς αποθέσεις λεκανών Αλφειού και Πάμισου και περιοχής Ζαχάρως Πυλίας.

Εμφανίζουν επάλληλους υδροφορείς ποικίλου πάχους και υδροπερατότητας. Χαρακτηρίζονται από ασυνέχεια και ετερογένεια.

Δεν υπάρχουν στοιχεία ισοζυγίου που να καθιστούν δυνατή την εκτίμηση αποθεμάτων.

Σε ορισμένες περιοχές της λεκάνης Αλφειού εμφανίζονται προβλήματα ποιότητας λόγω παρουσίας νιτρικών και αμμωνιακών, που οφείλονται κυρίως σε σημερινή οργανική ύλη (λιγνιτογένεση) (*Σχέδιο Προγράμματος Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων της Χώρας*, 2003).

3.3.3 Υδρολογικό ισοζύγιο διαμερίσματος

Με βάση την έκταση του διαμερίσματος και το μέσο ετήσιο ύψος βροχής, ο ετήσιος όγκος βροχής εκτιμάται σε 8031 hm³.

Η πραγματική εξατμισοδιαπνοή εκτιμάται ότι αποτελεί το 45% των βροχοπτώσεων. Η ενεργός βροχόπτωση για επιφανειακή και υπόγεια απορροή εκτιμάται ότι αποτελεί το 55% της συνολικής βροχόπτωσης.

Η μέση κατείδυση εκτιμάται σε 3% της ενεργού βροχόπτωσης στο σύνολο αδιαπέρατων και ημιπερατών σχηματισμών, 15% στους προσχωματικούς και 75% στους υδροπερατούς σχηματισμούς. Αντίστοιχα, η επιφανειακή απορροή εκτιμάται σε 97% της ενεργού βροχόπτωσης στο σύνολο αδιαπέρατων και ημιπερατών σχηματισμών, 85% στους προσχωματικούς και 25% στους υδροπερατούς (Σχέδιο Προγράμματος Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων της Χώρας, 2003).

3.4 Χρήσεις νερού – Ζήτηση

3.4.1 Γεωργία

Με βάση στοιχεία της ΕΣΥΕ, το σύνολο της γεωργικής γης είναι 1718000 στρέμματα. Από αυτά, τα 385102 στρέμματα εμφανίζονται να καλλιεργούνται με ποτιστικές καλλιέργειες. Οι εκτάσεις που χαρακτηρίζονται αρδευόμενες είναι 310527 στρέμματα, ενώ το 1991 αρδευόνταν 245075 στρέμματα με 159.6 hm³ νερού. Σύμφωνα με την απογραφή του 2001 της ΕΣΥΕ οι καλλιεργούμενες εκτάσεις (σε στρέμματα) στους νομούς του διαμερίσματος ήταν: Μεσσηνίας 1021984, Ηλείας 1238659, Αρκαδίας 463031, Αχαΐας 714000 και Λακωνίας 822354. Σύμφωνα με την ίδια απογραφή οι αρδευόμενες εκτάσεις ήταν: Μεσσηνίας 203684, Ηλείας 523347, Αρκαδίας 115505, Αχαΐας 305071 και Λακωνίας 318382.

Οι νομοί Μεσσηνίας και Ηλείας χαρακτηρίζονται από εντατικές καλλιέργειες οι οποίες περιορίζονται κυρίως στις πεδινές και λοφώδεις εκτάσεις. Κύριες καλλιέργειες είναι τα σιτηρά, ο αραβόσιτος, τα εσπεροειδή, τα αμπέλια καθώς και δενδροκαλλιέργειες (κυρίως στο νομό Μεσσηνίας).

Επισημαίνεται ότι επί του συνόλου των χρήσεων γης του υδατικού διαμερίσματος, το 66% αφορά γεωργική γη και βοσκοτόπους και το 16% σε περιοχές εντατικής καλλιέργειας (Σχέδιο Προγράμματος Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων της Χώρας, 2003).

3.4.2 Κτηνοτροφία

Με βάση στοιχεία της ΕΣΥΕ, οι ετήσιες ανάγκες σε νερό ανέχονται σε 3.9 hm³/έτος για τα ζώα ελεύθερης βοσκής και σε 1.1 hm³/έτος για τα σταβλισμένα. Συνολικά δηλαδή οι ετήσιες ανάγκες σε νερό για την κτηνοτροφία ανέρχονται σε 5 hm³/έτος.

3.4.3 Ιχθυοκαλλιέργεια

Δεν υπάρχουν σημαντικές δεσμεύσεις νερού για ιχθυοκαλλιέργειες στο Διαμέρισμα Δυτικής Πελοποννήσου. Με βάση τα στοιχεία ιχθυοπαραγωγής της ΕΣΥΕ (1999), απαιτείται στη λεκάνη του Αλφειού συνεχής ροή νερού περίπου 2.5 m³/s.

3.4.4 Ύδρευση

Οι ετήσιες ανάγκες ύδρευσης και τουρισμού ανέρχονται σε 23.17 hm³/έτος, ενώ οι ανάγκες της περιόδου αιχμής ανέρχονται σε 9.79 hm³.

Η ύδρευση καλύπτεται στα μεγάλα αστικά κέντρα από τις αντίστοιχες ΔΕΥΑ (Πύργου, Πάτρας κλπ.). Στα ημιαστικά κέντρα και σε κοινότητες καλύπτεται από υδροληπτικά έργα υδρευτικών συνδέσμων ή μεμονωμένα.

Τα σημαντικότερα υφιστάμενα έργα ύδρευσης του διαμερίσματος είναι:

- Ύδρευση Πύργου
- Ύδρευση Καλαμάτας
- Ύδρευση Χώρας – Τριφυλίας
- Ύδρευση Κυπαρισσίας
- Ύδρευση Δήμου Αρχαίας Ολυμπίας.

Για το μεσοπρόθεσμο και μακροπρόθεσμο σενάριο οι ετήσιες ανάγκες θα διαμορφωθούν σε 26 hm³/έτος. Η κάλυψη μελλοντικών ζητήσεων λόγω αύξησης του πληθυσμού, καθώς και η ενίσχυση των υφιστάμενων δικτύων ύδρευσης, προγραμματίζεται από έργα των ΔΕΥΑ αλλά και άλλων φορέων.

3.4.5 Βιομηχανία

Η ζήτηση καλύπτεται από το δίκτυο υδροδότησης των μεγάλων πόλεων ή από μεμονωμένα υδροληπτικά έργα. Στο διαμέρισμα αυτό ανήκει και η ΒΙΠΕ Καλαμάτας, η οποία υδροδοτείται από τρεις γεωτρήσεις, που εκμεταλλεύονται τον καρστικό υδροφορέα των ασβεστόλιθων της ζώνης Ωλονού – Πίνδου (παροχή 280 m³/ώρα). Η παροχή αυτή διασφαλίζει την πλήρη ανάπτυξη της ΒΙΠΕ.

3.4.6 Ενέργεια

Στη λεκάνη του Λάδωνα λειτουργεί το υδροηλεκτρικό έργο Λάδωνα, εγκατεστημένης ισχύος 70 MW με συνολική ετήσια καθαρή παραγωγή ενέργειας 40 GWh. Ο ταμιευτήρας του Λάδωνα έχει συνολική χωρητικότητα 57 hm³, ωφέλιμη χωρητικότητα 46 hm³ και πρόσθετη χωρητικότητα 9 hm³. Από τον ταμιευτήρα του Λάδωνα διατέθηκαν 50 hm³ το 2001 για την άρδευση της πεδιάδας Ηλείας.

Η εξόρυξη λιγνίτη στο ορυχείο της Μεγαλόπολης απαιτεί τη συνεχή άντληση νερού, προκειμένου να υποβιβαστεί η στάθμη των καρστικών υδροφορέων και να διασφαλιστεί η λειτουργία των ορυχείων. Η αντλούμενη ποσότητα κυμαίνεται από 18 – 20 hm³/έτος και αφορά στα μόνιμα αποθέματα του υδροφόρου συστήματος. Για τη συνέχιση της λειτουργίας των ορυχείων προβλέπεται να αντλούνται ποσότητες 22 – 24 hm³/έτος. Το αντλούμενο νερό χρησιμοποιείται για την ψύξη των ατμοηλεκτρικών μονάδων (18 hm³/έτος), για τις ανάγκες των ορυχείων και για την υδροδότηση παρακείμενων κοινοτήτων.

3.4.7 Άλλες χρήσεις

Δεν υπάρχουν άλλες χρήσεις στο διαμέρισμα με σημαντική ποσοτική διάσταση. Υπάρχει οργανωμένο συγκρότημα λουτρών, που αξιοποιεί τη θερμομεταλλική πηγή Καϊάφα (μέση θερμοκρασία 34.5°C), η οποία συμβάλλει στην τουριστική ανάπτυξη της περιοχής. Στο Λούσιο (μουσείο υδροκίνησης) και τον Αλφειό οργανώνονται αθλητικές δραστηριότητες (*Σχέδιο Προγράμματος Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων της Χώρας*, 2003).

3.5 Υφιστάμενη κατάσταση και προοπτικές

Τα μόνα έργα τα οποία έχουν δρομολογηθεί για την κατασκευή τους αφορούν για τη ζήτηση νερού το τμήμα της άρδευσης.

Στον Πίνακα 3-2 παρουσιάζονται, στα πλαίσια μεσοπρόθεσμης ανάπτυξης, τα σημαντικότερα αρδευτικά έργα που έχουν προγραμματισθεί μεσοπρόθεσμα ή των οποίων έχει ξεκινήσει η υλοποίηση. Στον Πίνακα 3-3 παρουσιάζονται τα σημαντικότερα αρδευτικά έργα για μακροπρόθεσμη ανάπτυξη.

Στις μεσο-μακροπρόθεσμες ζητήσεις για άρδευση θα πρέπει να καταγραφεί η εκτροπή ποσοτήτων νερού από τον Ερύμανθο προς τον Πηνειό προκειμένου να αξιοποιηθούν 70000 στρέμματα (στο Υδατικό Διαμέρισμα Βόρειας Πελοποννήσου).

Πίνακας 3-2 : Σημαντικότερα προγραμματισμένα ή κατασκευασμένα αρδευτικά έργα

Έργο	Πηγή	Έκταση (στρέμματα)
Λεκάνη Αλφειού Ερύμανθου Έμπλα. Πηνειού	Αδριάνειος	16 000
Κλειτορίδας/Αροανείου		16 000
Σύνολο		
Λεκάνη Πάμισου Κάτω Μεσσηνίας	Πηγές Αγίου Φλώρου και Πηδήματος	40 000
Άνω Μεσσηνίας	Φράγματα χειμάρρων Πύρνακα & Μαυροφορούμενα	61 000
Σύνολο		101 000
Γενικό Σύνολο		117 000

ΠΗΓΗ: ΥΠΕΧΩΔΕ, ΥΠΓΕ

Πίνακας 3-3 : Σημαντικότερα μελλοντικά αρδευτικά έργα

Έργο	Πηγή	Έκταση (στρέμματα)
Λεκάνη Αλφειού Υψιπέδου Μεγαλόπολης Κάτω Αλφειού	Φράγμα Λούσιου	30 000 53 000
Σύνολο		83 000
Λεκάνη Πάμισου Τριφυλίας – Πυλίας		194 000
Γιαλούς – Πάλας		11 000
Σύνολο		205 000
Γενικό Σύνολο		288 000

ΠΗΓΗ: ΥΠΕΧΩΔΕ, ΠΔΕ 1995

3.6 Η ποιότητα νερού

Αξιολόγηση ποιοτικής κατάστασης επιφανειακών υδάτων

Η εκτίμηση της ποιοτικής κατάστασης των επιφανειακών υδάτων του διαμερίσματος έγινε με βάση τα στοιχεία του Υπουργείου Γεωργίας για τα ποτάμια Αλφειό, Πάμισο, Άρη και Νέδα που καλύπτουν τις περιόδους 1981 – 1998 και 1998 – 2001 και τα στοιχεία του ΕΚΘΕ για τους ποταμούς Αλφειό, Λούσιο (παραπόταμος Αλφειού), Λάδωνα, Νέδα και Πάμισο που αφορούν στην περίοδο Καλοκαίρι 2000 – Άνοιξη 2001. Για τους ποταμούς Αλφειό, Λάδωνα, Πάμισο και Νέδα, χρησιμοποιήθηκαν επίσης επεξεργασμένα στοιχεία του ΥΠΕΧΩΔΕ για την περίοδο 2000 – 2002.

Στη συνέχεια ακολουθούν τα συμπεράσματα της αξιολόγησης της ποιοτικής κατάστασης των επιφανειακών υδάτων του διαμερίσματος με βάση τα ως άνω στοιχεία.

Ποταμός Αλφειός

Για τον ποταμό Αλφειό υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία από το Υπουργείο Γεωργίας σε 8 χαρακτηριστικές θέσεις: στη γέφυρα εθνικής οδού Τρίπολης – Καλαμάτας, στη γέφυρα Καρύταινας, στη συμβολή του ποταμού με Καστράτοι, στο φράγμα Φλόκα, κατάντη της γέφυρας Ελασσόνας – Αλφειού, στην αρχή της Τάφρου 19Τ0–1, στην Τάφρο 19Τ0–3 προ της θέσης απόρριψης αποβλήτων «Αιγαίο» και στην Τάφρο 19Τ0–3–2, ενώ την περίοδο 1998 – 2001 οι δειγματοληψίες περιορίζονται στις τέσσερις πρώτες θέσεις. Για την περίοδο 2000 – 2002 υπάρχουν στοιχεία του ΥΠΕΧΩΔΕ για παραμέτρους όπως BOD, άζωτο και φώσφορος σε δύο θέσεις: κατάντη της συμβολής με τον ποταμό Λάδωνα και στις εκβολές.

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία φαίνεται ότι καταρχήν ο Αλφειός έχει χαρακτηριστικά που ικανοποιούν τις απαιτήσεις των υφιστάμενων χρήσεων, οι οποίες αφορούν κυρίως σε άρδευση γεωργικών εκτάσεων.

Ποταμός Πάμισος

Για τον Πάμισο υπάρχουν μετρήσεις αγρονομικών κυρίως χαρακτηριστικών (θειικά, ιόντα χλωρίου, SAR, αγωγιμότητα κτλ), σε τρεις θέσεις δειγματοληψίας: τη γέφυρα Πάμισου, το Φράγμα Πάμισου και τη θέση Μεγάλο Μάτι, για την περίοδο 1982 – 1998. Επιπλέον υπάρχουν κάποιες περιορισμένες μετρήσεις στην περιοχή των πηγών Αγίου Φλώρου και Πήδημα για χλωριούχα, θειικά, νάτριο, μαγνήσιο και ασβέστιο καθώς επίσης και στοιχεία του ΥΠΕΧΩΔΕ (BOD, COD, άζωτο, φώσφορος) για την περίοδο 2000 – 2002 στις εκβολές του ποταμού.

Από την αξιολόγηση των παραπάνω στοιχείων προκύπτει ότι η ποιότητα των υδάτων του Πάμισου καλύπτει τις απαιτήσεις βασικών αγρονομικών κριτηρίων για άρδευση γεωργικών εκτάσεων.

Η ποιότητα των υδάτων του ποταμού, σύμφωνα με περιορισμένες μετρήσεις νιτρικών της περιόδου 1982 – 1998, φαίνεται να μην επιτρέπει την επέκταση των χρήσεων (π.χ. απόληψη νερού προς πόση), καθώς οι συγκεντρώσεις νιτρικών που έχουν καταγραφεί κυμαίνονται συστηματικά σε επίπεδα υψηλότερα (σχεδόν διπλάσια) από τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή (επιτακτική τιμή) που καθορίζεται στην Οδηγία 75/440/ΕΟΚ προκειμένου ένα υδάτινο σώμα να είναι κατάλληλο για πρόσληψη νερού για πόση ύστερα από επεξεργασία (50 mg/L NO₃).

Ποταμός Άρης

Τα διαθέσιμα στοιχεία για τον ποταμό Άρη περιορίζονται σε μετρήσεις αγρονομικών κυρίως παραμέτρων για την περίοδο 1981 – 1998 στη θέση δειγματοληψίας Φράγμα Ασπρουλιάρας, καθώς και σε περιορισμένες μετρήσεις της περιόδου 1998 – 1999 στις θέσεις συμβολή Μοντελάκι – Ώριος και συμβολή Μοντελάκι – Καλκούτα.

Με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία φαίνεται ότι η ποιότητα των υδάτων του Άρη καλύπτει καταρχήν τις απαιτήσεις για άρδευση γεωργικών εκτάσεων, καθώς οι κύριες αγρονομικές παράμετροι όπως τα χλωριόντα, ο βαθμός απορρόφησης νατρίου (SAR) και η αγωγιμότητα κυμαίνονται σε ικανοποιητικά επίπεδα για τη συγκεκριμένη χρήση. Ωστόσο επισημαίνεται ότι υψηλές συγκεντρώσεις χλωριόντων και θεικών έχουν καταγραφεί στη θέση συμβολή Μοντελάκι – Ώριος κατά το έτος 1998.

Για τον Άρη δεν υπάρχουν μετρήσεις νιτρικών, αμμωνίας, φωσφόρου και βαρέων μετάλλων καθώς και άλλων σημαντικών παραμέτρων με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η εκτίμηση της υδατοποιότητας του ποταμού σε σχέση με τη δυνατότητα απόληψης νερού για πόση.

Ποταμός Νέδα

Για τον ποταμό Νέδα υπάρχουν μετρήσεις στη θέση δειγματοληψίας γέφυρα Γιαννιτσοχωρίου για τις περιόδους 1986 – 1997 και 1998 – 2001. Οι μετρήσεις αυτές αφορούν κυρίως σε αγρονομικές παραμέτρους (θειικά, ιόντα χλωρίου, SAR, αγωγιμότητα κ.ά.), ενώ για την περίοδο 1986 – 1989 περιλαμβάνονται επίσης σποραδικές μετρήσεις θρεπτικών (νιτρικά, νιτρώδη, αμμωνιακά και ολικός φώσφορος). Για την περίοδο 2000 – 2002, υπάρχουν επίσης διαθέσιμα επεξεργασμένα στοιχεία του ΥΠΕΧΩΔΕ, που αφορούν μετρήσεις θρεπτικών, οργανικού άνθρακα και διαλυμένου οξυγόνου στις εκβολές του ποταμού.

Με βάση τα πολύ περιορισμένα αυτά στοιχεία φαίνεται ότι η Νέδα έχει χαρακτηριστικά που ικανοποιούν τις απαιτήσεις άρδευσης, επιπρόσθετα δε πληρεί τις προϋποθέσεις για απόληψη πόσιμου νερού σύμφωνα με τα κριτήρια της κατηγορίας Α1.

Ποταμός Λάδωνας

Με βάση τα περιορισμένα στοιχεία αναφορικά με την ποιότητα των υδάτων του ποταμού Λάδωνα, φαίνεται ότι καταρχήν καλύπτουν τις προϋποθέσεις της κατηγορίας Α1 για απόληψη νερού για πόση μετά από επεξεργασία (Οδηγία 75/440/ΕΟΚ), παρόλο που περιστασιακά έχουν μετρηθεί πολύ υψηλές τιμές φωσφορικών.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται αξιολόγηση ποιοτικής κατάστασης υπόγειων υδάτων.

Στο υδατικό διαμέρισμα Δυτικής Πελοποννήσου αναπτύσσονται καρστικοί υδροφορείς μεγάλης δυναμικότητας κυρίως στους ασβεστολιθικούς ορεινούς όγκους των νομών Αρκαδίας και Μεσσηνίας καθώς και στην υδρολογική λεκάνη του ποταμού Νέδα στο νομό Ηλείας.

Η μεγαλύτερη εκμετάλλευση πραγματοποιείται στο πλειοπλειστικαινικό σύστημα της Δυτικής Μεσσηνίας, νοτίως της Κυπαρισσίας και στους καρστικούς ασβεστόλιθους στην περιοχή Φιλιατρών – Γαργαλιάνων.

Οι κυριότερες πηγές ρύπανσης προέρχονται τόσο από τις εντατικές καλλιέργειες στην Δυτική Μεσσηνία, όσο και από την εισροή αστικών λυμάτων και λυμάτων ελαιοτριβείων. Στους ορεινούς όγκους της ζώνης Πίνδου καθώς και στο καρστ της ζώνης Τριπόλεως, τα νερά του οποίου λαμβάνονται για την Καλαμάτα, όπως και για πολλές κοινότητες της Μεσσηνιακής πεδιάδας, η μοναδική πηγή ρύπανσης είναι η νομαδική κτηνοτροφία, χωρίς όμως να προκαλεί ιδιαίτερα προβλήματα νιτρορύπανσης.

Μετρήσεις της ποιοτικής κατάστασης των υπογείων υδάτων, στο Υδατικό Διαμέρισμα Δυτικής Πελοποννήσου, έχουν πραγματοποιηθεί στα πλαίσια δύο ερευνητικών προγραμμάτων που ανατέθηκαν από το ΥΠΕΧΩΔΕ στο Πανεπιστήμιο Αθηνών (1993 – 1994) και στο πανεπιστήμιο Πατρών (1996 – 1999), ενώ υπάρχουν και στοιχεία του ΥΠΕΧΩΔΕ για την περίοδο 2004 – 2005 (*Σχέδιο Προγράμματος Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων της Χώρας*, 2003).

3.7 Διοικητικό Πλαίσιο Διαχείρισης

Μεγάλος αριθμός φορέων εμπλέκεται στην έρευνα, αξιοποίηση, χρήση και προστασία των νερών του διαμερίσματος.

Αρμόδιες για τη διαχείριση και προστασία των υδατικών πόρων των λεκανών απορροής του διαμερίσματος είναι οι Διευθύνσεις Υδάτων και περιφερειών Πελοποννήσου (με έδρα την Τρίπολη) και Δυτικής Ελλάδας (με έδρα την Πάτρα).

Μερικοί από τους λοιπούς φορείς ή και οργανισμούς που λειτουργούν σε περιφερειακό και νομαρχιακό επίπεδο και ασχολούνται γενικά με υδατικά θέματα είναι οι ακόλουθοι, κατά χρήση:

- Ύδρευση
 - Διευθύνσεις Αυτοδιοίκησης και Αποκέντρωσης ή Τοπικής Αυτοδιοίκησης και Διοίκησης σε κάθε νομό, όπου λειτουργούν οι ΤΥΔΚ ως υπηρεσίες της περιφέρειας,
 - οι ΔΕΥΑ των κυριότερων δήμων των νομών (Πύργος, Καλαμάτα, Ζαχάρω, Αρχαία Ολυμπία, Μεσσήνη, Νεοχώριο Καλαμών).
- Άρδευση
 - Διεύθυνση ή Τμήμα Έγγειων Βελτιώσεων που συναντάται ανάλογα με τη Νομαρχιακή και ως Τμήμα Διαχείρισης Υδάτινων Πόρων & Εκμηχάνισης Γεωργίας ή Έγγειων Βελτιώσεων & Υδάτινων Πόρων, ή Υδροοικονομίας,
 - Οργανισμοί Έγγειων Βελτιώσεων, δηλαδή ΓΟΕΒ (π.χ. Αλφειού, Κ. Μεσσηνίας) και ΤΟΕΒ.
- Βιομηχανία
 - Διεύθυνση ή Τμήμα Βιομηχανίας, ή Διεύθυνση ή Τμήμα Ορυκτού Πλούτου και Βιομηχανίας σε επίπεδο νομού,
 - ΒΙΠΕ Καλαμάτας, Μελιγαλά.
- Ενέργεια
 - ΔΕΗ (ΑΗΣ Μεγαλόπολης, ΥΗΣ Λάδωνα).

Εκτός από αυτούς τους φορείς, σε κάθε περιφέρεια υπάρχουν οι ακόλουθες διευθύνσεις που εμπλέκονται γενικότερα σε θέματα υδατικών πόρων:

- Διεύθυνση Δημοσίων Έργων, όπου λειτουργούν τα Τμήματα Υδραυλικών Έργων και Έγγειων Βελτιώσεων,

- Διεύθυνση Ελέγχου Κατασκευής Έργων (Δ.Ε.Κ.Ε.), όπου λειτουργεί το Τμήμα Εποπτείας Υδραυλικών Έργων,
- Διεύθυνση Περιβάλλοντος & Χωροταξίας (*Σχέδιο Προγράμματος Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων της Χώρας, 2003*).

3.8 Λεκάνη Πάμισου

Ο Πάμισος έχει μήκος 48 km, μέγιστο πλάτος 200 m, μέγιστο βάθος 1.60 m (25/06/56).

Όπως έχει ειπωθεί είναι ποταμός της Πελοποννήσου που ανήκει στο Υδατικό Διαμέρισμα της Δυτικής Πελοποννήσου και βρίσκεται κατά το μεγαλύτερο τμήμα του στο νομό Μεσσηνίας. Τροφοδοτείται κυρίως από το όρος Τετράζιο και ρέει νότια, μεταξύ των υψομάτων της Ιθώμης και των βορείων προεκτάσεων του Ταυγέτου για να εκβάλλει στο Ιόνιο Πέλαγος (Μεσσηνιακός Κόλπος στην περιοχή της Μεσσήνης).

Το ελάχιστο υψόμετρο είναι 0 (επιφάνεια θάλασσας) και το μέγιστο βρίσκεται σε υψόμετρο 1580 m.

Όπως έχουμε μετρήσει στο Autocad (από την ψηφιοποίηση) η λεκάνη απορροής έχει έκταση 793.35 km². Από αυτά τα 101.67 km² ανήκουν στο νομό Αρκαδίας ενώ η υπόλοιπη έκταση (691.68 km²) ανήκει στο νομό Μεσσηνίας.

4 Δεδομένα εισόδου του λογισμικού «ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ» και επεξεργασία δεδομένων

4.1 Πορεία εργασιών

Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο του υποβάθρου, για την εφαρμογή και χρήση του μοντέλου ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ απαιτούνται διάφορες γεωγραφικές επεξεργασίες. Οι εργασίες που έγιναν στα πλαίσια της μελέτης του υδροσυστήματος της Δυτικής Πελοποννήσου και πιο συγκεκριμένα της λεκάνης του Πάμισου ήταν:

- Ο καθορισμός των θέσεων μέτρησης παροχής σε υδατόρευματα.
- Ο καθορισμός του κατωφλιού επιφανειακής συγκέντρωσης νερού, που απαιτείται για την αυτόματη χάραξη του υδρογραφικού δικτύου, που επιλέχθηκε ίσο με 5 km².
- Ο καθορισμός των μονάδων υδρολογικής απόκρισης (ΜΥΑ) που βασίστηκε στη τομή δύο γεωγραφικών επιπέδων πληροφοριών, της υδρολιθολογίας και των χρήσεων γης του υδροσυστήματος.
- Η σχηματοποίηση του αρδευτικού δικτύου της περιοχής.

4.2 Σχηματοποίηση υδρογραφικού δικτύου

4.2.1 Υδρομετρικοί σταθμοί

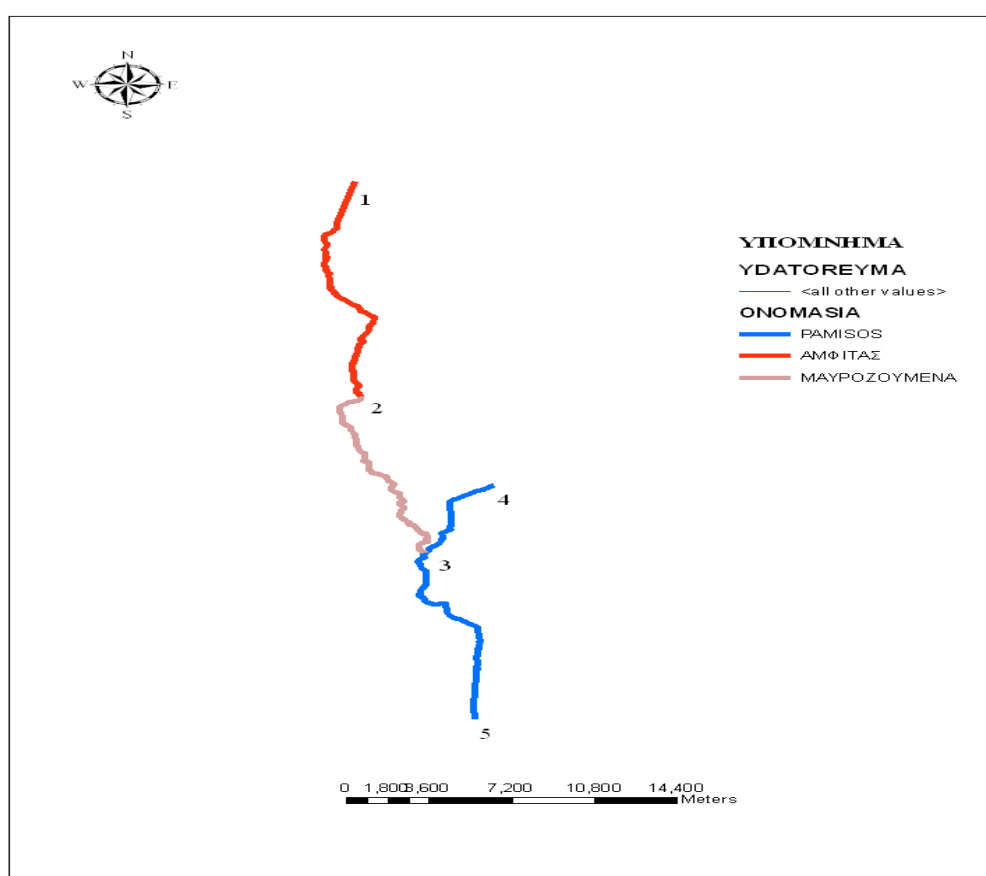
Στη λεκάνη απορροής του Πάμισου υπάρχουν υδρομετρικοί σταθμοί σε θέσεις φραγμάτων, σε ορισμένες θέσεις του Πάμισου ποταμού καθώς και σε ορισμένους παραποτάμους του. Συγκεκριμένα, οι υδρομετρικοί σταθμοί που υπάρχουν βρίσκονται στους παραποτάμους Μαυροζούμενα και Αμφίτας καθώς και στο αστικό κέντρο Βαλύρα. Είχαμε δεδομένα μετρήσεων παροχής (1 φορά στις 15 μέρες κατά μέσο όρο) αλλά όχι καταγραφή στάθμης.

4.2.2 Χάραξη δικτύου - υδατορεύματα – λεκάνες απορροής

Όπως έχει ειπωθεί ο Πάμισος είναι ποταμός της Πελοποννήσου που ανήκει στο Υδατικό Διαμέρισμα της Δυτικής Πελοποννήσου και βρίσκεται στο νομό Μεσσηνίας. Τροφοδοτείται κυρίως από το όρος Τετράζιο και ρέει νότια, μεταξύ των υψομάτων της Ιθώμης και των βορείων προεκτάσεων του Ταυγέτου για να εκβάλλει στο Ιόνιο

Πέλαγος (Μεσσηνιακός Κόλπος στην περιοχή της Μεσσήνης). Οι κυριότεροι παραπόταμοι Μαυροζούμενα και Αμφίτας αποτελούν τα κύρια υδατορεύματα που διασχίζουν το νομό Μεσσηνίας πριν καταλήξουν στον Πάμισο. Οι κόμβοι του υδρογραφικού δικτύου ορίστηκαν, στις θέσεις συμβολής των υδατορευμάτων και στις θέσεις των υδρομετρικών σταθμών

Σε κάθε κόμβο, χαράχθηκαν οι λεκάνες απορροής, με την εφαρμογή εργαλείων ΣΓΠ. Με τη διαδικασία αυτή προέκυψαν 5 κόμβοι υδρογραφικού δικτύου και 6 λεκάνες απορροής ανάντη κάθε κόμβου όπως απεικονίζεται και στο χάρτη του Σχήματος 4-1.



Σχήμα 4-1 : Υδρογραφικό δίκτυο και αρίθμηση κόμβων

Τα μήκη των υδατορευμάτων, οι κόμβοι του δικτύου και οι ονομασίες των υδατορευμάτων δίνονται στον Πίνακα 4-1.

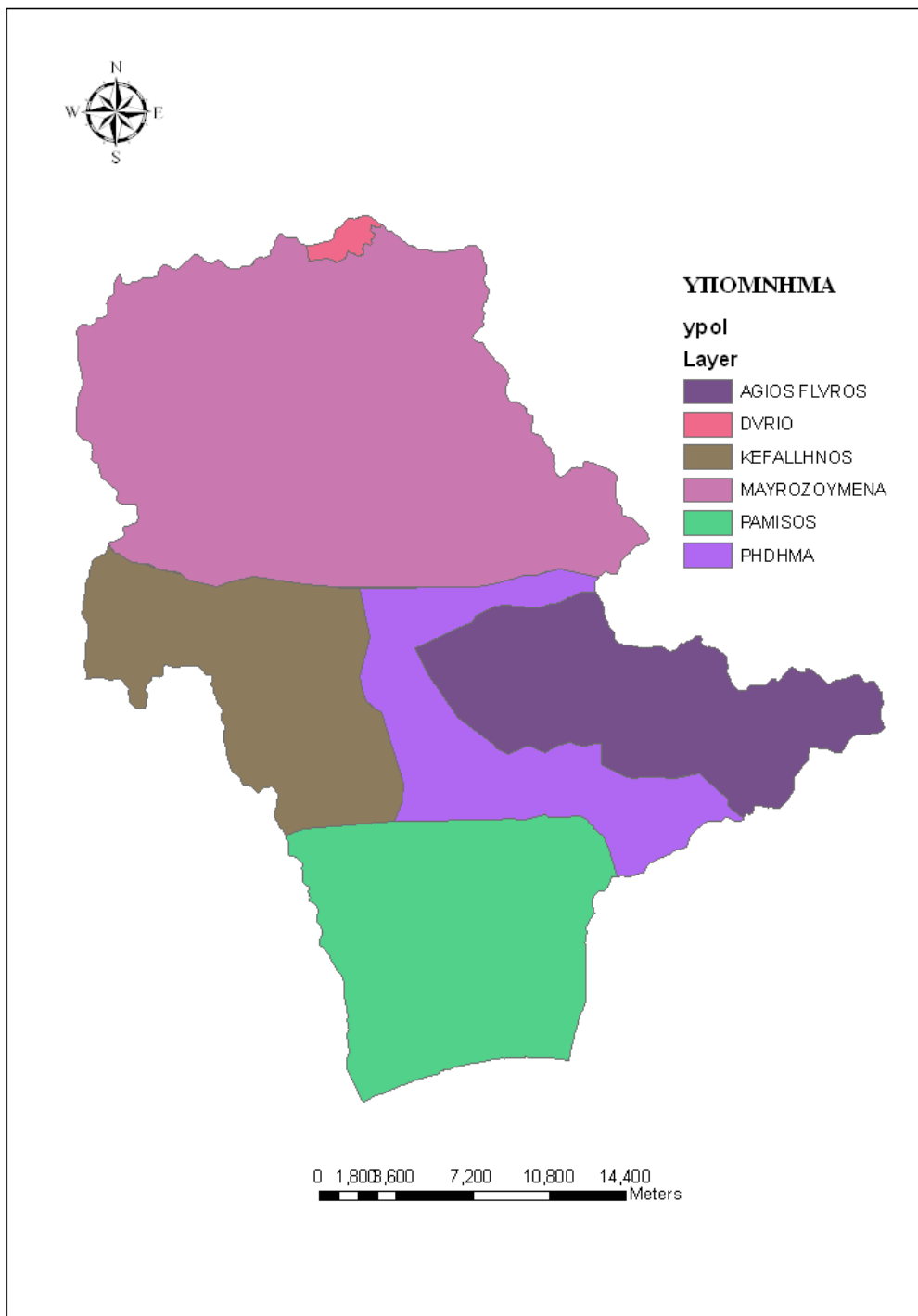
Πίνακας 4-1 : Χαρακτηριστικά υδρογραφικού δικτύου

ΚΟΜΒΟΣ ΑΡΧΗΣ	ΚΟΜΒΟΣ ΤΕΛΟΣ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΟΣ	ΜΗΚΟΣ (m)
1	2	ΑΜΦΙΤΑΣ	17688.166
2	3	ΜΑΥΡΟΖΟΥΜΕΝΑ	14072.505
4	3	ΠΗΔΗΜΑ	6451.990
3	5	ΠΑΜΙΣΟΣ	13828.394

Όπως ειπώθηκε και παραπάνω, ανάντη κάθε κόμβου του υδρογραφικού δικτύου (θέσης υδρομετρικού σταθμού ή συμβολής υδατορευμάτων) κατασκευάστηκαν από το ΣΓΠ οι λεκάνες απορροής που συμβάλλουν στους κόμβους. Προέκυψαν 6 λεκάνες, τα χαρακτηριστικά των οποίων δίνονται στον Πίνακα 4-2. Η απεικόνιση των λεκανών φαίνεται στο Σχήμα 4-2.

Πίνακας 4-2 : Χαρακτηριστικά λεκανών απορροής

A/A	ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΕΚΤΑΣΗ (km ²)
1	ΔΩΡΙΟ	3.94
2	ΜΑΥΡΟΖΟΥΜΕΝΑ	321.381
3	ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ	112.857
4	ΑΓΙΟΣ ΦΛΩΡΟΣ	117.940
5	ΠΗΔΗΜΑ	89.702
6	ΠΑΜΙΣΟΣ	147.525



Εικόνα 4-2 : Υπολεκάνες απορροής υδροσυστήματος Πάμισου

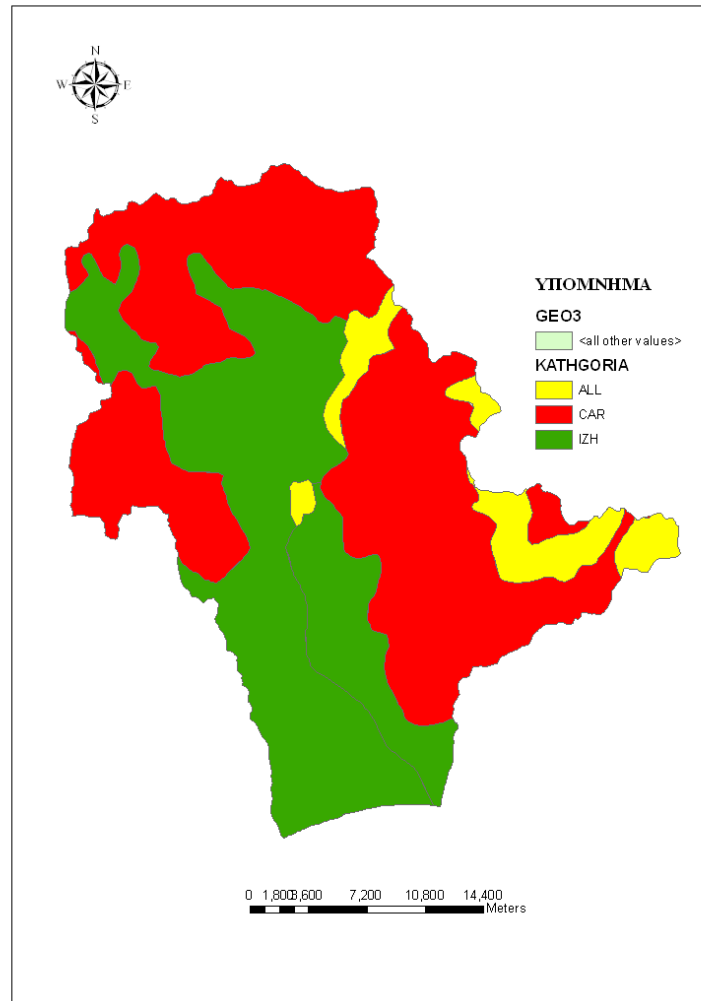
4.3 Γεωλογία

4.3.1 Υδρολιθολογία

Οι σχηματισμοί που δομούν το υδατικό διαμέρισμα της Δυτικής Πελοποννήσου ομαδοποιούνται σε αλλουβιακά, καρστικά και ιζηματογενή. Στο χάρτη του Σχήματος 4-3 παρουσιάζονται οι εκτάσεις των στρωμάτων και στον Πίνακα 4-3 η έκτασή τους.

Πίνακας 4-3: Πίνακας και εκτάσεις πετρωμάτων

Δείκτης εδάφους	Κατηγορία Εδάφους	Έκταση (Km ²)
1	Αλλουβιακά	60.7
2	Καρστικά	414.4
3	Ιζηματογενή	318.5



Σχήμα 4-3 : Χωρική εξάπλωση πετρωμάτων

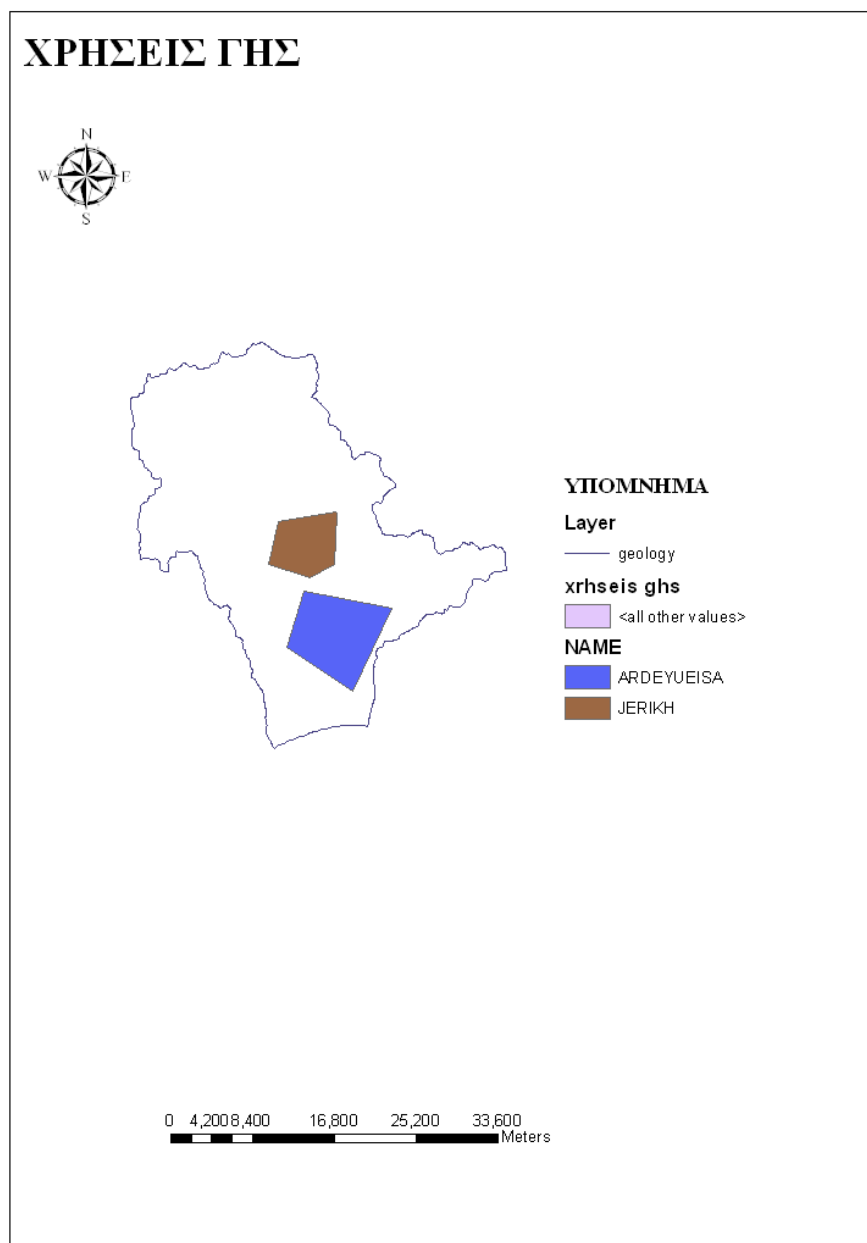
4.3.2 Χρήσεις γης

Ο καθορισμός των χρήσεων γης έγινε προσεγγιστικά με στοιχεία του Υπουργείου Γεωργίας όπου από δηλώσεις των ιδιοκτητών προέκυψαν αυτές. Στην περιοχή μελέτης υπάρχουν τρεις κατηγορίες χρήσεων γης. Η μεγαλύτερη κατηγορία είναι η δασική έκταση όπου αναπτύσσονται κύρια κωνοφόρα δέντρα. Η δεύτερη κατηγορία που αναπτύσσεται είναι οι αρδευόμενες εκτάσεις η οποία περιλαμβάνει αρόσιμες και μόνιμες καλλιέργειες. Η τελευταία κατηγορία είναι οι ξερικές εκτάσεις,

Στον Πίνακα 4-4 περιλαμβάνονται οι εκτάσεις των χρήσεων γης της περιοχής μελέτης ενώ στο Σχήμα 4-4 φαίνονται αυτές οι αρδευθείσες και οι ξερικές εκτάσεις.

Πίνακας 4-4 : Ομάδες και εκτάσεις χρήσεων γης

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΗΣΕΩΝ ΓΗΣ	ΕΚΤΑΣΗ (km ²)
1	ΔΑΣΙΚΗ	628.53
2	ΑΡΔΕΥΘΕΙΣΑ	94.16
3	ΞΕΡΙΚΗ	49.00



Σχήμα 4-4 : Χρήσεις γης

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ :

1) Ο υπολογισμός της δασικής έκτασης έγινε προσεγγιστικά αφού υπολογίσαμε την έκταση από τη συνολική λεκάνη απορροής την έκταση των αστικών κέντρων και την αρδευθείσα και ξερική έκταση. Δηλαδή :

Λεκάνη Πάμισου : 793.347 km^2

Αρδευθείσα έκταση : 94.160 km^2

Ξερική έκταση : 49.000 km^2

Αστική έκταση : 21.670 km^2

Δασική έκταση : $793.347 - 94.160 - 49.000 - 21.670 = 628.527 \text{ km}^2$

2) Λόγω των πυρκαγιών που ξέσπασαν το περασμένο καλοκαίρι στην περιοχή της Δυτικής Πελοποννήσου, συνεπώς και σε ένα τμήμα της περιοχής μελέτης δεν καθορίσαμε μονάδες υδρολογικής απόκρισης με παραμέτρους το έδαφος και τις χρήσεις γης. Αυτό έγινε διότι τα αποτελέσματα δεν θα αντιπροσώπευαν την πραγματικότητα καθώς οι συνέπειες και οι μεταβολές των παραμέτρων που λαμβάνουν χώρα στο μοντέλο δεν έχουν μετρηθεί και επομένως δεν έχουν εξαχθεί σαφή συμπεράσματα για την νέα μορφή του υδροσυστήματος μετά τις πυρκαϊές.

4.4 Σχηματοποίηση υπόγειου υδροφορέα

Οι συνιστώσες του μοντέλου υπόγειων νερών είναι η διακριτοποίηση του υδροφορέα σε πολυγωνικά κύτταρα, οι πηγές και οι αρδευτικές γεωτρήσεις.

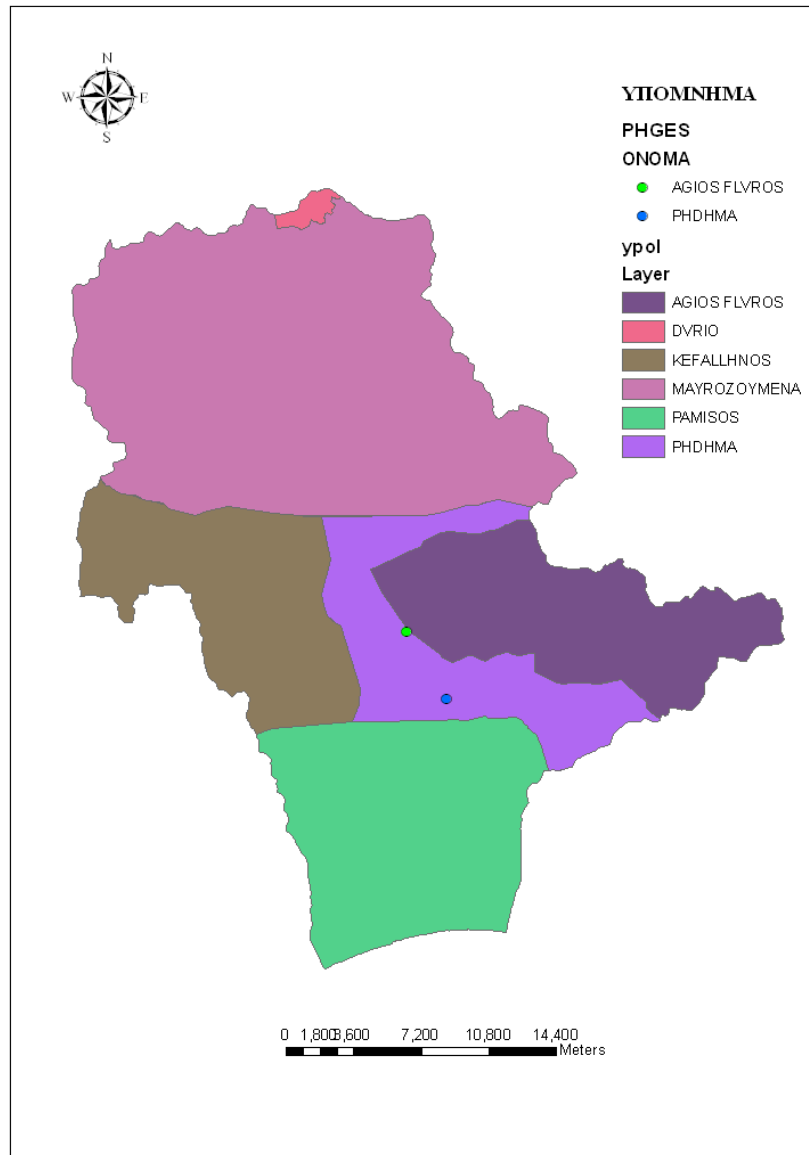
4.4.1 Καρστικές πηγές

Η περιγραφή της υδρολογικής συμπεριφοράς των καρστικών πηγών κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική για την περιγραφή των ιδιοτήτων και της συμπεριφοράς των ιδιοτήτων του υδροφορέα. Ωστόσο, οι γνώσεις για τις πηγές της περιοχής μελέτης είναι εξαιρετικά ελλιπείς και προέρχονται είτε από αναφορές του Ι.Γ.Μ.Ε. είτε από επιτόπιες επισκέψεις.

Συγκεκριμένα, δύο είναι οι σημαντικότερες πηγές της περιοχής μελέτης. Από τη μία πηγή (Άγιος Φλώρος) πηγάζει ο Πάμισος, η οποία βρίσκεται σε υψόμετρο 85 m και η μέση μηνιαία παροχή είναι της τάξεως των $3.63 \text{ m}^3/\text{s}$. Η άλλη πηγή βρίσκεται στην

περιοχή Πηδήμα (όπου έχει πάρει και το ομώνυμο όνομα) η οποία έχει υψόμετρο 70 m και η μέση μηνιαία παροχή είναι της τάξεως των $0.97 \text{ m}^3/\text{s}$.

Στο Σχήμα 4-5 φαίνονται οι θέσεις των πηγών του Αγίου Φλώρου (με το μπλε χρώμα) και του Πηδήματος (με το πράσινο χρώμα).



Σχήμα 4-5 : Πηγές Πάμισου

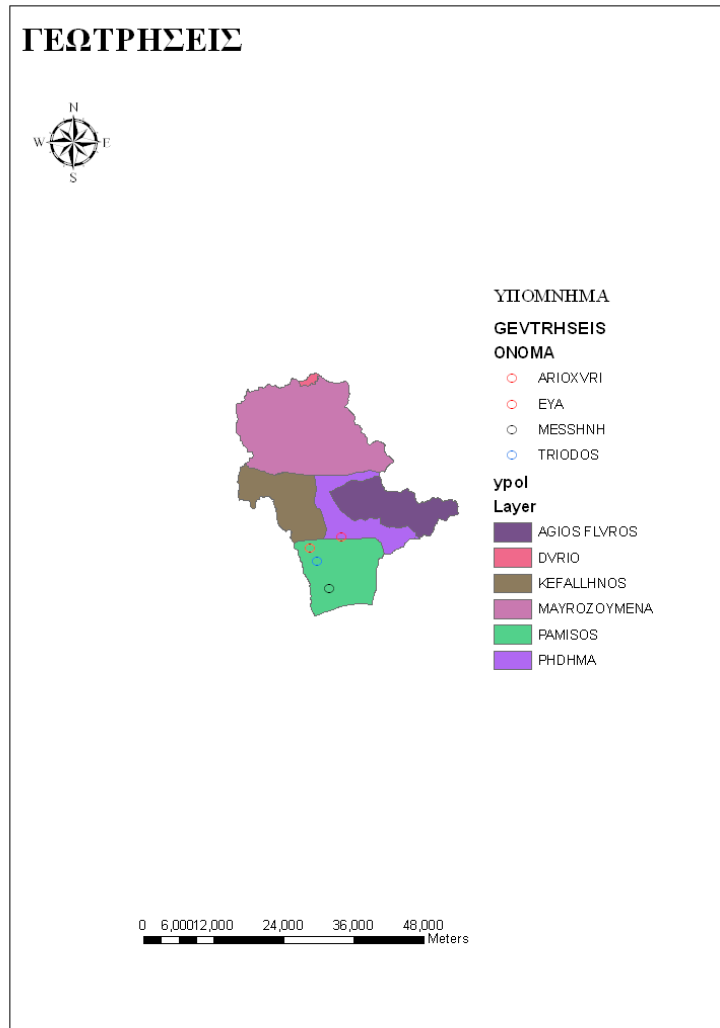
4.4.2 Γεωτρήσεις

Οι αρδευτικές ανάγκες της λεκάνης του Πάμισου καλύπτονται εκτός από τα επιφανειακά ύδατα και από τις γεωτρήσεις σε ένα μεγάλο βαθμό. Γι' αυτό, η γνώση της χωρικής κατανομής τους είναι ιδιαίτερος σημαντική για την ορθή προσομοίωση

του υδροσυστήματος. Στη λεκάνη υπάρχουν αρκετές γεωτρήσεις από τις οποίες υπάρχουν στοιχεία μόνο για τις τέσσερις. Στον Πίνακα 4-5 διακρίνονται οι δυναμικότητες των γεωτρήσεων. Επίσης στο Σχήμα 4-6 απεικονίζονται οι θέσεις των γεωτρήσεων στη λεκάνη της περιοχής μελέτης.

Πίνακας 4-5 : Δυναμικότητα γεωτρήσεων

A/A	ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ	ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /s)
1	ΜΕΣΣΗΝΗ	30	0.0013888
2	ΤΡΙΟΔΟΣ	110	0.0166666
3	ΕΥΑ	174	0.0222222
4	ΑΡΙΟΧΩΡΙ	38	0.0083333

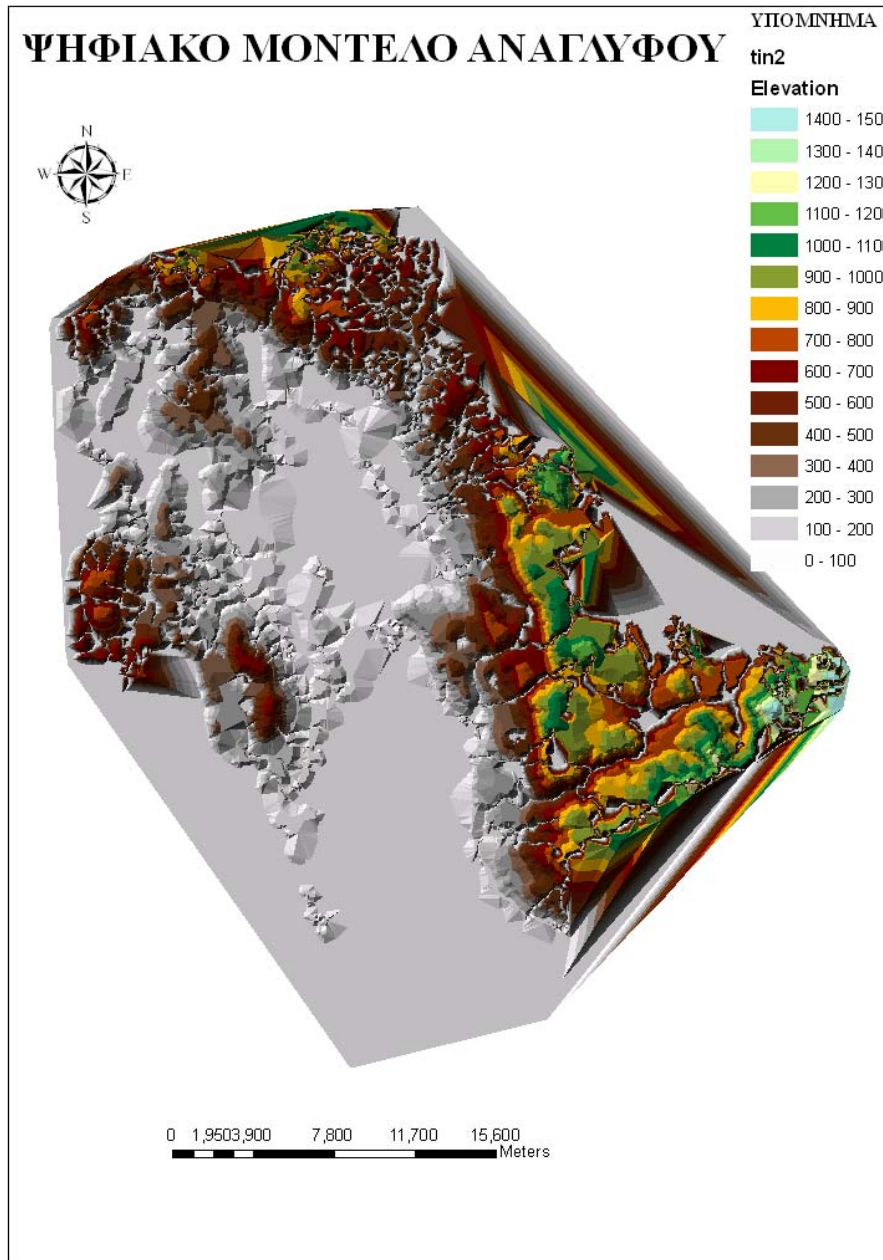


Σχήμα 4-6 : Γεωτρήσεις στη λεκάνη

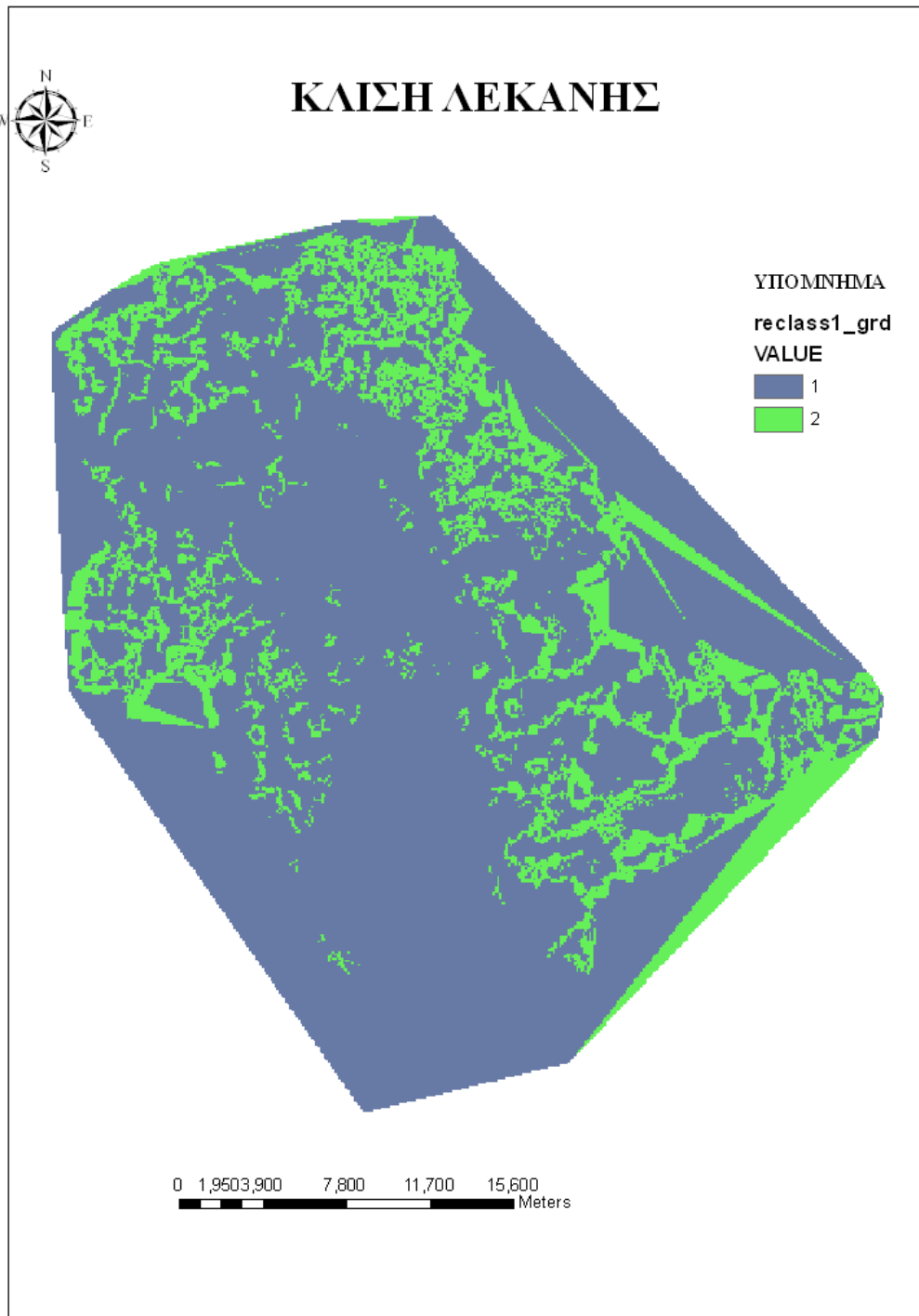
4.5 Μονάδα υδρολογικής απόκρισης (ΜΥΑ)

4.5.1 Ψηφιακό Μοντέλο Αναγλύφου

Πριν τη δημιουργία των μονάδων υδρολογικής απόκρισης (ΜΥΑ) δημιουργήσαμε το ψηφιακό μοντέλο αναγλύφου καθώς επίσης και τις κλίσεις της λεκάνης της περιοχής μελέτης. Τα παραπάνω φαίνονται στα Σχήματα 4-7 και 4-8.



Σχήμα 4-7 : Ψηφιακό Μοντέλο Αναγλύφου της λεκάνης



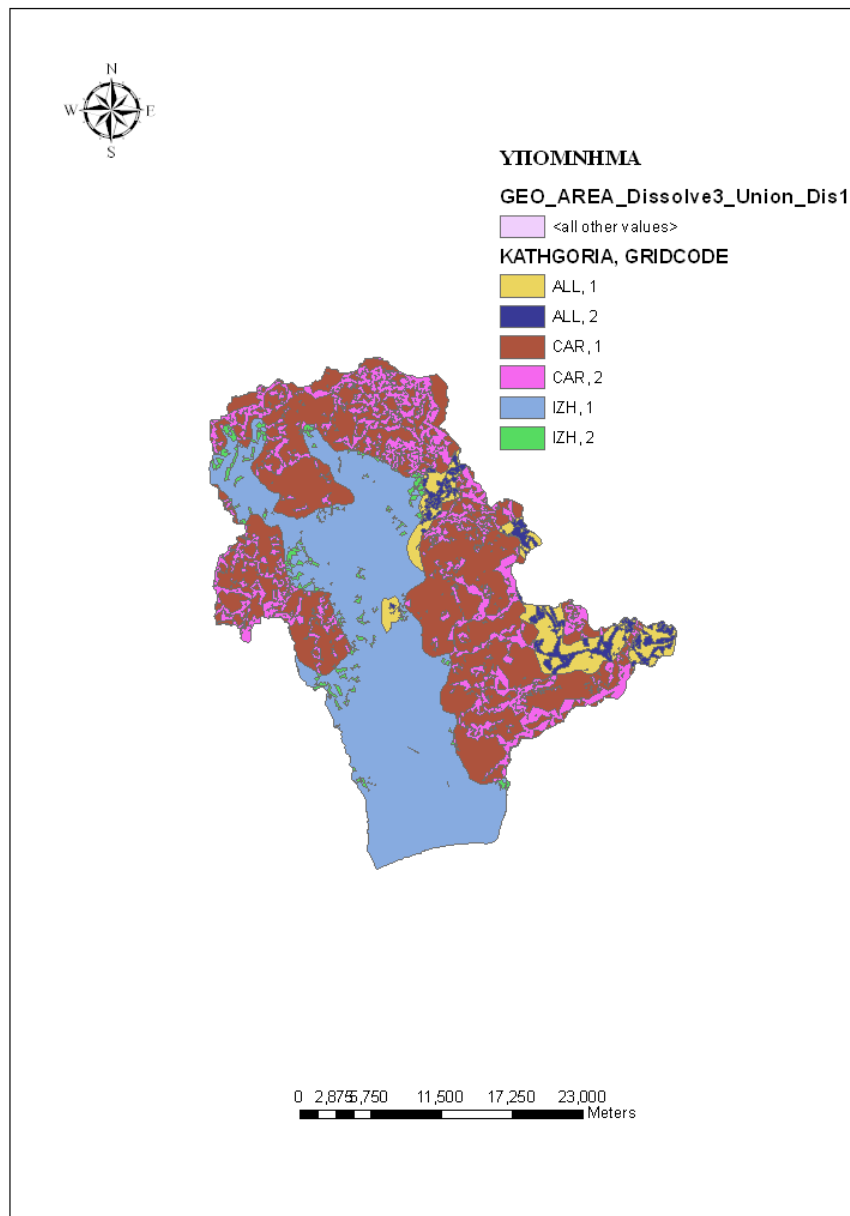
Σχήμα 4-8 : Κλίση της λεκάνης

Στο παραπάνω σχήμα με μπλε χρώμα απεικονίζονται οι χαμηλές κλίσεις ενώ οι υψηλές κλίσεις είναι με πράσινο χρώμα. Παρατηρώντας το χάρτη διαπιστώνουμε ότι στη λεκάνη της περιοχής μελέτης κυριαρχούν οι χαμηλές κλίσεις. Αυτό

διαπιστώνεται και από το γεγονός ότι οι χαμηλές κλίσεις καλύπτουν το 80% της λεκάνης και οι υψηλές το 20%.

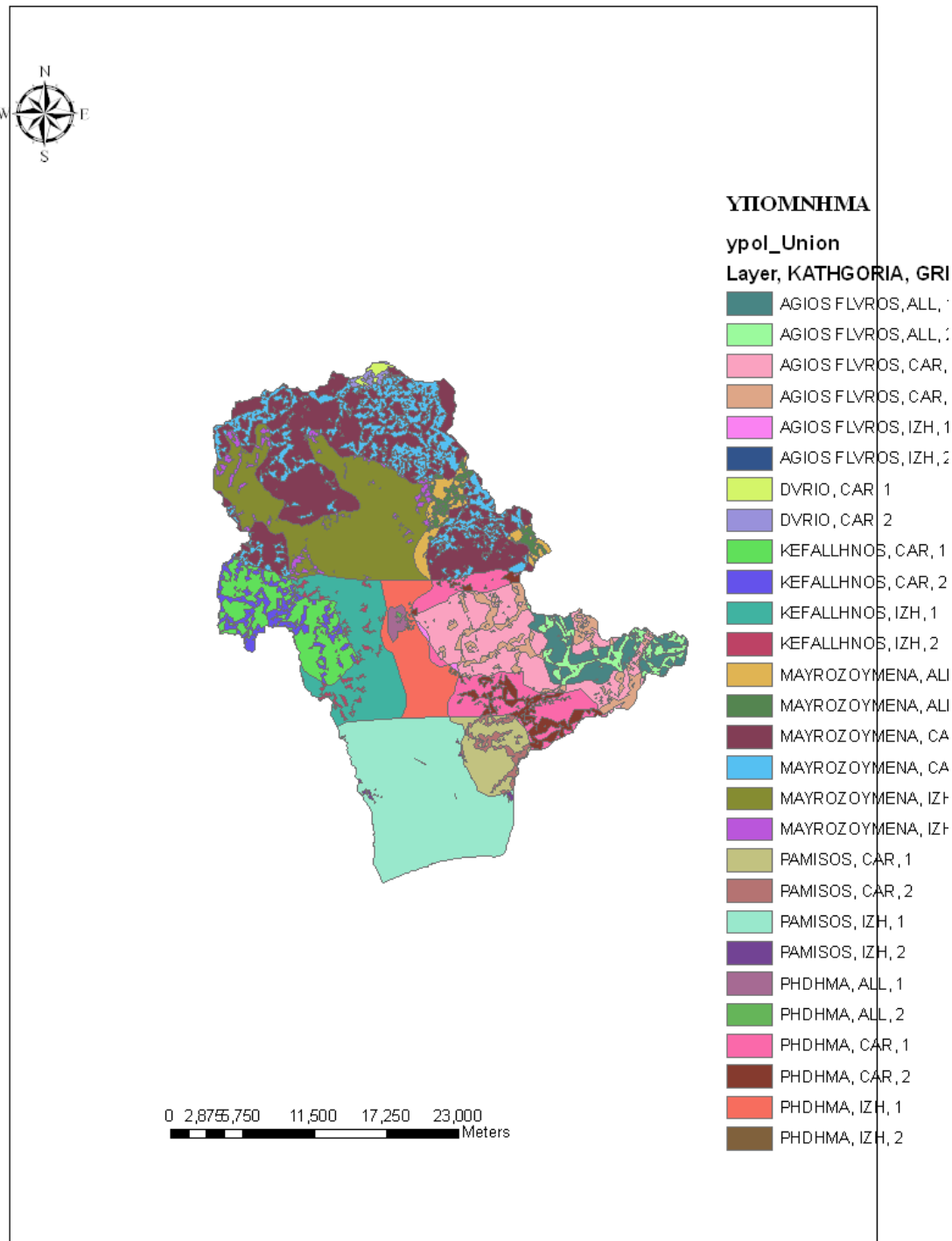
4.5.2 Δημιουργία των μονάδων υδρολογικής απόκρισης (ΜΥΑ)

Η πρώτη ένωση που δημιουργήσαμε είναι αυτή μεταξύ της γεωλογίας της περιοχής με την κλίση αυτής το οποίο απεικονίζεται στο Σχήμα 4-9.



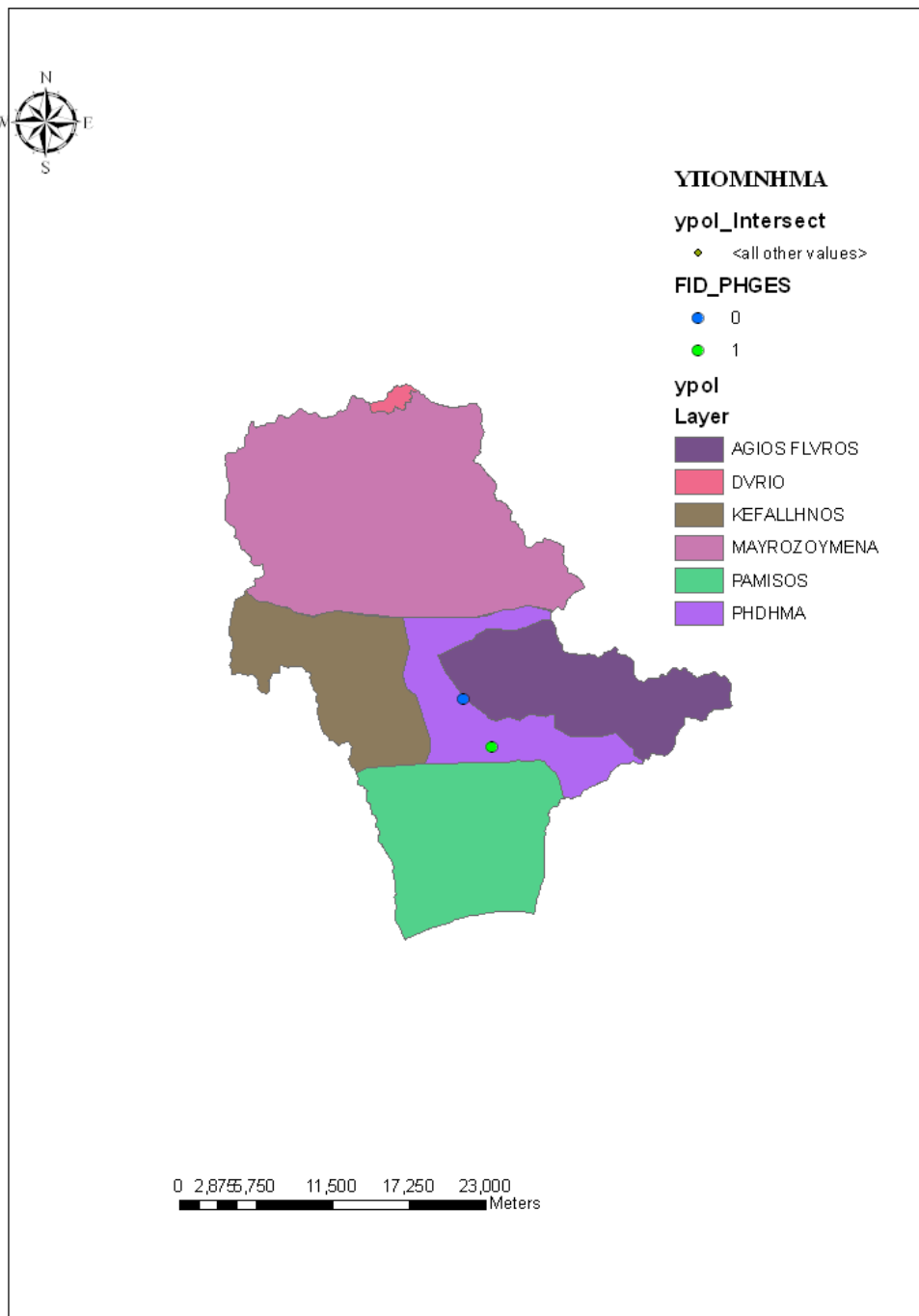
Σχήμα 4-9 : Δημιουργία ΜΥΑ μεταξύ γεωλογίας και κλίσης

Στο επόμενο βήμα έγινε η σύνδεση μεταξύ της προηγούμενης ΜΥΑ με τις υπολεκάνες το οποίο φαίνεται στο σχήμα 4-10.



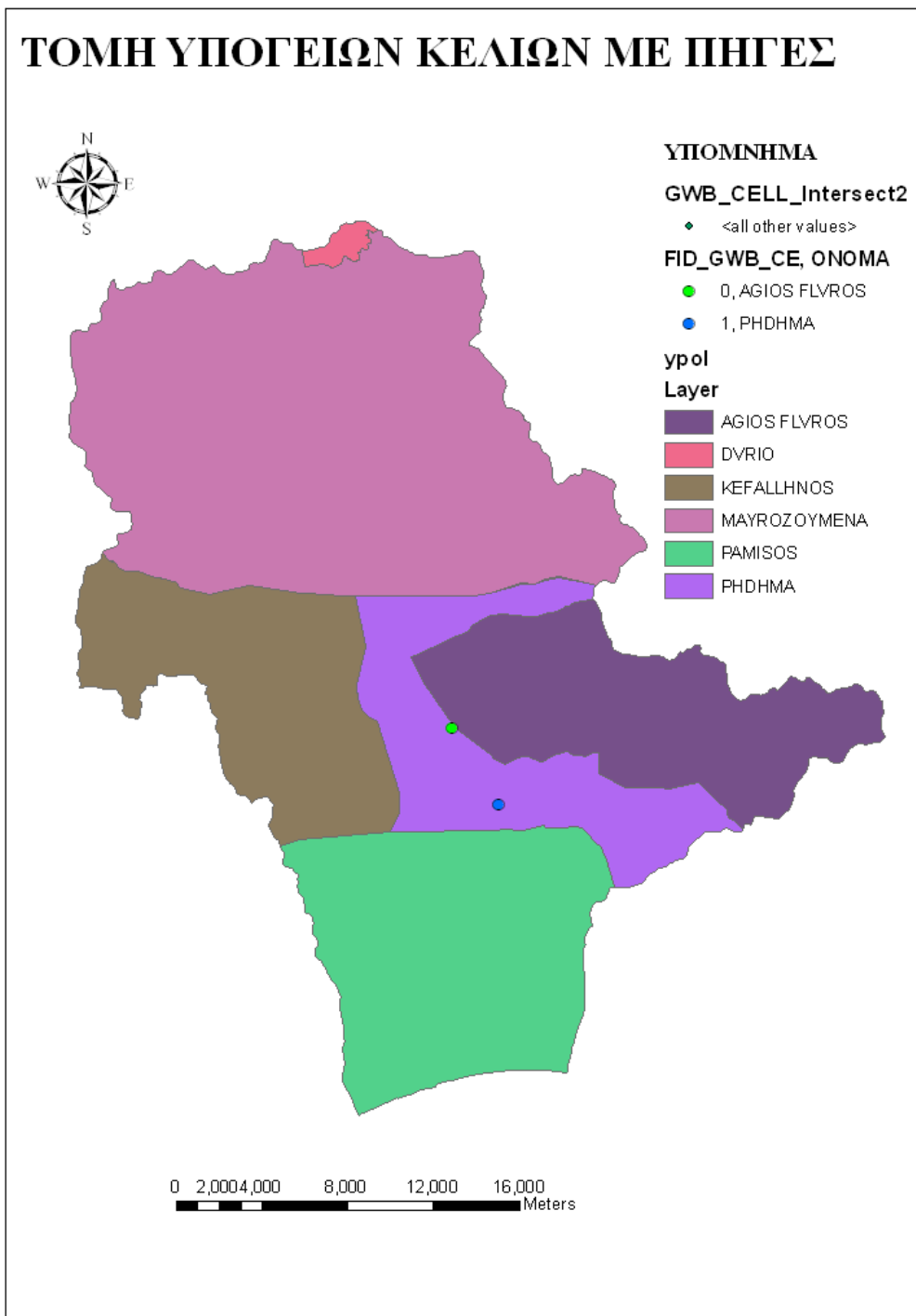
Σχήμα 4-10 : Ένωση ΜΥΑ 1 και υπολεκανών

Στη συνέχεια έγινε η τομή των υπολεκανών με τις πηγές και παρατίθεται στο Σχήμα 4-11.



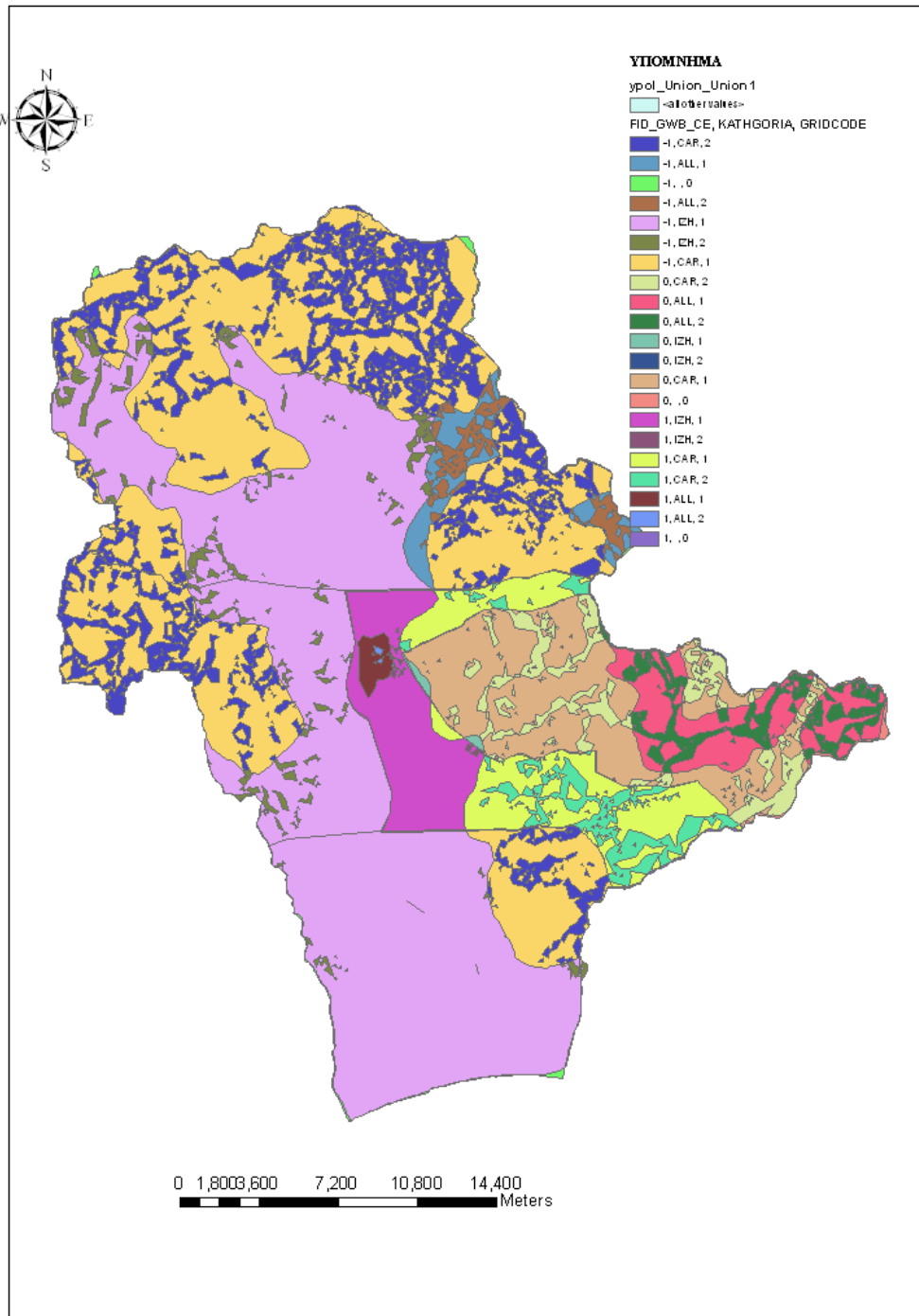
Σχήμα 4-11 : Τομή υπολεκανών με πηγές

Στο επόμενο στάδιο πραγματοποιήσαμε την τομή των υπόγειων κελιών (Σχήμα 4-12).



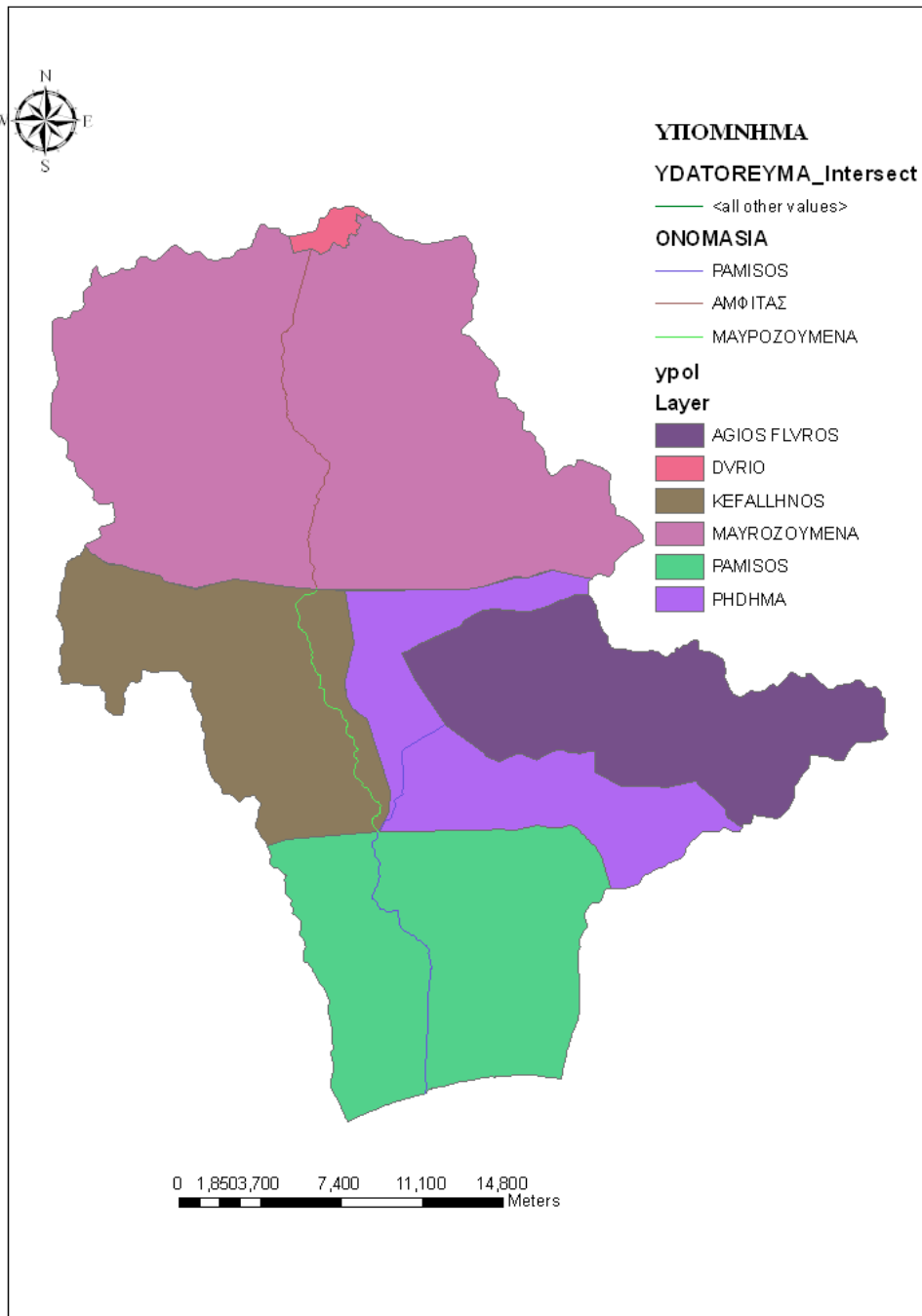
Σχήμα 4-12 : Τομή υπόγειων κελιών

Στο προτελευταίο βήμα πραγματοποιείται η ένωση της τομής των υπόγειων κελιών με τις ΜΥΑ και υπολεκάνες όπου φαίνονται στο Σχήμα 4-13.



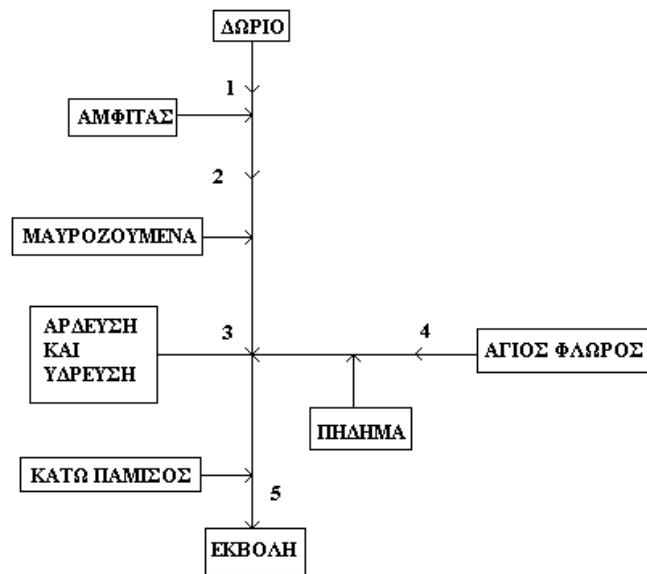
Σχήμα 4-13 : Ένωση υπόγειων κελιών με την ένωση ΜΥΑ Ι και υπολεκάνες

Στο τελευταίο βήμα πραγματοποιήθηκε η τομή των υπολεκανών με τα ποτάμια όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 4-14.



Σχήμα 4-14 : Τομή υπολεκανών με ποτάμια

Συνοπτικά, για να έχουμε μια γενική εικόνα για το υδροσύστημα της περιοχής μελέτης δημιουργήσαμε το Σχήμα 4-15.



Σχήμα 4-15 : Σχηματοποίηση υδροσυστήματος

4.6 Καθορισμός στόχων

Βασική συνιστώσα του μοντέλου είναι ο καθορισμός των απολήψεων, δηλαδή ο υπολογισμός των υδατικών αναγκών και η ιεράρχηση των εναλλακτικών τρόπων εξυπηρέτησης των αναγκών αυτών. Ακολουθήθηκε η εξής φιλοσοφία :

- Κάθε αρδευτικός κόμβος θεωρείται ότι εξυπηρετείται, κατά προτεραιότητα, από τα επιφανειακά νερά του ανάντη κλάδου του υδρογραφικού δικτύου. Η λογική υπαγορεύεται από το κόστος χρήσης του αρδευτικού νερού που είναι μικρότερο (πρακτικά μηδενικό) για τις επιφανειακές από ό,τι για τις υπόγειες απολήψεις.
- Σε περίπτωση που η ζήτηση του κόμβου δεν καλυφθεί από τα επιφανειακά νερά, τότε το έλλειμα καλύπτεται από γεωτρήσεις.

Στο υδροσύστημα της περιοχής μελέτης εκτός από την αρδευτική χρήση, υπάρχει και υδρευτική χρήση του νερού. Συγκεκριμένα, πρόκειται για μια ποσότητα 2 hm^3 που χρησιμοποιείται για την εξυπηρέτηση περίπου 40000 κατοίκων της περιοχής μελέτης. Αυτή η χρήση τέθηκε ως στόχος μέγιστης προτεραιότητας του υδροσυστήματος.

4.7 Δεδομένα και επεξεργασίες

Στο εδάφιο αυτό παρουσιάζονται οι χρονοσειρές εισόδου που απαιτεί το μοντέλο «ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ» και αναφέρονται στις χρονοσειρές βροχής και δυνητικής εξατμισοδιαπνοής, τις χρονοσειρές παροχής που χρησιμοποιούνται στη βαθμονόμηση και τις χρονοσειρές υδατικών αναγκών.

Με βάση την ταυτόχρονη διαθεσιμότητα των παραπάνω δεδομένων, καθορίστηκε η περίοδος μελέτης που αναφέρεται στο χρονικό διάστημα 1979-1995.

4.7.1 Δεδομένα επιφανειακής υδρολογίας

α) Βροχομετρικοί σταθμοί

Οι βροχομετρικοί σταθμοί που υπάρχουν στη λεκάνη του Παμίσου δίνονται στον Πίνακα 4-6.

Πίνακας 4-6 : Βροχομετρικοί σταθμοί Μεσσηνίας που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη

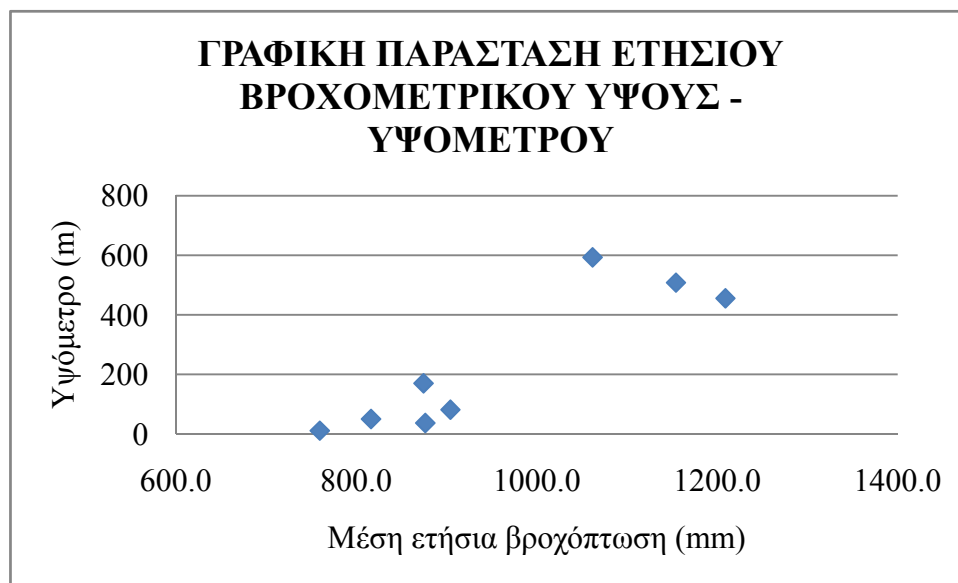
Σταθμός	Υπηρεσία	Δείγμα (από)	Υψόμετρο (m)	Μέση ετήσια τιμή (mm)
Αεροδρόμιο	E.M.Y.	1-1-1956	11.1	759.7
Κεντρικό	ΥΠΕΧΩΔΕ	1-8-1945	81.1	904.3
Κεφαληνός	ΥΠΕΧΩΔΕ	1-8-1945	455.3	1209.1
Πήδημα	ΥΠΕΧΩΔΕ	1-8-1945	36.3	876.6
Σούλι	ΥΠΕΧΩΔΕ	1-9-1945	592.9	1062.0
Χράνοι	ΥΠΕΧΩΔΕ	1-8-1945	508.4	1154.3
Δώριο	ΥΠΓΕ	1-10-1978	170	874.6
Ζευγολατειό	ΥΠΓΕ	1-10-1979	50	816.4

β) Διερεύνηση της σχέσης βροχόπτωσης – υψομέτρου

Για τη διερεύνηση της σχέσης βροχόπτωσης – υψομέτρου χρησιμοποιήθηκαν τα μηνιαία στοιχεία όλων των βροχομετρικών σταθμών, με αρχή το έτος 1945 (Πίνακας 4-7). Στο Σχήμα 4-16 μπορούμε να δούμε τη σχέση υψομέτρου και μέσης ετήσιας βροχής. Από τη συσχέτιση των δύο μεγεθών προκύπτει συντελεστής προσδιορισμού $r^2=0.895655$, τιμή που είναι αρκετά υψηλή. Η ετήσια βροχοβαθμίδα της λεκάνης απορροής, δηλαδή η αύξηση του ετήσιου ύψους βροχόπτωσης ανά μέτρο αύξησης του υψομέτρου, προκύπτει ίση με $\beta=1.011$ mm/m.

Πίνακας 4-7 : Σχέση υψομέτρου – βροχής των βροχομετρικών σταθμών

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	ΜΕΣΗ ΒΡΟΧΗ (mm)	ΕΤΗΣΙΑ
ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ	11	759.7	
ΚΕΝΤΡΙΚΟ	81.1	904.3	
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ	455.3	1209.1	
ΠΗΔΗΜΑ	36.3	876.6	
ΣΟΥΛΙ	592.9	1062.0	
ΧΡΑΝΟΙ	508.4	1154.3	
ΔΩΡΙΟ	170	874.6	
ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ	50	816.4	



Σχήμα 4-16 : Γραφική απεικόνιση της σχέσης μέσης ετήσιας βροχής – υψομέτρου σταθμού

Η γραμμική συνάρτηση που προέκυψε από την παραπάνω γραφική παράσταση είναι:

$$y = 1.011x + 748.6 \quad (4-1)$$

γ) Ετήσιες και μηνιαίες συσχετίσεις

Στο εδάφιο αυτό υπολογίσαμε τόσο τις ετήσιες όσο και τις μηνιαίες συσχετίσεις των σταθμών μεταξύ τους καθώς επίσης υπολογίσαμε προσεγγιστικά τις μηνιαίες τιμές στους σταθμούς που δεν υπάρχουν δεδομένα μετρήσεων. Στο Παράρτημα I παρατίθενται τα διαγράμματα συσχέτισης των σταθμών, ενώ στο παράρτημα II απεικονίζονται οι διπλές αθροιστικές καμπύλες.

Τα αποτελέσματα της σύγκρισης των ετήσιων βροχών των σταθμών φαίνονται στον Πίνακα 4-8.

Πίνακας 4-8 : Επιλογή των κατάλληλων βροχομετρικών σταθμών – ετήσια βροχή

ΣΤΑΘΜΟΙ	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ r	ΟΡΙΟ r	ΣΥΓΚ.
ΑΝΑΛΗΨΗ-ΚΕΝΤΡΙΚΟ	0.707263243	0.48507125	ΝΑΙ
ΑΝΑΛΗΨΗ-ΠΗΔΗΜΑ	0.244109155	0.458831468	ΌΧΙ
ΑΝΑΛΗΨΗ-ΣΟΥΛΙ	0.32944067	0.417028828	ΌΧΙ
ΑΝΑΛΗΨΗ-ΚΕΦΑΛΗΝΟΣ	0.712329612	0.458831468	ΝΑΙ
ΑΝΑΛΗΨΗ-ΧΡΑΝΟΙ	0.323291164	0.417028828	ΌΧΙ
ΑΝΑΛΗΨΗ-ΔΩΡΙΟ	0.366007249	0.534522484	ΌΧΙ
ΑΝΑΛΗΨΗ-ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ	0.620138374	0.48507125	ΝΑΙ
ΑΝΑΛΗΨΗ-ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ	0.548101092	0.577350269	ΌΧΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ-ΠΗΔΗΜΑ	0.664798841	0.417028828	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ-ΣΟΥΛΙ	0.820423383	0.39223227	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ-ΚΕΦΑΛΗΝΟΣ	0.726450187	0.353553391	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ-ΧΡΑΝΟΙ	0.796749205	0.338061702	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ-ΔΩΡΙΟ	0.856204335	0.666666667	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ-ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ	0.900362394	0.603022689	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ-ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ	0.920573816	0.666666667	ΝΑΙ
ΠΗΔΗΜΑ-ΣΟΥΛΙ	0.53507756	0.371390676	ΝΑΙ
ΠΗΔΗΜΑ-ΚΕΦΑΛΗΝΟΣ	0.473983913	0.4	ΝΑΙ
ΠΗΔΗΜΑ-ΧΡΑΝΟΙ	0.648276051	0.377964473	ΝΑΙ
ΠΗΔΗΜΑ-ΔΩΡΙΟ	0.869698379	0.666666667	ΝΑΙ
ΠΗΔΗΜΑ-ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ	0.78970513	0.577350269	ΝΑΙ
ΠΗΔΗΜΑ-ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ	0.949856544	0.603022689	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ-ΚΕΦΑΛΗΝΟΣ	0.536703583	0.359210604	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ-ΧΡΑΝΟΙ	0.821028036	0.338061702	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ-ΔΩΡΙΟ	0.834592651	0.534522484	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ-ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ	0.836947258	0.5	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ-ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ	0.854306562	0.554700196	ΝΑΙ
ΚΕΦΑΛΗΝΟΣ-ΧΡΑΝΟΙ	0.500223998	0.316227766	ΝΑΙ
ΚΕΦΑΛΗΝΟΣ-ΔΩΡΙΟ	0.68952526	0.603022689	ΝΑΙ
ΚΕΦΑΛΗΝΟΣ-ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ	0.791703952	0.554700196	ΝΑΙ
ΚΕΦΑΛΗΝΟΣ-ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ	0.657219743	0.577350269	ΝΑΙ
ΧΡΑΝΟΙ-ΔΩΡΙΟ	0.881813608	0.534522484	ΝΑΙ
ΧΡΑΝΟΙ-ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ	0.895107898	0.5	ΝΑΙ
ΧΡΑΝΟΙ-ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ	0.912030965	0.554700196	ΝΑΙ
ΔΩΡΙΟ-ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ	0.892275854	0.48507125	ΝΑΙ
ΔΩΡΙΟ-ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ	0.964720906	0.816496581	ΝΑΙ
ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ-ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ	0.988427762	0.755928946	ΝΑΙ

Στο Πίνακα του Παραρτήματος II φαίνεται η μηνιαία συσχέτιση των βροχομετρικών σταθμών.

Παρατήρηση :

Το όριο r στους παραπάνω πίνακες προκύπτει από τον τύπο:

$$r = \frac{2}{\sqrt{n}} \quad (4-2)$$

όπου n ο αριθμός των ετών που συσχετίζονται.

Παρατηρώντας τις συσχετίσεις των αντίστοιχων σταθμών τόσο στα ετήσια όσο και στα μηνιαία ύψη βροχής διαπιστώνουμε ότι παρόλο που υπάρχουν σταθμοί που συσχετίζονται πολύ καλά στα ετήσια ύψη βροχής οι αντίστοιχοι σταθμοί σε κάποιους μήνες είναι εντελώς ασυσχέτιστοι κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες.

δ) Υπολογισμένες τιμές μηνιαίας βροχόπτωσης σταθμών

Στους Πίνακες 4-9 φαίνονται οι υπολογισμοί που πραγματοποιήθηκαν για τον υπολογισμό των μηνιαίων τιμών στους βροχομετρικούς σταθμούς που δεν υπήρχαν ενδείξεις μετρήσεων. Έγιναν οι υπολογισμοί για όλους τους σταθμούς που συσχετίσαμε και στο τέλος προέκυψε η μέση τιμή για κάθε μήνα.

Πίνακας 4-9 : Συμπληρωμένα δείγματα μηνιαίων υψών βροχόπτωσης

ΣΤΑΘΜΟΣ ΚΕΝΤΡΙΚΟ													
ΥΔΡΟΛ. ΕΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΪ.	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠΤ.	ΕΤΟΣ
1979-80	152.9	280.5	167.2	208.7	62.4	97.8	54.4	45.5	20.4	0.0	0.0	44.0	1133.8
1980-81	129.1	134.3	140.9	134.1	74.1	40.2	36.9	53.6	0.0	20.1	37.4	41.4	842.1
1981-82	83.4	125.2	326.0	41.3	86.6	161.3	73.0	58.1	0.0	7.2	0.0	0.0	962.1
1982-83	96.3	153.7	193.6	43.5	68.7	34.5	12.6	3.0	25.2	10.3	1.5	37.9	680.8
1983-84	56.0	125.8	179.4	239.7	127.0	80.5	78.5	11.2	2.0	17.7	15.5	0.0	933.3
1984-85	0.0	80.9	96.9	259.1	58.2	103.4	90.5	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5	699.5
1985-86	187.8	231.3	95.9	230.9	222.9	112.6	18.6	56.8	18.6	0.0	33.2	0.0	1208.6
1986-87	165.6	63.5	202.6	194.8	165.9	211.0	59.0	16.9	0.0	0.0	61.0	0.0	1140.3
1987-88	123.9	201.0	0.0	228.9	172.0	124.7	48.6	0.0	0.0	0.0	5.5	24.6	929.2
1988-89	47.9	168.3	173.2	2.3	20.4	31.4	70.0	23.5	5.3	0.0	0.0	35.5	577.8
1989-90	103.6	87.2	52.5	7.4	95.6	0.0	84.8	7.8	4.8	0.0	13.0	30.8	487.5
1990-91	95.6	142.7	369.9	87.1	123.3	63.3	69.8	57.7	0.0	41.0	64.5	0.0	1114.9
1991-92	59.0	108.1	44.0	15.1	2.1	23.3	58.0	16.3	4.0	52.2	20.5	23.0	425.6
1992-93	11.6	32.2	99.7	28.4	49.0	105.5	33.0	21.0	22.0	0.0	0.0	55.0	457.4
1993-94	11.3	195.1	135.4	75.2	203.2	53.0	37.8	39.0	0.0	0.0	0.0	0.0	750.0
1994-95	81.9	95.0	168.6	226.2	23.7	123.8	5.5	49.3	0.0	23.4	36.2	89.2	922.8
1995-96	0.0	161.2	219.5	185.9	175.5	125.0	49.0	64.0	15.0	0.0	6.0	141.7	1142.8
M.T.	82.7	140.4	156.8	129.9	101.8	87.7	51.8	30.8	6.9	10.1	17.3	31.4	847.6

ΣΤΑΘΜΟΣ ΠΗΛΗΜΑ													
ΥΔΡΟΛ. ΕΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΪ.	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠΤ.	ΕΤΟΣ
1979-80	124.4	247.8	130.6	170.1	91.0	79.1	64.1	42.6	11.9	0.0	2.8	21.3	985.7
1980-81	257.9	128.0	221.7	194.7	66.5	16.1	95.7	37.8	3.8	0.0	19.0	24.6	1065.8
1981-82	86.2	200.6	382.0	61.6	64.2	169.2	80.7	62.6	0.0	3.6	4.9	4.4	1120.0
1982-83	166.8	254.7	210.8	26.6	96.9	61.4	13.4	0.0	27.9	10.6	16.6	63.2	948.9
1983-84	40.0	174.4	299.1	144.4	154.5	68.8	112.7	2.2	13.5	0.0	5.2	23.5	1038.3
1984-85	10.5	88.9	74.9	218.0	58.6	94.6	80.1	3.3	1.3	0.0	0.0	17.6	647.8
1985-86	139.8	146.7	36.9	182.8	158.7	117.6	14.1	32.8	74.2	0.6	17.4	3.8	925.4
1986-87	150.9	72.0	113.0	95.3	142.8	183.8	71.9	3.5	0.0	5.2	54.6	26.6	919.6
1987-88	137.8	193.6	64.2	130.0	127.2	115.5	40.4	8.6	6.1	2.8	13.9	28.9	869.0
1988-89	52.8	212.5	131.8	10.1	22.6	20.1	48.4	25.6	13.2	5.5	12.9	33.8	589.4
1989-90	86.2	85.1	58.5	16.9	66.8	7.9	68.3	10.5	14.9	2.2	13.5	25.3	456.0
1990-91	90.6	127.8	389.5	51.8	71.4	49.1	80.4	0.0	0.0	38.9	24.4	5.2	929.0
1991-92	114.2	118.3	58.5	15.5	24.8	50.5	96.5	36.5	26.8	25.5	0.6	36.7	604.4
1992-93	27.6	100.9	123.6	29.4	128.0	80.1	50.2	18.5	26.5	0.0	5.5	27.0	617.3
1993-94	3.0	234.1	76.0	150.5	189.2	42.5	44.1	39.0	0.0	2.3	22.0	0.0	802.7
1994-95	67.1	55.5	165.5	217.1	30.9	137.9	11.0	9.8	0.0	4.6	15.5	55.0	769.9
1995-96	2.2	168.0	166.6	103.8	155.5	150.5	63.7	8.0	21.5	16.0	10.0	68.0	933.8
M.T.	91.6	153.5	159.0	107.0	97.0	85.0	60.9	20.1	14.2	6.9	14.0	27.3	836.7

ΣΤΑΘΜΟΣ ΚΕΦΑΛΗΝΟΣ													
ΥΔΡΟΛ. ΕΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΪ.	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠΤ.	ΕΤΟΣ
1979-80	197.1	418.4	315.5	347.0	110.7	51.6	72.5	67.0	0.2	0.0	0.0	15.3	1595.3
1980-81	221.0	113.5	233.0	283.0	90.5	35.0	115.0	48.0	0.0	60.0	15.0	30.0	1244.0
1981-82	40.0	115.0	265.0	45.2	103.1	149.4	145.5	67.5	0.0	4.0	0.0	0.0	934.7
1982-83	138.4	486.4	329.2	25.7	181.1	65.8	35.7	0.0	40.7	0.0	15.5	76.5	1395.0
1983-84	43.5	286.4	413.9	174.7	315.8	183.4	186.1	0.0	0.0	0.0	0.7	15.0	1619.5
1984-85	5.0	81.0	120.5	398.7	86.0	81.9	155.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	929.1
1985-86	106.2	151.5	25.5	379.2	411.8	136.3	37.6	45.7	76.2	0.0	22.6	10.7	1403.3
1986-87	228.0	61.9	216.0	332.6	330.1	246.2	231.3	61.1	0.0	20.1	0.0	0.0	1727.3
1987-88	95.2	203.0	118.1	283.4	249.1	425.4	136.1	20.0	0.0	0.0	0.0	13.2	1543.5
1988-89	61.1	396.9	200.6	10.5	5.1	15.6	86.6	92.5	22.0	28.4	0.0	86.6	1005.9
1989-90	127.6	179.2	149.0	11.3	61.3	0.0	81.9	65.7	15.5	0.0	0.0	14.7	706.2
1990-91	87.0	73.2	439.9	128.8	224.7	86.9	265.2	258.8	0.0	22.3	6.5	0.0	1593.3
1991-92	83.3	139.1	76.9	2.1	15.2	86.5	133.2	41.3	70.8	57.6	60.4	87.9	854.3
1992-93	94.0	95.7	198.3	70.8	164.5	107.4	36.0	30.8	20.1	0.0	0.0	0.0	817.6
1993-94	0.0	254.1	177.3	243.8	238.8	30.9	122.4	81.5	0.0	15.1	0.0	0.0	1163.9
1994-95	107.4	106.4	163.3	229.5	30.7	122.8	35.7	0.0	0.0	20.5	35.8	41.3	893.4
1995-96	15.1	166.7	239.7	411.6	499.0	476.8	218.6	35.5	51.8	0.0	0.0	116.9	2231.7
M.T.	97.1	195.8	216.6	198.7	183.4	135.4	123.2	53.9	17.5	13.4	9.2	29.9	1274.0

ΣΤΑΘΜΟΣ ΣΟΥΛΙ													
ΥΔΡΟΛ. ΕΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΪ.	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠΤ.	ΕΤΟΣ
1979-80	198.7	325.9	185.4	331.8	94.7	122.5	69.3	39.9	31.2	0	0	14.3	1413.7
1980-81	300.9	195.9	203	303	100.9	48.6	61	48.7	6.2	8.2	35.1	39	1350.5
1981-82	60.9	166.4	360	61.5	63.5	164.2	128.8	53.7	3.4	4.2	23.4	4.6	1094.6
1982-83	133.8	160.3	229.6	39.4	166.1	65.1	56.6	5.1	49	29	8.9	9.5	952.4
1983-84	42.7	243.7	224.1	180.5	188.2	98.8	151.4	3.2	13.4	0	6.4	4.5	1156.9
1984-85	0	119	106.1	319.1	134.1	143	83.4	0	29	0	0	6	939.7
1985-86	139.3	205	23.2	187.1	231.4	120.6	27.6	58.1	15.4	0	37	0	1044.7
1986-87	171.8	47.5	159.6	151.5	181	415.1	86.7	10.4	0	9.3	32.2	36.2	1301.3
1987-88	149.5	185.2	56.4	230.2	148.4	143.6	79	0	0	0	2.6	23.2	1018.1
1988-89	17.2	260.8	113.9	0	13.3	47.4	53.4	49.3	0	59.2	0	35	649.5
1989-90	89.3	132.4	72.9	6.9	75.4	0	84.2	10.2	5.2	0	8.4	37.4	522.3
1990-91	68.8	128.9	424.8	48.2	125.5	56	91.2	102	0	16	37.2	0	1098.4
1991-92	126.1	154.1	69.7	14.4	25.8	2	32.2	24.5	8.7	7.2	14.7	18.4	497.8
1992-93	54.5	128	250.7	16.8	190.9	89.5	56.6	45.5	31.7	0	0	25.4	889.6
1993-94	0	249.1	85.1	97.9	173.4	45.4	58.7	74.2	0	0	6.2	0	790
1994-95	112.1	160.6	151.9	227.5	29.8	186.1	22.2	24.6	0	16.4	56.2	103.4	1090.8
1995-96	0	171.6	150.4	245.9	209.1	246.5	44.6	7.3	30.4	0	0	145.7	1251.5
M.T.	98.0	178.5	168.6	144.8	126.6	117.3	69.8	32.7	13.2	8.8	15.8	29.6	1003.6

ΣΤΑΘΜΟΣ ΧΡΑΝΟΙ													
ΥΔΡΟΛ. ΕΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΪ.	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠΤ.	ΕΤΟΣ
1979-80	227.4	339.4	198.5	227.2	105.1	139.8	88.5	56.6	23.7	0.0	15.9	7.8	1429.9
1980-81	508.5	165.4	232.1	246.2	99.8	43.3	59.1	57.5	5.7	11.3	7.5	0.0	1436.4
1981-82	105.6	211.0	410.4	76.0	168.5	152.6	145.1	104.5	0.0	7.0	44.7	0.0	1425.4
1982-83	127.4	247.6	280.7	41.1	136.6	62.6	53.5	14.5	28.7	5.0	18.0	15.7	1031.4
1983-84	64.7	258.7	216.8	191.5	197.1	130.3	168.6	0.0	4.3	0.0	9.4	15.0	1256.4
1984-85	2.0	134.1	126.6	328.1	88.8	102.4	71.9	0.0	23.0	0.0	0.0	8.0	884.9
1985-86	156.3	233.4	21.0	215.9	285.8	114.3	23.5	36.0	6.5	0.0	45.8	0.0	1138.5
1986-87	222.8	38.0	127.0	148.0	178.8	279.0	79.6	10.8	0.0	7.5	42.0	32.7	1166.2
1987-88	163.9	215.4	89.3	219.3	199.2	151.1	25.5	31.5	0.0	0.0	15.0	33.5	1143.7
1988-89	50.5	273.1	119.1	0.0	18.0	45.5	62.0	65.9	10.5	22.7	0.0	39.0	706.3
1989-90	92.3	133.0	84.7	28.0	97.2	9.0	84.8	33.7	9.0	0.0	7.0	40.3	619.0
1990-91	111.6	131.7	481.6	51.0	132.1	79.3	84.2	95.1	0.0	14.5	55.5	7.5	1244.1
1991-92	124.0	195.9	63.5	14.5	53.0	108.7	54.3	19.7	18.5	30.5	18.9	43.0	744.5
1992-93	59.6	150.5	137.5	65.5	223.0	103.5	62.0	74.5	26.0	0.0	0.0	36.0	938.1
1993-94	7.0	311.0	157.0	205.5	243.5	53.5	78.0	85.5	0.0	12.0	26.5	0.0	1179.5
1994-95	99.0	117.0	164.5	270.0	65.5	146.5	31.5	31.5	0.0	42.0	51.0	122.2	1140.7
1995-96	0.0	186.0	197.0	292.0	233.0	167.0	97.0	16.0	19.0	0.0	0.0	148.0	1355.0
M.T.	124.9	196.5	182.8	154.1	148.5	111.1	74.7	43.1	10.3	9.0	21.0	32.3	1108.2

ΣΤΑΘΜΟΣ ΔΩΡΙΟ													
ΥΔΡΟΛ. ΕΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΪ.	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠ.	ΕΤΟΣ
1979-80	142.0	301.0	168.0	217.0	68.0	95.0	78.0	58.0	29.0	0.0	2.0	1.0	1159.0
1980-81	214.0	147.0	204.0	281.0	93.0	43.0	89.0	55.0	7.0	32.0	0.0	32.0	1197.0
1981-82	88.0	206.0	377.0	63.3	94.0	126.0	143.0	50.0	0.0	27.0	8.0	41.0	1223.3
1982-83	95.0	173.0	166.0	31.0	99.0	58.0	33.8	4.8	80.2	3.0	22.0	9.0	774.8
1983-84	54.0	196.0	182.0	138.0	170.0	133.0	152.0	0.0	2.0	0.0	40.0	33.0	1100.0
1984-85	18.0	137.0	108.5	260.0	67.0	93.0	144.6	7.0	0.0	0.0	2.0	9.0	846.1
1985-86	151.5	229.3	32.0	215.5	201.8	120.1	23.0	22.9	13.5	0.0	0.0	11.0	1020.6
1986-87	184.2	39.8	150.2	137.0	118.6	157.2	82.8	16.0	0.0	2.7	1.0	0.0	889.5
1987-88	128.4	145.8	62.1	157.1	111.8	130.5	31.0	10.2	0.0	0.0	1.0	4.0	781.9
1988-89	57.5	230.9	95.2	5.6	15.1	29.1	45.4	39.3	36.2	7.8	2.4	35.6	600.1
1989-90	71.7	70.4	53.9	8.3	75.1	1.0	71.2	8.1	0.0	0.0	21.0	39.6	420.3
1990-91	85.5	139.1	316.8	97.7	75.8	59.7	87.2	78.7	0.0	8.6	4.4	62.3	1015.8
1991-92	95.3	147.2	58.4	16.0	31.5	85.3	59.2	6.0	55.0	7.1	27.2	0.0	588.2
1992-93	33.0	73.9	163.0	40.6	140.7	82.3	26.5	52.8	11.5	0.0	0.0	20.8	645.1
1993-94	4.1	235.2	80.1	149.2	136.0	45.3	69.2	0.0	0.0	54.5	0.0	92.9	866.5
1994-95	97.2	66.0	64.2	299.8	17.6	114.9	0.0	32.4	18.5	5.1	23.6	0.5	739.8
1995-96	3.0	115.2	110.5	141.8	163.0	138.4	43.5	37.2	30.0	0.0	64.6	53.3	900.5
M.T.	89.6	156.0	140.7	132.9	98.7	88.9	69.4	28.1	16.6	8.7	12.9	26.2	868.7

ΣΤΑΘΜΟΣ ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ													
ΥΔΡΟΛ. ΕΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΪ.	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠ.	ΕΤΟΣ
1979-80	120.7	284.7	160.1	202.5	76.6	70.1	52.4	37.6	28.6	0.0	0.0	20.5	1053.8
1980-81	251.1	189.0	121.2	206.3	58.4	31.4	30.5	42.3	1.0	54.8	34.9	11.5	1032.4
1981-82	42.6	180.3	198.6	44.4	35.2	116.3	100.3	64.1	0.0	5.8	6.1	48.8	842.5
1982-83	105.0	177.8	197.5	23.4	80.9	56.2	35.1	0.4	135.0	17.5	4.9	4.0	837.7
1983-84	75.6	176.7	269.1	91.6	151.2	52.6	183.7	0.4	0.0	0.0	6.2	47.2	1054.3
1984-85	6.3	95.1	99.3	233.1	64.4	113.1	94.6	0.0	3.9	0.0	0.0	17.8	727.6
1985-86	165.2	200.6	26.6	170.8	210.3	124.6	18.5	43.5	21.8	1.2	18.0	17.3	1018.4
1986-87	165.6	63.6	105.9	115.0	166.2	157.8	55.9	9.9	0.0	14.6	51.6	3.2	909.3
1987-88	146.1	214.3	55.7	202.0	202.0	90.4	28.3	17.0	0.0	0.0	0.0	1.0	956.8
1988-89	44.2	234.6	107.4	4.6	12.8	27.6	39.6	30.9	11.2	15.0	0.0	20.3	548.2
1989-90	70.2	38.7	40.2	27.9	64.1	1.0	56.2	6.2	0.5	0.0	27.7	33.8	366.5
1990-91	80.8	131.0	188.2	62.1	104.3	47.0	116.6	80.8	0.0	27.1	58.1	28.8	924.8
1991-92	109.9	157.3	50.6	8.2	32.9	88.2	52.6	15.4	37.8	14.2	20.7	3.1	590.9
1992-93	38.7	68.3	116.2	45.7	127.3	76.3	40.1	25.9	26.2	0.0	0.0	28.8	593.5
1993-94	9.6	217.4	168.2	180.8	167.8	50.8	65.6	30.6	0.0	3.2	1.4	40.1	935.5
1994-95	76.5	106.0	163.4	218.1	33.5	111.5	16.7	30.2	0.2	29.8	26.0	3.9	815.8
1995-96	3.4	170.6	132.4	255.6	139.2	140.7	50.6	52.3	18.4	2.8	13.5	67.7	1047.2
M.T.	88.9	159.2	129.4	123.1	101.6	79.7	61.0	28.7	16.7	10.9	15.8	23.4	838.5

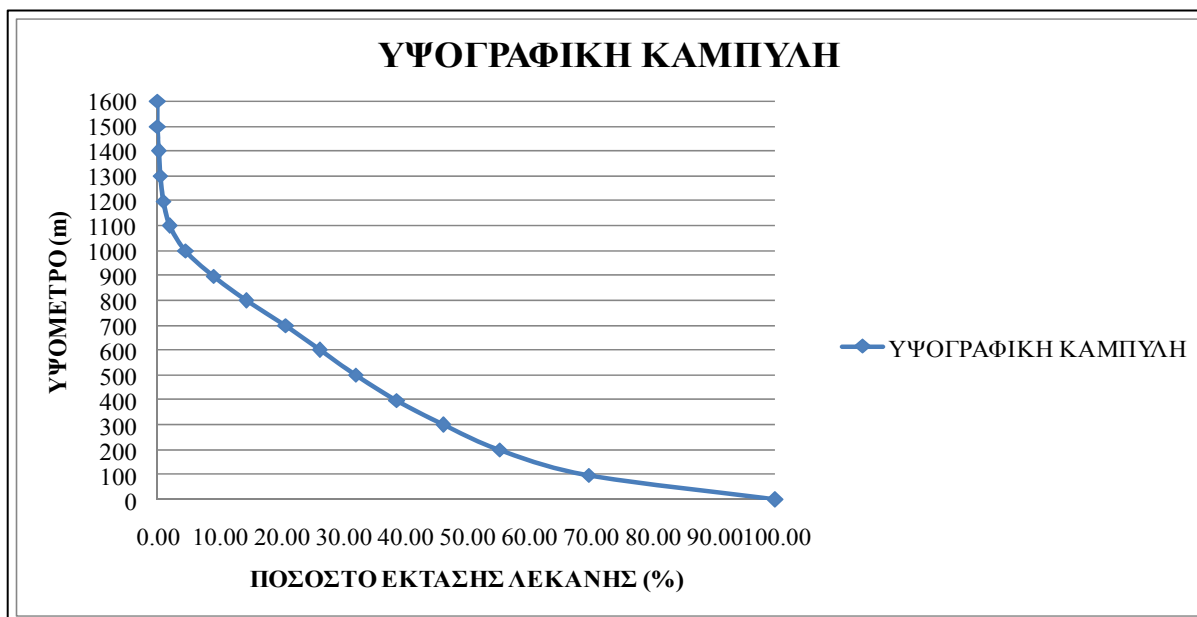
ΣΤΑΘΜΟΣ ΚΑΛΑΜΑΤΑ – ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ													
ΥΔΡΟΛ. ΕΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΪ.	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠΤ.	ΕΤΟΣ
1979-80	99.4	252.2	90.4	142.6	92.3	65.5	54.6	38.8	10.2	5.8	3.5	19.9	875.2
1980-81	221.4	92.3	190.9	174.8	71.7	17.3	41.7	33.2	8.2	1.9	2.6	40.0	896.0
1981-82	84.4	134.1	285.0	60.1	59.2	173.2	86.9	75.9	0.3	1.6	4.6	1.1	966.4
1982-83	98.1	218.5	156.0	22.5	100.9	54.1	20.4	0.4	13.6	23.5	30.3	32.9	771.2
1983-84	83.1	277.3	266.0	100.0	131.2	65.7	85.0	0.7	6.6	6.8	5.0	2.0	1029.4
1984-85	8.4	78.7	75.5	184.5	46.1	93.5	74.7	7.4	17.7	5.8	3.2	4.5	600.0
1985-86	154.4	130.7	44.4	145.7	124.5	99.4	20.7	23.8	4.4	5.8	14.6	1.7	770.1
1986-87	96.5	66.6	95.7	103.2	114.2	170.0	52.0	1.6	0.2	13.4	18.3	4.2	735.9
1987-88	119.7	274.3	65.7	189.7	169.6	76.0	33.9	10.5	0.3	3.0	19.1	51.0	1012.8
1988-89	63.9	231.9	102.7	4.9	22.5	19.4	39.9	16.6	3.5	3.5	4.0	57.9	570.7
1989-90	30.2	50.3	35.3	17.9	90.6	0.1	85.2	10.8	3.3	0.1	5.2	26.5	355.5
1990-91	76.5	142.3	418.3	66.5	55.6	56.0	92.0	67.9	0.2	28.3	28.8	0.6	1033.0
1991-92	114.7	145.0	53.9	39.8	17.1	36.5	61.5	29.9	6.8	17.6	7.0	25.4	555.2
1992-93	17.6	48.4	90.2	29.2	118.3	55.4	34.2	28.3	10.5	0.2	15.5	26.0	473.8
1993-94	1.8	226.4	102.1	124.6	138.1	30.9	55.7	18.9	0.2	6.0	2.0	0.0	706.7
1994-95	72.1	53.3	155.1	241.9	36.1	81.3	9.7	9.1	2.2	3.5	42.3	28.5	735.1
1995-96	1.4	163.0	117.0	151.6	148.7	155.7	36.9	13.1	48.4	7.4	12.3	82.4	937.9
M.T.	79.0	152.1	137.9	105.9	90.4	73.5	52.1	22.8	8.0	7.9	12.8	23.8	766.2

ε) Επιφανειακή ολοκλήρωση βροχόπτωσης

Αρχικά υπολογίσαμε την υψογραφική καμπύλη της περιοχής μελέτης καθώς επίσης υπολογίσαμε το μέσο υψόμετρο αυτής. Τα αποτελέσματα φαίνεται στους Πίνακες 4-11, 4-12 και η υψογραφική καμπύλη στο Σχήμα 4-17.

Πίνακας 4-10 : Υπολογισμός υψογραφικής καμπύλης

ΥΨΟΜΕΤΡΟ	ΕΜΒΑΔΟΝ ΚΑΜΠΥΛΗΣ (Km ²)	Εσ-Εκ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΚΤΑΣΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ (%)
0	0.000	793.347	100.00
100	239.446	553.901	69.82
200	353.858	439.489	55.40
300	426.215	367.132	46.28
400	485.451	307.896	38.81
500	538.526	254.821	32.12
600	584.817	208.530	26.28
700	628.046	165.301	20.84
800	679.121	114.226	14.40
900	721.508	71.839	9.06
1000	757.118	36.229	4.57
1100	777.534	15.813	1.99
1200	786.206	7.141	0.90
1300	790.118	3.229	0.41
1400	792.204	1.143	0.14
1500	793.199	0.148	0.02
1600	793.347	0.000	0.00



Πίνακας 4-11 : Υπολογισμός μέσου υψομέτρου

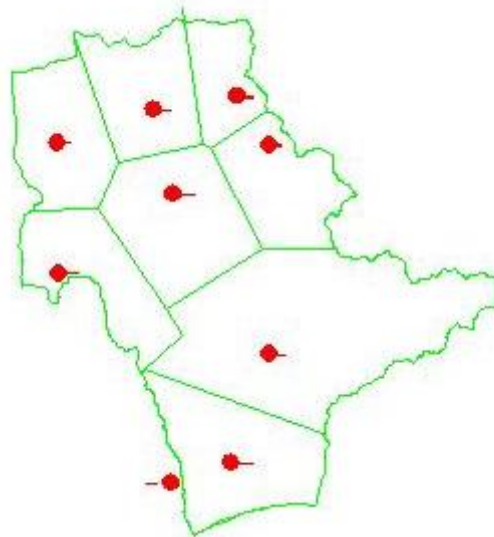
ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΙΣΟΨΩΝ	ΜΕΣΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ	ΕΜΒΑΔΟΝ ΥΠΟΠΕΡΙΟΧΗΣ	Zi*Ai
	Zi (m)	Ai (Km ²)	(m*Km ²)
0-100	50	66.806	3340.300
100-200	150	114.412	17161.800
200-300	250	72.357	18089.250
300-400	350	59.236	20732.600
400-500	450	53.075	23883.750
500-600	550	46.291	25460.050
600-700	650	43.229	28098.850
700-800	750	51.075	38306.250
800-900	850	42.387	36028.950
900-1000	950	35.610	33829.500
1000-1100	1050	20.416	21436.800
1100-1200	1150	8.672	9972.800
1200-1300	1250	3.912	4890.000
1300-1400	1350	2.086	2816.100
1400-1500	1450	0.995	1442.750
1500-1600	1550	0.148	229.400
ΣΥΝΟΛΟ		620.707	285719.150
		Zm	460.312

Στη συνέχεια υπολογίσαμε το συντελεστή βάρους των σταθμών σε ολόκληρη τη λεκάνη. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον Πίνακα 4-12.

Πίνακας 4-12 : Βάρη σταθμών σε ολόκληρη τη λεκάνη

ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ	ΕΜΒΑΔΟΝ (km ²)	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
ΧΡΑΝΟΙ	43.517	5.49
ΔΩΡΙΟ	80.704	10.17
ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ	102.216	12.88
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ	78.949	9.95
ΣΟΥΛΙ	70.050	8.83
ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ	104.344	13.15
ΠΗΔΗΜΑ	232.729	29.34
ΚΕΝΤΡΙΚΟ	80.837	10.19
ΣΥΝΟΛΟ	793.346	100.00

Στο Σχήμα 4-18 απεικονίζεται η λεκάνη με τους βροχομετρικούς σταθμούς (κόκκινοι κύκλοι) και τα πολύγωνα Thiessen (πράσινο χρώμα) που δημιουργήθηκαν από τις μεσοκαθέτους των βροχομετρικών σταθμών.



Σχήμα 4-18 : Πολύγωνα Thiessen

Βέβαια, στο μοντέλο λαμβάνουν μέρος το μέσο υψόμετρο και η βροχόπτωση της κάθε υπολεκάνης. Οι υπολογισμοί των μέσων υψομέτρων της κάθε υπολεκάνης παρατίθεται στον Πίνακα 4-13.

Πίνακας 4-13 : Μέσο υψόμετρο κάθε υπολεκάνης
ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ 1 : ΔΩΡΙΟ

ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΙΣΟΨΩΝ	ΜΕΣΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ	ΕΜΒΑΔΟΝ ΥΠΟΠΕΡΙΟΧΗΣ	Zi*Ai
	Zi (m)	Ai (Km ²)	(m*Km ²)
0-100	50	65.824	3291.200
100-200	150	8.485	1272.750
200-300	250	8.192	2048.000
300-400	350	9.329	3265.150
400-500	450	6.568	2955.600
500-600	550	5.680	3124.000
600-700	650	9.110	5921.500
700-800	750	20.680	15510.000
800-900	850	26.351	22398.350
900-1000	950	23.121	21964.950
1000-1100	1050	11.814	12404.700
1100-1200	1150	6.279	7220.850
1200-1300	1250	2.776	3470.000
1300-1400	1350	1.873	2528.550
1400-1500	1450	0.997	1445.650
1500-1600	1550	0.147	227.850
ΣΥΝΟΛΟ		207.226	109049.100
		Zm	526.233

ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ 2: ΜΑΥΡΟΖΟΥΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΙΣΟΨΩΝ	ΜΕΣΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ	ΕΜΒΑΔΟΝ ΥΠΟΠΕΡΙΟΧΗΣ	Zi*Ai
	Zi (m)	Ai (Km ²)	(m*Km ²)
0-100	50	19.747	987.350
100-200	150	14.558	2183.700
200-300	250	11.581	2895.250
300-400	350	14.876	5206.600
400-500	450	15.022	6759.900
500-600	550	16.777	9227.350
600-700	650	13.701	8905.650
700-800	750	11.799	8849.250
800-900	850	6.032	5127.200
900-1000	950	7.674	7290.300
1000-1100	1050	6.652	6984.600
1100-1200	1150	1.865	2144.750
1200-1300	1250	0.530	662.500
ΣΥΝΟΛΟ		140.814	67224.400
		Zm	477.399

ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ 3: ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ

ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΙΣΟΨΩΝ	ΜΕΣΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ	ΕΜΒΑΔΟΝ ΥΠΟΠΕΡΙΟΧΗΣ	Zi*Ai
	Zi (m)	Ai (Km ²)	(m*Km ²)
0-100	50	0.005	0.250
100-200	150	11.907	1786.050
200-300	250	13.663	3415.750
300-400	350	15.515	5430.250
400-500	450	8.697	3913.650
500-600	550	5.985	3291.750
600-700	650	5.518	3586.700
700-800	750	8.798	6598.500
ΣΥΝΟΛΟ		70.088	28022.900
		Zm	399.825

ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ 4: ΑΓΙΟΣ ΦΛΩΡΟΣ

ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΙΣΟΨΩΝ	ΜΕΣΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ	ΕΜΒΑΔΟΝ ΥΠΟΠΕΡΙΟΧΗΣ	Zi*Ai
	Zi (m)	Ai (Km ²)	(m*Km ²)
0-100	50	0.000	0.000
100-200	150	23.464	3519.600
200-300	250	18.497	4624.250
300-400	350	10.937	3827.950
400-500	450	7.868	3540.600
500-600	550	5.602	3081.100
600-700	650	4.026	2616.900
700-800	750	4.579	3434.250
ΣΥΝΟΛΟ		74.973	24644.650
		Zm	328.714

ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ 5: ΠΗΔΗΜΑ

ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΙΣΟΨΩΝ	ΜΕΣΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ	ΕΜΒΑΔΟΝ ΥΠΟΠΕΡΙΟΧΗΣ	Zi*Ai
	Zi (m)	Ai (Km ²)	(m*Km ²)
0-100	50	81.009	4050.450
100-200	150	49.015	7352.250
200-300	250	23.544	5886.000
300-400	350	10.086	3530.100
400-500	450	18.008	8103.600
500-600	550	6.926	3809.300
600-700	650	8.837	5744.050
700-800	750	9.487	7115.250
800-900	850	5.072	4311.200
900-1000	950	3.937	3740.150
1000-1100	1050	1.766	1854.300
1100-1200	1150	0.811	932.650
1200-1300	1250	0.570	712.500
1300-1400	1350	0.211	284.850
ΣΥΝΟΛΟ		219.279	57426.650
		Zm	261.889

ΠΕΡΙΓΡΑΦΜΑ ΙΣΟΨΩΝ	ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ 6: ΠΑΜΙΣΟΣ		Zi*Ai
	ΜΕΣΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ	ΕΜΒΑΔΟΝ ΥΠΟΠΕΡΙΟΧΗΣ	
	Zi (m)	Ai (Km ²)	(m*Km ²)
0-100	50	239.446	11972.300
100-200	150	4.302	645.300
200-300	250	1.581	395.250
ΣΥΝΟΛΟ		245.329	13012.850
		Zm	53.042

Στη συνέχεια υπολογίσαμε το ποσό της βροχόπτωσης που υπάρχει στην κάθε υπολεκάνη. Παρακάτω θα δείξουμε το ποσοστό συμμετοχής του σταθμού στην κάθε υπολεκάνη. Έτσι έχουμε :

ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ 1: ΔΩΡΙΟ

Συμμετοχή :

80.05% ΣΤΑΘΜΟΣ ΔΩΡΙΟ

19.95% ΣΤΑΘΜΟΣ ΚΕΝΤΡΙΚΟ

ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ 2: ΜΑΥΡΟΖΟΥΜΕΝΑ

Συμμετοχή :

36.13% ΣΤΑΘΜΟΣ ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ

13.21% ΣΤΑΘΜΟΣ ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ

8.07% ΣΤΑΘΜΟΣ ΠΗΔΗΜΑ

0.35% ΣΤΑΘΜΟΣ ΣΟΥΛΙ

10.75% ΣΤΑΘΜΟΣ ΧΡΑΝΟΙ

1.45% ΣΤΑΘΜΟΣ ΔΩΡΙΟ

30.05% ΣΤΑΘΜΟΣ ΚΕΝΤΡΙΚΟ

ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ 3: ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ

Συμμετοχή :

69.25% ΣΤΑΘΜΟΣ ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ

5.77% ΣΤΑΘΜΟΣ ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ

24.98% ΣΤΑΘΜΟΣ ΔΩΡΙΟ

ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ 4: ΑΓΙΟΣ ΦΛΩΡΟΣ

Συμμετοχή :

13.46% ΣΤΑΘΜΟΣ ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ

23.18% ΣΤΑΘΜΟΣ ΠΗΔΗΜΑ

49.20% ΣΤΑΘΜΟΣ ΣΟΥΛΙ

14.17% ΣΤΑΘΜΟΣ ΧΡΑΝΟΙ

ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ 5: ΠΗΔΗΜΑ

Συμμετοχή :

83.64% ΣΤΑΘΜΟΣ ΠΗΔΗΜΑ

16.36% ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ

ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ 6: ΠΑΜΙΣΟΣ

Συμμετοχή :

85.29% ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ

12.69% ΣΤΑΘΜΟΣ ΠΗΔΗΜΑ

2.02% ΣΤΑΘΜΟΣ ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ

στ) Παροχές ποταμών

Στους Πίνακες 4-14 παραθέτουμε τις παροχές σε τρία σημεία του υδρογραφικού δικτύου. Άλλωστε, με βάση και αυτές τις μετρήσεις ορίσαμε τις θέσεις των κόμβων στο μοντέλο και τη δημιουργία των υπολεκανών.

Πίνακας 4-14 : Παροχές σε θέσεις μέτρησης του υδρογραφικού δικτύου

ΥΔΡ. ΕΤ.	ΜΑΥΡΟΖΟΥΜΕΝΑ (m ³ /sec)											
	ΟΚΤ.	ΝΟΕ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΪ.	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠΤ.
1979-80	0.32	0.74	9.55	4.15	1.97	4.54	1.53	0.32	0.36	0.20	0.73	0.06
1980-81	0.10	0.60	9.55	6.83	4.37	2.29	3.46	0.59	0.36	0.17	0.37	0.06
1981-82	0.10	0.74	18.70	4.15	3.32	1.19	3.66	2.03	0.64	0.00	0.37	0.06
1982-83	0.02	2.45	9.55	2.40	4.37	7.45	0.68	1.77	0.13	0.09	0.37	0.06
1983-84	0.10	0.74	9.55	4.15	4.37	4.54	3.46	1.77	0.36	0.11	0.37	0.06
1984-85	0.10	0.74	9.55	4.15	4.37	4.54	3.46	1.77	0.36	0.11	0.37	0.06
1985-86	0.10	0.74	9.55	4.15	4.37	4.54	3.46	1.77	0.36	0.11	0.37	0.06
1986-87	0.10	0.74	9.55	4.15	4.37	4.54	3.46	1.77	0.36	0.11	0.37	0.06
1987-88	0.10	0.74	9.55	4.15	4.37	4.54	3.46	1.77	0.36	0.11	0.37	0.06
1988-89	0.10	0.74	9.55	4.15	4.37	4.54	3.46	1.77	0.36	0.11	0.37	0.06
1989-90	0.10	0.74	9.55	4.15	4.37	4.54	3.46	1.77	0.36	0.11	0.37	0.06
1990-91	0.10	0.47	9.55	4.15	4.37	5.80	7.92	6.50	0.83	0.36	0.36	0.06
1991-92	0.13	0.50	0.39	0.48	4.37	4.54	3.46	0.54	0.15	0.07	0.01	0.04
1992-93	0.09	0.22	9.55	1.73	4.37	2.47	3.46	0.41	0.26	0.01	0.37	0.06
1993-94	0.03	0.74	9.55	6.25	9.00	6.60	3.50	2.10	0.14	0.04	0.37	0.01
1994-95	0.04	0.22	9.55	7.20	3.20	6.00	3.46	1.65	0.36	0.11	0.37	0.06
1995-96	0.07	0.74	9.55	4.15	4.37	4.54	3.46	1.77	0.36	0.04	0.37	0.12

ΠΑΜΙΣΟΣ ΠΕΖΟΓΕΦΥΡΑ (m ³ /sec)												
ΥΔΡ. ΕΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΪ.	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠΤ.
1979-80	3.08	2.93	2.89	3.13	3.62	3.62	3.64	3.43	3.09	2.85	2.43	2.44
1980-81	3.08	2.93	2.89	3.13	3.62	3.62	3.64	3.43	3.09	2.85	2.43	2.44
1981-82	3.08	2.93	2.89	3.13	3.62	3.62	3.64	3.43	3.09	2.85	2.43	2.44
1982-83	3.08	2.93	2.89	3.13	3.62	3.62	3.64	3.43	3.09	2.85	2.43	2.44
1983-84	3.08	2.93	2.89	3.13	3.62	3.62	3.64	3.43	3.09	2.85	2.43	2.44
1984-85	3.08	2.93	2.89	3.13	3.62	3.62	3.64	3.43	3.09	2.85	2.43	2.44
1985-86	3.08	2.93	2.89	3.13	3.62	3.62	3.64	3.43	4.19	2.23	2.80	2.44
1986-87	3.08	2.93	2.89	3.56	3.62	3.62	4.97	3.43	3.86	2.85	2.92	2.44
1987-88	3.18	2.93	2.89	3.13	3.62	3.62	3.64	4.14	3.09	2.85	2.43	2.47
1988-89	3.08	3.45	2.89	3.13	3.53	3.69	3.40	2.80	2.45	2.37	1.94	2.47
1989-90	3.68	2.80	2.82	2.67	3.62	2.63	2.84	2.47	2.36	2.74	2.34	2.40
1990-91	2.72	2.78	3.43	3.13	3.49	3.64	3.55	3.46	2.86	3.08	2.32	3.28
1991-92	3.00	2.91	2.68	3.19	3.62	3.62	3.64	3.32	3.11	2.45	1.75	0.48
1992-93	2.42	2.43	2.64	2.79	3.62	3.22	3.13	3.40	2.18	2.81	2.93	2.44
1993-94	2.64	2.93	2.89	3.37	3.52	3.98	3.96	3.83	3.74	3.28	2.43	2.37
1994-95	3.30	3.19	2.89	3.19	3.93	4.21	3.64	4.00	3.09	2.85	2.43	2.44
1995-96	3.72	2.93	2.89	3.13	3.62	3.94	3.64	3.43	3.09	3.84	2.43	3.64

ΧΕΙΜΑΡΡΟΣ ΑΜΦΥΤΑΣ (m ³ /sec)												
ΥΔΡ. ΕΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΪ.	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠΤ.
1979-80	0.13	10.71	21.10	9.11	12.50	8.42	2.02	0.78	0.44	0.00	0.00	0.00
1980-81	0.07	1.55	21.10	15.18	6.94	2.96	3.10	0.14	0.44	0.00	0.00	0.00
1981-82	0.07	10.71	21.10	9.11	1.38	11.48	4.17	2.56	0.44	0.00	0.00	0.00
1982-83	0.00	19.86	21.10	3.03	6.94	10.81	3.10	1.16	0.44	0.00	0.00	0.00
1983-84	0.07	10.71	21.10	9.11	6.94	8.42	3.10	1.16	0.44	0.00	0.00	0.00
1984-85	0.07	10.71	21.10	9.11	6.94	8.42	3.10	1.16	0.44	0.00	0.00	0.00
1985-86	0.07	10.71	21.10	9.11	6.94	8.42	3.10	1.16	0.44	0.00	0.00	0.00
1986-87	0.07	10.71	21.10	9.11	6.94	8.42	3.10	1.16	0.44	0.00	0.00	0.00
1987-88	0.07	10.71	21.10	9.11	6.94	8.42	3.10	1.16	0.44	0.00	0.00	0.00
1988-89	0.07	10.71	21.10	9.11	6.94	8.42	3.10	1.16	0.44	0.00	0.00	0.00
1989-90	0.07	10.71	21.10	9.11	6.94	8.42	3.10	1.16	0.44	0.00	0.00	0.00
1990-91	0.07	10.71	21.10	9.11	6.94	8.42	3.10	1.16	0.44	0.00	0.00	0.00
1991-92	0.07	10.71	21.10	9.11	6.94	8.42	3.10	1.16	0.44	0.00	0.00	0.00
1992-93	0.07	10.71	21.10	9.11	6.94	8.42	3.10	1.16	0.44	0.00	0.00	0.00
1993-94	0.07	10.71	21.10	9.11	6.94	8.42	3.10	1.16	0.44	0.00	0.00	0.00
1994-95	0.07	10.71	21.10	9.11	6.94	8.42	3.10	1.16	0.44	0.00	0.00	0.00
1995-96	0.07	10.71	21.10	9.11	6.94	8.42	3.10	1.16	0.44	0.00	0.00	0.00

4.8 Δυνητική εξατμισοδιαπνοή

Ο υπολογισμός έγινε με τη μέθοδο Penman-Monteith για το σύνολο της λεκάνης καθώς δεν διατίθεντε επαρκή μετεωρολογικά δεδομένα που να κάνουν δυνατή τον υπολογισμό της ανά υπολεκάνη. Δεδομένα εισόδου που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι μέσες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας, σχετικής ηλιοφάνειας και ταχύτητας ανέμου. Τα δεδομένα προέρχονται από το μετεωρολογικό σταθμό Αεροδρόμιο Καλαμάτας.

Στον Πίνακα 4-15 δίνονται τα μέσα μηνιαία ύψη δυνητικής εξατμοδιαπνοής που προέκυψαν. Επειδή η ταχύτητα του ανέμου που λάβαμε από την Ε.Μ.Υ. ήταν σε κλίμακα Beaufort τη μετατρέψαμε σε m/s (Τσακίρης Γ., Πίνακας 3.3 σελ.104)

Πίνακας 4-15 : Μηνιαία ύψη εξατμοδιαπνοής (mm)

ΟΚΤ.	ΝΟΕ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΪ.	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠ.
118.1	89.1	66.4	69.1	71.6	83.8	116.9	161.0	185.7	193.7	177.6	148.3

4.9 Αρδευτικές ανάγκες

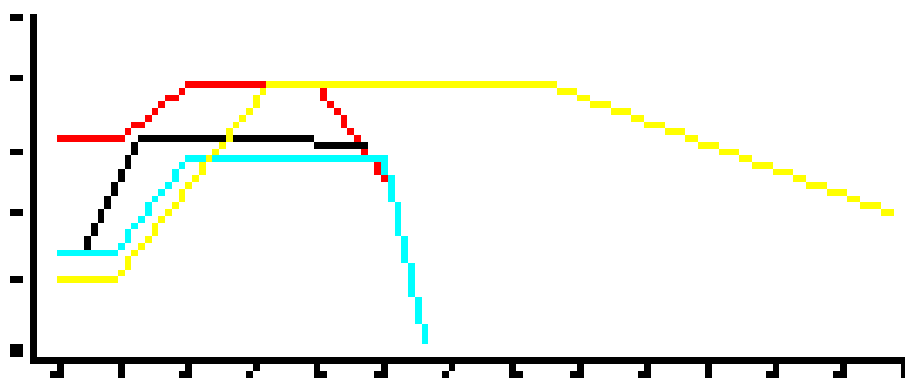
Η εκτίμηση της υδατικής κατανάλωσης των φυτών που αρδεύονται βασίζεται στη σχέση :

$$E_c = k_c ET_c \quad (4-3)$$

όπου E_c η δυνητική εξατμισοδιαπνοή της συγκεκριμένης καλλιέργειας, ET_c η εξατμοδιαπνοή της καλλιέργειας αναφοράς και k_c εμπειρικός συντελεστής, γνωστός ως φυτικός συντελεστής. Ο συντελεστής αυτός εξαρτάται από διάφορους παράγοντες (ύψος και διάπλαση των φυτών, επιφανειακή και αεροδυναμική αντίσταση τους, κλιματολογικές συνθήκες, κ.ά.). Μετά από συστηματικές πειραματικές μελέτες έχουν βρεθεί οι τιμές του συντελεστή k_c ανάλογα με το είδος της καλλιέργειας και με το στάδιο ανάπτυξης της ή την εποχή (μήνα). Τυπική καμπύλη της εξέλιξης του συντελεστή φαίνεται στο Σχήμα 4-19.

Στην περιοχή μελέτης, οι καλλιέργειες που αναπτύσσονται, κατά κύριο λόγο είναι το ρύζι, η μηδική, το καλαμπόκι και τα κηπευτικά. Στον Πίνακα 4-16 διακρίνονται οι βασικές τιμές του σταδίου ανάπτυξης κάθε καλλιέργειας ενώ στο Σχήμα 4-19 διακρίνονται τα στάδια ανάπτυξης των καλλιεργειών όπου με κίτρινο είναι το

καλαμπόκι, με κυανό χρώμα τα κηπευτικά, με μαύρο η μηδική καλλιέργεια και με κόκκινο χρώμα το ρύζι.



Σχήμα 4-19 : Στάδια ανάπτυξης κάθε καλλιέργειας

Πίνακας 4-16 : Φυτικοί συντελεστές και στάδια ανάπτυξης κάθε καλλιέργειας

Καλλιέργεια	L_{ini}	L_{dev}	L_{mid}	L_{late}	$K_{c,ini}$	$K_{c,mid}$	$K_{c,end}$
Ρύζι	30	30	60	30	1.05	1.20	0.75
Μηδική	10	30	50	60	0.40	0.95	0.90
Καλαμπόκι	27	72	125	160	0.30	1.20	0.60
Κηπευτικά	25	35	90	20	0.40	0.85	0.00

Η δυνητική εξατμισοδιαπνοή εκτιμάται με τη μέθοδο Penman – Monteith, χρησιμοποιώντας μέσες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας, σχετικής ηλιοφάνειας και ταχύτητας ανέμου.

Ο υπολογισμός των αναγκών για άρδευση πραγματοποιήθηκε για όλους τους μήνες όλων των ετών που εξετάζουμε (Πίνακας 4-17).

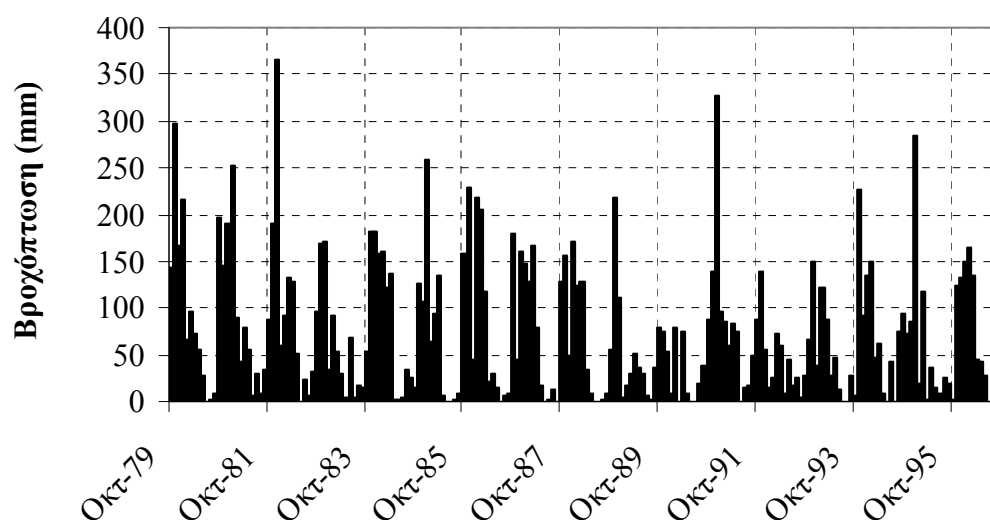
Πίνακας 4-18 : Μηνιαίες αρδευτικές ανάγκες (10^6 m^3)

ΥΔΡΟΛ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ.	ΝΟΕ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΪ.	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠΤ.
1979	7.69	13.50	2.20	0.87	3.38	9.32	10.08	23.12	33.52	43.31	30.17	28.11
1980	9.75	4.95	1.50	1.95	3.87	6.57	13.93	24.76	37.65	43.25	43.97	30.05
1981	10.69	2.27	21.91	1.93	3.82	9.71	8.04	18.07	34.50	30.66	28.52	24.37
1982	11.35	8.89	2.47	8.64	4.56	5.02	13.02	29.99	36.73	40.33	39.26	30.52
1983	16.44	4.84	5.49	7.19	1.09	8.14	15.58	38.23	34.40	45.05	35.44	28.55
1984	29.17	7.48	4.45	1.32	2.34	4.68	10.86	32.46	43.42	43.70	41.24	31.45
1985	0.00	0.00	0.62	0.00	0.00	0.00	2.98	15.34	17.04	22.07	20.56	13.16
1986	8.70	11.60	1.87	1.74	3.30	4.21	24.51	29.26	35.48	41.60	29.28	28.31
1987	6.99	3.68	4.83	1.25	2.43	4.20	13.92	37.47	42.80	42.72	35.85	31.28
1988	20.66	6.04	2.09	4.88	4.46	6.27	20.17	32.39	41.34	41.35	40.80	28.30
1989	11.96	6.14	4.30	16.02	15.27	17.20	19.26	31.49	42.20	41.11	36.10	23.13
1990	50.75	45.23	78.50	38.84	27.50	45.62	44.85	66.71	68.34	72.78	68.20	61.95
1991	11.24	3.53	7.56	6.55	4.02	7.69	8.84	21.94	37.42	35.56	31.75	31.70
1992	17.49	8.09	1.58	12.69	12.98	9.24	15.24	29.18	38.33	41.53	38.63	30.12
1993	28.56	6.07	1.91	10.90	4.10	8.00	18.33	32.78	39.20	42.74	41.94	31.51
1994	14.51	9.31	1.81	1.05	2.64	11.21	19.98	32.17	44.71	39.28	33.51	25.73
1995	26.05	3.62	0.96	2.86	6.22	2.92	19.93	32.79	40.72	43.01	35.71	22.13

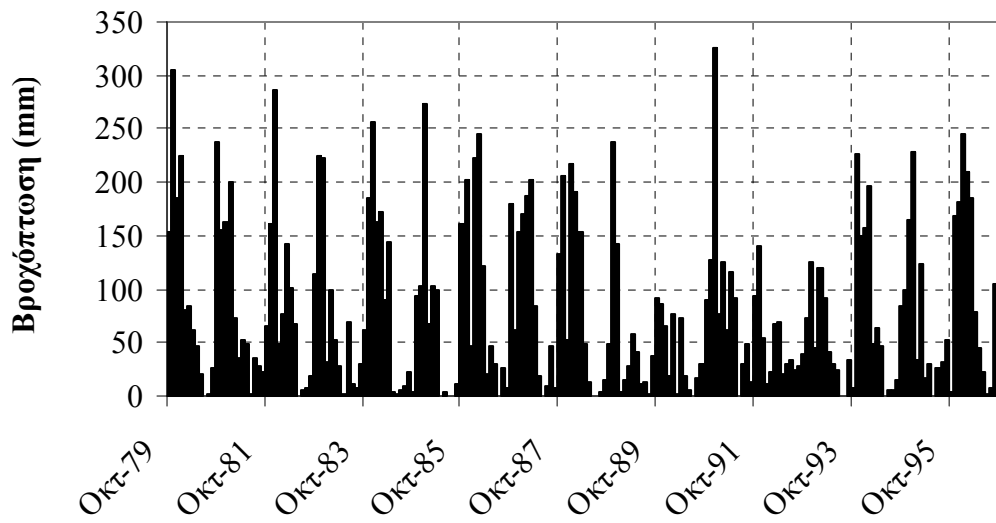
Τέλος, στο παράρτημα ΙΙΙ υπάρχουν φωτογραφίες σε διάφορες θέσεις της περιοχής μελέτης.

5 Αποτελέσματα

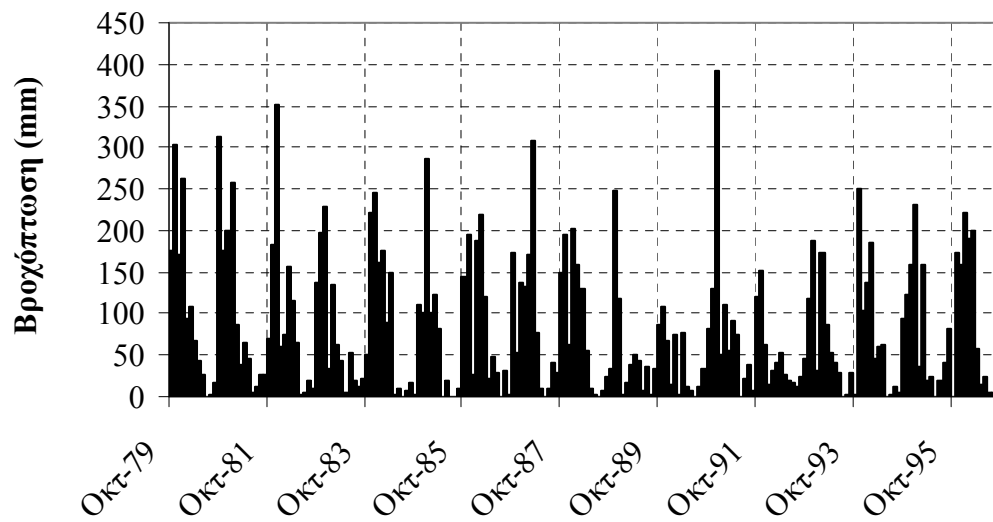
Στην αρχή πραγματοποιήθηκε η εισαγωγή των δεδομένων στο λογισμικό «ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ». Τα δεδομένα αφορούν είτε το φυσικό σύστημα (λεκάνες απορροής, υδροφορείς κλπ.) όπως αυτά περιγράφηκαν στο Κεφάλαιο 2 είτε χρονοσειρές υδρολογικών μεγεθών. Τα κυριότερα υδρολογικά μεγέθη που χρησιμοποιήσαμε ήταν η χωρικά μέση βροχόπτωση σε κάθε λεκάνη και η χωρικά μέση δυνητική εξατμισοδιαπνοή από την κάθε λεκάνη. Οι χρονοσειρές αυτές παρουσιάζονται στη συνέχεια.



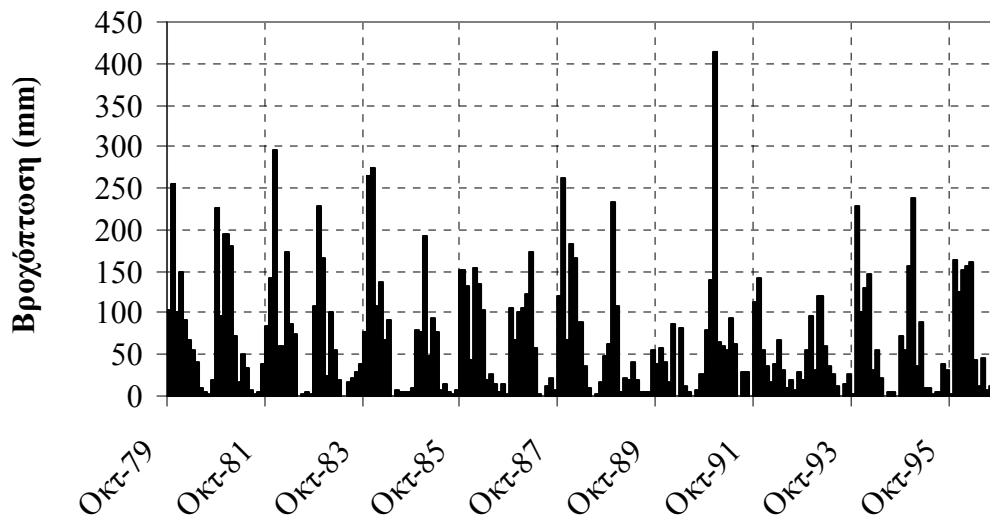
Σχήμα 5-1: Χωρικά μέση βροχόπτωση λεκάνης Δωρίου



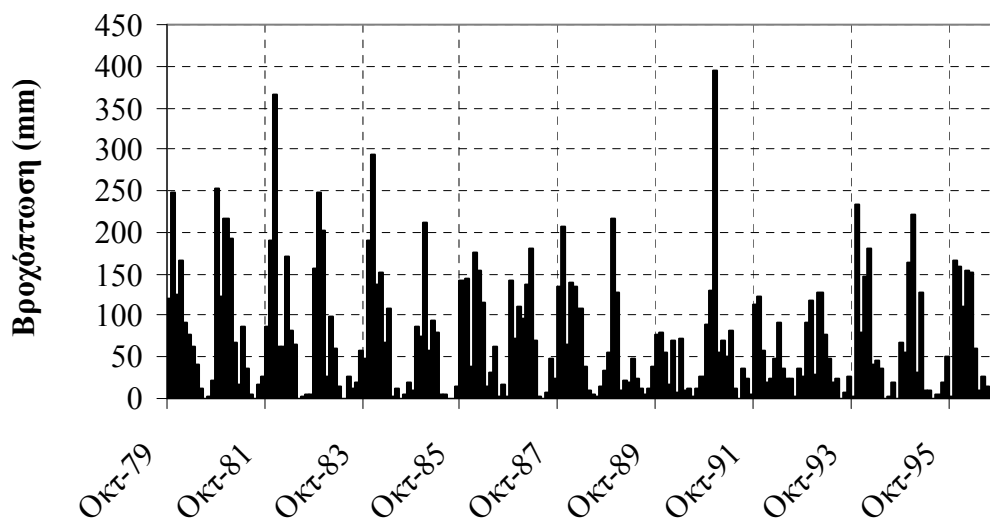
Σχήμα 5-2: Χωρικά μέση βροχόπτωση λεκάνης Αμφίτα



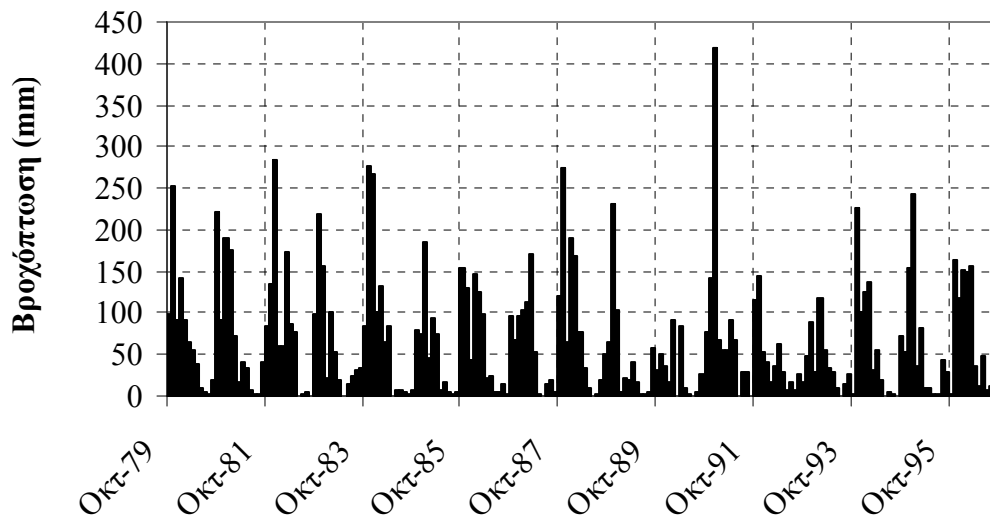
Σχήμα 5-3: Χωρικά μέση βροχόπτωση λεκάνης Μαυροζούμενα



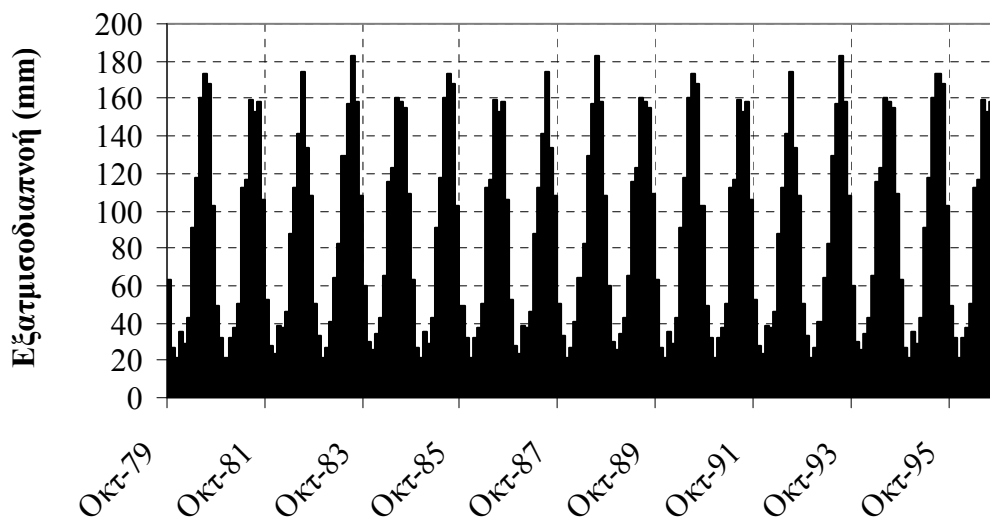
Σχήμα 5-4: Χωρικά μέση βροχόπτωση λεκάνης ανάντη πηγής Αγίου Φλώρου



Σχήμα 5-5: Χωρικά μέση βροχόπτωση λεκάνης ανάντη πηγής Πηδήματος

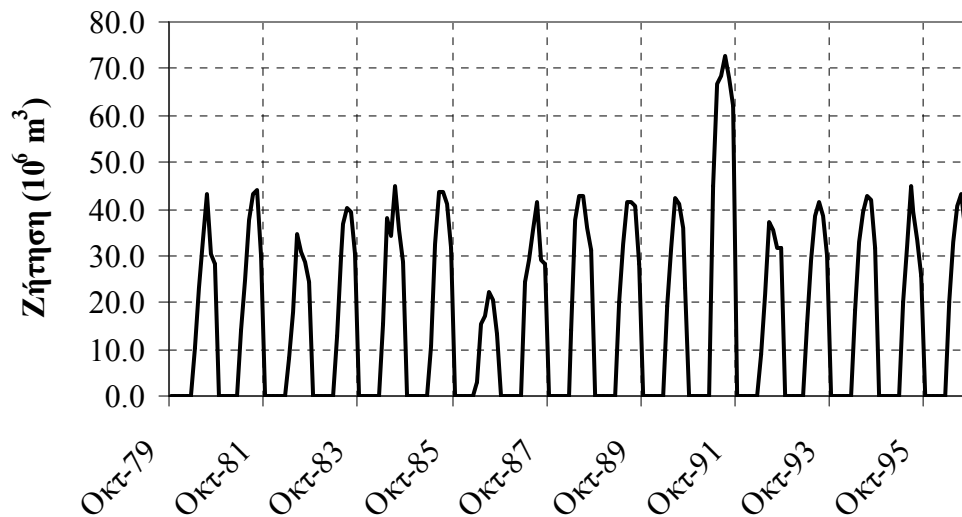


Σχήμα 5-6: Χωρικά μέσα βροχόπτωσης λεκάνης κάτω ρου Παμίσου



Σχήμα 5-7: Χωρικά μέσα δυνητική εξατμισοδιαπνοή (κοινή για όλες τις λεκάνες)

Η ζήτηση νερού για άρδευση εκτιμήθηκε με βάση τη σύνθεση των καλλιεργειών (όπως μας δόθηκαν από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης) και εφαρμογή φυτικών συντελεστών από τη βιβλιογραφία στις τιμές της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής κατά Penman-Monteith όπως αυτή προέκυψε από τα δεδομένα του σταθμού του Αεροδρομίου Καλαμάτας. Για την αρδευτική περίοδο (κατά σύμβαση, Απρίλιος – Σεπτέμβριος) η ζήτηση αυτή δίνεται στο Σχήμα 5-8.



Σχήμα 5-8: Ζήτηση νερού για άρδευση

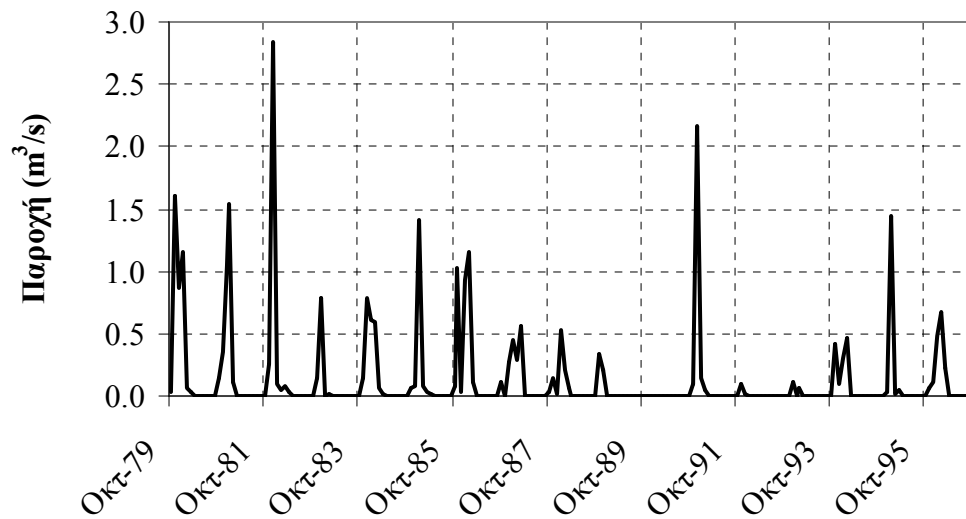
Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε μεγάλο πλήθος δοκιμών με στόχο τη βαθμονόμηση των μοντέλων που περιλαμβάνονται στο λογισμικό με βάση τις παρακάτω παραδοχές.

1. Η βαθμονόμηση γίνεται με στόχο την ελαχιστοποίηση ενός σύνθετου αριθμητικού κριτηρίου που περιλαμβάνει το άθροισμα των συντελεστών προσδιορισμού για τις παροχές του ποταμού στις θέσεις όπου υπήρχαν μετρήσεις και των αμεροληψιών στην εκτίμηση της μέσης τιμής για τις παροχές των δύο κύριων πηγών (Αγίου Φλώρου και Πηδήματος). Για τις πηγές η πιστή αναπαραγωγή του πλήρους υδρογραφήματος ήταν ανέφικτη, καθόσον διαθέταμε μια μόνο (μέση) εκτίμηση της παροχής. Σε ό,τι αφορά τις παροχές, δοκιμάστηκαν πολλοί συνδυασμοί με τις παροχές στην έξοδο των λεκανών Αμφίτα, Μαυροζούμενα και εκβολή Παμίσου.
2. Η παντελής έλλειψη δεδομένων για τους προσχωματικούς υδροφορείς της πεδιάδας μας οδήγησε να μην τους λάβουμε υπόψη. Έτσι, αγνοήθηκαν και οι απώλειες λόγω διήθησης του νερού κατά μήκος των υδατορευμάτων.
3. Όπως ήδη ελέχθη, δεν ήταν δυνατή η ξεχωριστή εκτίμηση της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής για κάθε υπολεκάνη και, γι' αυτό, λάβαμε μια ενιαία χρονοσειρά για όλες τις υπολεκάνες.
4. Η ζήτηση νερού για ύδρευση και κτηνοτροφία αγνοήθηκε καθόσον αποτελεί πολύ μικρό ποσοστό της συνολικής ζήτησης στην περιοχή μελέτης.

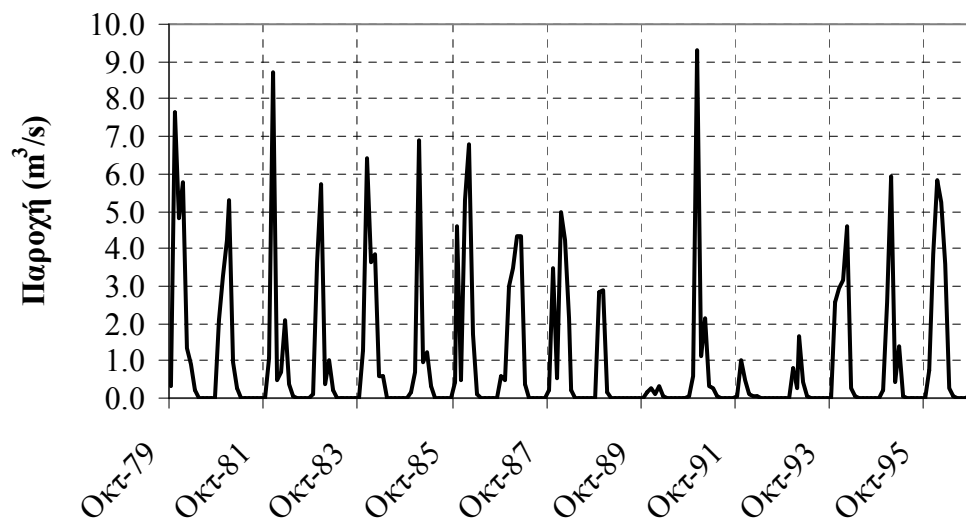
Οι δοκιμές βαθμονόμησης με τις παραπάνω παραδοχές δεν επέτρεψαν την εξαγωγή αξιόπιστων παραμέτρων των επί μέρους μοντέλων για τους παρακάτω λόγους:

1. Η ζήτηση νερού στο πρόγραμμα ικανοποιείται σε πρώτη προτεραιότητα από τα επιφανειακά νερά, καθόσον αυτό είναι η πιο οικονομική λύση. Έτσι, η παροχή του ποταμού μηδενίζεται τους καλοκαιρινούς αλλά και τους φθινοπωρινούς μήνες, κάτι που, σε μεγάλο βαθμό, δεν ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα. Ο «τεχνητός» αυτός μηδενισμός της παροχής του ποταμού δείχνει ότι ένα σημαντικό ποσοστό της ζήτησης για άρδευση καλύπτεται, κατ' αποκλειστικότητα, από συλλογικά αλλά και ιδιωτικά έργα εκμετάλλευσης των υπόγειων υδροφορέων (γεωτρήσεις, φρέατα).
2. Οι παράμετροι λαμβάνουν τιμές που δεν είναι αναμενόμενες από την εμπειρία σε άλλες λεκάνες, ενώ, κανονικά, αυτές έχουν κάποιο φυσικό νόημα λόγω της προσέγγισης του προβλήματος μέσω των ΜΥΑ.
3. Οι μηνιαίες παροχές στις θέσεις μέτρησης πάνω σε υδατορεύματα δεν αποτελούν καλή προσέγγιση των αληθών υδρογραφημάτων καθόσον αυτές προέκυψαν από μια ή δύο 15-μερες μετρήσεις παροχής.

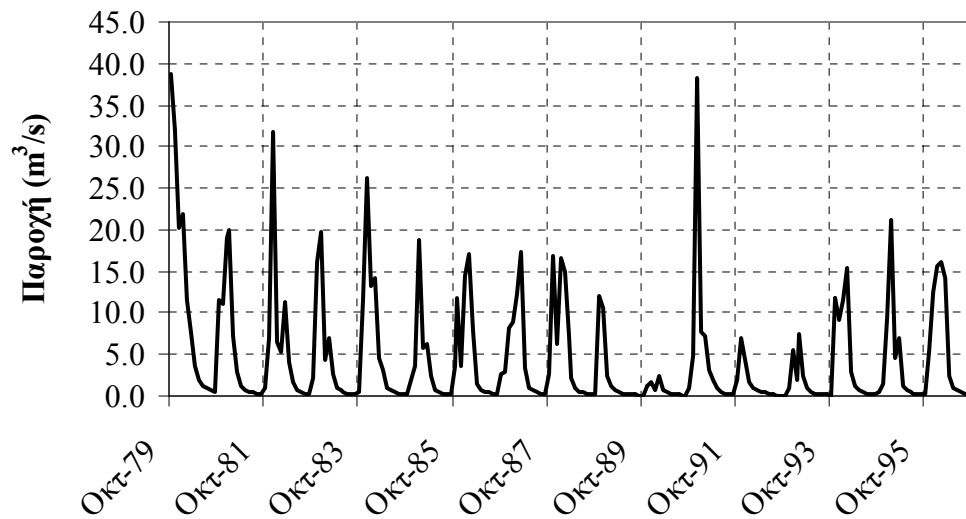
Τα παραπάνω μας οδήγησαν να πραγματοποιήσουμε αποκλειστικά προσομοίωση του εξεταζόμενου συστήματος με βάση τις αρχικές τιμές των παραμέτρων με τις οποίες έγινε η «εκκίνηση» του σχετικού αλγορίθμου βελτιστοποίησης. Αυτές ήταν ουσιαστικά μια άμεση μεταφορά των τιμών των παραμέτρων από τη λεκάνη του Βοιωτικού Κηφισού του Υ.Δ. της Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας (Rozos et al., 2004). Επίσης δεν θεωρήθηκαν καθόλου απολήψεις από τα υδατορεύματα. Αυτό ισοδυναμεί με προσομοίωση του συστήματος σε απόλυτα φυσικές συνθήκες (με τροποποιημένη όμως διαίτα, λόγω της αγνόησης των υπόγειων νερών της πεδιάδας) η οποία δίνει τη δυνατότητα να εκτιμηθεί η φυσική προσφορά νερού. Παρακάτω παρουσιάζονται οι προσομοιωμένες παροχές στους κόμβους του Σχήματος 4-1.



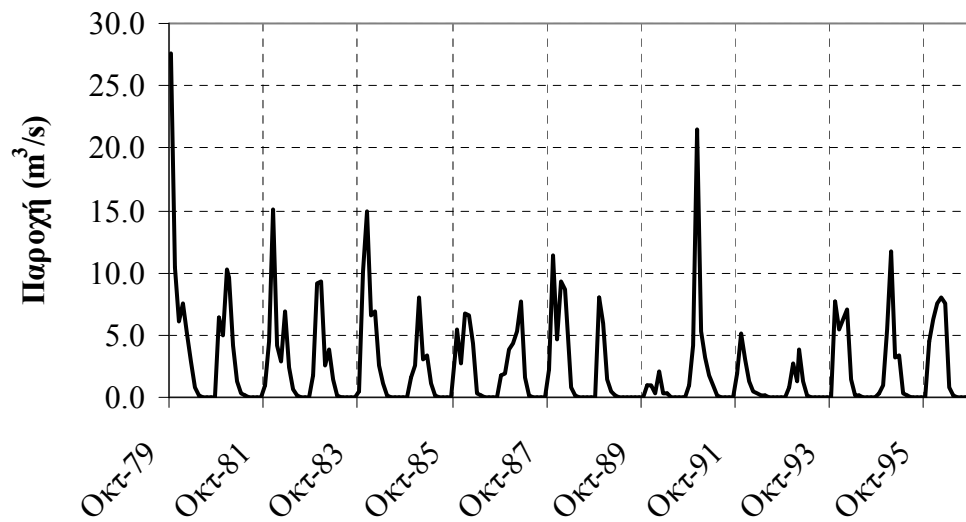
Σχήμα 5-9: Παροχή στην έξοδο της λεκάνης Δωρίου



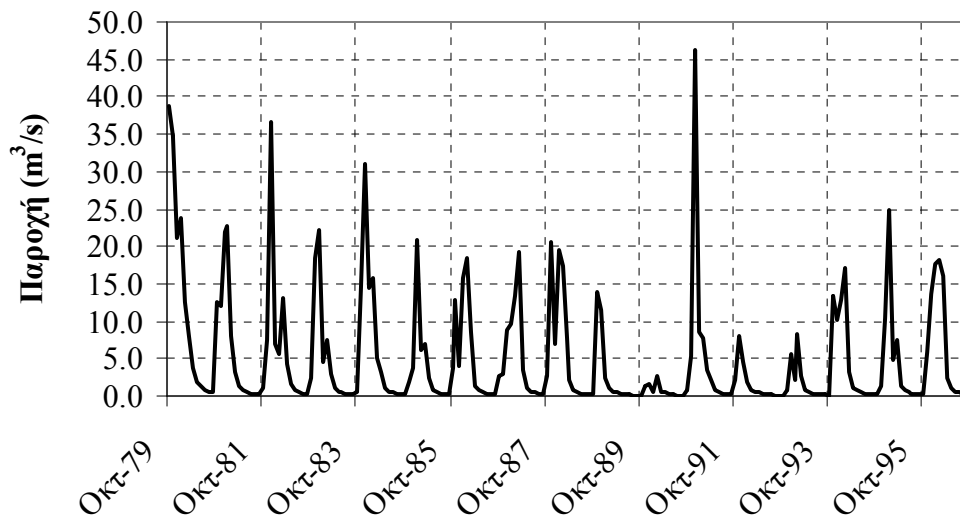
Σχήμα 5-10: Παροχή στην έξοδο λεκάνης Αμφίτα



Σχήμα 5-11: Παροχή στη συμβολή Κεφαλληνού – Αγ. Φλώρου



Σχήμα 5-12: Παροχή στην έξοδο της λεκάνης Αγ. Φλώρου



Σχήμα 5-13: Παροχή στην έξοδο της λεκάνης Παμίσου

Οι μέσες ετήσιες παροχές στις πέντε θέσεις που φαίνονται στα παραπάνω σχήματα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στον Πίνακα 5-1.

Πίνακας 5-1: Μέσες ετήσιες παροχές σε διάφορες θέσεις του υδρογραφικού δικτύου.

α/α	Θέση	Παροχή (m ³ /s)
1	Έξοδος λεκάνης Δωρίου	0.142
2	Έξοδος λεκάνης Αμφίτα	1.025
3	Συμβολή Κεφαλληνού – Αγ. Φλώρου	4.694
4	Έξοδος λεκάνης Αγ. Φλώρου	2.429
5	Έξοδος λεκάνης Παμίσου	5.186

Για την συγκεκριμένη περίοδο που εξετάστηκε (1979-96) η μέση ετήσια παροχή ήταν 5.186 m³/s ή, αλλιώς, 163.7×10⁶ m³.

Από το Σχέδιο Προγράμματος Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων της Χώρας (2003) εκτιμήσαμε τη ζήτηση του νερού για άρδευση τόσο υπό τις συνθήκες της εποχής σύνταξης εκείνου του σχεδίου (1996), όσο και για το σενάριο των τότε προγραμματισμένων ή υπό κατασκευή συλλογικών αρδευτικών έργων αλλά και για ένα μελλοντικό σενάριο που περιλαμβάνει όλα τα προταθέντα κατά καιρούς έργα. Με την παραδοχή της ετήσιας απαίτησης 600 m³/στρέμμα προέκυψαν οι εκτιμήσεις του Πίνακα 5-2.

Πίνακας 5-2: Ετήσια ζήτηση νερού για άρδευση

Σενάριο	Περιγραφή	Έκταση (στρέμματα)	Επί μέρους ετήσια ζήτηση ($\times 10^6 \text{ m}^3$)	Αθροιστική ετήσια ζήτηση ($\times 10^6 \text{ m}^3$)
0	Υφιστάμενες συνθήκες (1996)	67500	40.5	40.5
1	Προγραμματισμένα και υπό εκτέλεση έργα του 1996	101000	60.6	101.1
2	Προταθέντα έργα	205000	123	224.1

Όπως ήδη ελέχθη, η προσομοίωση που πραγματοποιήσαμε έδωσε μια εκτίμηση του υδατικού δυναμικού της συνολικής λεκάνης ίση με $163.7 \times 10^6 \text{ m}^3$. Σε μέση ετήσια βάση, η ποσότητα αυτή δείχνει να καλύπτει τη ζήτηση για το σύστημα με τα προγραμματισμένα και τα υπό εκτέλεση έργα του 1996, κάτι που προσεγγίζει συνθήκες του παρόντος και του άμεσου μέλλοντος. Βέβαια, αυτό απαιτεί σημαντικά έργα ταμίευσης γιατί οι θερινές παροχές είναι πολύ χαμηλές έως μηδενικές. Άρα χωρίς έργα ταμίευσης δεν είναι δυνατή η αξιοποίηση του επιφανειακού υδατικού δυναμικού της θεωρούμενης λεκάνης. Σήμερα, το πρόβλημα αντιμετωπίζεται, κατά ένα μικρό τουλάχιστον μέρος, με δύο τρόπους:

1. Με μικρά φράγματα εκτροπής πάνω στα θεωρούμενα υδατορεύματα
2. Με εκμετάλλευση των υπόγειων νερών της πεδιάδας της Μεσσηνίας που, όμως, αποτελούν τμήμα της παραπάνω εκτίμησης του υδατικού δυναμικού των $163.7 \times 10^6 \text{ m}^3$ (καθόσον αγνοήθηκαν τα υπόγεια νερά των προσχωματικών υδροφορέων).

Σε ό,τι αφορά το απώτατο σενάριο μελλοντικών έργων (Σενάριο 3), είναι φανερό ότι απαιτείται συνδυασμένη εκμετάλλευση των υδατικών πόρων της περιοχής και λεπτομερείς μελέτες με ενδεχόμενη αναδιάρθρωση καλλιεργειών, σύγχρονες μεθόδους άρδευσης, σύγχρονα δίκτυα με αυτοματισμούς κλπ.

Σημειώνεται ότι η σημερινή κατάσταση δεν αποτυπώνεται απόλυτα στις εκτιμήσεις του σεναρίου 2 καθόσον υπάρχει πληθώρα μη συλλογικών έργων που, σε ένα ποσοστό, δεν περιλαμβάνονται σε αυτές τις εκτιμήσεις. Έτσι, πιστεύουμε ότι η σημερινή κατάσταση είναι πλησιέστερη προς την εκτίμηση που έγινε στην παρούσα εργασία και φαίνεται σε μορφή χρονοσειράς στο Σχήμα 5-8. Η μέση ετήσια ζήτηση για άρδευση, σύμφωνα με τις εκτιμήσεις μας, είναι $195.1 \times 10^6 \text{ m}^3$. Εάν ληφθούν υπόψη οι παραδοχές που έγιναν, τόσο στην εκτίμηση της προσφοράς όσο και της

ζήτησης του νερού, το υδατικό δυναμικό της λεκάνης φαίνεται να επαρκεί οριακά για την κάλυψη της ζήτησης για άρδευση και με την προϋπόθεση της σχεδόν πλήρους εκμετάλλευσής του, πράγμα που απαιτεί σημαντικά έργα.

6 Συμπεράσματα

6.1 Συμπεράσματα από τη χρήση του μοντέλου ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ

Στη διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε προσομοίωση τμήματος του υδροσυστήματος της Δυτικής Πελοποννήσου, με εφαρμογή του λογισμικού ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ. Ειδικότερα, η προσομοίωση αφορούσε τη λεκάνη του ποταμού Παμίσου.

Το υδροσύστημα της Δυτικής Πελοποννήσου είναι ιδιαίτερα πολύπλοκο τόσο λόγω της γεωμορφολογίας του όσο και λόγω της εκτεταμένης χρήσης αρδευτικού νερού. Λόγω της αλληλεπίδρασης των διεργασιών, φυσικών και ανθρωπογενών, απαιτείται μια ολιστική προσέγγιση όσον αφορά την προσομοίωση του υδροσυστήματος. Το λογισμικό ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ παρέχει αυτή τη δυνατότητα, αφού ενσωματώνει διαδικασίες αναπαράστασης των επιφανειακών και υπόγειων υδρολογικών διεργασιών, ταυτόχρονα με την περιγραφή της λειτουργίας των τεχνικών έργων αξιοποίησης των υδατικών πόρων της λεκάνης.

Βεβαίως, το λογισμικό, από μόνο του, δεν αρκεί ούτε μπορεί να υποκαταστήσει την επιστημονική εμπειρία και κρίση, η οποία είναι απαραίτητη τόσο κατά τη σχηματοποίηση του υδροσυστήματος όσο και κατά τη βαθμονόμηση των παραμέτρων του. Ειδικότερα στη σχηματοποίηση του υπό μελέτη υδροσυστήματος, μπορούμε να εκμεταλλευτούμε το σύνολο της διαθέσιμης γνώσης για το υδροσύστημα. Αυτή περιλαμβάνει τρία επίπεδα προσομοίωσης:

- Το υδρογραφικό δίκτυο, η χάραξη του οποίου γίνεται με βάση τις θέσεις μέτρησης της παροχής (κόμβοι, στους οποίους ελέγχεται η απορροή)
- ο υδροφορέας, η διακριτοποίηση του οποίου βασίζεται στη γνώση της πιεζομετρίας της περιοχής
- το σχήμα διαχείρισης των υδατικών πόρων, που μπορεί να περιγραφεί με όση λεπτομέρεια επιτρέπει η γνώση του συγκεκριμένου ζητήματος, καθώς το μοντέλο παρέχει απεριόριστη ευελιξία.

Όσον αφορά στη διαδικασία της βαθμονόμησης, το πρόγραμμα επιτρέπει στο χρήστη την επιλογή των προς βελτιστοποίηση παραμέτρων και τη διατύπωση των κριτηρίων

καλής προσαρμογής. Παρέχεται ιδιαίτερη ευελιξία στην αξιοποίηση της παρεχόμενης υδρολογικής πληροφορίας, ανεξάρτητα από το χρονικό βήμα και τον τύπο της πληροφορίας.

Επιπλέον, το μοντέλο ενσωματώνει μια εξελιγμένη τεχνική βελτιστοποίησης, που εντοπίζει με σχετικά μικρό αριθμό δοκιμών τη βέλτιστη λύση σε έντονα μη γραμμικούς χώρους αναζήτησης. Πρόκειται για ένα σημαντικό εργαλείο, που σε συνδυασμό με την παρέμβαση του χρήστη, βοηθά στην προσέγγιση μιας λύσης, που εξασφαλίζει ικανοποιητική προσαρμογή του μοντέλου για το σύνολο των κριτηρίων που έχουν τεθεί.

Αναμφίβολα, σε πολύπλοκες εφαρμογές σε συνθήκες έλλειψης κατάλληλων δεδομένων, όπως είναι η περίπτωση της λεκάνης του Πάμισου, η διαδικασία της βαθμονόμησης, παρά τη χρήση αυτοματοποιημένων τεχνικών βελτιστοποίησης, αποδείχτηκε ιδιαίτερα χρονοβόρα. Στην πραγματικότητα, η σχηματοποίηση και βαθμονόμηση δεν είναι δύο αυστηρά «σειριακές» διαδικασίες, αλλά δύο αλληλένδετες εργασίες που η μία κατευθύνει την άλλη.

6.2 Συμπεράσματα για το υδροσύστημα της Δυτικής Πελοποννήσου

Η διπλωματική εργασία είχε ως σκοπό την κατανόηση της συμπεριφοράς του επιφανειακού και υπόγειου υδροσυστήματος σε τμήμα του Υ. Δ. της Δυτικής Πελοποννήσου και ειδικότερα στη λεκάνη του Παμίσου. Η κατανόηση αυτή αποτελεί αναγκαία συνθήκη για την κατάρτιση επιχειρησιακών σχεδίων ορθολογικής διαχείρισης των υδατικών πόρων της περιοχής.

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα της μελέτης στην περιοχή της λεκάνης του Παμίσου όπου έγινε η εφαρμογή, μπορούμε να σταθούμε στα παρακάτω σημεία:

1. Υπό τις υφιστάμενες συνθήκες, ένα σημαντικό αλλά άγνωστο ποσοστό των αρδευτικών αναγκών καλύπτονται από τα υπόγεια νερά, είτε λόγω της ανεπάρκειας της θερινής παροχής του ποταμού, είτε λόγω της ύπαρξης γεωτρήσεων σε συνδυασμό με απουσία υδροληπτικών έργων στο ποτάμι. Αυτό, σε συνδυασμό την έλλειψη κατάλληλων υδρολογικών δεδομένων, κατέστησε ουσιαστικά αδύνατη την βαθμονόμηση των μοντέλων της ΥΔΡΟΓΕΙΟΥ.
2. Η έλλειψη δεδομένων για τους προσχωματικούς υδροφορείς της πεδιάδας Μεσσηνίας μας οδήγησε να μοντελοποιήσουμε μόνον το καρστικό σύστημα του

Ταυγέτου που εκφορτίζεται στις πηγές Αγίου Φλώρου και Πηδήματος. Έτσι, η προσομοιωμένη δίαιτα των νερών της λεκάνης δεν αποτυπώνει απόλυτα τις υφιστάμενες φυσικές συνθήκες αλλά ούτε και τις συνθήκες εκμετάλλευσης των υδατικών πόρων. Θεωρούμε όμως ότι επιτρέπει την χονδροειδή εκτίμηση του συνολικού υδατικού δυναμικού της λεκάνης και την εξαγωγή συμπερασμάτων για τη δυνατότητα αξιοποίησης των υδατικών πόρων.

3. Ένα άλλο κρίσιμο στοιχείο που δεν επέτρεψε τη βαθμονόμηση των μοντέλων της ΥΔΡΟΓΕΙΟΥ είναι: (α) η έλλειψη κατάλληλων υδρομετρικών και σταθμημετρικών δεδομένων για την εξαγωγή καμπυλών στάθμης – παροχής και (β) η έλλειψη συνεχούς ή ημερήσιας καταγραφής της στάθμης των υδατορευμάτων. Αυτό μας οδήγησε να καταρτίσουμε χρονοσειρές μηνιαίας παροχής με βάση μια ή δύο υδρομετρήσεις το μήνα (συνήθως για χαμηλές παροχές του μήνα) με αποτέλεσμα να ληφθούν δεδομένα με μεγάλα σφάλματα (συστηματική και άγνωστη υποεκτίμηση).
4. Ακόμη, δεν βρέθηκαν στοιχεία για τα μικρά φράγματα σε συμβάλλοντα ρέματα του Παμίσου. Έτσι, δεν λήφθηκε υπόψη κανένα έργο ταμίευσης στη λεκάνη αλλά, ούτως ή άλλως, τα έργα αυτά είναι μικρής χωρητικότητας και πρόκειται ουσιαστικά για έργα εκτροπής των θερινών παροχών.
5. Οι εκτιμήσεις της ζήτησης νερού για άρδευση και της προσφοράς νερού (υδατικό δυναμικό) στη λεκάνη δείχνουν ότι, σε μέση ετήσια βάση, καλύπτονται οι βραχυπρόθεσμες ή μεσοπρόθεσμες ανάγκες, αλλά αυτό απαιτεί έργα και μέτρα διαχείρισης του νερού και κυρίως έργα ταμίευσης. Το όχι και τόσο ευνοϊκό για κατασκευή ταμιευτήρων και λιμνοδεξαμενών ανάγλυφο, τουλάχιστον στην πεδιάδα, απαιτεί άλλες λύσεις με συνδυασμένη χρήση επιφανειακών και υπόγειων νερών (τεχνητός εμπλουτισμός υδροφορέων) ώστε με την αναρρύθμιση της δίαιτας των νερών να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα της χρονικής ασυμβατότητας προσφοράς και ζήτησης νερού (μεγάλη ζήτηση και μικρές παροχές το καλοκαίρι).
6. Η έρευνα που έγινε κατέδειξε την αναγκαιότητα της ύπαρξης συστηματικών μετρήσεων, σε αντιπροσωπευτικά σημεία του υδροσυστήματος. Είναι προφανής η ανάγκη αναβάθμισης και σοβαρής ενίσχυσης της μετρητικής υποδομής στη λεκάνη. Ιδιαίτερα κρίσιμο θέμα είναι η συστηματική παρακολούθηση της διακύμανσης της παροχής του ποταμού και των πηγών σε διάφορες θέσεις καθώς

και η παρακολούθηση της στάθμης σε ικανό αριθμό γεωτρήσεων στους υπόγειους υδροφορείς. Είναι, εξ άλλου, γνωστό ότι, όσο αυξάνει η υδρολογική πληροφορία, τόσο μειώνεται η αβεβαιότητα που ενυπάρχει στη διαδικασία βαθμονόμησης των χρησιμοποιούμενων μοντέλων και τόσο καλύτερα μπορούμε να προσεγγίσουμε την πραγματικότητα για εξαγωγή αξιόπιστων συμπερασμάτων για το πρόβλημα της διαχείρισης των υδατικών πόρων της περιοχής.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνικές αναφορές

- Ευστρατιάδης Α., Α. Κουκουβίνος, Ε. Ρόζος, και Ι. Ναλμπάντης, Θεωρητική τεκμηρίωση μοντέλου προσομοίωσης υδρολογικών – υδρογεωλογικών διεργασιών λεκάνης απορροής, Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικών Συστημάτων σε Σύζευξη με Εξελιγμένο Υπολογιστικό Σύστημα (ΟΔΥΣΣΕΥΣ), Ανάδοχος : NAMA, Τεύχος 4, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Σεπτέμβριος 2005.
- Ευστρατιάδης Α., Ι. Ναλμπάντης, και Ε. Ρόζος, Μοντέλο προσομοίωσης του υδρολογικού κύκλου στη λεκάνη Βοιωτικού Κηφισού – Υλίκης, Εκσυγχρονισμός της εποπτείας και διαχείρισης του συστήματος των υδατικών πόρων ύδρευσης της Αθήνας, Τεύχος 21, 196 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ιανουάριος 2004.
- Κουτσογιάννης Δ., και Θ. Ξανθόπουλος, Τεχνική Υδρολογία, Έκδοση 3, 418 σελίδες, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 1999.
- Ολοκληρωμένο και σύγχρονο πλαίσιο για τη διαχείριση και προστασία των υδατικών πόρων στη χώρα μας, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2007
- Τσακίρης Γ., Τεχνική Υδρολογία, 671 σελίδες, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα 1995.
- Σχέδιο Προγράμματος Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων της Χώρας, ΕΜΠ, Αθήνα 2003

Ξένες αναφορές

- Bear, J., *Hydraulics of groundwater*, McGraw – Hill, New York, 1979.
- Beven, K. J., Changing ideas in Hydrology – The case of Physically – based models, *Journal of Hydrology*, 105, 157-172, 1989.
- Dingman, S. L., *Physical Hydrology*, Prentice – Hall, Englewood cliffs, New Jersey, 1994.
- Nalbantis, I., E. Rozos, G. M. T. Tentes, A. Efstratiadis, and D. Koutsoyiannis, Integrating groundwater models within a decision support system, *Proceedings of the 5th International Conference Of European Water Resources Association: “Water Resources Management in the Era of Transition”*, edited by G. Tsakiris, Athens, 279-286, European Water Resources Association, Athens, 2002.
- Rozos, E., and D. Koutsoyiannis, Application of the integrated Finite Difference Method in groundwater flow, 2nd General Assembly of the European Geosciences Union, *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 7, Vienna, 00579, European Geosciences Union, 2005.

Rozos, E., Efstratiadis, A., Nalbantis, I., and Koutsoyiannis, D.: Calibration of a semi-distributed model for conjunctive simulation of surface and groundwater flows, Hydrolog. Sci. J., 49(5), 819-842, 2004.

Refsgaard, J. C., Parameterisation, calibration and validation of distributed hydrological models, Journal of Hydrology, 198, 69-97, 1997.

Υπηρεσίες που συνεργαστήκαμε για την παροχή στοιχείων

Ε.Σ.Υ.Ε.

Υ.Π.Ε.ΧΩ.Δ.Ε.

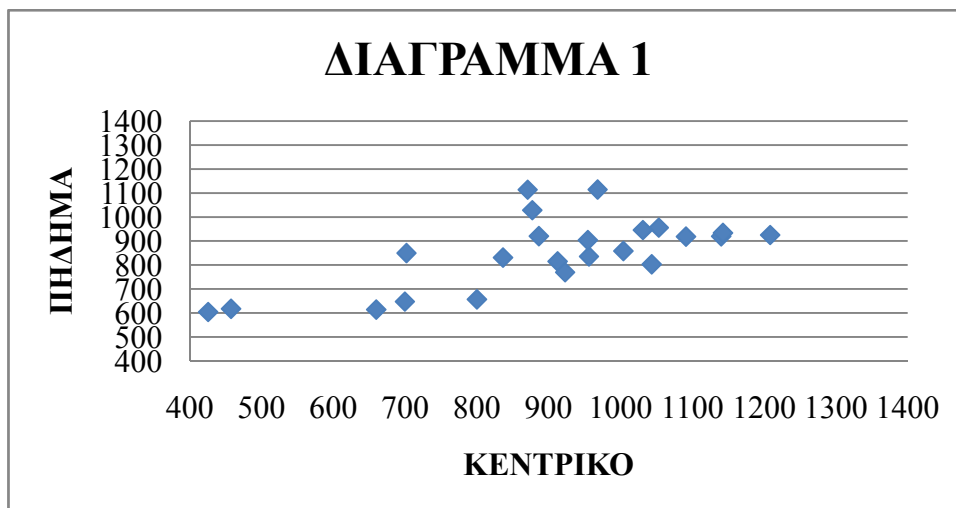
ΥΠ.Γ.Ε.

ΠΔΕ

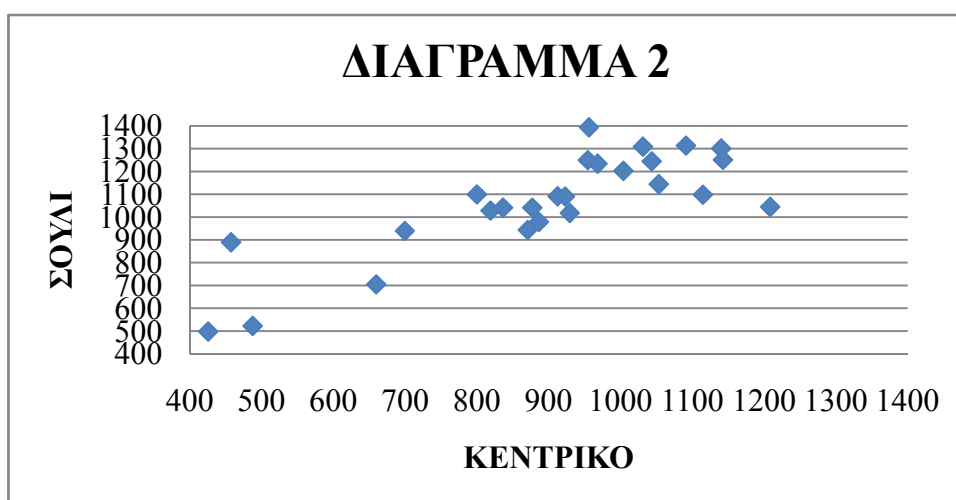
Ε.Μ.Υ.

Ι.Γ.Μ.Ε.

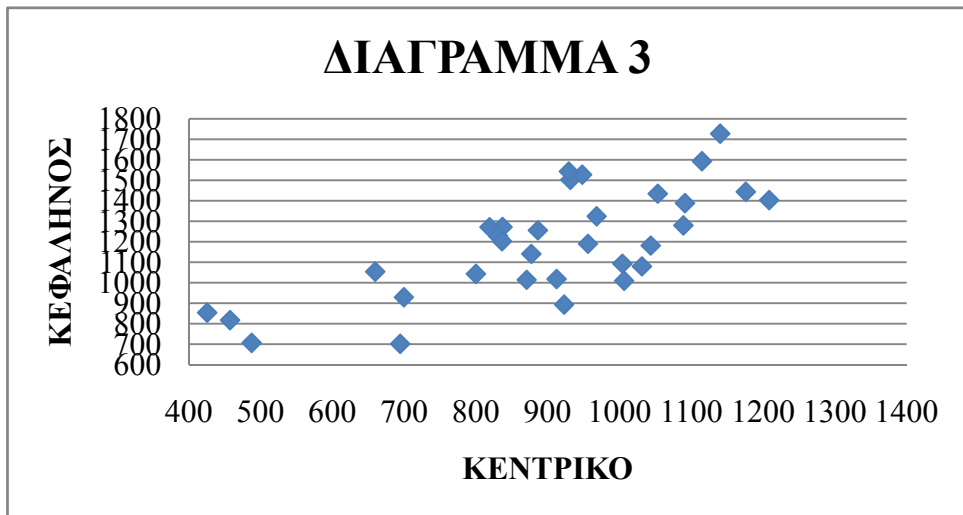
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι (ΕΛΕΓΧΟΣ ΟΜΟΓΕΝΕΙΑΣ)



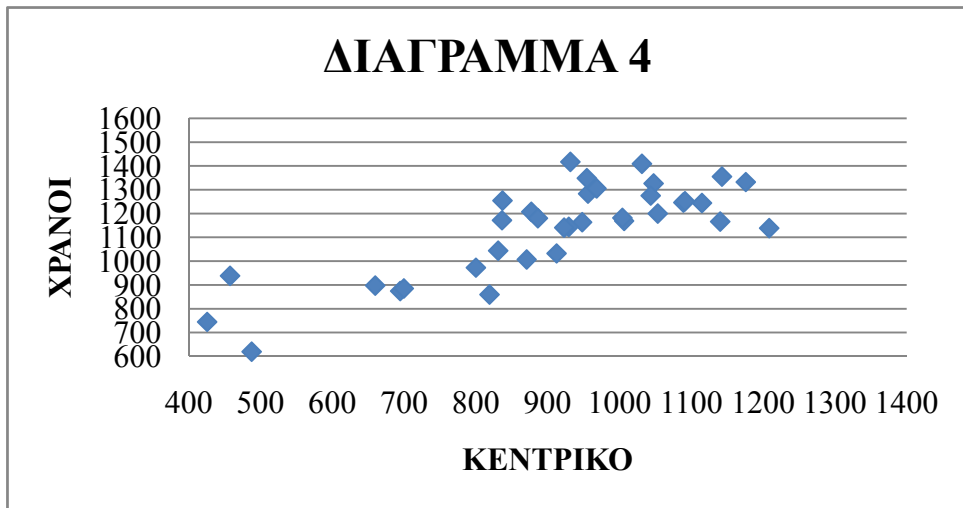
Σχήμα Ι-1 : Συσχέτιση ετήσιων υψών βροχόπτωσης Πηδήματος – Κεντρικού



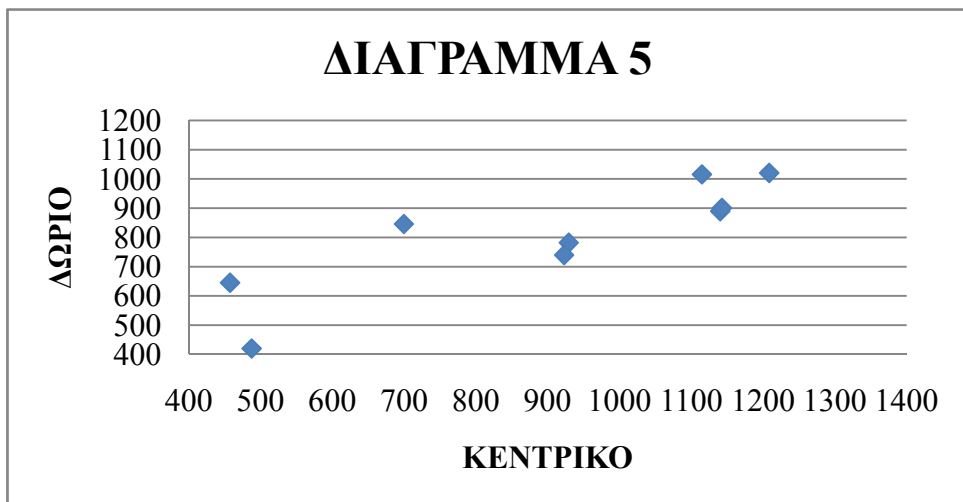
Σχήμα Ι-2 : Συσχέτιση ετήσιων υψών βροχόπτωσης Σουλίου - Κεντρικού



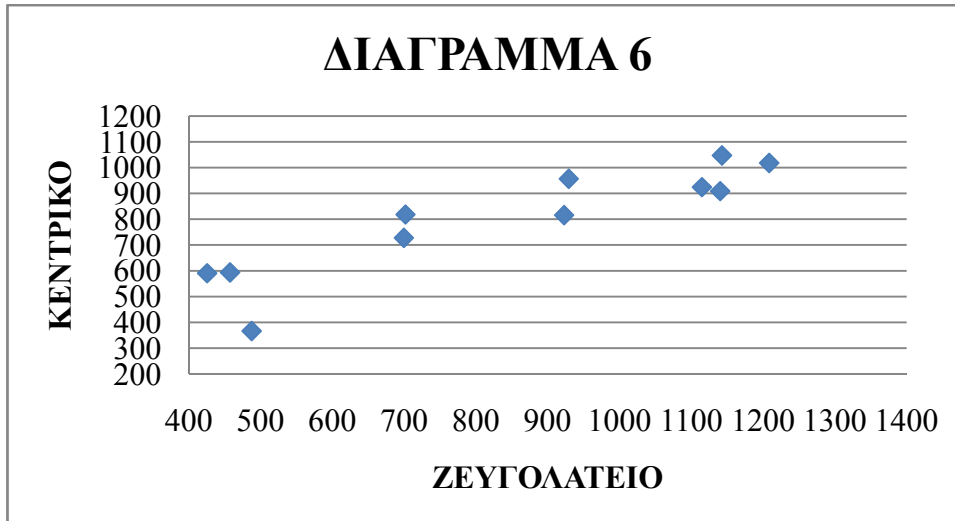
Σχήμα Ι-3 : Συσχέτιση ετήσιων υψών βροχόπτωσης Κεφαλληνού - Κεντρικού



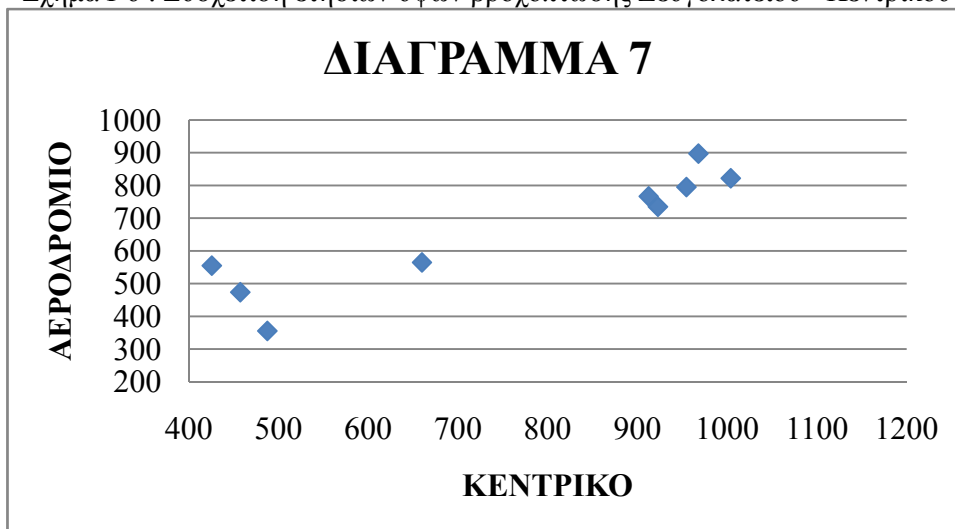
Σχήμα Ι-4 : Συσχέτιση ετήσιων υψών βροχόπτωσης Χράνων - Κεντρικού



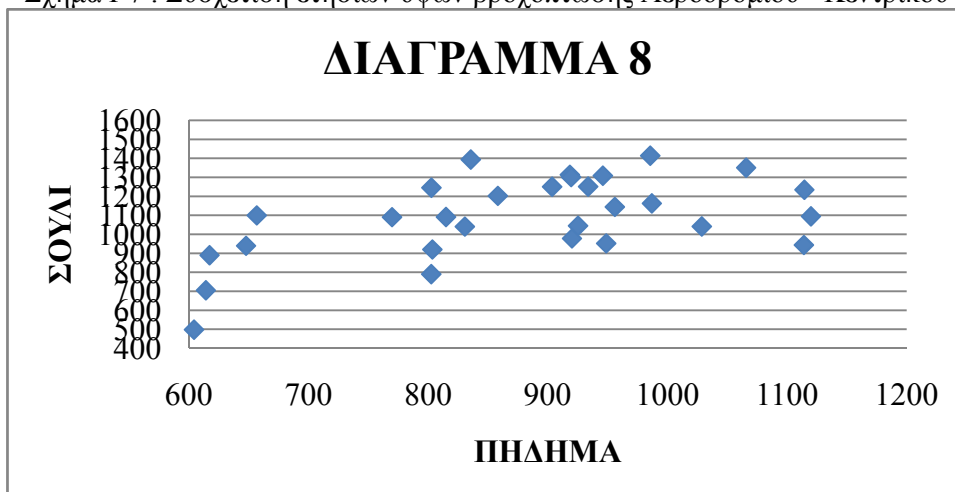
Σχήμα Ι-5 : Συσχέτιση ετήσιων υψών βροχόπτωσης Δωρίου - Κεντρικού



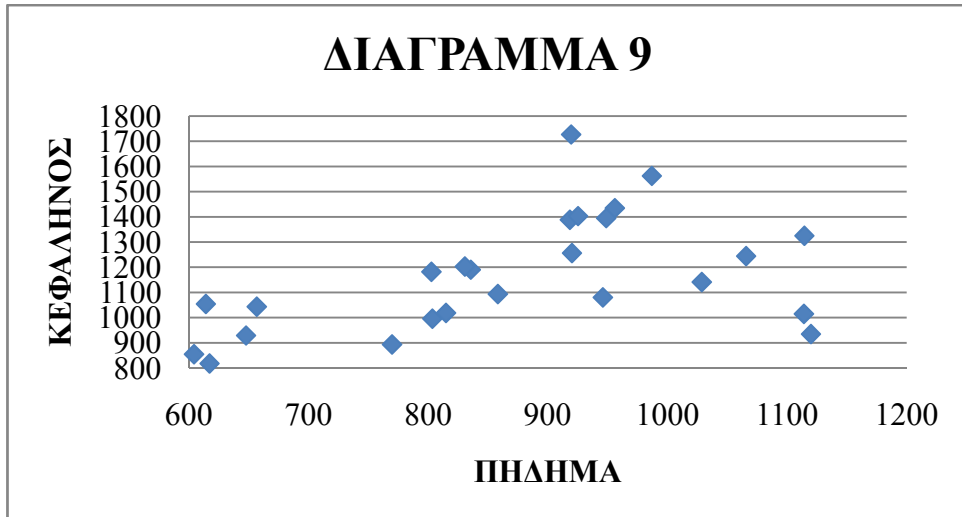
Σχήμα I-6 : Συσχέτιση ετήσιων υψών βροχόπτωσης Ζευγολατειού - Κεντρικού



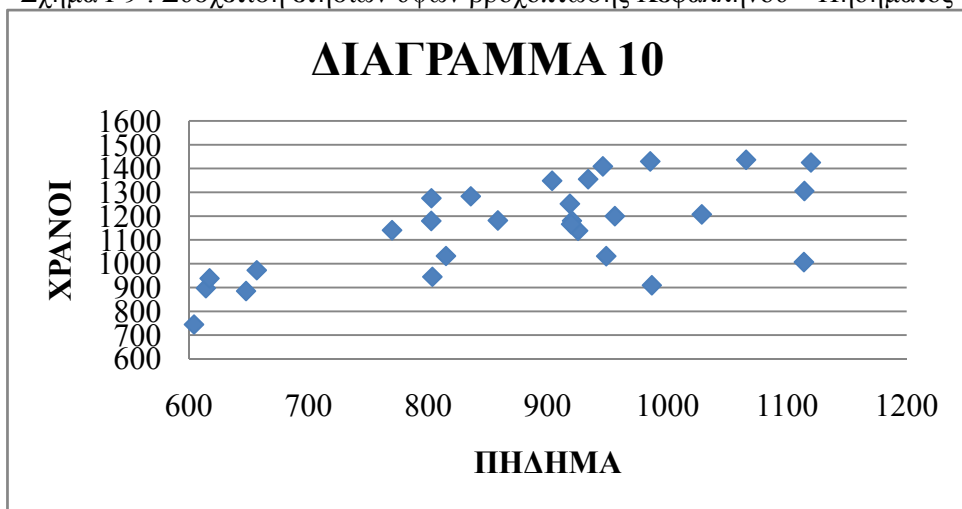
Σχήμα I-7 : Συσχέτιση ετήσιων υψών βροχόπτωσης Αεροδρομίου - Κεντρικού



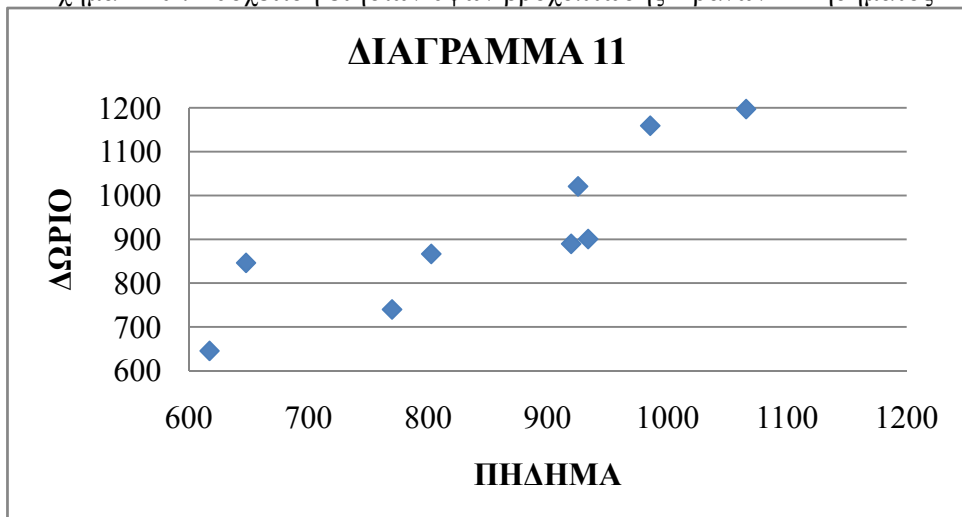
Σχήμα I-8 : Συσχέτιση ετήσιων υψών βροχόπτωσης Σουλίου – Πηδήματος



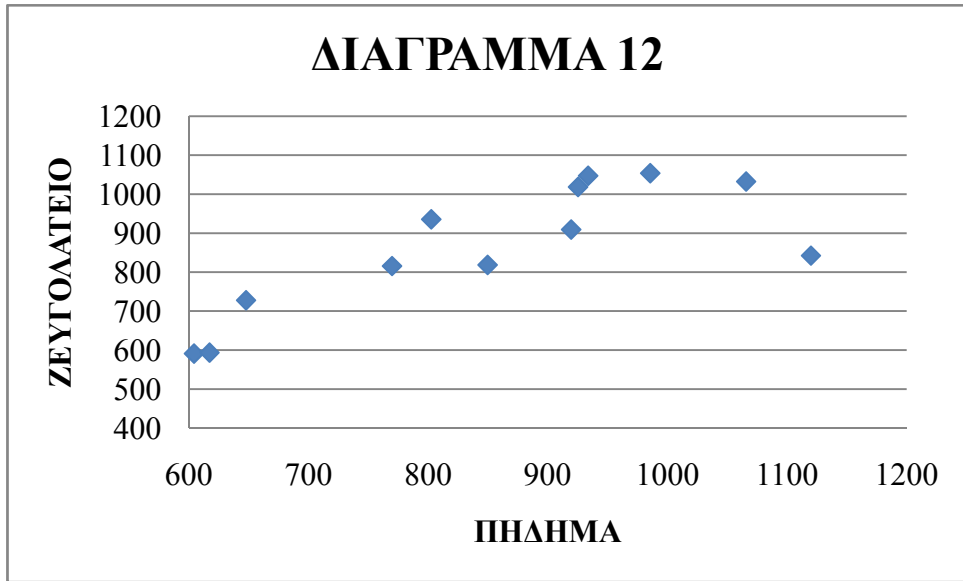
Σχήμα I-9 : Συσχέτιση ετήσιων υψών βροχόπτωσης Κεφαλληνού – Πηδήματος



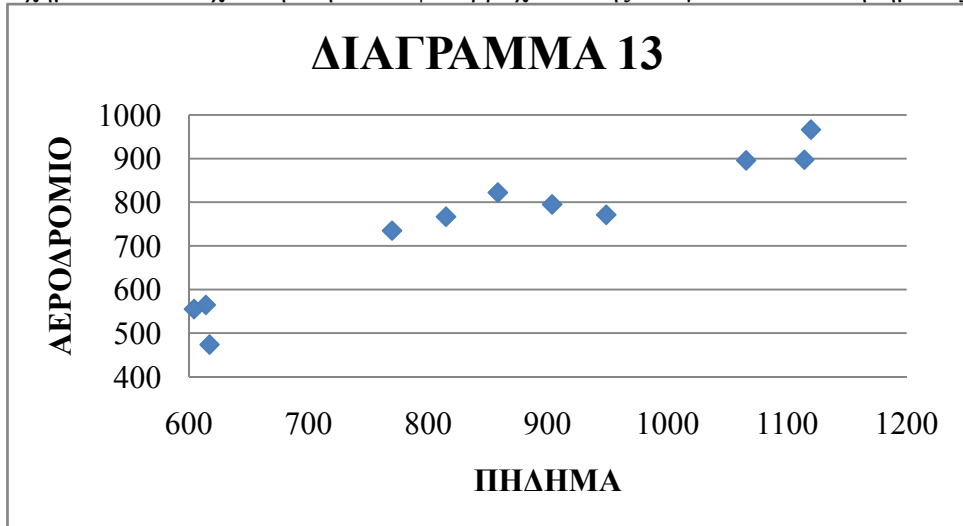
Σχήμα I-10 : Συσχέτιση ετήσιων υψών βροχόπτωσης Χράνων – Πηδήματος



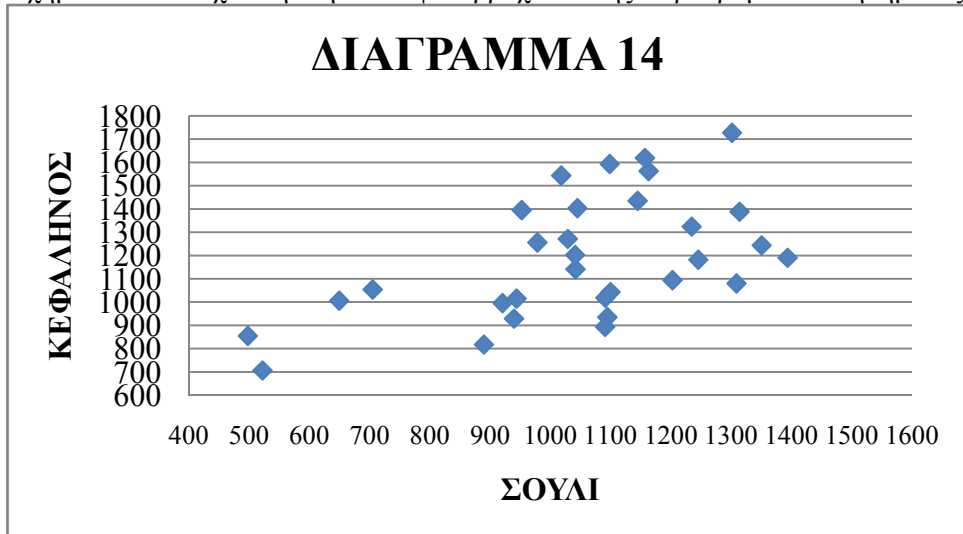
Σχήμα I-11 : Συσχέτιση ετήσιων υψών βροχόπτωσης Δωρίου – Πηδήματος



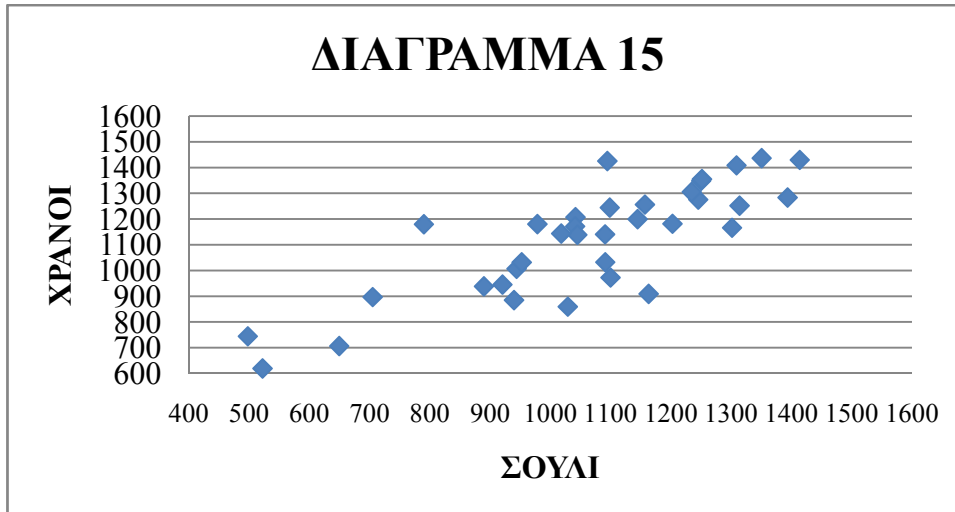
Σχήμα I-12 : Συσχέτιση ετήσιων υψών βροχόπτωσης Ζευγολατειού – Πηδήματος



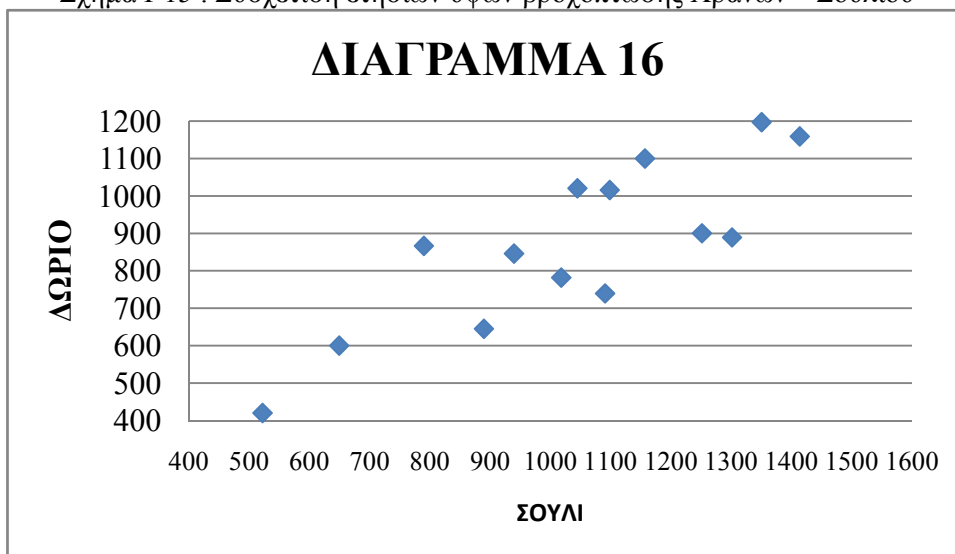
Σχήμα I-13 : Συσχέτιση ετήσιων υψών βροχόπτωσης Αεροδρομίου – Πηδήματος



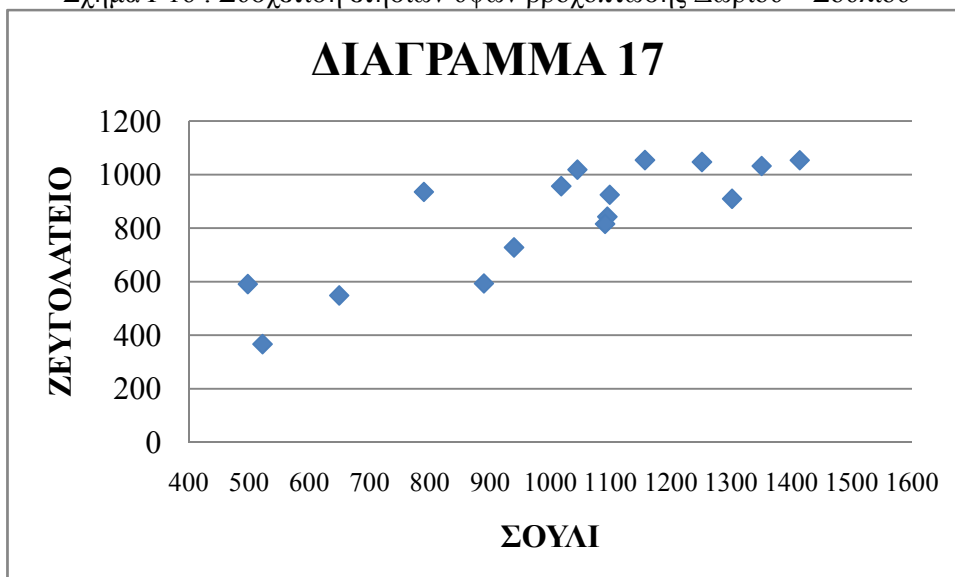
Σχήμα I-14 : Συσχέτιση ετήσιων υψών βροχόπτωσης Κεφαλληνού – Σουλίου



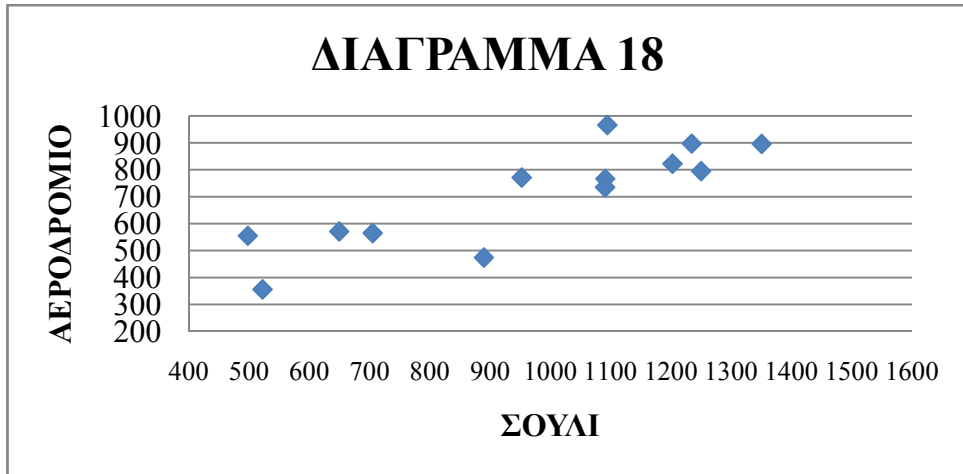
Σχήμα I-15 : Συσχέτιση ετήσιων υψών βροχόπτωσης Χράνων – Σουλίου



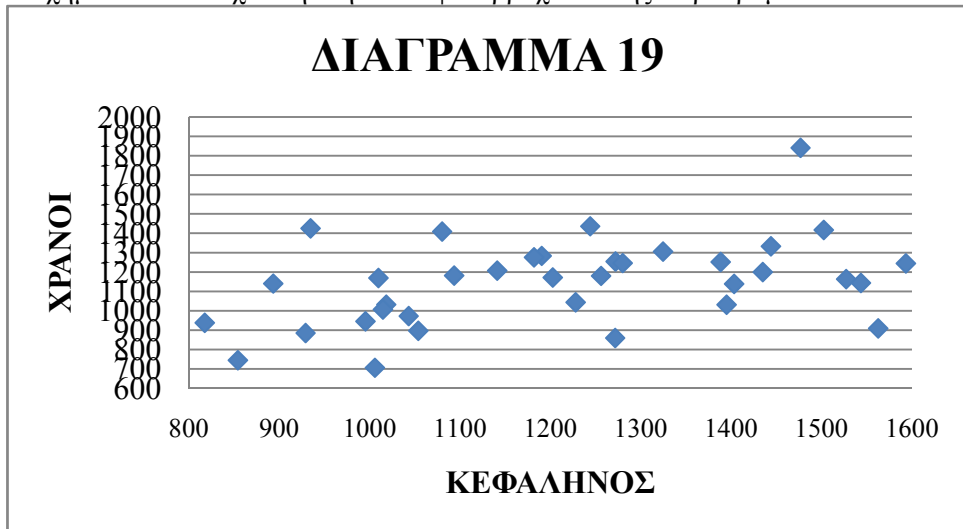
Σχήμα I-16 : Συσχέτιση ετήσιων υψών βροχόπτωσης Δωρίου – Σουλίου



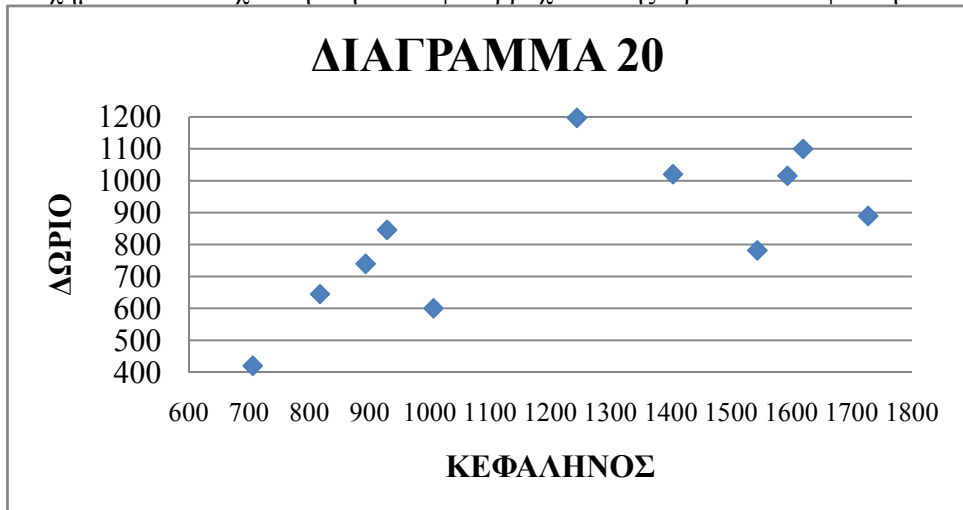
Σχήμα I-17 : Συσχέτιση ετήσιων υψών βροχόπτωσης Ζευγολατειού – Σουλίου



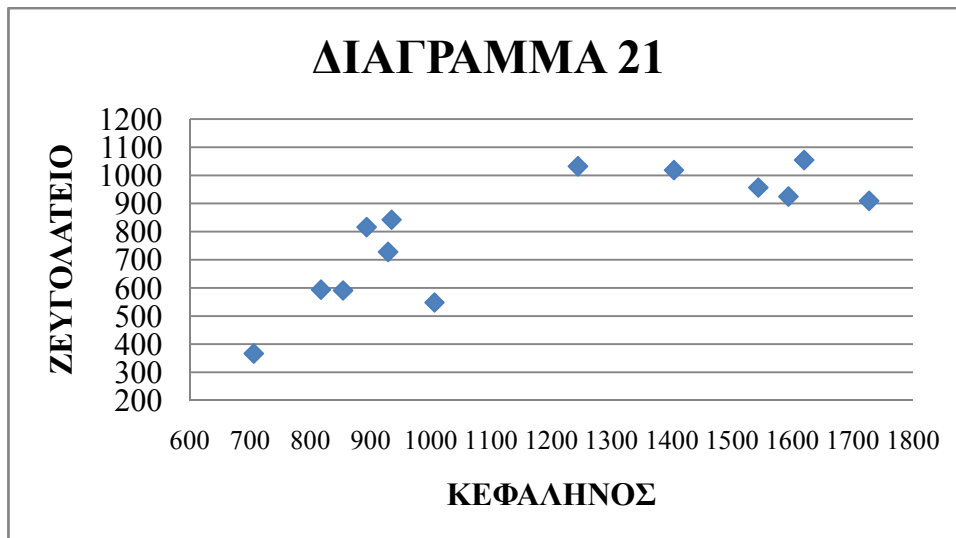
Σχήμα I-18 : Συσχέτιση ετήσιων υψών βροχόπτωσης Αεροδρομίου – Σουλίου



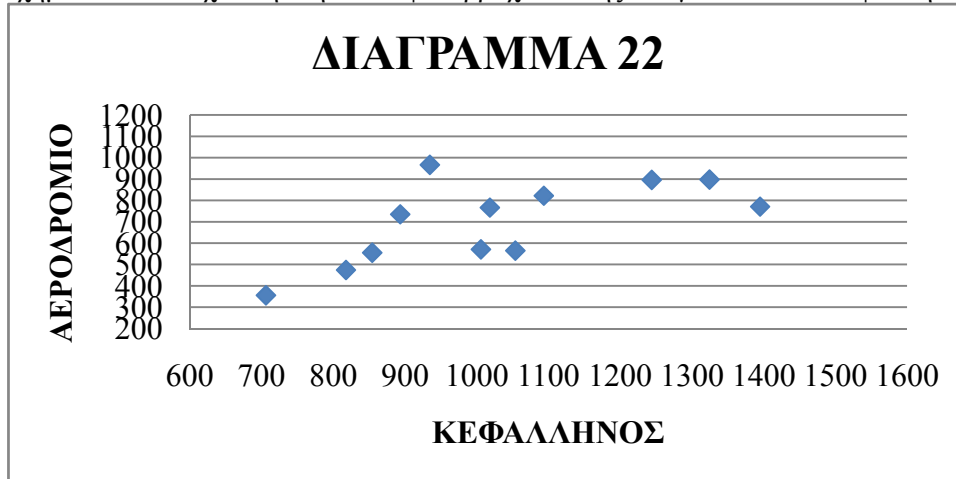
Σχήμα I-19 : Συσχέτιση ετήσιων υψών βροχόπτωσης Χράνων – Κεφαλληνού



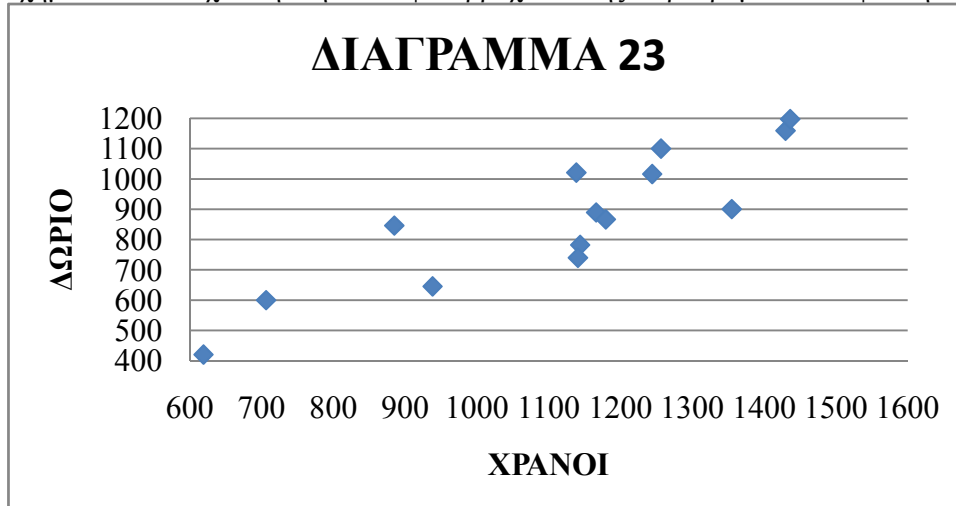
Σχήμα I-20 : Συσχέτιση ετήσιων υψών βροχόπτωσης Δωρίου – Κεφαλληνού



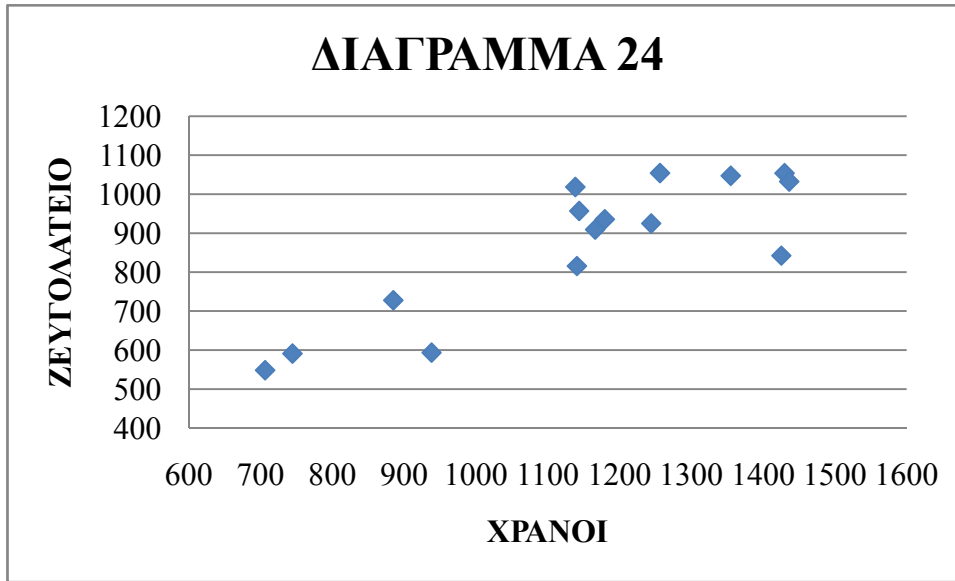
Σχήμα I-21 : Συσχέτιση ετήσιων υψών βροχόπτωσης Ζευγολατειού – Κεφαλληνού



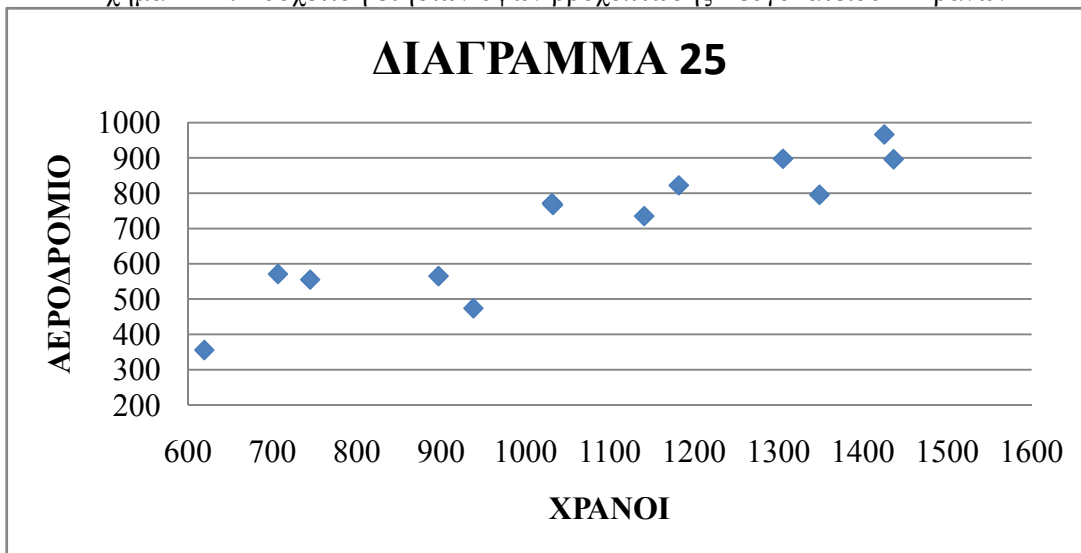
Σχήμα I-22 : Συσχέτιση ετήσιων υψών βροχόπτωσης Αεροδρομίου – Κεφαλληνού



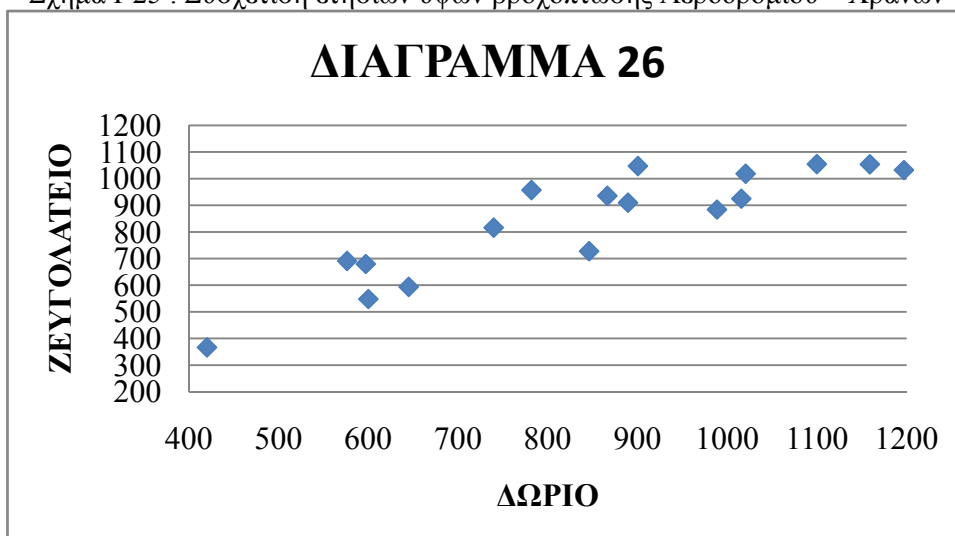
Σχήμα I-23 : Συσχέτιση ετήσιων υψών βροχόπτωσης Δωρίου – Χράνων



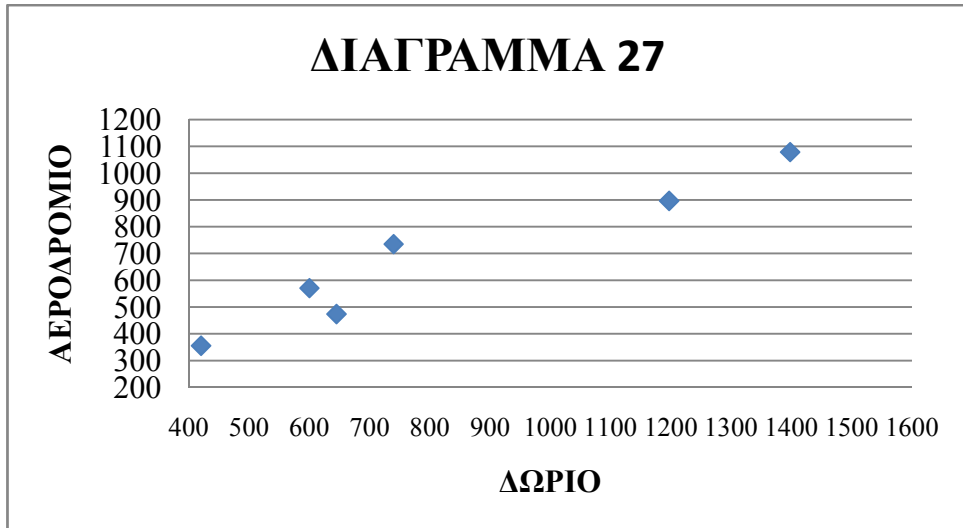
Σχήμα I-24 : Συσχέτιση ετήσιων υψών βροχόπτωσης Ζευγολατειού – Χράνων



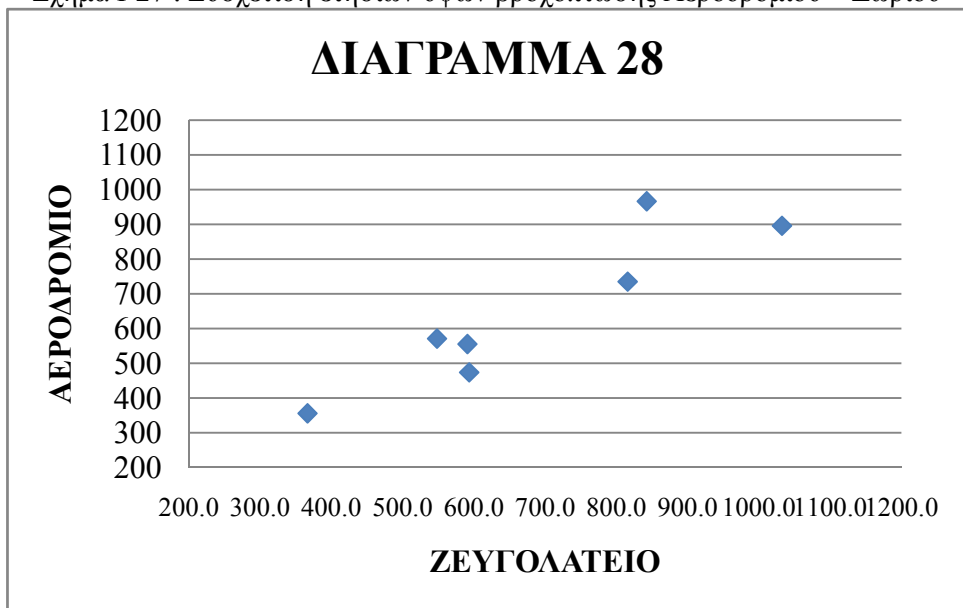
Σχήμα I-25 : Συσχέτιση ετήσιων υψών βροχόπτωσης Αεροδρομίου – Χράνων



Σχήμα I-26 : Συσχέτιση ετήσιων υψών βροχόπτωσης Ζευγολατειού – Δωρίου

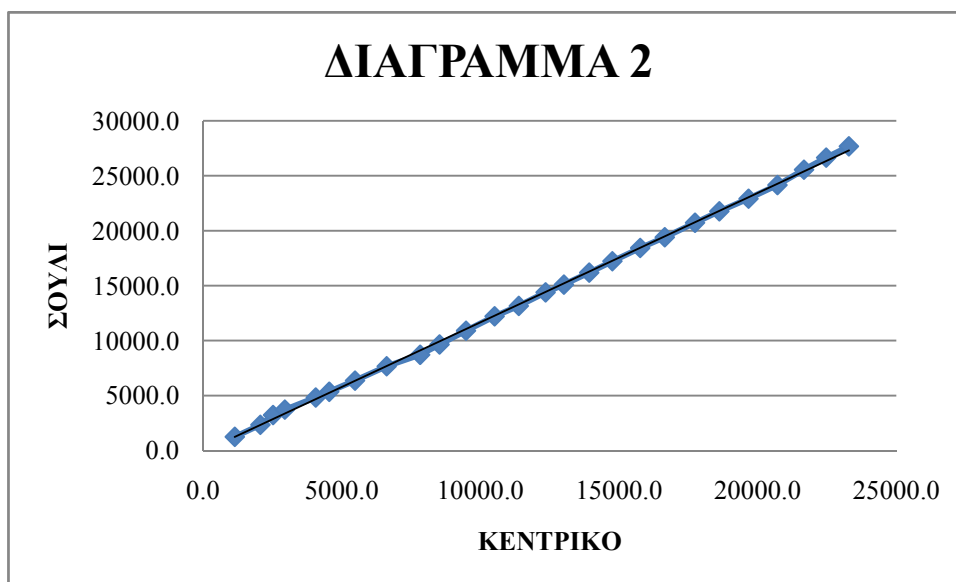
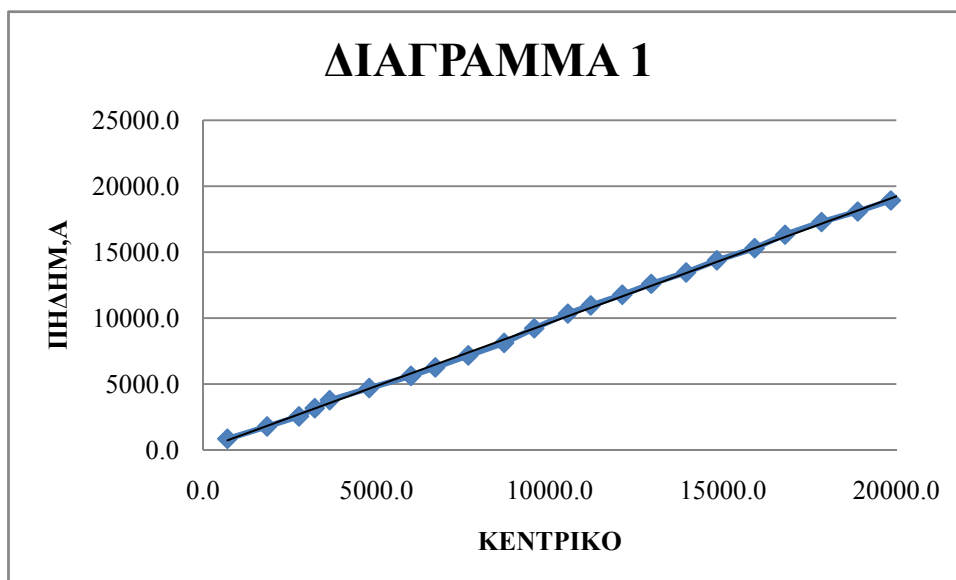


Σχήμα I-27 : Συσχέτιση ετήσιων υψών βροχόπτωσης Αεροδρομίου – Δωρίου

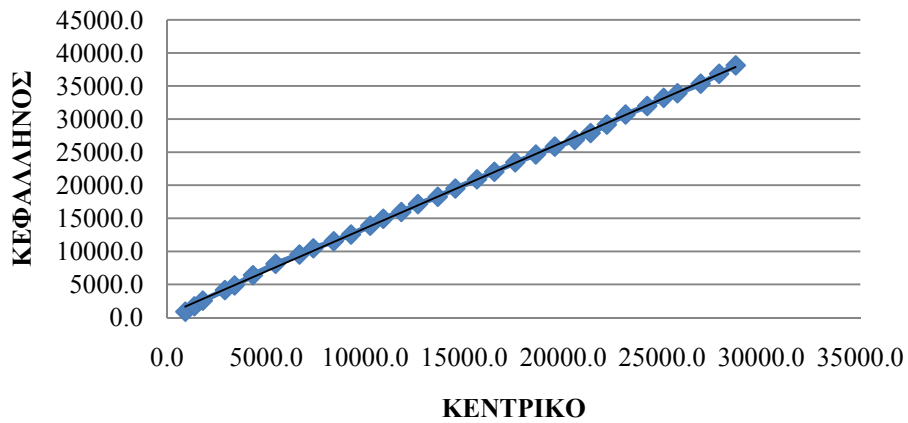


Σχήμα I-28 : Συσχέτιση ετήσιων υψών βροχόπτωσης Αεροδρομίου – Ζευγολατειού

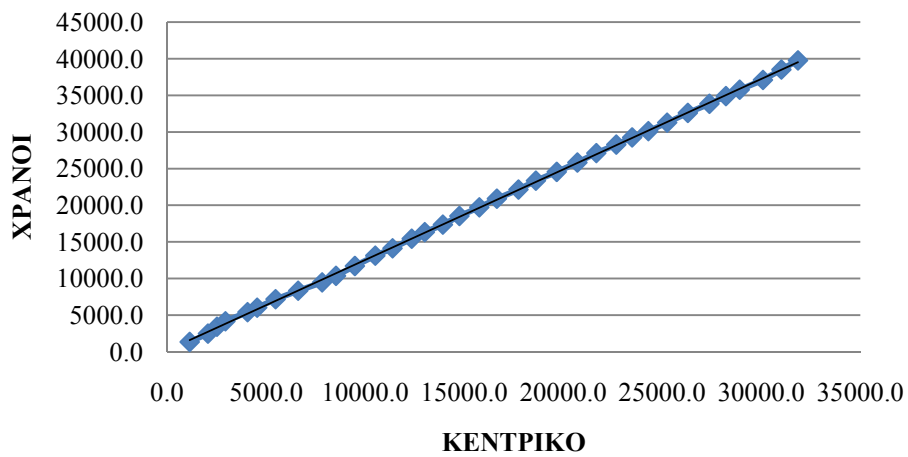
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ (ΔΙΠΛΕΣ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ)



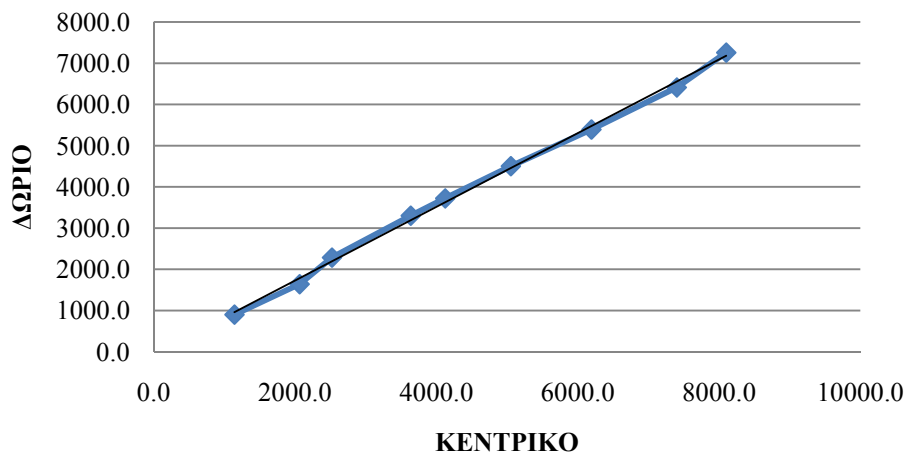
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3



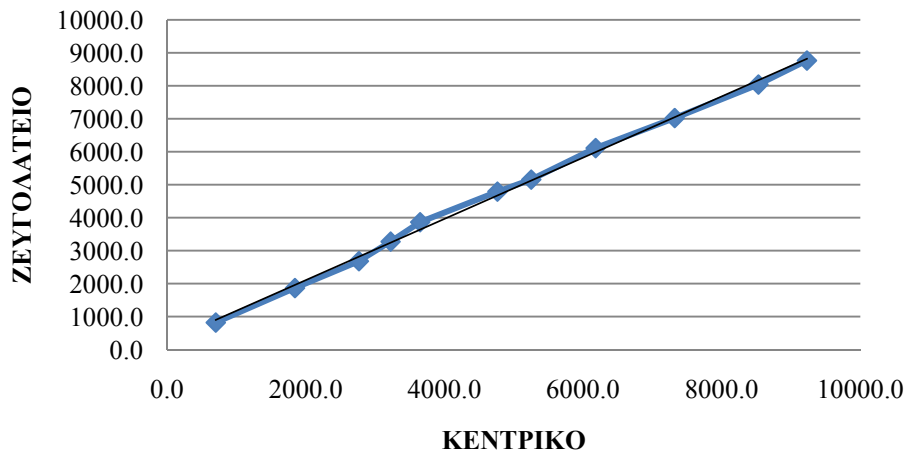
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4



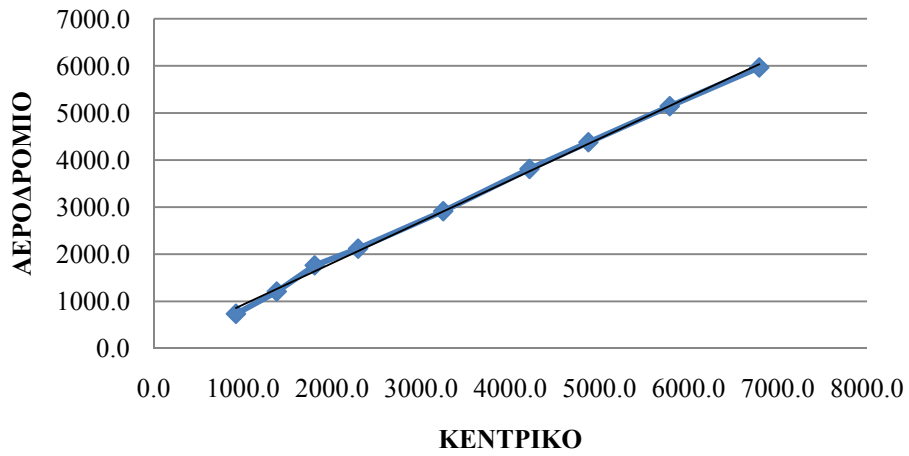
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5



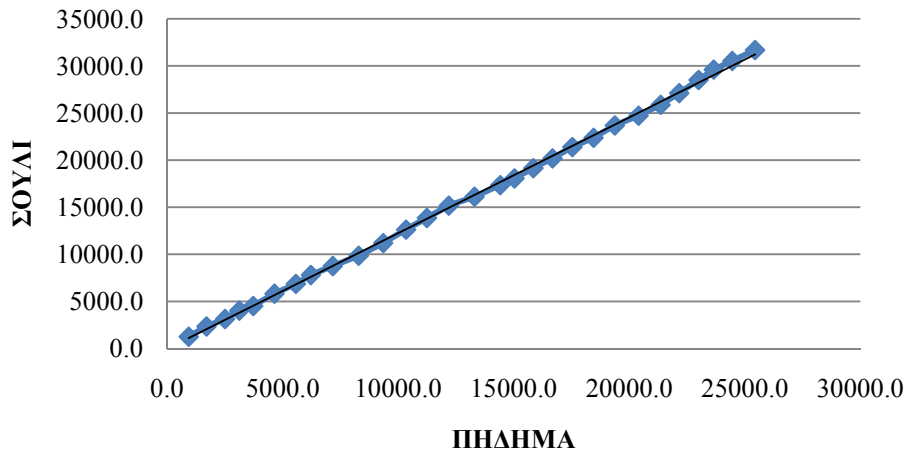
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6



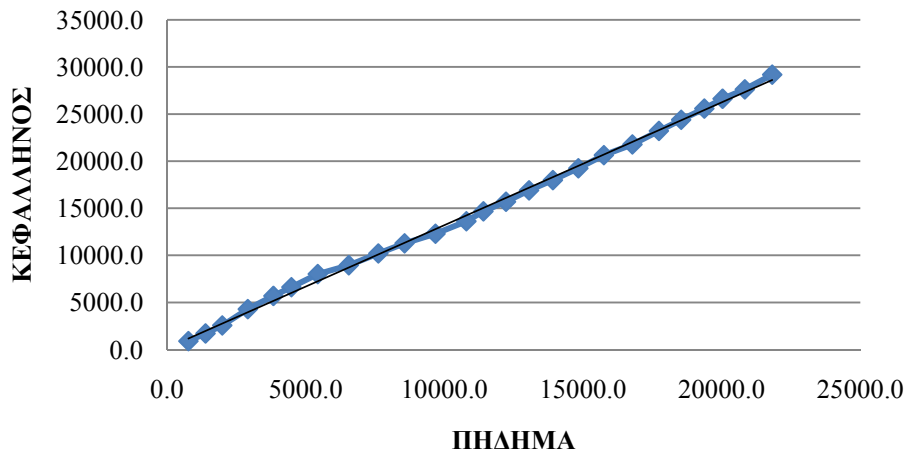
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7



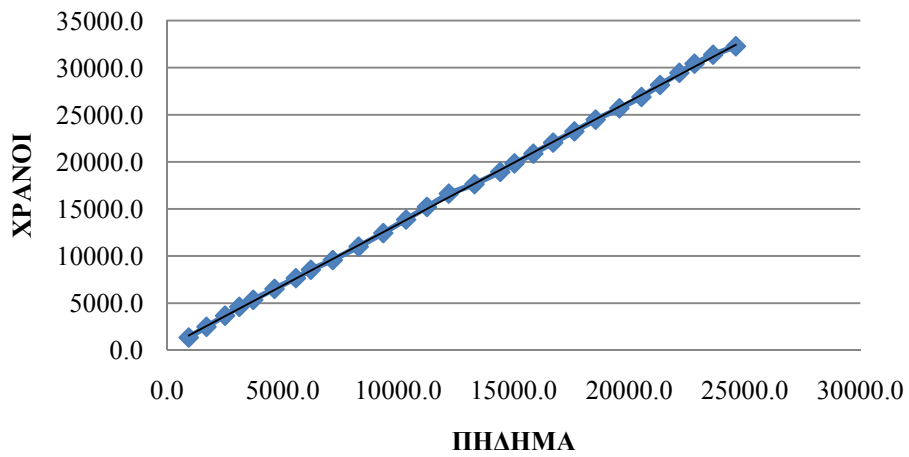
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8



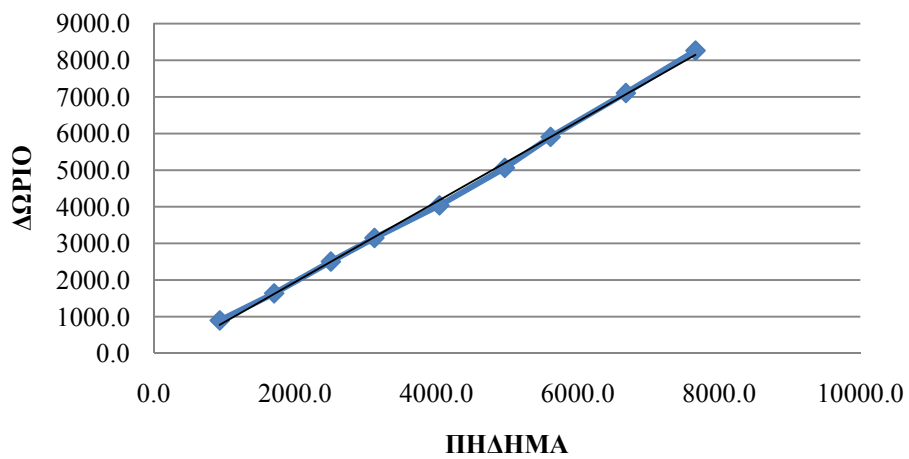
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 9



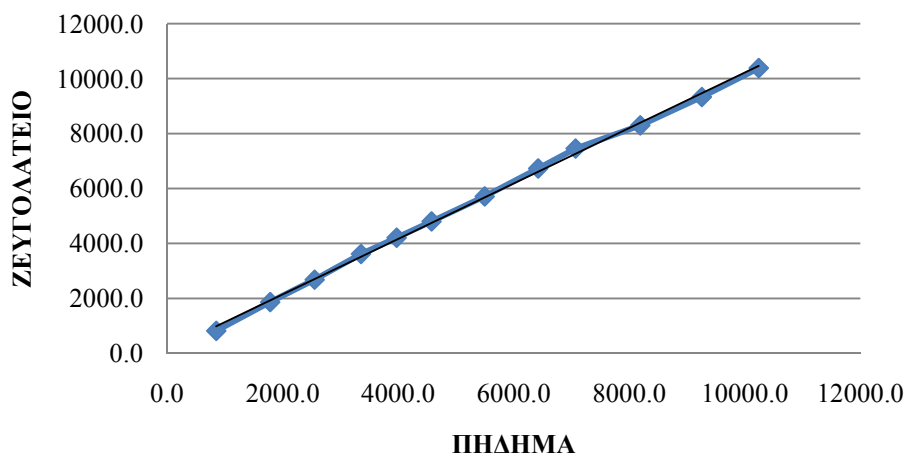
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 10



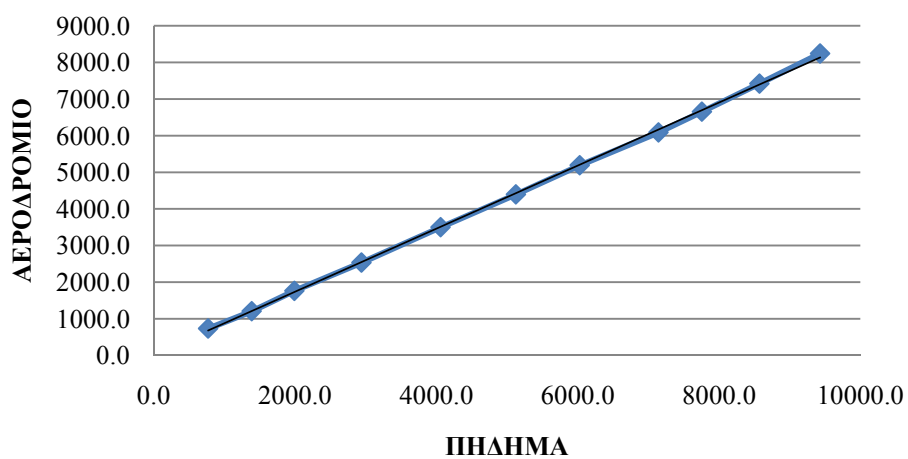
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11



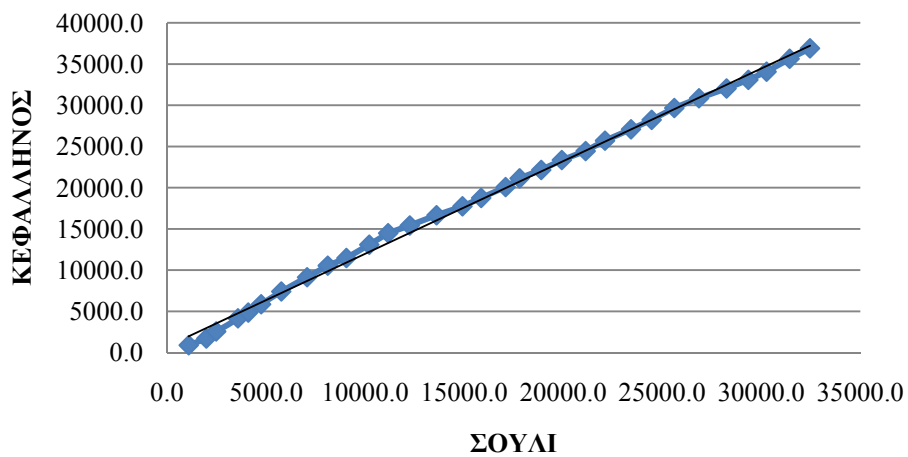
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 12



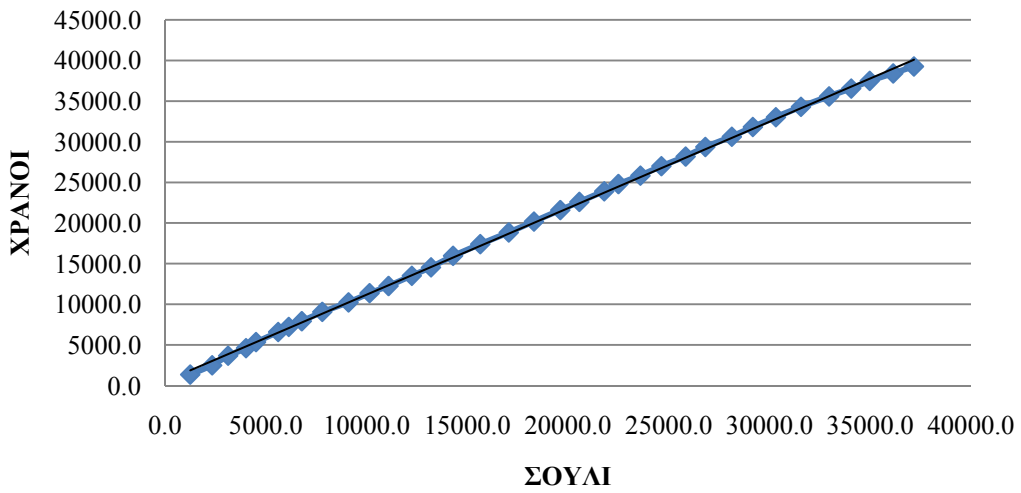
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 13



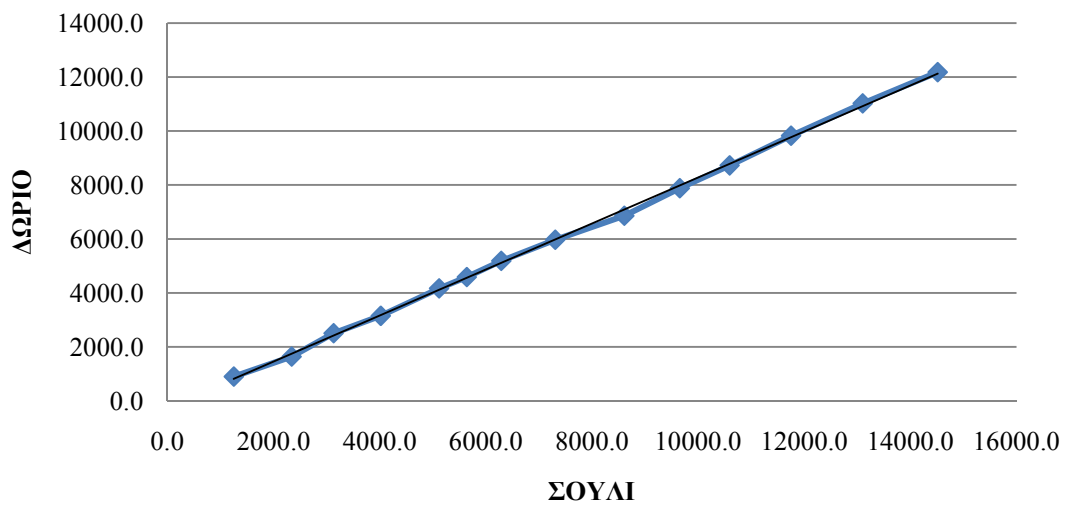
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 14



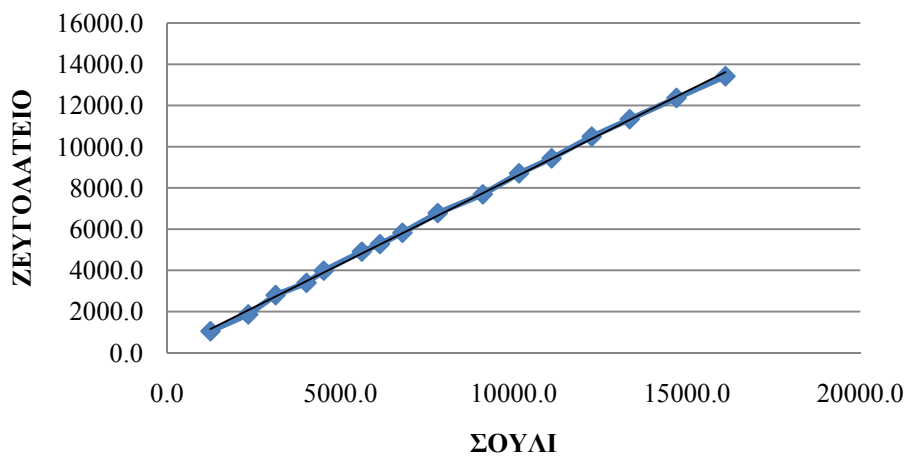
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 15



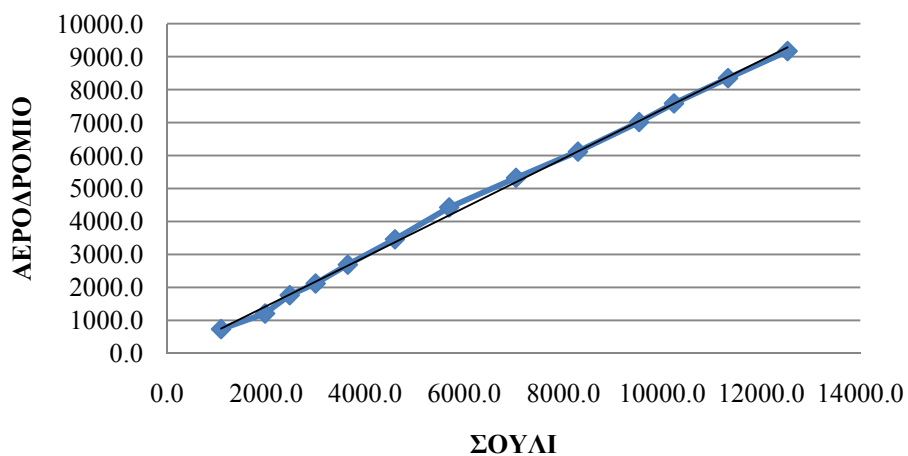
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 16



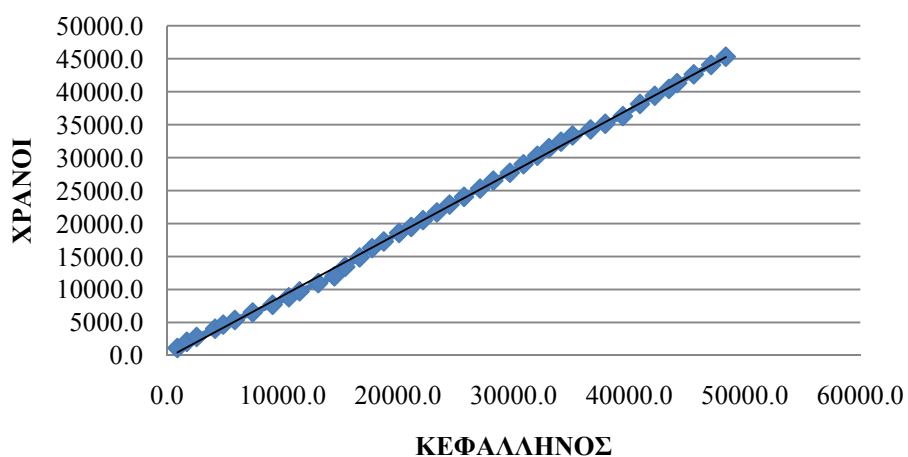
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 17



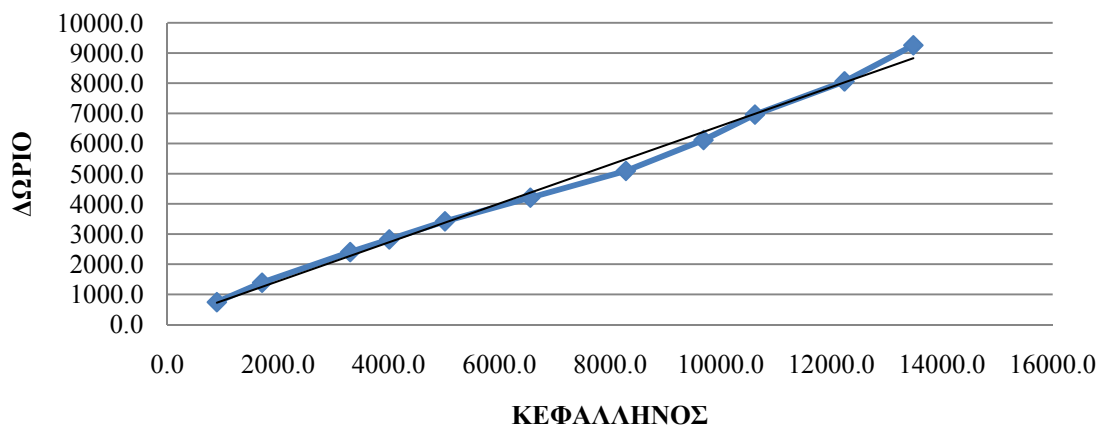
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 18



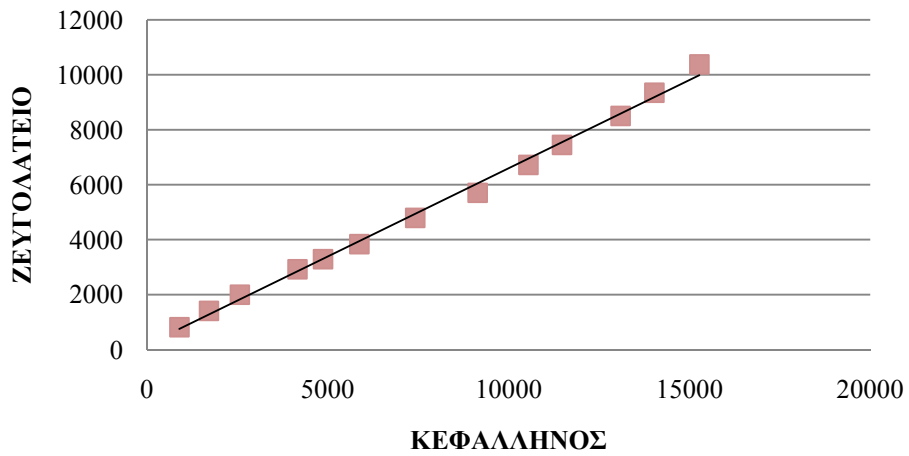
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 19



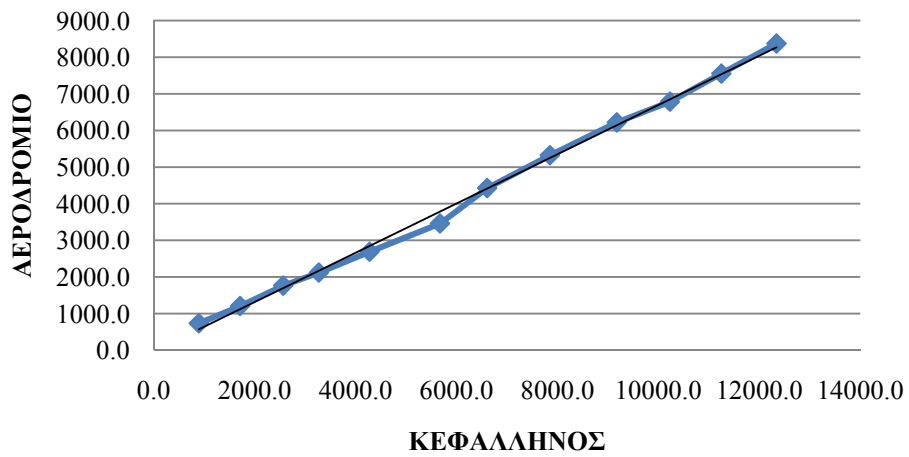
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 20



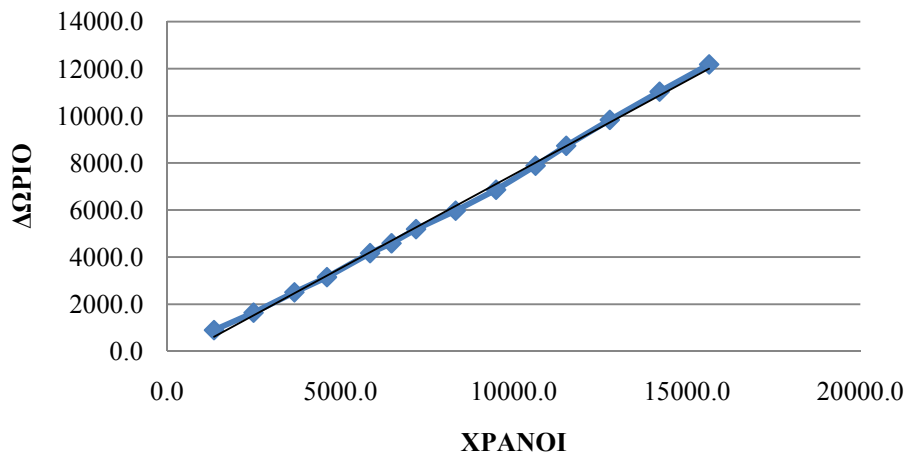
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 21



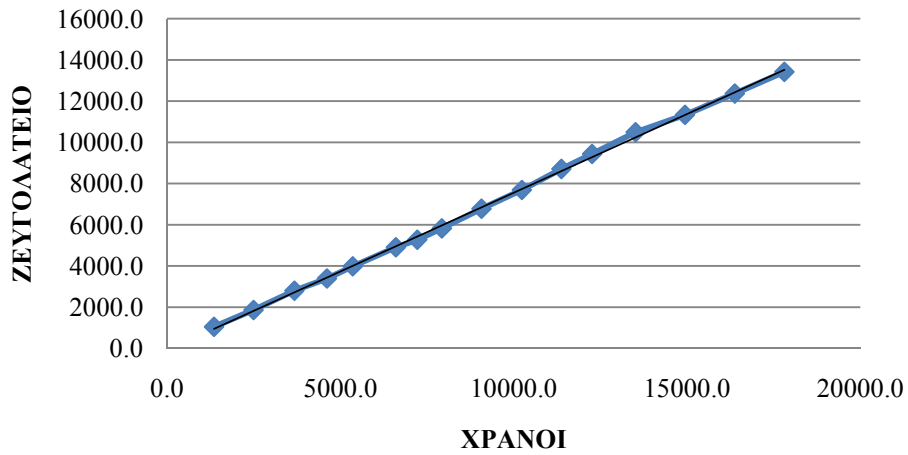
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 22



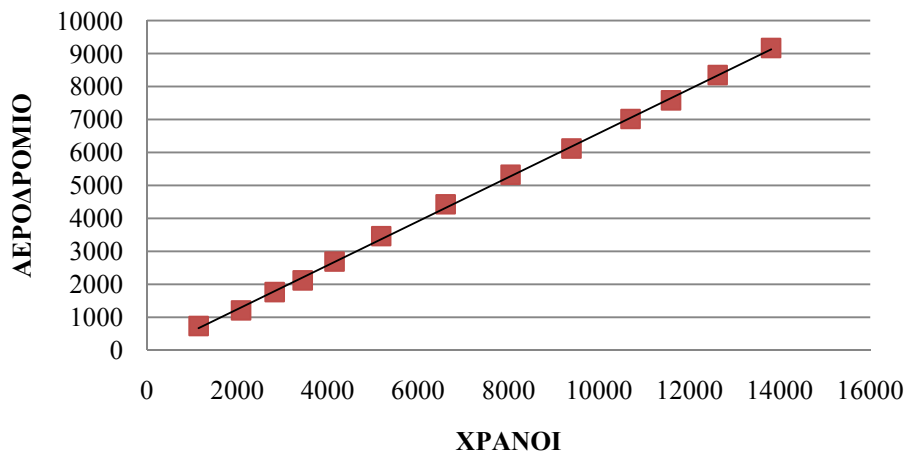
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 23



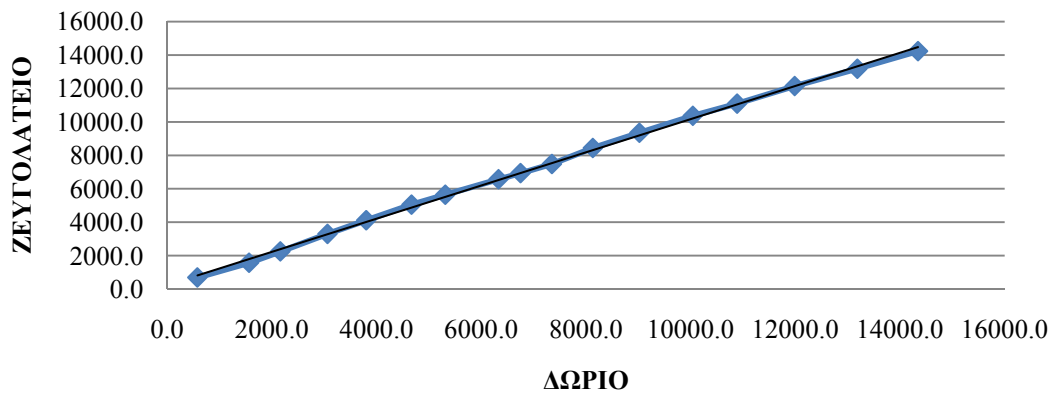
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 24



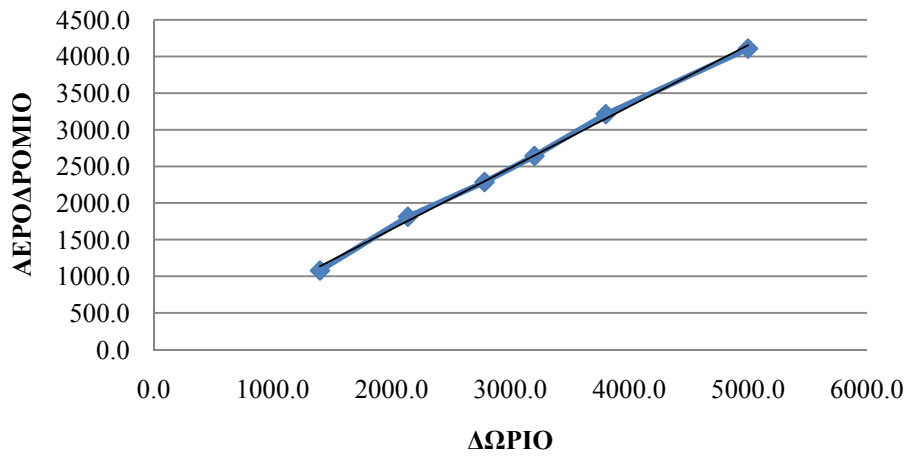
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 25



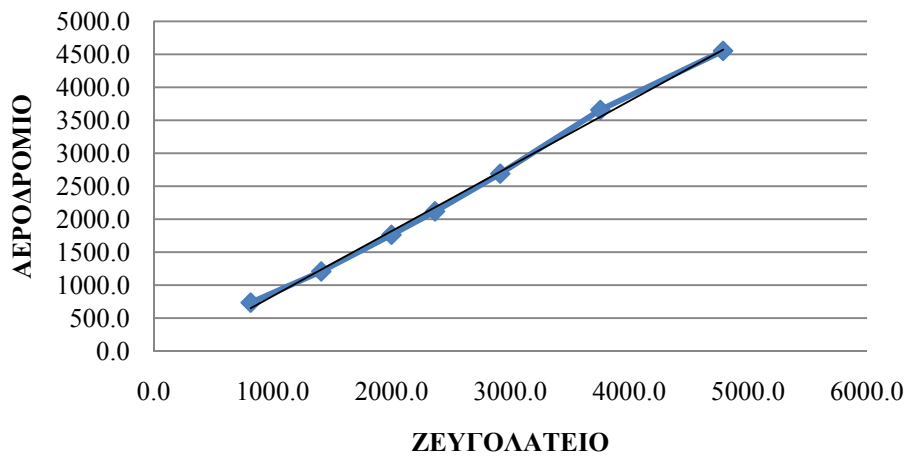
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 26



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 27



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 28



Πίνακας: Μηνιαία συσχέτιση βροχομετρικών σταθμών

ΣΤΑΘΜΟΙ	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ r	ΟΡΙΟ r	ΣΥΓΚ.
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΠΗΔΗΜΑ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0.787654632	0.554700196	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΠΗΔΗΜΑ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0.716873949	0.577350269	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΠΗΔΗΜΑ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0.794582276	0.554700196	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΠΗΔΗΜΑ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0.788811164	0.577350269	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΠΗΔΗΜΑ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0.874746526	0.577350269	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΠΗΔΗΜΑ ΜΑΡΤΙΟΣ	0.924177585	0.554700196	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΠΗΔΗΜΑ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0.746013536	0.632455532	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΠΗΔΗΜΑ ΜΑΪΟΣ	0.38652422	0.554700196	ΌΧΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΠΗΔΗΜΑ ΙΟΥΝΙΟΣ	0.667416788	0.534522484	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΠΗΔΗΜΑ ΙΟΥΛΙΟΣ	0.754510221	0.554700196	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΠΗΔΗΜΑ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0.708229179	0.534522484	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΠΗΔΗΜΑ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	0.814496816	0.577350269	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΣΟΥΛΙ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0.779703525	0.48507125	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΣΟΥΛΙ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0.785203449	0.5	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΣΟΥΛΙ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0.839787435	0.48507125	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΣΟΥΛΙ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0.857817759	0.5	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΣΟΥΛΙ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0.756888354	0.5	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΣΟΥΛΙ ΜΑΡΤΙΟΣ	0.908297344	0.48507125	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΣΟΥΛΙ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0.693491541	0.534522484	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΣΟΥΛΙ ΜΑΪΟΣ	0.619545055	0.5	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΣΟΥΛΙ ΙΟΥΝΙΟΣ	0.827840195	0.5	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΣΟΥΛΙ ΙΟΥΛΙΟΣ	0.121402602	0.5	ΌΧΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΣΟΥΛΙ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0.793606743	0.48507125	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΣΟΥΛΙ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	0.929057224	0.5	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0.774671148	0.48507125	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0.572921249	0.5	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0.733340053	0.48507125	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0.84213126	0.516397779	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0.85166574	0.5	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ ΜΑΡΤΙΟΣ	0.596377457	0.48507125	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0.485296118	0.534522484	ΌΧΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ ΜΑΪΟΣ	0.387197809	0.5	ΌΧΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ ΙΟΥΝΙΟΣ	0.505591714	0.516397779	ΌΧΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ ΙΟΥΛΙΟΣ	0.715338601	0.5	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0.273449616	0.48507125	ΌΧΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	0.666206034	0.5	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΧΡΑΝΟΙ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0.673906988	0.48507125	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΧΡΑΝΟΙ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0.778325968	0.5	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΧΡΑΝΟΙ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0.879014385	0.48507125	ΝΑΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΧΡΑΝΟΙ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0.859015418	0.5	ΝΑΙ

ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΧΡΑΝΟΙ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0.837998628	0.5	NAI
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΧΡΑΝΟΙ ΜΑΡΤΙΟΣ	0.907175475	0.48507125	NAI
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΧΡΑΝΟΙ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0.597760919	0.534522484	NAI
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΧΡΑΝΟΙ ΜΑΪΟΣ	0.500475852	0.5	NAI
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΧΡΑΝΟΙ ΙΟΥΝΙΟΣ	0.744170258	0.5	NAI
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΧΡΑΝΟΙ ΙΟΥΛΙΟΣ	0.656747302	0.5	NAI
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΧΡΑΝΟΙ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0.642161635	0.48507125	NAI
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΧΡΑΝΟΙ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	0.895589044	0.5	NAI
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΔΩΡΙΟ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0.895184604	0.48507125	NAI
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΔΩΡΙΟ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0.818695353	0.5	NAI
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΔΩΡΙΟ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0.813204965	0.48507125	NAI
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΔΩΡΙΟ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0.787224786	0.516397779	NAI
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΔΩΡΙΟ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0.79877557	0.5	NAI
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΔΩΡΙΟ ΜΑΡΤΙΟΣ	0.863432135	0.48507125	NAI
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΔΩΡΙΟ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0.750671245	0.534522484	NAI
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΔΩΡΙΟ ΜΑΪΟΣ	0.619610216	0.516397779	NAI
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΔΩΡΙΟ ΙΟΥΝΙΟΣ	0.420804075	0.516397779	ΌΧΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΔΩΡΙΟ ΙΟΥΛΙΟΣ	0.075413532	0.5	ΌΧΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΔΩΡΙΟ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	-0.114408868	0.48507125	ΌΧΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΔΩΡΙΟ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	-0.032754798	0.5	ΌΧΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0.821954232	0.48507125	NAI
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0.893173904	0.5	NAI
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0.682675123	0.48507125	NAI
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0.787014115	0.5	NAI
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0.882071165	0.5	NAI
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΜΑΡΤΙΟΣ	0.855677353	0.48507125	NAI
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0.745039648	0.534522484	NAI
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΜΑΪΟΣ	0.865384786	0.516397779	NAI
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΙΟΥΝΙΟΣ	0.752760107	0.516397779	NAI
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΙΟΥΛΙΟΣ	0.557032054	0.5	NAI
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0.944204672	0.48507125	NAI
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	0.228893567	0.5	ΌΧΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0.746292041	0.48507125	NAI
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0.717916539	0.5	NAI
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0.83482439	0.48507125	NAI
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0.837139437	0.5	NAI
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0.786803933	0.5	NAI
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΜΑΡΤΙΟΣ	0.898643903	0.48507125	NAI
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0.860038268	0.534522484	NAI
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΜΑΪΟΣ	0.824209492	0.5	NAI
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΙΟΥΝΙΟΣ	0.362108865	0.603022689	ΌΧΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΙΟΥΛΙΟΣ	0.651536006	0.603022689	NAI

ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0.42226118	0.5	ΌΧΙ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	0.794747697	0.516397779	ΝΑΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΣΟΥΛΙ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0.945596264	0.554700196	ΝΑΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΣΟΥΛΙ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0.682387209	0.554700196	ΝΑΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΣΟΥΛΙ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0.872657652	0.554700196	ΝΑΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΣΟΥΛΙ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0.846953757	0.554700196	ΝΑΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΣΟΥΛΙ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0.886583268	0.554700196	ΝΑΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΣΟΥΛΙ ΜΑΡΤΙΟΣ	0.858300472	0.554700196	ΝΑΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΣΟΥΛΙ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0.622405338	0.554700196	ΝΑΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΣΟΥΛΙ ΜΑΪΟΣ	0.407567079	0.534522484	ΌΧΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΣΟΥΛΙ ΙΟΥΝΙΟΣ	0.382439652	0.534522484	ΌΧΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΣΟΥΛΙ ΙΟΥΛΙΟΣ	0.418948217	0.534522484	ΌΧΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΣΟΥΛΙ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0.485032663	0.534522484	ΌΧΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΣΟΥΛΙ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	0.737994078	0.554700196	ΝΑΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0.840956658	0.554700196	ΝΑΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0.836038625	0.554700196	ΝΑΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0.724347819	0.554700196	ΝΑΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0.731988347	0.577350269	ΝΑΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0.844112206	0.554700196	ΝΑΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ ΜΑΡΤΙΟΣ	0.645788742	0.554700196	ΝΑΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0.684058826	0.554700196	ΝΑΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ ΜΑΪΟΣ	0.03009791	0.534522484	ΌΧΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ ΙΟΥΝΙΟΣ	0.871039507	0.554700196	ΝΑΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ ΙΟΥΛΙΟΣ	0.337730386	0.554700196	ΌΧΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	-0.159945293	0.534522484	ΌΧΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	0.830808532	0.554700196	ΝΑΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΧΡΑΝΟΙ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0.914426542	0.554700196	ΝΑΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΧΡΑΝΟΙ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0.876958726	0.554700196	ΝΑΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΧΡΑΝΟΙ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0.905105074	0.554700196	ΝΑΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΧΡΑΝΟΙ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0.894333174	0.554700196	ΝΑΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΧΡΑΝΟΙ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0.904579134	0.554700196	ΝΑΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΧΡΑΝΟΙ ΜΑΡΤΙΟΣ	0.845670197	0.554700196	ΝΑΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΧΡΑΝΟΙ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0.65257256	0.554700196	ΝΑΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΧΡΑΝΟΙ ΜΑΪΟΣ	0.577965195	0.534522484	ΝΑΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΧΡΑΝΟΙ ΙΟΥΝΙΟΣ	0.321383772	0.534522484	ΌΧΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΧΡΑΝΟΙ ΙΟΥΛΙΟΣ	0.354407044	0.534522484	ΌΧΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΧΡΑΝΟΙ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0.491785597	0.534522484	ΌΧΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΧΡΑΝΟΙ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	0.76566253	0.554700196	ΝΑΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΔΩΡΙΟ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0.925865333	0.554700196	ΝΑΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΔΩΡΙΟ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0.802558127	0.554700196	ΝΑΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΔΩΡΙΟ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0.85566026	0.554700196	ΝΑΙ
ΠΗΔΗΜΑ - ΔΩΡΙΟ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0.959861863	0.603022689	ΝΑΙ

ΠΗΔΗΜΑ - ΔΩΡΙΟ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0.88510314	0.554700196	NAI
ΠΗΔΗΜΑ - ΔΩΡΙΟ ΜΑΡΤΙΟΣ	0.853032917	0.554700196	NAI
ΠΗΔΗΜΑ - ΔΩΡΙΟ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0.769543234	0.577350269	NAI
ΠΗΔΗΜΑ - ΔΩΡΙΟ ΜΑΪΟΣ	0.134344088	0.554700196	OXI
ΠΗΔΗΜΑ - ΔΩΡΙΟ ΙΟΥΝΙΟΣ	0.36404686	0.554700196	OXI
ΠΗΔΗΜΑ - ΔΩΡΙΟ ΙΟΥΛΙΟΣ	-0.106660255	0.534522484	OXI
ΠΗΔΗΜΑ - ΔΩΡΙΟ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	-0.26550833	0.534522484	OXI
ΠΗΔΗΜΑ - ΔΩΡΙΟ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	-0.343736539	0.554700196	OXI
ΠΗΔΗΜΑ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0.940535031	0.554700196	NAI
ΠΗΔΗΜΑ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0.812145914	0.554700196	NAI
ΠΗΔΗΜΑ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0.763126712	0.554700196	NAI
ΠΗΔΗΜΑ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0.840742783	0.554700196	NAI
ΠΗΔΗΜΑ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0.935919667	0.554700196	NAI
ΠΗΔΗΜΑ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΜΑΡΤΙΟΣ	0.906752135	0.554700196	NAI
ΠΗΔΗΜΑ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0.663175176	0.577350269	NAI
ΠΗΔΗΜΑ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΜΑΪΟΣ	0.301605044	0.554700196	OXI
ΠΗΔΗΜΑ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΙΟΥΝΙΟΣ	0.623159087	0.554700196	NAI
ΠΗΔΗΜΑ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΙΟΥΛΙΟΣ	0.238319726	0.534522484	OXI
ΠΗΔΗΜΑ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0.708918898	0.534522484	NAI
ΠΗΔΗΜΑ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	-0.096081835	0.554700196	OXI
ΠΗΔΗΜΑ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0.928172925	0.554700196	NAI
ΠΗΔΗΜΑ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0.845580747	0.554700196	NAI
ΠΗΔΗΜΑ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0.971294305	0.554700196	NAI
ΠΗΔΗΜΑ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0.92585029	0.554700196	NAI
ΠΗΔΗΜΑ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0.962516755	0.554700196	NAI
ΠΗΔΗΜΑ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΜΑΡΤΙΟΣ	0.906752135	0.554700196	NAI
ΠΗΔΗΜΑ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0.081908135	0.554700196	OXI
ΠΗΔΗΜΑ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΜΑΪΟΣ	0.584093384	0.534522484	NAI
ΠΗΔΗΜΑ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΙΟΥΝΙΟΣ	0.058522077	0.632455532	OXI
ΠΗΔΗΜΑ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΙΟΥΛΙΟΣ	0.864567593	0.707106781	NAI
ΠΗΔΗΜΑ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0.292652621	0.554700196	OXI
ΠΗΔΗΜΑ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	0.803200557	0.577350269	NAI
ΣΟΥΛΙ - ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0.894016028	0.48507125	NAI
ΣΟΥΛΙ - ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0.678643583	0.48507125	NAI
ΣΟΥΛΙ - ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0.807906352	0.48507125	NAI
ΣΟΥΛΙ - ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0.870095138	0.5	NAI
ΣΟΥΛΙ - ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0.874773705	0.48507125	NAI
ΣΟΥΛΙ - ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ ΜΑΡΤΙΟΣ	0.614360255	0.48507125	NAI
ΣΟΥΛΙ - ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0.496312001	0.48507125	NAI
ΣΟΥΛΙ - ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ ΜΑΪΟΣ	0.779521841	0.48507125	NAI
ΣΟΥΛΙ - ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ ΙΟΥΝΙΟΣ	0.264659354	0.5	OXI
ΣΟΥΛΙ - ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ ΙΟΥΛΙΟΣ	0.311632353	0.5	OXI

ΣΟΥΛΙ - ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0.461046364	0.48507125	ΌΧΙ
ΣΟΥΛΙ - ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	0.587892704	0.48507125	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ - ΧΡΑΝΟΙ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0.946484736	0.48507125	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ - ΧΡΑΝΟΙ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0.915077544	0.48507125	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ - ΧΡΑΝΟΙ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0.934137134	0.48507125	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ - ΧΡΑΝΟΙ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0.923735072	0.48507125	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ - ΧΡΑΝΟΙ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0.879753189	0.48507125	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ - ΧΡΑΝΟΙ ΜΑΡΤΙΟΣ	0.91139694	0.48507125	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ - ΧΡΑΝΟΙ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0.825076327	0.48507125	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ - ΧΡΑΝΟΙ ΜΑΪΟΣ	0.856545973	0.48507125	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ - ΧΡΑΝΟΙ ΙΟΥΝΙΟΣ	0.893595957	0.48507125	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ - ΧΡΑΝΟΙ ΙΟΥΛΙΟΣ	0.486004747	0.48507125	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ - ΧΡΑΝΟΙ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0.80353289	0.48507125	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ - ΧΡΑΝΟΙ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	0.947717978	0.48507125	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ - ΔΩΡΙΟ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0.937488407	0.48507125	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ - ΔΩΡΙΟ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0.861469742	0.48507125	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ - ΔΩΡΙΟ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0.938366953	0.48507125	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ - ΔΩΡΙΟ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0.880345234	0.516397779	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ - ΔΩΡΙΟ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0.920839712	0.48507125	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ - ΔΩΡΙΟ ΜΑΡΤΙΟΣ	0.780776411	0.48507125	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ - ΔΩΡΙΟ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0.82881603	0.5	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ - ΔΩΡΙΟ ΜΑΪΟΣ	0.604100799	0.5	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ - ΔΩΡΙΟ ΙΟΥΝΙΟΣ	0.227808171	0.5	ΌΧΙ
ΣΟΥΛΙ - ΔΩΡΙΟ ΙΟΥΛΙΟΣ	-0.020886788	0.48507125	ΌΧΙ
ΣΟΥΛΙ - ΔΩΡΙΟ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	-0.140959735	0.48507125	ΌΧΙ
ΣΟΥΛΙ - ΔΩΡΙΟ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	-0.01531564	0.48507125	ΌΧΙ
ΣΟΥΛΙ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0.943641626	0.48507125	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0.863105413	0.48507125	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0.697593725	0.48507125	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0.876604486	0.516397779	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0.863464722	0.48507125	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΜΑΡΤΙΟΣ	0.820144054	0.48507125	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0.840186241	0.5	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΜΑΪΟΣ	0.754882093	0.5	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΙΟΥΝΙΟΣ	0.586542241	0.5	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΙΟΥΛΙΟΣ	0.378441033	0.48507125	ΌΧΙ
ΣΟΥΛΙ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0.710935844	0.48507125	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	0.227136342	0.48507125	ΌΧΙ
ΣΟΥΛΙ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0.865009886	0.48507125	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0.71879664	0.48507125	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0.885569008	0.48507125	ΝΑΙ
ΣΟΥΛΙ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0.874297803	0.48507125	ΝΑΙ

ΣΟΥΛΙ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0.819273599	0.48507125	NAI
ΣΟΥΛΙ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΜΑΡΤΙΟΣ	0.85441707	0.48507125	NAI
ΣΟΥΛΙ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0.755912085	0.48507125	NAI
ΣΟΥΛΙ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΜΑΪΟΣ	0.73586764	0.48507125	NAI
ΣΟΥΛΙ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΙΟΥΝΙΟΣ	0.526427714	0.577350269	OXI
ΣΟΥΛΙ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΙΟΥΛΙΟΣ	0.227309957	0.603022689	OXI
ΣΟΥΛΙ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0.534602082	0.5	NAI
ΣΟΥΛΙ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	0.703446022	0.5	NAI
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΧΡΑΝΟΙ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0.822923292	0.48507125	NAI
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΧΡΑΝΟΙ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0.774343263	0.48507125	NAI
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΧΡΑΝΟΙ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0.80430659	0.48507125	NAI
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΧΡΑΝΟΙ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0.904665052	0.5	NAI
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΧΡΑΝΟΙ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0.843512854	0.48507125	NAI
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΧΡΑΝΟΙ ΜΑΡΤΙΟΣ	0.651565297	0.48507125	NAI
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΧΡΑΝΟΙ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0.484778915	0.48507125	OXI
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΧΡΑΝΟΙ ΜΑΪΟΣ	0.644313155	0.48507125	NAI
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΧΡΑΝΟΙ ΙΟΥΝΙΟΣ	0.361862063	0.5	OXI
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΧΡΑΝΟΙ ΙΟΥΛΙΟΣ	0.65946691	0.5	NAI
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΧΡΑΝΟΙ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0.281107906	0.48507125	OXI
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΧΡΑΝΟΙ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	0.613540002	0.48507125	NAI
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΔΩΡΙΟ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0.869585863	0.48507125	NAI
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΔΩΡΙΟ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0.629948486	0.48507125	NAI
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΔΩΡΙΟ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0.721381336	0.48507125	NAI
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΔΩΡΙΟ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0.763287212	0.534522484	NAI
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΔΩΡΙΟ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0.866965378	0.48507125	NAI
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΔΩΡΙΟ ΜΑΡΤΙΟΣ	0.741452833	0.48507125	NAI
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΔΩΡΙΟ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0.503647804	0.5	NAI
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΔΩΡΙΟ ΜΑΪΟΣ	0.574626858	0.5	NAI
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΔΩΡΙΟ ΙΟΥΝΙΟΣ	0.602455844	0.516397779	NAI
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΔΩΡΙΟ ΙΟΥΛΙΟΣ	0.59092405	0.5	NAI
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΔΩΡΙΟ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0.178008572	0.48507125	OXI
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΔΩΡΙΟ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	-0.065912197	0.48507125	OXI
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0.823750963	0.48507125	NAI
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ- ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0.62797899	0.48507125	NAI
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0.847150461	0.48507125	NAI
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0.911112272	0.5	NAI
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0.837327967	0.48507125	NAI
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΜΑΡΤΙΟΣ	0.623336903	0.48507125	NAI
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0.580083978	0.5	NAI
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΜΑΪΟΣ	0.66817842	0.5	NAI
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΙΟΥΝΙΟΣ	0.710685	0.516397779	NAI
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΙΟΥΛΙΟΣ	0.77487201	0.5	NAI

ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0.21979034	0.48507125	ΌΧΙ
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	0.049880096	0.48507125	ΌΧΙ
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0.650590358	0.48507125	ΝΑΙ
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0.733658602	0.48507125	ΝΑΙ
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0.797156056	0.48507125	ΝΑΙ
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0.811980508	0.5	ΝΑΙ
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0.780450795	0.48507125	ΝΑΙ
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΜΑΡΤΙΟΣ	0.63727587	0.48507125	ΝΑΙ
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0.590151196	0.48507125	ΝΑΙ
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΜΑΪΟΣ	0.653451025	0.48507125	ΝΑΙ
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΙΟΥΝΙΟΣ	0.137269132	0.603022689	ΌΧΙ
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΙΟΥΛΙΟΣ	0.148729313	0.632455532	ΌΧΙ
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0.282453712	0.5	ΌΧΙ
ΚΕΦΑΛΛΗΝΟΣ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	0.75433163	0.5	ΝΑΙ
ΧΡΑΝΟΙ - ΔΩΡΙΟ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0.899033408	0.48507125	ΝΑΙ
ΧΡΑΝΟΙ - ΔΩΡΙΟ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0.913393394	0.48507125	ΝΑΙ
ΧΡΑΝΟΙ - ΔΩΡΙΟ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0.9122859	0.48507125	ΝΑΙ
ΧΡΑΝΟΙ - ΔΩΡΙΟ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0.883040985	0.516397779	ΝΑΙ
ΧΡΑΝΟΙ - ΔΩΡΙΟ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0.942518727	0.48507125	ΝΑΙ
ΧΡΑΝΟΙ - ΔΩΡΙΟ ΜΑΡΤΙΟΣ	0.912960366	0.48507125	ΝΑΙ
ΧΡΑΝΟΙ - ΔΩΡΙΟ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0.782291221	0.5	ΝΑΙ
ΧΡΑΝΟΙ - ΔΩΡΙΟ ΜΑΪΟΣ	0.637700512	0.5	ΝΑΙ
ΧΡΑΝΟΙ - ΔΩΡΙΟ ΙΟΥΝΙΟΣ	0.506093183	0.5	ΝΑΙ
ΧΡΑΝΟΙ - ΔΩΡΙΟ ΙΟΥΛΙΟΣ	0.215565182	0.48507125	ΌΧΙ
ΧΡΑΝΟΙ - ΔΩΡΙΟ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	-0.22571753	0.48507125	ΌΧΙ
ΧΡΑΝΟΙ - ΔΩΡΙΟ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	-0.077077848	0.48507125	ΌΧΙ
ΧΡΑΝΟΙ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0.917764332	0.48507125	ΝΑΙ
ΧΡΑΝΟΙ- ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0.86781935	0.48507125	ΝΑΙ
ΧΡΑΝΟΙ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0.721977633	0.48507125	ΝΑΙ
ΧΡΑΝΟΙ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0.899067827	0.48507125	ΝΑΙ
ΧΡΑΝΟΙ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0.874506169	0.48507125	ΝΑΙ
ΧΡΑΝΟΙ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΜΑΡΤΙΟΣ	0.8543982	0.48507125	ΝΑΙ
ΧΡΑΝΟΙ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0.84560867	0.5	ΝΑΙ
ΧΡΑΝΟΙ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΜΑΪΟΣ	0.718259059	0.5	ΝΑΙ
ΧΡΑΝΟΙ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΙΟΥΝΙΟΣ	0.744969268	0.5	ΝΑΙ
ΧΡΑΝΟΙ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΙΟΥΛΙΟΣ	0.554231864	0.48507125	ΝΑΙ
ΧΡΑΝΟΙ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0.552543758	0.48507125	ΝΑΙ
ΧΡΑΝΟΙ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	0.186053024	0.48507125	ΌΧΙ
ΧΡΑΝΟΙ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0.870004807	0.48507125	ΝΑΙ
ΧΡΑΝΟΙ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0.812071961	0.48507125	ΝΑΙ
ΧΡΑΝΟΙ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0.919526385	0.48507125	ΝΑΙ
ΧΡΑΝΟΙ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0.926214364	0.48507125	ΝΑΙ

ΧΡΑΝΟΙ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0.843103151	0.48507125	ΝΑΙ
ΧΡΑΝΟΙ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΜΑΡΤΙΟΣ	0.841914863	0.48507125	ΝΑΙ
ΧΡΑΝΟΙ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0.722781602	0.48507125	ΝΑΙ
ΧΡΑΝΟΙ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΜΑΪΟΣ	0.806106117	0.48507125	ΝΑΙ
ΧΡΑΝΟΙ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΙΟΥΝΙΟΣ	0.442046082	0.577350269	ΌΧΙ
ΧΡΑΝΟΙ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΙΟΥΛΙΟΣ	0.160311325	0.603022689	ΌΧΙ
ΧΡΑΝΟΙ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0.514506574	0.5	ΝΑΙ
ΧΡΑΝΟΙ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	0.642486186	0.5	ΝΑΙ
ΔΩΡΙΟ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0.955360523	0.48507125	ΝΑΙ
ΔΩΡΙΟ- ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0.890366394	0.48507125	ΝΑΙ
ΔΩΡΙΟ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0.634151439	0.48507125	ΝΑΙ
ΔΩΡΙΟ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0.859652836	0.516397779	ΝΑΙ
ΔΩΡΙΟ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0.836791978	0.48507125	ΝΑΙ
ΔΩΡΙΟ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΜΑΡΤΙΟΣ	0.866363904	0.48507125	ΝΑΙ
ΔΩΡΙΟ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0.819227818	0.5	ΝΑΙ
ΔΩΡΙΟ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΜΑΪΟΣ	0.798501699	0.5	ΝΑΙ
ΔΩΡΙΟ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΙΟΥΝΙΟΣ	0.745651212	0.577350269	ΝΑΙ
ΔΩΡΙΟ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΙΟΥΛΙΟΣ	0.320405879	0.48507125	ΌΧΙ
ΔΩΡΙΟ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	-0.023744071	0.48507125	ΌΧΙ
ΔΩΡΙΟ - ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	0.705644927	0.48507125	ΝΑΙ
ΔΩΡΙΟ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0.895178319	0.48507125	ΝΑΙ
ΔΩΡΙΟ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0.721786704	0.48507125	ΝΑΙ
ΔΩΡΙΟ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0.83649258	0.48507125	ΝΑΙ
ΔΩΡΙΟ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0.934260127	0.516397779	ΝΑΙ
ΔΩΡΙΟ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0.82555049	0.48507125	ΝΑΙ
ΔΩΡΙΟ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΜΑΡΤΙΟΣ	0.839483169	0.48507125	ΝΑΙ
ΔΩΡΙΟ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0.822491755	0.5	ΝΑΙ
ΔΩΡΙΟ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΜΑΪΟΣ	0.719680566	0.5	ΝΑΙ
ΔΩΡΙΟ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΙΟΥΝΙΟΣ	0.265104648	0.603022689	ΌΧΙ
ΔΩΡΙΟ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΙΟΥΛΙΟΣ	-0.149184777	0.603022689	ΌΧΙ
ΔΩΡΙΟ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0.077891948	0.5	ΌΧΙ
ΔΩΡΙΟ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	0.158536021	0.5	ΌΧΙ
ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0.93126639	0.48507125	ΝΑΙ
ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0.811236755	0.48507125	ΝΑΙ
ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0.734978109	0.48507125	ΝΑΙ
ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0.931569258	0.48507125	ΝΑΙ
ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0.87768649	0.48507125	ΝΑΙ
ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΜΑΡΤΙΟΣ	0.888695254	0.48507125	ΝΑΙ
ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0.802520804	0.5	ΝΑΙ
ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΜΑΪΟΣ	0.807524729	0.5	ΝΑΙ
ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΙΟΥΝΙΟΣ	0.257122789	0.603022689	ΌΧΙ
ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΙΟΥΛΙΟΣ	0.211480679	0.603022689	ΌΧΙ

ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0.337297132	0.5	OXI
ΖΕΥΓΟΛΑΤΕΙΟ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	0.127674134	0.5	OXI

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ (ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ)



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-1 : ΑΓΙΟΣ ΦΛΩΡΟΣ 1



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-2 : ΑΓΙΟΣ ΦΛΩΡΟΣ 2



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-3 : ΑΓΙΟΣ ΦΛΩΡΟΣ 3



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-4 : ΑΓΙΟΣ ΦΛΩΡΟΣ 4



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-5 : ΑΓΙΟΣ ΦΛΩΡΟΣ 5



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-6 : ΑΓΙΟΣ ΦΛΩΡΟΣ 6



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-7 : ΑΓΙΟΣ ΦΛΩΡΟΣ 7



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-8 : ΑΓΙΟΣ ΦΛΩΡΟΣ 8



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-9 : ΑΓΙΟΣ ΦΛΩΡΟΣ 9



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-10 : ΑΓΙΟΣ ΦΛΩΡΟΣ 10



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-11 : ΑΓΙΟΣ ΦΛΩΡΟΣ 11



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-12 : ΑΓΙΟΣ ΦΛΩΡΟΣ 12



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-13 : ΑΓΙΟΣ ΦΛΩΡΟΣ 13



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-14 : ΓΕΦΥΡΑ 1



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-15 : ΓΕΦΥΡΑ 2



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-16 : ΓΕΦΥΡΑ 3



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-17 : ΓΕΦΥΡΑ 4



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-18 : ΓΕΦΥΡΑ 5



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-19 : ΓΕΦΥΡΑ 6



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-20 : ΕΚΒΟΛΗ 1



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-21 : ΕΚΒΟΛΗ 2



ΕΙΚΟΝΑ III-22 : ΕΚΒΟΛΗ 3



ΕΙΚΟΝΑ III-23 : ΕΚΒΟΛΗ 4



EIKONA III-24 : EKBOΛH 5



EIKONA III-25 : EKBOΛH 6



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-26 : ΕΚΒΟΛΗ 7



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-27 : ΦΡΑΓΜΑ ΑΡΙ 1



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-28 : ΦΡΑΓΜΑ ΑΡΙ 2



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-29 : ΦΡΑΓΜΑ ΑΡΙ 3



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-30 : ΦΡΑΓΜΑ ΑΡΙ 4



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-31 : ΦΡΑΓΜΑ ΑΡΙ 5



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-32 : ΦΡΑΓΜΑ ΑΡΙ 6



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-33 : ΦΡΑΓΜΑ ΑΡΙ 7



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-34 : ΦΡΑΓΜΑ ΑΡΙ 8



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-35 : ΦΡΑΓΜΑ ΑΡΙ 9



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-36 : ΦΡΑΓΜΑ ΑΡΙ 10



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-37 : ΦΡΑΓΜΑ ΑΡΙ 11



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-38 : ΦΡΑΓΜΑ ΑΡΙ 12



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-39 : ΦΡΑΓΜΑ ΑΡΙ 13



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-40 : ΦΡΑΓΜΑ ΑΡΙ 14



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-41 : ΦΡΑΓΜΑ ΑΡΙ 15



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-42 : ΦΡΑΓΜΑ ΑΡΙ 16



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-43 : ΦΡΑΓΜΑ ΑΡΙ 17



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-44 : ΦΡΑΓΜΑ ΑΡΙ 18



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-45 : ΦΡΑΓΜΑ ΑΡΙ 19



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-46 : ΦΡΑΓΜΑ ΑΡΙ 20



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-47 : ΦΡΑΓΜΑ ΑΡΙ 21



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-48 : ΦΡΑΓΜΑ ΑΡΙ 22



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-49 : ΦΡΑΓΜΑ ΑΡΙ 23



ΕΙΚΟΝΑ ΙΙΙ-50 : ΦΡΑΓΜΑ ΑΡΙ 24