

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«Υδρογεωχημική μελέτη του ποταμού
Κοιλιάρη»**

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΧΑΤΖΗΘΕΟΧΑΡΟΥΣ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ
Δρ.Ν. ΝΙΚΟΛΑΪΔΗΣ (επιβλέπων)
Δρ.Ν.ΚΑΛΟΓΕΡΑΚΗΣ
Δρ.Γ.ΚΑΡΑΤΖΑΣ

Χανιά
Ιούνιος 2005

Αφιερώνεται στους γονείς μου

Ελένη & Χρήστο

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής αισθάνομαι τη υποχρέωση να εκφράσω τις ιδιαίτερες ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα καθηγητή Νικολαΐδη Νικόλαο για την πολύτιμη συνεργασία, την σημαντικότερη προσφορά των γνώσεων και της εμπειρίας του και την ευκαιρία που μου έδωσε να προχωρήσω στη μελέτη μιας περιοχής κάτω από πραγματικές συνθήκες.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα πρέπει να δοθούν στους καθηγητές της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής κυρίου Καρατζά Γεώργιο και Νικόλαο Καλογεράκη για τις παρατηρήσεις και προτάσεις τους σχετικά με την τελική μορφή της παρούσας εργασίας και για τις γνώσεις που μου μετέφεραν μέσα από την διδασκαλία τους όλα τα χρόνια των σπουδών μου.

Ευχαριστώ επίσης τις συναδέλφους μου στο εργαστήριο <<Υδρογεωχημικής Μηχανικής και Αποκατάστασης Εδαφών>> Τυροβολά Κωνσταντίνα, Τζωράκη Ράνια, Σταμάτη Φωτεινή και Παλιατζίκη Αθανασία για την αρμονική και χρήσιμη συνεργασία τους καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας εργασίας.

Οφείλω να αναγνωρίσω την πολύτιμη συνεισφορά του κυρίου Βοζινάκη Κώστα της Υ.Ε.Β, του Δημάρχου Αρμένων κυρίου Καραγιαννάκη Παντελή, του μηχανικού του Δήμου Αρμένων Μαστραντωνάκη Μανώλη και του κυρίου Ζουλάκη Νικηφόρου στην ολοκλήρωση της εργασίας τόσο με την παροχή πληροφοριών και στοιχείων σχετικά με την περιοχή, όσο και με την μεταλαμπάδευση της εμπειρίας τους σχετικά με τις συνθήκες της περιοχής και το απρόσκοπτο ενδιαφέρον τους.

Σημαντική υπήρξε η συνεισφορά της κυρίας Παυλίδου Σαΐας από το Ι.Γ.Μ.Ε για την παροχή στοιχείων σχετικά με τη γεωλογία της περιοχής και της κυρίας Διακοπούλου Παρασκευής και του κυρίου Γκρίτζαλη Κώστα από το Ε.Κ.Θ.Ε για την παροχή των ψηφιακών χαρτών GIS και των χημικών αναλύσεων αντίστοιχα.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την Επιτροπή Ερευνών του Πολυτεχνείου Κρήτης που χρηματοδότησε την μεταπτυχιακή διατριβή μέσα από το πρόγραμμα Βασική Έρευνα.

Περιεχόμενα

ΚΕΦ 1 ^ο : Εισαγωγή.....	12
ΚΕΦ2 ^ο : Μεθοδολογία	18
2.1. Περιβαλλοντικές πιέσεις.....	18
2.2. Υδρογεωλογική μελέτη.....	20
2.2.1. Συλλογή στοιχείων και ψηφιοποίηση.....	20
2.2.2. Μετρήσεις Πεδίου.....	21
2.2.3. Όργανα Μετρήσεων Πεδίου	23
2.3 Χημικές αναλύσεις.....	29
2.3.1. Σημεία και μέθοδοι δειγματοληψίας.....	29
2.3.2. Φασματοφωτόμετρο Hack και φασματοφωτομετρικές μέθοδοι.....	30
2.4. Περιγραφή του μοντέλου QUAL2K για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών πιέσεων.....	35
2.4.1. Ομοιότητες.....	35
2.4.2. Επιπλέον στοιχεία του 2K [18].....	36
2.4.3. Τμηματοποίηση και υδραυλικά χαρακτηριστικά του QUAL2K [18].	37
2.4.4. Χρόνος μεταφοράς.....	41
2.4.5. Επιμήκης διασπορά.....	42
2.4.6. Θερμοκρασιακό μοντέλο	42
2.4.7. Μοντέλο μεταβλητών του QUAL2K.....	45
ΚΕΦ3 ^ο :Περιγραφή και Περιβαλλοντικές Πιέσεις της Περιοχής Μελέτης.....	47
3.1 Περιγραφή της Περιοχής Μελέτης.....	47
3.1.1 Γεωγραφική θέση και διοικητική υπαγωγή	47
3.1.2 Χρήσεις γης.....	50
3.1.3 Κλιματικά χαρακτηριστικά.....	55
3.1.4 Μορφολογικά χαρακτηριστικά	67
3.1.5 Γεωλογία	68
3.1.6 Υδρογεωλογία.....	72
3.2 Περιβαλλοντικές πιέσεις στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.	75
3.2.1 Σημειακά φορτία στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.	75
3.2.2 Μη σημειακά φορτία στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.....	78
3.2.3 Ισοζύγιο Αζώτου και Φωσφόρου στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.	81
ΚΕΦ 4 ^ο : Υδρογεωλογία της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.....	83
4.1. Γεωτρήσεις παρακολούθησης.....	83
4.2. Πηγάδια παρακολούθησης.....	86
4.3. Πειράματα Διηθητικότητας του εδάφους.....	90
4.3.1. Πειράματα διηθητικότητας στην περιοχή του Στύλου.	90
4.3.2. Πειράματα διηθητικότητας στην περιοχή των πηγαδιών παρακολούθησης.	92
4.3.3. Πειράματα διηθητικότητας στην περιοχή του σταθμού παρακολούθησης Σ3.	94
4.4 Αντλήσεις στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.	95
4.5. Υπολογισμός Παροχής Ποταμού.....	97
4.5.1 Διατομές στους σταθμούς παρακολούθησης.....	97
4.5.2 Υπολογισμός παροχής στους σταθμούς παρακολούθησης.....	100
4.5.3 Συνολική παροχή στους σταθμούς παρακολούθησης.....	106
4.6. Αποτελέσματα υδρολογικής ανάλυσης.....	110

ΚΕΦ 5 ^ο : Χημικές αναλύσεις	116
5.1. Κύκλος Αζώτου	116
5.3. Νομοθεσία Θρεπτικών Συστατικών.....	120
5.4. Γεώτρηση Μαχαιρών	123
5.5. Πηγές παρακολούθησης Π ₁ , Π ₂ , Π ₃	126
ΠΗΓΑΔΙ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ Π3	127
➤ ΠΗΓΑΔΙ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ Π ₁	128
➤ ΠΗΓΑΔΙ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ Π ₂	130
➤ ΠΗΓΑΔΙ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ Π ₃	132
5.6. Σημεία δειγματοληψίας Σ ₁ , Σ ₂ , Σ ₃	134
➤ ΣΗΜΕΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ Σ ₁	136
➤ ΣΗΜΕΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ Σ ₂	138
➤ ΣΗΜΕΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ Σ ₃	141
5.7 Συγκριτικά αποτελέσματα χημικών αναλύσεων.....	143
Κεφάλαιο 6 ^ο : Μαθηματικό Μοντέλο Προσομοίωσης Περιβαλλοντικών Πιέσεων. 150	
6.1. Στοιχεία εισαγωγής στο μοντέλο Qual2K.	150
6.2. Αποτελέσματα προσομοίωσης μοντέλου QuaL2K.....	152
ΚΕΦ. 7 ^ο :Σύνοψη συμπερασμάτων.....	156
7.1. Σύνοψη συμπερασμάτων	157
7.2. Προτάσεις	161

Οδηγός Χαρτών-Σχημάτων-Διαγραμμάτων-Πινάκων

Πίνακες

Πίνακας 2. 1: Θερμοκρασιακές ιδιότητες των πιο γνωστών φυσικών ιζημάτων.	44
Πίνακας 2. 2: Μεταβλητές που προσομοιώνει το μοντέλο QUAL2K.....	45
Πίνακας 3. 1: Χρήσεις γης ανά Δημοτικό Διαμέρισμα στη λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη. (Υπουργείο Γεωργίας στοιχεία απογραφής 1991) 51	
Πίνακας 3. 2: Καλλιεργούμενα είδη ανά Δημοτικό Διαμέρισμα στη λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη [18] (Νομαρχία Χανίων στοιχεία απογραφής 1991).	54
Πίνακας 3. 3: Συντελεστές περατότητας γεωλογικών σχηματισμών και πετρωμάτων [6].	73
Πίνακας 3. 4: Αριθμός ελαιοτριβείων και ποσότητες αποβλήτων που παρήγαγαν για το έτος 1999-2000 στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.	76
Πίνακας 3. 5: Ρυπαντικά φορτία ελαιοτριβείων για το έτος 1999-2000 στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.	77
Πίνακας 3. 6: Συνολικά ρυπαντικά φορτία από τους οικισμούς στη λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.....	77
Πίνακας 3. 7 : Συνολικά φορτία γεωργίας για το έτος 2000-2001.	78
Πίνακας 3. 8: Συνολικά φορτία ζωικών απόβλητων της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.	79

Πίνακας 3. 9: Εποχιακές διακυμάνσεις υγρής και ξηρής εναπόθεσης διαλυτού υγρού αζώτου(DIN) και φωσφόρου (DIP) [37].	80
Πίνακας 3. 10: Συνολικά φορτία υγρής και ξηρής εναπόθεσης για το έτος 2000-2001.	81
Πίνακας 3. 11: Συνολικά ετήσια φορτία DIP και DIN σε ετήσια βάση.	81
Πίνακας 3. 12: Ισοζύγιο θρεπτικών για το έτος 2004-2005 στη λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.	82
Πίνακας 4. 1: Χημικές αναλύσεις στα πηγάδια παρακολούθησης.	86
Πίνακας 4. 2: Διαχείριση νερού ΟΑΔΥΚ 2003/2004 [32].	95
Πίνακας 4. 3: Κατανάλωση νερού στο Δήμο Αρμένων [8].	96
Πίνακας 4. 4: Σύγκριση μηνιαίων και ημερήσιων μετρήσεων των παροχών.	114
Πίνακας 5. 1: Χαρακτηριστικά υδάτων επιφανείας που προορίζονται για την παραγωγή πόσιμου ύδατος σύμφωνα με την Οδηγία 75/440/ΕΟΚ	121
Πίνακας 5. 2: Παράμετροι που αφορούν στις ανεπιθύμητες ουσίες σύμφωνα με τη Οδηγία 80/778/ΕΟΚ	122
Πίνακας 5. 3: Χημικές αναλύσεις στην γεώτρηση παρακολούθησης Γ ₁ .	123
Πίνακας 5. 4: Χημικές αναλύσεις στο πηγάδι παρακολούθησης Π ₁ .	126
Πίνακας 5. 5: Χημικές αναλύσεις στο πηγάδι παρακολούθησης Π ₂ .	127
Πίνακας 5. 6: Χημικές αναλύσεις στο πηγάδι παρακολούθησης Π ₃ .	127
Πίνακας 5. 7: Χημικές αναλύσεις στο σταθμό παρακολούθησης Σ ₁ .	134
Πίνακας 5. 8: Χημικές αναλύσεις στο σταθμό παρακολούθησης Σ ₂ .	135
Πίνακας 5. 9: Χημικές αναλύσεις στο σταθμό παρακολούθησης Σ ₃ .	135
Πίνακας 5. 10: Ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων νιτρικού αζώτου για τρία σημεία δειγματοληψίας.	143
Πίνακας 5. 11: Ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων νιτρικού αζώτου για τρία σημεία δειγματοληψίας για την θερινή περίοδο.	145
Πίνακας 5. 12: Ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων νιτρικού αζώτου για τρία πηγάδια παρακολούθησης.	146
Πίνακας 5. 13: Ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων νιτρικού αζώτου για τρία πηγάδια παρακολούθησης για την θερινή περίοδο.	147
Πίνακας 5. 14: Ο μέσος όρος των συγκεντρώσεων ολικού αζώτου, διαλυμένου ανόργανου αζώτου και διαλυμένου ανόργανου φωσφόρου.	148
Πίνακας 5. 15: Περιοριστικός παράγοντας και το ποσοστό του διαλυμένου ανόργανου αζώτου στο ολικό άζωτο.	149
Πίνακας 6. 1: Στοιχεία αρχικού τμήματος του ποταμού στο μοντέλο Qual2K.	151
Πίνακας 6. 2: Στοιχεία υποτμημάτων του ποταμού στο μοντέλο Qual2K.	151

Σχήματα

Σχήμα 2. 1: Προσομοίωση ποταμού στο μοντέλο QUAL2K.	38
Σχήμα 2. 2: Ισοζύγιο ροής στο μοντέλο QUAL2K.	39
Σχήμα 2. 3: Θερμοκρασιακό ισοζύγιο του μοντέλου QUAL2K.	43

Σχήμα 2. 4: Επιφανειακό θερμοκρασιακό ισοζύγιο του μοντέλου QUAL2K...	44
Σχήμα 2. 5: Ισορροπία μάζας.....	46
Σχήμα 2. 6: Κινητικές διαδικασίες και διαδικασίες μεταφοράς μάζας.	47
Σχήμα 3. 1: Σκαριφηματική γεωλογική τομή ανάντι των πηγών Στύλου.Πηγή [28].....	73
Σχήμα 4. 1: Σχηματική αναπαράσταση της διατομής του ποταμού Κοιλιάρη στον σταθμό παρακολούθησης Σ ₃	97
Σχήμα 4. 2: Σχηματική αναπαράσταση της διατομής του ποταμού Κοιλιάρη στον σταθμό παρακολούθησης Σ ₁	98
Σχήμα 4. 3: Σχηματική αναπαράσταση της κατεύθυνσης του υπογείου νερού από τα πηγάδια στο ποτάμι.	110
Σχήμα 4. 4: Σχηματική αναπαράσταση της διαδρομής του ποταμού από τις πηγές του Στύλου μέχρι και την περιοχή του Αγίου Γεωργίου.....	111
Σχήμα 4. 5: Σχηματική αναπαράσταση της υδρολογίας της περιοχής μελέτης.	113
Σχήμα 5. 1: Κύκλος του Αζώτου στο Χερσαίο Περιβάλλον [34].....	117
Σχήμα 5. 2: Κύκλος του Αζώτου στο Υδατικό Περιβάλλον [34].	117
Σχήμα 5. 3: Κύκλος του Φωσφόρου στο Χερσαίο Περιβάλλον [34].....	119

Διαγράμματα

Διάγραμμα 3. 1: Μέση ημερήσια θερμοκρασία του σταθμού Καλυβών για το 2003-04.....	56
Διάγραμμα 3. 2: Μέση ημερήσια θερμοκρασία του σταθμού Καλυβών για το 2004-05.....	56
Διάγραμμα 3. 3: Ημερήσια βροχόπτωση του σταθμού Καλυβών για το 2003-04.....	57
Διάγραμμα 3. 4: Ημερήσια βροχόπτωση του σταθμού Καλυβών για το 2004-05.....	57
Διάγραμμα 3. 5: Μέση ετήσια βροχόπτωση στο κάτω τμήμα της λεκάνης απορροής- σταθμός Καλυβών (Στοιχεία από 1974-1998) (Στοιχεία απο πηγή [6]).....	58
Διάγραμμα 3. 6: Μέση ετήσια θερμοκρασία (Σταθμός Καλυβών έτη 1978-2001) (Στοιχεία απο πηγή [6].	59
Διάγραμμα 3. 7: Μηνιαίες βροχοπτώσεις για το σταθμό των Κάμπων για τα έτη 1995-05 [27].	60
Διάγραμμα 3. 8: Μηνιαίες βροχοπτώσεις για το σταθμό των Καλυβών για τα έτη 1995-05 [6].	60
Διάγραμμα 3. 9: Διαφορά ύψους βροχής μεταξύ των σταθμών των Κάμπων και των Καλυβών για τα έτη 1995-05.....	61
Διάγραμμα 3. 10: Δυνητική Εξάτμιση για το σταθμό των Καλυβών για τα έτη 2003-05.....	62
Διάγραμμα 3. 11: Δυνητική Εξάτμιση για το σταθμό των Καλυβών για τα έτη 2003-05.....	64
Διάγραμμα 3. 12: Δυνητική Εξάτμιση για το σταθμό των Καλυβών για τα έτη 2003-05.....	64

Διάγραμμα 3. 13: Δυνητική Εξάτμιση για το σταθμό των Καλυβών για τα έτη 2003-05.....	66
--	----

Διάγραμμα 4. 1: Απόλυτη στάθμη γεώτρησης παρακολούθησης Γ_1	84
Διάγραμμα 4. 2: Απόλυτη στάθμη γεώτρησης παρακολούθησης Γ_2	84
Διάγραμμα 4. 3: Απόλυτη στάθμη γεώτρησης παρακολούθησης Γ_3	85
Διάγραμμα 4. 4: Απόλυτες στάθμες πηγαδιών παρακολούθησης.....	87
Διάγραμμα 4. 5: 1 ^ο πείραμα διηθητικότητας στην περιοχή του Στύλου.....	91
Διάγραμμα 4. 6: 2 ^ο πείραμα διηθητικότητας στην περιοχή του Στύλου.....	92
Διάγραμμα 4. 7: 1 ^ο πείραμα διηθητικότητας στην περιοχή των πηγαδιών παρακολούθησης.....	93
Διάγραμμα 4. 8: 2 ^ο πείραμα διηθητικότητας στην περιοχή παρακολούθησης των πηγαδιών.....	93
Διάγραμμα 4. 9: Πείραμα διηθητικότητας στην περιοχή του Αγίου Γεωργίου.....	94
Διάγραμμα 4. 10: Μετρήσεις διατομής στον σταθμό παρακολούθησης Σ_1	99
Διάγραμμα 4. 11: Μετρήσεις διατομής στον σταθμό παρακολούθησης Σ_3	100
Διάγραμμα 4. 12: Καμπύλη παροχής-στάθμης στον σταθμό Σ_1	101
Διάγραμμα 4. 13: Γραμμική παρεμβολή παροχής-στάθμης.....	102
Διάγραμμα 4. 14: Καμπύλη παροχής-στάθμης στον σταθμό Σ_3	103
Διάγραμμα 4. 15: Γραμμική παρεμβολή παροχής-στάθμης.....	103
Διάγραμμα 4. 16: Καμπύλη παροχής-στάθμης στον σταθμό Σ_2	104
Διάγραμμα 4. 17: Διάγραμμα στάθμης με χρόνο στον σταθμό Σ_2	105
Διάγραμμα 4. 18: Υδατογράφημα στον σταθμό παρακολούθησης Σ_1	106
Διάγραμμα 4. 19: Υδατογράφημα στον σταθμό παρακολούθησης Σ_3	107
Διάγραμμα 4. 20: Μέση μηνιαία παροχή στον σταθμό παρακολούθησης Σ_3	109
Διάγραμμα 4. 21: Υδρογράφημα μηνιαίων και ημερήσιων τιμών παροχής στον σταθμό Σ_3	114
Διάγραμμα 4. 22: Γραμμική παρεμβολή μηνιαίων και ωριαίων μετρήσεων.....	115

Διάγραμμα 5. 1: Μετρήσεις συγκεντρώσεων νιτρικού αζώτου στην γεώτρηση των Μαχαιρών.....	124
Διάγραμμα 5. 2: Μετρήσεις συγκεντρώσεων αμμωνιακού αζώτου στην γεώτρηση των Μαχαιρών.....	125
Διάγραμμα 5. 3: Μετρήσεις συγκεντρώσεων φωσφορικών στην γεώτρηση των Μαχαιρών.....	125
Διάγραμμα 5. 4: Μετρήσεις συγκεντρώσεων νιτρικού αζώτου στο πηγάδι παρακολούθησης Π_1	129
Διάγραμμα 5. 5: Μετρήσεις συγκεντρώσεων ολικού αζώτου στο πηγάδι παρακολούθησης Π_1	129
Διάγραμμα 5. 6: Μετρήσεις συγκεντρώσεων νιτρικού αζώτου στο πηγάδι παρακολούθησης Π_2	131
Διάγραμμα 5. 7: Μετρήσεις συγκεντρώσεων ολικού αζώτου στο πηγάδι παρακολούθησης Π_2	131
Διάγραμμα 5. 8: Μετρήσεις συγκεντρώσεων νιτρικού αζώτου στο πηγάδι παρακολούθησης Π_3	133
Διάγραμμα 5. 9: Μετρήσεις συγκεντρώσεων ολικού αζώτου στο πηγάδι παρακολούθησης Π_3	133

Διάγραμμα 5. 10: Μετρήσεις συγκεντρώσεων νιτρικού αζώτου στο σταθμό παρακολούθησης Σ_1 .	137
Διάγραμμα 5. 11: Μετρήσεις συγκεντρώσεων αμμωνιακού αζώτου στο σταθμό παρακολούθησης Σ_1 .	137
Διάγραμμα 5. 12: Μετρήσεις συγκεντρώσεων φωσφορικών στο σταθμό παρακολούθησης Σ_1 .	138
Διάγραμμα 5. 13: Μετρήσεις συγκεντρώσεων νιτρικού αζώτου στο σταθμό παρακολούθησης Σ_2 .	139
Διάγραμμα 5. 14: Μετρήσεις συγκεντρώσεων αμμωνιακού αζώτου στο σταθμό παρακολούθησης Σ_2 .	140
Διάγραμμα 5. 15: Μετρήσεις συγκεντρώσεων φωσφορικών στο σταθμό παρακολούθησης Σ_2 .	140
Διάγραμμα 5. 16: Μετρήσεις συγκεντρώσεων νιτρικού αζώτου στο σταθμό παρακολούθησης Σ_3 .	141
Διάγραμμα 5. 17: Μετρήσεις συγκεντρώσεων αμμωνιακού αζώτου στο σταθμό παρακολούθησης Σ_3 .	142
Διάγραμμα 5. 18: Μετρήσεις συγκεντρώσεων φωσφορικών στο σταθμό παρακολούθησης Σ_3 .	142
Διάγραμμα 5. 19: Συσχέτιση συγκεντρώσεων νιτρικού αζώτου σε τρία σημεία δειγματοληψίας.	144
Διάγραμμα 5. 20: Ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων νιτρικού αζώτου για τρία σημεία δειγματοληψίας για την θερινή περίοδο.	145
Διάγραμμα 5. 21: Ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων νιτρικού αζώτου για τρία πηγάδια παρακολούθησης.	147
Διάγραμμα 5. 22: Ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων νιτρικού αζώτου για τρία πηγάδια παρακολούθησης για την θερινή περίοδο.	148
Διάγραμμα 6. 1: Παροχή από το μοντέλο Qual2K.	153
Διάγραμμα 6. 2: Μεταβολή νιτρικού αζώτου στην προσομοίωση του μοντέλου Qual2K.	154
Διάγραμμα 6. 3: Μεταβολή αμμωνιακού αζώτου στην προσομοίωση του μοντέλου Qual2K.	155

Φωτογραφίες-Αεροφωτογραφίες

Αεροφωτογραφία 2. 1: Πηγάδια παρακολούθησης και σταθμοί παρακολούθησης στην περιοχή των πηγών του Στύλου.	22
Αεροφωτογραφία 2. 2: Σημεία δειγματοληψίας στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.	30
Φωτογραφία 2. 1: Το βαρύμετρο Model 101 από την εταιρεία Solinst.	23
Φωτογραφία 2. 2: Καλώδιο σύνδεσης του αυτόνομου καταγραφέα στάθμης.	25
Φωτογραφία 2. 3: Ο αισθητήρας του αυτόνομου καταγραφέα στάθμης.	25
Φωτογραφία 2. 4: Ο μηλίσκος FP101.	27
Φωτογραφία 2. 5: Ο μηλίσκος H-S OSS-B1.	28

Χάρτες

Χάρτης 2. 1: Θέση γεωτρήσεων παρακολούθησης στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.21

Χάρτης 3. 1: Γεωγραφική θέση της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.48

Χάρτης 3. 2: Δήμοι στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.....49

Χάρτης 3. 3: Υδρολογική λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη (Πηγή [20]).50

Χάρτης 3. 4: Χρήσεις γης στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη (Πηγή [21]).....53

Χάρτης 3. 5: Τοπογραφικές κλίσεις λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη [23].67

Χάρτης 3. 6: Ισοϋψείς καμπύλες της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη [23]68

ΚΕΦ 1^ο: Εισαγωγή.

Οι υδατικοί πόροι αποτελούν ένα από τα βασικότερα τμήματα της νομοθεσίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η ευρωπαϊκή πολιτική όσο αφορά το νερό χρονολογείται από τη δεκαετία του '70, όταν εκδόθηκαν διάφορες οδηγίες σχετικά με το πόσιμο νερό, το νερό κολύμβησης, το υπόγειο νερό κτλ. Στη δεκαετία του '90 αυτή η νομοθεσία συμπληρώθηκε από μια νέα σειρά οδηγιών για τα αστικά υγρά απόβλητα, τη ρύπανση από τα νιτρικά και τη βιομηχανία, και βελτιώθηκε από τις αναθεωρήσεις στο πόσιμο νερό και τις οδηγίες σχετικά με το νερό κολύμβησης [1].

Η Ευρωπαϊκή Ένωση κατανοώντας την σημαντικότητα των υδατικών πόρων εξέδωσε την οδηγία πλαίσιο 2000/60 για τα νερά, η οποία θέτει το νομοθετικό πλαίσιο για την ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων. Βασικός στόχος της εν λόγω οδηγίας είναι “η επίτευξη καλής ποιότητας υδάτων σε όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, μέσω εφαρμογής κατάλληλων προγραμμάτων ορθής διαχείρισης των υδατικών πόρων”. Το κυριότερο χαρακτηριστικό της οδηγίας είναι “η χρήση της λεκάνης απορροής ποταμού ως βασικής μονάδας για όλες τις ενέργειες σχεδιασμού και διαχειριστικής δράσης που αναφέρονται στο νερό” [2].

Η δημιουργία σχεδίου διαχείρισης των νερών στα πλαίσια της λεκάνης απορροής και της παράκτιας ζώνης αποτελεί έναν από τους περιβαλλοντικούς στόχους της οδηγίας πλαίσιο. Επίσης η οδηγία αποσκοπεί στην περιγραφή των αναγκαίων μέτρων για την αποκατάσταση, αναβάθμιση και προστασία των επιφανειακών νερών, των υπογείων νερών και της παράκτιας ζώνης. Συγκεκριμένα, η οδηγία επιβάλλει τις ακόλουθες επιμέρους μελέτες:

- Παρακολούθηση της φυσικής, χημικής και οικολογικής κατάστασης των νερών (Άρθρο 8).

- Ανάκτηση του κόστους για υπηρεσίες ύδατος συμπεριλαμβανομένου του κόστους για το περιβάλλον και τους φυσικούς πόρους βάση της αρχής «ο ρυπαίνων πληρώνει» (Άρθρο 9).
- Έλεγχος των εκπομπών σε συνδυασμένη προσέγγιση σημειακών και διάχυτων πηγών (Άρθρο 10).
- Δημιουργία σχεδίων διαχείρισης που θα ανανεώνονται κάθε 15 χρόνια (Άρθρο 13), και
- Συμμετοχή όλων των κοινωνικών εταίρων σε όλες τις φάσεις της δημιουργίας των σχεδίων διαχείρισης, πληροφόρηση του κοινού και διαβουλεύσεις (Άρθρο 14).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, λοιπόν, έθεσε τις βάσεις με την οδηγία και τώρα αναμένετε από κάθε κράτος – μέλος της να αξιολογήσει την υπάρχουσα κατάσταση και τις ιδιαιτερότητες των υδατικών του πόρων και να διαμορφώσει τη δική του εθνική στρατηγική [2].

Η Ελλάδα είναι μια χώρα μικρή σε έκταση, που όμως λόγω της έντονα ιδιόμορφης γεωμορφολογικής της διάρθρωσης - εξαιτίας του έντονου ανάγλυφου της και το μεγάλο ανάπτυγμα ακτών – περιλαμβάνει μικρές λεκάνες απορροής που απαιτούν διαφορετική διαχειριστική πολιτική. Ήδη με το Ν. 1739/87 θεσμοθετήθηκε η διαίρεση της χώρας σε 14 υδατικά διαμερίσματα, για λόγους οργανωτικούς και διοικητικούς [1]. Όμως, η ίδια η πολυδιάσπαση των αρμοδιοτήτων, των σχετικών με τους υδατικούς πόρους φορέων, αλλά και η αδυναμία συντονισμού δράσης των φορέων αυτών λόγω των ανταγωνιστικών δραστηριοτήτων στη χρήση νερού, συντηρεί ένα καθεστώς έλλειψης συντονισμού στον τομέα της διαχείρισης. Ακόμη όμως και η σχηματοποίηση των υδρολογικών περιφερειών με τη μέγιστη δυνατή ομοιογένεια όσο αφορά τα υδρολογικά, υδρογεωλογικά, γεωμορφολογικά και διαχειριστικά χαρακτηριστικά και η ύπαρξη ενός ενιαίου Διαχειριστικού Φορέα στον τομέα του νερού δεν εξαλείφει τις σημαντικές ελλείψεις σε σχέση με την συστηματική και αξιόπιστη καταγραφή και αξιολόγηση των φυσικών και τεχνικών υδατικών συστημάτων από ποσοτική και ποιοτική άποψη, όπως επίσης και την έλλειψη επαρκών μετρήσεων υδρολογικών, μετεωρολογικών,

υδρογεωλογικών και ποιοτικών παραμέτρων. Ακόμη, δεν έχει σημειωθεί πρόοδος σε σχέση με την συνεργασία και την συμμετοχή όλων των κοινωνικών εταίρων στην διαμόρφωση προγραμμάτων ορθής διαχείρισης των εκάστοτε υδατικών πόρων.

Έτσι, δυστυχώς, η Ελλάδα βρίσκεται σε εξαιρετικά μειονεκτική θέση σε σχέση με τις άλλες χώρες μέλη της για την εφαρμογή της οδηγίας πλαίσιο για την διαχείριση των υδατικών πόρων και το πρόβλημα έγκειται κυρίως στην έλλειψη μετρήσεων σε υδρολογικά και υδρογεωλογικά στοιχεία για τους υδατικούς πόρους του ελλαδικού χώρου. Μάλιστα, όσον αφορά τον ελλαδικό χώρο για ελάχιστα ποτάμια υπάρχουν διαθέσιμες χρονοσειρές παροχής σε ημερήσια βάση. Τα περισσότερα μεγάλα ποτάμια, όπως για παράδειγμα ο Αξιός έχουν μετρήσεις παροχής σε μηνιαία βάση [3]. Με αυτή την έννοια, δεν είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε με ακρίβεια πόσο νερό φτάνει στη θάλασσα και τι φορτία ρυπαντών καταλήγουν στην παράκτια ζώνη. Οι διάφορες περιβαλλοντικές μελέτες που πραγματοποιούνται στον Ελλαδικό χώρο βασίζονται σε υπάρχοντα στοιχεία με συνέπεια να παρουσιάζουν μεγάλο βαθμό αβεβαιότητας. Κατά συνέπεια, η δημιουργία οποιουδήποτε διαχειριστικού σχεδίου εμπεριέχει υποθέσεις που πιθανόν να οδηγούσαν σε αβέβαια συμπεράσματα.

Στο σημείο αυτό λοιπόν πρέπει να τονίσουμε ότι κρίνεται απαραίτητη είτε η εγκατάσταση σταθμών μέτρησης παροχής και ποιότητας των πηγών και των ποταμών, είτε η συστηματική μέτρηση των παραπάνω. Παρόλα αυτά τα ποιοτικά δεδομένα που έχουν ήδη συγκεντρωθεί, για τα επιφανειακά νερά συνιστούν τις μοναδικές μακροχρόνιες χρονοσειρές παρατηρήσεων με μεγάλη σημασία για τη χώρα μας και ιδιαίτερα σήμερα που καλείται να εφαρμόσει της Οδηγία Πλαίσιο για τα νερά. Οι χρονοσειρές αυτές, παρ' όλες τις όποιες αδυναμίες που παρουσιάζουν (κενά στις μετρήσεις, όχι απόλυτη αξιοπιστία σε ορισμένες μετρήσεις/αναλύσεις) είναι δυνατό, με την κατάλληλη επεξεργασία, να αποτελέσουν βασικό συντελεστή για την εφαρμογή της Οδηγίας. Αξίζει να σημειώσουμε την προσπάθεια που έγινε προς την κατεύθυνση αυτή από το Υπουργείο Γεωργίας με την ανάθεση στο Ελληνικό Κέντρο Θαλασσίων Ερευνών (ΕΛΚΕΘΕ) του Ερευνητικού Έργου «Αξιοποίηση των Υδροχημικών Δεδομένων του Αχελώου - Εκτίμηση της Συνεισφοράς της Γεωργίας στην Υδατική Ρύπανση» [4]. Ακόμη, αξιοσημείωτη είναι η μελέτη και έρευνα που

έγινε στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού προγράμματος EUROCAT (European Catchments – Catchments Changes and their Impact on the Coast) για την εκτίμηση των φορτίων των θρεπτικών και τον προσδιορισμό της χωροχρονικής μεταβολής και των βιογεωχημικών αλλαγών στο παρελθόν, το παρόν και το μέλλον στη λεκάνη απορροής του ποταμού Αξιού και στην παράκτια ζώνη του [3].

Αντίστοιχα λοιπόν, με όσα προαναφέρθηκαν και το υδατικό διαμέρισμα της Κρήτης, στο οποίο βρίσκεται και η λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη - περιοχή μελέτης - αντιμετωπίζει ανάλογα προβλήματα (έλλειψη βροχομετρικών δεδομένων, παροχών, και δεδομένων ποιότητας) με αποτέλεσμα την έλλειψη κατάλληλης βάσης δεδομένων για την σωστή εφαρμογή της οδηγίας πλαίσιο και την σωστή λήψη αποφάσεων για βέλτιστη χρήση του υδάτινου δυναμικού.

Έτσι, ο στόχος της παρούσας μελέτης είναι η πρώτη φάση της εφαρμογής της οδηγίας πλαίσιο στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη και η περιβαλλοντική προστασία του υδάτινου δυναμικού της λεκάνης. Στο πλαίσιο αυτό ο κυριότερος στόχος της μελέτης είναι η δημιουργία βάσης δεδομένων (ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά) και η διαρκής συνεργασία και συμμετοχή όλων των κοινωνικών εταίρων, για την καλύτερη αξιοποίηση και προστασία του υδάτινου δυναμικού της περιοχής και την κάλυψη των αναγκών σε νερό των κατοίκων της περιοχής. Τέλος, αυτή η μελέτη προσδοκά να είναι το πρώτο στάδιο της δημιουργίας διαχειριστικού σχεδίου της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη για την ορθολογική χρήση των νερών της περιοχής, συμβατή με τους στόχους της οδηγίας.

Συγκεκριμένα, στα πλαίσια της μελέτης πραγματοποιήθηκαν οι παρακάτω δραστηριότητες:

Προσδιορισμός περιβαλλοντικών πιέσεων και Υδρογεωλογική μελέτη

Προσδιορίστηκαν τα ρυπαντικά φορτία από σημειακές και διάχυτες πηγές ρύπανσης στον ποταμό, στα υπόγεια νερά και στην παράκτια ζώνη.

Η υδρογεωλογική μελέτη αποτελεί ένα σημαντικό τμήμα της μελέτης περιβαλλοντικής προστασίας του υδάτινου δυναμικού και περιλαμβάνει τις ακόλουθες δραστηριότητες:

I. Δημιουργία Βάσης Δεδομένων Βιβλιογραφίας

Συλλογή όλων των μελετών από τους διάφορους φορείς για την λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.

II. Οριοθέτηση περιοχής μελέτης

Η περιοχή μελέτης συμπίπτει με τη λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.

III. Εγκατάσταση σταθμών

Εγκαταστάθηκαν σταθμοί μέτρησης παροχής και ποιότητας των πηγών και του ποταμού και σταθμοί παρακολούθησης διακύμανσης της στάθμης υπογείων νερών.

IV. Δημιουργία θεματικών χαρτών

Συλλέχθηκαν οι γεωλογικοί χάρτες της περιοχής μελέτης και ψηφιοποιήθηκαν με τη χρήση προγράμματος G.I.S. αποσκοπώντας στη δημιουργία ψηφιακών θεματικών χαρτών.

V. Επεξεργασία συλλεγομένων στοιχείων

Μετά την αποτύπωση στον χάρτη όλων των υδρολογικών στοιχείων έγινε επεξεργασία για τον ακριβέστερο υπολογισμό των συντελεστών του υδρολογικού ισοζυγίου, των διευθύνσεων ροών, της τροφοδοσίας της λεκάνης από τις πηγές και της ποιότητας τόσο των επιφανειακών όσο και των υπογείων υδάτων.

VI. Δειγματοληψίες και γενικές χημικές αναλύσεις

Έγιναν δειγματοληψίες και μετρήθηκαν οι ακόλουθες παράμετροι: pH, αγωγιμότητα, διαλυμένο οξυγόνο, δυναμικό οξειδοαναγωγής, θερμοκρασία, NO₃-N, NO₂-N, NH₄-N, total N, PO₄-P και total P.

VII. Αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων

Η στατιστική ανάλυση των υδρολογικών και γεωχημικών χρονοσειρών καθώς και οι διάφορες Ευρωπαϊκές οδηγίες αποτελούν τη βάση για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στη λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.

ΚΕΦ2^ο: Μεθοδολογία

2.1. Περιβαλλοντικές πιέσεις

Οι περιβαλλοντικές πιέσεις που δέχεται η λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη προέρχονται κυρίως από ανθρώπινες δραστηριότητες στον τομέα της γεωργίας και της κτηνοτροφίας. Στην περιοχή μελέτης δεν λειτουργούν μεγάλες βιομηχανίες ή βιοτεχνίες που να προκαλούν τυχόν ρύπανση στο περιβάλλον [5].

Συνολικά οι περιβαλλοντικές πιέσεις που δέχεται ο ποταμός Κοιλιάρης χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- Τις σημειακές πηγές ρύπανσης
- Τις μη-σημειακές (διάχυτες) πηγές ρύπανσης.

Οι σημειακές πηγές που φορτίζουν τα υπόγεια και επιφανειακά ύδατα της περιοχής προέρχονται από τους οικισμούς και τα ελαιοτριβεία. Οι οικισμοί που περιλαμβάνονται στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη είναι μικρού ανθρώπινου δυναμικού, παρόλαυτα αποτελούν πηγή ρύπανσης κυρίως για το λόγο ότι δεν έχουν ακόμα ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης αποβλήτων [5].

Τα ελαιοτριβεία παρόλο που έχουν εποχιακή λειτουργία αποτελούν πηγή ρύπανσης, διότι στην πλειοψηφία τους δεν κατέχουν σύστημα διαχείρισης αποβλήτων και συνήθως γίνεται η απόρριψη των λυμάτων στον ποταμό Κοιλιάρη. Με σκοπό λοιπόν τον υπολογισμό των σημειακών φορτίων έγινε συλλογή δεδομένων από την βιβλιογραφία για τους οικισμούς και τον πληθυσμό της περιοχής μελέτης, καθώς και συλλογή στοιχείων για τα ελαιοτριβεία που βρίσκονται και λειτουργούν στην ευρύτερη λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.

Στις μη σημειακές πηγές ρύπανσης περιλαμβάνονται όλες οι γεωργικές και κτηνοτροφικές δραστηριότητες, καθώς και σε δευτερεύοντα ρόλο τα φορτία που προέρχονται από την υγρή και ξηρή εναπόθεση. Όπως θα αναλυθεί και

σε επόμενο κεφάλαιο τα φορτία που προέρχονται από την υγρή και ξηρή εναπόθεση δεν είναι τόσο σημαντικά, σε αντίθεση τα φορτία από την κτηνοτροφία και την γεωργία, τα οποία συμβάλλουν σημαντικά στην ρύπανση των επιφανειακών και των υπογείων υδάτων.

Για τον υπολογισμό των διάχυτων φορτίων συλλέχθηκαν στοιχεία για τις χρήσεις γης και για το είδος και τον αριθμό των ζώων που βρίσκονται στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.

Συλλέχθηκαν παλαιότερες μελέτες με τα είδη των φυτοφαρμάκων που χρησιμοποιούνται και το ποσοστό του αζώτου και του φωσφόρου που περιέχει κάθε φυτοφάρμακο και τελικά βρέθηκε και το συνολικό φορτίο αζώτου και φωσφόρου που προέρχεται από την γεωργία. Επίσης μέσα από τις μελέτες αυτές βρέθηκε το ποσοστό των φορτίων που αντιστοιχεί σε κάθε είδος ζώου και τελικά το συνολικό φορτίο που προέρχεται από την κτηνοτροφία.

Τέλος με τον υπολογισμό του φορτίου που προέρχεται από την υγρή και ξηρή εναπόθεση μέσα από την βιβλιογραφία υπολογίστηκε το συνολικό φορτίο αζώτου και φωσφόρου από τις διάχυτες πηγές ρύπανσης.

2.2. Υδρογεωλογική μελέτη

2.2.1. Συλλογή στοιχείων και ψηφιοποίηση.

Ένας από τους στόχους της εργασίας αυτής ήταν η δημιουργία μιας βάσης δεδομένων γύρω από την λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη με την συλλογή όσο το δυνατόν περισσότερων στοιχείων για την περιοχή μελέτης. Εκτός από τα στοιχεία που συλλέχθηκαν από την βιβλιογραφία με σκοπό τις περιβαλλοντικές φορτίσεις που δέχεται η λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη, έγινε συλλογή όλων των διαθέσιμων μελετών που αφορούν την υδρολογία της περιοχής μελέτης [8]. Συλλέχθηκαν καινούρια βροχομετρικά και μετεωρολογικά δεδομένα, από τον μετεωρολογικό σταθμό των Καλυβών που βρίσκονται στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη, καθώς και βροχομετρικά και μετεωρολογικά δεδομένα από τον σταθμό της Σούδας [6], [9]. Στοιχεία παροχών και αντλήσεων για τον ποταμό Κοιλιάρη, καθώς και γεωτρήσεων που βρίσκονται στην περιοχή μελέτης με σκοπό την μελέτη των επιφανειακών και υπογείων υδάτων [6,27].

Τοπογραφικοί χάρτες κλίμακας 1:5000 και 1:50000, όπως επίσης αντίστοιχης κλίμακας γεωλογικοί χάρτες συλλέχθηκαν με απώτερο σκοπό την μελέτη τους και κατ' επέκταση την ψηφιοποίηση τους και την εισαγωγή τους στο πρόγραμμα G.I.S [6]. Τέλος έγινε συλλογή αεροφωτογραφιών της περιοχής με σκοπό την δημιουργία χαρτών στο πρόγραμμα Autocad και την λεπτομερέστερη μελέτη των υπογείων και επιφανειακών υδάτων της περιοχής μελέτης [8].

2.2.2. Μετρήσεις Πεδίου

Το μεγαλύτερο βάρος της μελέτης αυτής δόθηκε στις μετρήσεις πεδίου. Ένα από τα σημαντικότερα τμήματα της μελέτης αυτής επικεντρώθηκε στην υδρολογία του ποταμού Κοιλιάρη.

Αρχικά λοιπόν επιλέχθηκαν 3 γεωτρήσεις και 3 πηγάδια για την μηνιαία μέτρηση της στάθμης αυτών. Αργότερα 3 πηγάδια επιπλέον μετρήθηκαν με σκοπό την διερεύνηση της κατεύθυνσης της ροής των υπογείων υδάτων της περιοχής. Στον χάρτη 2.1 εμφανίζεται η θέση των γεωτρήσεων παρακολούθησης Γ₁, Γ₂, Γ₃, ενώ στην αεροφωτογραφία 2.1 παρουσιάζεται η θέση των πηγαδιών παρακολούθησης, στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη [10].



Χάρτης 2. 1: Θέση γεωτρήσεων παρακολούθησης στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.



Αεροφωτογραφία 2. 1: Πηγάδια παρακολούθησης και σταθμοί παρακολούθησης στην περιοχή των πηγών του Στύλου.

Εκτός από τα πηγάδια και τις γεωτρήσεις, στην αεροφωτογραφία 2.1 φαίνονται και οι δύο σταθμοί παρακολούθησης Σ_1 και Σ_2 στον ποταμό Κοιλιάρη με σκοπό την διερεύνηση των μεταβολών της στάθμης του ποταμού και κατ' επέκταση της παροχής αυτού. Στους σταθμούς και τα σημεία παρακολούθησης βρέθηκε το απόλυτο υψόμετρο με τη χρήση θεοδολιχου, από τον Δήμο Αρμένων, με σκοπό την μελέτη της κίνησης του υπογείου νερού και την συνεισφορά του στα ύδατα του ποταμού Κοιλιάρη [10].

Ο τρόπος με τον οποίο έγινε η επιλογή των σταθμών, των γεωτρήσεων και των πηγαδιών παρακολούθησης ακολουθεί το γενικότερο υδρολογικό σύστημα της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη. Έτσι επιλέχθηκαν οι τρεις γεωτρήσεις, οι οποίες ανήκουν στο καρστικό σύστημα των Λευκών Ορέων, σε αντίθεση με τους σταθμούς και τα πηγάδια που αντικατροπτίζουν την πεδινή έκταση της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη. Μάλιστα οι τρεις σταθμοί παρακολούθησης στον ποταμό Κοιλιάρη έχουν επιλεχθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να υπολογιστεί η συνολική παροχή των πηγών του Στύλου, αλλά και η συνολική παροχή του ποταμού Κοιλιάρη.

2.2.3. Όργανα Μετρήσεων Πεδίου

Οι μετρήσεις στάθμης στα πηγάδια και τις γεωτρήσεις παρακολούθησης έγιναν με το βαρύμετρο, (Model 101 Water Level meter από την εταιρεία Solinst). Το βαρύμετρο περιλαμβάνει ταινία μήκους 250 m και πλάτους 6mm από πλαστικό πολυαιθυλένιο με μπαταρία 9 V. Ο αισθητήρας βρίσκεται μέσα σε ανοξείδωτη ατσάλινη θήκη για την προστασία του από τυχόν ατυχήματα μήκους 190mm και πλάτους 12,7mm. Στην μεζούρα αναγράφονται τα μέτρα και τα εκατοστά, ενώ είναι μαρκαρισμένα και τα χιλιοστά. Στην φωτογραφία 2.1 παρουσιάζεται το μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε για τις μετρήσεις [11].



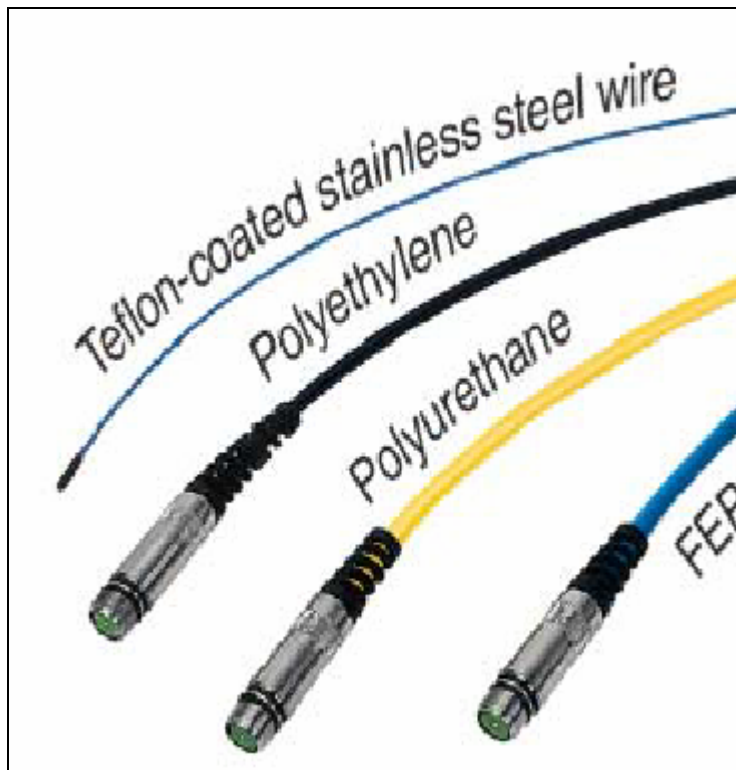
Φωτογραφία 2. 1: Το βαρύμετρο Model 101 από την εταιρεία Solinst.

Στους τρεις σταθμούς που επιλέχθηκαν για την παρακολούθηση της στάθμης του ποταμού, αγοράστηκαν και εγκαταστάθηκαν αυτόνομα καταγραφικά μεταβολών στάθμης, του οίκου SOLINST. Τα όργανα αποτελούνται από τρία κομμάτια:

1. **Το λογισμικό κομμάτι**, το οποίο περιλαμβάνει σειριακό καλώδιο για γρήγορη σύνδεση του χρήστη με τον υπολογιστή, όπως επίσης και το υπολογιστικό πρόγραμμα Win-situ 4.0. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα είναι ιδιαίτερα φιλικό με το χρήστη και δίνει την δυνατότητα μέτρησης της θερμοκρασίας και της στάθμης ανά 0,5 sec. Μέσα από το πρόγραμμα Win-situ 4.0 ο χρήστης έχει την δυνατότητα να κάνει μετρήσεις έως και σε 16 διαφορετικές τοποθεσίες. Μέσα από το πρόγραμμα δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη για έλεγχο της μπαταρίας του οργάνου, καθώς και τη δυνατότητα προγραμματισμού γραμμικής ή λογαριθμικής καταγραφής. Μέσο του προγράμματος γίνεται αντιστάθμιση της βαρομετρικής πίεσης, για κάθε τοποθεσία ξεχωριστά. Στον ποταμό Κοιλιάρη οι μετρήσεις στάθμης προγραμματίστηκαν να πραγματοποιούνται ανά δέκα λεπτά [12].

2. **Το καλώδιο σύνδεσης**

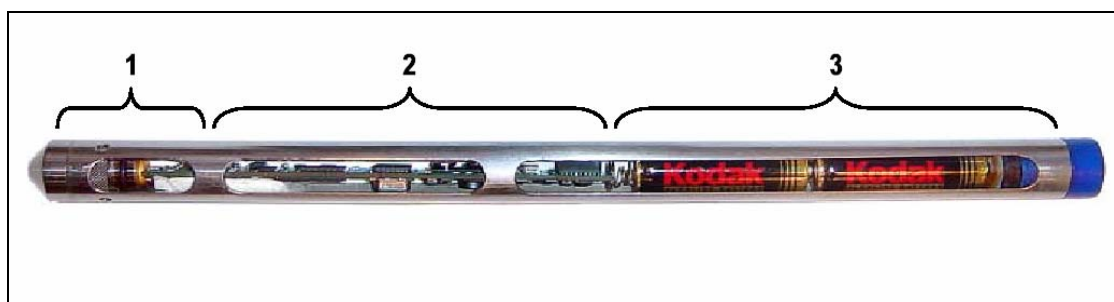
Η εταιρεία δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να χρησιμοποιήσει 4 διαφορετικά είδη καλωδίων, όπως φαίνεται και στην φωτογραφία 2.2. Ο τύπος καλωδίου που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη είναι ο τρίτος τύπος καλωδίου από πολυουραιθάνιο, αδιάβροχο, με εσωτερικό συρματόσχοινο για εύκολη και οικονομική εγκατάσταση. Το καλώδιο έχει ατσάλινη ανοξείδωτη εσοχή στην οποία τοποθετείται ο αισθητήρας.



Φωτογραφία 2. 2: Καλώδιο σύνδεσης του αυτόνομου καταγραφέα στάθμης.

3. Ο αισθητήρας

Το βασικότερο τμήμα του οργάνου αποτελεί ο αισθητήρας. Ο αισθητήρας περιλαμβάνει ατσάλινη ανοξείδωτη θήκη εξωτερικής διαμέτρου 18,3 χιλιοστών. Περιλαμβάνει τρία τμήματα όπως φαίνεται στην φωτογραφία 2.3.



Φωτογραφία 2. 3: Ο αισθητήρας του αυτόνομου καταγραφέα στάθμης.

Στο πρώτο τμήμα περιλαμβάνονται οι αισθητήρες και τα αναλογικά ηλεκτρονικά. Στο δεύτερο τμήμα τα ψηφιακά ηλεκτρονικά, όπως το ρολόι και η RAM, ενώ στο τρίτο η μπαταρία και το σύστημα σύνδεσης με το σειριακό καλώδιο [12].

Το όργανο διαθέτει ακρίβεια μέτρησης της στάθμης 0.1% και μέτρηση της θερμοκρασίας στην περιοχή -20°C έως 80°C με ακρίβεια 0.1°C .

Οι αυτόνομοι καταγραφείς στάθμης εγκαταστάθηκαν μέσα σε μεταλλικούς σωλήνες σχήματος γάμα, οι οποίοι είναι διάτρητοι στη βάση τους για την εισροή του νερού. Επίσης οι αισθητήρες και στα τρεις σταθμούς παρακολούθησης έχουν εγκατασταθεί σε απόσταση 6 εκατοστών (στον Σ_1 και στον Σ_3) και 9 εκατοστών (στον Σ_2) από τον πυθμένα του σωλήνα για να αποφευχθούν τυχόν σφάλματα λόγω εισροής λάσπης [13,12].

Εκτός από την στάθμη για τον υπολογισμό της παροχής είναι αναγκαία και η μέτρηση της ταχύτητας των υδάτων του ποταμού. Ακριβώς γι' αυτό το σκοπό στους σταθμούς παρακολούθησης της στάθμης μετρήθηκε η διάμετρος του ποταμού και στην συνέχεια η ταχύτητα και έτσι βρέθηκε η παροχή του ποταμού με τρόπο που αναλύεται στο κεφάλαιο 4^ο. Μετρήσεις ταχύτητας έγιναν με δύο τύπων μηλίσκους. Ο μηλίσκος, για μικρές παροχές, μοντέλο FP 101 από την εταιρεία Global Water και ο μηλίσκος H-S OSS-B1 από την εταιρεία Hydrological Services.

Ο μηλίσκος FP 101 αποτελείται από βραχίονα από ανοξείδωτο αλουμίνιο με, ο οποίος περιλαμβάνει μεζούρα που αναγράφονται μέτρα, εκατοστά και χιλιοστά. Ο μηλίσκος περιλαμβάνει ψηφιακή κεφαλή που έχει την δυνατότητα μέτρησης της ταχύτητας σε m/sec ή σε ft/sec. Το εύρος των τιμών της ταχύτητας που μπορεί να μετρήσει το όργανο κυμαίνεται από 0.5m/sec έως 0,1 m/sec, ενώ για την μέση ταχύτητα μπορεί να μετρήσει ελάχιστη τιμή μέχρι και 0,01 m/sec. Η προπέλα του μηλίσκου βρίσκεται μέσα σε πλαστική θήκη για προστασία διαμέτρου 2 ιντσών και αποτελείται και η ίδια από πλαστικό. Ο μηλίσκος FP101 χρησιμοποιήθηκε κυρίως κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών, όπου η στάθμη των υδάτων του ποταμού ήταν ιδιαίτερα χαμηλή [14].



Φωτογραφία 2. 4: Ο μηλίσκος FP101.

Αντίθετα με το μηλίσκο FP 101, ο μηλίσκος H-S OSS-B1 χρησιμοποιείται για την μέτρηση της ταχύτητας σε μεγαλύτερες παροχές. Περιλαμβάνει ανοξείδωτο ατσάλινο βραχίονα στον οποίο αναγράφονται μέτρα και εκατοστά. Το όργανο αποτελείται κυρίως από δύο τμήματα, την προπέλα και τον μετρητή παλμών. Η προπέλα είναι από ανοξείδωτο ατσάλι και είναι διαμέτρου 125 χιλιοστών. Στην φωτογραφία 2.5 φαίνεται η διάταξη της προπέλας με τον βραχίονα ενώ διακρίνονται και τα καλώδια που συνδέουν την προπέλα με τον μετρητή. Οι μετρήσεις των παλμών που μας δίνει το όργανο έγιναν ανά 20 δευτερόλεπτα και ανά 10 για την ακριβέστερη εύρεση των τιμών της ταχύτητας [15].

Η ταχύτητα μετριοταν πάντα σε βάθος 60% από την επιφάνεια του νερού και οι τύποι που μας δίνουν την ταχύτητα είναι:

1. $v=0.3744 \cdot n+0.0230$ αν $n<0.24$

2. $v=0.4786 \cdot n-0.0017$ αν $n>0.24$

όπου: n οι στροφές ανά δευτερόλεπτο
και v η ταχύτητα σε m/sec.



Φωτογραφία 2. 5: Ο μηλίσκος H-S OSS-B1.

Εκτός από τα όργανα για στάθμη και ταχύτητα χρησιμοποιήθηκε και όργανο για την μελέτη της διηθητικότητας του εδάφους. Περιλαμβάνει ατσάλινη κατασκευή διαμέτρου 0,50 m με μεζούρα στο εσωτερικό που αναγράφονται τα μέτρα, τα εκατοστά και τα χιλιοστά. Η κατασκευή αυτή μαζί με χρονόμετρο βοηθάει στην εύρεση της διηθητικότητας του εδάφους. Στην παρούσα μελέτη διεξήχθησαν τρία πειράματα σε διαφορετικές περιοχές του ποταμού για την εύρεση της διηθητικότητας του εδάφους.

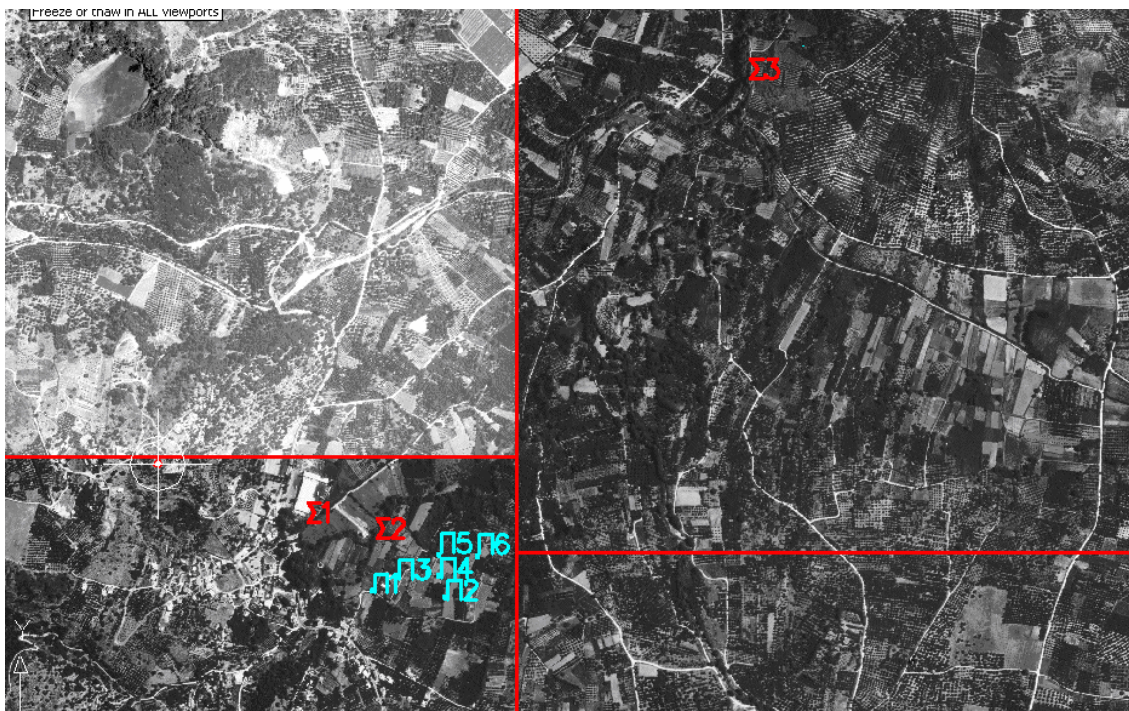
Τα σημεία που έγινε η εγκατάσταση επιλέχθηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε να βρεθεί η συνολική παροχή του ποταμού. Τα σημεία αυτά περιλαμβάνουν τους δύο ποταμούς από τις πηγές του Στύλου και τον Άγιο Γεώργιο, σημείο στο οποίο συγκεντρώνονται όλοι οι ποταμοί και παραπόταμοι του ποταμού Κοιλιάρη, ανάμεσα σ' αυτούς και τα εφήμερα ποτάμια της Αναβρετής και του Κεραμιώτη. Τα αποτελέσματα και οι μετρήσεις που έγιναν όσον αφορά την υδρογεωλογία της λεκάνης απορροής αναλύονται σε παρακάτω κεφάλαιο [13].

2.3 Χημικές αναλύσεις.

2.3.1. Σημεία και μέθοδοι δειγματοληψίας.

Στο αρχικό στάδιο της παρούσας μελέτης επιλέχθηκαν σημεία δειγματοληψίας, στη λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη, για την διεξαγωγή χημικών αναλύσεων στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα της περιοχής μελέτης. Πιο συγκεκριμένα επιλέχθηκαν 3 πηγάδια, 1 γεώτρηση και 3 σημεία στον ποταμό Κοιλιάρη, από τα οποία έγιναν σχεδόν σε μηνιαία βάση δειγματοληψίες και χημικές αναλύσεις [13]. Τα σημεία που διακρίνονται στην αεροφωτογραφία 2.1 περιλαμβάνουν τους τρεις σταθμούς δειγματοληψίας Σ_1 , Σ_2 , Σ_3 στον ποταμό Κοιλιάρη, καθώς και τα πηγάδια παρακολούθησης Π_1 , Π_2 , Π_3 . Στην αεροφωτογραφία 2.2 δεν διακρίνεται η γεώτρηση Γ_1 στην περιοχή των Μαχαιρών.

Επίσης, για την υδρολογική ανάλυση της περιοχής, πρέπει να σημειωθεί ότι επιλέχθηκαν επιπλέον 2 γεωτρήσεις Γ_2 και Γ_3 , καθώς και τρία πηγάδια παρακολούθησης Π_4 , Π_5 και Π_6 , για τα οποία θα γίνει αναφορά παρακάτω.



Αεροφωτογραφία 2. 2: Σημεία δειγματοληψίας στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.

Ο τρόπος δειγματοληψίας γινόταν με πλαστικά μπουκάλια, αποστειρωμένα στο εργαστήριο, των 250 ml και με την μέθοδο « zero head space ». Πιο συγκεκριμένα κατά την διάρκεια της δειγματοληψίας γινόταν ομογενοποίηση του δείγματος και του μπουκαλιού και το δείγμα κλεινόταν χωρίς την παρουσία αέρα. Τα μπουκάλια αποθηκεύονταν μέσα σε φορητό ψυγείο με πάγο και δεν χρησιμοποιήθηκε χλωριούχος υδράργυρος (HgCl), ως μέσο συντήρησης του δείγματος, γιατί υπήρχε φόβος αλλοίωσης του δείγματος. Τα δείγματα μεταφέρονταν εντός το πολύ 2 ωρών στο εργαστήριο για χημικές αναλύσεις. Πριν γίνουν οι αναλύσεις τα δείγματα αφήνονταν στο εργαστήριο για να έρθουν σε θερμοκρασία δωματίου και φιλτράρονταν με 0.45 μm Nylon φίλτρα για την απομάκρυνση όλων των στερεών σωματιδίων μεγάλου μεγέθους που θα μπορούσαν να επηρεάσουν τις ενδείξεις του οργάνου. Σε όλες τις περιπτώσεις των αναλύσεων σαν τυφλό διάλυμα χρησιμοποιήθηκε υπερκάθαρο νερό [16].

Στοιχεία που αναλύθηκαν στο εργαστήριο ήταν ολικός φώσφορος (TP), ολικό άζωτο (TN), αμμωνιακό άζωτο (NH₃-N), νιτρώδες άζωτο (NO₂-N), νιτρικό (NO₃-N) και φωσφορικά (PO₄-P).

2.3.2. Φασματοφωτόμετρο Hack και φασματοφωτομετρικές μέθοδοι.

Η ανάλυση έγινε με τη φασματοφωτομετρική μέθοδο και χρησιμοποιήθηκε φασματοφωτόμετρο Hack, πιο συγκεκριμένα το μοντέλο DR/2010. Για την εύρεση των συγκεντρώσεων των στοιχείων χρησιμοποιήθηκαν πρότυπες καμπύλες, οι οποίες βρέθηκαν με τρόπο που αναλύεται παρακάτω [17].

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν, από τις 'πρότυπες μεθόδους' που μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε με βάση την Hack, είναι:

- Η PhosVer3 with Acid Persulfate Digestion, 8190 μέθοδος για τον ολικό φώσφορο.

- Η TNT Persulfate Digestion, 10071 μέθοδος για το ολικό άζωτο.
- Η Cadmium Reduction, 8039 μέθοδος για τα νιτρώδη.
- Η Diazotization {Chromotropic Acid}, 8507 μέθοδος για τα νιτρικά.
- Η Salicylate , 10023 μέθοδος για την αμμωνία.
- Και τέλος η PhosVer3, 8048 μέθοδος για τα φωσφορικά.

Για τις αναλύσεις που διεξήχθησαν έγινε έλεγχος αξιοπιστίας και έλεγχος ποιότητας, τα βασικά στάδια του οποίου είναι:

1. Βαθμονόμηση οργάνων

Το όργανο πρέπει να βαθμονομείται καθημερινά ή μια φορά κάθε 24 ώρες. Για την βαθμονόμηση του οργάνου κάθε φορά χρησιμοποιούνται τρία πρότυπα βαθμονόμησης. Η ώρα και η ημερομηνία της βαθμονόμησης πρέπει να καταγράφονται στο αρχείο όπου κρατούνται τα δεδομένα των αναλύσεων. Τα πρότυπα βαθμονόμησης προετοιμάζονται με σταδιακή αραίωση ενός πρότυπου διαλύματος κατά την διάρκεια της ανάλυσης [16].

Εναλλακτικά: Κάθε φορά που χρησιμοποιείται το όργανο (συσκευή ανάλυσης Hach) πρέπει να αναλύονται αρχικά πρότυπα επαλήθευσης (Initial Verification Standard, ISV). Το ISV περιέχει μια γνωστή συγκέντρωση πρότυπης ουσίας και λαμβάνεται από ανεξάρτητη πηγή. Η ISV ανάκτηση πρέπει να είναι μεταξύ 90% και 110%. Εάν δεν είναι, η πηγή του σφάλματος πρέπει να βρεθεί και να διορθωθεί. Ένα ISV πρέπει να αναλυθεί πριν από την ανάλυση των δειγμάτων. Το ISV επίσης χρησιμεύει ως δείγμα για εργαστηριακό έλεγχο (laboratory control sample).

Αρχική επαλήθευση βαθμονόμησης: Αφότου έχει βαθμονομηθεί η συσκευή ανάλυσης, η ακρίβεια της βαθμονόμησης θα επαληθευτεί με την ανάλυση ενός εξωτερικού QC δείγματος.

Συνεχής επαλήθευση βαθμονόμησης: Για να εξασφαλιστεί η ακρίβεια της βαθμονόμησης κατά τη διάρκεια της ανάλυσης, ένα εξωτερικό QC δείγμα πρέπει να αναλυθεί με συχνότητα 10%.

2. Αρχική βαθμονόμηση τυφλού δείγματος, συνεχής βαθμονόμηση τυφλού διαλύματος και προετοιμασία ανάλυσης τυφλού διαλύματος

Αρχική βαθμονόμηση με τυφλό διάλυμα και συνεχής βαθμονόμηση με τυφλό διάλυμα: Από το σύνολο των δειγμάτων πρέπει να αναλυθεί ένα τυφλό διάλυμα βαθμονόμησης, στο μήκος κύματος που χρησιμοποιείται στην ανάλυση, αμέσως μετά από κάθε αρχική και συνεχή επαλήθευση βαθμονόμησης, με συχνότητα 10%. Το τυφλό πρέπει να αναλυθεί στην αρχή της ανάλυσης, πριν από οποιοδήποτε άλλο δείγμα και μετά από το τελευταίο δείγμα που αναλύεται [16].

Προετοιμασία του τυφλού διαλύματος: Τουλάχιστον ένα τυφλό διάλυμα που θα περιέχει υπερκάθαρο νερό πρέπει να προετοιμαστεί και να αναλυθεί με κάθε ομάδα δειγμάτων (Sample Delivery Group, SDG), ή με κάθε batch (ομάδα δειγμάτων που προετοιμάζονται συγχρόνως) δείγματα που αναλύονται.

3. Ανάκτηση Spike δειγμάτων

Η spike ανάλυση δειγμάτων παρέχει πληροφορίες για την επίδραση της μήτρας (**matrix**) των δειγμάτων στη μεθοδολογία μέτρησης. Τουλάχιστον μια spike ανάλυση δειγμάτων πρέπει να πραγματοποιηθεί σε κάθε ομάδα με παρόμοιο τύπο δειγμάτων (συνήθως κάθε 10 δείγματα) και εύρος συγκέντρωσης ή για κάθε SDG.

$$R = \frac{C_s - C}{S} \times 100$$

όπου:

C_s : η συγκέντρωση του spike δείγματος μετά την ανάλυση

C : η συγκέντρωση του αρχικού δείγματος μετά την ανάλυση

S: ισοδύναμο συγκέντρωσης του προστιθέμενου spike.

Το spike πρέπει να αυξήσει τη συγκέντρωση της χημικής ένωσης που μελετάται στο spiked δείγμα κατά περίπου 50% με 200%. Ο όγκος του spike δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερος από 1% του όγκου των δειγμάτων. Η ανάκτηση του **spike** πρέπει να είναι μέσα στο εύρος του 75% με 125%. Εάν η ανάκτηση του **spike** είναι εκτός του $\pm 25\%$, το πρόβλημα πρέπει να ερευνηθεί και να καθοριστεί η πιθανή αιτία.

Αν υπάρχει υποψία για παρεμβολή μέτρησης από τη μήτρα (matrix interference is suspected), ένα δεύτερο alíquot δείγμα πρέπει να γίνει spike για να επιβεβαιώσει την ανάκτηση του spike. Αν η ανάκτηση του spike είναι ακόμα εκτός του $\pm 25\%$, τότε αυτό το δείγμα και οποιοδήποτε δείγμα παρόμοιας σύνθεσης πρέπει να ποσοτικοποιηθεί με τη μέθοδο της τυποποιημένης προσθήκης standard υπό τον όρο ότι τα αποτελέσματα είναι μέσα στο 10% του επιπέδου ενδιαφέροντος [16].

4. Διπλή Ανάλυση δειγμάτων

Ένα διπλό δείγμα πρέπει να αναλυθεί σε κάθε SDG (κάθε 10 δείγματα). Η σχετική διαφορά επί τοις εκατό (RPD) για κάθε συστατικό υπολογίζεται ως εξής:

$$RPD = \frac{(C - CD)}{(C + CD)/2} \times 100$$

όπου:

C: η συγκέντρωση του δείγματος που αναλύθηκε,

CD: η συγκέντρωση του αντιγράφου του δείγματος

Ένα όριο ελέγχου 20% για το RPD θα χρησιμοποιηθεί για τα αρχικά και διπλά δείγματα.

5. Όριο ανίχνευσης μεθόδου

Το MDL υπολογίζεται από επτά επαναληπτικές αναλύσεις ενός δείγματος με μια συγκέντρωση που υπερβαίνει πέντε φορές το ονομαστικό όριο ανίχνευσης.

Το MDL υπολογίζεται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$MDL = t S$$

όπου

t (= 3.143) είναι η τιμή Student για ένα 99 % επίπεδο εμπιστοσύνης, με $n = 7$, και S είναι η σταθερή τυπική απόκλιση των επαναληπτικών δειγμάτων .

Τα όρια ανίχνευσης του οργάνου Hack για κάθε στοιχείο τα οποία είναι:

- 0,004 mg/l για το νιτρώδες άζωτο ($\text{NO}_2\text{-N}$)
- 2 mg/l για το ολικό άζωτο (TN)
- 0,6 mg/l για τον ολικό φώσφορο (TP)
- 0,27 mg/l για το νιτρικό άζωτο ($\text{NO}_3\text{-N}$)
- 0,025 mg/l για το αμμωνιακό άζωτο ($\text{NH}_3\text{-N}$)
- και τέλος 0,009 mg/l για τα φωσφορικά ($\text{PO}_4\text{-P}$).

Από τα παραπάνω βασικά βήματα για τον έλεγχο αξιοπιστίας και ποιότητας των δειγμάτων ακολουθήθηκαν όλα, εκτός από την ανάκτηση Spike δειγμάτων, η οποία δεν διεξήχθη για το χρονικό διάστημα των δέκα μηνών μέσα στο οποίο γινόντουσαν οι χημικές αναλύσεις. Επίσης η διπλή ανάλυση των δειγμάτων διεξήχθη μόνο μια φορά στο χρονικό διάστημα των αναλύσεων.

Άλλα στοιχεία που αναλύθηκαν σχεδόν σε μηνιαία βάση ήταν :

Το διαλυμένο οξυγόνο (DO) [20], το Ph, η θερμοκρασία T [21], το Eh και η Conductivity [22]. Οι μετρήσεις έγιναν με φορητά όργανα της Orion, και πιο συγκεκριμένα το Orion ,9107 pH meter and ORP meter, το Orion 081010 D.O. meter και τέλος το Orion 011050 conductivity meter.

2.4. Περιγραφή του μοντέλου QUAL2K για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών πιέσεων.

2.4.1. Ομοιότητες

1. Και τα δύο προγράμματα είναι μιας διάστασης. Το κανάλι θεωρείται καλά αναμεμειγμένο κάθετα και πλευρικά.
2. Σταθερές συνθήκες υδραυλικών. Προσομοιώνεται μεταβαλλόμενη, σταθερή παροχή.

3. Ημερήσιο ισοζύγιο θερμότητας. Το ισοζύγιο της θερμότητας και της θερμοκρασίας προσομοιώνονται σε ημερήσια κλίμακα.
4. Στοιχεία θερμότητας και μάζας εισάγονται. Σημειακές και μη σημειακές φορτίσεις προσομοιώνονται [18].

2.4.2. Επιπλέον στοιχεία του 2K [18]

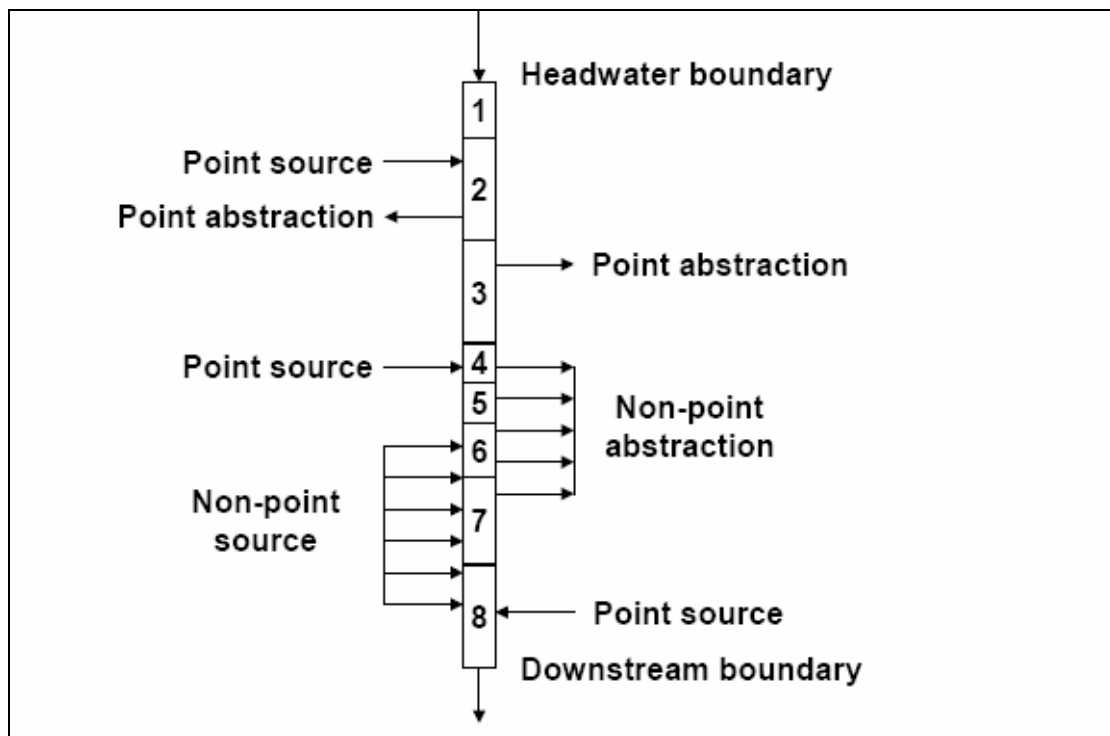
1. Το QUAL2K χρησιμοποιεί διαφορετικό λογισμικό περιβάλλον, μιας και εκτελείται σε περιβάλλον Microsoft excel. Το QUAL2K προγραμματίστηκε σε γλώσσα προγραμματισμού των windows και πιο συγκεκριμένα σε Visual Basic. Το excel χρησιμοποιείται για την γραφική απεικόνιση του χρήστη.
2. Στο QUAL2E τα πρόγραμμα αποτελούνταν από τμήματα ίσης απόστασης, ενώ το QUAL2K δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να προσομοιώσει τμήματα διαφορετικής απόστασης και επιπρόσθετα στο 2K μπορούν να εισαχθούν ποικίλες και διαφορετικές φορτίσεις σε κάθε τμήμα.
3. Το QUAL2K χρησιμοποιεί δύο τύπους για το ανθρακικό BOD για να προσομοιώσει τον οργανικό άνθρακα. Έναν τύπο όπου γίνεται γρήγορη οξείδωση και έναν τύπο που γίνεται αργή οξείδωση. Επιπρόσθετα, το νεκρό σωματιδιακό οργανικό υλικό προσομοιώνεται. Ο υπολογισμός της νεκρής βιομάζας (detritus) γίνεται από την στοιχειομετρία του σωματιδιακού άνθρακα , του αζώτου και του φώσφορου.
4. Αποξία. Το QUAL2K εξομαλύνει την αποξία μειώνοντας τα επίπεδα του οξυγόνου στο μηδέν. Επιπρόσθετα η απονιτροποίηση προσομοιώνεται με πρώτης τάξης αντίδραση, κάτι που παρατηρείται σε χαμηλές συγκεντρώσεις οξυγόνου.
5. Αλληλεπιδράσεις των υδάτων του ιζήματος. Οι ροές του νερού του ιζήματος του διαλυμένου οξυγόνου και τα νιτρικά προσομοιώνονται εσωτερικά αντί να προκαθορίζονται. Αυτό σημαίνει ότι, οι ροές του οξυγόνου των νιτρικών προσομοιώνονται ως μία λειτουργία του καθιζάνοντος σωματιδιακού οργανικού υλικού, των αντιδράσεων των

ιζημάτων και των συγκεντρώσεων των διαλυτών μορφών του υπερκείμενου νερού.

6. Άλγες πυθμένα. Το μοντέλο προσομοιώνει με ακρίβεια τις προσκολλημένες στον πυθμένα άλγες.
7. Εξάλειψη φωτός. Η εξάλειψη φωτός υπολογίζεται ως μία συνάρτηση των αλγών, της νεκρής βιομάζας (detritus) και των ανόργανων στερεών.
8. pH. Τόσο η αλκαλικότητα όσο και ο ολικός ανόργανος άνθρακας προσομοιώνονται. Τελικά το pH του ποταμού, προσομοιώνεται με βάση τις ποσότητες αυτών των δύο παραμέτρων.
9. Παθογόνα. Η απομάκρυνση των παθογόνων, καθορίζεται ως συνάρτηση της θερμοκρασίας, του φωτός και των αποθέσεων.

2.4.3. Τμηματοποίηση και υδραυλικά χαρακτηριστικά του QUAL2K [18].

Το μοντέλο προσομοιώνει το κυρίως κομμάτι του ποταμού, όπως παρουσιάζεται στο σχήμα 2.1.



Σχήμα 2. 1: Προσομοίωση ποταμού στο μοντέλο QUAL2K.

2.4.3.1. Ισοζύγιο ροής

Κάτω από σταθερές συνθήκες, το ισοζύγιο της ροής, για κάθε τμήμα του μοντέλου, παρουσιάζεται στο σχήμα 2.2 , ενώ ο τύπος που δίνει τη συνολική παροχή για κάθε τμήμα είναι ο εξής:

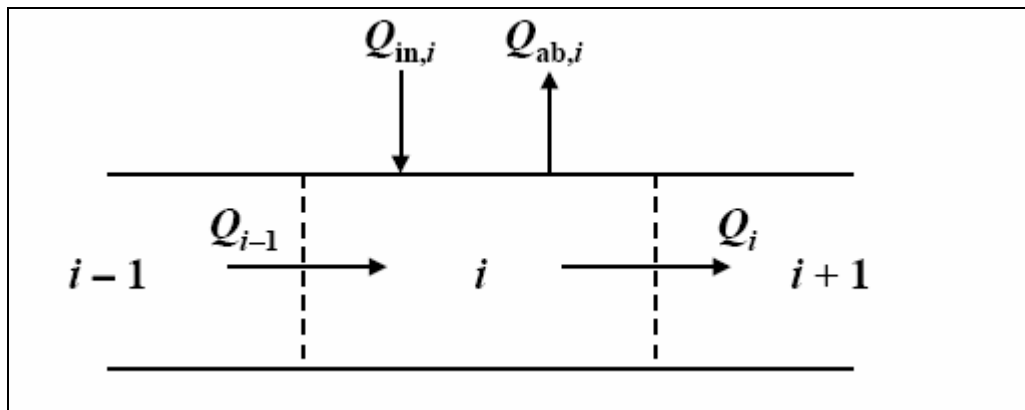
$$Q_i = Q_{i-1} + Q_{in,i} - Q_{ab,i}$$

Όπου: Q_i οι εκροές από το τμήμα i στο τμήμα $i+1$ σε m^3/day .

Q_{i-1} οι εισροές από το υπερκείμενο τμήμα $i - 1$ σε m^3/day .

$Q_{in,i}$ οι συνολικές εισροές μέσα σε κάθε τμήμα από σημειακές και μη-σημειακές πηγές σε m^3/day .

$Q_{ab,i}$ οι συνολικές εκροές από κάθε τμήμα προς σημειακές και μη-σημειακές πηγές σε m^3/day .



Σχήμα 2. 2: Ισοζύγιο ροής στο μοντέλο QUAL2K.

Οι συνολικές εισροές από πηγές, υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$Q_{in,i} = \sum Q_{ps,i,j} + \sum Q_{nps,i,j} ,$$

όπου: $Q_{in,i}$ οι συνολικές εισροές μέσα σε κάθε τμήμα από σημειακές και μη-σημειακές πηγές σε m^3/day .

$Q_{ps,i,j}$ οι συνολικές εισροές από τη σημειακή πηγή j σε m^3/day .

ps_i ο συνολικός αριθμός των σημειακών πηγών στο τμήμα i .

$Q_{nps,i,j}$ η συνολική εισροή από την j μη σημειακή πηγή για το τμήμα i σε m^3/day .

Αντίστοιχα οι συνολικές εκροές από πηγές, υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$Q_{ab,i} = \sum Q_{pa,i,j} + \sum Q_{npa,i,j}$$

όπου: $Q_{ab,i}$ οι συνολικές εκροές μέσα σε κάθε τμήμα από σημειακές και μη-σημειακές πηγές σε m^3/day .

$Q_{pa,i,j}$ οι συνολικές εκροές στο σημείο j του τμήματος i σε m^3/day .

pa_i ο συνολικός αριθμός των σημείων εκροής από το τμήμα i .

$Q_{npa,i,j}$ η συνολική εκροή από την j μη σημειακή πηγή για το τμήμα i σε m^3/day .

npa_i ο συνολικός αριθμός των μη σημειακών πηγών εκροής για το τμήμα i .

Οι μη σημειακές πηγές προσομοιώνονται στο μοντέλο σαν γραμμικές πηγές.

2.4.3.2. Υδραυλικά Χαρακτηριστικά [18]

Το μοντέλο QUAL2K έχει τη δυνατότητα, εφόσον έχουν υπολογιστεί οι εισροές και εκροές, να υπολογίσει το βάθος και την ταχύτητα με τρεις τρόπους:

- Με φράγματα.
- Με καμπύλες συσχέτισης ταχύτητας-παροχής ή στάθμης παροχής.
- Με τις εξισώσεις του Manning.

Για τη λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη οι υδραυλικοί υπολογισμοί έγιναν με καμπύλες συσχέτισης, γι' αυτό ακριβώς το λόγο, στη βαθμονόμηση του μοντέλου, χρησιμοποιήθηκαν οι καμπύλες αυτές.

Οι καμπύλες συσχέτισης που χρησιμοποιεί το μοντέλο συσχετίζουν τη μέση ταχύτητα και το βάθος με τη ροή και οι εξισώσεις που χρησιμοποιεί είναι οι παρακάτω:

$$U=aQ^b$$

$$H=\alpha Q^\beta$$

όπου, U η μέση ταχύτητα

H το βάθος

Q η ροή και

a, b και α, β εμπειρικές σταθερές οι οποίες καθορίζονται από τις καμπύλες συσχέτισης, που προκύπτουν από τις παρακάτω εξισώσεις.

2.4.4. Χρόνος μεταφοράς

Ο χρόνος παραμονής για κάθε τμήμα υπολογίζεται από τον εξής τύπο:

$$T_k = V_k / Q_k$$

όπου, T_k ο χρόνος παραμονής στο τμήμα k και V_k , Q_k η αντίστοιχη ταχύτητα και παροχή στο τμήμα k . Ο συνολικός χρόνος παραμονής στο ποτάμι

υπολογίζεται από το μοντέλο από το άθροισμα των χρόνων παραμονής των τμημάτων.

2.4.5. Επιμήκης διασπορά

Όσον αφορά την επιμήκη διασπορά το μοντέλο δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να θέσει ο ίδιος την τιμή της επιμήκους διασποράς. Σε περίπτωση που δεν είναι δυνατός ο υπολογισμός της τιμής της επιμήκους διασποράς το μοντέλο χρησιμοποιεί μια εξίσωση που βασίζεται στα υδραυλικά χαρακτηριστικά που θέτει ο χρήστης και υπολογίζει από μόνο του την επιμήκη διασπορά.

2.4.6. Θερμοκρασιακό μοντέλο

Το θερμοκρασιακό μοντέλο που χρησιμοποιεί το πρόγραμμα QUAL2K λαμβάνει υπόψη του τις θερμοκρασιακές μεταβολές μεταξύ των υδάτων των διαφόρων τμημάτων, του εδάφους και του νερού και τέλος της ατμόσφαιρας και του νερού. Η γενικότερη εξίσωση που χρησιμοποιεί το μοντέλο για να υπολογίσει τις μεταβολές της θερμότητας για κάθε τμήμα του ποταμού χωριστά είναι η εξής:

$$\frac{dT_i}{dt} = \frac{Q_{i-1}}{V_i} T_{i-1} - \frac{Q_i}{V_i} T_i - \frac{Q_{ab,i}}{V_i} T_i + \frac{E'_{i-1}}{V_i} (T_{i-1} - T_i) + \frac{E'_i}{V_i} (T_{i+1} - T_i) + \frac{W_{h,i}}{\rho_w C_{pw} V_i} \left(\frac{m^3}{10^6 \text{ cm}^3} \right) + \frac{J_{h,i}}{\rho_w C_{pw} H_i} \left(\frac{m}{100 \text{ cm}} \right) + \frac{J_{s,i}}{\rho_w C_{pw} H_i} \left(\frac{m}{100 \text{ cm}} \right)$$

όπου:

T_i : η θερμοκρασία του τμήματος i ($^{\circ}\text{C}$).

t : ο χρόνος (day).

E'_i : η διασπορά των συντελεστών μεταξύ των τμημάτων i και $i+1$ (m^3/day).

$W_{h,i}$: η θερμότητα του δικτύου από σημειακές και μη σημειακές πηγές στο τμήμα i (cal/day).

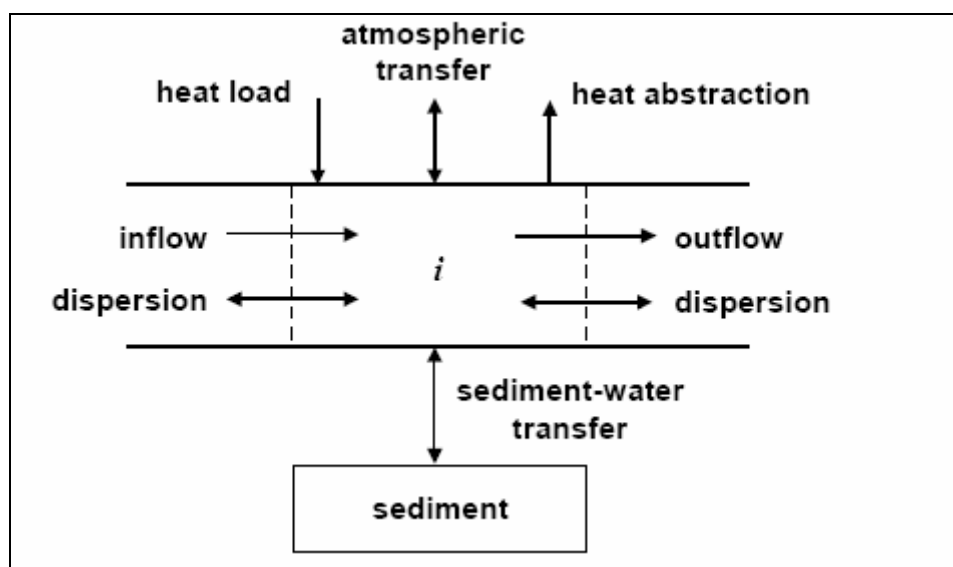
ρ_w : η πυκνότητα του νερού (g/m^3).

C_{pw} : η ειδική θερμότητα του νερού [$\text{cal}/(\text{g } ^\circ\text{C})$].

$J_{h,i}$: η ροή θερμότητας μεταξύ αέρα και νερού [$\text{cal}/(\text{cm}^2 \text{ d})$].

$J_{s,i}$: η ροή θερμότητας μεταξύ νερού και ιζήματος [$\text{cal}/(\text{cm}^2 \text{ d})$].

Σχηματικά η θερμοκρασιακή ισορροπία παρουσιάζεται στο σχήμα 2.3 .

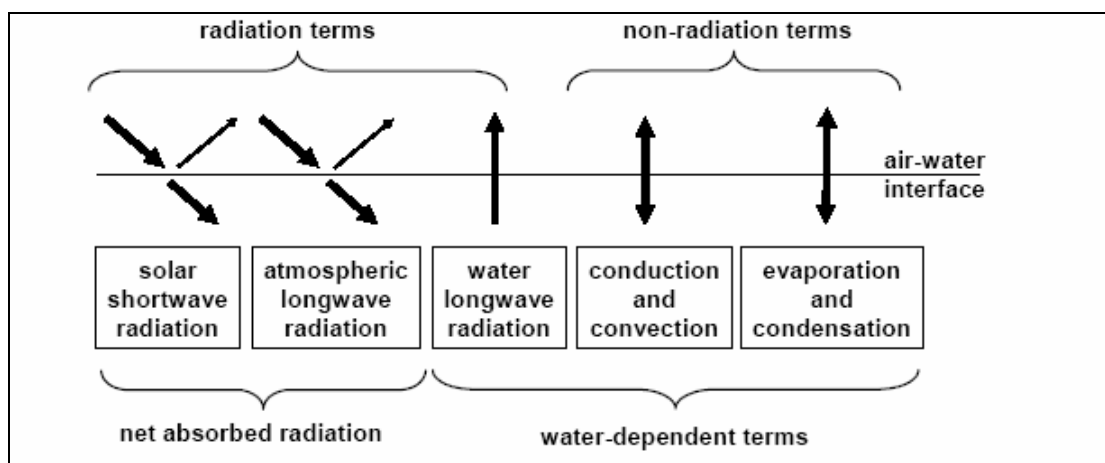


Σχήμα 2. 3: Θερμοκρασιακό ισοζύγιο του μοντέλου QUAL2K.

Εκτός από την θερμότητα λόγω διασποράς μεταξύ των γειτονικών τμημάτων του ποταμού οι δύο πιο σημαντικοί παράγοντες που λαμβάνει υπόψη του το θερμοκρασιακό μοντέλο του QUAL2K είναι:

1. Την επιφανειακή ροή θερμότητας.

Στην επιφανειακή ροή θερμότητας οι παράγοντες που συμμετέχουν φαίνονται στο σχήμα 2.4.



Σχήμα 2. 4: Επιφανειακό θερμοκρασιακό ισοζύγιο του μοντέλου QUAL2K.

2. Ο δεύτερος παράγοντας που λαμβάνει υπόψη του το θερμοκρασιακό μοντέλο είναι η μεταφορά θερμότητας μεταξύ ιζήματος και νερού.

Στον πίνακα 2.1 παρουσιάζονται οι θερμοκρασιακές ιδιότητες των πιο γνωστών υλικών από τα οποία μπορεί να αποτελούνται τα φυσικά ιζήματα.

Type of material	thermal conductivity		thermal diffusivity		ρ	C_p	ρC_p	reference
	w/m ² °C	cal/s/cm ² °C	m ² /s	cm ² /s	g/cm ³	cal/(g °C)	cal/(cm ³ °C)	
<i>Sediment samples</i>								
Mud Flat	1.82	0.0044	4.80E-07	0.0048			0.906	(1)
Sand	2.50	0.0060	7.90E-07	0.0079			0.757	"
Mud Sand	1.80	0.0043	5.10E-07	0.0051			0.844	"
Mud	1.70	0.0041	4.50E-07	0.0045			0.903	"
Wet Sand	1.67	0.0040	7.00E-07	0.0070			0.570	(2)
Sand 23% saturation with water	1.82	0.0044	1.26E-06	0.0126			0.345	(3)
Wet Peat	0.36	0.0009	1.20E-07	0.0012			0.717	(2)
Rock	1.76	0.0042	1.18E-06	0.0118			0.357	(4)
Loam 75% saturation with water	1.78	0.0043	6.00E-07	0.0060			0.709	(3)
Lake, gelatinous sediments	0.46	0.0011	2.00E-07	0.0020			0.550	(5)
Concrete canal	1.55	0.0037	8.00E-07	0.0080	2.200	0.210	0.460	"
Average of sediment samples:	1.57	0.0037	6.45E-07	0.0064			0.647	
<i>Miscellaneous measurements:</i>								
Lake, shoreline	0.59	0.0014						(5)
Lake soft sediments			3.25E-07	0.0033				"
Lake, with sand			4.00E-07	0.0040				"
River, sand bed			7.70E-07	0.0077				"
<i>Component materials:</i>								
Water	0.59	0.0014	1.40E-07	0.0014	1.000	0.999	1.000	(6)
Clay	1.30	0.0031	9.80E-07	0.0098	1.490	0.210	0.310	"
Soil, dry	1.09	0.0026	3.70E-07	0.0037	1.500	0.465	0.700	"
Sand	0.59	0.0014	4.70E-07	0.0047	1.520	0.190	0.290	"
Soil, wet	1.80	0.0043	4.50E-07	0.0045	1.810	0.525	0.950	"
Granite	2.89	0.0069	1.27E-06	0.0127	2.700	0.202	0.540	"
Average of composite materials:	1.37	0.0033	6.13E-07	0.0061	1.670	0.432	0.632	

Πίνακας 2. 1: Θερμοκρασιακές ιδιότητες των πιο γνωστών φυσικών ιζημάτων.

2.4.7. Μοντέλο μεταβλητών του QUAL2K

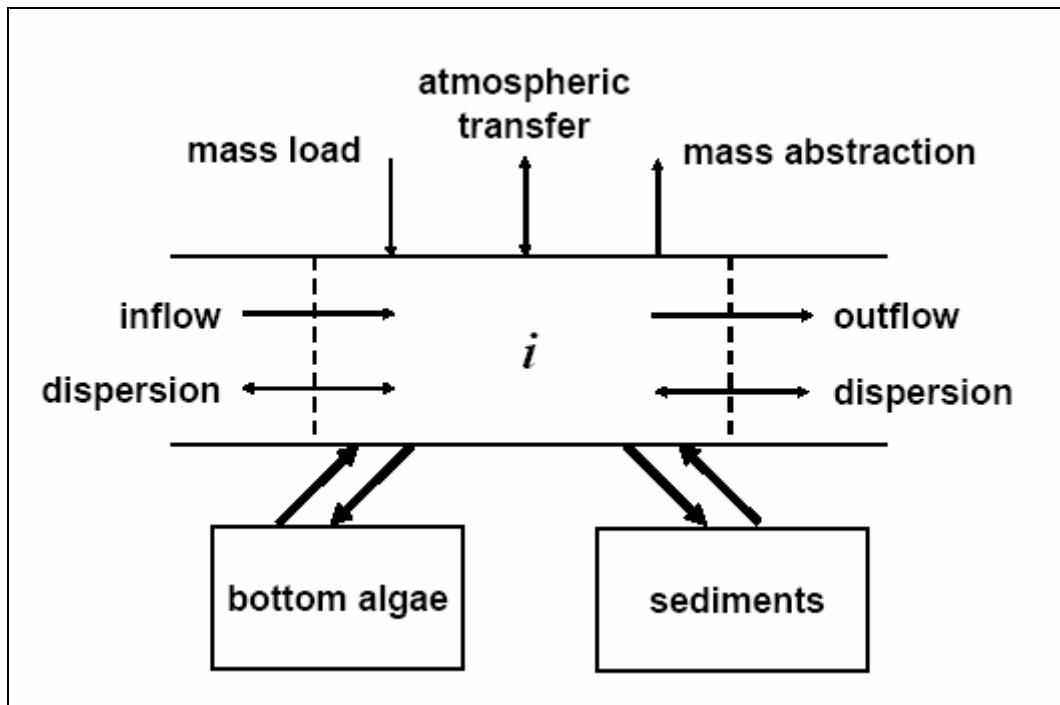
Στον πίνακα 2.2 περιέχονται όλες οι μεταβλητές που χρησιμοποιεί το μοντέλο από άποψη της χημείας.

Variable	Symbol	Units*
Conductivity	s	μmhos
Inorganic suspended solids	m_i	mgD/L
Dissolved oxygen	o	mgO_2/L
Slowly reacting CBOD	c_s	mgO_2/L
Fast reacting CBOD	c_f	mgO_2/L
Dissolved organic nitrogen	n_o	$\mu\text{gN/L}$
Ammonia nitrogen	n_a	$\mu\text{gN/L}$
Nitrate nitrogen	n_n	$\mu\text{gN/L}$
Dissolved organic phosphorus	p_o	$\mu\text{gP/L}$
Inorganic phosphorus	p_i	$\mu\text{gP/L}$
Phytoplankton	a_p	$\mu\text{gA/L}$
Detritus	m_o	mgD/L
Pathogen	x	$\text{cfu}/100 \text{ mL}$
Alkalinity	Alk	mgCaCO_3/L
Total inorganic carbon	c_T	mole/L
Bottom algae	a_b	gD/m^2

* $\text{mg/L} \equiv \text{g/m}^3$

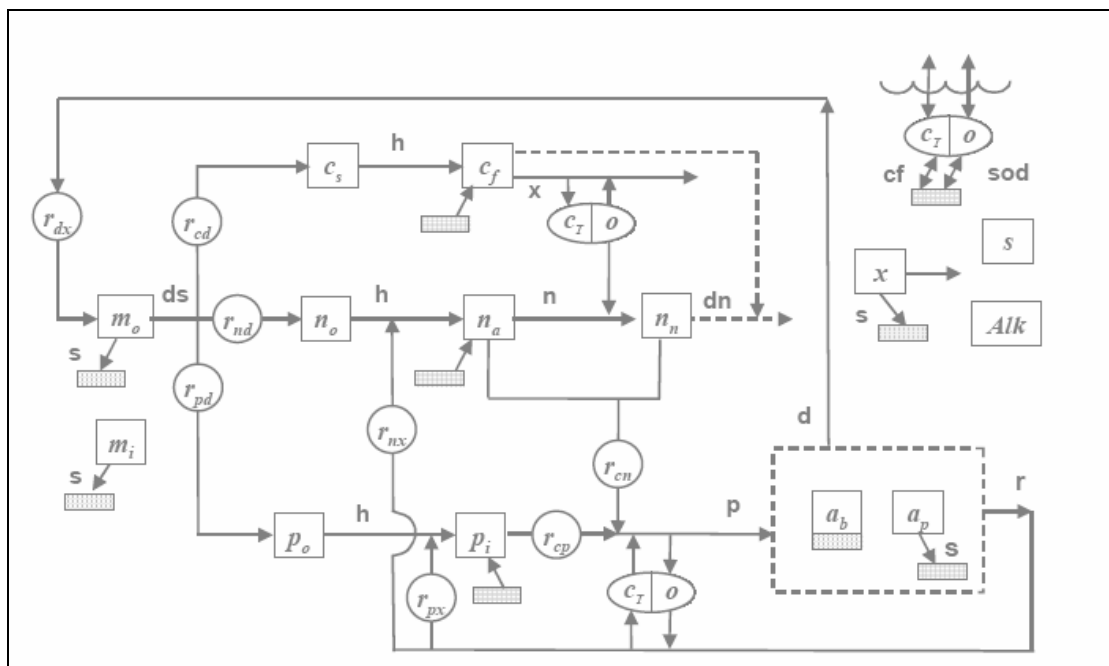
Πίνακας 2. 2: Μεταβλητές που προσομοιώνει το μοντέλο QUAL2K

Εκτός από τις μεταβλητές που προσομοιώνει το μοντέλο χρησιμοποιεί και εξισώσεις για το ισοζύγιο της μάζας. Η εξίσωση που χρησιμοποιείται για την ισορροπία της μάζας περιγράφεται σχηματικά στο σχήμα 2.5. Στο σχήμα διακρίνονται όλες οι παράμετροι που λαμβάνει υπόψη του το QUAL2K για την ισορροπία της μάζας.



Σχήμα 2. 5: Ισορροπία μάζας.

Εκτός από το γενικότερο μοντέλο ισορροπίας μάζας που παρουσιάζεται παραπάνω το μοντέλο QUAL2K χρησιμοποιεί και εξισώσεις που προσομοιώνουν της κινητικές διαδικασίες και τις διαδικασίες μεταφοράς μάζας. Σχηματικά οι διαδικασίες αυτές στο σύνολο τους φαίνονται στο σχήμα 2.6 [18].



Σχήμα 2. 6: Κινητικές διαδικασίες και διαδικασίες μεταφοράς μάζας.

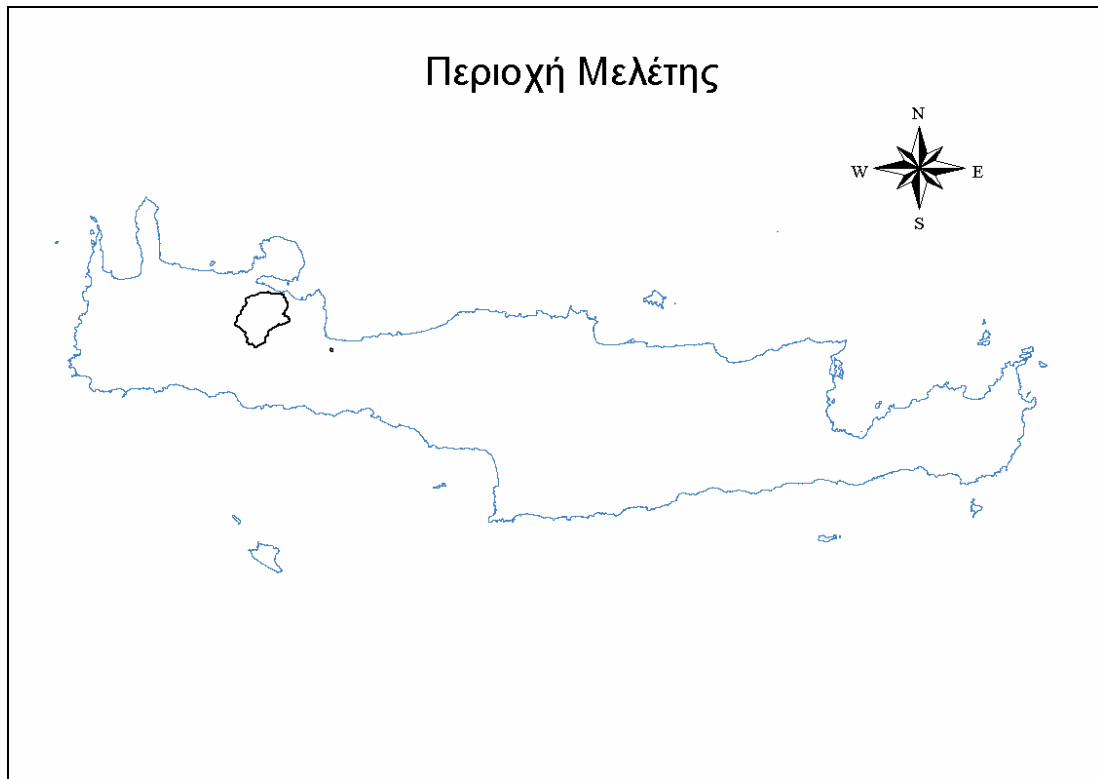
ΚΕΦ3^ο :Περιγραφή και Περιβαλλοντικές Πιέσεις της Περιοχής Μελέτης

3.1 Περιγραφή της Περιοχής Μελέτης

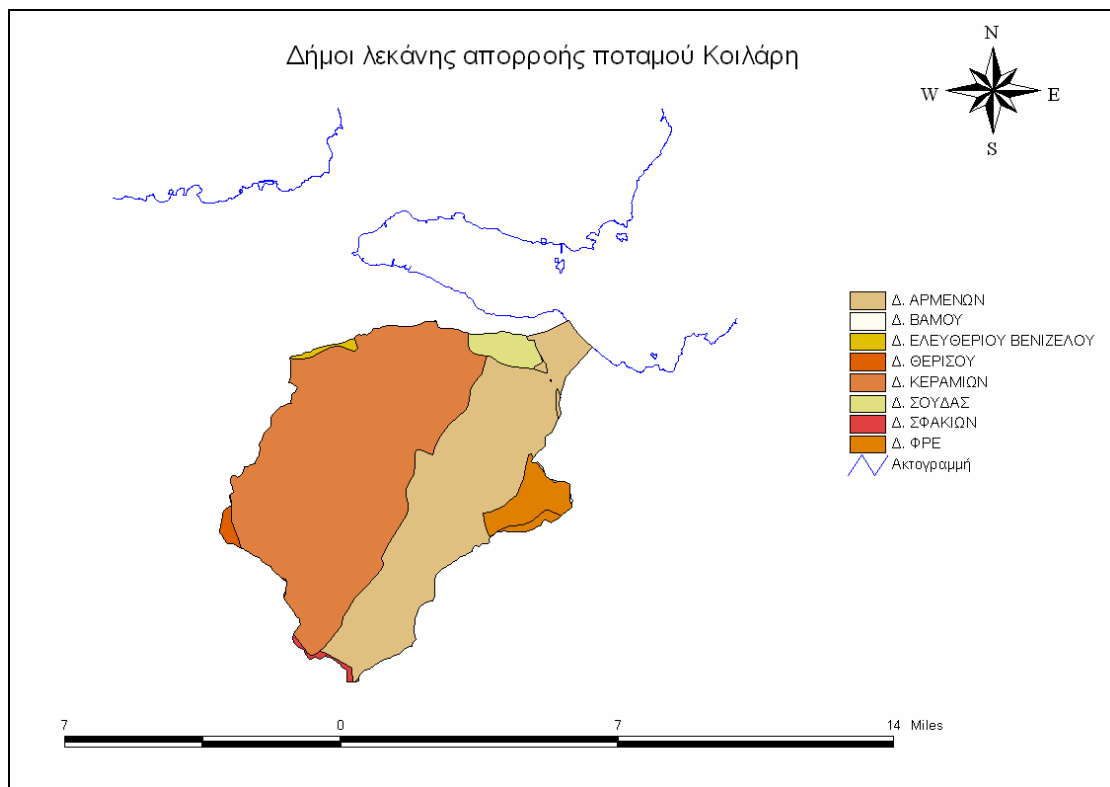
3.1.1 Γεωγραφική θέση και διοικητική υπαγωγή

Ανατολικά του Νομού Χανίων στην Κρήτη σε απόσταση περίπου 15 km βρίσκεται η λεκάνη απορροή του ποταμού Κοιλιάρη(Χάρτης 3.1). Το μεγαλύτερο κομμάτι της λεκάνης ανήκει στο Δήμο Αρμένων και στο Δήμο Κεραμιών, αλλά συνολικά σε όλη της την έκταση περιλαμβάνει 17 κοινότητες εκ των οποίων οι 8 είναι πεδινές, 2 ημιορεινές και 7 ορεινές [19]. Η έκταση της

υπολογίστηκε ότι ανέρχεται σε 130 km². Οι δήμοι που περιλαμβάνονται στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη παρουσιάζονται στον χάρτη 3.2 που δημιουργήθηκε από το Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (G.I.S.).

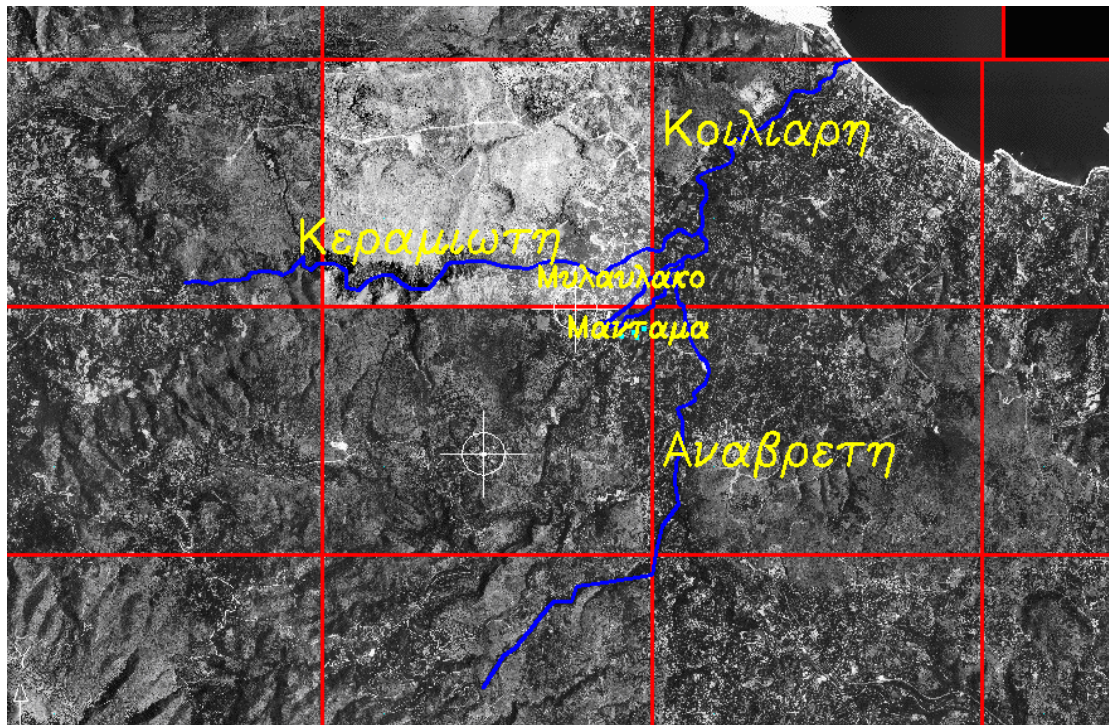


Χάρτης 3. 1: Γεωγραφική θέση της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.



Χάρτης 3. 2: Δήμοι στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλάρη.

Η λεκάνη εκτείνεται από τους πρόποδες των Λευκών Ορέων μέχρι την παράκτια ζώνη του Δήμου Αρμένων και το τελευταίο χωριό που περιλαμβάνεται στη λεκάνη, το οποίο βρίσκεται στο μεγαλύτερο υψόμετρο, είναι οι Καρές. Το συνολικό μήκος του υδρογραφικού δικτύου του ποταμού Κοιλάρη είναι 36 km. Σε αυτόν συμβάλλουν τέσσερις παραπόταμοι, εκ των οποίων δύο χαρακτηρίζονται ως προσωρινά υδατορεύματα (Κεραμιώτης και Αναβρετής), δεδομένου ότι κατά τη θερινή περίοδο παρατηρείται ξήρανση της κοίτης τους, όπως φαίνεται και στον χάρτη 3.3 που δημιουργήθηκε στο πρόγραμμα Autocad. Από το σημείο συμβολής των παραποτάμων και μέχρι τις εκβολές το μήκος του κυρίου τμήματος του ποταμού Κοιλάρη είναι 3.3 km [23]. Όπως στις περισσότερες λεκάνες απορροής στο Νομό Χανίων, έτσι και η λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλάρη τροφοδοτείται από τις ποσότητες των υδάτων που προέρχονται από τα Λευκά Όρη. Οι άλλοι δύο παραπόταμοι που συμβάλλουν στον ποταμό Κοιλάρη είναι: ο Μυλαυλακός και ο Μανταμάς και έχουν μόνιμη ροή καθόλη τη διάρκεια του έτους και για αυτό χαρακτηρίζονται ως μόνιμα υδατορεύματα [24].



Χάρτης 3. 3: Υδρολογική λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρης (Πηγή [20]).

3.1.2 Χρήσεις γης

Όπως έχει υπολογιστεί και σε παλαιότερη μελέτη από στοιχεία του Υπουργείου Γεωργίας έχει εκτιμηθεί ότι το 58% (101 km²) των συνολικών χρήσεων γης των κοινοτήτων της λεκάνης απορροής χαρακτηρίζεται ως βοσκότοποι (δημόσιοι ή ιδιωτικοί), το 29,4% (51km²) ως καλλιεργούμενες εκτάσεις, το 2,8% (5 km²) οικιστικές περιοχές και δρόμοι, 8,5% (14,8 km²) δάση, το 0,6% (1km²) υδατικές επιφάνειες και το 0,7% (0,9 km²) άλλες χρήσεις.

Στο τμήμα της λεκάνης απορροής που διασχίζει ο ποταμός Κοιλιάρης και αποτελεί το πεδινό τμήμα της λεκάνης απορροής εκτιμήθηκε ότι το 46% των συνολικών χρήσεων χρησιμοποιούνται ως βοσκότοποι .

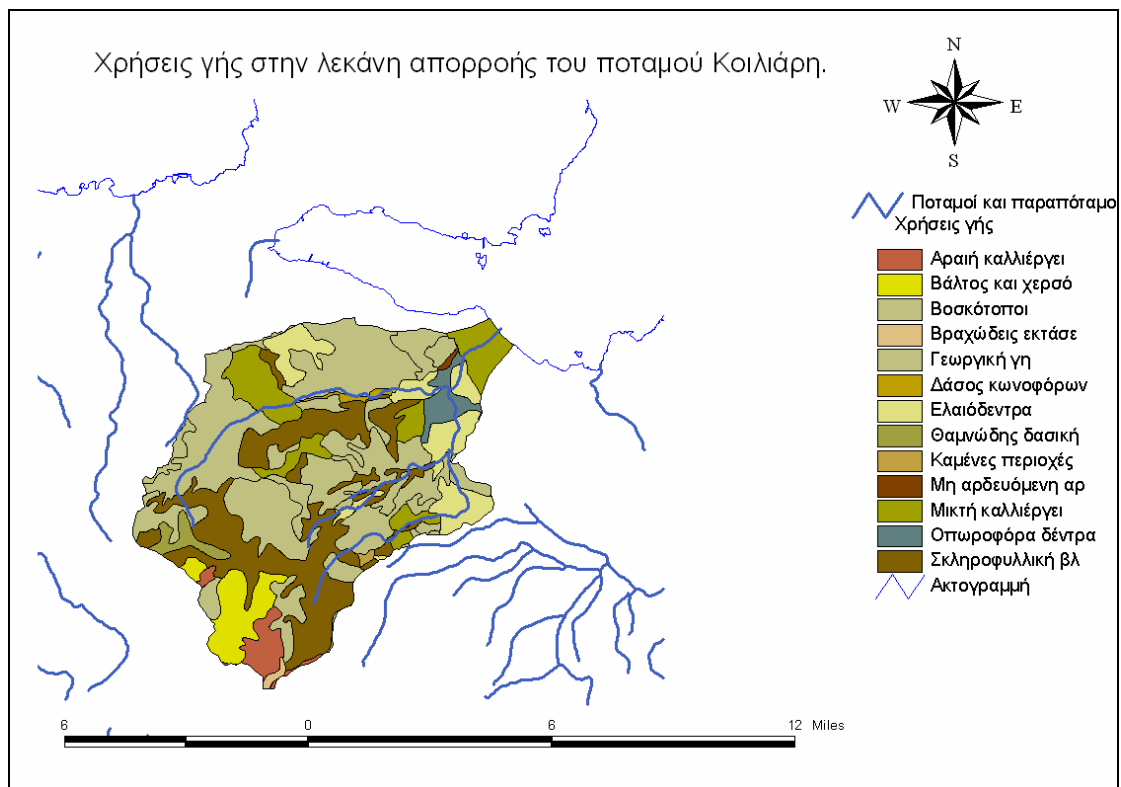
Εδώ πρέπει να τονίσουμε ότι στην λεκάνη απορροής δεν λειτουργούν μεγάλες βιομηχανίες ενώ υπάρχει ένας μικρός αριθμός βιοτεχνιών.

Οι γεωργικές καλλιέργειες της περιοχής κατά κύριο λόγο είναι ελαιόδεντρα , εσπεριδοειδή (πορτοκάλια κ.α) και αμπέλια.

Από το Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών δημιουργήθηκε ο χάρτης 3.4, στον οποίο παρουσιάζονται οι χρήσεις γης στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη. Από το G.I.S. εξήχθηκαν και πιο αναλυτικά αποτελέσματα όσον αφορά τις χρήσεις γης, τα οποία παρατίθενται στον πίνακα 3.1 με τις διάφορες χρήσεις γης στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη ανά Δημοτικό Διαμέρισμα. Στον πίνακα επίσης παρουσιάζεται η μορφή των διαμερισμάτων αυτών, όπου Π για τα πεδινά, Η για τα ημιορεινά και Ο για τα ορεινά. [25,19].

Πίνακας 3. 1: Χρήσεις γης ανά Δημοτικό Διαμέρισμα στη λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη. (Υπουργείο Γεωργίας στοιχεία απογραφής 1991)

<u>Δημοτικό</u>		<u>ΣΥΝΟΛΟ</u>	<u>ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ</u>	<u>ΒΟΣΚΟΤΟΠΟΙ</u>	<u>ΔΑΣΗ</u>	<u>ΝΕΡΑ</u>	<u>ΟΙΚΙΣΜΟΙ</u>	<u>ΆΛΛΕΣ</u>
<u>Διαμέρισμα</u>	<u>ΜΟΡΦΗ</u>	(km ²)	(km ²)	(km ²)	(km ²)	(km ²)	(km ²)	(km ²)
ΑΡΜΕΝΩΝ	Π	4,1	3,5	0,3	0	0,1	0,2	0
ΚΑΛΑΜΙΟΥ	Π	7,7	2,7	4,1	0	0	0,9	0
ΚΑΛΥΒΩΝ	Π	9,1	4,4	3,3	0	0,2	1,2	0
ΚΑΡΩΝ	Ο	8,5	0,9	6,9	0,6	0	0,1	0
ΜΑΧΑΙΡΩΝ	Π	3,6	1,6	1,8	0,1	0	0,1	0
ΜΕΛΙΔΟΝΙΟΥ	Ο	7,1	1,4	5,1	0,4	0	0,1	0
ΝΕΟΥ ΧΩΡΙΟΥ	Π	6,2	3,9	1,3	0	0,4	0,5	0
ΠΑΙΔΟΧΩΡΙΟΥ	Π	5,3	2,4	2,6	0	0	0,3	0
ΠΕΜΟΝΙΩΝ	Π	9,1	2,2	6,7	0	0	0,2	0
ΡΑΜΝΗΣ	Ο	12,8	2,5	9,8	0	0,1	0,4	0
ΣΤΥΛΟΥ	Η	10,9	3,1	7	0	0,2	0,3	0,3
ΔΡΑΚΟΝΑΣ	Ο	13	3,1	9,2	0,5	0	0,2	0
ΚΑΜΠΩΝ	Ο	22,8	2,2	20,5	0	0	0,1	0
ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΩΝ	Π	9,3	6,2	3	0	0	0,1	0
ΜΑΛΑΞΗΣ	Η	13,6	0,9	12,6	0	0	0,1	0,1
ΠΛΑΤΥΒΟΛΑΣ	Ο	11,4	4,2	6,8	0	0,1	0,2	0,1
ΠΑΠΠΑΔΙΑΝΩΝ	Ο	19,6	6	0	13,2	0	0	0,3
Σύνολο		174,1	51,2	101	14,8	1,1	5	0,8



Χάρτης 3. 4: Χρήσεις γης στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη (Πηγή [21])

Στον πίνακα 3.2 παρατίθενται τα στοιχεία που προέκυψαν από το Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών και πιο συγκεκριμένα από πρόγραμμα Corine για τα καλλιεργούμενα είδη στην λεκάνη απορροής. Όπως φαίνεται από τον πίνακα το 61,6% της γεωργικής γης χρησιμοποιείται για τη καλλιέργεια ελιάς, το 6,4% για εσπεριδοειδή το, 5,2% για αμπέλια και το 2,6% ως γη λαχανόκηπων. Τα εσπεριδοειδή βρίσκονται σε μεγαλύτερες εκτάσεις στις πεδινές κοινότητες όπως και τα αμπέλια. Στις ορεινές κοινότητες η καλλιέργεια ελαιοδέντρων αποτελεί την πρωτεύουσα χρήση της γεωργική γης [5].

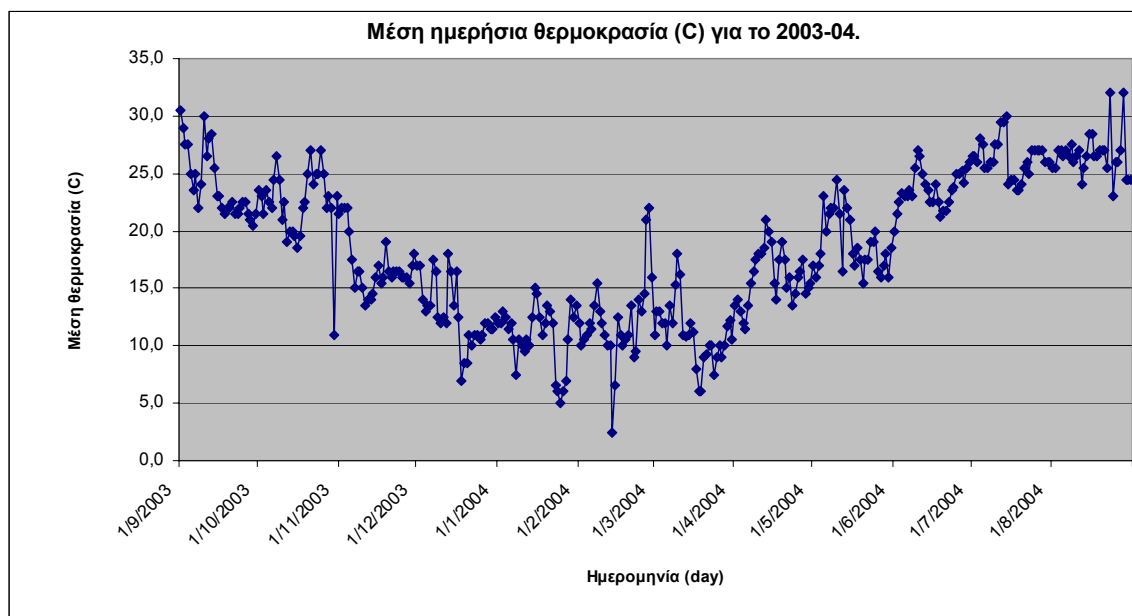
Πίνακας 3. 2: Καλλιεργούμενα είδη ανά Δημοτικό Διαμέρισμα στη λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη [18] (Νομαρχία Χανίων στοιχεία απογραφής 1991).

<u>Δημοτικό Διαμέρισμα</u>	<u>ΣΥΝΟΛΟ</u>	<u>ΓΕΩΡΓΙΚΗ</u>	<u>ΕΛΙΕΣ</u>	<u>ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΗ</u>	<u>ΑΜΠΕΛΙΑ</u>	<u>ΛΑΧΑΝΟΚΗΠΟΙ</u>
	<u>(Στρεμ.)</u>	<u>(Στρεμ.)</u>	<u>(Στρεμ.)</u>	<u>(Στρεμ.)</u>	<u>(Στρεμ.)</u>	<u>(Στρεμ.)</u>
ΑΡΜΕΝΩΝ	4100	3540	2044	600	32	60
ΚΑΛΑΜΙΟΥ	7700	1080	1000	1	45	19
ΚΑΛΥΒΩΝ	9100	5142	3503	260	250	160
ΚΑΡΩΝ	8500	1000	580	0	30	34
ΜΑΧΑΙΡΩΝ	3600	1585	1210	60	12	35
ΜΕΛΙΔΟΝΙΟΥ	7100	1695	1280	0	120	30
ΝΕΟΥ ΧΩΡΙΟΥ	6200	3946	2390	960	20	110
ΠΑΙΔΟΧΩΡΙΟΥ	5300	2292	1800	10	154	35
ΠΕΜΟΝΙΩΝ	9100	2201	1715	10	208	22
ΡΑΜΝΗΣ	12800	2484	150	0	102	35
ΣΤΥΛΟΥ	10900	3189	1750	765	67	99
ΔΡΑΚΟΝΑΣ	13000	3300	2000	4	220	20
ΚΑΜΠΩΝ	22800	2258	810	0	367	55
ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΩΝ	9300	6286	4500	220	590	320
ΜΑΛΑΞΗΣ	13600	885	450	0	60	10
ΠΛΑΤΥΒΟΛΑΣ	11400	4112	2550	0	100	115
Σύνολο	154500	44995	27732	2890	2377	1159

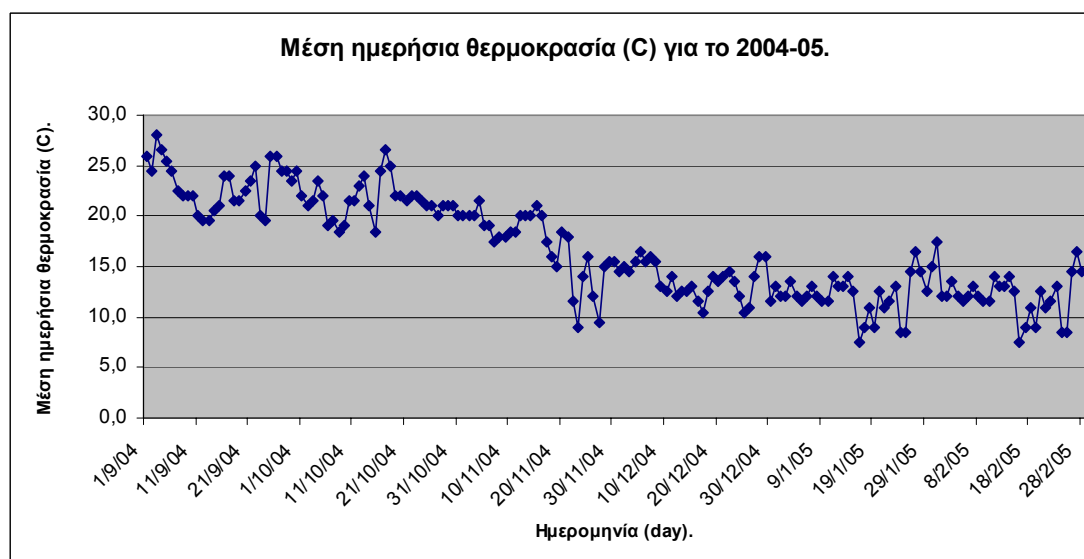
3.1.3 Κλιματικά χαρακτηριστικά

Το κλίμα της περιοχής μελέτης είναι Μεσογειακό και χαρακτηρίζεται από ήπιους, υγρούς χειμώνες με χιονοπτώσεις μόνο σε μεγάλα υψόμετρα και θερμά και ξηρά καλοκαίρια με μεγάλη ηλιοφάνεια [19].

Τα βροχομετρικά στοιχεία, για την χρονική περίοδο που διεξήχθη η μελέτη της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη, συλλέχθηκαν από τον βροχομετρικό σταθμό στην τοποθεσία των Καλυβών, που έγκειται στην αρμοδιότητα της Διεύθυνσης Εγγείων Βελτιώσεων, της Νομαρχίας Χανίων. Από το σταθμό αυτό συλλέχθηκαν στοιχεία για την βροχόπτωση και την θερμοκρασία για τα έτη 2003 έως 2005. Στα διαγράμματα 3.1 και 3.2 παρουσιάζεται η μέση θερμοκρασία για τα έτη 2003-04 και 2004-05. Όπως υπολογίστηκε ο μέσος όρος των τιμών της θερμοκρασίας για το έτος 2003-04 είναι $18,5^{\circ}\text{C}$, ενώ για το έτος 2004-05 για το χρονικό διάστημα που υπάρχουν στοιχεία $16,4^{\circ}\text{C}$. Οι τιμές της θερμοκρασίας σε σχέση με προηγούμενα έτη εμφανίζονται χαμηλές [6].

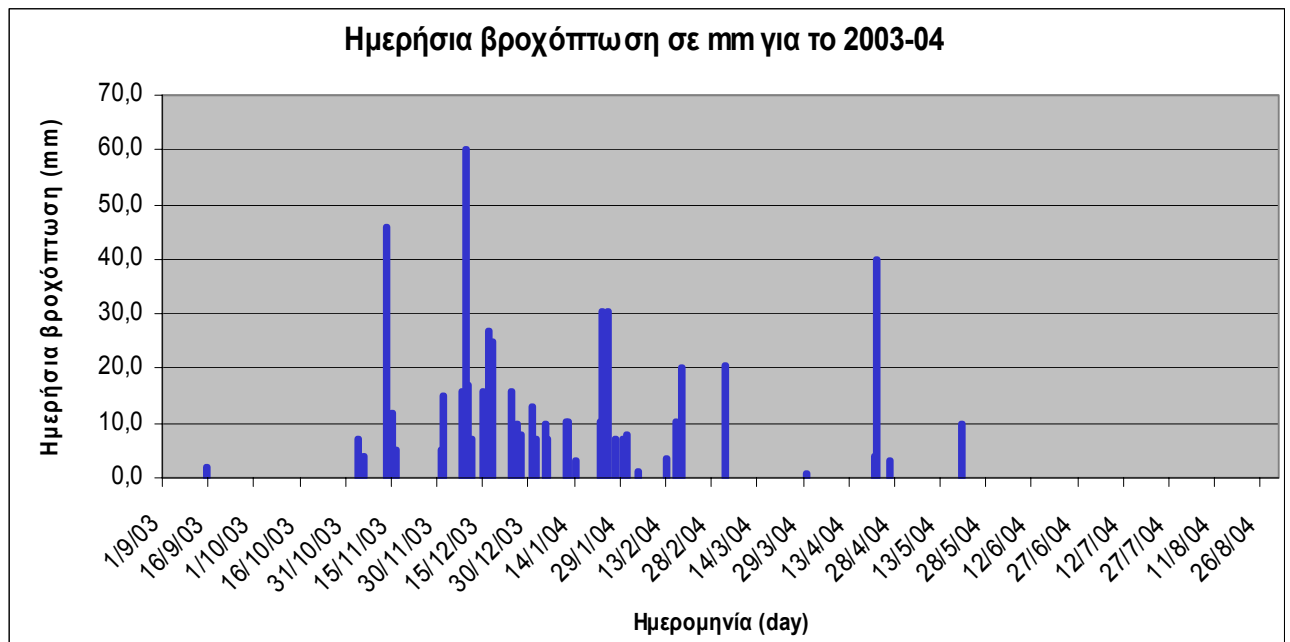


Διάγραμμα 3. 1: Μέση ημερήσια θερμοκρασία του σταθμού Καλυβών για το 2003-04.



Διάγραμμα 3. 2: Μέση ημερήσια θερμοκρασία του σταθμού Καλυβών για το 2004-05.

Τα αντίστοιχα διαγράμματα 3.3 και 3.4 εμφανίζουν την ημερήσια βροχόπτωση για τα έτη 2003-04 και 2004-05. Όπως παρατηρείται για το υδρολογικό έτος 2003-04 συνολικά υπολογίστηκαν 589 mm βροχόπτωσης, το οποίο αποτελεί σχετικά χαμηλή τιμή βροχοπτώσεων, σε αντίθεση με το έτος 2004-05, στο οποίο για το χρονικό διάστημα των 6 μηνών που υπάρχουν δεδομένα υπολογίστηκε ύψος βροχής στα 372,3 mm [6].



Διάγραμμα 3. 3: Ημερήσια βροχόπτωση του σταθμού Καλυβών για το 2003-04.



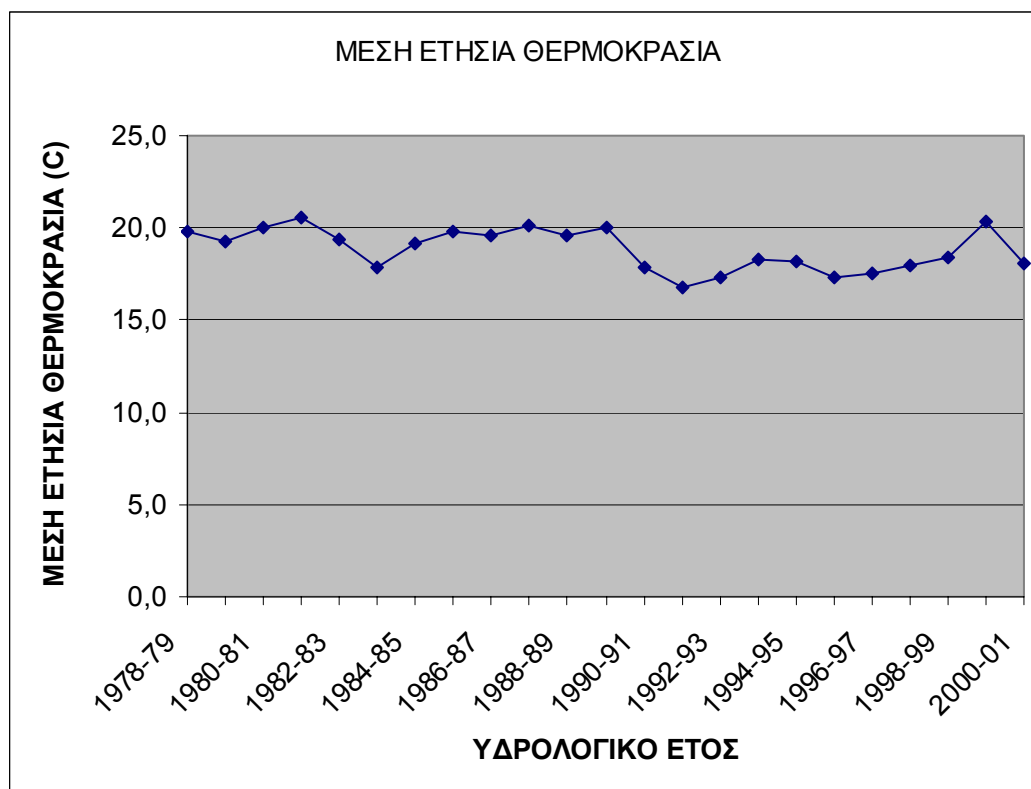
Διάγραμμα 3. 4: Ημερήσια βροχόπτωση του σταθμού Καλυβών για το 2004-05.

Από τον βροχομετρικό σταθμό των Καλυβών είχαν συγκεντρωθεί και μετεωρολογικά δεδομένα για προηγούμενα έτη. Από τα δεδομένα αυτά γίνεται εμφανές ότι το μέσο ετήσιο ύψος βροχόπτωσης είναι 705 mm και κυμαίνεται μεταξύ 447-1032mm σύμφωνα με τα στοιχεία των ετών 1973-2001 [6].

Στο διάγραμμα 3.5 παρουσιάζεται η μέση ετήσια βροχόπτωση του ίδιου σταθμού για τη χρονική περίοδο 1974-1998. Παρατηρείται τα τελευταία χρόνια, από το 1989 και μετά, ελάττωση του μέσου ύψους βροχόπτωσης σε επίπεδα κάτω του μέσου όρου των προηγούμενων ετών ενώ και η θερμοκρασία εμφανίζει μικρή πτώση με μέσες ετήσιες τιμές της τάξης των 19°C (διάγραμμα 3.6).



Διάγραμμα 3. 5: Μέση ετήσια βροχόπτωση στο κάτω τμήμα της λεκάνης απορροής-σταθμός Καλυβών (Στοιχεία από 1974-1998) (Στοιχεία απο πηγή [6]).

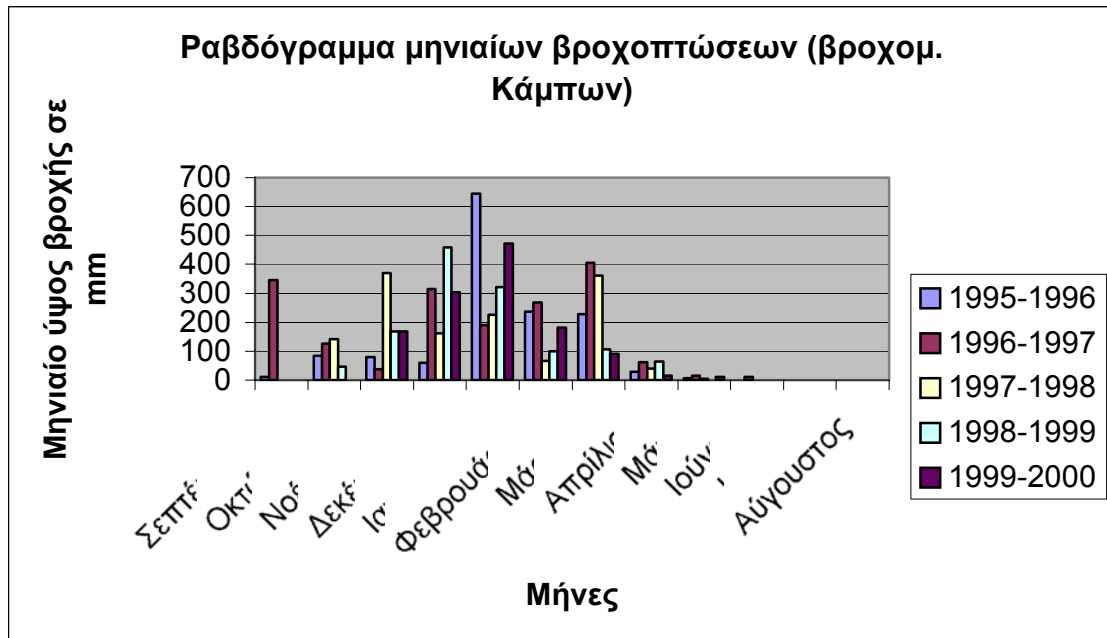


Διάγραμμα 3. 6: Μέση ετήσια θερμοκρασία (Σταθμός Καλυβών έτη 1978-2001) (Στοιχεία από πηγή [6].

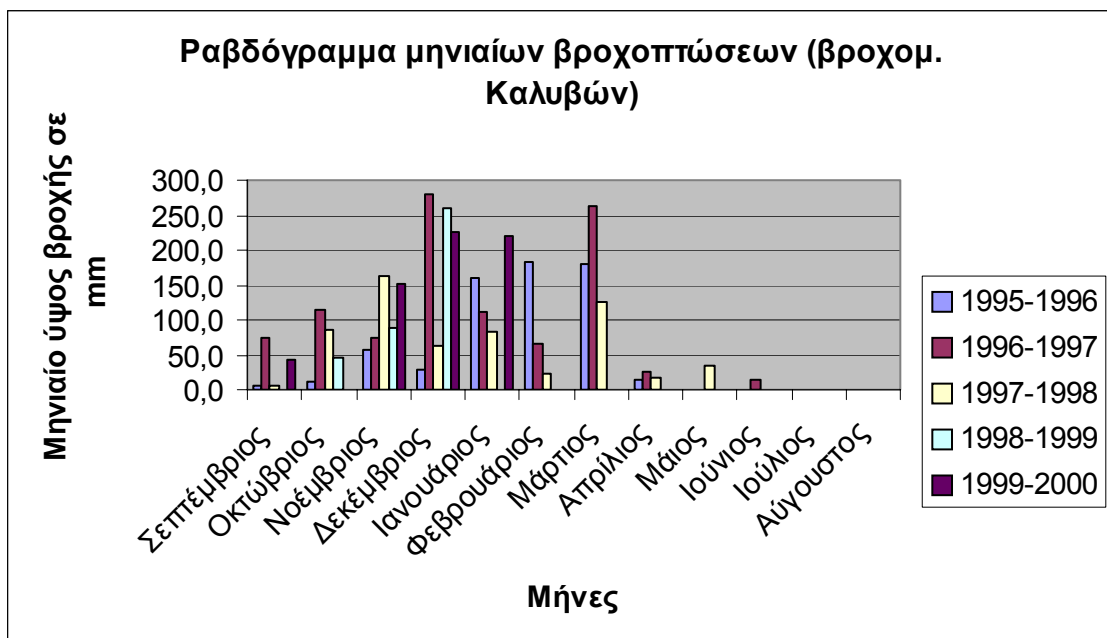
Το σύνολο των κατακρημνίσεων λαμβάνει χώρα μεταξύ των μηνών Οκτωβρίου-Μαρτίου, ενώ οι πιο ξηροί μήνες χαρακτηρίζονται οι Ιούλιος-Αύγουστος. Στο μεγαλύτερο τμήμα της περιοχής δεν παρατηρούνται χιονοπτώσεις λόγω του μικρού σχετικά υψομέτρου της [6].

Στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη υπάρχουν άλλοι δύο βροχομετρικοί σταθμοί, αρμοδιότητας του Ι.Γ.Μ.Ε (Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών). Τα μετεωρολογικά δεδομένα που συλλέχθηκαν προέρχονταν από το μετεωρολογικό σταθμό των Κάμπων για τα έτη 1995-2000. Στο διάγραμμα 3.7 εμφανίζεται το σύνολο των βροχοπτώσεων στο σταθμό των Κάμπων για τα έτη 1995-2000 και στο διάγραμμα 3.8 εμφανίζεται η βροχόπτωση για τα αντίστοιχα χρόνια του βροχομετρικού σταθμού των Καλυβών. Ενώ ο σταθμός των Καλυβών βρίσκεται σε υψόμετρο 24 m, ο σταθμός των Κάμπων έχει απόλυτο υψόμετρο 560 m. Αυτή η υψομετρική διαφορά φαίνεται και στα δύο διαγράμματα, μιας και στο σταθμό των Κάμπων η ετήσια βροχόπτωση εμφανίζεται αυξημένη περίπου κατά 747,5 mm σε σχέση με το σταθμό των Καλυβών. Στο σταθμό των Κάμπων για τα έτη που

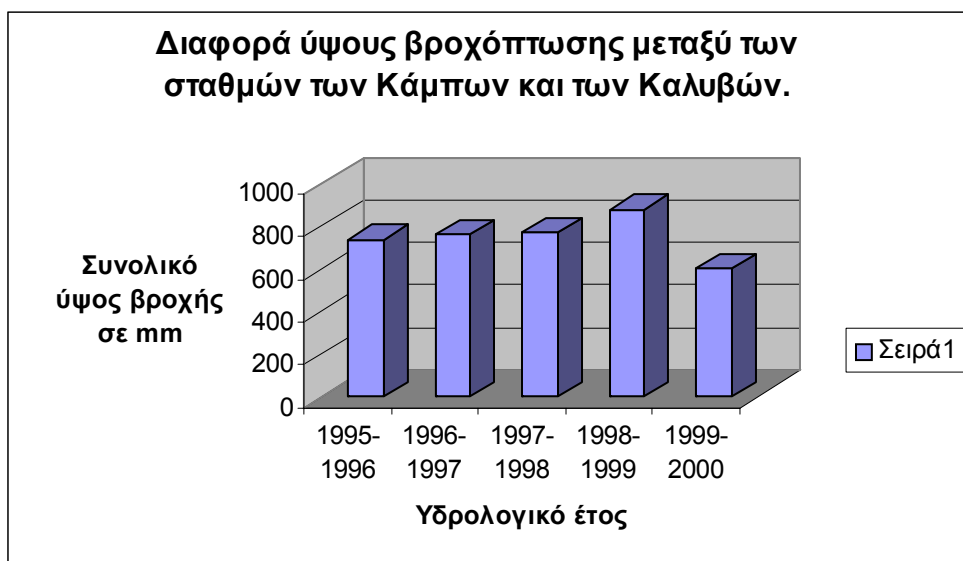
προαναφέραμε το μέγιστο ετήσιο ύψος βροχής εμφανίζεται κατά το έτος 1996-97 , 1780mm, ενώ το ελάχιστο κατά το έτος 1999-00, 1240mm [27].



Διάγραμμα 3. 7: Μηνιαίες βροχοπτώσεις για το σταθμό των Κάμπων για τα έτη 1995-05 [27].



Διάγραμμα 3. 8: Μηνιαίες βροχοπτώσεις για το σταθμό των Καλυβών για τα έτη 1995-05 [6].



Διάγραμμα 3. 9: Διαφορά ύψους βροχής μεταξύ των σταθμών των Κάμπων και των Καλυβών για τα έτη 1995-05.

Για τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής είναι απαραίτητη εκτός από τις τιμές της βροχόπτωσης και της θερμοκρασίας η συλλογή στοιχείων για την ηλιοφάνεια. Τα μετεωρολογικά στοιχεία για την ηλιοφάνεια συλλέχθηκαν από τον μετεωρολογικό σταθμό της Σούδας, που έγκειται στην αρμοδιότητα του Ελληνικού Στρατού, και θεωρήθηκαν παρόμοια με τα στοιχεία ηλιοφάνειας για την περιοχή μελέτης [9].

Η δυνητική εξατμισοδιαπνοή (potential evapotranspiration) υπολογίστηκε από το εξίσωση του Hammon (1961) η οποία είναι:

$$E = \frac{2.1H_t^2 e_s}{(T_t + 273.2)}$$

όπου:

E= δυνητική εξάτμιση day t [mm day⁻¹]

H_t = μέσος αριθμός ωρών ηλιοφάνειας κατά την διάρκεια του μήνα average number of daylight hours per day during the month in which day t falls

e_s = τάση ατμών κορεσμού στην θερμοκρασία T [kPa]

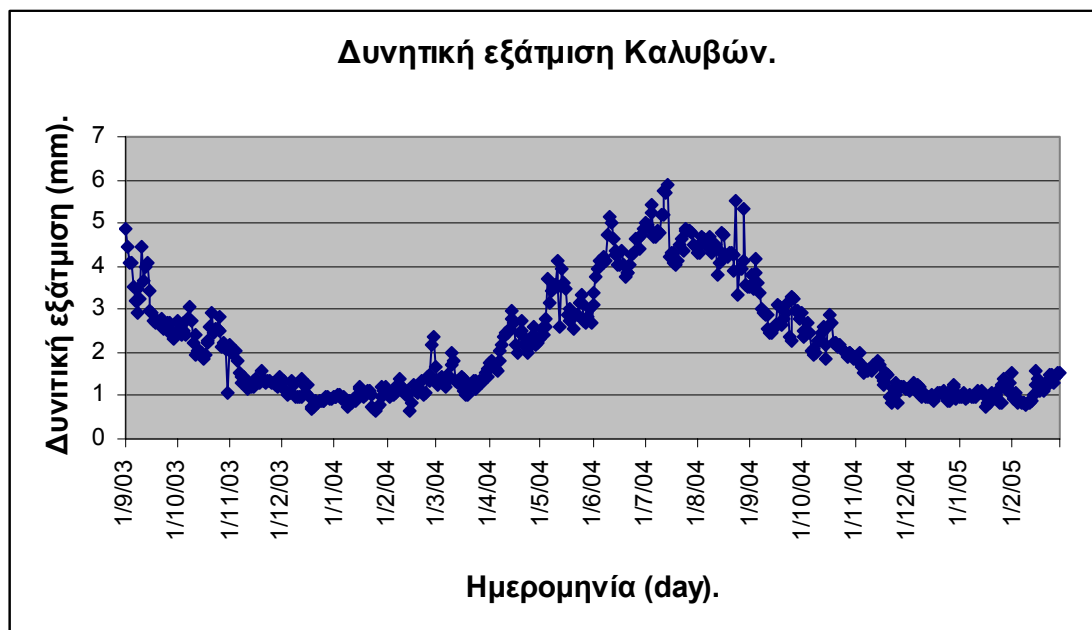
T_t = Θερμοκρασία, day t [$^{\circ}$ C]

Το H_t μπορεί να υπολογιστεί από τον μέγιστο αριθμό των ωρών ηλιοφάνειας κατά την ημέρα t , N_t .

$$\frac{24\omega_s}{\pi}$$

Το οποίο είναι ίσο με π , όπου ω_s , είναι το 'sunset hour angle' της ημέρας t . Κατά τις ημέρες που $T_t \leq 0$ οι 'Haith and Shoemaker' θεωρούν $E=0$. Έπειτα, αθροίζονται οι ημερήσιες τιμές της εξάτμισης για την περίοδο ενδιαφέροντος, ώστε να προκύψει η μηνιαία ή ετήσια εκτίμηση [26].

Τα αποτελέσματα που εξήχθησαν παρουσιάζονται στο διάγραμμα 3.10. Τα αποτελέσματα της εξάτμισης για τον σταθμό των Καλυβών για τους 18 μήνες που έγιναν οι μετρήσεις προκύπτει 1223 mm, ενώ για τη διάρκεια ενός έτους 815 mm.



Διάγραμμα 3. 10: Δυνητική Εξάτμιση για το σταθμό των Καλυβών για τα έτη 2003-05.

Η δυνητική εξατμισοδιαπνοή υπολογίστηκε και με τη μέθοδο Thornthwaite για το χρονικό διάστημα που έγινε η μελέτη στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη. Μετά από τον υπολογισμό της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής με την βοήθεια ενός συντελεστή διόρθωσης προκύπτει η δυνητική εξατμισοδιαπνοή για κάθε μήνα για χρονική διάρκεια 18 μηνών. Από τα στοιχεία που μας δόθηκαν για τα έτη 2003 έως 2005 η δυνητική εξατμισοδιαπνοή υπολογίζεται με την μέθοδο Thornthwaite με τον εξής τύπο:

$$E_{\text{pot}} = 16(10 T/J)^a$$

Όπου:

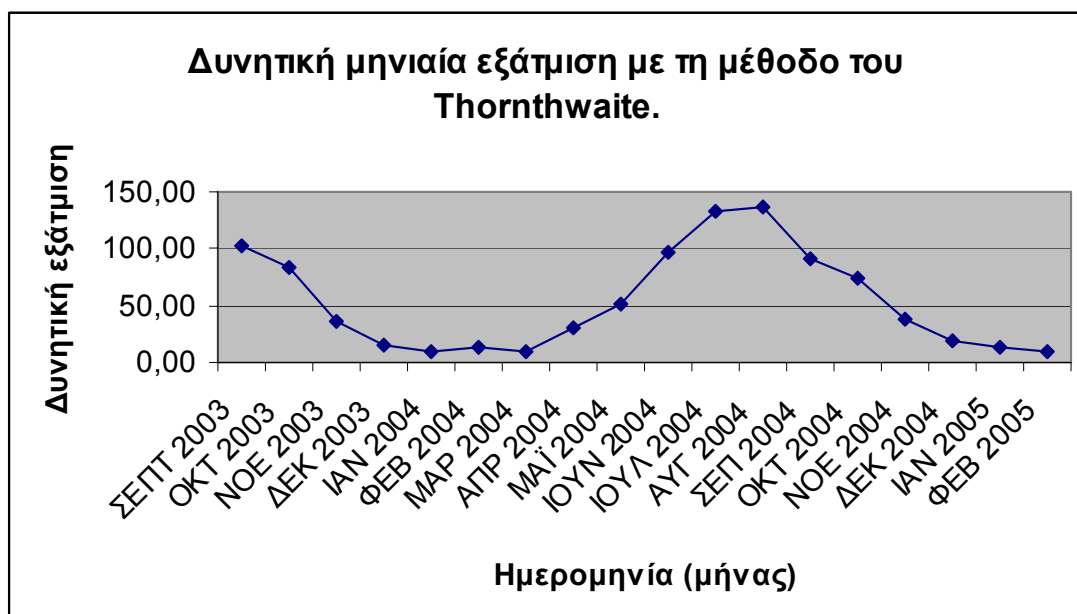
E_{pot} : Η δυνητική εξατμισοδιαπνοή

T : η μέση μηνιαία θερμοκρασία αέρος για τον υπόψη μήνα

J : Ο ετήσιος δείκτης θερμότητας, ο οποίος είναι το άθροισμα των μηνιαίων δεικτών θερμότητας $I = (T/5)^{1.514}$

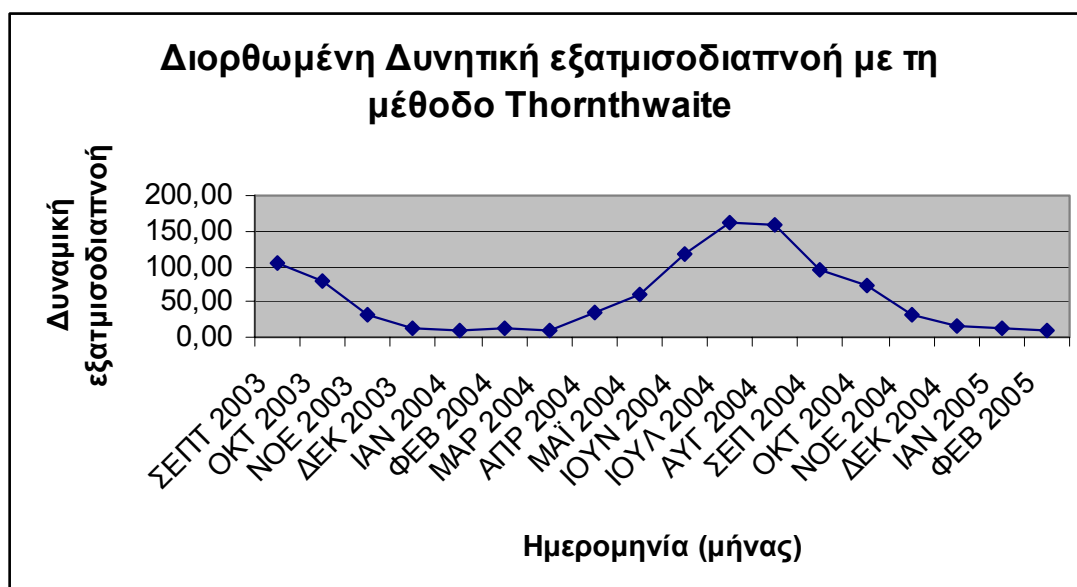
a : δίνεται από τον τύπο $a = (0,0675 \cdot J^3 - 7,71 \cdot J^2 + 1792 \cdot J + 49239) \cdot 10^{-5}$

Στο διάγραμμα 3.11 φαίνεται η μηνιαία διακύμανση της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής πριν την διόρθωση με το συντελεστή του Thornthwaite.



Διάγραμμα 3. 11: Δυνητική Εξάτμιση για το σταθμό των Καλυβών για τα έτη 2003-05.

Οι συντελεστές διόρθωσης δίνονται ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος και ανάλογα με τον μήνα που γίνονται οι μετρήσεις. Έτσι προκύπτει η διορθωμένη δυνητική εξάτμιση η οποία παρουσιάζεται στο διάγραμμα 3.12 για κάθε μήνα ξεχωριστά.



Διάγραμμα 3. 12: Δυνητική Εξάτμιση για το σταθμό των Καλυβών για τα έτη 2003-05.

Τελικά για το χρονικό διάστημα των 18 μηνών η συνολική εξατμισοδιαπνοή είναι 1033,75 mm, ενώ για την διάρκεια ενός έτους η δυνητική εξάτμιση προκύπτει 689,2 mm [26].

Από την σύγκριση των δύο δυνητικών εξατμισοδιαπνοών, με τη μέθοδο του Thornthwaite και του Hammon, παρατηρείται ότι η δυνητική εξατμισοδιαπνοή που προκύπτει με τη μέθοδο του Thornthwaite αντικρατροπίζει με μεγαλύτερο ρεαλισμό την εξατμισοδιαπνοή της περιοχής μελέτης.

Εκτός από την δυνητική εξατμισοδιαπνοή με τη μέθοδο του Thornthwaite και του Hammon υπολογίστηκε και η εξατμισοδιαπνοή με τη μέθοδο του Penman Pan. Ο τύπος που δίνει την εξατμισοδιαπνοή με τη μέθοδο Penman Pan είναι:

$$Eop = \frac{\Delta / \gamma * H + Ea}{(\Delta / \gamma) + 1}$$

Όπου:

Ea: αεροδυναμική εξίσωση που βασίζεται στην υγρασία και στην πραγματική πίεση των υδρατμών του αέρα ($Ea = 0.35 * (0.5 + u_2 / 100) * (ea - ed)$),

u_2 = ταχύτητα ανέμου 2m πάνω από την επιφάνεια του υδάτινου σώματος,

ea: η πίεση των κορεσμένων υδρατμών σε θερμοκρασία T_a ,

ed: η πραγματική πίεση των υδρατμών στη μέση θερμοκρασία,

H: διαθέσιμη ενέργεια εξάτμισης, ($H = R_i(1 - r) - R_o$)

R_i : ηλιακή ακτινοβολία διορθωμένη ως προς το γεωγραφικό πλάτος και την εποχή, ($R_i(1-r)=0.95R_a f_a(n/N)$),

R_a : μετρούμενη ηλιακή ακτινοβολία, n: ώρες ηλιοφάνειας, N: μέγιστη δυνατή ημερήσια διάρκεια ηλιοφάνειας (ώρες),

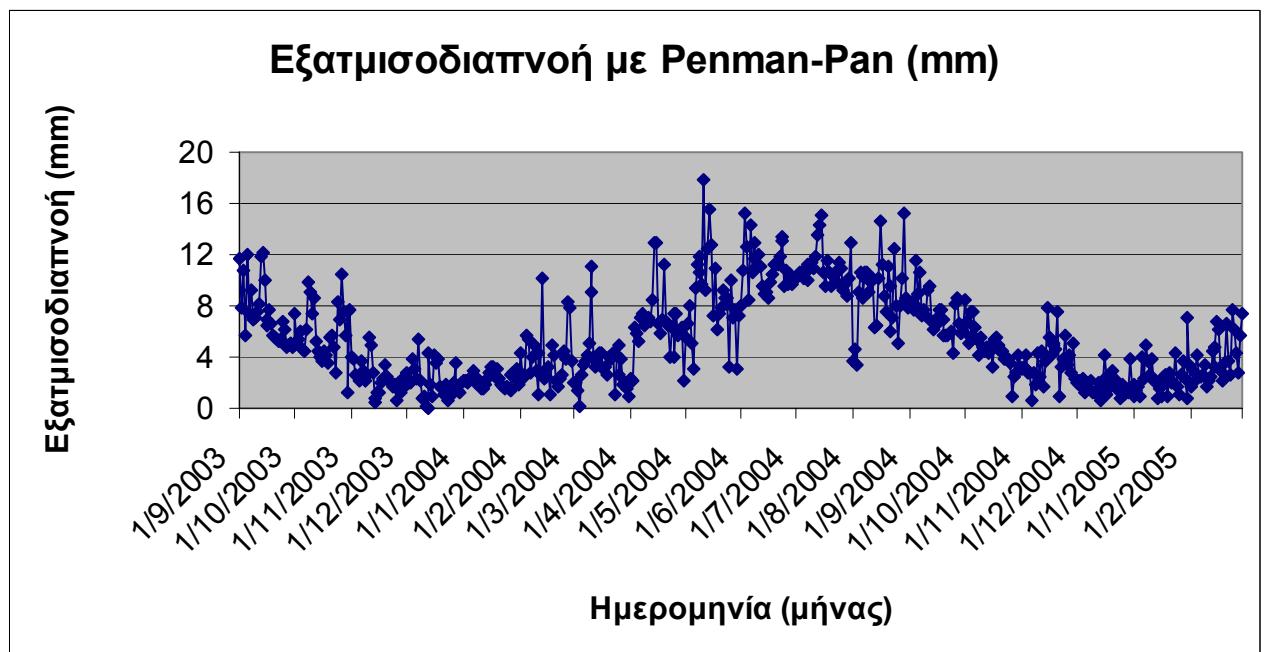
r: συντελεστής αντανάκλασης της ηλιακής ακτινοβολίας,

R_o : ανακλώμενη ηλιακή ακτινοβολία, ($R_o = \sigma T_a^4 (0.56 - 0.09 \sqrt{e_d}) * (0.10 + 0.90n / N)$)

T_a : μέση θερμοκρασία του αέρα,

Δ : ο ρυθμός μεταβολής της πίεσης των κορεσμένων υδρατμών στον αέρα σε θερμοκρασία t , ($\Delta = (e_a - e_d)/(T_a - T_d)$) και
 γ : η ψυχομετρική σταθερά, ($\gamma = 0,27 \text{ mm Hg/}^\circ\text{F}$) ,

Τα αποτελέσματα της εξατμισοδιαπνοής για τα έτη 2003 έως 2005 φαίνονται στο διάγραμμα 3.13. Από τα αποτελέσματα αυτά προκύπτει ότι η συνολική εξατμισοδιαπνοή για τα έτη 2003 έως 2005 είναι συνολικά 2949,72 mm ενώ για τη διάρκεια ενός έτους 1966,48 mm [26].



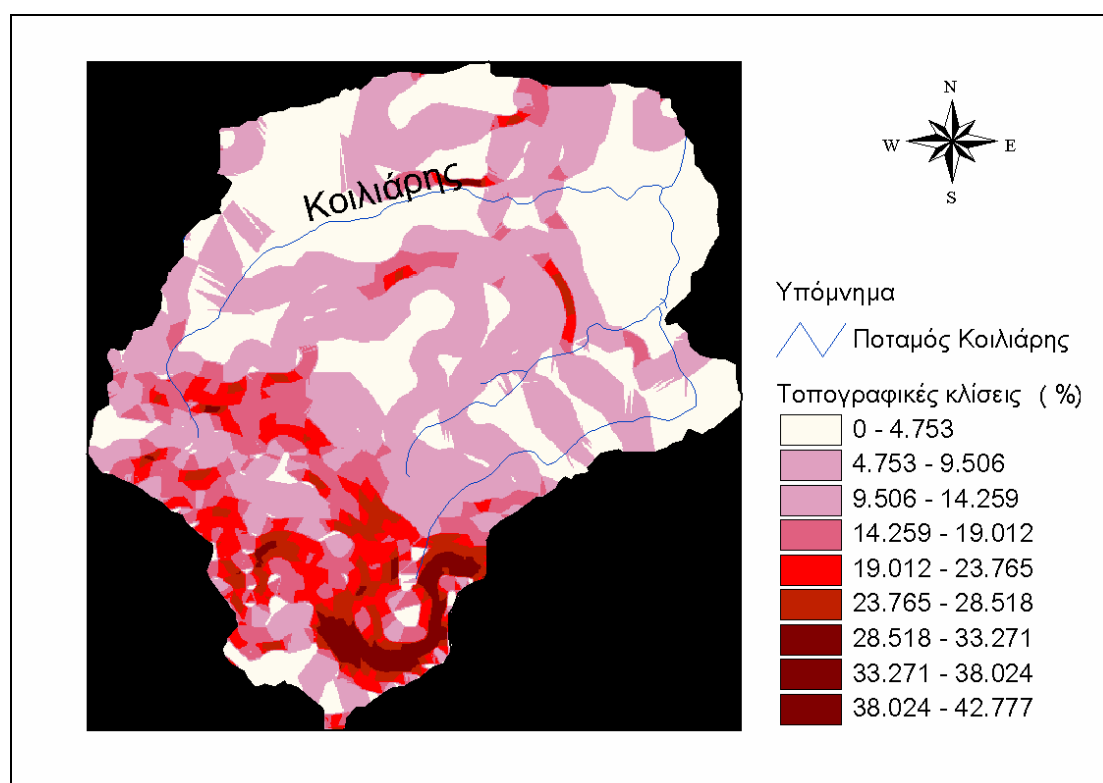
Διάγραμμα 3. 13: Δυνητική Εξάτμιση για το σταθμό των Καλυβών για τα έτη 2003-05.

3.1.4 Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Το τοπογραφικό ανάγλυφο της περιοχής μελέτης χαρακτηρίζεται ως ομαλό με μικρές τοπογραφικές κλίσεις της τάξης του 12%. Στην πεδινή έκταση της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη οι κλίσεις είναι αρκετά μικρές. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η περιοχή των πηγών του Στύλου, όπου μετά από μετρήσεις που διεξήχθησαν με τη χρήση θεοδόλιχου, η κλίση είναι της τάξης του 1 με 2%. Μάλιστα σε βορειότερο τμήμα του ποταμού, στην περιοχή του Αγίου Γεωργίου, όπου βρίσκεται η συμβολή όλων των ποταμών και παραποτάμων του Κοιλιάρη, η κλίση υπολογίστηκε 0,6%.

Παρολαυτά πρέπει να τονιστεί ότι η μέγιστη τοπογραφική κλίση 43% εμφανίζεται στους πρόποδες των Λευκών Ορέων, μιας και η λεκάνη απορροή εκτείνεται μέχρι και το υψόμετρο των 2041 m. (Χάρτης 3.5).

Στον χάρτη 3.6 [23] παρουσιάζονται και οι ισοϋψείς καμπύλες των 100m στην περιοχή μελέτης.



Χάρτης 3. 5:Τοπογραφικές κλίσεις λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη [23].

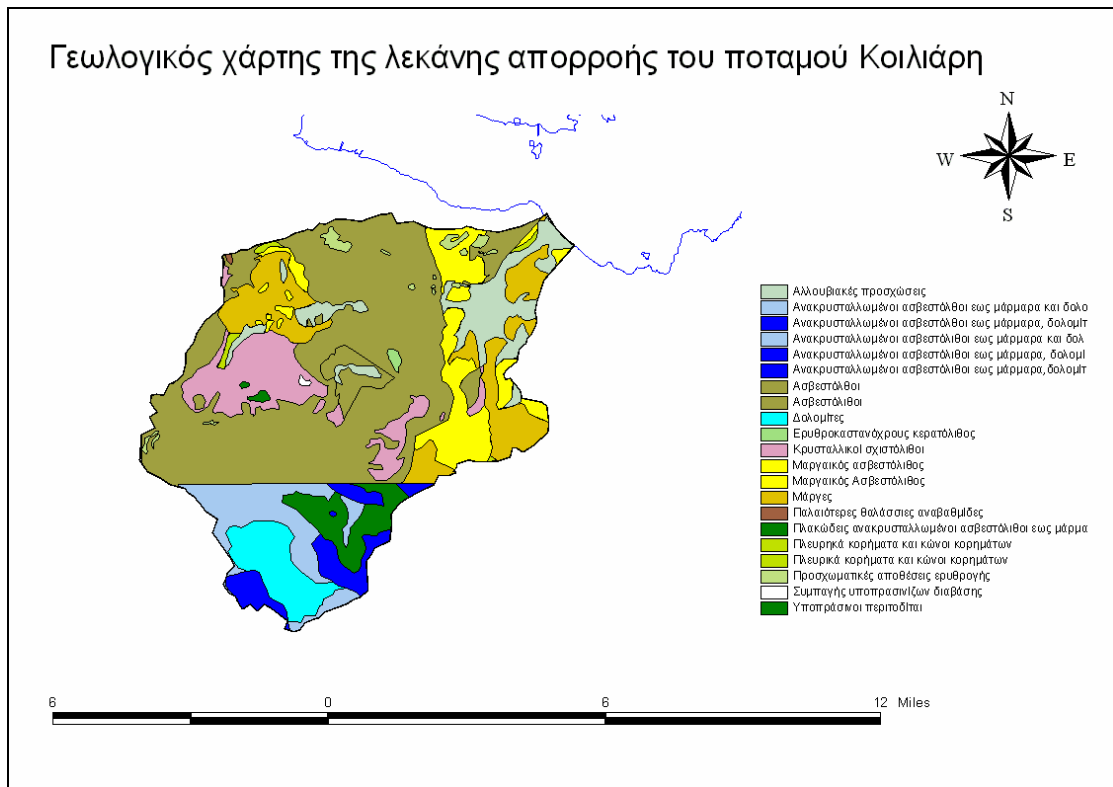


Χάρτης 3. 6: Ισοϋψείς καμπύλες της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη [23]

3.1.5 Γεωλογία

Για την γεωλογία της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη χρησιμοποιήθηκαν δύο γεωλογικοί χάρτες, το φύλλο 'Χανιά' και το φύλλο 'Βρύσσες', τα οποία συλλέχθηκαν από την υπηρεσία της Διεύθυνση Εγγείων Βελτιώσεων και το Ι.Γ.Μ.Ε[6,27].

Οι χάρτες είναι κλίμακας 1:50000, ψηφιοποιήθηκαν στο G.I.S. και ενοποιήθηκαν για την μελέτη της γεωλογίας σε όλη τη λεκάνη απορροής του ποταμού, όπως εμφανίζεται στον παρακάτω χάρτη.



Χάρτης 1.8 : Γεωλογικός χάρτης λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.

Σύμφωνα με τις στρωματογραφικές στήλες των γεωλογικών χαρτών που χρησιμοποιήσαμε για μελέτη, στην ευρύτερη περιοχή της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη οι γεωλογικοί σχηματισμοί που εμφανίζονται με βάση την ηλικία αυτών, από τα παλαιότερα προς τα νεότερα είναι:

- Πλακώδεις ασβεστόλιθοι, οι οποίοι αποτελούνται από δολομίτες, ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους, μάρμαρα, πυριτικούς σχιστόλιθους και πλακώδεις ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους με πυριτόλιθους.
- Μάρμαρα, δολομίτες, ραούβακες και ανθρακικά κροκαλοπαγή του τεκτονικού καλύμματος Ομαλού.
- Ο γεωλογικός σχηματισμός των σχιστόλιθων της φυλλιτικής – χαλαζιτικής σειράς, όπως φυλλίτες, χαλαζίτες και σχιστόλιθοι.
- Δολομίτες, δολομιτικοί ασβεστόλιθοι και ασβεστόλιθοι που ανήκουν στη ζώνη Τριπόλεως.

- Τέλος εμφανίζονται και οι νεότεροι γεωλογικοί σχηματισμοί, όπως μάργες, μαργαικοί ασβεστόλιθοι και αλλουβιακές προσχώσεις.

Οι αλλουβιακές προσχώσεις, πηλοί, άργιλοι, άμμοι και χάλικες, εμφανίζονται σε όλο το πεδινό τμήμα του ποταμού Κοιλιάρη. Επίσης εμφανίζονται σε μικρότερη κλίμακα μάργες, καθώς και πλευρικά κορήματα και κώνοι κορημάτων. Οι αλλουβιακές προσχώσεις αναπτύσσονται ανατολικά των πηγών και επεκτείνονται μέχρι τη θάλασσα, το πάχος των οποίων είναι από μερικά εκατοστά έως μερικά μέτρα.

Δυτικά της πεδινής έκτασης του ποταμού Κοιλιάρη παρατηρούνται πιθανά και ορατά ρήγματα και γεωλογικοί σχηματισμοί, οι οποίοι αποτελούνται κυρίως από μαργαικούς ασβεστόλιθους και ασβεστόλιθους που προέρχονται από τη Ζώνη Τριπόλεως. Στα ρήγματα αυτά εκφορτίζονται υφάλμυρες πηγές, αρκετές από τις οποίες μέσα στον Ποταμό Κοιλιάρη. Γι' αυτό το λόγο στις εκβολές του ποταμού εμφανίζονται μεγάλα όρια χλωρίων.

Αυτοί οι γεωλογικοί σχηματισμοί αναπτύσσονται δυτικά και φτάνουν μέχρι και τα Λευκά Όρη.

Βόρεια των πηγών του Στύλου παρατηρούνται μαργαικοί ασβεστόλιθοι και μάργες που επεκτείνονται μέχρι τα Λευκά Όρη, ενώ σε μικρότερη κλίμακα εμφανίζονται δολομιτικοί ασβεστόλιθοι παλαιοζωικής έως και μεσοζωικής ηλικίας.

Στο κομμάτι των Λευκών Ορέων, που ανήκει στη λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη, παρατηρούνται κυρίως γεωλογικοί σχηματισμοί από την αυτόχθονη σειρά Ιονίου ζώνης, όπως επίσης και σχηματισμοί από τις αλλόχθονες σειρές, Ανώτερο Τριαδικό(Λιάσιο) και Μέσο-Ανώτερο (Μειόκαινο).

Από την Ιόνιο ζώνη εμφανίζονται πλακώδεις ανακρυσταλλωμένοι ασβεστόλιθοι έως μάρμαρα με πυριτόλιθους.

Από τις αλλόχθονες σειρές που προαναφέραμε παρατηρούνται οι περισσότεροι γεωλογικοί σχηματισμοί και περιλαμβάνουν:

- Ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους έως μάρμαρα

- Δολομίτες, δολομιτικοί ασβεστόλιθοι, ραούβακες και ανθρακικά κροκαλλοπαγοί.
- Μάργες και Μαργαικοί ασβεστόλιθοι σε μικρότερη κλίμακα.

Τέλος οι φυλλίτες – χαλαζίτες εμφανίζονται σε μικρή επιφανειακή έκταση νοτιοδυτικά και βορειοδυτικά των πηγών στον ευρύτερο χώρο .Σύμφωνα με την τεκτονική δομή της Κρήτης οι φυλλίτες – χαλαζίτες υπόκεινται των σχηματισμών του καλύμματος της Τρίπολης.

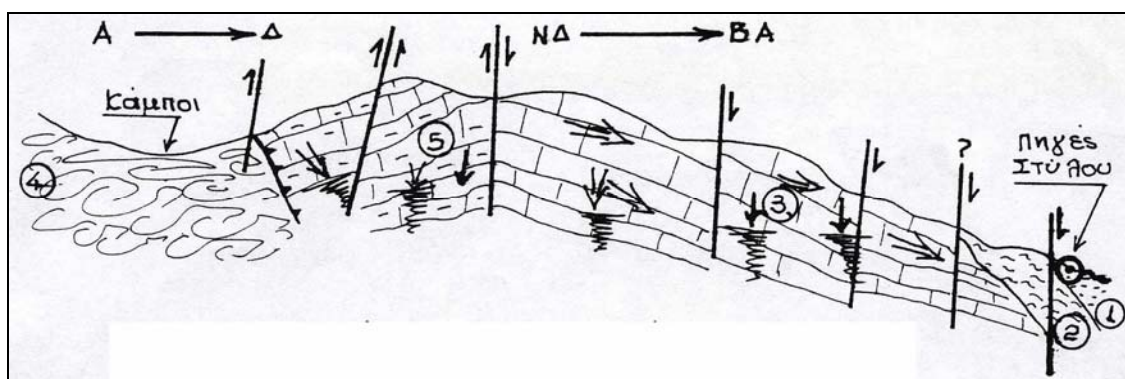
Την δομή αυτή της τεκτονικής σειράς την συναντούμε σε πολλές περιοχές της Κρήτης ορεινές ή ημιορεινές . Το γεγονός αυτό είναι σημαντικό για γενικές και τις τοπικές υδρογεωλογικές συνθήκες της περιοχής στις οποίες θα αναφερθούμε παρακάτω.

3.1.6 Υδρογεωλογία

Το όλο σύστημα του ποταμού Κοιλιάρη τροφοδοτείται κατά κύριο λόγο από τα ανθρακικά πετρώματα της ζώνης Τρυπαλίου και τους πλακώδεις ασβεστόλιθους και σε μικρότερη κλίμακα από τους μαργαϊκούς ασβεστόλιθους του Νεογενούς, οι οποίοι βρίσκονται σε τεκτονική επαφή με το παλαιότερο καρστικό σύστημα. Η κυρίως τροφοδοσία των πηγών του ποταμού Κοιλιάρη γίνεται από το καρστικό ασβεστολιθικό σύστημα των Λευκών Ορέων.

Οι μαργαικοί ασβεστόλιθοι του Νεογενούς είναι άλλο ένα σύστημα που τροφοδοτεί τον ποταμό Κοιλιάρη, μιας και από τους μαργαϊκούς ασβεστόλιθους υπάρχει άμεση απορροή.

Μάλιστα οι πηγές που αναβλύζουν στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη εμφανίζονται στην επαφή των αλλουβιακών προσχώσεων με τους μαργαϊκούς ασβεστόλιθους. Σε μικρότερη κλίμακα συναντώνται και ανθρακικά πετρώματα της ζώνης Τρίπολης καθώς και φυλλίτες-χαλαζίτες [6,28](Σχήμα 3.1).



ΥΠΟΜΝΗΜΑ:

- 1) Τεταρτογενείς προσχώσεις
- 2) Νεογενή(Μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι)
- 3) Ασβεστόλιθοι Δολομίτες του καλύμματος της Τρίπολης
- 4) Φυλλίτες-Χαλαζίτες

5) Κρυσταλλικοί πλακώδεις ασβεστόλιθοι

Σχήμα 3. 1: Σκαριφηματική γεωλογική τομή ανάντι των πηγών Στύλου.Πηγή [28].

Στην έκταση των Λευκών Ορέων κυριαρχούν τα ανθρακικά πετρώματα δύο βασικών γεωλογικών συστημάτων:

(α) του αυτόχθονου συστήματος (ασβεστόλιθοι, δολομίτες, μάρμαρα, κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι)

(β) των τεκτονικών καλυμμάτων του Τρυπαλίου και της Τρίπολης (ασβεστόλιθοι, δολομίτες, ανακρυσταλλομένοι ασβεστόλιθοι).

Την μεγαλύτερη συγκριτικά έκταση καταλαμβάνουν τα ανθρακικά του υποβάθρου και την μικρότερη αυτά του καλύμματος Τρυπαλίου τα οποία εμφανίζονται σε μεγάλα υψόμετρα και σε άμεση επαφή με το υπόβαθρο.

Στον πίνακα 3.3 παρουσιάζονται οι συντελεστές των πιο σημαντικών γεωλογικών σχηματισμών και πετρωμάτων.

Πίνακας 3. 3: Συντελεστές περατότητας γεωλογικών σχηματισμών και πετρωμάτων [6].

Σχηματισμοί	Συντελεστές περατότητας k (m/sec)
Αργίλλος, Αργίλλος πλαστική	10^{-8} - 10^{-10}
Πηλοί, Σαπροπηλοί	10^{-6} - 10^{-9}
Αμμάργιλοι	10^{-4} - 10^{-6}
Άμμοι λεπτόκοκκοι	10^{-3} - 10^{-4}
Άμμοι μεσόκοκκοι	10^{-2} - 10^{-3}
Άμμοι χονδρόκοκκοι	10^{-1} - 10^{-2}
Χαλίκια	10^0 - 10^{-1}
Άμμοι-Χαλίκια	10^{-2} - 10^{-3}
Άμμοι-Χαλίκια-πηλοί	10^{-3} - 10^{-4}
Μάργες	10^{-6} - 10^{-9}
Φλύσχης	10^{-6} - 10^{-8}
Ψαμμίτης	10^{-3} - 10^{-5}
Κροκαλοπαγή, μολάσες	10^{-4} - 10^{-5}
Ασβεστόλιθοι-μάρμαρα	10^{-2} - 10^{-5}
Σχιστόλιθοι διάφοροι	10^{-6} - 10^{-9}
Οφιόλιθοι	10^{-5} - 10^{-8}

Γνεύσιοι, μαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι, πρασινόλιθοι και παρεμφερή μεταμορφωμένα	10^{-6} - 10^{-9}
Γρανίτες και γενικά όξινη πλουτωνίτες	10^{-5} - 10^{-9}
Ηφαιστειακά διάφορα	10^{-6} - 10^{-9}

Η περατότητα των πετρωμάτων σε συνδυασμό με την γενική δομή των Λευκών Ορέων συντελούν στην ανάπτυξη υπόγειων υδροφοριών με πολύ μεγάλο υδατικό δυναμικό. Μάλιστα στην περιοχή μελέτης εμφανίζεται μια πληθώρα υπόγειων υδροφοριών, κάτι για το οποίο γίνεται αναφορά και στο 4^ο κεφάλαιο της υδρολογίας. Επίσης πρέπει να τονιστεί ότι τα πλούσια μετεωρολογικά κατακρημνίσματα που δέχεται το ορεινό συγκρότημα (βροχές και χιόνια) διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην πλούσια υδροφορία της περιοχής [28].

Δευτερεύοντα ρόλο στο υδατικό δυναμικό παίζουν και οι άμεσες απορροές των μετεωρολογικών κατακρημνισμάτων λόγω των μαργαικών ασβεστόλιθων. Αποτέλεσμα αυτών των υδροφοριών είναι οι αναβλύσεις πηγών σημαντικής παροχής σε ορισμένες ζώνες στη βάση του ορεινού όγκου. Ανάλογα λοιπόν με τις συνθήκες των διαφόρων τμημάτων του ορεινού συγκροτήματος διοχετεύεται το νερό σε περιφερειακές υπόγειες υδροφορίες σε χαμηλότερο υψόμετρο και στη συνέχεια τροφοδοτούνται γνωστές πηγές και γεωτρήσεις μερικές από τις οποίες βρίσκονται και στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη. Η διαφοροποίηση στις στάθμες των γεωτρήσεων της περιοχής, όπου θα γίνει αναφορά στο παρακάτω κεφάλαιο, καθώς και το διαφορετικό υψόμετρο εκροής των πηγών της ευρύτερης περιοχής οφείλεται στον έντονο τεκτονισμό της λεκάνης στο βορειότερο τμήμα του.

3.2 Περιβαλλοντικές πιέσεις στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.

Όπως προαναφέραμε και στο Κεφάλαιο 2^ο από την βιβλιογραφία συλλέχθηκαν στοιχεία για τα φορτία στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη. Τα φορτία αυτά είχαν διαχωριστεί σε δύο κατηγορίες:

- Τα σημειακά φορτία
- Και τα μη-σημειακά φορτία.

3.2.1 Σημειακά φορτία στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.

Στην ευρύτερη λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη δεν υπάρχουν μεγάλες βιομηχανικές εγκαταστάσεις που θα μπορούσαν να προκαλέσουν τυχόν σημαντική ρύπανση στην ατμόσφαιρα ή στα ύδατα της περιοχής. Οι σημειακές πηγές που φορτίζουν την περιοχή είναι μικρές βιοτεχνίες για την παραγωγή ελαιολάδου και μικροί οικισμοί που υπάρχουν στην περιοχή μελέτης [5].

Συνολικά στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη υπάρχουν 12 ελαιοτριβεία που λειτουργούν και 5 τα οποία έκλεισαν. Από τα 12 ελαιοτριβεία τα 4 είναι στην κοινότητα Κεραμιών (τα τρία από τα τέσσερα είναι φυγοκεντρικά), τα 3 στην κοινότητα Καλυβών (φυγοκεντρικά), τα 2 στην κοινότητα του Νιο-Χωριού (φυγοκεντρικά) και τέλος 3 στην κοινότητα Παιδοχωρίου (φυγοκεντρικά). Οι ποσότητες των αποβλήτων, σε m³ / έτος, που παρήγαγαν τα ελαιοτριβεία που βρίσκονται σε λειτουργία παρουσιάζονται στον πίνακα 3.4.

Πίνακας 3. 4: Αριθμός ελαιοτριβείων και ποσότητες αποβλήτων που παρήγαγαν για το έτος 1999-2000 στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ ελαιοκομικού έτους 1999-2000	Κοινότη τα>>	Κεραμει ών	Κεραμ ειών	Καλυβών	Νιο χωριό	Παιδοχώρι	SUM
1. Αριθμός ελαιοτριβείων που υπάρχουν και λειτούργησαν έστω και μία φορά την τελευταία πενταετία		3	1	3	2	3	12
2. Από τα παραπάνω ποσα είναι φυγοκεντρικά		3	0	3	2	3	11
Αριθμός πιεστηρίων των ανωτέρω ελαιοτριβείων		-	-	3	-	-	3
Ποσότητα ελαιολάδου που παρήγαγαν κατά την περίοδο 1999-2000 τα ανωτέρω ελαιοτριβεία σε χιλιόγραμμα		750000	150000	1000000	600000	900000	3400000
Ποσότητα ελαιολάδου που παρήγαγαν κατά την περίοδο 1999-2000 τα ανωτέρω ελαιοτριβεία σε τόνους		750	150	1000	600	900	3400
Παραγωγή αποβλήτων σε m³/year		4500	900	6000	3600	5400	20400

Λαμβάνοντας υπόψη τα χαρακτηριστικά των απόβλητων των ελαιοτριβείων στον πίνακα 3.5 παρουσιάζονται τα συνολικά φορτία που προέρχονται από την επεξεργασία του ελαιοκάρπου σε tn/έτος.

Τα στοιχεία που παρουσιάζονται προέρχονται από τα Ετήσια Στατιστικά Φύλλα Γεωργικής Απογραφής για τον Νομό Χανίων για το έτος 1999-2000 και τα απόβλητα των ελαιοτριβείων θεωρείται ότι συνολικά παραμένουν στα ίδια επίπεδα για κάθε έτος. Έτσι θεωρείται ότι και για το έτος 2004-2005 τα συνολικά φορτία που προέρχονται από τα ελαιοτριβεία είναι παρόμοια με αυτά που παρουσιάζονται για το έτος 1999-2000.

Πίνακας 3. 5: Ρυπαντικά φορτία ελαιοτριβείων για το έτος 1999-2000 στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.

Ρυπαντικά φορτία (tn / έτος)	Κεραμείων	Κεραμείων	Καλυβών	Νιο Χωριό	Παιδοχώριου	SUM
Ολικό Άζωτο	3,42	1,035	4,56	2,736	4,104	15,9
Ολικός Φώσφορος ως P2O5	2,385	0,783	3,18	1,908	2,862	11,11
Ολικός Φώσφορος ως P	0,53	0,174	0,706	0,424	0,636	2,47

Η προσπάθεια για την κατασκευή ενός ολοκληρωμένου δικτύου αποχέτευσης δεν έχει ολοκληρωθεί ακόμα στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη. Αυτό έχει σαν συνέπεια ένα μεγάλο μέρος των οικισμών να έχει εγκαταστήσει στεγανούς βόθρους, αλλά παρόλαυτα ακόμα και σήμερα μια μεγάλη πλειοψηφία των κατοικιών που βρίσκονται στη λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη διαθέτουν απορροφητικούς βόθρους. Γι' αυτό ακριβώς το λόγο θεωρήθηκε σωστό να εξεταστούν όλες οι πόλεις και οικισμοί κάτω από τις ίδιες συνθήκες δηλαδή την ύπαρξη απορροφητικών βόθρων [5].

Θεωρώντας τα λύματα των οικισμών ως μέσης ισχύος αστικά λύματα και γνωρίζοντας τον πληθυσμό των οικισμών μέσα από τα Ετήσια Στατιστικά Φύλλα βρέθηκε ξεχωριστά για κάθε δήμο και οικισμό τα συνολικά φορτία που παράγονται.

Έτσι στον πίνακα 3.6 παρουσιάζονται τα συνολικά φορτία αζώτου και φωσφόρου (σε kg/year και σε tn/year) και για τους 5410 κατοίκους που βρίσκονται εντός της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη [5].

Πίνακας 3. 6: Συνολικά ρυπαντικά φορτία από τους οικισμούς στη λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.

N	P	N	P
(Kgr/year)	(Kgr/year)	(tn/year)	(tn/year)

19476	3895,2	14,8356	3,8952
-------	--------	---------	--------

3.2.2 Μη σημειακά φορτία στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.

Τα μη σημειακά φορτία για την λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη προέρχονται από την γεωργία, την κτηνοτροφία και τέλος από την υγρή και ξηρή εναπόθεση.

➤ Γεωργία

Στον χάρτη 3.4 παρουσιάστηκαν οι διάφορες χρήσεις γης στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη, ενώ στον πίνακα 3.2 παρουσιάστηκαν οι διάφορες καλλιέργειες και η συνολική έκταση που καταλαμβάνει η κάθε μια από αυτές. Τα δεδομένα προέκυψαν από τα Στατιστικά Φύλλα Γεωργίας του Υπουργείου Γεωργίας για τον Νομό Χανίων των ετών 1999- 2000 και 2000-2001 . Λαμβάνοντας υπόψη την λίπανση των καλλιεργειών με συγκεκριμένα φυτοφάρμακα που χρησιμοποιούνται στην περιοχή μελέτης, όπως επίσης και το ποσοστό πρόσληψης για κάθε καλλιέργεια ξεχωριστά είχε υπολογιστεί στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας «Υδρολογική Ανάλυση Λεκάνης Απορροής Ποταμού Κοιλιάρη-Εκτίμηση Ρύπανσης από Θρεπτικά» για κάθε δήμο το φορτίο αζώτου και φωσφόρου που προέρχεται από την γεωργία. Έτσι προέκυψαν και τα συνολικά φορτία αζώτου και φωσφόρου για όλη τη λεκάνη απορροής τα οποία παρουσιάζονται στον πίνακα 3.7.

Πίνακας 3. 7 : Συνολικά φορτία γεωργίας για το έτος 2000-2001.

N	P
----------	----------

(tn/year)	(tn/year)
55,1	42,9

➤ Κτηνοτροφία

Με παρόμοιο τρόπο που υπολογίστηκαν τα φορτία της γεωργίας έτσι και για την κτηνοτροφία, μέσα από την βιβλιογραφία, ελήφθησαν στοιχεία για τα συνολικά φορτία της κτηνοτροφίας για την λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη. Ο τρόπος με τον οποίο έγινε ο υπολογισμός των φορτίων της κτηνοτροφίας βασίστηκε στα είδη των ζώων και στο ποσοστό των φορτίων που περιέχεται στα απόβλητα αυτών.

Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι οι βασικές μορφές κτηνοτροφίας που εμφανίζονται στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη είναι κυρίως η ελεύθερη βόσκηση αιγοπροβάτων, η εκτροφή πουλερικών και η κουνελοτροφία. Επίσης για τον υπολογισμό των φορτίων των ελήφθησαν υπόψη ο μέσος όρος του σωματικού βάρους των διάφορων ζώων και τα χαρακτηριστικά των ζωικών αποβλήτων και υπολογίστηκαν τα φορτία και οι συγκεντρώσεις των φορτίων των ζωικών αποβλήτων. Στον πίνακα 3.8 παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα που είχαν εξαχθεί για τα φορτία αζώτου και φωσφόρου της κτηνοτροφίας σε όλη τη λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.

Πίνακας 3. 8: Συνολικά φορτία ζωικών απόβλητων της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.

	N	P
Φορτία (tn/yr)	134,8	21,9

➤ Υγρή και ξηρή εναπόθεση

Από την βιβλιογραφία για την περιοχή της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη είχαν εξαχθεί ορισμένα συμπεράσματα για τα φορτία αζώτου και φωσφόρου από τη υγρή και ξηρή εναπόθεση. Για τον προσδιορισμό των φορτίων είχε ληφθεί υπόψη δεδομένα από το βροχομετρικό σταθμό των Καλυβών για το έτος 1999-2000, όπως επίσης και στοιχεία για το ποσοστό των θρεπτικών τόσο στην υγρή όσο και στην ξηρή εναπόθεση. Στον πίνακα 3.9 παρουσιάζονται οι εποχιακές διακυμάνσεις της υγρής και ξηρής εναπόθεσης για το άζωτο και τον φώσφορο [29].

Πίνακας 3. 9: Εποχιακές διακυμάνσεις υγρής και ξηρής εναπόθεσης διαλυτού υγρού αζώτου(DIN) και φωσφόρου (DIP) [37].

Νήσος Κρήτη	Ξηρός DIP ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{d}^{-1}$)	Υγρός DIP ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{d}^{-1}$)	Ξηρό DIN ($\text{mmol m}^{-2} \text{d}^{-1}$)	Υγρό DIN ($\text{mmol m}^{-2} \text{d}^{-1}$)
Χειμώνας	0.05	0.55	18.24	143.7
Άνοιξη	0.40	0.07	25.15	40.1
Καλοκαίρι	0.54	0	54.85	0
Φθινόπωρο	0.31	0.13	28.87	31.3
Ετήσια δεδομένα	125 ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{year}^{-1}$)	68.4 ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{year}^{-1}$)	11.60 ($\text{mmol m}^{-2} \text{year}^{-1}$)	19.7($\text{mmol m}^{-2} \text{year}^{-1}$)

Από τα παραπάνω δεδομένα και πολλαπλασιαζόμενες οι τιμές των φορτίων με την συνολική έκταση της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη βρέθηκαν τα συνολικά φορτία αζώτου και φωσφόρου για την λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη σε ετήσια βάση και παρουσιάζονται στον πίνακα 3.10 [2

Πίνακας 3. 10: Συνολικά φορτία υγρής και ξηρής εναπόθεσης για το έτος 2000-2001.

ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ	N	P
	(tn/year)	(tn/year)
ΥΓΡΗ ΕΝΑΠΟΘΕΣΗ	35,9	0,3
ΞΗΡΗ ΕΝΑΠΟΘΕΣΗ	21,1	0,5
sum:	57	0,8

3.2.3 Ισοζύγιο Αζώτου και Φωσφόρου στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.

Εκτός από τις εισροές θρεπτικών που παρατέθηκαν παραπάνω υπολογίστηκαν και οι εκροές. Οι εκροές προήλθαν από την παροχή σε μηνιαία βάση στον σταθμό παρακολούθησης Σ₃, όπως επίσης και οι τιμές των θρεπτικών προήλθαν από τον ίδιο σταθμό, μιας και διεξήχθησαν και χημικές αναλύσεις των υδάτων στην ίδια τοποθεσία. Οι χημικές αναλύσεις διεξήχθησαν για 10 μήνες και τις τιμές των τελευταίων δύο μηνών τις θεωρήσαμε παρόμοιες με του τελευταίου μήνα. Στον πίνακα 3.11 εμφανίζονται οι τιμές των συγκεντρώσεων στις εκροές του ποταμού Κοιλιάρη. Μάλιστα έχει υπολογιστεί το ποσοστό του διαλυμένου ανόργανου αζώτου προς το ολικό άζωτο και φτάνει σε ποσοστό το 82%. Άρα το ολικό άζωτο από τα στοιχεία του παρακάτω πίνακα ανέρχεται σε 117, 84 tn/month.

Πίνακας 3. 11: Συνολικά ετήσια φορτία DIP και DIN σε ετήσια βάση.

	DIN(mg/l)	DIP(mg/l)	Qποταμού (l/month)	DIN(tn/month)	DIP(tn/month)
Μαΐος 2004	0,7444	0,009	15306058452	11,394	0,138
Ιούνιος 2004	0,029	0,009	2566073668	0,074	0,023
Ιούλιος 2004	1,519	0,009	1567491432	2,381	0,014
Αύγουστος 2004	1,0406	0,009	4472202766	4,654	0,040
Σεπτέμβρης 2004	0,78	0,009	1172610648	0,915	0,011
Οκτώβρης 2004	1,079	0,009	7742508247	8,354	0,070
Νοέμβριος 2004	0,401	0,009	5029538639	2,017	0,045
Δεκέμβρης 2004	0,475	0,339	8320087134	3,952	2,821
Ιανουάριος 2005	0,854	0,009	14953386300	12,770	0,135

Φεβρουάριος 2005	0,845	0,009	20088000000	16,974	0,181
Απρίλιος 2005	0,85	0,009	25444800000	21,628	0,229
Μαίος 2005	0,84	0,009	13392000000	11,249	0,121
SUM	9,457	0,438	1,20055E+11	96,363	3,826

Όπως φαίνεται και στον πίνακα 3.12 το ισοζύγιο των θρεπτικών έχει μεγάλες διακυμάνσεις μιας και οι εισροές σε άζωτο ανέρχονται σε 277,6 tn/year, ενώ οι εκροές σε 117,84 tn/year. Αντίστοιχα στον φώσφορο οι εισροές ανέρχονται σε 72,07 tn/year, ενώ οι εκροές σε 3,826 tn/year. Κυρίως στο άζωτο όπου υπάρχει μια διαφορά των 160 tn/year, όπως φαίνεται και στον πίνακα ο παράγοντας που συμβάλλει περισσότερο είναι η κτηνοτροφία με ποσοστό περίπου 50%. Αντίθετα στον φώσφορο η μεγαλύτερη συνεισφορά προέρχεται από την γεωργία που και εδώ το ποσοστό βρίσκεται περίπου στο 50%.

Πίνακας 3. 12: Ισοζύγιο θρεπτικών για το έτος 2004-2005 στη λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.

ΕΙΣΡΟΕΣ	N	P
	(tn/year)	(tn/year)
ΓΕΩΡΓΙΑ	55,1	42,9
ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ	134,9	22,0
ΟΙΚΙΣΜΟΙ	14,8	3,9
ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΑ	15,9	2,47
ΥΓΡΗ ΕΝΑΠΟΘΕΣΗ	35,9	0,3
ΞΗΡΗ ΕΝΑΠΟΘΕΣΗ	21,1	0,5
SUM	277,6	72,07
ΕΚΡΟΕΣ		
ΚΟΙΛΙΑΡΗΣ	117,84	3,83

Από τον πίνακα 3.12 προκύπτει ότι συνολικά η λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη δέχεται εισροές από σημειακές και μη σημειακές πηγές που φτάνουν τους 159,8 tn/year άζωτο και 68,2 tn/year φώσφορο.

ΚΕΦ 4^ο: Υδρογεωλογία της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.

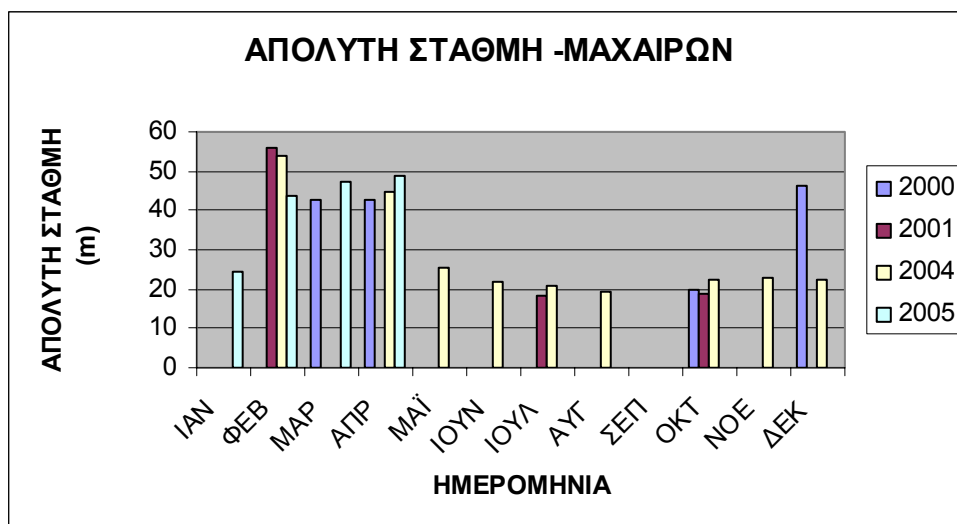
4.1. Γεωτρήσεις παρακολούθησης

Όπως έχουμε αναφέρει και σε προηγούμενο κεφάλαιο οι γεωτρήσεις παρακολούθησης είναι τρεις:

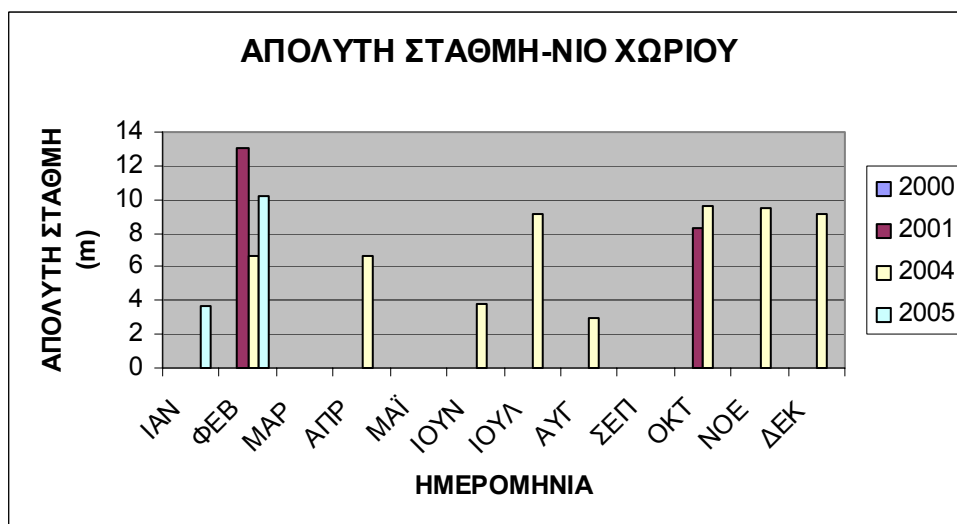
1. Γεώτρηση Γ_1 , γεώτρηση Μαχαιρών.
2. Γεώτρηση Γ_2 , γεώτρηση Νιου Χωριού.
3. Γεώτρηση Γ_3 , γεώτρηση Σαμωνά στην περιοχή του Στύλου.

Για τις τρεις γεωτρήσεις έγιναν μετρήσεις στάθμης σε μηνιαία βάση και το απόλυτο υψόμετρο βρέθηκε από βιβλιογραφία [10]. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι είχαν διεξαχθεί μετρήσεις από την υπηρεσία των Εγγείων Βελτιώσεων για τα έτη 2000 και 2001, για τη γεώτρηση των Μαχαιρών και για το έτος 2001, για τη γεώτρηση του Νιου Χωριού [6].

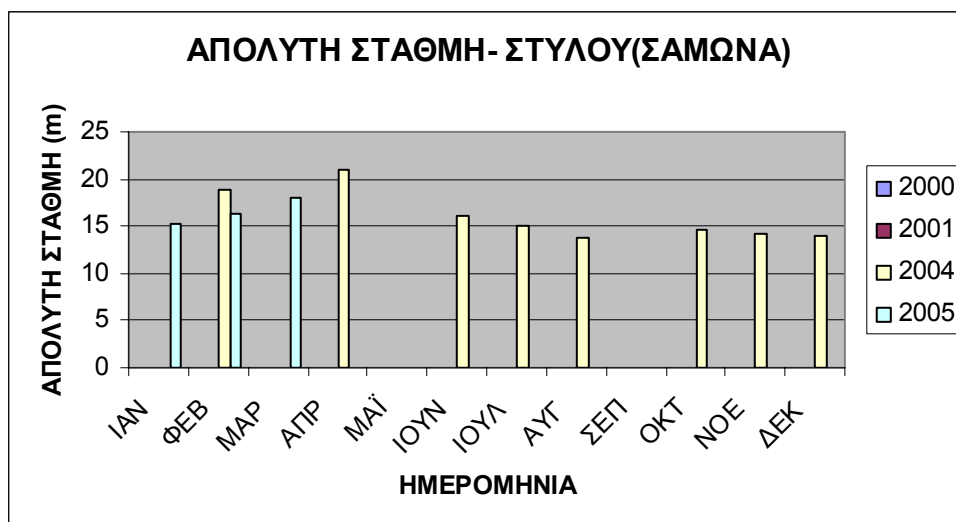
Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζονται οι απόλυτες στάθμες των γεωτρήσεων για όλα τα έτη και οι διακυμάνσεις των τιμών της στάθμης ανάλογα με το χρονικό διάστημα του έτους.



Διάγραμμα 4. 1: Απόλυτη στάθμη γεώτρησης παρακολούθησης Γ₁.



Διάγραμμα 4. 2: Απόλυτη στάθμη γεώτρησης παρακολούθησης Γ₂.



Διάγραμμα 4. 3: Απόλυτη στάθμη γεώτρησης παρακολούθησης Γ₃.

Όπως παρατηρείται από τα παραπάνω διαγράμματα η γεώτρηση με τις μεγαλύτερες διακυμάνσεις στην στάθμη της είναι αυτή των Μαχαιρών. Η τιμές της στάθμης κυμαίνονται από 18,35 m ελάχιστη τιμή τον μήνα Ιούλιο έως 54,05 m μέγιστη τιμή τον μήνα Φλεβάρη. Το απόλυτο υψόμετρο της γεώτρησης των Μαχαιρών είναι 100 m. Αντίστοιχα οι διακυμάνσεις για την γεώτρηση του Νιου Χωριού είναι από 8,25 m η ελάχιστη τιμή το μήνα Οκτώβριο και 13 m η μέγιστη τιμή το μήνα Φλεβάρη, ενώ το απόλυτο υψόμετρο της γεώτρησης ανέρχεται στα 106 m.

Τέλος η γεώτρηση στην περιοχή του Στύλου έχει το μεγαλύτερο απόλυτο υψόμετρο, το οποίο ανέρχεται στα 148 m. Οι τιμές της στάθμης που μετρήθηκαν δεν εμφανίζουν πολύ μεγάλες διακυμάνσεις και κυμαίνονται από 13,74 m ελάχιστη τιμή το μήνα Αύγουστο έως 20,9 m μέγιστη τιμή το μήνα Απρίλη.

Όπως παρατηρείται από τα διαγράμματα οι διακυμάνσεις στην γεώτρηση των Μαχαιρών είναι αρκετά έντονες σε σχέση με τις άλλες δύο γεωτρήσεις παρακολούθησης. Αυτό ενισχύει την άποψη ότι το καρστικό σύστημα των Λευκών Ορέων περιλαμβάνει μια πληθώρα υδροφοριών, οι οποίες εκφορτίζονται μέσα από πολύπλοκες διαδρομές. Επίσης πρέπει να τονιστεί ότι η στάθμη των γεωτρήσεων μειώνεται κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών

μηνών, όχι μόνο λόγω έλλειψης βροχοπτώσεων αλλά και λόγω άντλησης για ύδρευση στους γειτονικούς οικισμούς.

4.2. Πηγάδια παρακολούθησης

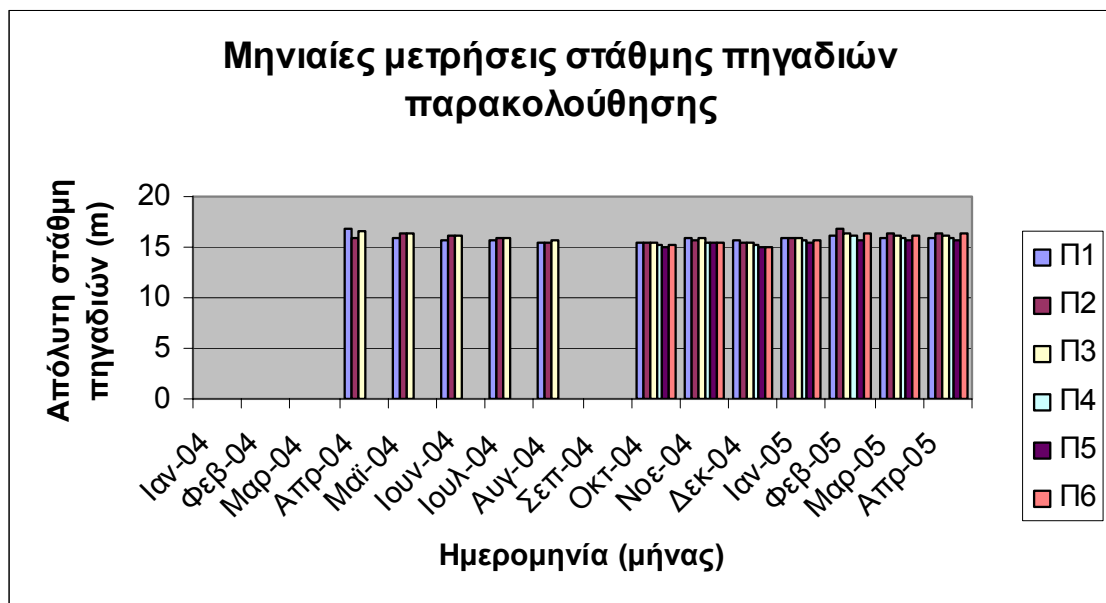
Τα πηγάδια παρακολούθησης , όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο είναι έξη. Βρίσκονται όλα στη ίδια περιοχή και αρχικά είχαν επιλεχθεί τρία πηγάδια Π₁, Π₂, Π₃ για παρακολούθηση της στάθμης αυτών και για την διεξαγωγή χημικών αναλύσεων στα ύδατα των πηγαδιών, όπως προαναφέρθηκε στο κεφ. 3. Από τον μήνα Οκτώβριο επιλέχθηκαν άλλα τρία πηγάδια για την μελέτη της στάθμης, ώστε να γίνει πιο αναλυτική μελέτη των υπογείων νερών της περιοχής και την συνεισφορά των υπογείων υδάτων στον ποταμό Κοιλιάρη.

Στον πίνακα 4.1 φαίνονται οι μετρήσεις που έγιναν σε χρονική διάρκεια 12 μηνών και οι διακυμάνσεις των τιμών για το ίδιο χρονικό διάστημα.

Πίνακας 4. 1: Χημικές αναλύσεις στα πηγάδια παρακολούθησης.

Πηγάδια Παρακολούθησης	Π1	Π ₂	Π3	Π4	Π ₅	Π ₆
Ιαν-04						
Φεβ-04						
Μαρ-04						
Απρ-04	16,73	15,94	16,55			
Μαϊ-04	15,95	16,42	16,38			
Ιουν-04	15,73	16,04	16,11			
Ιουλ-04	15,63	15,8	15,95			
Αυγ-04	15,54	15,55	15,79			
Σεπ-04						
Οκτ-04	15,53	15,5	15,53	15,23	15,07	15,15
Νοε-04	15,91	15,75	15,89	15,54	15,46	15,46
Δεκ-04	15,57	15,45	15,53	15,14	15,1	15,09
Ιαν-05	15,94	15,97	16	15,7	15,49	15,64
Φεβ-05	16,1	16,72	16,43	16,22	15,77	16,3
Μαρ-05	16,01	16,36	16,19	15,91	15,58	16,08
Απρ-05	16	16,36	16,18	15,93	15,59	16,26

Οι διακυμάνσεις αυτές φαίνονται ακριβέστερα στο διάγραμμα 4.4. Τα ακριβή υψόμετρα τους προσδιορίστηκαν με την χρήση θεοδολίχου από τον δήμο Αρμένων και αναφέρονται στο επόμενο κεφαλαίο.

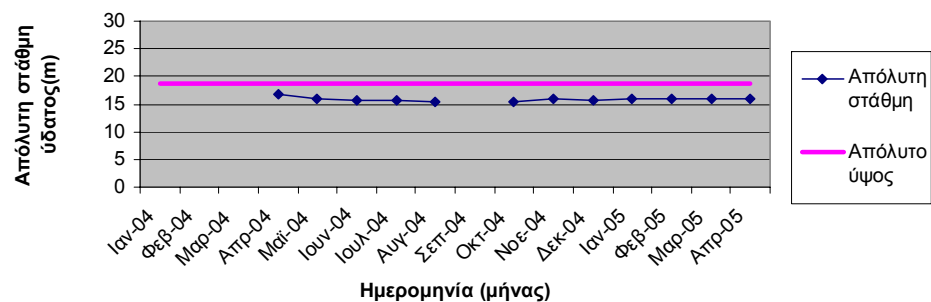


Διάγραμμα 4. 4: Απόλυτες στάθμες πηγαδιών παρακολούθησης.

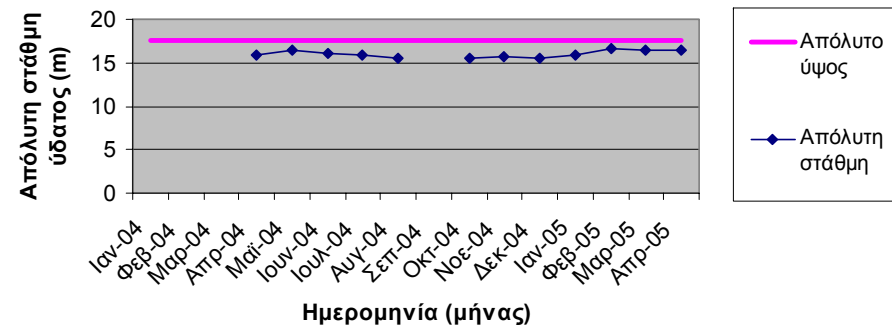
Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 4.4 έχουμε μικρή πτώση της στάθμης των πηγαδιών κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Κατά τον μήνα Οκτώβρη παρατηρείται η πιο χαμηλή στάθμη των πηγαδιών, ενώ κατά τον μήνα Απρίλιο η πιο υψηλή.

Στα παρακάτω διαγράμματα φαίνεται η διακύμανση της στάθμης των πηγαδιών ξεχωριστά, όπως επίσης και η το απόλυτο ύψος κάθε πηγαδιού από τη θάλασσα. Η πτώση της στάθμης όπως φαίνεται και από τα διαγράμματα είναι αρκετά μικρή και αυτό οφείλεται και στο γεγονός οι αντλήσεις που γίνονται από τα πηγάδια για άρδευση είναι σχεδόν μηδενικές.

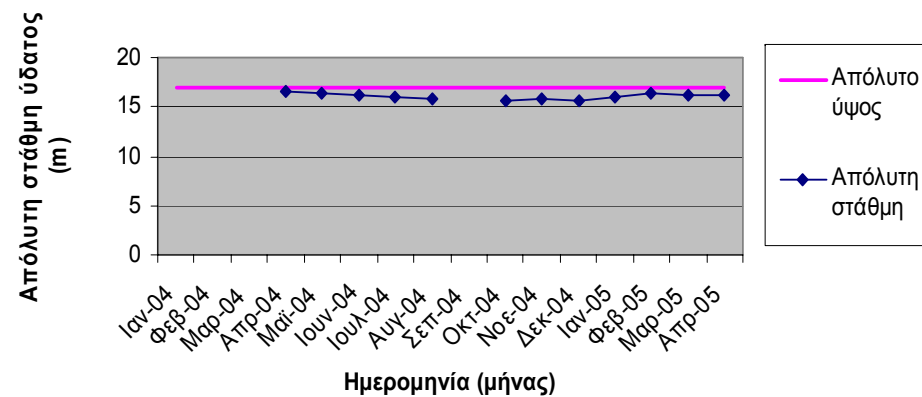
Πηγάδι παρακολούθησης Π1



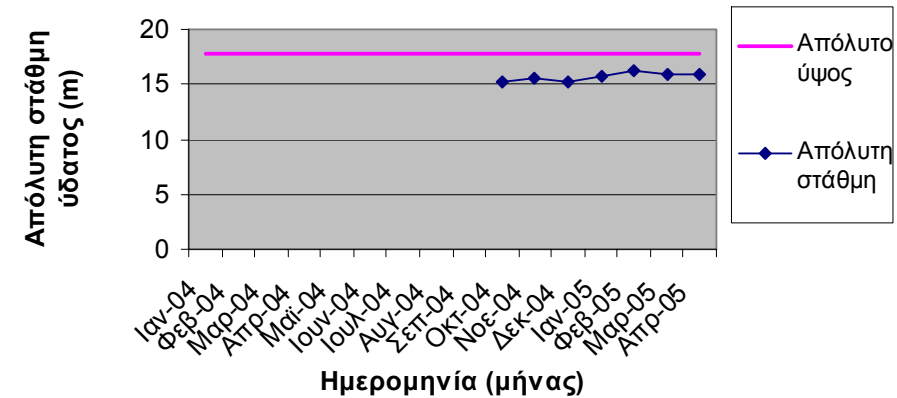
Πηγάδι παρακολούθησης Π2



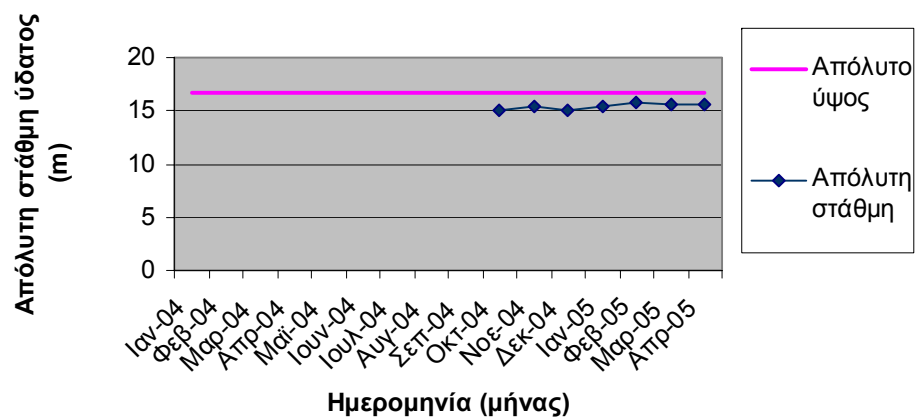
Πηγάδι παρακολούθησης Π3



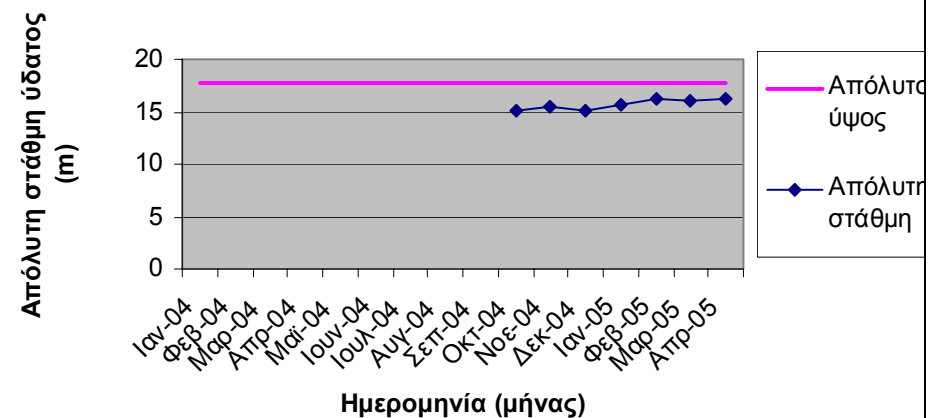
Πηγάδι παρακολούθησης Π4



Πηγάδι παρακολούθησης Π5



Πηγάδι παρακολούθησης Π6



4.3. Πειράματα Διηθητικότητας του εδάφους

Τα πειράματα διηθητικότητας διεξήχθησαν, όπως προαναφέρθηκε σε τρία σημεία στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη [31]. Στα πειράματα διηθητικότητας χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση Horton η οποία είναι:

$$f = f_c + (f_{c0} - f_c) * e^{-(k \cdot t)}$$

όπου: f η ταχύτητα διήθησης του μοντέλου (cm/sec)

f_c η ταχύτητα διήθησης του πεδίου

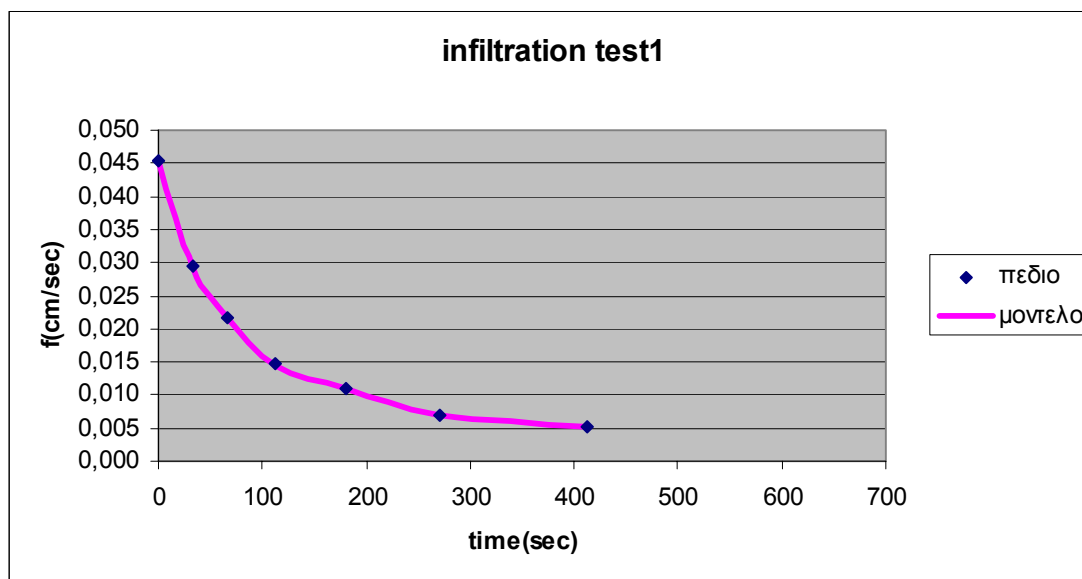
f_{c0} η αρχική ταχύτητα διήθησης του πεδίου

k σταθερά

και t ο χρόνος διήθησης.

4.3.1. Πειράματα διηθητικότητας στην περιοχή του Στύλου.

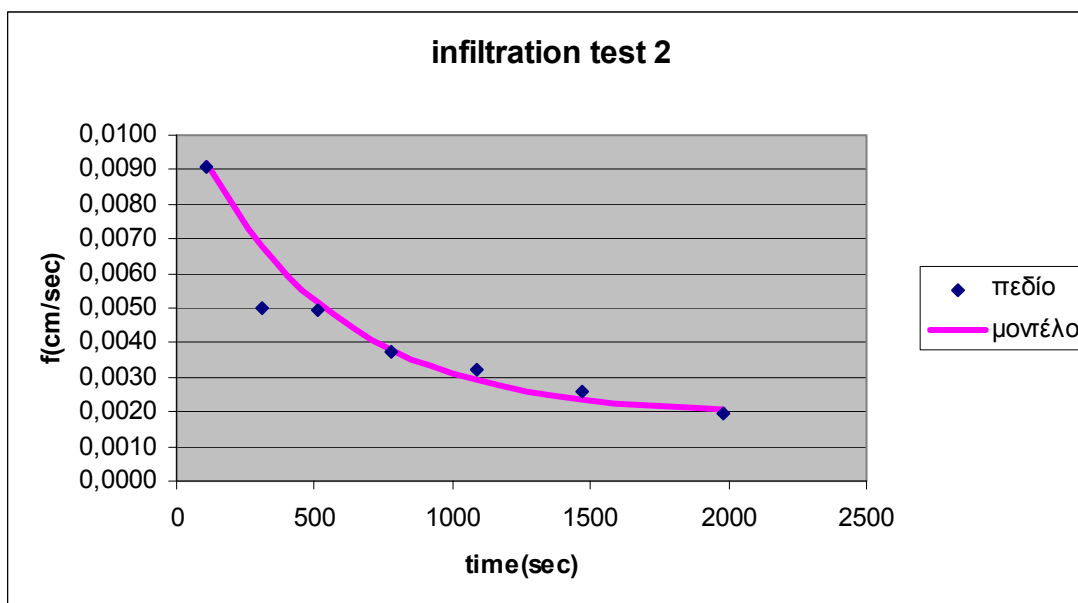
Το πρώτο σημείο βρίσκεται στην περιοχή των πηγών του Στύλου και πιο συγκεκριμένα στην περιοχή που βρίσκεται ανάμεσα στους σταθμούς παρακολούθησης Σ_1 και Σ_2 . Τα πειράματα διεξήχθησαν τον μήνα Σεπτέμβριο όπου δεν είχαν σημειωθεί βροχοπτώσεις με αποτέλεσμα ο υδροφόρος ορίζοντας να βρίσκεται στην χαμηλότερη στάθμη του, όπως φαίνεται και στα πηγάδια παρακολούθησης που προαναφέραμε. Επομένως το έδαφος θεωρήθηκε ξηρό με χαμηλή υγρασία. Στο διάγραμμα 4.5 φαίνεται η συσχέτιση της ταχύτητας διήθησης με τον χρόνο, όπως επίσης οι τιμές του πεδίου και οι τιμές του μοντέλου.



Διάγραμμα 4. 5: 1^ο πείραμα διηθητικότητας στην περιοχή του Στύλου.

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 4.5 αρχικά η ταχύτητα διήθησης είναι αρκετά μεγάλη και στη συνέχεια μόλις το έδαφος αποκτήσει σταθερές συνθήκες η ταχύτητα σταθεροποιείται στα 0,005 cm/sec. Η σταθερά K υπολογίστηκε 0,0001 και το RMSE των τιμών είναι πολύ μικρό.

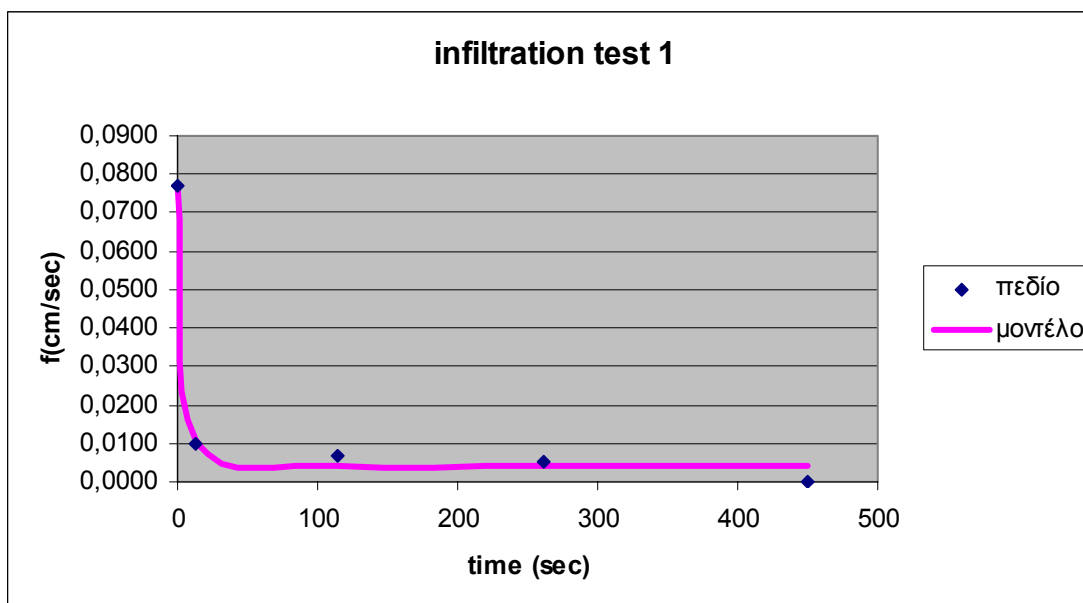
Εδώ πρέπει να επισημανθεί ότι το πορώδες του εδάφους έχει υπολογιστεί, από μετρήσεις που έχουν γίνει γύρω στο 10% και θεωρούμε ότι είναι ίδιο για όλα τα εδάφη στα οποία διεξήχθησαν πειράματα διηθητικότητας. Άρα όταν προσθέτουμε νερό 8 cm στο όργανο μέτρησης αντιστοιχούν περίπου σε 40 cm για το έδαφος. Στο ίδιο ακριβώς σημείο διεξήχθη και δεύτερο πείραμα, αμέσως μετά το πρώτο. Η ικανότητα διήθησης λόγω κορεσμού του εδάφους, όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα είναι αρκετά πιο μικρή σε σχέση με το πρώτο πείραμα. Όταν το έδαφος αποκτήσει σταθερές συνθήκες η ταχύτητα διήθησης είναι 0,001 cm/sec ενώ η σταθερά K υπολογίστηκε 0,002 και το RMSE των τιμών είναι πολύ μικρό. Η διηθητική ικανότητα του εδάφους κρίνεται καλή και μόνο σε περιπτώσεις πολύ έντονων βροχοπτώσεων το νερό θα λιμνάζει στην επιφάνεια του εδάφους στην συγκεκριμένη περιοχή μελέτης, λόγω μικρής κλίσης του εδάφους.



Διάγραμμα 4. 6: 2^ο πείραμα διηθητικότητας στην περιοχή του Στύλου.

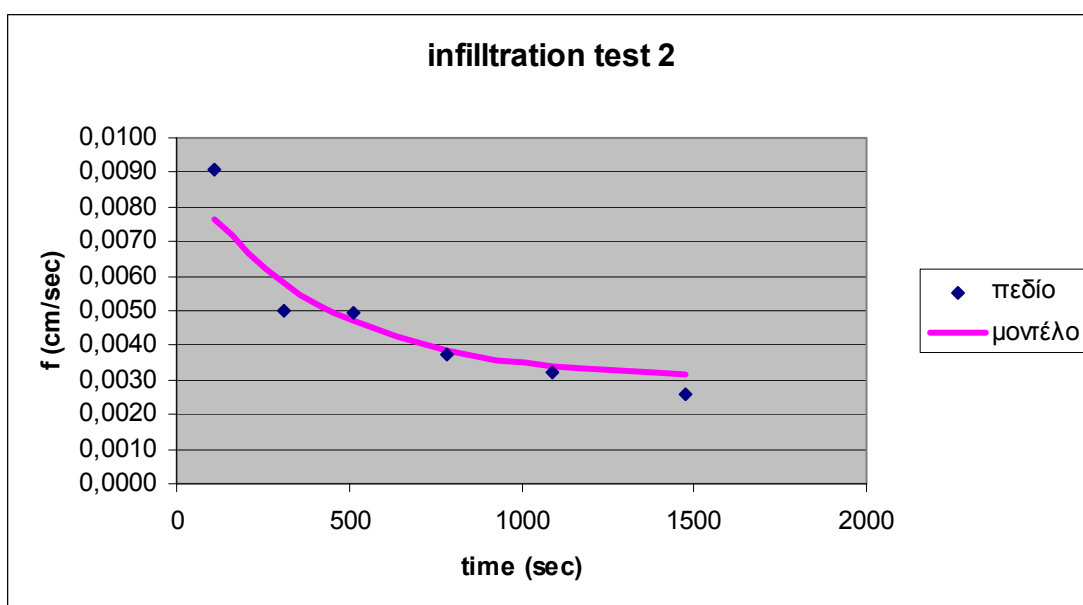
4.3.2. Πειράματα διηθητικότητας στην περιοχή των πηγαδιών παρακολούθησης.

Το δεύτερο πείραμα διηθητικότητας διεξήχθη στην περιοχή των πηγαδιών και πιο συγκεκριμένα δίπλα στο πηγάδι παρακολούθησης Π₆. Το έδαφος στο οποίο διεξήχθη το πείραμα είναι καλλιεργήσιμο και έγινε τον μήνα Οκτώβριο κατά τον οποίο είχαν σημειωθεί βροχοπτώσεις. Επίσης κατά τη διάρκεια του πειράματος σημειώθηκαν σποραδικές βροχοπτώσεις με αποτέλεσμα να θεωρήσουμε το έδαφος εν μέρη κορεσμένο. Όπως παρατηρείται από το διάγραμμα 4.7 αρχικά η ταχύτητα διήθησης είναι αρκετά μεγάλη, ωστόσο το έδαφος σε μικρό χρονικό διάστημα φτάνει σε σταθερές συνθήκες και η ταχύτητα διήθησης είναι 0,004 cm/sec. Η σταθερά K υπολογίστηκε στο 0,18 και το RMSE των τιμών σε 0,0023.



Διάγραμμα 4. 7: 1^ο πείραμα διηθητικότητας στην περιοχή των πηγαδιών παρακολούθησης.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε και δεύτερο πείραμα στο ίδιο ακριβώς σημείο και λόγω κορεσμού του εδάφους, όπως παρατηρείται και στο παρακάτω διάγραμμα η ταχύτητα διήθησης είναι αρκετά μικρή ενώ σε σταθερές συνθήκες του εδάφους η ταχύτητα είναι 0,003 cm/sec. Η σταθερά K υπολογίστηκε στο 0,0025 και το RMSE είναι 0,069, αρκετά πιο μεγάλο σε σχέση με το πρώτο πείραμα.

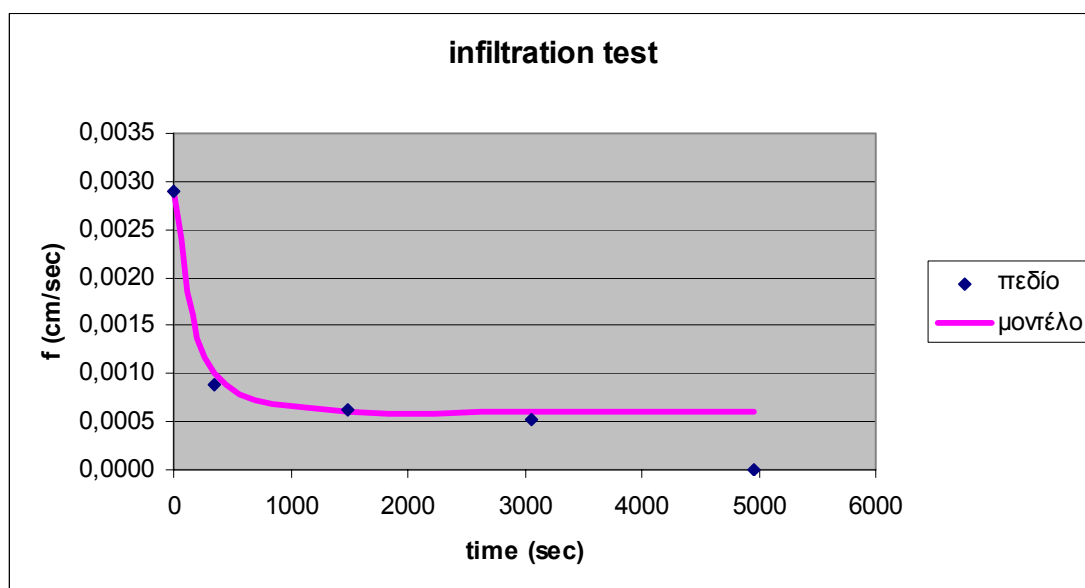


Διάγραμμα 4. 8: 2^ο πείραμα διηθητικότητας στην περιοχή παρακολούθησης των πηγαδιών.

Από τις μετρήσεις παρατηρείται ότι η διηθητική ικανότητα του εδάφους της συγκεκριμένης περιοχής είναι πιο μεγάλη από την περιοχή του Στύλου. Λόγω της μεγαλύτερης διηθητικής ικανότητας του εδάφους σε περιπτώσεις έντονων βροχοπτώσεων δεν θα παρατηρούνται φαινόμενα λιμναζόντων υδάτων, τόσο έντονα όσο στην περιοχή του Στύλου.

4.3.3. Πειράματα διηθητικότητας στην περιοχή του σταθμού παρακολούθησης Σ3.

Το τελευταίο πείραμα διηθητικότητας διεξήχθη στην περιοχή του σταθμού παρακολούθησης Σ₃. Η περιοχή που έγινε το πείραμα βρίσκεται δίπλα σε πορτοκαλεώνα και το έδαφος θεωρήθηκε κορεσμένο μιας και έγινε τον μήνα Οκτώβρη και μετά από βροχόπτωση.



Διάγραμμα 4. 9: Πείραμα διηθητικότητας στην περιοχή του Αγίου Γεωργίου.

Όπως προκύπτει από το διάγραμμα 4.9 το έδαφος στην προκειμένη περίπτωση έχει την μικρότερη ταχύτητα διήθησης σε σχέση με τις άλλες δύο τοποθεσίες και το νερό λόγω μικρής κλίσης του εδάφους θα λιμνάζει σε περιπτώσεις μεγάλης βροχόπτωσης.

4.4 Αντλήσεις στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.

Όσον αφορά την ύδρευση και άρδευση της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη υπάρχει σημαντική έλλειψη στοιχείων και τα μοναδικά στοιχεία που συλλέχθηκαν παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες. Στον πίνακα 4.2 εμφανίζονται στοιχεία που προέρχονται από την υπηρεσία του Ο.Α.ΔΥ.Κ και που αφορούν το σύνολο του Νομού Χανίων για το έτος 2003-2004 [32]. Αντίστοιχα στον πίνακα 4.3 εμφανίζονται τα στοιχεία που αφορούν τον Δήμο Αρμένων για έξη μήνες του έτους 2003-2004 [8].

Πίνακας 4. 2: Διαχείριση νερού ΟΑΔΥΚ 2003/2004 [32].

Διαχείριση νερού ΟΑΔΥΚ 2003/2004		
Πηγή Υδροδότησης	Προσφορά σε m³/year	Ζήτηση/Κατανάλωση
Πηγές Αγιάς, Πηγές Μυλιωνιανών	7000000	Ύδρευση Κάμπου Χανίων
Πηγές Αγιάς, Αντλιοστάσιο Παντελάρη	6800000	ΤΟΕΒ. Α. Αγιάς μαρίνας Πλατανιά β Κολυμπαρίου
Πηγές Μεσκλών, φυσική ροή	4000000	Ύδρευση Ν Κυδωνίας Σούδας
Πηγές Αρμένων	2300000	Αποκώρονα
Πηγές Ζούρμου, Καλύβες	3100000	Βάμος, Κεραμιά, Ακρωτήρι ΤΟΕΒ δ. Αποκώρονα
Λίμνη Κουρνά	1500000	ΤΟΕΒ Γεωργιούπολη
Πηγές Αργυρούπολης	1000000	Ρέθυμνο
Βουκολιές, νερά πηγών	700000	Αρδευση
Κρύα Βρύση, Κίσσαμος	300000	Αρδευση
Νιο χωριό, Αποκώρονας, Αρμένιοι	600000	Αρμένιοι/ Στύλος
Μουσελά ποταμός Ν.Ρεθύμνου/Χανίων	200000	ΤΟΕΒ Καστέλου
2/3 Γεωτρήσεις κάμπου Χανίων	120000	Κάμπος Νεροκούρου

Από τον πίνακα 4.2 τα στοιχεία κατανάλωσης που αφορούν την περιοχή μελέτης μας ανέρχονται σε 600000 m³/ year.

Πίνακας 4. 3: Κατανάλωση νερού στο Δήμο Αρμένων [8].

Κατανάλωση στο Δήμο Αρμένων	
Πηγή Κατανάλωσης	Προσφορά σε m³/ 6 months
Καλύβες	84309
Αρμένοι	18726
Νιο χωριό	22378
Στύλος	37101
Μαχαιροί	14829
Ραμνή	7630
Καρές	2191

Από τον πίνακα 4.3 οι περιοχές που βρίσκονται στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη είναι το Νιο Χωριό, ο Στύλος, οι Μαχαιροί, η Ραμνή και οι Καρές. Το συνολικό ποσό ύδατος που καταναλώνεται ανά έξη μήνες σε όλες τις περιοχές που προαναφέρθηκαν είναι 84129 m³. Άρα προκύπτει ότι για όλο το έτος 2003-2004 περίπου η συνολική κατανάλωση ανήλθε στα 168258 m³/year.

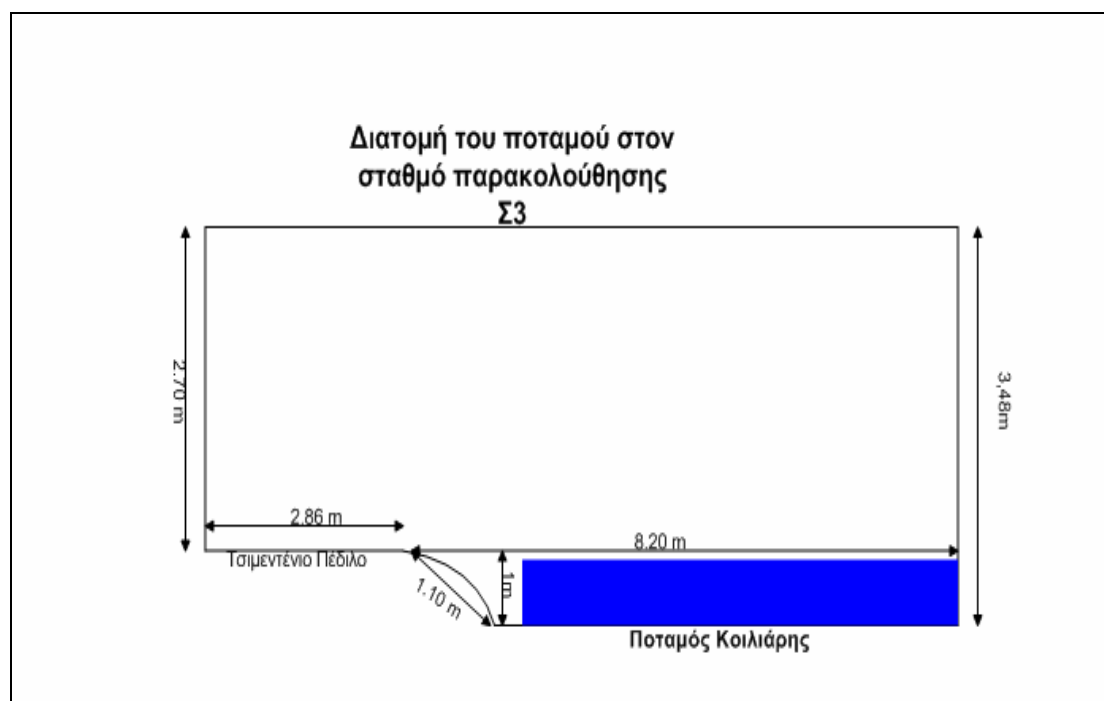
Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω στοιχεία θεωρείται ότι η συνολική κατανάλωση για την λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη ανέρχεται σε 768258 m³/year.

4.5. Υπολογισμός Παροχής Ποταμού.

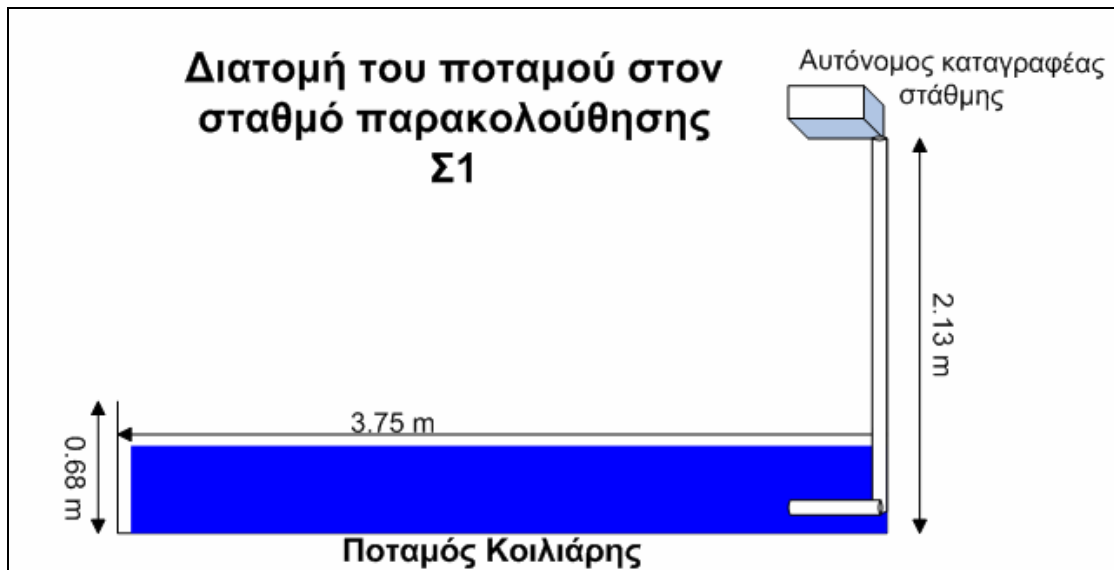
Το πιο σημαντικό μέρος της μελέτης για την λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη ήταν ο υπολογισμός της παροχής του ποταμού. Οι σταθμοί παρακολούθησης είναι τρεις, όπως προαναφέρθηκε στο κεφ.2^ο, όπου έχει γίνει η εγκατάσταση των αυτόνομων καταγραφέων στάθμης. Αρχικά για τον υπολογισμό της παροχής του ποταμού Κοιλιάρη, πραγματοποιήθηκε η μέτρηση της διατομής του ποταμού και στα τρία σημεία εγκατάστασης των σταθμών παρακολούθησης.

4.5.1 Διατομές στους σταθμούς παρακολούθησης.

Στο σχήμα 4.1 φαίνεται η σχηματικά η διατομή του ποταμού στο σταθμό παρακολούθησης Σ_3 και αντίστοιχα στο σχήμα 4.2 η διατομή στο σταθμό παρακολούθησης Σ_1 . Στον σταθμό παρακολούθησης Σ_2 δεν έγινε μέτρηση της διατομής λόγω της μη προσβασιμότητας και καταλληλότητας της τοποθεσίας.



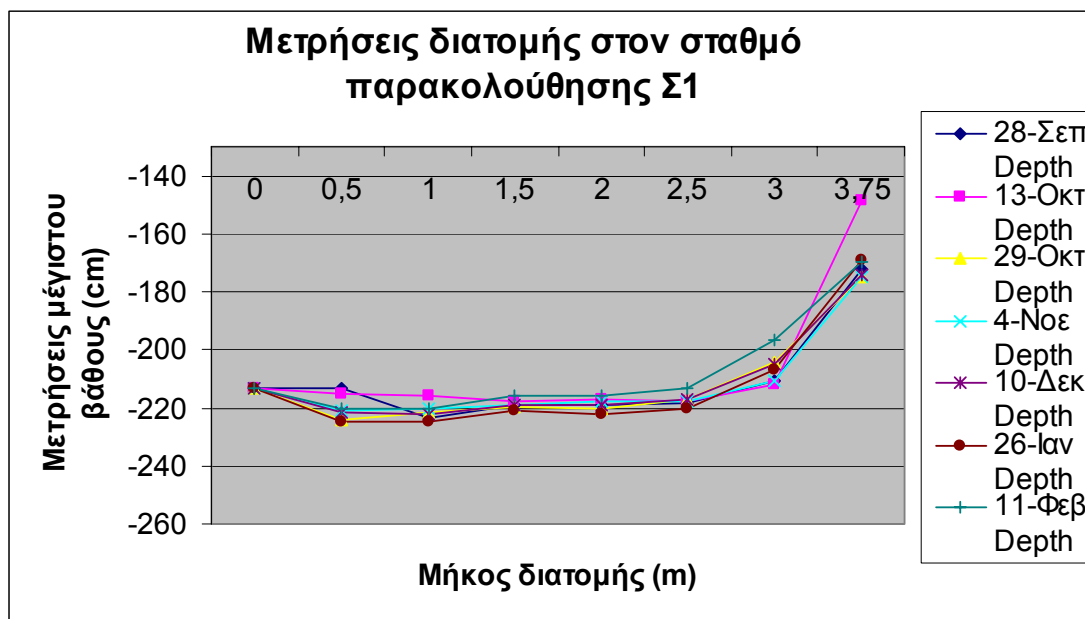
Σχήμα 4. 1: Σχηματική αναπαράσταση της διατομής του ποταμού Κοιλιάρη στον σταθμό παρακολούθησης Σ_3 .



Σχήμα 4. 2: Σχηματική αναπαράσταση της διατομής του ποταμού Κοιλιάρη στον σταθμό παρακολούθησης Σ₁.

Οι διατομές και στους δύο σταθμούς παρακολούθησης χωρίστηκαν ανά 50cm και μετρήθηκε το μέγιστο βάθος και η ταχύτητα. Οι μετρήσεις ταχύτητας έγιναν με τη βοήθεια δύο μηλίσκων, για τους οποίους έγινε αναφορά στο κεφάλαιο 2^ο.

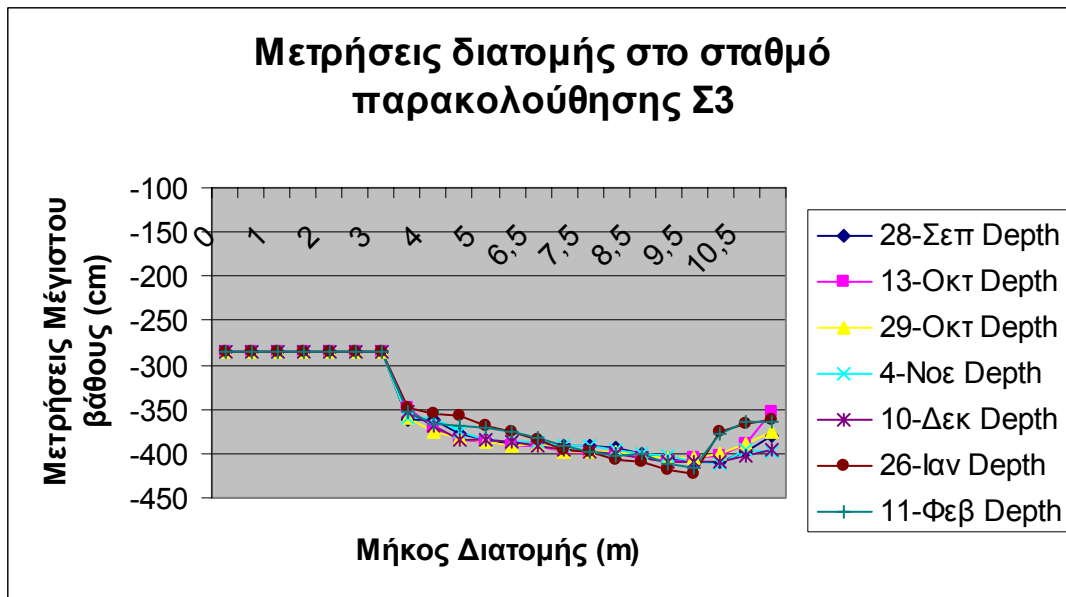
Σχεδόν σε μηνιαία βάση γίνονταν μετρήσεις διατομής, μέγιστου βάθους και ταχυτήτων. Υπολογίζονταν τα επιμέρους εμβαδά και οι επιμέρους ταχύτητες και στη συνέχεια οι επιμέρους παροχές για κάθε τμήμα της διατομής.



Διάγραμμα 4. 10: Μετρήσεις διατομής στον σταθμό παρακολούθησης Σ₁.

Στο διάγραμμα 4.10 παρουσιάζονται οι μετρήσεις που έγιναν στην περιοχή του Στύλου στον σταθμό παρακολούθησης Σ₁. Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρούνται μεταβολές στην διατομή του ποταμού κατά τους μήνες όπου έχουμε αύξηση της στάθμης του ύδατος. Η διαφορά αυτή κυμαίνεται περίπου στα 10cm και προκαλείται λόγω της μεταφοράς υλικών και λάσπης από το σημείο που μετράται η διατομή. Το συγκεκριμένο φαινόμενο είναι και ένας από τους παράγοντες που προκαλούν και μεταβολές στην παροχή του ποταμού για την ίδια περίοδο.

Αντίστοιχα στο διάγραμμα 4.11 παρουσιάζονται οι αντίστοιχες μετρήσεις διατομής για τον σταθμό παρακολούθησης Σ₃. Και σ' αυτό το σημείο έχουμε παρόμοια φαινόμενα μεταφοράς υλικών και λάσπης κατά τη διάρκεια των μηνών που παρατηρείται αύξηση της στάθμης. Επίσης και η παροχή επηρεάζεται από αυτή την αυξομείωση της διατομής του ποταμού, ένα φαινόμενο για το οποίο θα γίνει αναφορά παρακάτω.



Διάγραμμα 4. 11: Μετρήσεις διατομής στον σταθμό παρακολούθησης Σ₃.

Τέλος για το σταθμό παρακολούθησης Σ₂ έγιναν ελάχιστες μετρήσεις για την διατομή του ποταμού και δεν κατέστη δυνατό η μέτρηση αυτής, λόγω μη καταλληλότητας της περιοχής για μετρήσεις.

4.5.2 Υπολογισμός παροχής στους σταθμούς παρακολούθησης.

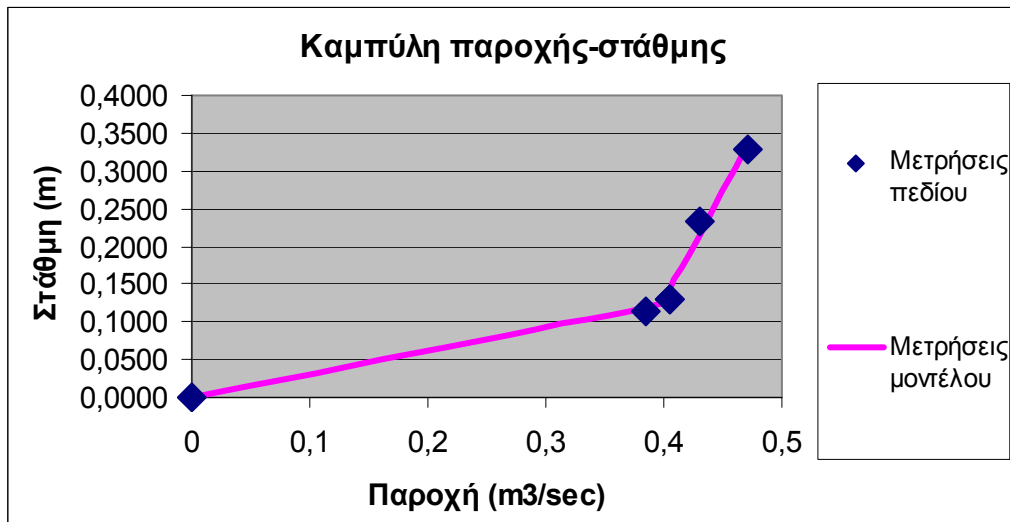
Μετά την διεξαγωγή των μετρήσεων και τον υπολογισμό των ταχυτήτων και των εμβαδών του ποταμού, υπολογίστηκε η παροχή του ποταμού για κάθε σημείο χωριστά.

Για τον υπολογισμό της παροχής χρειάστηκε να υπολογιστεί η καμπύλη στάθμης-παροχής [33]. Το μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της καμπύλης χρησιμοποιεί τον τύπο:

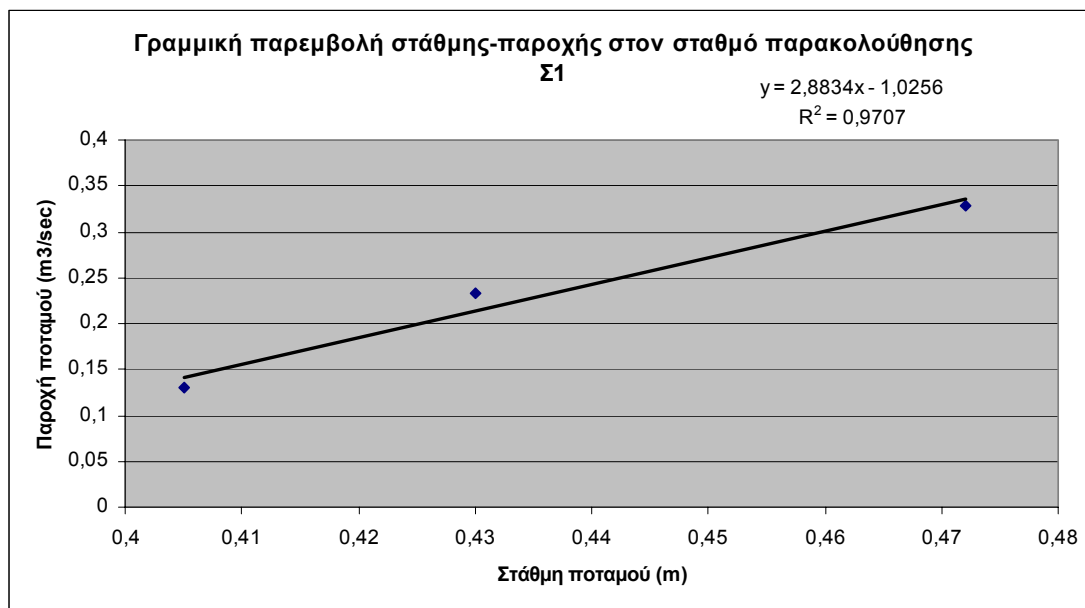
$$Q=a \cdot H^b$$

Όπου: Q η παροχή (m^3/sec)
Η στάθμη του καταγραφέα (m)
και a , b σταθερές .

Για τον υπολογισμό των παροχών απαραίτητη ήταν η εκτίμηση των σταθερών a και b . Παρόλαυτα όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 4.12 η καμπύλη που προέκυψε για τον σταθμό Σ_1 είναι καμπύλη δύο τμημάτων με το πρώτο να ακολουθεί τον τύπο $Q=a \cdot (H^b)$, ενώ για στάθμη που ξεπερνά τα 40,5 cm χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση που προέκυψε από την γραμμική παρεμβολή της στάθμης με την παροχή, όπως φαίνεται στο διάγραμμα 4.13 .



Διάγραμμα 4. 12: Καμπύλη παροχής-στάθμης στον σταθμό Σ_1 .



Διάγραμμα 4. 13: Γραμμική παρεμβολή παροχής-στάθμης.

Όπως φαίνεται και στο παραπάνω διάγραμμα η εξίσωση που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της παροχής, όταν η στάθμη ξεπερνά τα 40,5 cm είναι:

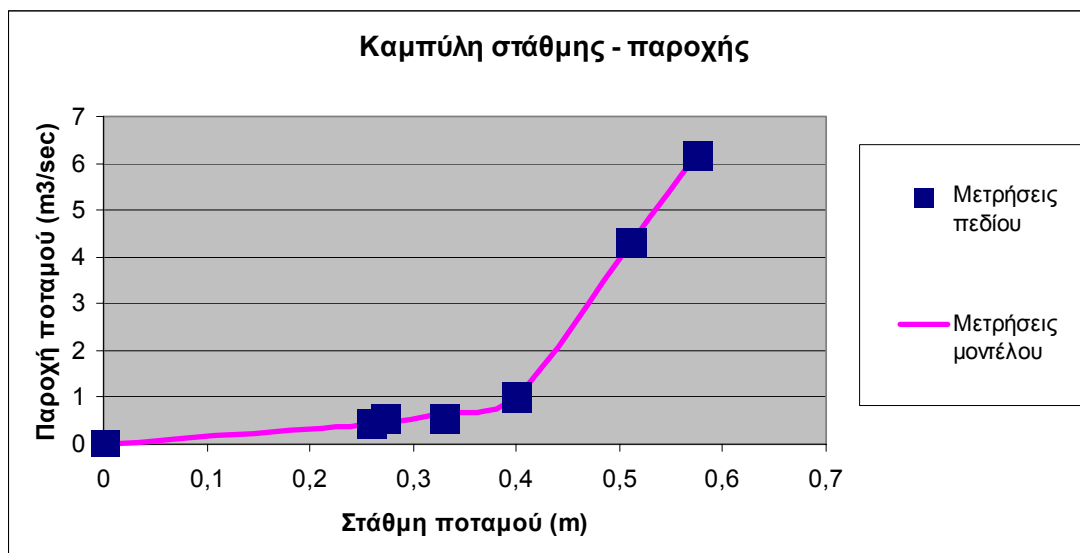
$$Q = 2,8834 H - 1,0256$$

Με : Q την παροχή σε m³/sec

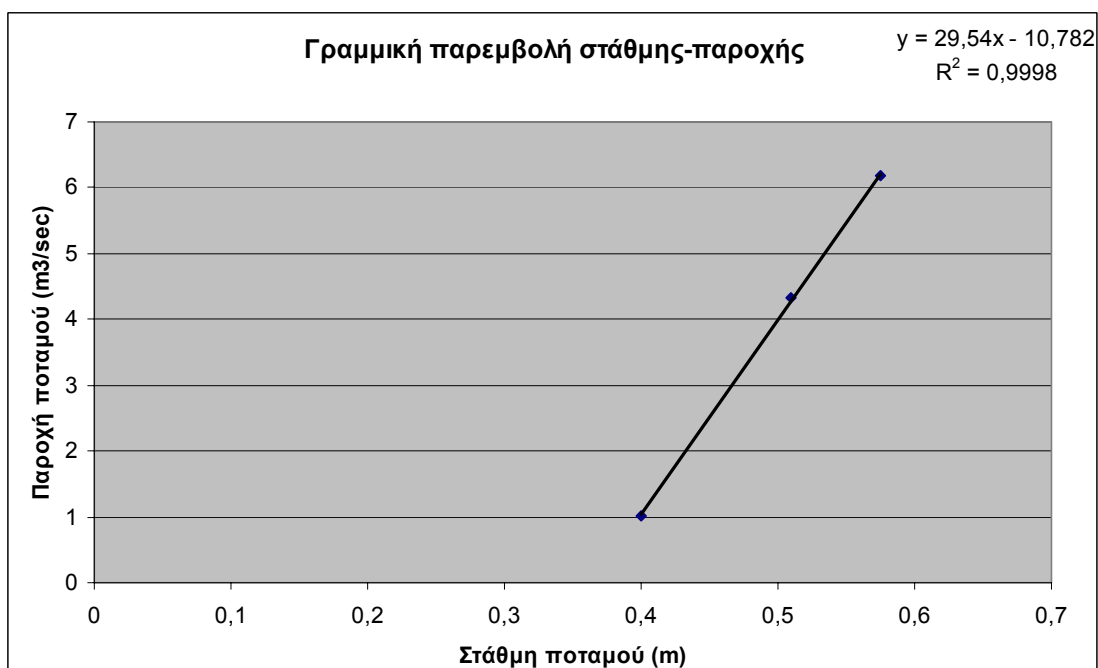
Και H την στάθμη του καταγραφέα σε m.

Ενώ για στάθμη κάτω από 40,5 cm, από την καμπύλη προέκυψαν οι σταθερές a και b, οι οποίες είναι ίσες με a=0.5 και b=1.5.

Αντίστοιχα για τον σταθμό παρακολούθησης Σ₃ χρησιμοποιήθηκε η ίδια μεθοδολογία και η καμπύλη στάθμης- παροχής και σ' αυτή την περίπτωση προέκυψε να είναι καμπύλη δύο τμημάτων [33].



Διάγραμμα 4. 14: Καμπύλη παροχής-στάθμης στον σταθμό Σ₃.



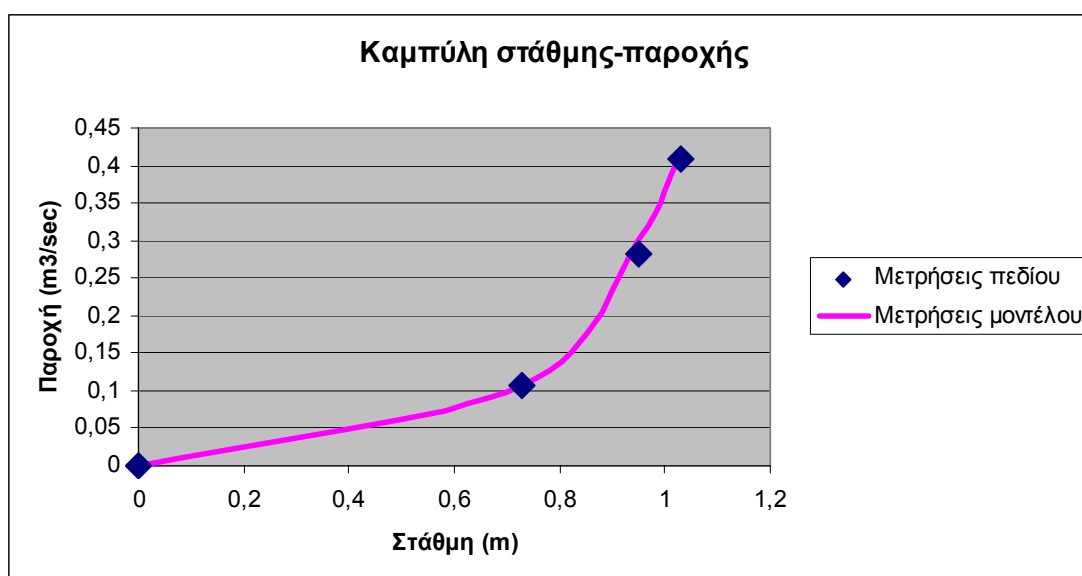
Διάγραμμα 4. 15: Γραμμική παρεμβολή παροχής-στάθμης.

Και στην περίπτωση του σταθμού Σ₃, όπως φαίνεται και από τα διαγράμματα, όταν η στάθμη ξεπερνά τα 40 cm για τον υπολογισμό της παροχής χρησιμοποιείται η εξίσωση που προκύπτει από την γραμμική παρεμβολή στάθμης- παροχής και η οποία είναι:

$$Q=29,54 H - 10,782$$

Στην περίπτωση που η στάθμη είναι μικρότερη των 40 cm οι σταθερές a και b υπολογίστηκαν a=7 και b=2,1. Οι υπόλοιποι υπολογισμοί παρατίθενται στο παράρτημα II της υδρολογίας.

Για τον σταθμό παρακολούθησης Σ₂, όπως προαναφέρθηκε, λόγω μη καταλληλότητας της περιοχής έγιναν ελάχιστες μετρήσεις για την διατομή και την ταχύτητα του ποταμού. Συνολικά έγιναν τρεις μετρήσεις από τις οποίες προέκυψε και η καμπύλη στάθμης με παροχή.

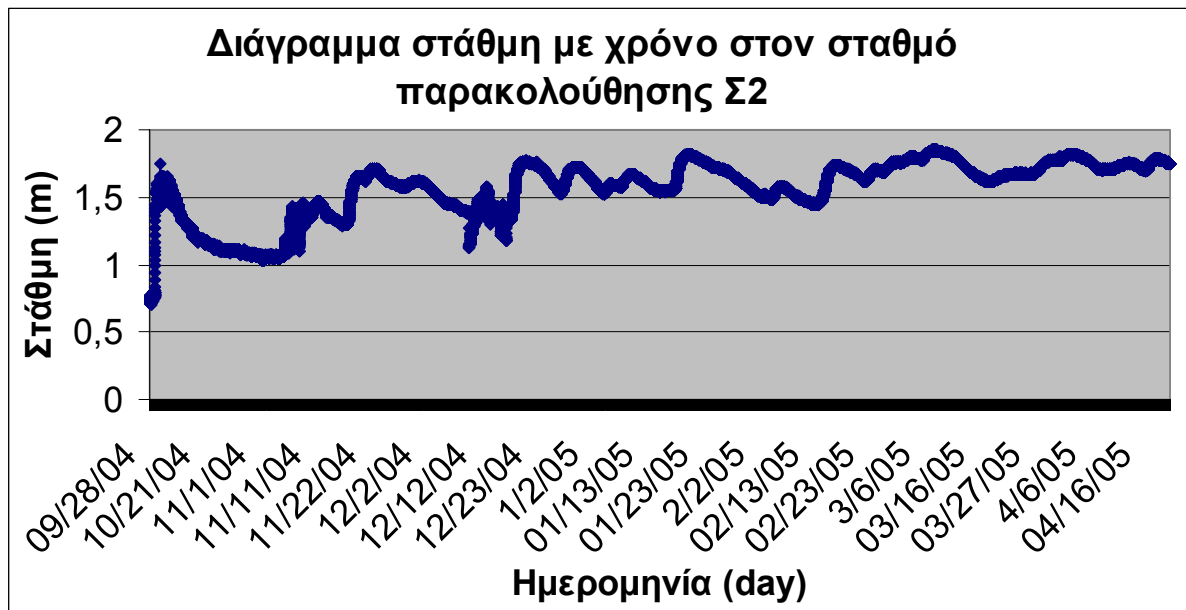


Διάγραμμα 4. 16: Καμπύλη παροχής-στάθμης στον σταθμό Σ₂.

Όπως φαίνεται και από το παραπάνω διάγραμμα η καμπύλη λόγω της έλλειψης μετρήσεων δεν αντικατοπτρίζει την πραγματικότητα και γι' αυτό ακριβώς τον λόγο δεν υπολογίστηκαν οι παροχές στο σημείο αυτό.

Στον σταθμό Σ₂, παρόλο που δεν ήταν εφικτό ο υπολογισμός των παροχών του ποταμού, έγινε εγκατάσταση αυτόνομου καταγραφέα και παρακολουθήθηκαν οι στάθμες του ποταμού. Η εγκατάσταση έγινε για μικρότερο χρονικό διάστημα σε σχέση με τους δύο άλλους σταθμούς και στο

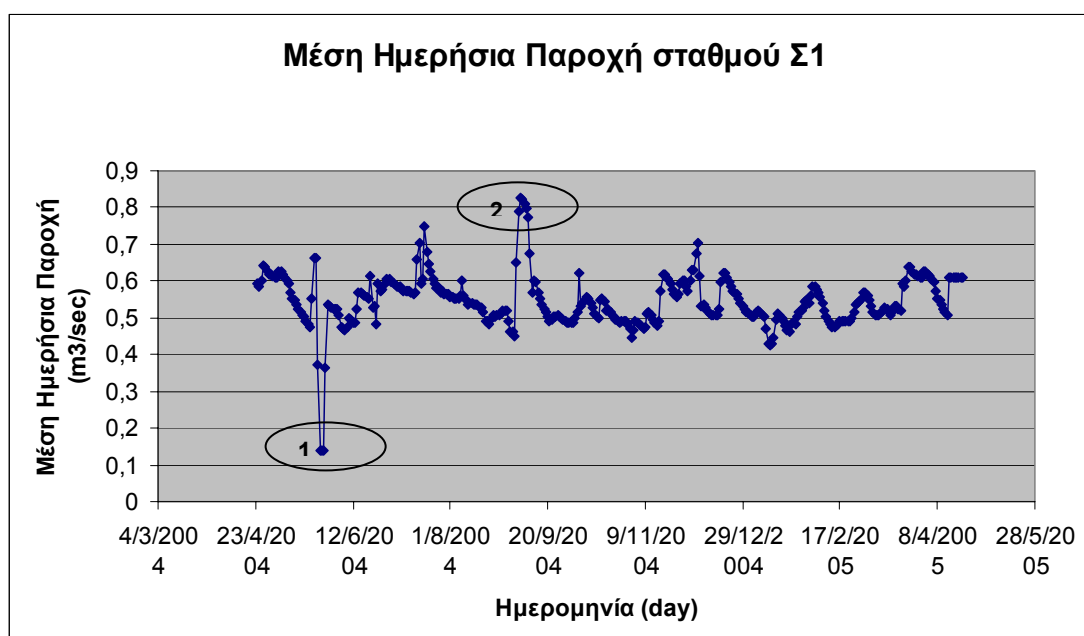
διάγραμμα 4.17 παρουσιάζεται η διακύμανση της στάθμης για το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.



Διάγραμμα 4. 17: Διάγραμμα στάθμης με χρόνο στον σταθμό Σ₂.

4.5.3 Συνολική παροχή στους σταθμούς παρακολούθησης.

Με την μέθοδο που προαναφέραμε έγινε ο υπολογισμός των συνολικών παροχών στους σταθμούς Σ₁ και Σ₃. Από τις παροχές που υπολογίστηκαν από τις μετρήσεις των σταθμών του ποταμού προέκυψαν οι μέσες ημερήσιες τιμές τις στάθμης σε m³/sec και σε m³/day. Στα διαγράμματα 4.18 και 4.19 παρουσιάζονται οι τιμές των μέσων ημερήσιων τιμών της παροχής σε m³/sec για τους δύο σταθμούς.

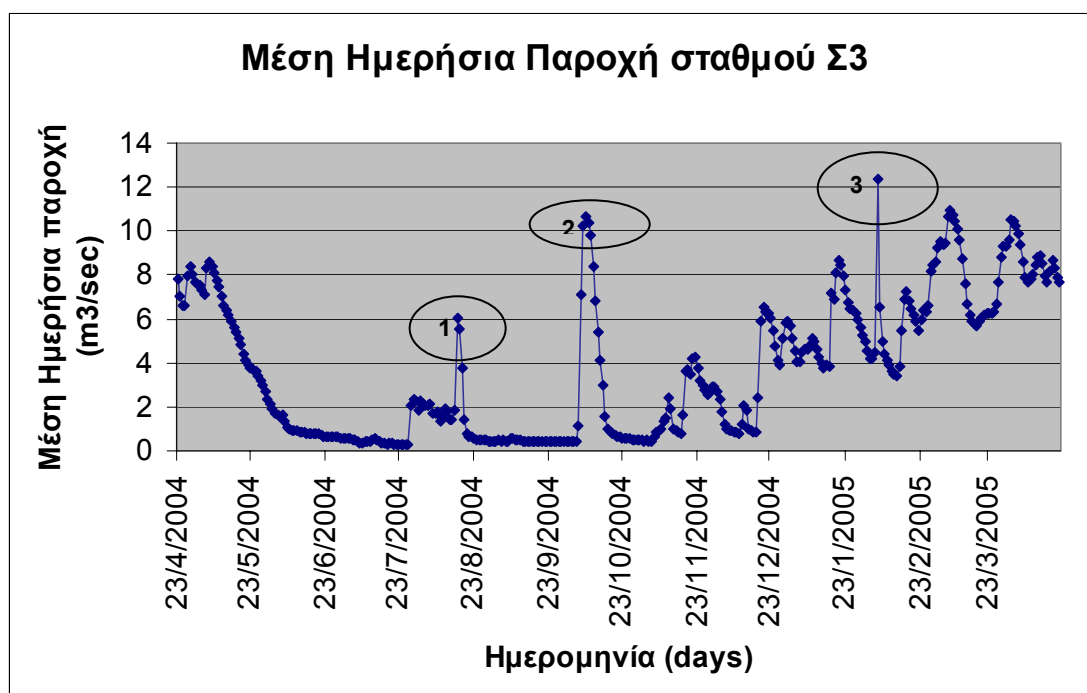


Διάγραμμα 4. 18: Υδατογράφημα στον σταθμό παρακολούθησης Σ₁.

Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα, στην περίπτωση του σταθμού Σ₁ η ημερήσια παροχή παραμένει σχεδόν σταθερή μεταξύ 0,5 m³/sec και 0,6 m³/sec. Το διάγραμμα εμφανίζει κάποιες 'κορυφές' οι οποίες αντικατροπτίζουν τις αυξομειώσεις της παροχής που συνέβησαν κατά τη διάρκεια της μελέτης. Οι πιο έντονες αυξομειώσεις εμφανίζονται κατά τα τέλη Μάιου και η άλλη στις αρχές του Σεπτεμβρίου. Στην κορυφή 1 η έντονη μείωση που παρατηρήθηκε κατά τον μήνα Μάιο πιθανολογείται ότι οφείλεται στην τεχνητές θύρες που έχουν δημιουργηθεί με σκοπό την άρδευση καλλιεργήσιμων περιοχών.

Πιθανολογείται ότι οι πόρτες κλείστηκαν, με αποτέλεσμα την πτώση στάθμης, με σκοπό την κατεύθυνση του ποταμού προς την την περιοχή που βρίσκεται ο σταθμός Σ₂.

Η κορυφή 2 που εμφανίζεται στις αρχές Σεπτεμβρίου πιθανολογείται σε τυχόν μεταβολή της ροής του ποταμού, όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, ή σε τυχόν έντονη βροχόπτωση που συνέβη εκείνη την χρονική περίοδο, η οποία όμως δεν καταγράφηκε από τον μετεωρολογικό σταθμό των Καλυβών.



Διάγραμμα 4. 19: Υδατογράφημα στον σταθμό παρακολούθησης Σ₃.

Αντίστοιχα για τον σταθμό παρακολούθησης Σ₃ παρουσιάζονται στο διάγραμμα 4.19 οι μέσες ημερήσιες παροχές σε m³/sec. Σ' αυτή την περίπτωση οι αυξομειώσεις που παρατηρούνται είναι πιο έντονες και όπως παρατηρείται στο παραπάνω διάγραμμα η παροχή του ποταμού Κοιλιάρη μειώνεται παροδικά από τον μήνα Μάιο και παραμένει σε χαμηλά επίπεδα, γύρω στο 1 μέχρι 2 m³/sec, μέχρι και τον μήνα Δεκέμβριο όπου αρχίζει να αυξάνεται πάλι.

Η σταδιακή αύξηση της παροχής συνεχίζεται μέχρι τον μήνα Μάρτιο, όπου η παροχή σταθεροποιείται ανάμεσα σε 8 m³/sec και σε 10 m³/sec. Στην κορυφή 1 στα τέλη του μήνα Αυγούστου, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 2 είχαμε

έντονη αύξηση της παροχής και τα πιθανά αίτια πιθανολογείται να προέρχονται από την έντονη βροχόπτωση που είχε παρατηρηθεί την περίοδο εκείνη. Μάλιστα η βροχόπτωση που σημειώθηκε τον μήνα Αύγουστο παρατηρήθηκε και από μετρήσεις που έγιναν από την υπηρεσία του Ι.Γ.Μ.Ε. [27]. Αυτό οφείλεται στην έντονη μορφολογία της λεκάνης απορροής κυρίως στο νότιο κομμάτι, όπου βρίσκεται το καρστικό σύστημα των Λευκών Ορέων [6,28]. Αυτό είχε σαν συνέπεια η βροχόπτωση, που σημειώθηκε στον ορεινό όγκο και αύξησε την παροχή στον ποταμό Κοιλιάρη, να μην καταγραφεί λόγω έλλειψης μετεωρολογικών σταθμών στα μεγαλύτερα υψόμετρα της λεκάνης απορροής.

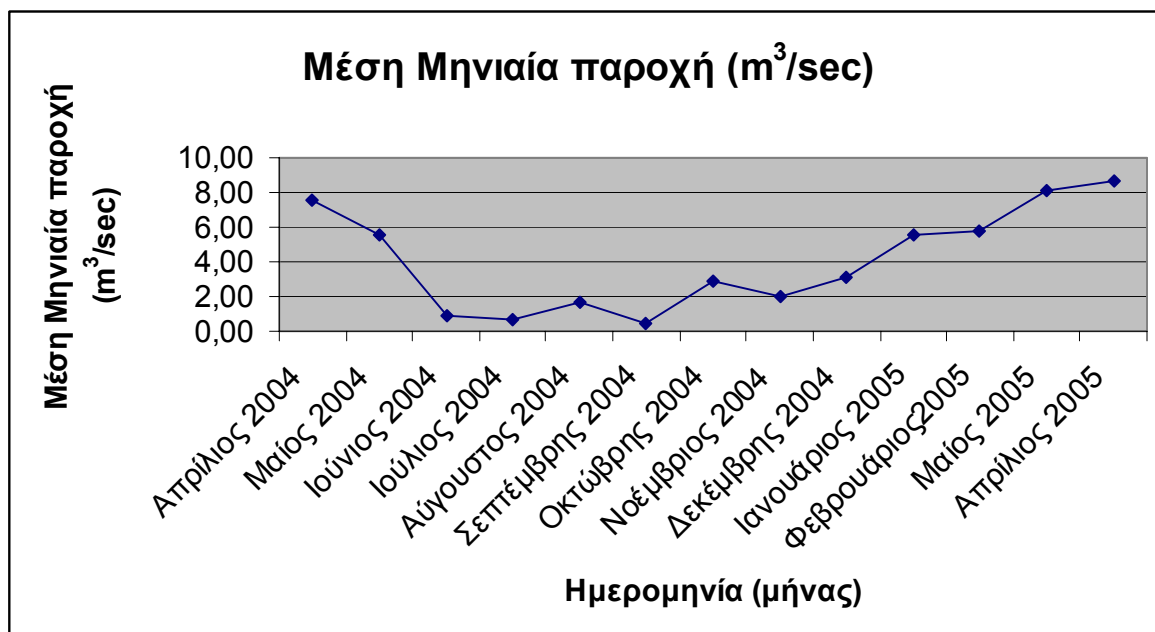
Ένα αντίστοιχο φαινόμενο πιθανολογείται ότι συνέβη κατά τον μήνα Οκτώβριο, όπου είχαμε έντονη αύξηση της παροχής όπως φαίνεται και στο υδατογράφημα.

Από το διάγραμμα των βροχοπτώσεων παρατηρήθηκαν έντονες βροχοπτώσεις τον μήνα Νοέμβριο, όπου αντίστοιχα φαίνονται και στο υδατογράφημα, ενώ για τον μήνα Δεκέμβριο παρατηρείται πτώση της παροχής του ποταμού λόγω πτώση της θερμοκρασίας και μείωση των βροχοπτώσεων. Την περίοδο του Δεκεμβρίου σημειώθηκαν οι πρώτες χιονοπτώσεις.

Από το διάγραμμα της μέσης θερμοκρασίας παρατηρείται αύξηση της θερμοκρασίας για περίοδο 6 ημερών στα τέλη Ιανουαρίου. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα το λιώσιμο του χιονιού και την έντονη αύξηση της παροχής στις αρχές του μήνα Φλεβάρη. Αυτή η έντονη αύξηση παρατηρείται στο υδατογράφημα στην κορυφή 3.

Εκείνη ακριβώς την περίοδο παρατηρούνται και οι πρώτες παροχές στους παραποτάμους Κεραμιώτη και Αναβρετή.

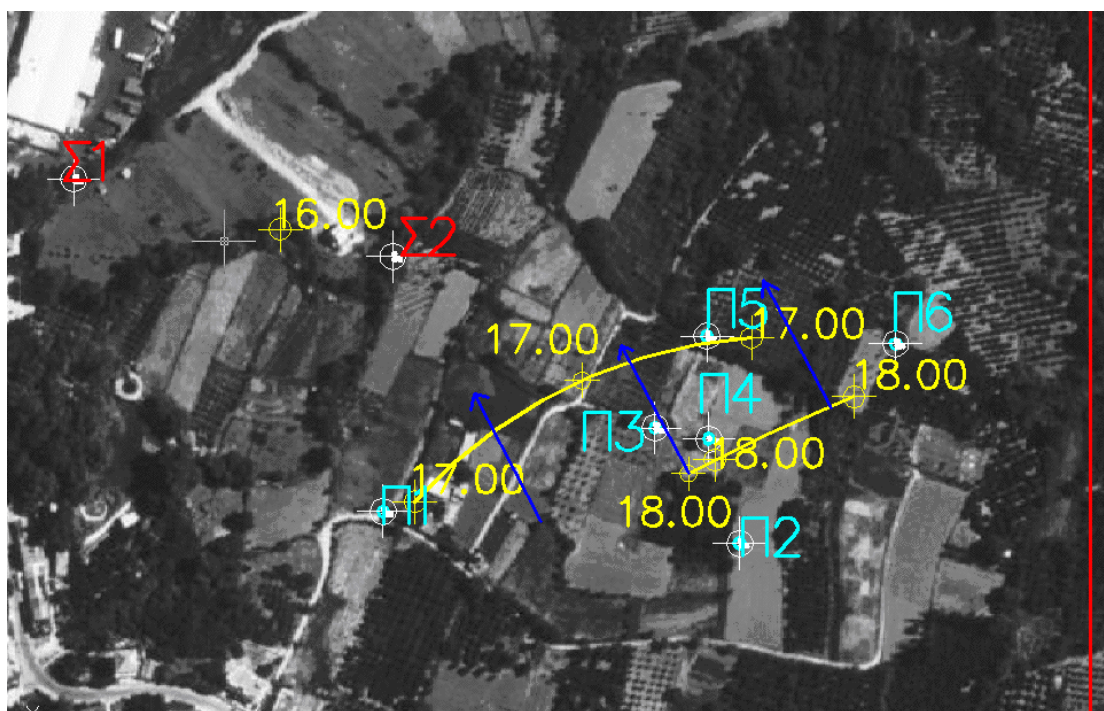
Στο διάγραμμα 4.20 παρουσιάζεται η διακύμανση των μέσων μηνιαίων τιμών παροχής στον σταθμό παρακολούθησης Σ_3 . Η ετήσια παροχή που προκύπτει από τα παραπάνω αποτελέσματα για τους δύο σταθμούς Σ_1 και Σ_3 είναι αντίστοιχα $17094398 \text{ m}^3/\text{year}$ για τον σταθμό Σ_1 και $117041181,9 \text{ m}^3/\text{year}$ για τον Σ_3 .



Διάγραμμα 4. 20: Μέση μηνιαία παροχή στον σταθμό παρακολούθησης Σ₃.

4.6. Αποτελέσματα υδρολογικής ανάλυσης.

Στο σχήμα 4.3 διακρίνονται η υδρολογικές καμπύλες που υπολογίστηκαν και σχεδιάστηκαν μέσα στο πρόγραμμα το Autocad. Ο υπολογισμός έγινε από τα απόλυτα υψόμετρα που βρέθηκαν με τη χρήση θεοδόλιχου από τον Δήμο Αρμένων [10]. Όπως διακρίνεται και στο παρακάτω σχήμα η κατεύθυνση του υπογείου νερού στην περιοχή αυτή γίνεται από τα πηγάδια προς το ποτάμι. Μάλιστα από τις στάθμες που έχουν μετρηθεί τόσο στο ποτάμι όσο και στα πηγάδια γίνεται κατανοητό ότι καθόλη τη διάρκεια του έτους η κίνηση του υπόγειου νερού θα γίνεται από τα πηγάδια προς το ποτάμι. Αυτό είναι πολύ σημαντικό, διότι τυχόν σημαντική ρύπανση που μπορεί να υπάρξει στην περιοχή των πηγαδιών μπορεί να επηρεάσει άμεσα τα ύδατα του ποταμού.



Σχήμα 4. 3: Σχηματική αναπαράσταση της κατεύθυνσης του υπογείου νερού από τα πηγάδια στο ποτάμι.



Σχήμα 4. 4: Σχηματική αναπαράσταση της διαδρομής του ποταμού από τις πηγές του Στύλου μέχρι και την περιοχή του Αγίου Γεωργίου.

Στο πρόγραμμα του Autocad μέσα από τις αεροφωτογραφίες που εισήχθησαν σε αυτό βρέθηκε και σχεδιάστηκε η διαδρομή που ακολουθεί το ποτάμι από τις πηγές του Στύλου μέχρι και τον Άγιο Γεώργιο. Η συνολική απόσταση της διαδρομής αυτής υπολογίστηκε στο Autocad 2258,59 m. Από την γεωλογία της περιοχής υπολογίστηκε ότι ο συντελεστής διαπερατότητας είναι $k = 10^{-3}$. Με βάση το νόμο του Darcy [31], όπου είναι:

$$Q = k \cdot A \cdot (dh/dl)$$

Με Q την παροχή των υπογείων υδάτων.

k τον συντελεστή διαπερατότητας

A την συνολική βρεχόμενη περίμετρο

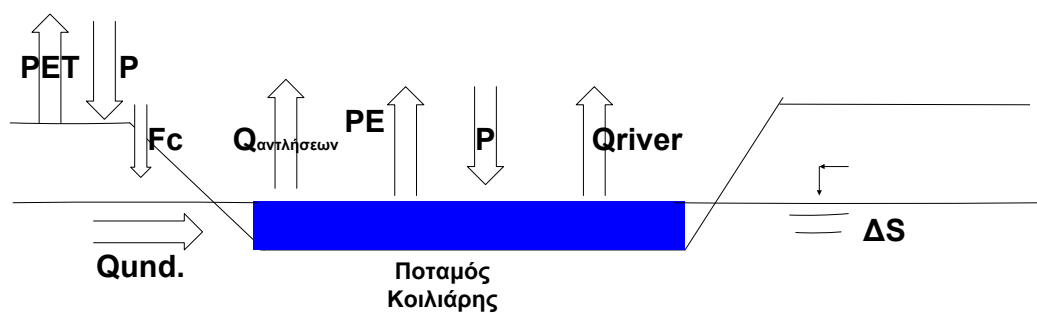
dh/dl η κλίση του υπογείου νερού.

Η κλίση του ποταμού με τη βοήθεια του Autocad ίση με 0.099 και η υγρή περίμετρος για τις πηγές του Στύλου 11m. Έτσι θεωρήθηκε για όλη την απόσταση των 2258,59 m ίδια περίμετρος και υπολογίστηκε με βάση το νόμο του Darcy ότι η συνολική εισροή υπογείων υδάτων ανέρχεται σε $0,265 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Θέλοντας να εξετάσουμε την υδρολογία της περιοχής μελέτης θεωρήσαμε το σημείο του Αγίου Γεωργίου ως κατάλληλο για διερεύνηση, διότι σ' αυτό συγκεντρώνονται όλοι οι ποταμοί και παραπόταμοι της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη. Για το χρονικό διάστημα που διεξήχθη η μελέτη από άποψη μετεωρολογικών στοιχείων η λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη δέχεται 589 mm βροχόπτωσης και χάνεται μέσω δυνητικής εξατμισοδιαπνοής $PE_{\text{prot}} = 689,2 \text{ mm}$ (Thornthwaite) και από την εξατμισοδιαπνοή $PE = 1966,48 \text{ mm}$ (Penman Pan) σε ετήσια βάση. Ο συντελεστής διηθητικότητας του εδάφους στην περιοχή του Αγίου Γεωργίου είναι $f_c = 0,0006 \text{ cm/sec}$.

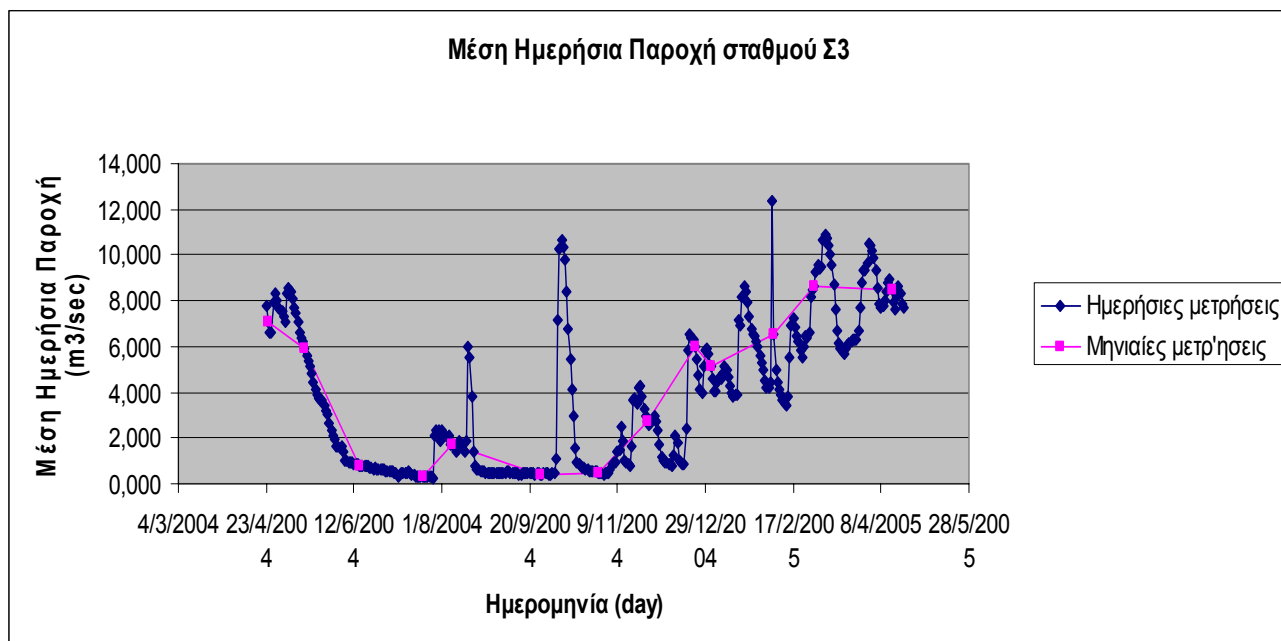
Τέλος η ετήσια παροχή που εκρέει από τον σταθμό Σ_3 ανέρχεται σε $117041181,9 \text{ m}^3/\text{year}$, ενώ από αντλήσεις η παροχή που χρησιμοποιείται για την διάρκεια ενός έτους ανέρχεται σε $768258 \text{ m}^3/\text{year}$. Τέλος η εισροή από τα υπόγεια ύδατα φτάνει σε $8347040 \text{ m}^3/\text{year}$. Σχηματικά η υδρολογία σε μια θέση του ποταμού, όπως για παράδειγμα στον σταθμό παρακολούθησης Σ_3 , διακρίνεται στο σχήμα 4.5

Υδρολογία περιοχής μελέτης



Σχήμα 4. 5: Σχηματική αναπαράσταση της υδρολογίας της περιοχής μελέτης.

Στο διάγραμμα 4.21 έγινε μια σύγκριση μετρήσεων παροχής σε μηναία και σε ημερήσια βάση. Οι ημερομηνίες που επιλέχθηκαν για τις παροχές των μηνιαίων μετρήσεων ταιριάζουν με μετρήσεις που έγιναν παλαιότερα στον ποταμό Κοιλιάρη.



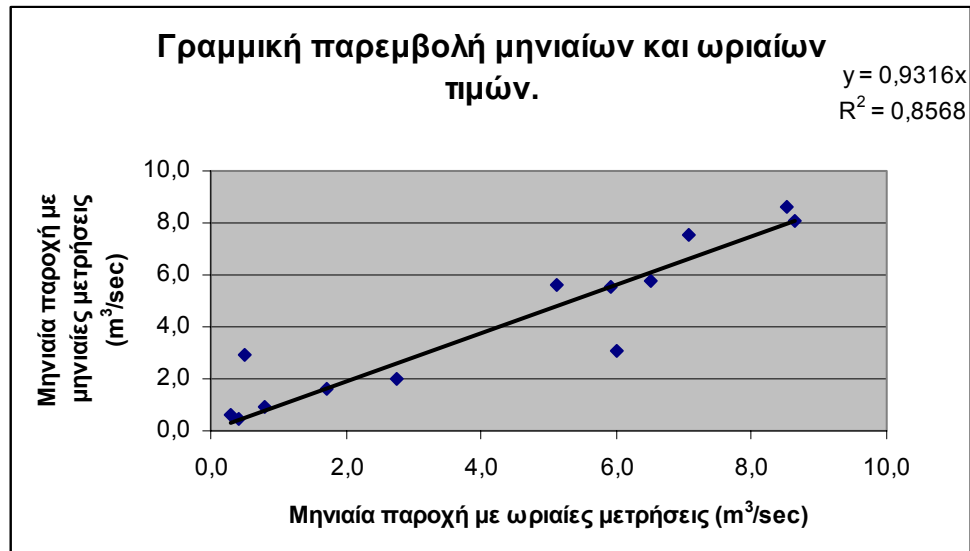
Διάγραμμα 4. 21: Υδρογράφημα μηνιαίων και ημερήσιων τιμών παροχής στον σταθμό Σ₃.

Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 4.21 η πραγματοποίηση μόνο μηνιαίων μετρήσεων παροχής επιφέρει σημαντικά σφάλματα στις μετρήσεις των παροχών. Φαινόμενα απότομης μείωσης ή αύξησης της παροχής δεν μετρούνται και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την υπερεκτίμηση ή την υποτίμηση των συνολικών παροχών.

Μήνας	Μηνιαία Παροχή με μηνιαίες μετρήσεις (m ³ /sec)	Μηνιαία Παροχή με ωριαίες τιμές (m ³ /sec)
Απρίλιος 2004	7,1	7,5
Μαίος 2004	5,9	5,5
Ιούνιος 2004	0,8	0,9
Ιούλιος 2004	0,3	0,6
Αύγουστος 2004	1,7	1,6
Σεπτέμβρης 2004	0,4	0,5
Οκτώβρης 2004	0,5	2,9
Νοέμβριος 2004	2,7	2,0
Δεκέμβρης 2004	6,0	3,1
Ιανουάριος 2005	5,1	5,6
Φεβρουάριος 2005	6,5	5,7
Μαίος 2005	8,6	8,1
Απρίλιος 2005	8,5	8,6
average	4,2	4,1

Πίνακας 4. 4: Σύγκριση μηνιαίων και ημερήσιων μετρήσεων των παροχών.

Όπως φαίνεται και στον πίνακα 4.4, όπου παρατίθενται οι μηνιαίες και οι ωριαίες τιμές παροχής, υπάρχουν μεγάλες διαφορές στα αποτελέσματα των παροχών. Μάλιστα παρατηρούνται σημαντικές διαφορές κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών, όπου οι παροχές είναι αρκετά μειωμένες.



Διάγραμμα 4. 22: Γραμμική παρεμβολή μηνιαίων και ωριαίων μετρήσεων.

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα 4.22, από τη γραμμική συσχέτιση των ωριαίων και των μηνιαίων τιμών προκύπτει ένα σημαντικό σφάλμα με το RMSE των τιμών να ανέρχεται σε $1,12 m^3/sec$, που αποτελεί ένα σημαντικό σφάλμα στις μετρήσεις της παροχής.

Σ' αυτό το σημείο είναι σημαντικό να τονιστεί η αναγκαιότητα για εγκατάσταση μετεωρολογικών σταθμών σε υψηλά σημεία της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη, μιας και σε περιπτώσεις, όπως προαναφέραμε, βροχοπτώσεις που σημειώνονται στα Λευκά Όρη και επηρεάζουν την παροχή του ποταμού, δεν καταγράφονται από κάποιον μετεωρολογικό σταθμό. Επίσης αναγκαία κρίνεται η εγκατάσταση σταθερών διατομών για καλύτερες μετρήσεις παροχών.

ΚΕΦ 5^ο: Χημικές αναλύσεις

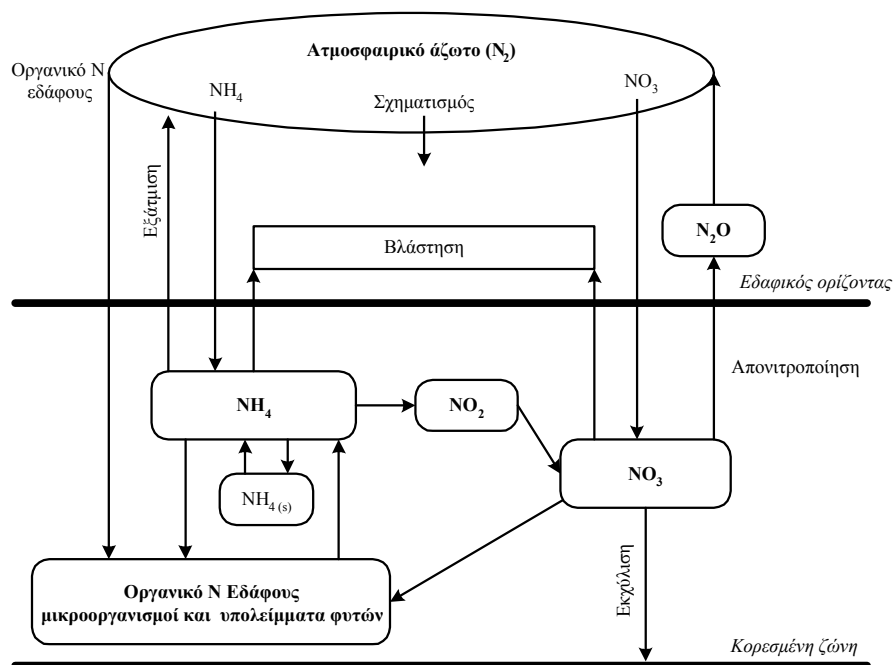
Προτού αναφερθούμε στις μετρήσεις που διεξήχθησαν με σκοπό την ανάλυση της χημείας των υδάτων της περιοχής θεωρήθηκε σκόπιμο να αναφέρουν οι κύκλο του αζώτου και του φωσφόρου, καθώς και την ευρωπαϊκή νομοθεσία για τα θρεπτικά συστατικά και τα χαρακτηριστικά υδάτων επιφανείας, που προορίζονται για την παραγωγή πόσιμου ύδατος.

Η περιγραφή των βιογεωχημικών κύκλων του αζώτου και του φωσφόρου σε ένα οποιοδήποτε υδάτινο οικοσύστημα είναι απαραίτητη τόσο για την κατανόηση των μηχανισμών με τους οποίους μετασχηματίζονται τα στοιχεία αυτά στις διάφορες μορφές τους όσο και για την εκτίμηση των επιπτώσεων των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στα υδατικά συστήματα.

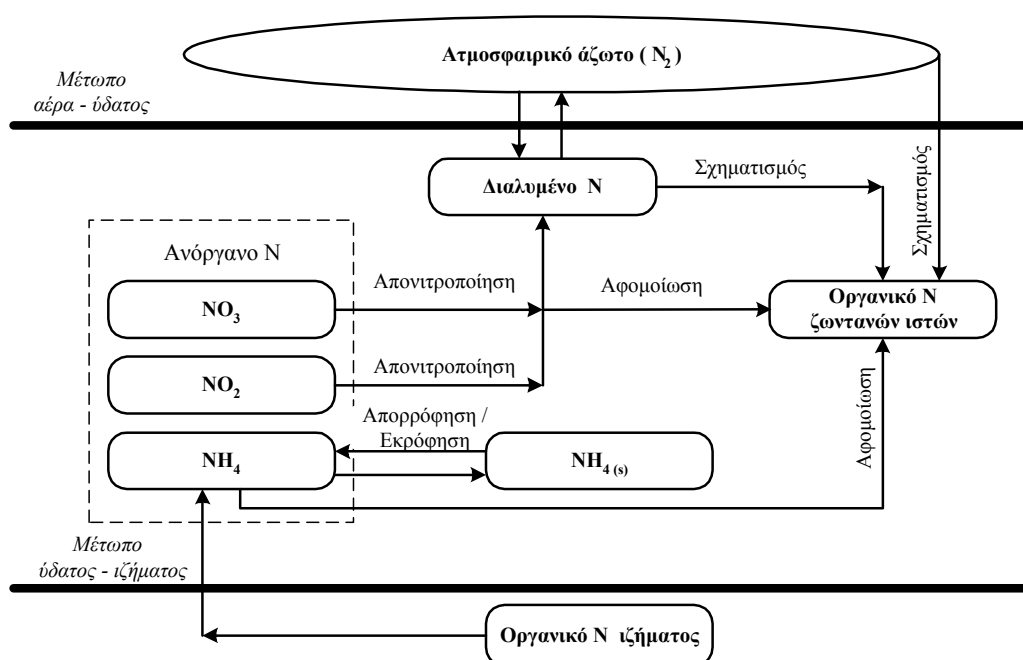
5.1. Κύκλος Αζώτου

Το άζωτο παρουσιάζεται στο περιβάλλον με διάφορες μορφές. Η αμμωνία (NH_3), η αμμωνιακή ρίζα (NH_4^+), το αέριο μοριακό άζωτο (N_2), η νιτρώδης ρίζα (NO_2^-) η νιτρική ρίζα (NO_3^-) και το οργανικό άζωτο είναι οι συνήθεις μορφές του αζώτου σε υδατικό και χερσαίο περιβάλλον. Το μοριακό άζωτο καταλαμβάνει το 79% της ατμοσφαιρικής μάζας και είναι σταθερό συστατικό αφού απαιτεί σημαντική ενέργεια για να διασπαστεί ο μοριακός του δεσμός [5]. Οι περισσότεροι παραγωγικοί οργανισμοί μπορούν να χρησιμοποιήσουν το άζωτο μόνο με τις ονομαζόμενες δεσμευμένες μορφές του αμμωνιακού αζώτου και του νιτρικού αζώτου. Έτσι αν και το ατμοσφαιρικό άζωτο αποτελεί τεράστιο ταμείευμα, ο κύκλος του αζώτου και μαζί με αυτόν η διαδικασία της ζωής στον πλανήτη προσδιορίζονται από την ταχύτητα μετατροπής του ατμοσφαιρικού αζώτου στις άνω χρησιμοποιήσιμες δεσμευμένες μορφές [6]. Οι μετασχηματισμοί των ενώσεων του αζώτου μπορούν να συμβούν με διάφορους μηχανισμούς-μονοπάτια με πιο σημαντικά αυτά της δέσμευσης του μοριακού N_2 , της αμμωνιοποίησης του οργανικού αζώτου, της νιτροποίησης της ρίζας NH_4^+ , και της απονιτροποίησης. Κάθε διεργασία πραγματοποιείται από συγκεκριμένους και διαφορετικούς μικροοργανισμούς [34]. Οι κύριες γραμμές ροής του αζώτου που αναφέρθηκαν σχηματίζουν τον κύκλο του

αζώτου που για το χερσαίο και υδατικό περιβάλλον παρουσιάζονται στα σχήματα 5.1 και 5.2. Οι διεργασίες μετασχηματισμού παρουσιάζονται αναλυτικά στις επόμενες παραγράφους.



Σχήμα 5. 1: Κύκλος του Αζώτου στο Χερσαίο Περιβάλλον [34].



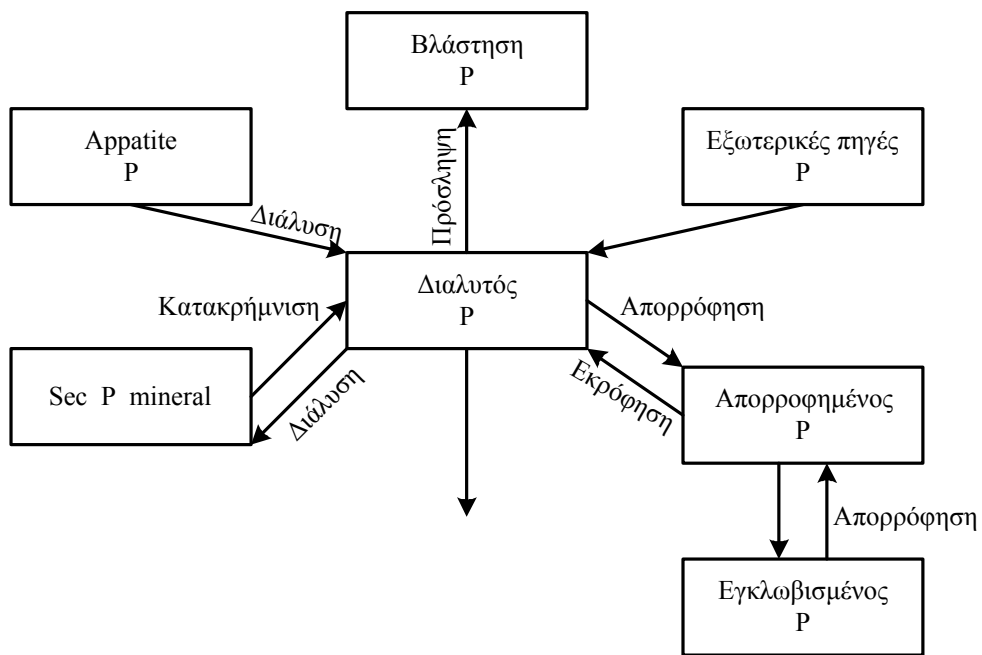
Σχήμα 5. 2: Κύκλος του Αζώτου στο Υδατικό Περιβάλλον [34].

5.2. Κύκλος Φωσφόρου

Ο φώσφορος έχει την αρχική του προέλευση στη λιθόσφαιρα και εισέρχεται στην κυκλοφορία της βιόσφαιρας με την απόπλυση του εδάφους, τα λιπάσματα και διάφορα απόβλητα που τον περιέχουν. Ο φώσφορος χρησιμοποιείται από τους παραγωγικούς οργανισμούς με τη μορφή κατά κανόνα των διαλυτών ορθοφωσφορικών. Η μετατροπή αδιάλυτων ενώσεων του σε ορθοφωσφορικά πραγματοποιείται από μικροοργανισμούς. Η αποσύνθεση των νεκρών οργανισμών και των απορριμμάτων τους, αποδίδει στο περιβάλλον το φώσφορο με τη μορφή των ορθοφωσφορικών, τα οποία όμως εύκολα σχηματίζουν αδιάλυτες ενώσεις με ιόντα ασβεστίου και αργιλίου, πολύ συνηθισμένα στο έδαφος [35].

Ο φώσφορος φαίνεται ότι αποτελεί την περιοριστική τροφή στην πλειονότητα των περιπτώσεων στη φύση από κάθε άλλο στοιχείο. Μία αιτία είναι η ευκολία σχηματισμού αδιάλυτων ενώσεων πράγμα που παρεμποδίζει την απόληψη του από τα φυτά και τη μεταφορά του με τα επιφανειακά και υπόγεια νερά. Μια άλλη αιτία είναι ότι δεν σχηματίζει στο φυσικό περιβάλλον αξιόλογες αέριες ενώσεις πράγμα που του στερεί την δυνατότητα της ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας[35].

Η διάλυση του φωσφόρου ή των ορθοφωσφορικών είναι το κύριο σημείο του κύκλου του φωσφόρου με διαφορετικές διεργασίες μεταφοράς, οι οποίες τείνουν να ελέγξουν τη συγκέντρωση του φωσφόρου στο περιβάλλον. Οι αντιδράσεις διάλυση–κατακρήμνιση και ρόφηση–εκρόφηση είναι οι πλέον γνωστές και σημαντικές αντιδράσεις στον κύκλο του φωσφόρου στο χερσαίο περιβάλλον. Σχηματικά παρουσιάζεται ο κύκλος του φωσφόρου στο ακόλουθο σχήμα 5.3 [34].



Σχήμα 5. 3: Κύκλος του Φωσφόρου στο Χερσαίο Περιβάλλον [34].

5.3. Νομοθεσία Θρεπτικών Συστατικών

Η οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα θρεπτικά συστατικά και τα χαρακτηριστικά υδάτων επιφανείας, που προορίζονται για την παραγωγή πόσιμου ύδατος περιέχει:

Οδηγία 75/440/ΕΟΚ περί της απαιτούμενης ποιότητας των υδάτων επιφανείας που προορίζονται για την παραγωγή πόσιμου ύδατος

Η ανάγκη προστασίας της δημόσιας υγείας επιβάλλει τον έλεγχο των υδάτων επιφανείας που προορίζονται για την παραγωγή πόσιμου ύδατος, καθώς και την εφαρμογή κατάλληλης μεθόδου επεξεργασίας. Ο όρος ύδατα επιφανείας δεν περιλαμβάνει τα υπόγεια, υφάλμυρα ύδατα, καθώς και τα ύδατα που προορίζονται για την τροφοδότηση των υδροφορέων.

Στην Οδηγία 75/440/ΕΟΚ τα ύδατα επιφανείας υποδιαιρούνται σε τρεις ομάδες, Α1, Α2 και Α3, που αντιστοιχούν σε αντίστοιχες υποδεικνυόμενες μεθόδους επεξεργασίας. Προκειμένου να θεωρείται επαρκής η εφαρμογή της εκάστοτε υποδεικνυόμενης επεξεργασίας προσδιορίζονται οι απαιτήσεις τις οποίες πρέπει να ικανοποιεί η ποιότητα των επιφανειακών υδάτων. Συγκεκριμένα, για ύδατα:

κατηγορίας Α1 απαιτείται απλή φυσική επεξεργασία και απολύμανση, π.χ. ταχεία διήθηση και απολύμανση.

κατηγορίας Α2 απαιτείται φυσική και χημική επεξεργασία και απολύμανση, π.χ. προχλωρίωση, προσθήκη κροκιδωτικών, κροκίδωση, καθίζηση, διήθηση, απολύμανση (τελική χλωρίωση).

κατηγορίας Α3 απαιτείται προχωρημένη φυσική και χημική επεξεργασία, τελική επεξεργασία και απολύμανση, π.χ. έντονη χλωρίωση (break point chlorination), προσθήκη κροκιδωτικών, κροκίδωση, καθίζηση, διήθηση, τελική επεξεργασία (ενεργός άνθρακας), απολύμανση (όζον, τελική χλωρίωση).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον, παρουσιάζουν οι παράμετροι νιτρικό άζωτο ($\text{NO}_3\text{-N}$), αμμωνιακό άζωτο ($\text{NH}_4\text{-N}$) και φωσφόρος (P), των οποίων οι συγκεντρώσεις υπολογίστηκαν με βάση τις τιμές της Οδηγίας για τα NO_3 , NH_4 και P_2O_5 και παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.1. Ειδικότερα η ένδειξη I αφορά στην

επιτακτική (υποχρεωτική) συγκέντρωση ενώ η G τη συγκέντρωση οδηγό (επιθυμητή).

Πίνακας 5. 1: Χαρακτηριστικά υδάτων επιφανείας που προορίζονται για την παραγωγή πόσιμου ύδατος σύμφωνα με την Οδηγία 75/440/ΕΟΚ

	A1		A2		A3	
	G	I	G	I	G	I
Νιτρικά (mg/l)	25.00	50.0		50.0		50.0
NO ₃ -N	5.65	11.3		11.3		11.3
Φωσφορικά (mg P ₂ O ₅ /l)	0.4		0.700		0.7	
P	0.17		0.310		0.31	
Αμμωνία (mg/l)	0.05	1.00	1.500	2.00	4.00	
NH ₄ -N	0.04		0.777	1.17	1.55	3.11

G: Οδηγός

I:Επιτακτική

Οδηγία 80/778/ΕΟΚ για την ποιότητα του πόσιμου νερού

Με την προηγούμενη Οδηγία 75/440/ΕΟΚ, το Συμβούλιο της ΕΕ θέσπισε τους κανόνες για επιφανειακά νερά που προορίζονται για την παραγωγή πόσιμου νερού. Κρίθηκε όμως αναγκαία η επανεξέταση του θέματος και εκδόθηκε έτσι η Οδηγία 80/778, που αφορά στις απαιτήσεις στις οποίες πρέπει να ανταποκρίνεται η ποιότητα του πόσιμου νερού. Με τον όρο πόσιμο νερό νοούνται όλα τα νερά που χρησιμοποιούνται γι' αυτό το σκοπό, με ή χωρίς προηγούμενη κατεργασία, όποια κι αν είναι η προέλευσή τους. Η Οδηγία δεν έχει εφαρμογή στα φυσικά μεταλλικά νερά και στα ιαματικά νερά.

Επίσης στην οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης ορίζονται οι τιμές που πρέπει να έχουν διάφορες παράμετροι στο πόσιμο νερό. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι συγκεντρώσεις NO₃ (NO₃-N), NH₄(NH₄-N) και P₂O₅(P). Για κάθε παράμετρο δίνεται ενδεικτικό επίπεδο και ανωτάτη παραδεκτή συγκέντρωση, και σύμφωνα με την Κοινοτική Οδηγία «οι τιμές που θα

οριστούν από τα κράτη-μέλη πρέπει να είναι κατώτερες ή ίσες με τις τιμές που περιλαμβάνονται κάτω από τη στήλη με τίτλο Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση, ενώ για τον καθορισμό των τιμών τα κράτη-μέλη προϋδεάζονται από αυτές που αναφέρονται ως Ενδεικτικό Επίπεδο».

Πίνακας 5. 2: Παράμετροι που αφορούν στις ανεπιθύμητες ουσίες σύμφωνα με τη Οδηγία 80/778/ΕΟΚ

	Ενδεικτικό επίπεδο	Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση
Νιτρικά (mg/l)	25.00	50.00
NO ₃ -N	5.65	11.30
Αμμώνιο (mg/l)	0.05	0.50
NH ₄ -N	0.04	0.40
Φώσφορος (mg P ₂ O ₅ /l)	0.40	5.00
P	0.17	2.18

Η Οδηγία αυτή δεν διαφέρει σημαντικά από την 75/440/ΕΟΚ ως προς τις ενδεικτικές συγκεντρώσεις των παραμέτρων, θέτει όμως αυστηρότερα κριτήρια ως προς την ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση NH₄ και επιτρέπει αρκετά αυξημένη αντίστοιχη συγκέντρωση για τον φωσφόρο.

5.4. Γεώτρηση Μαχαιρών

Όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο τα σημεία δειγματοληψίας ήταν επτά. Το πρώτο σημείο δειγματοληψίας είναι η γεώτρηση των Μαχαιρών. Η γεώτρηση αυτή έχει απόλυτο υψόμετρο από τη θάλασσα 100 m και ανήκει στο γεωλογικό σχηματισμό των Λευκών Ορέων που τροφοδοτεί τον ποταμό Κοιλιάρη.

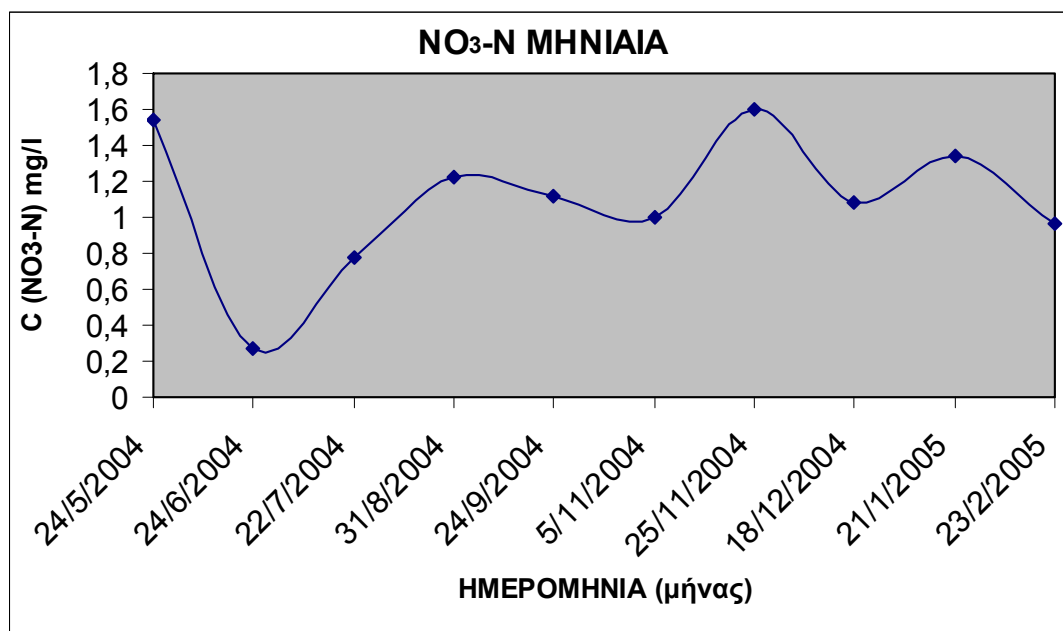
Πίνακας 5. 3: Χημικές αναλύσεις στην γεώτρηση παρακολούθησης Γ₁.

ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΜΑΧΑΙΡΩΝ											
DATE	pH	Redox	cond	T	DO	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NH ₄ -N	PO ₄ -P	Total N	Total P
		mV	μS/cm	C	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
24/5/04	7,29			17,6		1,54	0,02	B.D.L.	L.A.	B.D.L.	B.D.L.
24/6/04	6,89			18,7		B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.
22/7/04						0,78	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	L.A.	B.D.L.
31/8/04	8,17			19,6		1,23	0,01	0,11	0,08	B.D.L.	B.D.L.
24/9/04						1,12	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	L.A.	B.D.L.
5/11/04						1,00	B.D.L.	0,08	0,04	B.D.L.	B.D.L.
25/11/04						1,60	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.
18/12/04						1,08	0,05	B.D.L.	0,02	B.D.L.	B.D.L.
21/1/05						1,34	B.D.L.	B.D.L.	0,31	2,19	B.D.L.
23/2/05						0,97	0,04	0,04	0,02	B.D.L.	L.A.

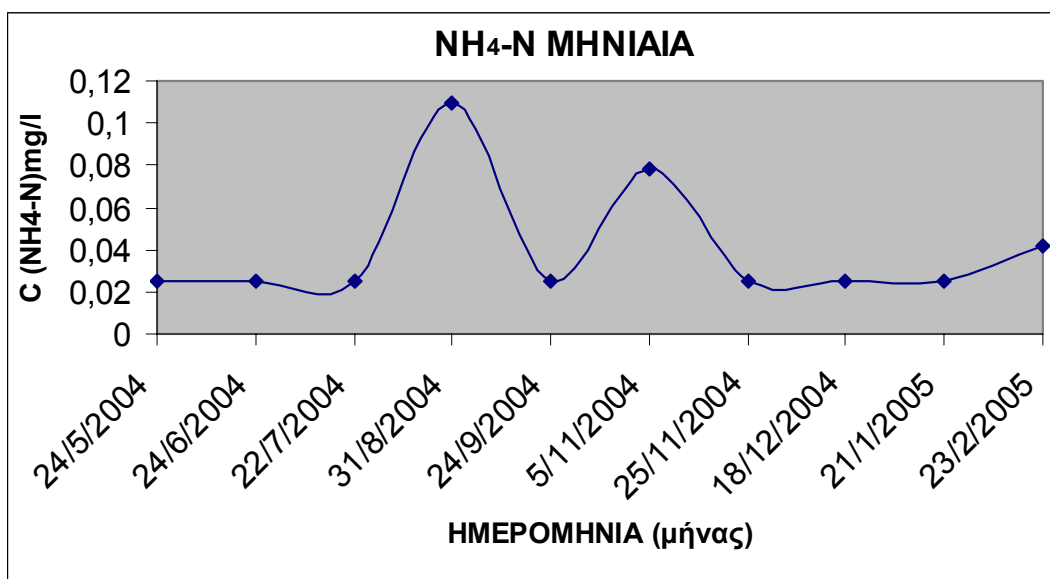
Στον παραπάνω πίνακα παρουσιάζονται οι μετρήσεις που έγιναν στην γεώτρηση των Μαχαιρών, με σκοπό την ανάλυση της χημείας των υδάτων, σε χρονικό διάστημα δέκα μηνών. Όπως παρατηρούμε, το pH των υδάτων κυμαίνεται από 8,17 μέγιστη τιμή έως 6,89 ελάχιστη και η θερμοκρασία κυμαίνεται από 19,6 °C μέγιστη τιμή έως 17,6°C ελάχιστη.

Παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση νιτρικού αζώτου ($\text{NO}_3\text{-N}$), χωρίς σε καμία περίπτωση να ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Οι μεγαλύτερες τιμές νιτρικών (NO_3) παρατηρούνται κατά τους μήνες Μάιο, Αύγουστο και Νοέμβρη, λόγω των αυξημένων βροχοπτώσεων την περίοδο αυτή, όπως παρουσιάσαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Αμμωνιακό άζωτο, και φωσφορικά για την χρονικό διάστημα των δέκα μηνών εντοπίστηκε στις περιπτώσεις που σημειώθηκαν βροχοπτώσεις και οι συγκεντρώσεις που μετρήθηκαν δεν ξεπερνούν τα όρια της Ευρωπαϊκής Ένωσης, αλλά σε σχέση με τους υπόλοιπους μήνες εμφανίζονται ιδιαίτερα αυξημένες [36]. Ολικός φώσφορος σε όλες τις περιπτώσεις ήταν κάτω από τα όρια ανίχνευσης, ενώ ολικό άζωτο ανιχνεύτηκε σε μια μόνο περίπτωση.

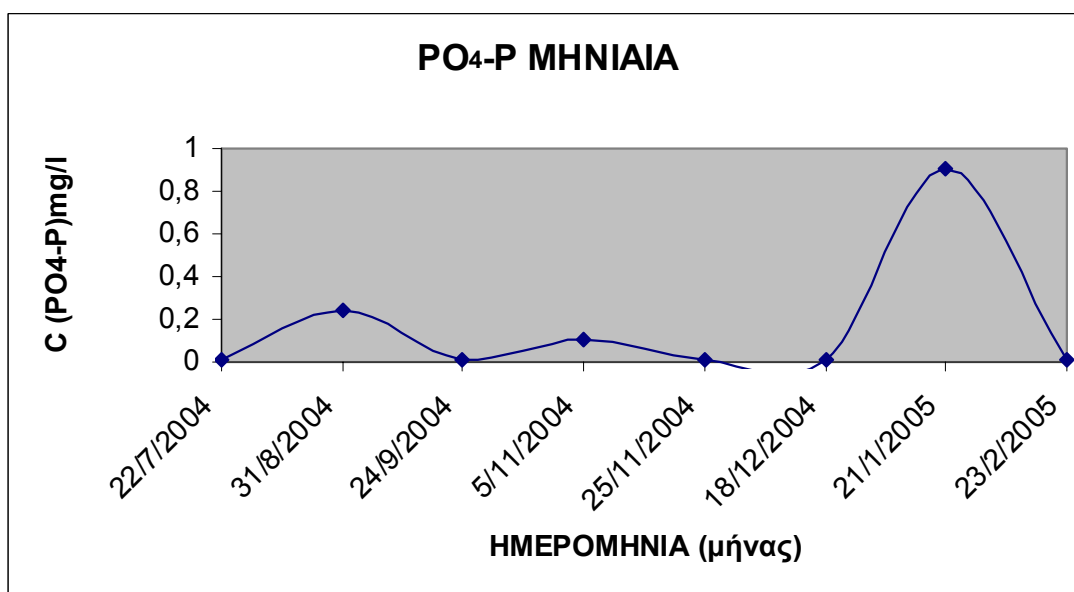
Στο διάγραμμα 5.1 εμφανίζονται οι τιμές του νιτρικού αζώτου για την γεώτρηση των Μαχαιρών για το χρονικό διάστημα Μάιος 2004 έως Φεβρουάριος 2005. Τα υπόλοιπα διαγράμματα παρατίθενται στο παράρτημα Ι των χημικών αναλύσεων.



Διάγραμμα 5. 1: Μετρήσεις συγκεντρώσεων νιτρικού αζώτου στην γεώτρηση των Μαχαιρών.



Διάγραμμα 5. 2: Μετρήσεις συγκεντρώσεων αμμωνιακού αζώτου στην γεώτρηση των Μαχαιρών.



Διάγραμμα 5. 3: Μετρήσεις συγκεντρώσεων φωσφορικών στην γεώτρηση των Μαχαιρών.

Στα διαγράμματα 5.2 και 5.3 παρουσιάζονται αντίστοιχα οι συγκεντρώσεις του αμμωνιακού αζώτου και των φωσφορικών για το χρονικό διάστημα της μελέτης στην γεώτρηση των Μαχαιρών. Σε όλα τα διαγράμματα οι ελάχιστες τιμές που εμφανίζονται είναι οι τιμές των ορίων ανίχνευσης του οργάνου Hack.

5.5. Πηγάδια παρακολούθησης Π₁, Π₂, Π₃

Τα πηγάδια παρακολούθησης Π₁, Π₂, Π₃ , όπως προαναφέραμε βρίσκονται στην ίδια περιοχή, κοντά στις πηγές του Στύλου. Το απόλυτο υψόμετρο των πηγαδιών είναι 16,93 m, 18,72 m και 17,53 m και αξιοσημείωτο είναι ότι και στα τρία πηγάδια παρατηρούνται αυξημένες τιμές στα ανόργανα και οργανικά στοιχεία. Στους παρακάτω πίνακες εμφανίζονται οι μετρήσεις που έγιναν στη διάρκεια των δέκα μηνών.

Πίνακας 5. 4: Χημικές αναλύσεις στο πηγάδι παρακολούθησης Π₁.

ΠΗΓΑΔΙ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ Π ₁											
DATE	pH	Redox	cond	T	DO	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NH ₄ -N	PO ₄ -P	Total N	Total P
		MV	μS/cm	C	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
24/5/2004	7,16			16		9,73	0,01	B.D.L.	ΔM	17,87	B.D.L.
24/6/2004	6,86			21,8		10,15	0,01	0,17	0,07	24,38	B.D.L.
22/7/2004						16,32	0,01	B.D.L.	0,12	18,88	B.D.L.
31/8/2004	7,43			22,7		15,72	0,02	0,17	0,17	20,60	L.A.
24/9/2004						17,32	0,01	0,03	1,33	L.A.	L.A.
5/11/2004						14,38	0,01	0,07	0,26	19,30	B.D.L.
25/11/2004						14,83	B.D.L.	B.D.L.	0,04	15,21	B.D.L.
18/12/2004						15,72	0,01	B.D.L.	0,12	20,18	B.D.L.
21/1/2005						14,27	B.D.L.	B.D.L.	0,31	16,69	B.D.L.
23/2/2005						16,43	0,03	0,03	0,06	18,29	L.A.

Πίνακας 5. 5: Χημικές αναλύσεις στο πηγάδι παρακολούθησης Π₂.

ΠΗΓΑΔΙ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ Π ₂											
	pH	Redox	cond	T	DO	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NH ₄ -N	PO ₄ -P	Total N	Total P
DATE		mV	μS/cm	C	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
24/5/2004	7,1			14,6		14,25	0,01	B.D.L.	L.A.	16,34	L.A.
24/6/2004	6,96			19,6		5,80	0,01	0,12	B.D.L.	17,82	1,53
22/7/2004						12,41	B.D.L.	B.D.L.	0,04	14,15	B.D.L.
31/8/2004	7,58			20,9		11,52	0,01	0,21	0,05	15,21	L.A.
24/9/2004						11,34	0,01	0,10	0,38	L.A.	L.A.
5/11/2004						12,01	B.D.L.	0,08	0,11	16,23	B.D.L.
25/11/2004						13,64	B.D.L.	0,04	0,01	14,27	B.D.L.
18/12/2004						11,45	0,01	0,03	B.D.L.	14,56	B.D.L.
21/1/2005						13,71	0,01	0,03	0,54	13,73	B.D.L.
23/2/2005						11,86	0,01	0,06	0,09	12,55	L.A.

Πίνακας 5. 6: Χημικές αναλύσεις στο πηγάδι παρακολούθησης Π₃.

ΠΗΓΑΔΙ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ Π ₃											
DATE	pH	Redox	cond	T	DO	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NH ₄ -N	PO ₄ -P	Total N	Total P
		mV	μS/cm	C	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
24/5/2004	6,87			14.4		8,77	0,017	0,024	ΔM	12,8	L.A.
24/6/2004	7,04			20,1		4,83	0,016	0,091	0,05	17,46	B.D.L.
22/7/2004						11,48	0,008	0,04	0,13	15,98	B.D.L.
31/8/2004	7,35			20,8		12,86	0,014	0,17	0,08	17,76	B.D.L.
24/9/2004						11,08	0,007	0,05	0,46	16,63	L.A.
5/11/2004						13,97	0,003	0,075	0,14	17,05	B.D.L.
25/11/2004						16,84	B.D.L.	0,014	0,04	15,03	B.D.L.
18/12/2004						12,45	B.D.L.	0,023	0,49	17,46	B.D.L.
21/1/2005						17,1	0,011	0,007	0,58	17,22	B.D.L.
23/2/2005						17,36	0,005	0,042	0,11	20,07	L.A.

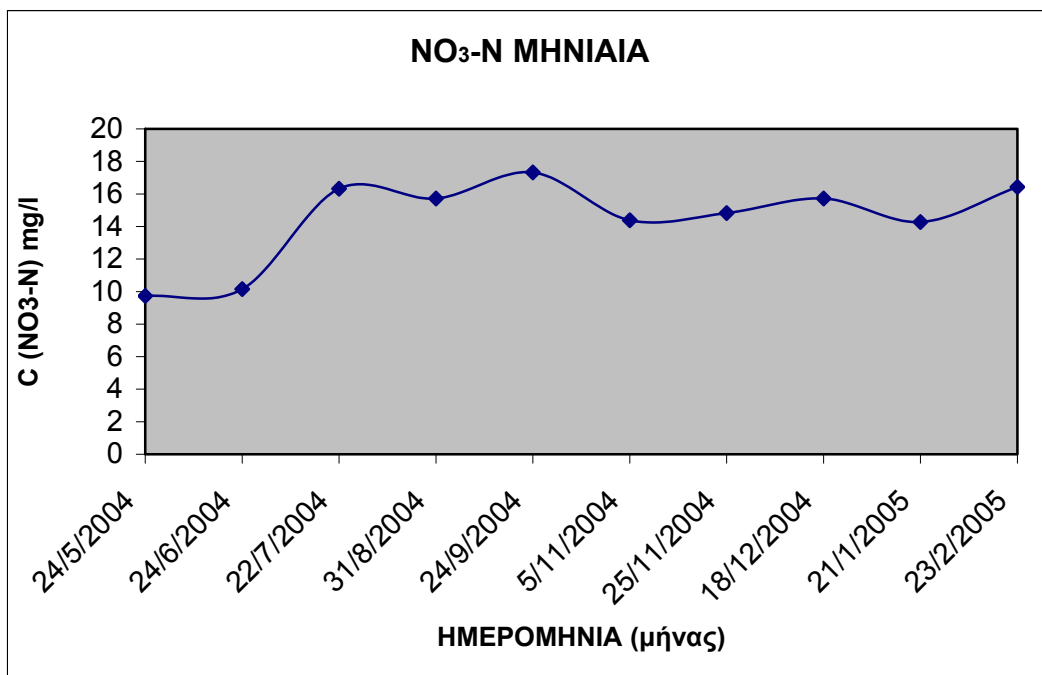
➤ ΠΗΓΑΔΙ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ Π₁

Στο πηγάδι παρακολούθησης Π₁ το pH κυμαίνεται σε φυσιολογικά όρια, από 6,87 ελάχιστη τιμή έως 7,35 μέγιστη και θερμοκρασία που κυμαίνεται από 22,7 °C μέγιστη τιμή έως 16⁰C ελάχιστη.

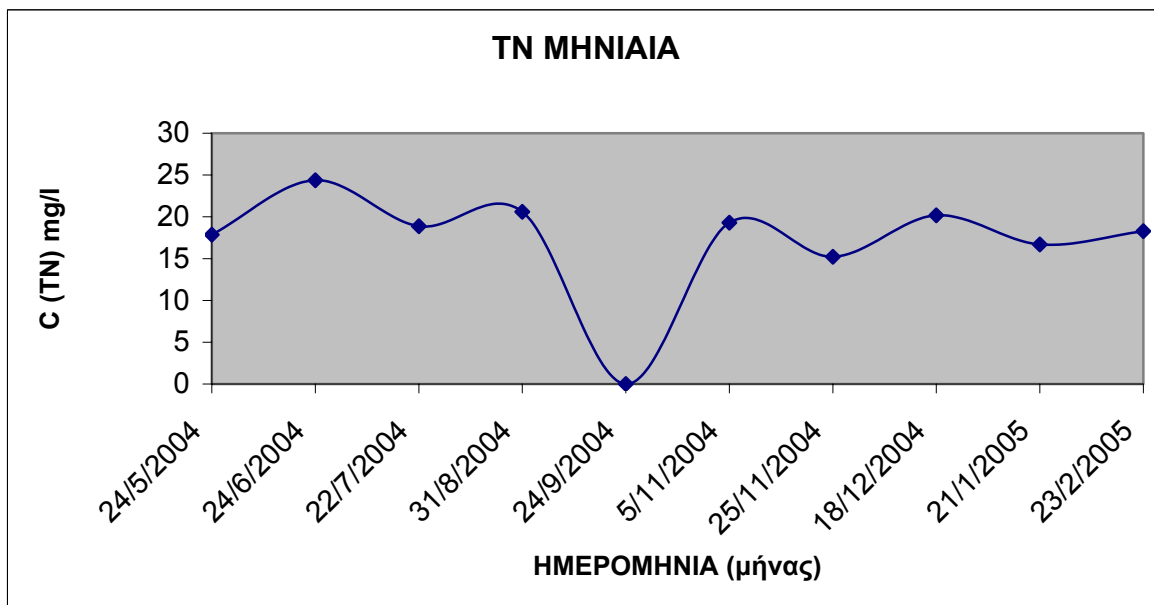
Παρατηρείται μια αύξηση σε όλα τα θρεπτικά, αλλά κυρίως στο νιτρικό άζωτο και στο ολικό άζωτο. Όπως φαίνεται και στον παραπάνω πίνακα οι τιμές στις συγκεντρώσεις του νιτρικού αζώτου κυμαίνονται από 9,73 mg/l ελάχιστη τιμή έως 17,32 mg/l μέγιστη.

Αξιοσημείωτο είναι και οι τιμές του ολικού αζώτου, οι οποίες κυμαίνονται από 15,21 mg/l ελάχιστη συγκέντρωση έως 24,38 mg/l μέγιστη. Και τα δύο στοιχεία που προαναφέρθηκαν ξεπερνούν αρκετά τα όρια που θέτει η Ευρωπαϊκή Ένωση για το πόσιμο νερό, και γι' αυτό το λόγο το νερό του πηγαδιού αυτού χρησιμοποιείται αποκλειστικά για άρδευση. Στα διαγράμματα 5.4 και 5.5 παρουσιάζονται οι τιμές των συγκεντρώσεων του ολικού αζώτου και του νιτρικού αζώτου.

Οι τιμές του νιτρώδους αζώτου εμφανίζονται σχετικά σταθερές με μέγιστη τιμή 0,03 mg/l και ελάχιστη 0,01 mg/l. Για το ίδιο χρονικό διάστημα οι τιμές του αμμωνιακού αζώτου και των φωσφορικών κυμαίνονται αντίστοιχα από 0,17 mg/l μέγιστη τιμή έως 0,03 mg/l ελάχιστη για το αμμωνιακό άζωτο και 1,33 mg/l μέγιστη τιμή έως 0,04 mg/l ελάχιστη για τα φωσφορικά. Όπως παρατηρείται στον πίνακα 5.4 για τα συγκεκριμένα θρεπτικά στοιχεία οι τιμές των συγκεντρώσεων τους παρουσιάζουν αύξηση, αλλά δεν ξεπερνούν τα όρια που θέτει η Ευρωπαϊκή Ένωση [36]. Ολικός φώσφορος σε όλες τις μετρήσεις ήταν κάτω από το όριο ανίχνευσης του οργάνου. Τα διαγράμματα για τα υπόλοιπα στοιχεία που παρατίθενται στον πίνακα παρουσιάζονται στο παράρτημα Ι.



Διάγραμμα 5. 4: Μετρήσεις συγκεντρώσεων νιτρικού αζώτου στο πηγάδι παρακολούθησης Π₁.



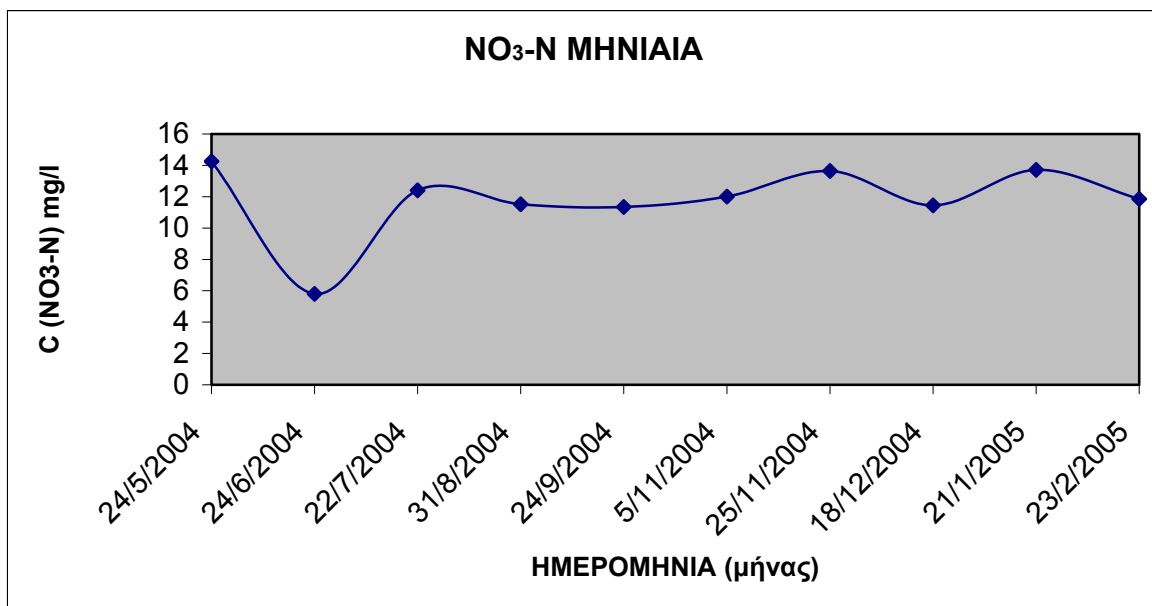
Διάγραμμα 5. 5: Μετρήσεις συγκεντρώσεων ολικού αζώτου στο πηγάδι παρακολούθησης Π₁.

➤ ΠΗΓΑΔΙ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ Π₂

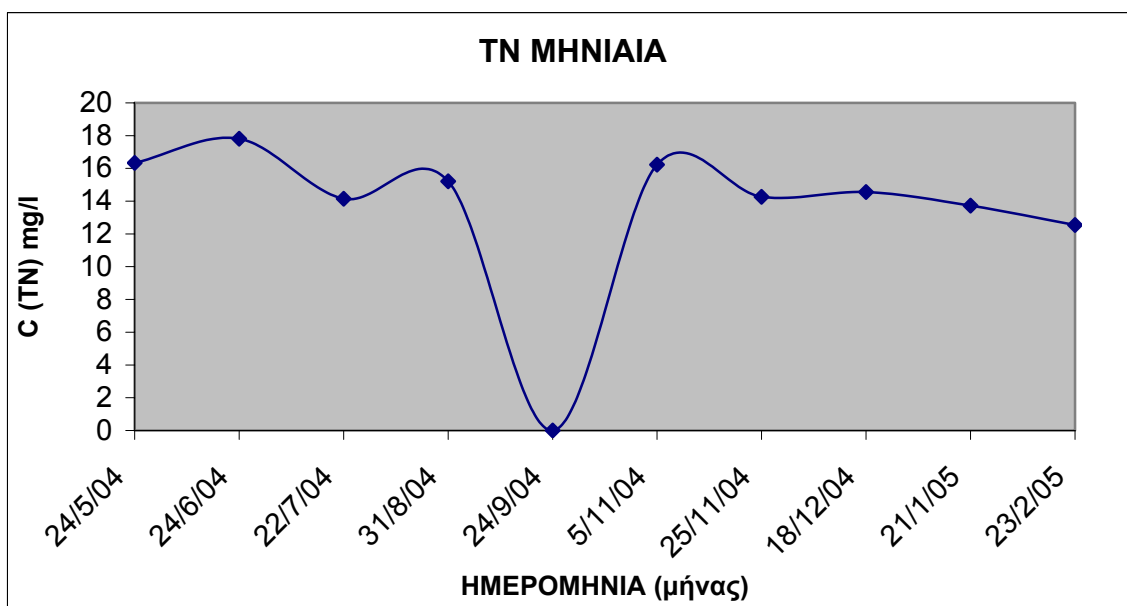
Όπως και στο πηγάδι παρακολούθησης Π₁ έτσι και στο πηγάδι Π₂ το pH κυμαίνεται σε φυσιολογικά όρια, από 6,96 ελάχιστη τιμή έως 7,58 μέγιστη και θερμοκρασία που κυμαίνεται από 20,9 °C μέγιστη τιμή έως 14,6°C ελάχιστη. Και σ' αυτό το πηγάδι παρατηρείται μια αύξηση σε όλα τα οργανικά και ανόργανα στοιχεία, αλλά όπως και στο προηγούμενο πηγάδι κυρίως στο νιτρικό άζωτο και στο ολικό άζωτο. Οι τιμές αυτών των δύο στοιχείων όπως φαίνονται και στον πίνακα 5.5 είναι αντίστοιχα για το νιτρικό άζωτο, 14,25 mg/l η μέγιστη τιμή και 5,80 mg/l η ελάχιστη, και για το ολικό άζωτο 17,82 mg/l μέγιστη τιμή και 12,55 mg/l η ελάχιστη. Οι τιμές των δύο παραπάνω θρεπτικών ξεπερνούν τα όρια που θέτει η Ευρωπαϊκή Ένωση για το πόσιμο νερό και δεν είναι κατάλληλα για ύδρευση [36].

Οι τιμές των νιτρωδών, όπως και πριν εμφανίζονται σταθερές με μέγιστη και ελάχιστη τιμή συγκέντρωσης 0,01 mg/l. Για το ίδιο χρονικό διάστημα οι τιμές του αμμωνιακού αζώτου και των φωσφορικών κυμαίνονται αντίστοιχα από 0,17 mg/l μέγιστη τιμή έως 0,03 mg/l ελάχιστη για το αμμωνιακό άζωτο και 1,33 mg/l μέγιστη τιμή έως 0,04 mg/l ελάχιστη για τα φωσφορικά. Για τα συγκεκριμένα θρεπτικά οι τιμές των συγκεντρώσεων δεν ξεπερνούν τα όρια. Σε όλες τις περιπτώσεις οι τιμές του ολικού φωσφόρου ήταν κάτω από τα όρια ανίχνευσης του οργάνου και γι' αυτό το λόγο δεν ανιχνεύτηκαν. Τα διαγράμματα για τα υπόλοιπα στοιχεία που παρατίθενται στον πίνακα παρουσιάζονται στο παράρτημα Ι.

Στα διαγράμματα 5.6 και 5.7 παρουσιάζονται οι τιμές των συγκεντρώσεων του ολικού αζώτου και του νιτρικού αζώτου.



Διάγραμμα 5. 6: Μετρήσεις συγκεντρώσεων νιτρικού αζώτου στο πηγάδι παρακολούθησης Π₂.



Διάγραμμα 5. 7: Μετρήσεις συγκεντρώσεων ολικού αζώτου στο πηγάδι παρακολούθησης Π₂.

➤ ΠΗΓΑΔΙ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ Π₃

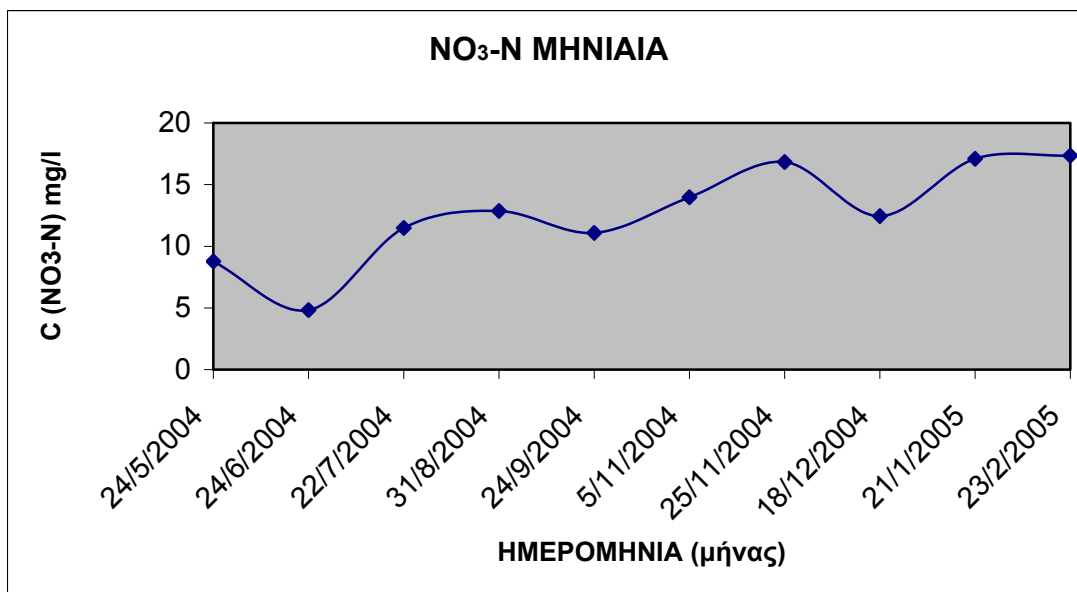
Στο πηγάδι παρακολούθησης Π₃ το pH κυμαίνεται σε φυσιολογικά όρια, από 6,87 ελάχιστη τιμή έως 7,35 μέγιστη και θερμοκρασία που κυμαίνεται από 20,8 °C μέγιστη τιμή έως 14,4 °C ελάχιστη.

Όπως και στα προηγούμενα πηγάδια παρατηρούνται αυξημένες τιμές νιτρικού αζώτου και ολικού αζώτου. Και στην προκειμένη περίπτωση οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών που προαναφέρθηκε ξεπερνούν τα όρια που θέτει η Ευρωπαϊκή Ένωση [36]. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι τιμές των συγκεντρώσεων που αναφέρονται στον πίνακα 5.6, οι οποίες είναι:

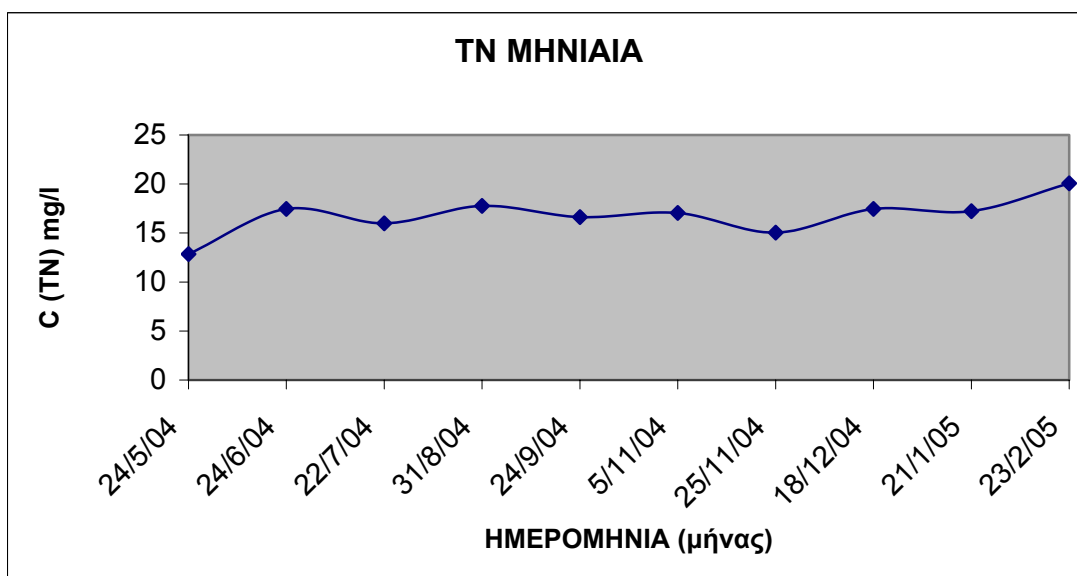
- 14,25 mg/l η μέγιστη τιμή και 4,83 mg/l η ελάχιστη για το νιτρικό άζωτο.
- Και 20,07 mg/l η μέγιστη τιμή και 12,8 mg/l η ελάχιστη για το ολικό άζωτο.

Για τα υπόλοιπα θρεπτικά στοιχεία που αναλύθηκαν οι τιμές των συγκεντρώσεων δεν ξεπερνούν τα όρια του πόσιμου νερού, όπως φαίνεται και στον πίνακα 5.4, και όσον αφορά το ολικό φώσφορο όλες οι μετρήσεις ήταν κάτω από τα όρια ανίχνευσης του οργάνου. Παρακάτω παρατίθενται τα διαγράμματα για το νιτρικό άζωτο και τον ολικό φώσφορο για το πηγάδι παρακολούθησης Π₃, ενώ τα διαγράμματα για τα υπόλοιπα θρεπτικά στοιχεία παρατίθενται στο παράρτημα Ι.

Σε όλα τα διαγράμματα οι ελάχιστες τιμές που εμφανίζονται είναι οι τιμές των ορίων ανίχνευσης του οργάνου Hack.



Διάγραμμα 5. 8: Μετρήσεις συγκεντρώσεων νιτρικού αζώτου στο πηγάδι παρακολούθησης Π₃.



Διάγραμμα 5. 9: Μετρήσεις συγκεντρώσεων ολικού αζώτου στο πηγάδι παρακολούθησης Π₃.

5.6.Σημεία δειγματοληψίας Σ₁, Σ₂, Σ₃.

Όπως έχει αναφερθεί και στο κεφάλαιο 2^ο τα σημεία δειγματοληψίας στον ποταμό Κοιλιάρη είναι τρία, Σ₁, Σ₂ και Σ₃. Τα σημεία αυτά βρίσκονται στους σταθμούς παρακολούθησης, όπου έχουν τοποθετηθεί τα σταθμήμετρα, για την μελέτη της στάθμης και παροχής του ποταμού. Το απόλυτο υψόμετρο των σημείων δειγματοληψίας πηγαδιών είναι 15,28m, 14,50m και 7,60m αντίστοιχα. Οι τιμές των θρεπτικών που αναλύθηκαν για το χρονικό διάστημα των δέκα μηνών παρατίθενται στους παρακάτω πίνακες.

Πίνακας 5. 7: Χημικές αναλύσεις στο σταθμό παρακολούθησης Σ₁.

ΣΤΑΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ Σ₁ (ΣΤΥΛΟΣ)											
DATE	pH	Redox	cond	T	DO	NO₃-N	NO₂-N	NH₄-N	PO₄-P	Total N	Total P
		mV	μS/cm	C	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
24/5/2004	7,71			18		0,84	0,006	B.D.L	ΔM	B.D.L.	L.A.
24/6/2004	7,02			13		1	B.D.L.	B.D.L	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.
22/7/2004						1,23	B.D.L.	B.D.L	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.
31/8/2004	7,68			12,2		1,34	0,013	1,2	0,05	L.A.	B.D.L.
24/9/2004	7,44			12,7		0,82	0,017	0,03	B.D.L.	B.D.L.	L.A.
5/11/2004	7,87			12,2		1,26	B.D.L.	0,38	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.
25/11/2004						0,63	B.D.L.	B.D.L	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.
18/12/2004	7,43			11,3		0,63	B.D.L.	B.D.L	0,272	B.D.L.	B.D.L.
21/01/05						1,00	B.D.L.	B.D.L	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.
23/2/2005						0,86	0,018	B.D.L	0,01	B.D.L.	L.A.

Πίνακας 5. 8: Χημικές αναλύσεις στο σταθμό παρακολούθησης Σ₂.

ΣΤΑΘΜΟΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ Σ ₂ (ΣΤΥΛΟΣ)											
DATE	pH	Redox	cond	T	DO	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NH ₄ -N	PO ₄ -P	Total N	Total P
		mV	μS/cm	C	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
24/5/2004	7,63			16,40		0,44	0,0073	0,218	ΔΜ	B.D.L.	L.A.
24/6/2004	6,87			12,80		0,45	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	L.A.	B.D.L.
22/7/2004						1,30	B.D.L.	B.D.L.	0,02	B.D.L.	B.D.L.
31/8/2004	7,79			12,20		1,08	0,016	0,11	0,07	B.D.L.	B.D.L.
24/9/2004	7,34			14,50		0,52	0,021	0,04	B.D.L.	B.D.L.	L.A.
5/11/2004	7,98			12,50		0,82	B.D.L.	0,087	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.
25/11/2004						0,60	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.
18/12/2004	7,26			11,50		0,45	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.
21/1/2005						0,97	B.D.L.	B.D.L.	0,019	B.D.L.	B.D.L.
23/2/2005						0,97	0,041	0,078	0,021	B.D.L.	L.A.

Πίνακας 5. 9: Χημικές αναλύσεις στο σταθμό παρακολούθησης Σ₃.

ΣΤΑΘΜΟΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ Σ ₃ (ΑΓΙΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ)											
DATE	pH	Redox	cond	T	DO	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NH ₄ -N	PO ₄ -P	Total N	Total P
		mV	μS/cm	C	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
24/5/2004	8,44			13		0,71	0,009	B.D.L.	ΔΜ	B.D.L.	ΔΜ
24/6/2004	6,87			18		3,68	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.
22/7/2004						1,49	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.
31/8/2004	8,14			15,3		1	0,016	B.D.L.	0,01	B.D.L.	B.D.L.
24/9/2004	7,72			16,2		0,71	0,02	0,05	B.D.L.	B.D.L.	ΔΜ
5/11/2004	8,03			14,2		1,00	B.D.L.	0,072	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.
25/11/2004						0,37	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.
18/12/2004	7,68			11,4		0,45	B.D.L.	B.D.L.	0,117	B.D.L.	B.D.L.
21/1/2005						0,78	B.D.L.	0,07	B.D.L.	B.D.L.	B.D.L.
23/2/2005						0,78	0,041	0,024	0,019	B.D.L.	L.A.

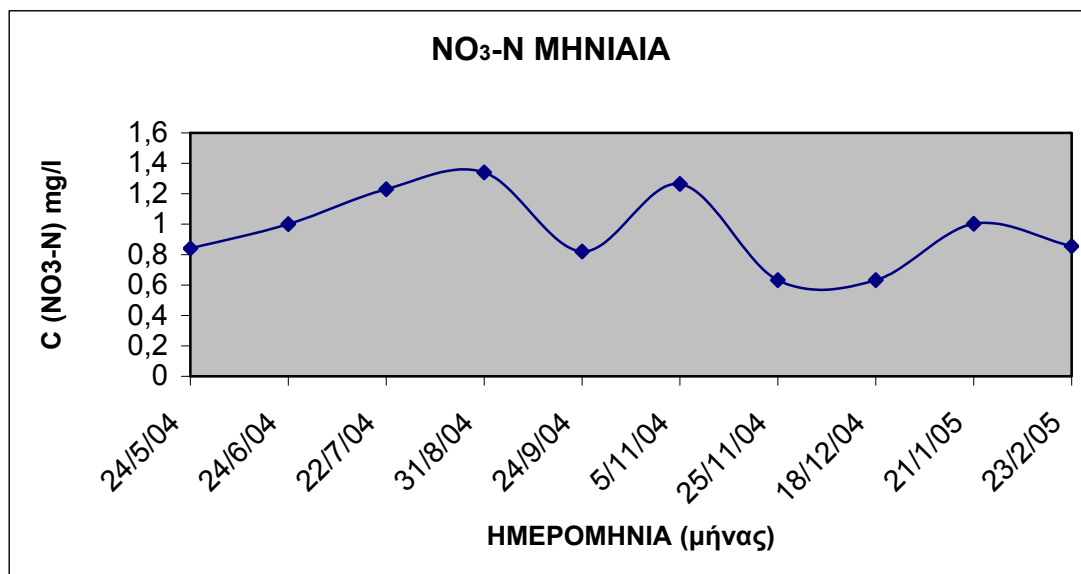
➤ ΣΗΜΕΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ Σ₁

Όπως φαίνεται και στον πίνακα 5.7 το pH στο σημείο δειγματοληψίας κυμαίνεται σε φυσιολογικά όρια για ύδατα αφού κυμαίνεται από 7,02 ελάχιστη τιμή έως 7,87 μέγιστη. Ο μέσος όρος στις τιμές θερμοκρασίας που μετρήθηκαν είναι 12,18 °C και παραμένει σχεδόν σταθερή καθόλη τη διάρκεια του έτους.

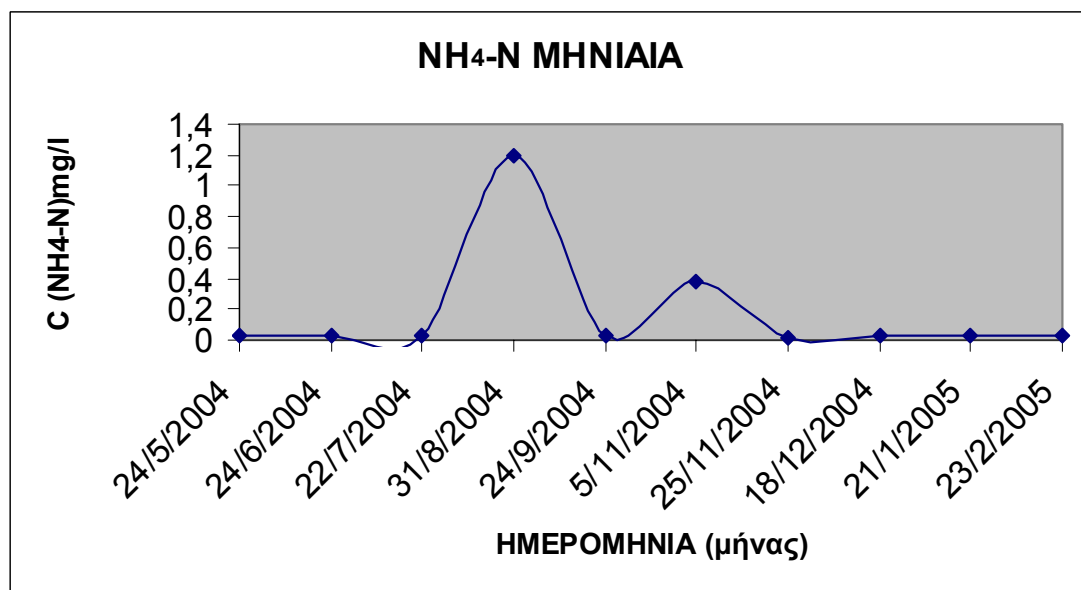
Οι τιμές στις συγκεντρώσεις των θρεπτικών που μετρήθηκαν είναι πολύ χαμηλές και δεν ανιχνεύτηκε καθόλου ολικό άζωτο και ολικός φώσφορος.

Ανιχνεύτηκαν τιμές νιτρικού αζώτου που σε καμία περίπτωση δεν ξεπέρασαν τα όρια που θέτει η Ευρωπαϊκή Ένωση για το πόσιμο νερό [36]. Η μοναδική περίπτωση που ανιχνεύτηκε θρεπτικό ανώτερο των επιτρεπτών ορίων είναι τον μήνα Αύγουστο που η συγκέντρωση του αμμωνιακού αζώτου είναι 1,2 mg/l. Όπως το αμμωνιακό άζωτο έτσι και τα φωσφορικά παρουσιάζουν αύξηση των τιμών των συγκεντρώσεων τους κατά την περίοδο που σημειώνονται βροχοπτώσεις.

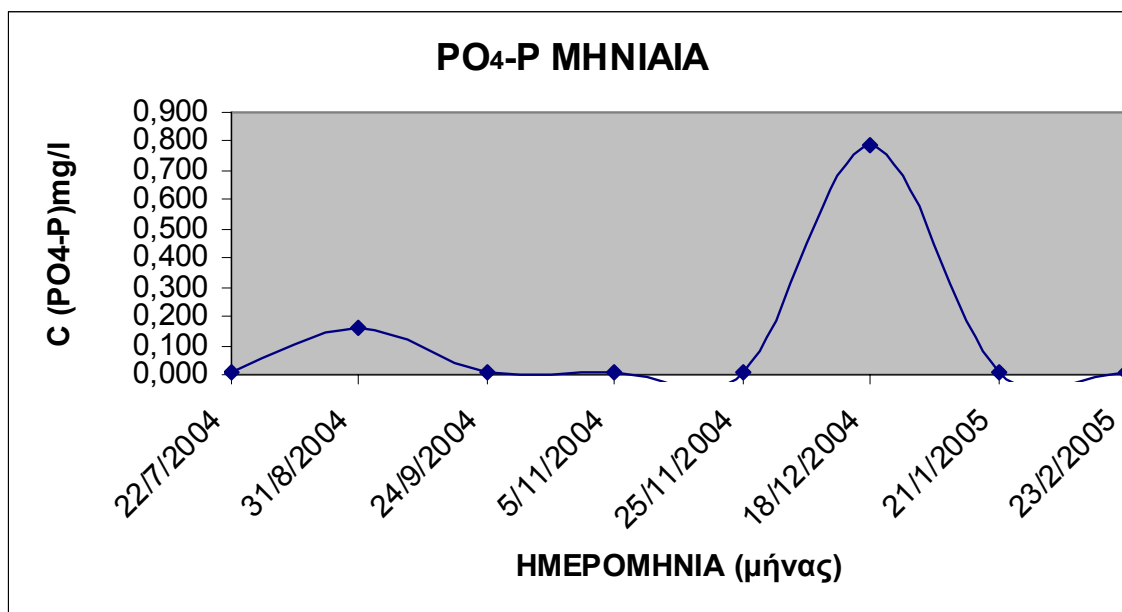
Στο διάγραμμα 5.10 παρουσιάζονται οι τιμές της συγκέντρωσης του νιτρικού αζώτου για το χρονικό διάστημα των δέκα μηνών που έγινε η μελέτη. Επίσης στα διαγράμματα 5.11 και 5.12 παρουσιάζονται οι τιμές των συγκεντρώσεων του αμμωνιακού αζώτου και των φωσφορικών. Σε όλα τα διαγράμματα οι ελάχιστες τιμές που εμφανίζονται είναι οι τιμές των ορίων ανίχνευσης του οργάνου Hack. Τα διαγράμματα των υπολοίπων θρεπτικών στοιχείων παρατίθενται στο παράρτημα Ι.



Διάγραμμα 5. 10: Μετρήσεις συγκεντρώσεων νιτρικού αζώτου στο σταθμό παρακολούθησης Σ₁.



Διάγραμμα 5. 11: Μετρήσεις συγκεντρώσεων αμμωνιακού αζώτου στο σταθμό παρακολούθησης Σ₁.



Διάγραμμα 5. 12: Μετρήσεις συγκεντρώσεων φωσφορικών στο σταθμό παρακολούθησης Σ₁.

➤ **ΣΗΜΕΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ Σ₂**

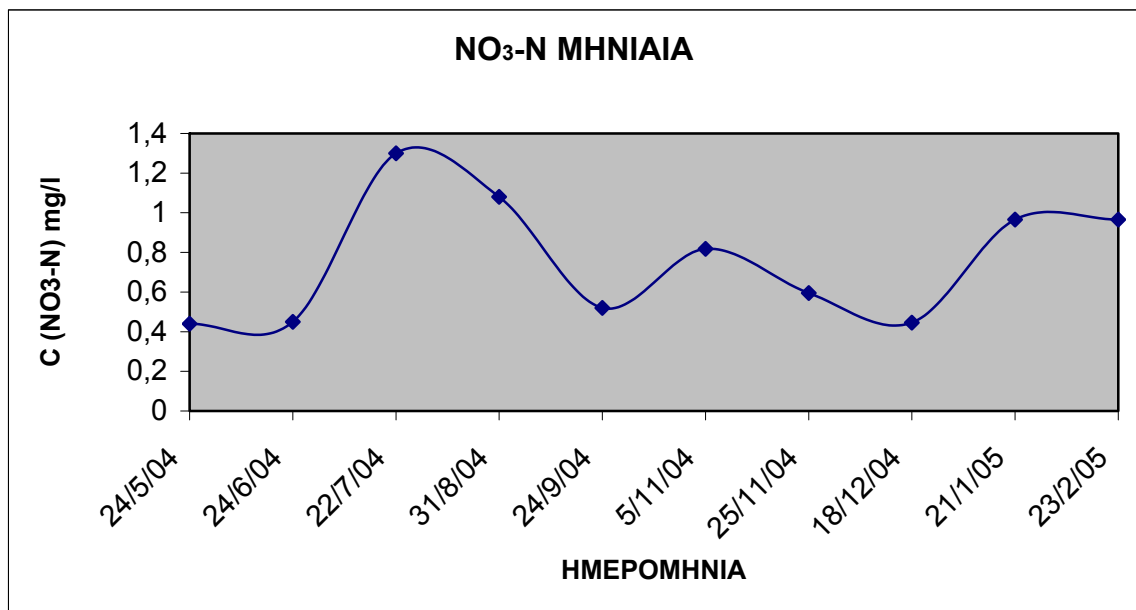
Και το σημείο δειγματοληψίας Σ₂, όπως έχει προαναφερθεί, βρίσκεται στην περιοχή του Στύλου. Όπως και στο σημείο Σ₁ το pH κυμαίνεται σε φυσιολογικά όρια, με 7,98 μέγιστη τιμή και 6,87 ελάχιστη. Η θερμοκρασία σ' αυτό το κομμάτι του ποταμού δεν έχει μεγάλες διακυμάνσεις με τιμές από 16,40 °C μέγιστη τιμή έως 11,50 °C ελάχιστη.

Οι τιμές των συγκεντρώσεων των θρεπτικών που μετρήθηκαν είναι πολύ χαμηλές και σε πολλές περιπτώσεις δεν ανιχνεύτηκαν καθόλου ορισμένα θρεπτικά, όπως για παράδειγμα ολικό άζωτο και ολικό φώσφορο.

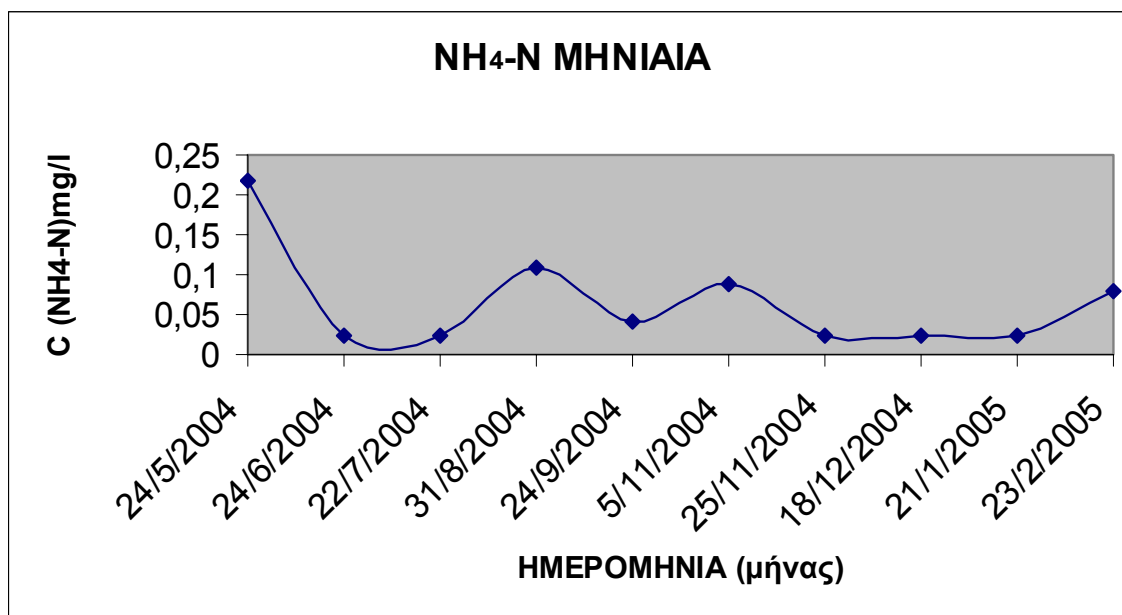
Το μοναδικό θρεπτικό που ανιχνεύτηκε και για τους δέκα μήνες ήταν το νιτρικό άζωτο, χωρίς όμως να ξεπεράσει τα επιτρεπτά όρια που θέτει η Ευρωπαϊκή Ένωση [36]. Στον διάγραμμα 5.13 παρουσιάζονται, όπως και πριν, οι τιμές των συγκεντρώσεων του νιτρικού αζώτου. Ενώ στα διαγράμματα 5.14 και 5.15 παρουσιάζονται οι μετρήσεις των συγκεντρώσεων του αμμωνιακού αζώτου και των φωσφορικών αντίστοιχα. Και στο σημείο Σ₂

τα ύδατα του ποταμού παρουσιάζουν αύξηση κατά την περίοδο που σημειώνονται βροχοπτώσεις.

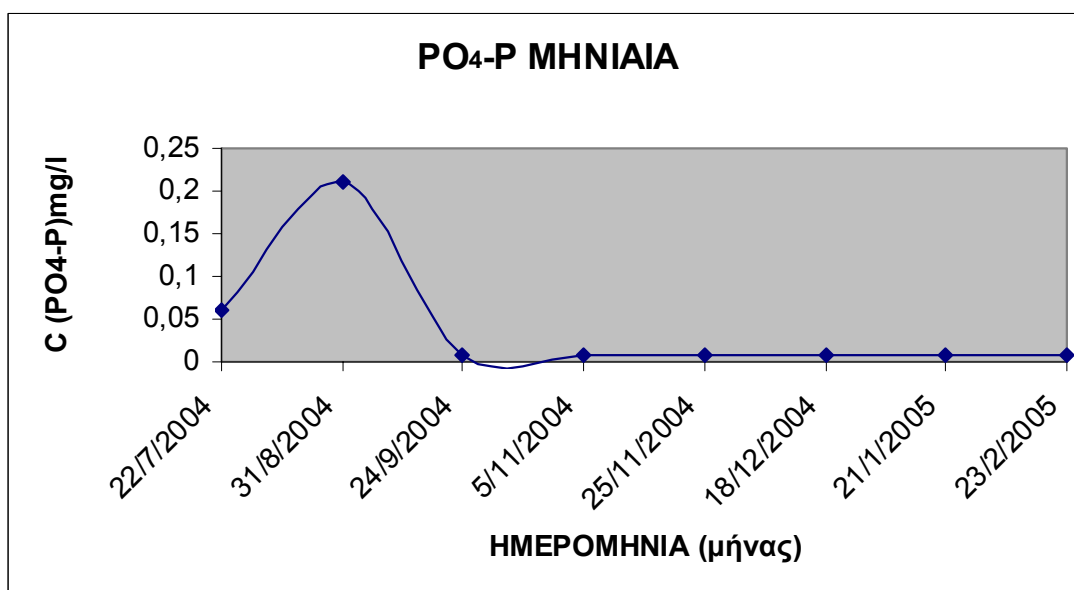
Τα διαγράμματα των υπολοίπων θρεπτικών στοιχείων παρατίθενται στο παράρτημα Ι.



Διάγραμμα 5. 13: Μετρήσεις συγκεντρώσεων νιτρικού αζώτου στο σταθμό παρακολούθησης Σ₂.



Διάγραμμα 5. 14: Μετρήσεις συγκεντρώσεων αμμωνιακού αζώτου στο σταθμό παρακολούθησης Σ₂.



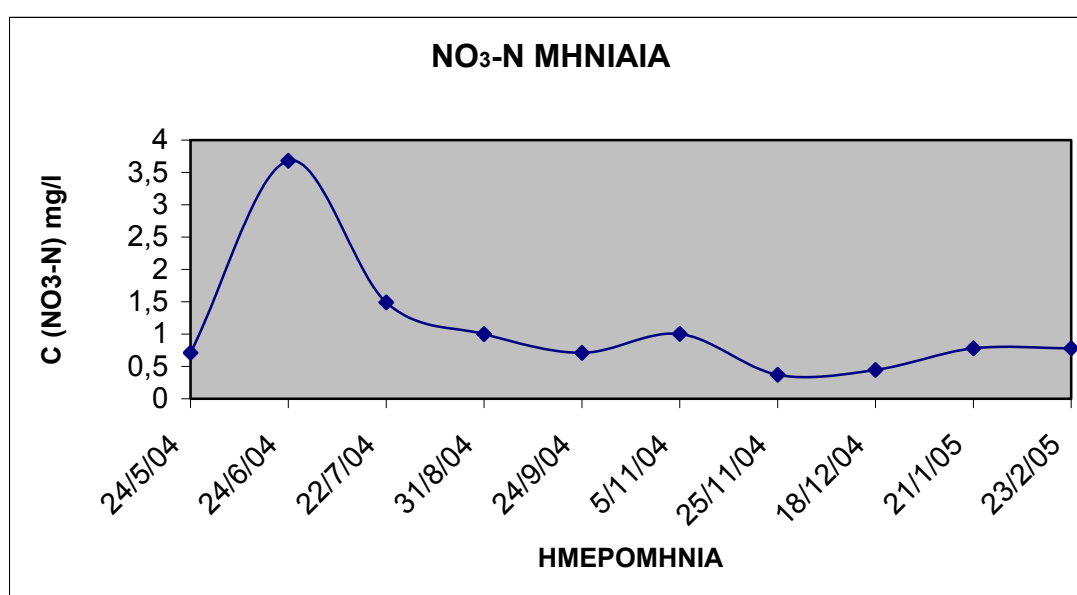
Διάγραμμα 5. 15: Μετρήσεις συγκεντρώσεων φωσφορικών στο σταθμό παρακολούθησης Σ₂.

➤ ΣΗΜΕΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ Σ₃

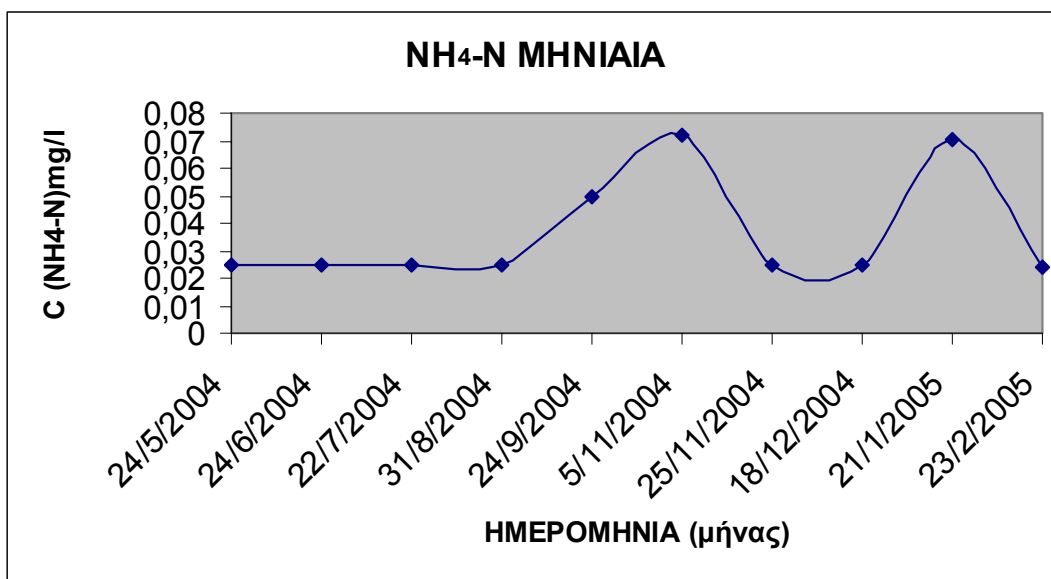
Το τρίτο σημείο δειγματοληψίας στον ποταμό Κοιλιάρη, όπως έχει προαναφερθεί, βρίσκεται στην περιοχή του Αγίου Γεωργίου. Τα νερά στο σημείο αυτό του ποταμού παρουσιάζουν παρόμοια χημικά χαρακτηριστικά με τα προηγούμενα δύο σημεία δειγματοληψίας στο ποτάμι. Το pH παρουσιάζει μια μικρή αύξηση, αλλά κυμαίνεται σε φυσιολογικά επίπεδα, με μέγιστη τιμή 8,44 και ελάχιστη 6,87. Η θερμοκρασία έχει μέγιστη τιμή 18 °C και ελάχιστη 11,4 °C.

Ολικό άζωτο και ολικός φώσφορος δεν ανιχνεύτηκαν σε καμία περίπτωση και τα υπόλοιπα θρεπτικά στοιχεία εμφανίζονται σε πολύ χαμηλές τιμές. Το νιτρικό άζωτο είναι το μοναδικό στοιχείο που ανιχνεύτηκε και τους δέκα μήνες της μελέτης, σε καμία όμως περίπτωση αυτές οι τιμές δεν ξεπέρασαν τα όρια που θέτει η Ευρωπαϊκή Ένωση [36]. Στο διάγραμμα 5.16 παρουσιάζονται οι τιμές της συγκέντρωσης του νιτρικού αζώτου. Τα υπόλοιπα διαγράμματα των θρεπτικών στοιχείων παρουσιάζονται στο παράρτημα Ι.

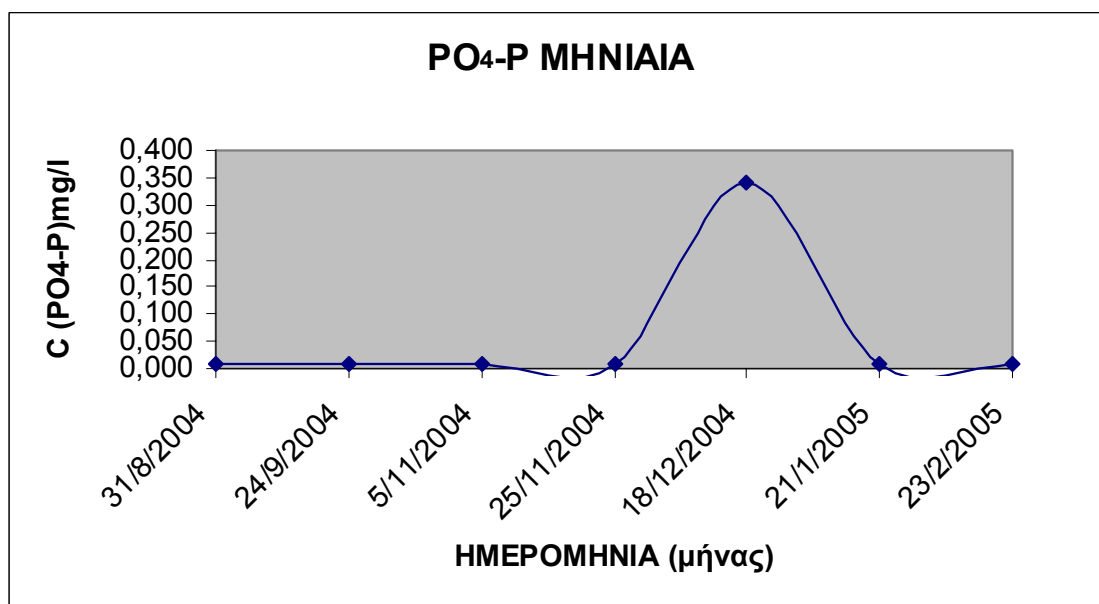
Στα διαγράμματα 5.17 και 5.18 παρουσιάζονται οι τιμές του αμμωνιακού αζώτου και των φωσφορικών αντίστοιχα. Και στην προκειμένη περίπτωση παρατηρείται αύξηση των συγκεντρώσεων των θρεπτικών στις περιπτώσεις που είχαν σημειωθεί βροχοπτώσεις.



Διάγραμμα 5. 16: Μετρήσεις συγκεντρώσεων νιτρικού αζώτου στο σταθμό παρακολούθησης Σ₃.



Διάγραμμα 5. 17: Μετρήσεις συγκεντρώσεων αμμωνιακού αζώτου στο σταθμό παρακολούθησης Σ₃.



Διάγραμμα 5. 18: Μετρήσεις συγκεντρώσεων φωσφορικών στο σταθμό παρακολούθησης Σ₃.

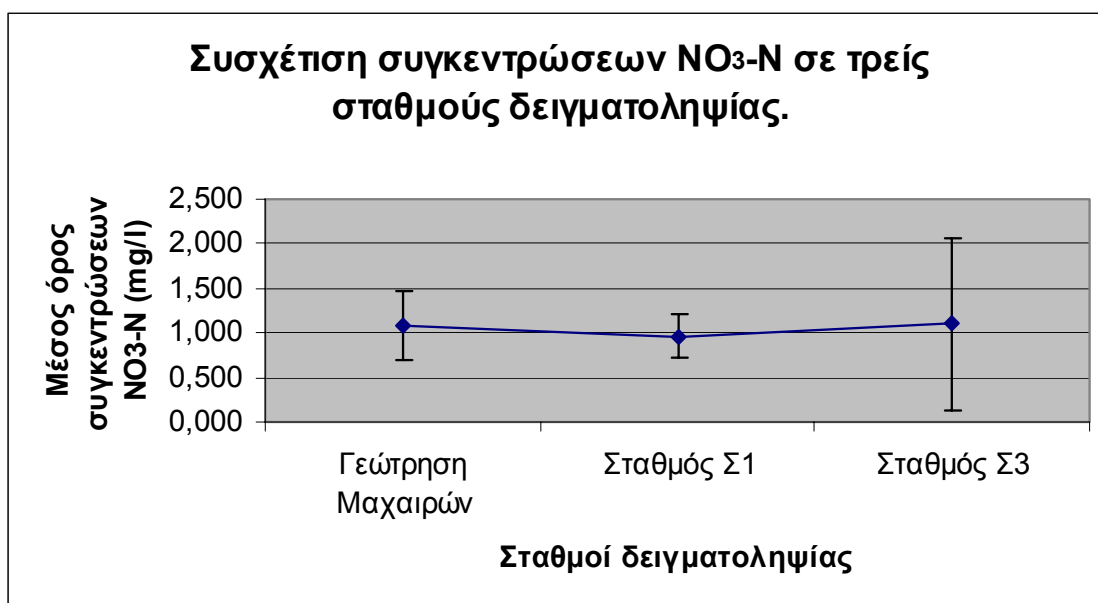
5.7 Συγκριτικά αποτελέσματα χημικών αναλύσεων.

Όπως προαναφέραμε οι συγκεντρώσεις που εμφανίζουν τις μεγαλύτερες τιμές είναι αυτές του νιτρικού αζώτου. Γνωρίζοντας ότι η γεώτρηση των Μαχαιρών ανήκει στο καρστικό σύστημα των Λευκών Ορέων και ότι στον σταθμό παρακολούθησης Σ₃ έχουμε την συνολική παροχή του ποταμού Κοιλιάρη στο πίνακα εμφανίζονται οι μέσες τιμές των συγκεντρώσεων του νιτρικού αζώτου για την γεώτρηση των Μαχαιρών και τους σταθμούς παρακολούθησης Σ₁ και Σ₃.

Πίνακας 5. 10: Ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων νιτρικού αζώτου για τρία σημεία δειγματοληψίας.

	Συγκεντρώσεις NO₃-N	
Τοποθεσία	M.O.	ST.DEV.
Γεώτρηση Μαχαιρών	1,091	0,385
Σταθμός Σ1	0,962	0,252
Σταθμός Σ3	1,097	0,960

Στον πίνακα 5.10 εκτός από τον μέσο όρο των τιμών των συγκεντρώσεων παρουσιάζεται και η τυπική απόκλιση των τιμών για το ίδιο χρονικό διάστημα. Όπως παρατηρείται και στο διάγραμμα 5.19 οι τιμές των συγκεντρώσεων για τη διάρκεια περίπου ενός έτους είναι σχεδόν ίσες και για τους τρεις σταθμούς παρακολούθησης και οι τιμές τους κυμαίνονται γύρω στο 1 mg/l.



Διάγραμμα 5. 19: Συσχέτιση συγκεντρώσεων νιτρικού αζώτου σε τρία σημεία δειγματοληψίας.

Στον πίνακα 5.11 παρουσιάζεται ο μέσος όρος των τιμών του νιτρικού αζώτου για τους τρεις καλοκαιρινούς μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο, μαζί με την τυπική απόκλιση των τιμών των συγκεντρώσεων. Όπως παρατηρείται από τον πίνακα την καλοκαιρινή περίοδο παρόλο που υπάρχει μείωση των τιμών των θρεπτικών σε σχέση με την ετήσια τιμή της συγκέντρωσης παρατηρείται νιτρορύπανση στα ύδατα του ποταμού σε σχέση με την γεώτρηση των Μαχαιρών.

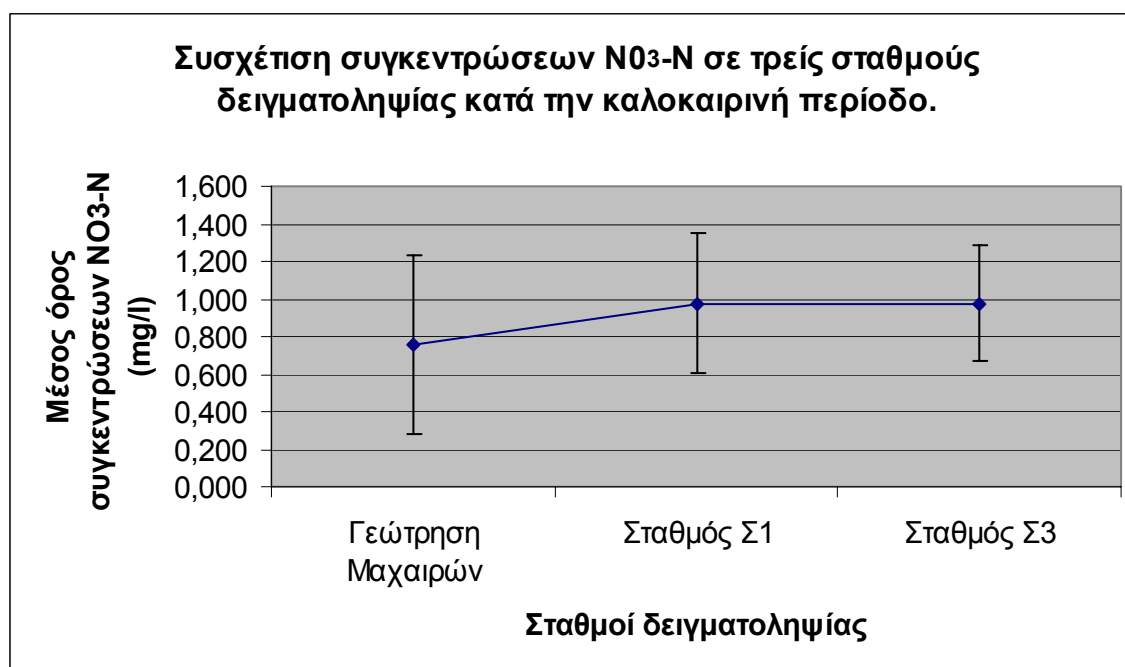
Όπως έχει προαναφερθεί μετά από μια περίοδο ξηρασίας οι πρώτες βροχοπτώσεις σημειώθηκαν τον μήνα Αύγουστο και τον μήνα Νοέμβριο. Ακριβώς γι' αυτό το λόγο οι συγκεντρώσεις όλων των θρεπτικών παρουσίασαν αύξηση τις αντίστοιχες περιόδους. Παρόλο που οι τιμές των θρεπτικών στην πλειονότητα των περιπτώσεων δεν ξεπερνούν τα όρια της Ευρωπαϊκής Ένωσης, παρατηρείται ρύπανση.

Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 3^ο τα φορτία που προέρχονται από την υγρή και ξηρή εναπόθεση ανέρχονται σε 10, 4 μg/l DIP για τη διάρκεια ενός έτους και 0,76 mg/l DIN. Παρατηρώντας τις τιμές των συγκεντρώσεων των θρεπτικών στην γεώτρηση των Μαχαιρών, η οποία ανήκει στο καρστικό σύστημα των Λευκών Ορέων, παρατηρείται ρύπανση αρκετά μεγαλύτερη από τα φορτία που προέρχονται από την βροχόπτωση. Αυτή η ρύπανση στο

υπόγειο νερό οφείλεται κυρίως στις κτηνοτροφικές δραστηριότητες στην περιοχή των Λευκών Ορέων κατά την καλοκαιρινή περίοδο. Μάλιστα στα ύδατα του ποταμού παρατηρείται μεγαλύτερη ρύπανση, διότι εκτός από τις φορτίσεις που προέρχονται από τα Λευκά Όρη, το ποτάμι φορτίζεται και από γεωργικές δραστηριότητες καθώς και από την αύξηση του πληθυσμού στους γειτονικούς οικισμούς κατά την καλοκαιρινή περίοδο, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 5.20.

Πίνακας 5. 11: Ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων νιτρικού αζώτου για τρία σημεία δειγματοληψίας για την θερινή περίοδο.

	Συγκεντρώσεις NO ₃ -N	
Τοποθεσία	M.O.	ST.DEV.
Γεώτρηση Μαχαιρών	0,759	0,478
Σταθμός Σ1	0,98	0,376
Σταθμός Σ3	0,98	0,308



Διάγραμμα 5. 20: Ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων νιτρικού αζώτου για τρία σημεία δειγματοληψίας για την θερινή περίοδο.

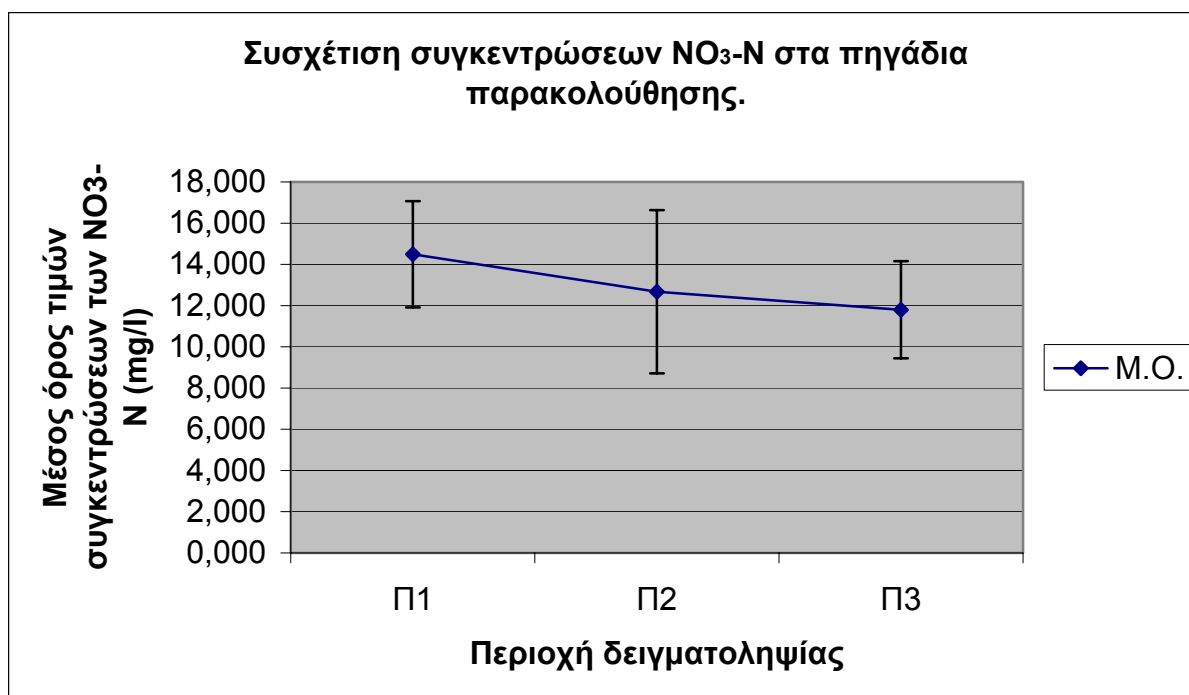
Όσον αφορά τα πηγάδια παρακολούθησης στον πίνακα 5.12 εμφανίζεται ο μέσος όρος των τιμών των συγκεντρώσεων του νιτρικού αζώτου και η τυπική απόκλιση των τιμών τους.

Πίνακας 5. 12: Ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων νιτρικού αζώτου για τρία πηγάδια παρακολούθησης.

Τοποθεσία	M.O.	ST.DEV.
Π1	14,487	2,578
Π2	12,673	3,963
Π3	11,798	2,354

Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 5.21 το πηγάδι παρακολούθησης Π₁ εμφανίζει τις μεγαλύτερες τιμές συγκεντρώσεων νιτρικού αζώτου και αυτό οφείλεται στις μεγαλύτερες φορτίσεις που δέχεται μιας και βρίσκεται στην αυλή σπιτιού, και όχι σε καλλιεργήσιμες περιοχές όπως τα υπόλοιπα πηγάδια. Μάλιστα οι τιμές των συγκεντρώσεων των νιτρικών και γενικότερα όλων των θρεπτικών είναι κατά πολύ μεγαλύτερες από τις γεωτρήσεις και τους σταθμούς παρακολούθησης, όπως έχει προαναφερθεί.

Παρατηρείται λοιπόν σημαντική νιτρορύπανση μιας και εκτός από το νιτρικό άζωτο οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις θρεπτικών παρουσιάζει το ολικό άζωτο.



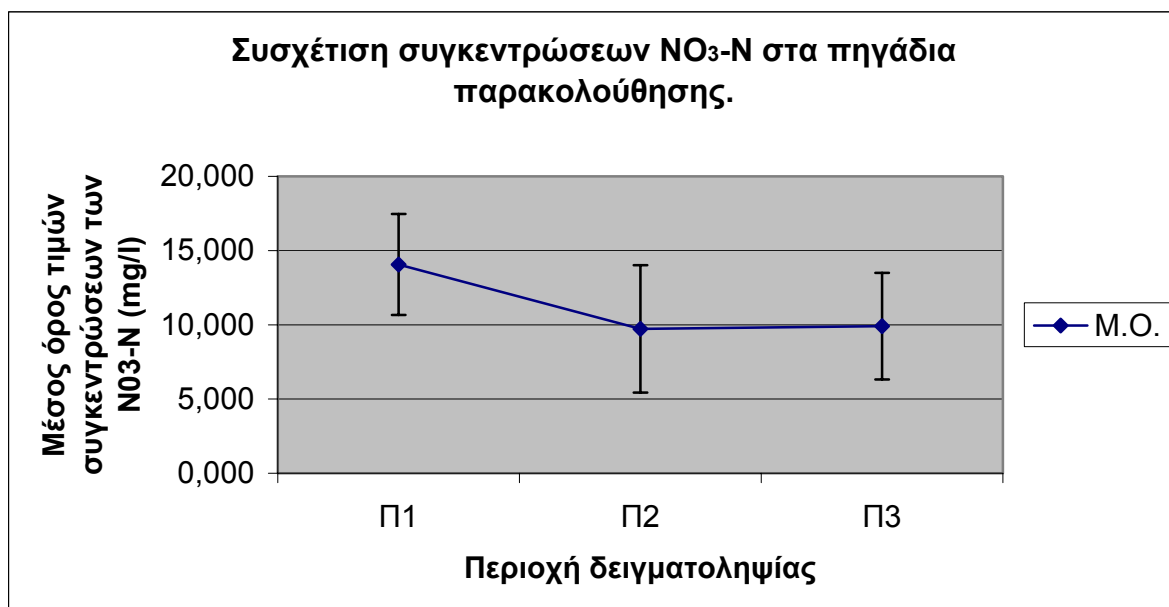
Διάγραμμα 5. 21: Ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων νιτρικού αζώτου για τρία πηγάδια παρακολούθησης.

Κατά τους καλοκαιρινούς μήνες οι τιμές του νιτρικού αζώτου στα πηγάδια παρακολούθησης παρουσιάζονται στον πίνακα 5.13. Αν εξαιρέσουμε το πηγάδι Π₁ στα άλλα παρατηρείται μείωση της συγκέντρωσης των νιτρικών και αύξηση στην τυπική απόκλιση των τιμών τους.

Πίνακας 5. 13: Ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων νιτρικού αζώτου για τρία πηγάδια παρακολούθησης για την θερινή περίοδο.

Τοποθεσία	M.O.	ST.DEV.
Π1	14,063	3,402
Π2	9,723	4,294
Π3	9,910	3,587

Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 5.22 η έλλειψη βροχοπτώσεων οδηγούν στη μείωση των θρεπτικών κυρίως στα πηγάδια Π₂, Π₃ που βρίσκονται σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις, μιας και όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 4^ο η κίνηση του υπόγειου νερού γίνεται από τα πηγάδια προς το ποτάμι.



Διάγραμμα 5. 22: Ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων νιτρικού αζώτου για τρία πηγάδια παρακολούθησης για την θερινή περίοδο.

Στον πίνακα 5.14 παρουσιάζονται οι μέσοι όροι των συγκεντρώσεων του DIP, DIN και total N για όλα τα σημεία δειγματοληψίας, όπου υπήρχαν μετρήσεις.

Πίνακας 5. 14: Ο μέσος όρος των συγκεντρώσεων ολικού αζώτου, διαλυμένου ανόργανου αζώτου και διαλυμένου ανόργανου φωσφόρου.

	DIN	TN	DIP
Γ1	1,1		0,2
Σ1	1,1		0,1
Σ2	0,8		0,0
Σ3	1,1		0,1
Π1	14,6	17,3	0,5
Π2	12,7	16,8	0,6
Π3	11,9	13,9	0,4

Από τον πίνακα 5.14 προκύπτει ο περιοριστικός παράγοντας για όλες τις τοποθεσίες δειγματοληψίας, καθώς και το ποσοστό του ανόργανου αζώτου στο ολικό. Όπως παρατηρούμε και στον πίνακα 5.15, σε αντίθεση με τα ύδατα του ποταμού, το διαλυμένο ανόργανο άζωτο στο υπόγειο νερό είναι περίπου το 80% του ολικού. Μάλιστα όπως φαίνεται στον πίνακα 5.15 ο περιοριστικός παράγοντας στις περιπτώσεις της γεώτρησης των Μαχαιρών και του σταθμού Σ₁ είναι το άζωτο ενώ σε αντίθεση με όλα τα υπόλοιπα σημεία παρακολούθησης που είναι ο φώσφορος.

Πίνακας 5. 15: Περιοριστικός παράγοντας και το ποσοστό του διαλυμένου ανόργανου αζώτου στο ολικό άζωτο.

	DIN/DIP	DIN/TN
Γ1	7,10	
Σ1	9,13	
Σ2	20,61	
Σ3	22,76	
Π1	26,84	0,84
Π2	20,24	0,76
Π3	33,50	0,86

Από την νομοθεσία του πόσιμου νερού που προαναφέραμε και τα στοιχεία για όλα τα σημεία δειγματοληψίας προκύπτει ότι τα ύδατα του ποταμού και των γεωτρήσεων είναι μέσα στα όρια που θέτει η Ευρωπαϊκή Ένωση, σε αντίθεση με τα πηγάδια παρακολούθησης που παρατηρείται νιτρορύπανση και τα επίπεδα των νιτρικών ξεπερνούν αυτά που θέτει η Ευρωπαϊκή Ένωση. Μάλιστα όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο της υδρολογίας έχουμε εισροή υπόγειου ύδατος από τα πηγάδια προς το ποτάμι και αυτό έχει σαν συνέπεια την ρύπανση των υδάτων του ποταμού.

Κεφαλαίο 6^ο : Μαθηματικό Μοντέλο Προσομοίωσης Περιβαλλοντικών Πιέσεων.

6.1. Στοιχεία εισαγωγής στο μοντέλο Qual2K.

Για την προσομοίωση της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη, χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από την υδρολογία και την χημεία, που αναλύσαμε σε προηγούμενα κεφάλαια. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από τις πηγές του Στύλου, από τα πηγάδια παρακολούθησης και από την περιοχή του Αγίου Γεωργίου. Η προσομοίωση πραγματοποιήθηκε για την καλοκαιρινή περίοδο, όπου οι παροχές των παραποτάμων είναι μηδενική, και πιο συγκεκριμένα για της 22 Ιουλίου. Η προσομοίωση πραγματοποιήθηκε για διάρκεια 2 ημερών και το χρονικό βήμα για μετρήσεις στο μοντέλο ορίστηκε στις 0,05 ώρες.

Συγκεκριμένα στο μοντέλο Qual2K προσομοιώθηκε το κομμάτι του ποταμού από τις πηγές του Στύλου μέχρι και την περιοχή του Αγίου Γεωργίου, όπου συγκεντρώνονται όλοι οι ποταμοί και παραπόταμοι της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη. Όπως υπολογίστηκε και στο κεφάλαιο 4^ο το συνολικό μήκος του συγκεκριμένου τμήματος του ποταμού είναι 2258,59 m. Σαν αρχικό τμήμα του ποταμού, που προσομοιώνεται στο μοντέλο, θεωρήθηκαν οι πηγές του Στύλου και η χημεία των υδάτων προήλθε από τις μετρήσεις που έγιναν στον σταθμό παρακολούθησης Σ₁. Η παροχή του αρχικού τμήματος υπολογίστηκε περίπου από τη συνολική παροχή όλων των πηγών που βρίσκεται στην περιοχή του Στύλου και ανέρχεται σε 7 m³/sec. Πιο αναλυτικά οι τιμές που εισήχθηκαν στο μοντέλο για το αρχικό κομμάτι φαίνονται στον πίνακα 6.1.

Πίνακας 6. 1: Στοιχεία αρχικού τμήματος του ποταμού στο μοντέλο Qual2K.

Headwater Flow	7,000	m3/s
Prescribed downstream boundary?	No	
Headwater Water Quality	Units	
Temperature	C	14,00
Conductivity	umhos	150,00
Inorganic Solids	mgD/L	11,94
Dissolved Oxygen	mg/L	8,00
CBODslow	mgO2/L	1,34
CBODfast	mgO2/L	1,34
Dissolved Organic Nitrogen	ugN/L	200,00
NH4-Nitrogen	ugN/L	25,00
NO3-Nitrogen	ugN/L	1230,00
Dissolved Organic Phosphorus	ugP/L	591,00
Inorganic Phosphorus (SRP)	ugP/L	9,00
Phytoplankton	ugA/L	0,00
Detritus (POM)	mgD/L	0,00
Pathogen	cfu/100 mL	0,00
Alkalinity	mgCaCO3/L	98,00
pH	s.u.	7,00

Μέσα στο πρόγραμμα, μαζί με το αρχικό κομμάτι, το ποτάμι χωρίστηκε σε οχτώ ισομήκη τμήματα στα οποία θεωρήθηκε ότι έχουμε εισροή υπογείου ύδατος. Η παροχή του υπόγειου νερού θεωρήθηκε ίση για κάθε τμήμα και στοιχεία για την χημεία των υπόγειων υδάτων προήλθαν από τις τιμές των υδάτων των πηγαδιών παρακολούθησης.

Η παροχή που αντιστοιχεί σε κάθε υποτμήμα του ποταμού και που αντιστοιχεί στην παροχή του υπογείου νερού είναι 0,045 m³/sec. Τα υπόλοιπα στοιχεία που αφορούν την χημεία των υδάτων διακρίνονται στον πίνακα 6.2.

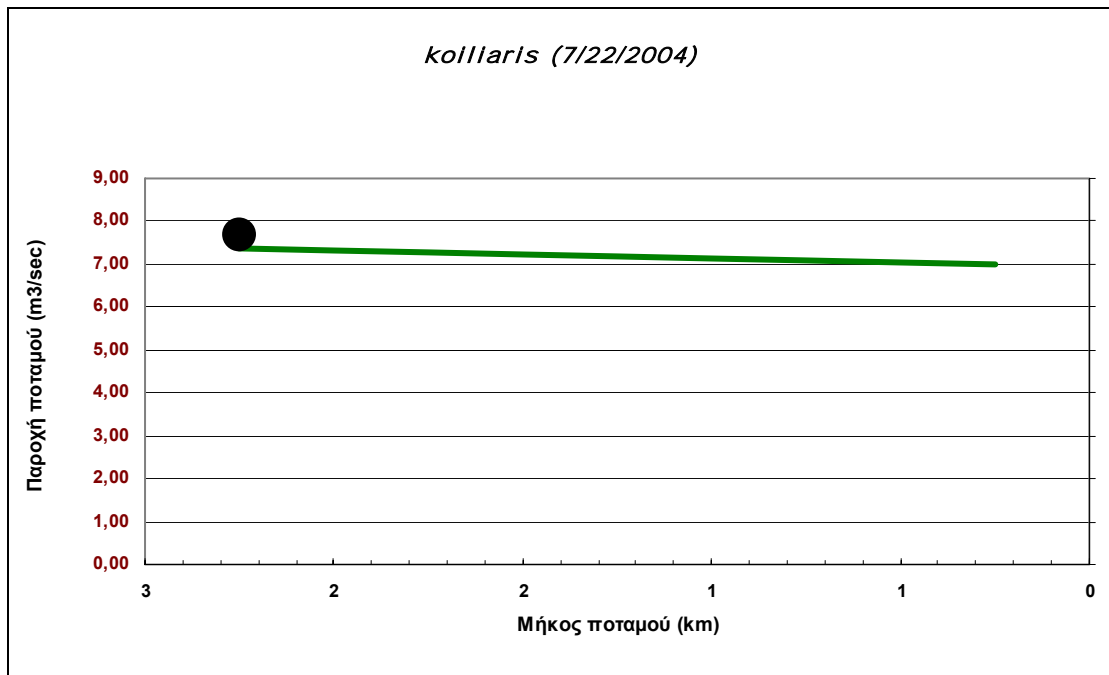
Πίνακας 6. 2: Στοιχεία υποτμημάτων του ποταμού στο μοντέλο Qual2K.

<i>Name</i>	<i>Location (km)</i>	<i>Inflow (m³/s)</i>	<i>Specific Conductance (umhos)</i>	<i>Dissolved Oxygen(mg/L)</i>	<i>Organic N(ugN/L)</i>	<i>Ammonia N (ugN/L)</i>	<i>Nitrate + Nitrite N(ugN/L)</i>
Headwater	0,25	0,04500	808,00	10,00	2898,5	28,3	13409,9
1	0,50	0,04500	808,00	10,00	2898,5	28,3	13409,9
2	0,75	0,04500	808,00	10,00	2898,5	28,3	13409,9
3	1,00	0,04500	808,00	10,00	2898,5	28,3	13409,9
4	1,25	0,04500	808,00	10,00	2898,5	28,3	13409,9
5	1,50	0,04500	808,00	10,00	2898,5	28,3	13409,9
6	1,75	0,04500	808,00	10,00	2898,5	28,3	13409,9
7	2,00	0,04500	808,00	10,00	2898,5	28,3	13409,9

Τέλος για το τελευταίο κομμάτι του ποταμού εισήχθησαν στοιχεία από τον σταθμό παρακολούθησης Σ₃. Η παροχή στο κομμάτι αυτό ανέρχεται σε 7,68 m³/sec και τα στοιχεία αυτά εισήχθησαν με σκοπό την σύγκριση των πραγματικών στοιχείων που μετρήθηκαν και των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από το μοντέλο.

6.2. Αποτελέσματα προσομοίωσης μοντέλου QuaL2K.

Μετά την βαθμονόμηση του μοντέλου η παροχή που προκύπτει από το μοντέλο ανά τμήμα φαίνεται στο διάγραμμα 6.1. Η τελική παροχή που μας δίνει το μοντέλο ανέρχεται σε 7,36 m³/sec που πλησιάζει αρκετά με τα πραγματικά δεδομένα παροχής στο σημείο του σταθμού παρακολούθησης Σ₃. Από τα δεδομένα παροχών, που προέκυψαν από το μοντέλο, προκύπτει ότι το 92% της συνολικής παροχής των υδάτων προέρχεται από το αρχικό κομμάτι στο οποίο βρίσκονται οι πηγές του Στύλου. Ένα ποσοστό περίπου 8% προέρχεται από την εισροή υδάτων από το υπόγειο νερό.

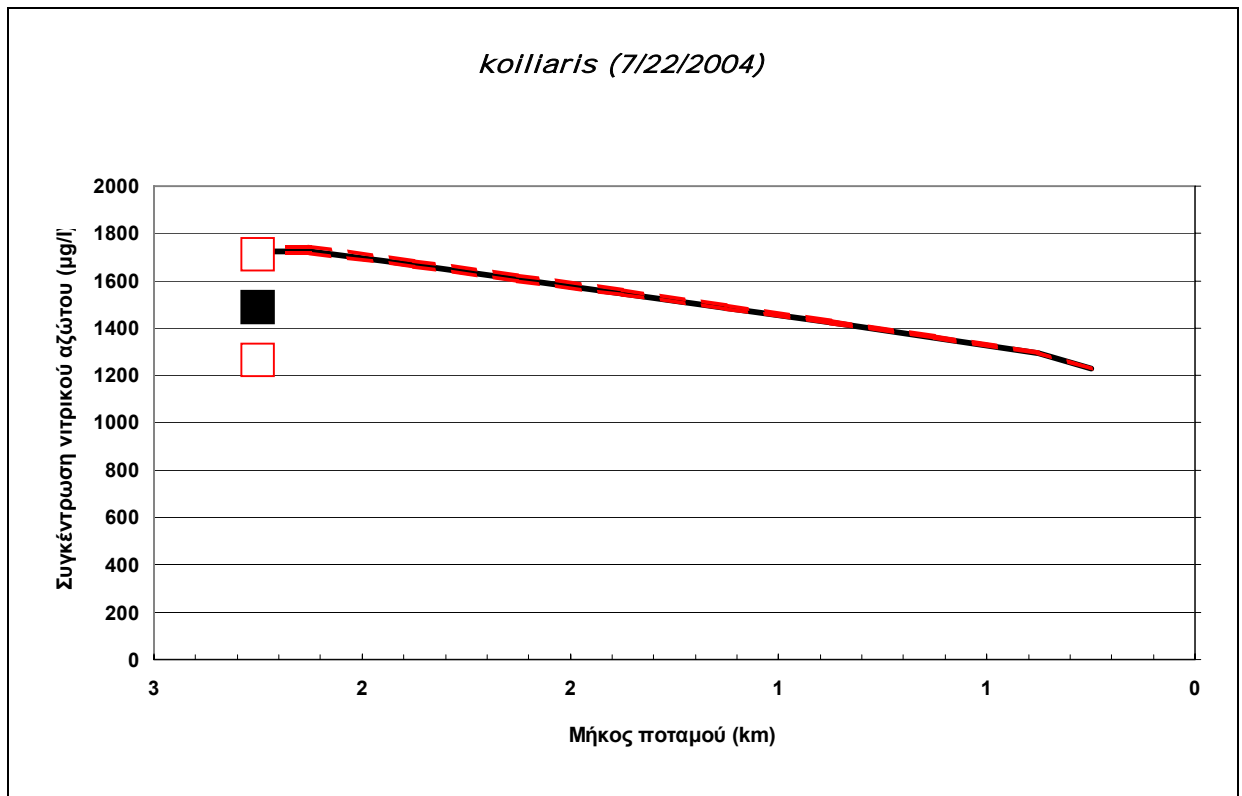


Διάγραμμα 6. 1: Παροχή από το μοντέλο Qual2K.

Αντίστοιχα, για το νιτρικό άζωτο και το αμμωνιακό άζωτο η προσομοίωση και τα αποτελέσματα που προέκυψαν από το μοντέλο διακρίνονται στα διαγράμματα 6.2 και 6.3.

Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 6.2 παρατηρείται αύξηση του νιτρικού αζώτου κατά μήκος του ποταμού και μάλιστα στην περιοχή του Αγίου Γεωργίου παρατηρείται ότι η προσομοίωση δίνει μεγαλύτερα αποτελέσματα από τα αποτελέσματα που μετρήθηκαν στο πεδίο. Σύμφωνα με τα στοιχεία που προέκυψαν από το μοντέλο, όσον αφορά το νιτρικό άζωτο, σε ποσοστό 60% προέρχεται από τα ύδατα του αρχικού τμήματος ενώ ένα ποσοστό 40% από τα υπόγεια ύδατα.

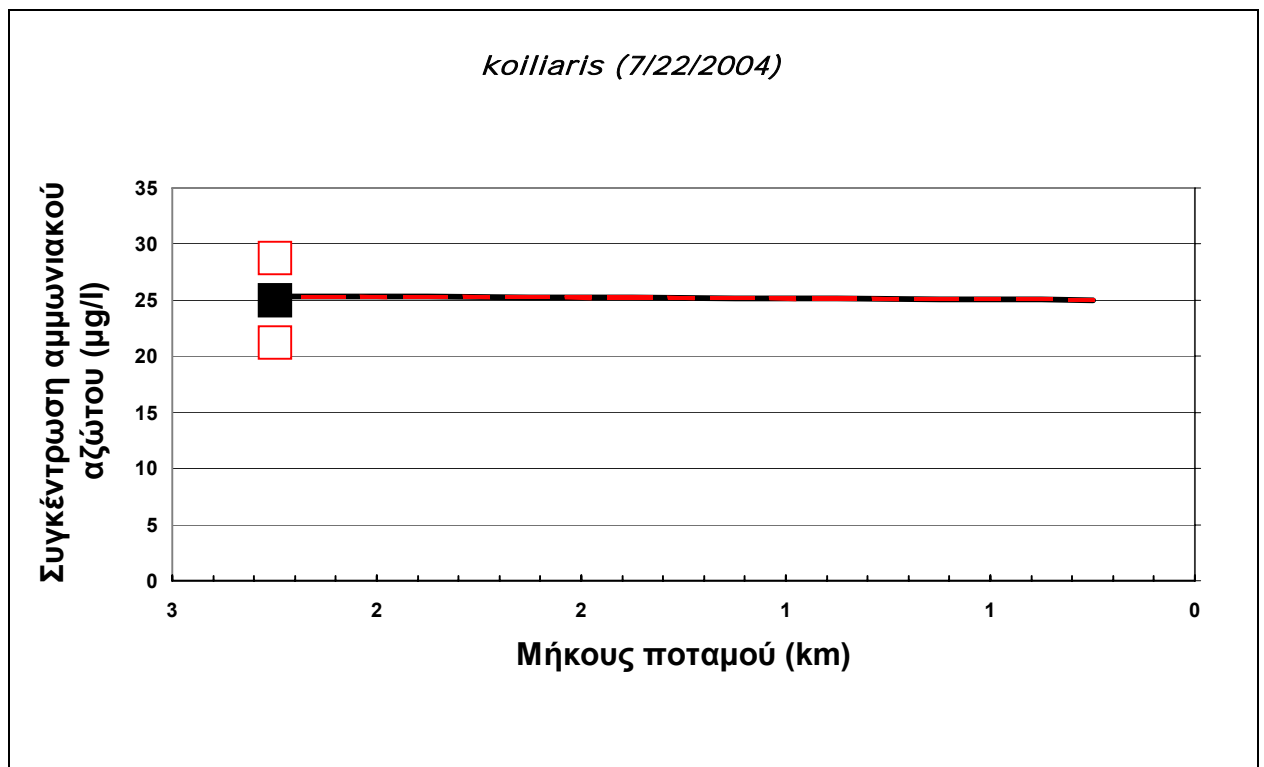
Σε αντίθεση με το νιτρικό άζωτο, το αμμωνιακό άζωτο δεν μεταβάλλεται με τους ίδιους ρυθμούς και μάλιστα η προσομοίωση του από το μοντέλο είναι αρκετά καλή μιας και η τιμή του αμμωνιακού αζώτου στον Άγιο Γεώργιο συμπίπτει με την τιμή που μετρήθηκε στο πεδίο. Το αμμωνιακό άζωτο από τα στοιχεία του προγράμματος προκύπτει ότι προέρχεται σε ποσοστό 89% από τα ύδατα του αρχικού τμήματος, ενώ σε ποσοστό 5% από την εισροή των υπογείων υδάτων. Το υπόλοιπο 6% είναι οι γεωχημικές αντιδράσεις του συστήματος μας.



Διάγραμμα 6. 2:Μεταβολή νιτρικού αζώτου στην προσομοίωση του μοντέλου Qual2K.

Από τα στοιχεία που προέκυψαν από το μοντέλο Qual2K για την αγωγιμότητα προκύπτει ότι το υπόγειο νερό συμβάλλει σε ποσοστό 18% στην αγωγιμότητα του ποταμού και η μάλιστα η συνολική παροχή που εισέρχεται από τα υπόγεια ύδατα για το τμήμα που εξετάστηκε ανέρχεται συνολικά σε 0,36 m³/sec, μια τιμή που πλησιάζει στην τιμή της παροχής που υπολογίστηκε στο κεφάλαιο της υδρολογίας με τον τύπο του Darcy και ανέρχεται σε 0,265 m³/sec.

Για την χημεία των υδάτων, όπως παρουσιάστηκε και στο κεφάλαιο της χημείας, σημαντική συγκέντρωση νιτρικού αζώτου προέρχεται από την εισροή υπογείων υδάτων από την περιοχή των πηγαδιών που όπως είναι γνωστό τα ύδατα τους περιέχουν μεγάλες συγκεντρώσεις νιτρικού αζώτου.



Διάγραμμα 6. 3: Μεταβολή αμμωνιακού αζώτου στην προσομοίωση του μοντέλου Qual2K.

ΚΕΦ. 7^ο :Σύνοψη συμπερασμάτων

Προτού γίνει αναφορά στα αποτελέσματα που εξήχθησαν θεωρήθηκε σκόπιμο να γίνει μια αναφορά στις ενέργειες που έγιναν για την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής διατριβής:

1. Συλλογή και ψηφιοποίηση γεωλογικών χαρτών στο πρόγραμμα G.I.S. και δημιουργία του γεωλογικού χάρτη της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.
2. Εγκατάσταση και λειτουργία 3 σταθμών μέτρησης παροχών στον ποταμό Κοιλιάρη.
3. Ημερήσιες μετρήσεις στάθμης και μηνιαίες μετρήσεις ταχύτητας και διατομής στους σταθμούς μέτρησης.
4. Λειτουργία 7 δειγματοληπτικών σταθμών για τα υπόγεια και επιφανειακά ύδατα. Οι 3 σταθμοί στον ποταμό Κοιλιάρη, οι 3 σε πηγάδια και ο 1 σταθμός στην γεώτρηση των Μαχαιρών.
5. Μηνιαίες μετρήσεις στάθμης σε 3 γεωτρήσεις και 6 πηγάδια.
6. Μηνιαίες δειγματοληψίες από τους σταθμούς και διεξαγωγή περίπου 500 χημικών αναλύσεων για τον προσδιορισμό των θρεπτικών στα ύδατα της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.

7.1. Σύνοψη συμπερασμάτων

Σχετικά με τις φορτίσεις που δέχεται η λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη τα συμπεράσματα συνοψίζονται ως εξής:

- Όπως παρατηρείται για το υδρολογικό έτος 2003-04 συνολικά υπολογίστηκαν 589 mm βροχόπτωσης, το οποίο αποτελεί σχετικά χαμηλή τιμή βροχοπτώσεων, σε αντίθεση με το έτος 2004-05, στο οποίο για το χρονικό διάστημα των 6 μηνών που υπάρχουν δεδομένα υπολογίστηκε ύψος βροχής στα 372,3 mm.
- Για το χρονικό διάστημα των 18 μηνών η συνολική εξατμισοδιαπνοή είναι 1033,75 mm, ενώ για την διάρκεια ενός έτους η δυνητική εξάτμιση προκύπτει 689,2 mm.

- Η συνολική εξατμισοδιαπνοή για τα υδρολογικά έτη 2003-04 έως 2004-05 είναι συνολικά 2949,72 mm ενώ για τη διάρκεια ενός έτους 1966,48 mm.
- Συνολικά η λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη δέχεται εισροές από σημειακές και μη σημειακές πηγές που φτάνουν τους 159,8 tn/year άζωτο και 68,2 tn/year φώσφορο. Ο παράγοντας που συμβάλλει περισσότερο στο άζωτο είναι η κτηνοτροφία με ποσοστό περίπου 50%. Αντίθετα στον φώσφορο η μεγαλύτερη συνεισφορά προέρχεται από την γεωργία που και εδώ το ποσοστό βρίσκεται περίπου στο 50%.

Όσον αφορά την υδρολογία της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη τα συμπεράσματα συνοψίζονται ως εξής:

- Οι διακυμάνσεις στην γεώτρηση των Μαχαιρών είναι αρκετά έντονες σε σχέση με τις άλλες δύο γεωτρήσεις παρακολούθησης. Αυτό ενισχύει την άποψη ότι το καρστικό σύστημα των Λευκών Ορέων περιλαμβάνει μια πληθώρα υδροφοριών, οι οποίες εκφορτίζονται μέσα από πολύπλοκες διαδρομές.
- Δεν υπάρχουν έντονες διακυμάνσεις στις στάθμες των πηγαδιών παρακολούθησης. Η κατεύθυνση του υπογείου νερού στην περιοχή αυτή γίνεται από τα πηγάδια προς το ποτάμι καθόλη τη διάρκεια του έτους.
- Η διηθητική ικανότητα του εδάφους υπολογίστηκε, στην πεδινή έκταση της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη, σε τρία διαφορετικά

σημεία. Εκτός από την περιοχή του Αγίου Γεωργίου που η διηθητική ικανότητα είναι μικρή στις άλλες δύο περιοχές κρίνεται καλή.

- Οι εκροές του ποταμού Κοιλιάρη είναι σημαντικότερες σε ετήσια βάση ($117 \cdot 10^6 \text{ m}^3$) και θα πρέπει να αποφευχθεί τυχόν ρύπανση του, που θα είχε σοβαρότατες επιπτώσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον όπου καταλήγουν τα ύδατα του ποταμού.
- Η εισροή από τα υπόγεια ύδατα φτάνει περίπου τα $8 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ το έτος.
- Οι αντλήσεις από τις πηγές του Στύλου ανέρχονται 768258 m^3 ανά έτος.
- Οι εισροές από τις πηγές στον σταθμό παρακολούθησης Σ₁ ανέρχονται περίπου σε $17 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ το έτος.
- Μεγάλες διαφοροποιήσεις στις μετρήσεις παροχών σε μηνιαία βάση και ωριαία.

Όσον αφορά την χημεία της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη τα συμπεράσματα συνοψίζονται ως εξής:

- Οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών στην γεώτρηση των Μαχαιρών, η οποία βρίσκεται στο καρστικό σύστημα των Λευκών Ορέων, και στα ύδατα του ποταμού βρέθηκαν μέσα στα επιτρεπτά όρια της Ευρωπαϊκής Ένωσης και κρίνονται βάση των αποτελεσμάτων εξαιρετικές.
- Οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών στα πηγάδια παρακολούθησης, κυρίως το νιτρικό άζωτο και το ολικό άζωτο, ξεπέρασαν τα όρια της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
- Αύξηση των θρεπτικών κατά τη διάρκεια των βροχοπτώσεων-Συνεισφορά του υπόγειου νερού από τον καρστικό όγκο των Λευκών

Ορέων και συνεισφορά των θρεπτικών από την κτηνοτροφία στα Λευκά Όρη.

- Το διαλυμένο ανόργανο άζωτο στο υπόγειο νερό είναι περίπου το 80% του ολικού.
- Ο περιοριστικός παράγοντας στις περιπτώσεις της γεώτρησης των Μαχαιρών και του σταθμού Σ₁ είναι το άζωτο, σε αντίθεση με όλα τα υπόλοιπα σημεία παρακολούθησης που είναι ο φώσφορος.

Σχετικά με την ανάλυση από το μοντέλο QUAL2K προκύπτει ότι:

- Το QUAL2K μπόρεσε να προσομοιώσει τις συγκεντρώσεις των νιτρικών στον ποταμό Κοιλιάρη ικανοποιητικά.
- Η συνολική εισροή από το υπόγειο νερό για το τμήμα που εξετάστηκε ανέρχεται συνολικά σε 0,36 m³/sec.
- Το νιτρικό άζωτο σε ποσοστό 60% προέρχεται από τα ύδατα του αρχικού τμήματος ενώ ένα ποσοστό 40% από τα υπόγεια ύδατα.
- Το αμμωνιακό άζωτο από τα στοιχεία του προγράμματος προκύπτει ότι προέρχεται σε ποσοστό 89% από τα ύδατα του αρχικού τμήματος,

ενώ σε ποσοστό 5% από την εισροή των υπογείων υδάτων. Το υπόλοιπο 6% είναι οι γεωχημικές αντιδράσεις του συστήματος μας.

- Το 92% της συνολικής παροχής των υδάτων προέρχεται από το αρχικό κομμάτι στο οποίο βρίσκονται οι πηγές του Στύλου. Ένα ποσοστό περίπου 8% προέρχεται από την εισροή υδάτων από το υπόγειο νερό.

7.2. Προτάσεις

Για την ευρύτερη και την πιο πλήρη κατανόηση των συνθηκών που επικρατούν στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη προτείνεται:

1. Η ποιότητα των πηγών σε θρεπτικά είναι καλή, ενώ στο υπόγειο νερό παρατηρήθηκε νιτρορύπανση. Όπως προαναφέραμε σε προηγούμενα κεφάλαια το υπόγειο νερό συνεισφέρει στα ύδατα του ποταμού Κοιλιάρη και τα επιβαρύνει με θρεπτικά. Άρα προτείνεται άντληση του υπόγειου νερού και χρησιμοποίηση του νερού για άρδευση, με σκοπό την πτώση στάθμης του υπόγειου νερού και σταδιακή ανανέωση του με νερό από βροχοπτώσεις και από το νερό του ποταμού, του οποίου η περιεκτικότητα θα είναι μικρότερη σε θρεπτικά.
2. Η εγκατάσταση ικανού αριθμού μετεωρολογικών σταθμών στην λεκάνη απορροής και κυρίως στα υψηλότερα σημεία της λεκάνης,

ώστε να είναι δυνατός ο ακριβέστερος υπολογισμός του ύψους βροχόπτωσης, χιονόπτωσης αλλά και εξάτμισης.

3. Η δημιουργία σταθερών διατομών στους σταθμούς παρακολούθησης του ποταμού για την ακριβέστερη μέτρηση της συνολικής παροχής και της παροχής των ποταμών και παραποτάμων του Κοιλιάρη.
4. Την δημιουργία ακριβέστερων ψηφιακών χαρτών για την γεωλογία, τις χρήσεις γης και την οικολογία της περιοχής.
5. Η συνέχιση της διεξαγωγή μετρήσεων θρεπτικών και η εγκατάσταση περισσότερων σταθμών με σκοπό την παρακολούθηση της ποιότητας των υδάτων του ποταμού Κοιλιάρη και των πηγών που αναβλύζουν σε όλη την έκταση της λεκάνης απορροής.
6. Η εκπόνηση μελετών για την οικολογία της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.

Για την βέλτιστη διαχείριση των υδατικών πόρων της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη θα πρέπει να υπάρξει η καλύτερη δυνατή συνεργασία μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων και η από κοινού προσπάθεια προς την κατεύθυνση της ορθολογικής και βιώσιμης χρήσης των υδατικών πόρων της περιοχής. Γι' αυτό πρέπει να συνεχιστεί η προσπάθεια από όλους τους εμπλεκόμενους φορείς με σκοπό την ολοκλήρωση ενός διαχειριστικού σχεδίου με βάση τα πρότυπα της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Βιβλιογραφία

- [1] Νόμος 1739/87 , Περί Διαχείρισης Υδατικών Πόρων και άλλες διατάξεις.
- [2] Οδηγία 2000/60ΕΚ,Θέσπιση πλαισίου Κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων.
- [3] A.P. Karageorgis, N.P. Nikollaidis, H. Karamanos, N. Skoulikidis,(2003), Water and sediment quality assessment of the Axios River and its coastal environment.
- [4] Σκουλικίδης Ν., Ν. Νικολαΐδης, Ε. Ζαγγανά & Α.Οικονομοπούλου, (2001), Εκτίμηση της Συνεισφοράς της Γεωργίας στην Υδατική Ρύπανση. Τελική Τεχνική Έκθεση.
- [5] Γ. Καλλιάνης, Κ. Χατζηθεοχάρους, (2003), Υδρολογική Ανάλυση Λεκάνης Απορροής Ποταμού Κοιλιάρη-Εκτίμηση Ρύπανσης από Θρεπτικά, Χανιά.
- [6] Βοζινάκης Κ,(2003), Υπουργείο Γεωργίας-Διεύθυνση Εγγείων Βελτιώσεων, Χανιά.
- [7] Βοζινάκης Κ., Κουγιάννη Σ.,(2004), «Υδατικοί πόροι Νομού Χανίων και Διαχείριση τους.» Διεύθυνση Εγγείων Βελτιώσεων και Υδατικών Πόρων, Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Χανίων.
- [8] Καραγιαννάκης Ν., (2004), Δήμος Αρμένων , Χανιά.
- [9] Λέκκας Μ., (2005), « Μικροκλιματική Μελέτη και Ανάλυση των Τάσεων των Χρονοσειρών της Θερμοκρασίας του Αέρα και του Νετού στον Μετεωρολογικό Σταθμό Σούδας.», Χανιά.
- [10] Επόπτευση περιοχής- Προσωπική επαφή με Μαστραντώκη Μ., Μηχανικό Δήμου Αρμένων, Ζουλάκη Ν. Δημοτικό Σύμβουλο, Χανιά 2004.
- [11] Solinst,(2002), Water level meter Model 101 Manual, Canada.
- [12] In-situ,(2003), Mini Troll Operators Manual, Colorado.
- [13] Επόπτευση περιοχής- Εργαστήριο Υδρογεωχημικής Μηχανικής και Αποκατάστασης Εδαφών, Χανιά 2004.
- [14] Global Water,(2002), FP101-FP201 Global Flow Probe User's Manual, USA.

- [15] Hydrological Services,(2002), H-S OSS-B Global Flow Probe User's Manual, Australia.
- [16] EPA, 1999, Standard Methods for Wastewater, Usa.
- [17] Hack Company,1999, DR/2010 SPECTROPHOTOMETER Procedures Manual, Usa.
- [18] S. Chapra, G. Pelletier, (2003), Qual2K: A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality.
- [19] Νομαρχία Χανίων, (1996), Το υδατικό δυναμικό του Νομού Χανίων,Χανιά.
- [20] Orion Company,(1999), Dissolved Oxygen Meter Models 810 and 850 instruction manual, Usa.
- [21] Orion Company,(1999), Benchtop pH/ISE Meters Models 210A,230A,250A,290A instruction manual, Usa.
- [22] Orion Company,(1999), Conductivity Meter instruction manual, Usa.
- [23] Διακοπούλου Π, (2003), Εθνικό Κέντρο Θαλασσίων Ερευνών, Αθήνα.
- [24] Δουνάκης Κ, Ιστορία της επαρχίας Αποκορώνου, Χανιά.
- [25] Γιπαράκη Ε, (2003) Υπουργείο Γεωργίας-Διεύθυνση Γεωργίας, Χανιά
- [26] Τσακίρης Γ, (1995), Υδατικοί πόροι: Τεχνική Υδρολογία, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα.
- [27] Παυλίδου Σ, (2004), Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών. Παράρτημα Κρήτης, Ρέθυμνο.
- [28] Κνιθάκης Μ, (1993), Έκθεση επι των αποτελεσμάτων ιχνηθέτησης στην περιοχή των πηγών Στύλου Χανίων, Ρέθυμνο.
- [29] Markaki Z,Oikonomou K,Kocak M.Kouvarakis G,Chaniotati A,Kubilay N,Mihalopoulos N, (2001),Atmospheric deposition of inorganic phosphorus in the Levantine basin, eastern Mediterranean : spatial an temporal and its role in seawater productivity.
- [30] Υδρογαία Ε.Π.Ε, (1972). Μελέτη Αξιοποίησης Υδατικού Δυναμικού Δυτικής Κρήτης.
- [31] Ι.Γ. Σακκά, (2004), Τεχνική Υδρολογία Τόμος Ι, Υδρολογία Επιφανειακών Υδάτων,Θεσσαλονίκη.
- [32] Οργανισμός Ανάπτυξης Δυτικής Κρήτης,(2004),Χανιά.

- [33] Knapp J W, Introduction to Hydrology, Third Edition, The Harper Collins Publishers.
- [34] Heng HH, (1996), Modeling of the Hydrochemical response of a watershed to nitrogen loadings, The University of Connecticut.
- [35] Χατζημπίρος Κ, (2001), Οικολογία, Οικοσυστήματα και Προστασία Περιβάλλοντος, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα.
- [36] Νόμος 75/440/ΕΟΚ , Περί της απαιτούμενης Διαχείρισης Υδατικών Πόρων και άλλες διατάξεις.
- [37] Νόμος 80/778/ΕΟΚ , Περί της ποιότητας του πόσιμου νερού.

Παράρτημα Ι

Δεδομένα και Υπολογισμοί Θρεπτικών

Μετρήσεις Θρεπτικών

Μετρήσεις Ολικού Φωσφόρου

Πίνακας Ι.1 : Μετρήσεις συγκεντρώσεων ολικού φωσφόρου.

		24/6/2004		
		HACH		Συγκέντρωση (mg/l)
		ABS	Abs-Abs SB	$x=(y*6,5018)-$ 0,5399
1.ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΜΑΧΑΙΡΩΝ		0,157	0,1	B.D.L.
2.Π2		0,047	-0,01	B.D.L.
3.Π3		0,378	0,321	1,527
4.Π1		0,091	0,034	B.D.L.
5.Σ1		0,1	0,043	B.D.L.
6.Σ2		0,105	0,048	B.D.L.
7.Σ3		0,074	0,017	B.D.L.
B.D.L.	Κάτω από το όριο ανίχνευσης			
L.A.	Σφάλμα εργαστηρίου			
D.L	0,6 mg /l (όριο ανίχνευσης οργάνου)			

Πίνακας I.2 : Μετρήσεις συγκεντρώσεων ολικού φωσφόρου.

		22/7/2004		
		HACH		
				Συγκέντρωση (mg/l)
		ABS	Abs-Abs SB	$x=(y*6,5018)-0,5399$
1.ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΜΑΧΑΙΡΩΝ		0,151	0,055	B.D.L.
2.Π2		0,129	0,033	B.D.L.
3.Π3		0,144	0,048	B.D.L.
4.Π1		0,165	0,069	B.D.L.
5.Σ1		0,094	-0,002	B.D.L.
6.Σ2		0,055	-0,041	B.D.L.
7.Σ3		0,096	0	B.D.L.
B.D.L.	Κάτω από το όριο ανίχνευσης			
L.A.	Σφάλμα εργαστηρίου			
D.L	0,6 mg /l (όριο ανίχνευσης οργάνου)			

Πίνακας I.3 : Μετρήσεις συγκεντρώσεων ολικού φωσφόρου.

		31/8/2004		
		HACH		Συγκέντρωση (mg/l)
		ABS	Abs-Abs SB	$x=(y*6,5018)-0,5399$
1.ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΜΑΧΑΙΡΩΝ		0,069	0,029	B.D.L.
2.Π2		0,152	0,112	B.D.L.
3.Π3		0,187	0,147	B.D.L.
4.Π1		0,099	0,059	B.D.L.
5.Σ1		0,1	0,06	B.D.L.
6.Σ2		0,065	0,025	B.D.L.
7.Σ3		0,044	0,004	B.D.L.
B.D.L.	Κάτω από το όριο ανίχνευσης			
L.A.	Σφάλμα εργαστηρίου			
D.L	0,6 mg /l (όριο ανίχνευσης οργάνου)			

Πίνακας Ι.4 : Μετρήσεις συγκεντρώσεων ολικού φωσφόρου.

		5/11/2004		
		HACH		Συγκέντρωση (mg/l)
		ABS	Abs-Abs SB	$x=(y*6,5018)-0,5399$
1.ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΜΑΧΑΙΡΩΝ		0,087	-0,046	B.D.L.
2.Π2		0,117	-0,016	B.D.L.
3.Π3		0,155	0,022	B.D.L.
4.Π1		0,111	-0,022	B.D.L.
5.Σ1		0,007	-0,126	B.D.L.
6.Σ2		0,092	-0,041	B.D.L.
7.Σ3		0,098	-0,035	B.D.L.
B.D.L.	Κάτω από το όριο ανίχνευσης			
L.A.	Σφάλμα εργαστηρίου			
D.L	0,6 mg /l (όριο ανίχνευσης οργάνου)			

Πίνακας Ι.5 : Μετρήσεις συγκεντρώσεων ολικού φωσφόρου.

		25/11/2004		
		HACH		Συγκέντρωση (mg/l)
		ABS	Abs-Abs SB	$x=(y*6,5018)-0,5399$
1.ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΜΑΧΑΙΡΩΝ		0,149	-0,076	B.D.L.
2.Π2		0,081	-0,144	B.D.L.
3.Π3		0,101	-0,124	B.D.L.
4.Π1		0,071	-0,154	B.D.L.
5.Σ1		0,078	-0,147	B.D.L.
6.Σ2		0,093	-0,132	B.D.L.
7.Σ3		0,053	-0,172	B.D.L.
B.D.L.	Κάτω από το όριο ανίχνευσης			
L.A.	Σφάλμα εργαστηρίου			
D.L	0,6 mg /l (όριο ανίχνευσης οργάνου)			

Πίνακας Ι.6 : Μετρήσεις συγκεντρώσεων ολικού φωσφόρου.

		18/12/2004		
		HACH		Συγκέντρωση (mg/l)
		ABS	Abs-Abs SB	$x=(y*6,5018)-0,5399$
1.ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΜΑΧΑΙΡΩΝ		0,155	-0,002	B.D.L.
2.Π2		0,179	0,022	B.D.L.
3.Π3		0,171	0,014	B.D.L.
4.Π1		0,181	0,024	B.D.L.
5.Σ1		0,173	0,016	B.D.L.
6.Σ2				
7.Σ3				
B.D.L.	Κάτω από το όριο ανίχνευσης			
L.A.	Σφάλμα εργαστηρίου			
D.L	0,6 mg /l (όριο ανίχνευσης οργάνου)			

Πίνακας Ι.7 : Μετρήσεις συγκεντρώσεων ολικού φωσφόρου.

		21/1/2005		
		HACH		
		ABS	Abs-Abs SB	$x=(y*6,5018)-0,5399$
1.ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΜΑΧΑΙΡΩΝ		0,066	0,029	B.D.L.
2.Π2		0,075	0,038	B.D.L.
3.Π3		0,094	0,057	B.D.L.
4.Π1		0,071	0,034	B.D.L.
5.Σ1		0,028	-0,009	B.D.L.
6.Σ2		0,037	0	B.D.L.
7.Σ3		0,026	-0,011	B.D.L.
B.D.L.	Κάτω από το όριο ανίχνευσης			
L.A.	Σφάλμα εργαστηρίου			
D.L	0,6 mg /l (όριο ανίχνευσης οργάνου)			

Πίνακας Π.1 : Ρυπαντικά φορτία λόγω κτηνοτροφίας στο Δημοτικό Διαμέρισμα Αρμένων

Ζώο	N(Kg/ animal year)	P(Kg/ animal year)	K(Kg/ animal year)
Ίπποι			
Ημίονοι-Γίνοι			
Όνοι	0	0	0
Πρόβατα:Οικόσιτα	690,5	106	417,6
Κοπαδιάρικα	3704,02	568,7	2239,6
Νομαδικά			
Αίγες:Οικόσιτες	1883,4	289,2	1138,8
Κοπαδιάρικες	0	0	0
Νομαδικές			
Κουνέλια	253,05	86,8	74,2
Όρνιθες	1527,5	524	446,5
Χήνες	5,8	2	1,7
Χοίροι	3202,7	616	681,7
Ινδιάνοι	252,9	86,8	74,1
Στρουθοκάμηλοι	6179,2	2122,1	1810,13
Πάπιες	22,7	7,8	6,6
sum:	17722,1	4409,6	6891

Πίνακας Π.2 : Ρυπαντικά φορτία λόγω κτηνοτροφίας στο Δημοτικό Διαμέρισμα Καλαμίου.

Ζώο	N(Kg/ animal year)	P(Kg/ animal year)	K(Kg/ animal year)
Ίπποι			
Ημίονοι-Γίνοι			
Όνοι	0	0	0
Πρόβατα:Οικόσιτα	295,1	45,3	178,4
Κοπαδιάρικα	5022,4	771,2	3036,8
Νομαδικά	3139	482	1898
Αίγες:Οικόσιτες	106,7	16,3	64,5
Κοπαδιάρικες	0	0	0
Νομαδικές	439,4	67,4	265,7
Κουνέλια	28,9	9,9	8,4
Όρνιθες	52	17,8	15,2
Χήνες	0	0	0
Χοίροι	281,8	54,2	59,9
Ινδιάνοι			
Στρουθοκάμηλοι	650,4	223,3	190,5
Πάπιες			
sum:	10015,8	1687,7	5717,6
Ζώο	N(Kg/ animal year)	P(Kg/ animal year)	K(Kg/ animal year)
Ίπποι			
Ημίονοι-Γίνοι			
Όνοι	66	10,2	40,6
Πρόβατα:Οικόσιτα	627,8	96,4	379,6
Κοπαδιάρικα	6278	964	3796
Νομαδικά			
Αίγες:Οικόσιτες	1255,6	192,8	759,2
Κοπαδιάρικες	0	0	0
Νομαδικές			
Κουνέλια	1373,7	471,2	402,8
Όρνιθες	8612,5	2954,7	2517,5
Χήνες			
Χοίροι	602,1	115,8	128,2
Ινδιάνοι	361,4	124,1	105,8
Στρουθοκάμηλοι	6179,2	2122,11	1810,1
Πάπιες	84,5	29	24,7
sum:	25440,8	7080,3	9964,5

Πίνακας Π.3 : Ρυπαντικά φορτία λόγω κτηνοτροφίας στο Δημοτικό Διαμέρισμα Καλυβών.

Πίνακας Π.4 : Ρυπαντικά φορτία λόγω κτηνοτροφίας στο Δημοτικό Διαμέρισμα Κεραμείων.

Ζώο	N(Kg/ animal year)	P(Kg/ animal year)	K(Kg/ animal year)
Ίππτοι	0	0	0
Ημίονοι-Γίνοι	396	60,9	243,7
Όνοι	176	27,1	108,3
Πρόβατα:Οικόσιτ α	5775,7	886,9	3492,3
Κοπαδιάρικα	106726	16388	64532
Νομαδικά	13811,6	2120,8	8351,2
Αίγες:Οικόσιτες	13811,6	2120,8	8351,2
Κοπαδιάρικες	61524,4	9447,2	37200,8
Νομαδικές	2511,2	385,6	1518,4
Κουνέλια	903,7	310	265
Όρνιθες	2405	825,1	703
Χήνες	3,25	1,1	1
Χοίροι	3715,2	714,6	790,8
Ινδιάνοι	1264,9	434,4	370,3
Στρουθοκάμηλοι	2927	1005,2	857,4
Πάπιες	0	0	0
sum:	215951,6	34727,6	126785,4
Ζώο	N(Kg/ animal year)	P(Kg/ animal year)	K(Kg/ animal year)
Ίππτοι			
Ημίονοι-Γίνοι			
Όνοι	44	6,7	27,1
Πρόβατα:Οικόσιτ α	502,2	77,1	303,7
Κοπαδιάρικα	0	0	0
Νομαδικά			
Αίγες:Οικόσιτες	251,1	38,5	151,8
Κοπαδιάρικες	0	0	0
Νομαδικές			
Κουνέλια	144,6	49,6	42,4
Όρνιθες	195	66,9	57
Χήνες			
Χοίροι			
Ινδιάνοι			
Στρουθοκάμηλοι			
Πάπιες			
sum:	1137	239	582

Πίνακας Π.5 : Ρυπαντικά φορτία λόγω κτηνοτροφίας στο Δημοτικό Διαμέρισμα Μαχαιρών.

Πίνακας Π.6 : Ρυπαντικά φορτία λόγω κτηνοτροφίας στο Δημοτικό Διαμέρισμα Νέου Χωριού.

Ζώο	N(Kg/ animal year)	P(Kg/ animal year)	K(Kg/ animal year)
Ίππτοι			
Ημίονοι-Γίνοι			
Όνοι	418	64,3	257,2
Πρόβατα:Οικόσιτ α	941,7	144,6	569,4
Κοπαδιάρικα	0	0	0
Νομαδικά			
Αίγες:Οικόσιτες	376,6	57,8	227,8
Κοπαδιάρικες	0	0	0
Νομαδικές			
Κουνέλια	289,2	99,2	84,8
Όρνιθες	845	289,9	247
Χήνες			
Χοίροι	435,6	83,7	92,7
Ινδιάνοι	108,4	37,23	31,74
Στρουθοκάμηλοι	813,1	279,2	238,2
Πάπιες			
sum:	4227,6	1056,1	1748,8
Ζώο	N(Kg/ animal year)	P(Kg/ animal year)	K(Kg/ animal year)
Ίππτοι			
Ημίονοι-Γίνοι			
Όνοι	0	0	0
Πρόβατα:Οικόσιτ α	2197,3	337,4	1328,6
Κοπαδιάρικα	3139	482	1898
Νομαδικά	0	0	0
Αίγες:Οικόσιτες	339	52,1	204,9
Κοπαδιάρικες	941,7	144,6	569,4
Νομαδικές	0	0	0
Κουνέλια	72,3	24,8	21,2
Όρνιθες	195	66,9	57
Χήνες	0	0	0
Χοίροι	1857,6	357,3	395,4
Ινδιάνοι			
Στρουθοκάμηλοι			
Πάπιες	0	0	0
sum:	8741,9	1465	4474,6

Πίνακας Π.7 : Ρυπαντικά φορτία λόγω κτηνοτροφίας στο Δημοτικό Διαμέρισμα Πεμονίων.

Πίνακας Π.8 : Ρυπαντικά φορτία λόγω κτηνοτροφίας στο Δημοτικό Διαμέρισμα Στύλου.

Ζώο	N(Kg/ animal year)	P(Kg/ animal year)	K(Kg/ animal year)
Ίππτοι	120	18,5	73,8
Ημίονοι-Γίνοι	22	3,4	13,5
Όνοι	110	16,925	67,7
Πρόβατα:Οικόσιτ α	2668,2	409,7	1613,3
Κοπαδιάρικα	14753,3	2265,4	8920,6
Νομαδικά	1412,5	216,9	854,1
Αίγες:Οικόσιτες	1130	173,5	683,3
Κοπαδιάρικες	1381,2	212,1	835,1
Νομαδικές	1255,6	192,8	759,2
Κουνέλια	3004,1	1030,4	880,9
Όρνιθες	3113,5	1068,2	910,1
Χήνες	3,25	1,1	1
Χοίροι	1742,3	335,1	370,9
Ινδιάνοι	231,3	79,4	67,7
Στρουθοκάμηλοι	7642,6	2624,7	2238,8
Πάπιες	16,9	5,8	4,9
sum:	38606,8	8653,9	18295

Ζώο	N(Kg/ animal year)	P(Kg/ animal year)	K(Kg/ animal year)
Ίππτοι			
Ημίονοι-Γίνοι			
Όνοι	154	23,7	94,8
Πρόβατα:Οικόσιτ α	1255,6	192,8	759,2
Κοπαδιάρικα	3766,8	578,4	2277,6
Νομαδικά			
Αίγες:Οικόσιτες	313,9	48,2	189,8
Κοπαδιάρικες	1569,5	241	949
Νομαδικές			
Κουνέλια	216,9	74,4	63,6
Όρνιθες	390	133,8	114
Χήνες			
Χοίροι	38,4	7,4	8,2
Ινδιάνοι			
Στρουθοκάμηλοι			

Πάπιες			
sum:	7705,1	1299,7	4456,1

Πίνακας II.8(συνέχεια) : Ρυπαντικά φορτία λόγω κτηνοτροφίας στο Δημοτικό Διαμέρισμα Καρών.

Πίνακας II.9 : Ρυπαντικά φορτία λόγω κτηνοτροφίας στο Δημοτικό Διαμέρισμα Μελιδονίου.

Ζώο	N(Kg/ animal year)	P(Kg/ animal year)	K(Kg/ animal year)
Ίππτοι			
Ημίονοι-Γίνοι			
Όνοι	0	0	0
Πρόβατα:Οικόσιτ α	941,7	144,6	569,4
Κοπαδιάρικα	11300,4	1735,2	6832,8
Νομαδικά			
Αίγες:Οικόσιτες	138,1	21,2	83,5
Κοπαδιάρικες	4834,1	742,3	2922,9
Νομαδικές			
Κουνέλια	195,2	67	57,2
Όρνιθες	195	66,9	57
Χήνες	0	0	0
Χοίροι	0	0	0
Ινδιάνοι			
Στρουθοκάμηλοι			
Πάπιες			
sum:	17604,5	2777,1	10522,9
Ζώο	N(Kg/ animal year)	P(Kg/ animal year)	K(Kg/ animal year)
Ίππτοι			
Ημίονοι-Γίνοι			
Όνοι	0	0	0
Πρόβατα:Οικόσιτ α	627,8	96,4	379,6
Κοπαδιάρικα	2448,4	375,96	1480,4
Νομαδικά			
Αίγες:Οικόσιτες	784,8	120,5	474,5
Κοπαδιάρικες	0	0	0
Νομαδικές			
Κουνέλια	947,1	324,8	277,7
Όρνιθες	1592,5	546,4	465,5
Χήνες			
Χοίροι			
Ινδιάνοι			
Στρουθοκάμηλοι			

Πάπιες			
sum:	6400,6	1464,1	3077,8

Πίνακας II.10 : Ρυπαντικά φορτία λόγω κτηνοτροφίας στο Δημοτικό Διαμέρισμα Παιδοχωρίου.

Πίνακας II.11 : Ρυπαντικά φορτία λόγω κτηνοτροφίας στο Δημοτικό Διαμέρισμα Ραμνής.

Ζώο	N(Kg/ animal year)	P(Kg/ animal year)	K(Kg/ animal year)
Ίππτοι			
Ημίονοι-Γίνοι			
Όνοι	0	0	0
Πρόβατα:Οικόσιτ α	1318,4	202,4	797,2
Κοπαδιάρικα	19461,8	2988,4	11767,6
Νομαδικά			
Αίγες:Οικόσιτες	1318,4	202,4	797,2
Κοπαδιάρικες	6905,8	1060,4	4175,6
Νομαδικές	1255,6	192,8	759,2
Κουνέλια	144,6	49,6	42,4
Όρνιθες	754	258,7	220,4
Χήνες			
Χοίροι			
Ινδιάνοι			
Στρουθοκάμηλοι	975,7	335,1	285,8
Πάπιες			
sum:	32134,2	5289,8	18845,3

Γεωργία

Καλλιέργεια	ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ				ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ (%)				ΠΛΕΟΝΑΣΜΑ(%)		
	N	P	K		N	P	K		N	P	K
Βρώμη	14	4	0		0,37	0,37	0,37		0,63	0,63	0,63
Σίκαλη	16	4	0		0,5	0,5	0,5		0,5	0,5	0,5
Καλαμπόκι χωρίς συγκαλλιέργεια	35	8	5		0,7	0,4	0,65		0,3	0,6	0,35
Καλαμπόκι που συγκελλιεργείται με φασόλια και άλλα είδη	31	4	1		0,7	0,7	0,7		0,3	0,3	0,3
Φασόλια χωρίς συγκαλλιέργεια	2,5	5	0		0,18	0,18	0,18		0,82	0,82	0,82
Φασόλια που συγκαλλιεργούνται με καλαμπόκι και άλλα είδη	2,5	5	0		0,7	0,7	0,7		0,3	0,3	0,3
Κουκιά	8	7	7		0,33	0,33	0,33		0,67	0,67	0,67
Μπιζέλια	8	7	7		0,33	0,33	0,33		0,67	0,67	0,67
Κριθάρι για σανό	9	4	0		0,5	0,5	0,5		0,5	0,5	0,5
Βρώμη για σανό	1	5	0		0,37	0,37	0,37		0,63	0,63	0,63
Βίκος για σανό	1	5	0		0,37	0,37	0,37		0,63	0,63	0,63
Μηδική (πολυετές τριφύλλι)	0	10	0		0,9	0,9	0,9		0,1	0,1	0,1
Καλαμπόκι χλωρό	35	8	5		0,7	0,4	0,65		0,3	0,6	0,35
Κριθάρι για γρασίδια	6	4	0		0,5	0,5	0,5		0,5	0,5	0,5
Βρώμη για γρασίδια	1	5	0		0,37	0,37	0,37		0,63	0,63	0,63
Βίκος για γρασίδια	1	5	0		0,37	0,37	0,37		0,63	0,63	0,63
Καρπούζια (μποστάνικα)	16	20	23		0,6	0,6	0,6		0,4	0,4	0,4
Πεπόνια (μποστάνικα)	20	15	24		0,6	0,6	0,6		0,4	0,4	0,4
Πατάτες ανοίξεως (ξηρική)	23	20	38		0,6	0,6	0,6		0,4	0,4	0,4
Πατάτες καλοκαιρινές (ποτιστική)	23	20	38		0,6	0,6	0,6		0,4	0,4	0,4
Πατάτες φθινοπώρου και χειμώνα (ξηρική)	23	20	38		0,6	0,6	0,6		0,4	0,4	0,4
Λαχανοκομικά είδη	21	18	18		0,6	0,6	0,6		0,4	0,4	0,4
Φυτώρια παραγωγής μόνο φυταρίων λαχανικών για μεταφύτευση	21	18	18		0,6	0,6	0,6		0,4	0,4	0,4
Φυτώρια καρποφόρων δέντρων για μεταφύτευση	0,5	0,5	1,5		0,5	0,5	0,5		0,5	0,5	0,5
Θερμοκήπια κάθε είδους για λαχανικά	21	18	18		0,6	0,6	0,6		0,4	0,4	0,4
Θερμοκήπια κάθε είδους για άνθη	21	18	18		0,6	0,6	0,6		0,4	0,4	0,4

Πίνακας II.12: Πρακτικό λίπανσης για τα καλλιεργούμενα είδη της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.

Καλλιέργεια	ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ				ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ (%)				ΠΛΕΟΝΑΣΜΑ(%)		
	N	P	K		N	P	K		N	P	K
Λάχανα	21	18	18		0,6	0,6	0,6		0,4	0,4	0,4
Κουνουπίδια	21	18	18		0,6	0,6	0,6		0,4	0,4	0,4
Σπανάκι	21	18	18		0,6	0,6	0,6		0,4	0,4	0,4
Πράσα	21	18	18		0,6	0,6	0,6		0,4	0,4	0,4
Κρεμμυδάκια χλωρά	21	18	18		0,6	0,6	0,6		0,4	0,4	0,4
Κρεμμυδάκια ξερά	21	18	18		0,6	0,6	0,6		0,4	0,4	0,4
Σέλινα	21	18	18		0,6	0,6	0,6		0,4	0,4	0,4
Σκόρδα (α) χλωρά	21	18	18		0,6	0,6	0,6		0,4	0,4	0,4
(β) ξερά	21	18	18		0,6	0,6	0,6		0,4	0,4	0,4
Μπιζέλια χλωρά	8	7	7		0,33	0,33	0,33		0,67	0,67	0,67
Ραπανάκια	21	18	18		0,6	0,6	0,6		0,4	0,4	0,4
Αρακάς χλωρός	8	7	7		0,33	0,33	0,33		0,67	0,67	0,67
Αρακάς ξερός	8	7	7		0,33	0,33	0,33		0,67	0,67	0,67
Παντζάρια	21	18	18		0,6	0,6	0,6		0,4	0,4	0,4
Μαρούλια	21	18	18		0,6	0,6	0,6		0,4	0,4	0,4
Αντίδια και ραδίκια	21	18	18		0,6	0,6	0,6		0,4	0,4	0,4
Κοκκάρι	21	18	18		0,6	0,6	0,6		0,4	0,4	0,4
Σέσκουλα - σινάπια	1	5	0		0,6	0,6	0,6		0,4	0,4	0,4
Καρότα	21	18	18		0,6	0,6	0,6		0,4	0,4	0,4
Τομάτες επιτραπέζιες για νοπή χρήση, υπαίθρου	25	14	14		0,27	0,27	0,27		0,73	0,73	0,73
Τομάτες επιτραπέζιες για νοπή χρήση, θερμοκήπια	16	40	30		0,27	0,27	0,27		0,73	0,73	0,73
Φασολάκια χλωρά	2,5	5	0		0,18	0,18	0,18		0,82	0,82	0,82
Μπάμιες ποτιστικές	21	18	18		0,6	0,6	0,6		0,4	0,4	0,4
Μπάμιες ξερικές	21	18	18		0,6	0,6	0,6		0,4	0,4	0,4
Κολοκυθάκια	21	18	18		0,6	0,6	0,6		0,4	0,4	0,4
Αγγούρια υπαίθρου	21	18	18		0,6	0,6	0,6		0,4	0,4	0,4
Κολοκύθες	21	18	18		0,6	0,6	0,6		0,4	0,4	0,4
Μελιτζάνες υπαίθρου	21	18	18		0,6	0,6	0,6		0,4	0,4	0,4
Πιπεριές χλωρές	18	16	16		0,6	0,6	0,6		0,4	0,4	0,4
Αγκινάρες	21	18	18		0,6	0,6	0,6		0,4	0,4	0,4
ΣΥΓΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΜΕΣΑ ΣΕ ΚΑΝΟΝΙΚΟΥΣ ΔΕΝΔΡΩΝΕΣ											
1. Φυτά των αρότράιων καλλιιεργειών	1	5	0		0,9	0,9	0,9		0,1	0,1	0,1
2. Φυτά των λαχανοκομικών ειδών	21	18	18		0,5	0,5	0,5		0,5	0,5	0,5

Πίνακας ΙΙ.12(συνέχεια) : Πρακτικό λίπανσης για τα καλλιεργούμενα είδη της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.

Καλλιέργεια	ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ				ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ (%)				ΠΛΕΟΝΑΣΜΑ(%)		
	N	P	K		N	P	K		N	P	K
Λεμονιές	1,3	0,7	1,5		0,9	0,9	0,9		0,1	0,1	0,1
Πορτοκαλιές	1,3	0,7	1,5		0,9	0,9	0,9		0,1	0,1	0,1
Μανταρινιές	1,3	0,7	1,5		0,9	0,9	0,9		0,1	0,1	0,1
Περγαμοντιές	1,3	0,7	1,5		0,9	0,9	0,9		0,1	0,1	0,1
Αχλαδιές	1	1	3		0,5	0,5	0,5		0,5	0,5	0,5
Μηλιές	1	1	3		0,5	0,5	0,5		0,5	0,5	0,5
Βερικοκιές	1	1	3		0,5	0,5	0,5		0,5	0,5	0,5
Ροδακινιές	1	1	3		0,5	0,5	0,5		0,5	0,5	0,5
Κερασιές	1	1	3		0,5	0,5	0,5		0,5	0,5	0,5
Βυσσινιές	1	1	3		0,5	0,5	0,5		0,5	0,5	0,5
Κυδωνιές	1,3	0,7	1,5		0,9	0,9	0,9		0,1	0,1	0,1
Κορομηλιές	1	1	3		0,5	0,5	0,5		0,5	0,5	0,5
Συκιές για νωπά σύκα	1	1	3		0,5	0,5	0,5		0,5	0,5	0,5
Δαμασκηνιές για νωπά δαμάσκηνα	1	1	3		0,5	0,5	0,5		0,5	0,5	0,5
Αμυγδαλιές	1	1	3		0,5	0,5	0,5		0,5	0,5	0,5
Καρυδιές	1	1	3		0,5	0,5	0,5		0,5	0,5	0,5
Καστανιές ήμερες	1	1	3		0,5	0,5	0,5		0,5	0,5	0,5
Ελαιόδεντρα (α) για βρώσιμες ελιές	1,3	0,7	0,7		0,9	0,9	0,9		0,1	0,1	0,1
(β) για ελιές ελαιοποίησης	1	0,7	0,7		0,9	0,9	0,9		0,1	0,1	0,1
Ροδιές	1	1	3		0,5	0,5	0,5		0,5	0,5	0,5
Μεσπιλιές (μουσμουλιές)	1	1	3		0,5	0,5	0,5		0,5	0,5	0,5
Αμπελοι κυρίως για οиноπαραγωγή (στρέμματα)	17	7	19		0,4	0,4	0,4		0,6	0,6	0,6
Αμπελοι κυρίως για επιτραπέζια σταφύλια (στρέμματα)	17	7	19		0,4	0,4	0,4		0,6	0,6	0,6
Σταφίδα σουλτανίνα (στρέμματα)	17	7	19		0,4	0,4	0,4		0,6	0,6	0,6

Πίνακας II.12(συνέχεια) : Πρακτικό λίπανσης για τα καλλιεργούμενα είδη της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΚΟΙΛΙΑΡΗ	Έκταση σε στρέμματα					
Καλλιέργεια	Καρές	Μελιδονίου	Νέο Χωριό	Μαχαιρών	Παιδοχωρίου	Α
Βρώμη	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Σίκαλη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Καλαμπόκι χωρίς συγκαλλιέργεια	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Καλαμπόκι που συγκαλλιεργείται με φασόλια και άλλα είδη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Φασόλια χωρίς συγκαλλιέργεια	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Φασόλια που συγκαλλιεργούνται με καλαμπόκι και άλλα είδη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Κουκιά	1,0	4,0	2,0	4,0	1,0	
Μπιζέλια	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Κριθάρι για σανό	25,0	0,0	4,0	11,0	0,0	
Βρώμη για σανό	30,0	0,0	60,0	11,0	0,0	
Βίκος για σανό	20,0	0,0	40,0	12,0	5,0	
Μηδική (πολυετές τριφύλλι)	0,0	0,0	35,0	2,0	0,0	
Καλαμπόκι χλωρό	0,0	0,0	40,0	2,0	0,0	
Κριθάρι για γρασίδια	6,0	0,0	5,0	18,0	0,0	
Βρώμη για γρασίδια	6,0	0,0	35,0	0,0	0,0	
Βίκος για γρασίδια	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Καρπούζια (μποστανικά)	0,0	0,0	5,0	2,0	0,0	
Πεπόνια (μποστανικά)	0,0	0,0	3,0	1,0	0,0	
Πατάτες ανοίξεως (ξηρική)	0,0	2,0	45,0	0,0	30,0	
Πατάτες καλοκαιρινές (ποτιστική)	0,0	0,0	0,0	14,0	30,0	
Πατάτες φθινοπώρου και χειμώνα (ξηρική)	0,0	0,0	20,0	6,0	5,0	
Λαχανοκομικά είδη	34,0	29,0	110,0	35,0	31,0	
Φυτώρια παραγωγής μόνο φυταρίων λαχανικών για μεταφύτευση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Φυτώρια καρποφόρων δέντρων για μεταφύτευση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Θερμοκήπια κάθε είδους για λαχανικά	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

Πίνακας Π.13 : Έκταση και είδη καλλιιεργειών στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη ανά Δημοτικό Διαμέρισμα.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΚΟΙΛΙΑΡΗ	Έκταση σε στρέμματα				
Καλλιέργεια	Καρές	Μελιδονίου	Νέο Χωριό	Μαχαιρών	Παιδοχωρίου
Λάχανα	0,0	1,0	25,0	3,0	1,0
Κουνουπίδια	0,0	1,0	5,0	3,0	1,0
Σπανάκι	2,0	2,0	3,0	2,0	1,0
Πράσα	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Κρεμμυδάκια χλωρά	0,0	0,0	2,0	2,0	1,0
Κρεμμυδάκια ξερά	2,0	0,0	12,0	3,0	1,0
Σέλινα	0,0	0,0	5,0	2,0	0,0
Σκόρδα (α) χλωρά	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0
(β) ξερά	2,0	3,0	2,0	2,0	1,0
Μπιζέλια χλωρά	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ραπανάκια	0,0	2,0	3,0	2,0	1,0
Αρακάς χλωρός	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0
Αρακάς ξερός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Παντζάρια	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
Μαρούλια	3,0	1,0	2,0	2,0	0,0
Αντίδια και ραδίκια	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Κοκκάρι	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σέσκουλα – σινάπια	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Καρότα	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0

Τομάτες επιτραπέζιες για νωπή χρήση, υπαίθρου	4,0	3,0	45,0	5,0	5,0
Τομάτες επιτραπέζιες για νωπή χρήση, θερμοκήπια	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φασολάκια χλωρά	3,0	1,0	20,0	3,0	0,0
Μπάμιες ποτιστικές	0,0	0,0	10,0	2,0	1,0
Μπάμιες ξερικές	2,0	0,0	1,0	1,0	0,0
Κολοκυθάκια	3,0	4,0	35,0	3,0	5,0
Αγγούρια υπαίθρου	0,0	1,0	4,0	2,0	1,0
Κολοκύθες	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Μελιτζάνες υπαίθρου	0,0	0,0	2,0	2,0	1,0
Πιπεριές χλωρές	0,0	0,0	3,0	1,0	1,0
Αγκινάρες	10,0	5,0	20,0	6,0	6,0
ΣΥΓΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΜΕΣΑ ΣΕ ΚΑΝΟΝΙΚΟΥΣ ΔΕΝΔΡΩΝΕΣ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1. Φυτά των αρότραιων καλλιεργειών	0,0	0,0	150,0	35,0	0,0
2. Φυτά των λαχανοκομικών ειδών	0,0	0,0	94,0	17,0	0,0

Πίνακας II.13(συνέχεια) : Έκταση και είδη καλλιεργειών στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη ανά Δημοτικό Διαμέρισμα.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΚΟΙΛΙΑΡΗ	Έκταση σε στρέμματα				
	Καρές	Μελιδονίου	Νέο Χωριό	Μαχαιρών	Παιδοχωρίου
Καλλιέργεια					
Σιτάρι σκληρό	0	0,0	0	0	0
Κριθάρι	3	0,0	0	0	0
Φακή	0	0,0	5	0	0
Ρεβίθια	1	0,0	0	3	1
Βίκος για καρπό	4	0,0	0	0	0
Κουκιά χλωρά	3	0,0	4	0	1
Κουκιά κτηνοτροφικά	0	0,0	0	3	0
Λαθούρια	11	0,0	0	0	0
Λούπινα	0	0,0	0	0	0
Τριφύλλια ετήσια και λοιπά πολυετή	0	0,0	70	9	0
Κοφτολίβαδα	0	0,0	30	0	0
Σόργο χλωρό	0	0,0	10	0	0
Νεραντζιές	0	0,0	0	0	0
Κιτριές	0	0,0	500	120	5
Γκρέιπ Φρουτ	0	0,0	650	160	0
Χαρουπιές ήμερες	0	400	0	3600	260
Ακτινίδια	0	0	0	0	0
Αβοκάντο	0	0	600	115	0
Λοιπά σανά (από ρόβι , λάθουρια , μπιζέλια, φακή κτλ)	20	0	0	0	0

Πίνακας II.13(συνέχεια) : Έκταση και είδη καλλιεργειών στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη ανά Δημοτικό Διαμέρισμα.

Α ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΚΟΙΛΙΑΡΗ	Έκταση σε στρέμματα						
Καλλιέργεια	Καρές	Μελιδονίου	Νέο Χωριό	Μαχαιρών	Παιδοχωρίου	Αρμένων	Καλυβών
Λεμονιές	30	60	1120	175	30	700	1100

Πορτοκαλιές	5	80	45800	2900	3330	27900	11800
Μανταρινιές	0	0	1850	145	0	950	300
Περγαμοντιές	0	0	0	0	0	0	0
Αχλαδιές	10	150	150	137	80	600	600
Μηλιές	0	5	0	0	4	20	0
Βερικοκιές	20	60	140	40	50	470	70
Ροδακινιές	0	5	0	0	0	0	60
Κερασιες	0	0	0	0	0	0	0
Βυσσινιές	0	0	0	0	0	0	0
Κυδωνιές	15	15	0	20	20	180	100
Κορομηλιές	0	0	200	0	0	100	0
Συκιές για νωπά σύκα	0	200	350	220	95	300	300
Δαμασκηνιές για νωπά δαμάσκηνα	0	0	0	0	0	0	0
Αμυγδαλιές	0	200	360	205	200	300	900
Καρυδιές	40	180	800	70	90	500	500
Καστανιές ήμερες	0	420	0	0	0	0	0
Ελαιόδεντρα (α) για βρώσιμες ελιές	0	0	35400	0	0	0	0
(β) για ελιές ελαιοποίησης	6100	28500	0	19880	24700	36850	91500
Ροδιές	0	0	0	0	0	0	0
Μεσπιλιές (μουσμουλιές)	0	0	0	0	0	0	90
οι κυρίως για οινοπαραγωγή (στρέμματα)	30	122	20,0	12,0	90,0	26	100
κυρίως για επιτραπέζια σταφύλια (στρέμματα)	0	0,0	0,0	0,0	0,0	6	15
Σταφίδα σουλτανίνα (στρέμματα)	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	4

Πίνακας II.14 : Έκταση και είδη δέντρων στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη ανά Δημοτικό Διαμέρισμα.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΚΟΙΛΙΑΡΗ	Έκταση σε στρέμματα			
	ΡΑΜΝΗΣ	ΣΤΥΛΟΥ	ΚΕΡΑΜΙΩΝ	ΠΕΜΟΝΙΩΝ
Καλλιέργεια				
Βρώμη	15,0	36,0	45,0	0,0
Σίκαλη	0,0	0,0	0,0	0,0
Καλαμπόκι χωρίς συγκαλλιέργεια	0,0	0,0	0,0	0,0
Καλαμπόκι που συγκαλλιεργείται με φασόλια και άλλα είδη	0,0	6,0	0,0	0,0
Φασόλια χωρίς συγκαλλιέργεια	0,0	0,0	0,0	0,0
Φασόλια που συγκαλλιεργούνται με καλαμπόκι και άλλα είδη	0,0	7,0	0,0	0,0
Κουκιά	7,0	3,0	65,0	4,0
Μπιζέλια	3,0	0,0	0,0	0,0
Κριθάρι για σανό	0,0	0,0	0,0	0,0
Βρώμη για σανό	35,0	30,0	50,0	0,0
Βίκος για σανό	30,0	30,0	50,0	3,0
Μηδική (πολυετές τριφύλλι)	0,0	50,0	0,0	8,0
Καλαμπόκι χλωρό	0,0	19,0	15,0	0,0
Κριθάρι για γρασίδια	15,0	8,0	10,0	2,0
Βρώμη για γρασίδια	15,0	0,0	900,0	0,0
Βίκος για γρασίδια	10,0	0,0	50,0	0,0
Καρπούζια (μποσάνικα)	0,0	40,0	4,0	0,0
Πεπόνια (μποσάνικα)	0,0	4,0	4,0	0,0
Πατάτες ανοίξεως (ξηρική)	10,0	25,0	140,0	6,0
Πατάτες καλοκαιρινές (ποτιστική)	10,0	0,0	0,0	0,0

Πατάτες φθινοπώρου και χειμώνα (ξηρική)	0,0	5,0	10,0	2,0
Λαχανοκομικά είδη	35,0	95,0	735,0	36,0
Φυτώρια παραγωγής μόνο φυταρίων λαχανικών για μεταφύτευση				
	0,0	1,0	0,0	0,0
Φυτώρια καρποφόρων δέντρων για μεταφύτευση	0,0	3,0	0,0	0,0
Θερμοκήπια κάθε είδους για λαχανικά	0,0	0,0	0,0	0,0

Πίνακας II.13(συνέχεια) : Έκταση και είδη καλλιεργειών στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη ανά Δημοτικό Διαμέρισμα.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΚΟΙΛΙΑΡΗ	Έκταση σε στρέμματα			
	ΡΑΜΝΗΣ	ΣΤΥΛΟΥ	ΚΕΡΑΜΙΩΝ	ΠΕΜΟΝΙΩΝ
Καλλιέργεια				
Λάχανα	10,0	17,0	60,0	1,0
Κουνουπίδια	8,0	5,0	30,0	3,0
Σπανάκι	0,0	6,0	20,0	0,0
Πράσα	0,0	0,0	0,0	0,0
Κρεμμυδάκια χλωρά	5,0	4,0	5,0	1,0
Κρεμμυδάκια ξερά	12,0	6,0	20,0	2,0
Σέλινα	2,0	30,0	50,0	0,0
Σκόρδα (α) χλωρά	4,0	0,0	0,0	0,0
(β) ξερά	5,0	1,0	20,0	0,0
Μπιζέλια χλωρά	0,0	0,0	0,0	0,0
Ραπανάκια	0,0	2,0	5,0	0,0
Αρακάς χλωρός	0,0	0,0	0,0	0,0
Ξερός	0,0	0,0	0,0	0,0
Παντζάρια	0,0	2,0	0,0	0,0
Μαρούλια	0,0	8,0	10,0	2,0
Αντίδια και ραδίκια	0,0	3,0	5,0	0,0
Κοκκάρι	0,0	0,0	0,0	0,0
Σέσκουλα - σινάπια	0,0	0,0	0,0	0,0
Καρότα	0,0	1,0	0,0	0,0
Τομάτες επιτραπέζιες για νωπή χρήση, υπαίθρου	9,0	70,0	200,0	5,0
Τομάτες επιτραπέζιες για νωπή χρήση, θερμοκήπια	0,0	0,0	0,0	0,0
Φασολάκια χλωρά	3,0	15,0	30,0	2,0
Μπάμιες ποτιστικές	0,0	4,0	5,0	3,0
Μπάμιες ξερικές	2,0	0,0	0,0	0,0
Κολοκυθάκια	6,0	40,0	60,0	5,0
Αγγούρια υπαίθρου	4,0	6,0	15,0	1,0
Κολοκύθες	0,0	1,0	0,0	0,0
Μελιτζάνες υπαίθρου	2,0	12,0	10,0	2,0
Πιπεριές χλωρές	0,0	5,0	10,0	2,0
Αγκινάρες	5,0	0,0	140,0	3,0
ΣΥΓΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΜΕΣΑ ΣΕ ΚΑΝΟΝΙΚΟΥΣ ΔΕΝΔΡΩΝΕΣ				
1. Φυτά των αρότράιων καλλιεργειών	10,0	60,0	0,0	0,0
2. Φυτά των λαχανοκομικών ειδών	31,0	100,0	0,0	0,0

Πίνακας II.13(συνέχεια) : Έκταση και είδη καλλιεργειών στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη ανά Δημοτικό Διαμέρισμα.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΚΟΙΛΙΑΡΗ	Έκταση σε στρέμματα				
	ΡΑΜΝΗΣ	ΣΤΥΛΟΥ	ΚΕΡΑΜΙΩΝ	ΠΕΜΟΝΙΩΝ	ΚΑΛΑΜΙΩΝ
Καλλιέργεια					
Σιτάρι Μαλακό	0	10	0	0	0

Σιτάρι σκληρό	0	0	0	0	0
Κριθάρι	25	4	0	0	0
Φακή	2	0	0	0	0
Ρεβίθια	0	0	6	0	0
Βίκος για καρπό	10	0	70	0	0
Κουκιά χλωρά	8	5	40	4	0
Κουκιά κτηνοτροφικά	0	0	12	0	0
Λαθούρια	0	2	8	0	0
Λούπινα	0	0	5	0	0
Τριφύλλια ετήσια και λοιπά πολυετή	0	20	0	0	0
Κοφτολίβαδα	0	15	20	0	0
Σόργο χλωρό	0	40	0	2	0
Νεραντζιές	0	300	0	0	0
Κιτριές	0	3060	0	0	0
Γκρέιπ Φρουτ	0	2250	0	0	0
Χαρουπιές ήμερες	0	1900	30000	15	0
Ακτινίδια	0	120	0	0	0
Αβοκάντο	0	660	0	0	0

Πίνακας II.13(συνέχεια) : Έκταση και είδη καλλιεργειών στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη ανά Δημοτικό Διαμέρισμα.

ΔΕΝΤΡΑ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΚΟΙΛΙΑΡΗ	Έκταση σε στρέμματα			
	ΡΑΜΝΗΣ	ΣΤΥΛΟΥ	ΚΕΡΑΜΙΩΝ	ΠΕΜΟΝΙΩΝ
Καλλιέργεια				
Λεμονιές	0	310	250	70
Πορτοκαλιές	0	39450	7000	450
Μανταρινιές	0	1830	0	0
Περγαμοντιές	0	0	0	0
Αχλαδιές	0	1000	12000	300
Μηλιές	0	20	0	0
Βερικοκιές	0	580	180	20
Ροδακινιές	0	220	50	0
Κερασίες	0	0	470	0
Βυσσινιές	0	0	0	0
Κυδωνιές	0	200	560	20
Κορομηλιές	0	20	50	0
Συκιές για νωπά σύκα	0	250	5000	400
Δαμασκηνιές για νωπά δαμάσκηνα	0	15	0	0
Αμυγδαλιές	0	600	1500	150
Καρυδιές	0	600	1600	100
Καστανιές ήμερες	0	0	150	0
Ελαιόδεντρα (α) για βρώσιμες ελιές	0	120	0	0
(β) για ελιές ελαιοποίησης	25100	39360	285000	24000
Ροδιές	0	60	50	0
Μεσπιλιές (μουσμουλιές)	0	0	0	0

Αμπελοι κυρίως για οينوπαραγωγή (στρέμματα)	98	55	1540,0	145,0
Αμπελοι κυρίως για επιτραπέζια σταφύλια (στρέμματα)	2	2,0	10,0	0,0
Σταφίδα σουλτανίνα(στρέμματα)	0	0,0	0,0	5,0

Πίνακας II.14(συνέχεια) : Είδη και αριθμός Δέντρων στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη ανά Δημοτικό Διαμέρισμα

Καλλιέργεια	ΡΑΜΝΗΣ			ΣΤΥΛΟΥ		
	N	P	K	N	P	K
Βρώμη	132,3	37,8	0,0	317,5	90,7	
Σίκαλη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Καλαμπόκι χωρίς συγκαλλιέργεια	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Καλαμπόκι που συγκελλιεργείται με φασόλια και άλλα είδη	0,0	0,0	0,0	55,8	7,2	
Φασόλια χωρίς συγκαλλιέργεια	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Φασόλια που συγκαλλιεργούνται με καλαμπόκι και άλλα είδη	0,0	0,0	0,0	5,3	10,5	
Κουκιά	37,5	32,8	32,8	16,1	14,1	
Μπιζέλια	16,1	14,1	14,1	0,0	0,0	
Κριθάρι για σανό	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Βρώμη για σανό	22,1	110,3	0,0	18,9	94,5	
Βίκος για σανό	18,9	94,5	0,0	18,9	94,5	
Μηδική (πολυετές τριφύλλι)	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0	
Καλαμπόκι χλωρό	0,0	0,0	0,0	199,5	91,2	
Κριθάρι για γρασίδια	45,0	30,0	0,0	24,0	16,0	
Βρώμη για γρασίδια	9,5	47,3	0,0	0,0	0,0	
Βίκος για γρασίδια	6,3	31,5	0,0	0,0	0,0	
Καρπούζια (μποστανικά)	0,0	0,0	0,0	256,0	320,0	
Πεπόνια (μποστανικά)	0,0	0,0	0,0	32,0	24,0	
Πατάτες ανοίξεως (ξηρική)	92,0	80,0	152,0	230,0	200,0	
Πατάτες καλοκαιρινές (ποτιστική)	92,0	80,0	152,0	0,0	0,0	
Πατάτες φθινοπώρου και χειμώνα (ξηρική)	0,0	0,0	0,0	46,0	40,0	
Λαχανοκομικά είδη	294,0	252,0	252,0	798,0	684,0	
Φυτώρια παραγωγής μόνο φυταρίων λαχανικών για μεταφύτευση	0,0	0,0	0,0	8,4	7,2	
Φυτώρια καρποφόρων δέντρων για μεταφύτευση	0,0	0,0	0,0	0,8	0,8	
Θερμοκήπια κάθε είδους για λαχανικά	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Θερμοκήπια κάθε είδους για άνθη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

Πίνακας II.15 : Πλεόνασμα θρεπτικών σε(kg / year) λόγω λιπασμάτων στις καλλιέργειες στα Δημοτικά Διαμερίσματα της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.

Καλλιέργεια	ΠΕΜΟΝΙΩΝ			ΚΑΛΑΜΙΟΥ		
	N	P	K	N	P	K
Βρώμη	0	0	0	0	0	0
Σίκαλη	0	0	0	0	0	0
Καλαμπόκι χωρίς συγκαλλιέργεια	0	0	0	0	0	0
Καλαμπόκι που συγκελλιεργείται με φασόλια και άλλα είδη	0	0	0	0	0	0
Φασόλια χωρίς συγκαλλιέργεια	0	0	0	0	0	0
Φασόλια που συγκαλλιεργούνται με καλαμπόκι και άλλα είδη	0	0	0	0	0	0
Κουκιά	21,4	18,8	18,8	0	0	0
Μπιζέλια	0	0	0	0	0	0
Κριθάρι για σανό	0	0	0	0	0	0
Βρώμη για σανό	0	0	0	0	0	0
Βίκος για σανό	1,9	9,5	0	0	0	0
Μηδική (πολυετές τριφύλλι)	0	8	0	0	0	0

Καλαμπόκι χλωρό	0	0	0	0	0	0
Κριθάρι για γρασίδα	6	4	0	0	0	0
Βρώμη για γρασίδα	0	0	0	0	0	0
Βίκος για γρασίδα	0	0	0	0	0	0
Καρπούζια (μποστάνικα)	0	0	0	0	0	0
Πεπόνια (μποστάνικα)	0	0	0	0	0	0
Πατάτες ανοίξεως (ξηρική)	55,2	48	91,2	0	0	0
Πατάτες καλοκαιρινές (ποτιστική)	0	0	0	0	0	0
Πατάτες φθινοπώρου και χειμώνα (ξηρική)	18,4	16	30,4	0	0	0
Λαχανοκομικά είδη	302,4	259,2	259,2	33,6	28,8	28,8
Φυτώρια παραγωγής μόνο φυταρίων λαχανικών για μεταφύτευση	0	0	0	0	0	0
Φυτώρια καρποφόρων δέντρων για μεταφύτευση	0	0	0	0	0	0
Θερμοκήπια κάθε είδους για λαχανικά	0	0	0	0	0	0
Θερμοκήπια κάθε είδους για άνθη	0	0	0	0	0	0

Πίνακας II.15 (συνέχεια) : Πλεόνασμα θρεπτικών σε(kg / year) λόγω λιπασμάτων στις καλλιέργειες στα Δημοτικά Διαμερίσματα της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.

		ΚΑΡΕΣ			ΜΕΛΙΔΟΝΙΟ
Καλλιέργεια	N	P	K	N	P
Βρώμη	26,5	7,6	0,0	0,0	0,0
Σίκαλη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Καλαμπόκι χωρίς συγκαλλιέργεια	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Καλαμπόκι που συγκαλλιεργείται με φασόλια και άλλα είδη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φασόλια χωρίς συγκαλλιέργεια	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φασόλια που συγκαλλιεργούνται με καλαμπόκι και άλλα είδη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Κουκιά	5,4	4,7	4,7	21,4	18,8
Μπιζέλια	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Κριθάρι για σανό	112,5	50,0	0,0	0,0	0,0
Βρώμη για σανό	18,9	94,5	0,0	0,0	0,0
Βίκος για σανό	12,6	63,0	0,0	0,0	0,0
Μηδική (πολυετές τριφύλλι)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Καλαμπόκι χλωρό	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Κριθάρι για γρασίδα	18,0	12,0	0,0	0,0	0,0
Βρώμη για γρασίδα	3,8	18,9	0,0	0,0	0,0
Βίκος για γρασίδα	3,8	18,9	0,0	0,0	0,0
Καρπούζια (μποστάνικα)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Πεπόνια (μποστάνικα)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Πατάτες ανοίξεως (ξηρική)	0,0	0,0	0,0	18,4	16,0
Πατάτες καλοκαιρινές (ποτιστική)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Πατάτες φθινοπώρου και χειμώνα (ξηρική)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Λαχανοκομικά είδη	285,6	244,8	244,8	243,6	208,8
Φυτώρια παραγωγής μόνο φυταρίων λαχανικών για μεταφύτευση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φυτώρια καρποφόρων δέντρων για μεταφύτευση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Θερμοκήπια κάθε είδους για λαχανικά	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Θερμοκήπια κάθε είδους για άνθη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Πίνακας II.15(συνέχεια) : Πλεόνασμα θρεπτικών σε(kg / year) λόγω λιπασμάτων στις καλλιέργειες στα Δημοτικά Διαμερίσματα της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.

	ΜΑΧΑΙΡΩΝ			ΠΑΙΔΟΧΩΡ	
Καλλιέργεια	N	P	K	N	P

Βρώμη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σίκαλη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Καλαμπόκι χωρίς συγκαλλιέργεια	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Καλαμπόκι που συγκαλλιεργείται με φασόλια και άλλα είδη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φασόλια χωρίς συγκαλλιέργεια	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φασόλια που συγκαλλιεργούνται με καλαμπόκι και άλλα είδη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Κουκιά	21,4	18,8	18,8	5,4	4,7
Μπιζέλια	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Κριθάρι για σανό	49,5	22,0	0,0	0,0	0,0
Βρώμη για σανό	6,9	34,7	0,0	0,0	0,0
Βίκος για σανό	7,6	37,8	0,0	3,2	15,8
Μηδική (πολυετές τριφύλλι)	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0
Καλαμπόκι χλωρό	21,0	9,6	3,5	0,0	0,0
Κριθάρι για γρασίδια	54,0	36,0	0,0	0,0	0,0
Βρώμη για γρασίδια	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Βίκος για γρασίδια	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Καρπούζια (μποστάνικα)	12,8	16,0	18,4	0,0	0,0
Πεπόνια (μποστάνικα)	8,0	6,0	9,6	0,0	0,0
Πατάτες ανοίξεως (ξηρική)	0,0	0,0	0,0	276,0	240,0
Πατάτες καλοκαιρινές (ποτιστική)	128,8	112,0	212,8	276,0	240,0
Πατάτες φθινοπώρου και χειμώνα (ξηρική)	55,2	48,0	91,2	46,0	40,0
Λαχανοκομικά είδη	294,0	252,0	252,0	260,4	223,2
Φυτώρια παραγωγής μόνο φυταρίων λαχανικών για μεταφύτευση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φυτώρια καρποφόρων δέντρων για μεταφύτευση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Θερμοκήπια κάθε είδους για λαχανικά	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Θερμοκήπια κάθε είδους για άνθη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Πίνακας II. 15(συνέχεια) : Πλεόνασμα θρεπτικών σε(kg / year) λόγω λιπασμάτων στις καλλιέργειες στα Δημοτικά Διαμερίσματα της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.

Καλλιέργεια	ΠΑΜΝΗΣ			ΣΤΥΡΙΑ	
	N	P	K	N	P
Κουνουπίδια	67,2	57,6	57,6	42,0	36,0
Σπανάκι	0,0	0,0	0,0	50,4	42,0
Πράσα	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Κρεμμυδάκια χλωρά	42,0	36,0	36,0	33,6	28,8
Κρεμμυδάκια ξερά	100,8	86,4	86,4	50,4	42,0
Σέλινα	16,8	14,4	14,4	252,0	216,0
Σκόρδα (α) χλωρά	33,6	28,8	28,8	0,0	0,0
(β) ξερά	42,0	36,0	36,0	8,4	7,2
Μπιζέλια χλωρά	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ραπανάκια	0,0	0,0	0,0	16,8	14,4
Αρακάς χλωρός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Κουκιά χλωρά	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Παντζάρια	0,0	0,0	0,0	16,8	14,4
Μαρούλια	0,0	0,0	0,0	67,2	57,6
Αντίδια και ραδίκια	0,0	0,0	0,0	25,2	21,6
Κοκκάρι	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σέσκουλα - σινάπια	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Καρότα	0,0	0,0	0,0	8,4	7,2
Τομάτες επιτραπέζιες για νωπή χρήση, υπαίθρου	164,3	92,0	92,0	1277,5	720,0
Τομάτες επιτραπέζιες για νωπή χρήση, θερμοκήπια	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φασολάκια χλωρά	6,2	12,3	0,0	30,8	6,2
Μπάμιες ποτιστικές	0,0	0,0	0,0	33,6	28,8
Μπάμιες ξερικές	16,8	14,4	14,4	0,0	0,0

Κολοκυθάκια	50,4	43,2	43,2	336,0	28,8
Αγγούρια υπαίθρου	33,6	28,8	28,8	50,4	4,8
Κολοκύθες	0,0	0,0	0,0	8,4	7,2
Μελιτζάνες υπαίθρου	16,8	14,4	14,4	100,8	8,4
Πιπεριές χλωρές	0,0	0,0	0,0	36,0	3,6
Αγκινάρες	42,0	36,0	36,0	0,0	0,0
ΣΥΓΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΜΕΣΑ ΣΕ ΚΑΝΟΝΙΚΟΥΣ ΔΕΝΔΡΩΝΕΣ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1. Φυτά των αρότράιων καλλιεργειών	1,0	5,0	0,0	6,0	3,0
2. Φυτά των λαχανοκομικών ειδών	325,5	279,0	279,0	1050,0	90,0

Πίνακας II.15(συνέχεια) : Πλεόνασμα θρεπτικών σε(kg / year) λόγω λιπασμάτων στις καλλιέργειες στα Δημοτικά Διαμερίσματα της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.

Καλλιέργεια	ΠΕΜΟΝΙΩΝ					ΚΑ
	N	P	K	N		
Κουνουπίδια	25,2	21,6	21,6	0,0		
Σπανάκι	0,0	0,0	0,0	0,0		
Πράσα	0,0	0,0	0,0	0,0		
Κρεμμυδάκια χλωρά	8,4	7,2	7,2	0,0		
Κρεμμυδάκια ξερά	16,8	14,4	14,4	0,0		
Σέλινα	0,0	0,0	0,0	0,0		
Σκόρδα (α) χλωρά	0,0	0,0	0,0	0,0		
(β) ξερά	0,0	0,0	0,0	0,0		
Μπιζέλια χλωρά	0,0	0,0	0,0	0,0		
Ραπανάκια	0,0	0,0	0,0	0,0		
Αρακάς χλωρός	0,0	0,0	0,0	0,0		
Κουκιά χλωρά	0,0	0,0	0,0	0,0		
Παντζάρια	0,0	0,0	0,0	0,0		
Μαρούλια	16,8	14,4	14,4	0,0		
Αντίδια και ραδίκια	0,0	0,0	0,0	0,0		
Κοκκάρι	0,0	0,0	0,0	0,0		
Σέσκουλα - σινάπια	0,0	0,0	0,0	0,0		
Καρότα	0,0	0,0	0,0	0,0		
Τομάτες επιτραπέζιες για νωπή χρήση, υπαίθρου	91,3	51,1	51,1	18,3		
Τομάτες επιτραπέζιες για νωπή χρήση, θερμοκήπια	0,0	0,0	0,0	0,0		
Φασολάκια χλωρά	4,1	8,2	0,0	0,0		
Μπάμιες ποτιστικές	25,2	21,6	21,6	0,0		
Μπάμιες ξερικές	0,0	0,0	0,0	0,0		
Κολοκυθάκια	42,0	36,0	36,0	0,0		
Αγγούρια υπαίθρου	8,4	7,2	7,2	0,0		
Κολοκύθες	0,0	0,0	0,0	0,0		
Μελιτζάνες υπαίθρου	16,8	14,4	14,4	0,0		
Πιπεριές χλωρές	14,4	12,8	12,8	0,0		
Αγκινάρες	25,2	21,6	21,6	25,2		
ΣΥΓΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΜΕΣΑ ΣΕ ΚΑΝΟΝΙΚΟΥΣ ΔΕΝΔΡΩΝΕΣ	0,0	0,0	0,0	0,0		
1. Φυτά των αρότράιων καλλιεργειών	0,0	0,0	0,0	0,0		
2. Φυτά των λαχανοκομικών ειδών	0,0	0,0	0,0	0,0		

Πίνακας II.15(συνέχεια) : Πλεόνασμα θρεπτικών σε(kg / year) λόγω λιπασμάτων στις καλλιέργειες στα Δημοτικά Διαμερίσματα της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.

ΔΕΝΤΡΑ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΚΟΙΛΙΑΡΗ	ΡΑΜΝΗΣ			ΣΤΥΛΟΥ		
	N	P	K	N	P	K
Λεμονιές	0,0	0,0	0,0	40,3	21,7	46,5
Πορτοκαλιές	0,0	0,0	0,0	5128,5	2761,5	5917,5
Μανταρινιές	0,0	0,0	0,0	237,9	128,1	274,5
Περγαμονιές	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Αχλαδιές	0,0	0,0	0,0	500,0	500,0	1500,0
Μηλιές	0,0	0,0	0,0	10,0	10,0	30,0

Βερικοκιές	0,0	0,0	0,0	290,0	290,0	870,0
Ροδακινιές	0,0	0,0	0,0	110,0	110,0	330,0
Κερασιες	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Βυσσινιές	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Κυδωνιές	0,0	0,0	0,0	26,0	14,0	30,0
Κορομηλιές	0,0	0,0	0,0	10,0	10,0	30,0
Συκιές για νωπά σύκα	0,0	0,0	0,0	125,0	125,0	375,0
Δαμασκηνιές για νωπά δαμάσκηνα	0,0	0,0	0,0	7,5	7,5	22,5
Αμυγδαλιές	0,0	0,0	0,0	300,0	300,0	900,0
Καρυδιές	0,0	0,0	0,0	300,0	300,0	900,0
Καστανιές ήμερες	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ελαιόδεντρα (α) για βρώσιμες ελιές	0,0	0,0	0,0	15,6	8,4	8,4
(β) για ελιές ελαιοποίησης	2510,0	1757,0	1757,0	3936,0	2755,2	2755,2
Ροδιές	0,0	0,0	0,0	30,0	30,0	90,0
Μεσπιλιές (μουςμουλιές)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Αμπελοι κυρίως για οиноπαραγωγή (στρέμματα)	999,6	411,6	1117,2	561,0	231,0	627,0
Αμπελοι κυρίως για επιτραπέζια σταφύλια (στρέμματα)	20,4	8,4	22,8	20,4	8,4	22,8
Σταφίδα σουλτανίνα (στρέμματα)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Πίνακας Π. 16: Πλεόνασμα θρεπτικών σε(kg / year) λόγω λιπασμάτων από τα δέντρα στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη ανά Δημοτικό Διαμέρισμα

ΔΕΝΤΡΑ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΚΟΙΛΙΑΡΗ	ΠΕΜΟΝΙΩΝ			ΚΑΛΑΜΙΟΥ		
	N	P	K	N	P	K
Λεμονιές	9,1	4,9	10,5	0,0	0,0	0,0
Πορτοκαλιές	58,5	31,5	67,5	0,0	0,0	0,0
Μανταρινιές	0,0	0,0	0,0	3,9	2,1	4,5
Περγαμοντιές	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Αχλαδιές	150,0	150,0	450,0	17,5	17,5	52,5
Μηλιές	0,0	0,0	0,0	5,0	5,0	15,0
Βερικοκιές	10,0	10,0	30,0	0,0	0,0	0,0
Ροδακινιές	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Κερασιες	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Βυσσινιές	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Κυδωνιές	2,6	1,4	3,0	0,0	0,0	0,0
Κορομηλιές	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Συκιές για νωπά σύκα	200,0	200,0	600,0	15,0	15,0	45,0
Δαμασκηνιές για νωπά δαμάσκηνα	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Αμυγδαλιές	75,0	75,0	225,0	20,0	20,0	60,0
Καρυδιές	50,0	50,0	150,0	0,0	0,0	0,0
Καστανιές ήμερες	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ελαιόδεντρα (α) για βρώσιμες ελιές	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(β) για ελιές ελαιοποίησης	2400,0	1680,0	1680,0	2950,0	2065,0	2065,0
Ροδιές	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Μεσπιλιές (μουςμουλιές)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Αμπελοι κυρίως για οиноπαραγωγή (στρέμματα)	1479,0	609,0	1653,0	0,0	0,0	0,0
Αμπελοι κυρίως για επιτραπέζια σταφύλια (στρέμματα)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σταφίδα σουλτανίνα (στρέμματα)	51,0	21,0	57,0	0,0	0,0	0,0

Πίνακας Π.16(συνέχεια) : Πλεόνασμα θρεπτικών σε(kg / year) λόγω λιπασμάτων από τα δέντρα στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη ανά Δημοτικό Διαμέρισμα

ΔΕΝΤΡΑ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΚΟΙΛΙΑΡΗ	ΚΑΡΕΣ			ΜΕΛΙΔΟΝΙΟΥ		
	N	P	K	N	P	K
Λεμονιές	3,9	2,1	4,5	7,8	4,2	9,0
Πορτοκαλιές	0,7	0,4	0,8	10,4	5,6	12,0
Μανταρινιές	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Περγαμοντιές	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Αχλαδιές	5,0	5,0	15,0	75,0	75,0	225,0
Μηλιές	0,0	0,0	0,0	2,5	2,5	7,5
Βερικοκιές	10,0	10,0	30,0	30,0	30,0	90,0
Ροδακινιές	0,0	0,0	0,0	2,5	2,5	7,5
Κερασιες	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Βυσσινιές	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Κυδωνιές	2,0	1,1	2,3	2,0	1,1	2,3
Κορομηλιές	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Συκιές για νωπά σύκα	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	300,0
Δαμασκηνιές για νωπά δαμάσκηνα	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Αμυγδαλιές	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	300,0
Καρυδιές	20,0	20,0	60,0	90,0	90,0	270,0
Καστανιές ήμερες	0,0	0,0	0,0	210,0	210,0	630,0
Ελαιόδεντρα (α) για βρώσιμες ελιές	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(β) για ελιές ελαιοποίησης	610,0	427,0	427,0	2850,0	1995,0	1995,0
Ροδιές	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Μεσπιλιές (μουσμουλιές)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Αμπελοι κυρίως για οινοπαραγωγή (στρέμματα)	306,0	126,0	342,0	1244,4	512,4	1390,8
Αμπελοι κυρίως για επιτραπέζια σταφύλια (στρέμματα)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σταφίδα κορινθιακή (στρέμματα)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Πίνακας Π.16(συνέχεια) : Πλεόνασμα θρεπτικών σε(kg / year) λόγω λιπασμάτων από τα δέντρα στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη ανά Δημοτικό Διαμέρισμα

ΔΕΝΤΡΑ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΚΟΙΛΙΑΡΗ	ΜΑΧΑΙΡΩΝ			ΠΑΙΔΟΧΩΡΙΟΥ		
	N	P	K	N	P	K
Λεμονιές	22,8	12,3	26,3	3,9	2,1	4,5
Πορτοκαλιές	377,0	203,0	435,0	432,9	233,1	499,5
Μανταρινιές	18,9	10,2	21,8	0,0	0,0	0,0
Περγαμοντιές	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Αχλαδιές	68,5	68,5	205,5	40,0	40,0	120,0
Μηλιές	0,0	0,0	0,0	2,0	2,0	6,0
Βερικοκιές	20,0	20,0	60,0	25,0	25,0	75,0
Ροδακινιές	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Κερασιες	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Βυσσινιές	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Κυδωνιές	2,6	1,4	3,0	2,6	1,4	3,0
Κορομηλιές	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Συκιές για νωπά σύκα	110,0	110,0	330,0	47,5	47,5	142,5
Δαμασκηνιές για νωπά δαμάσκηνα	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Αμυγδαλιές	102,5	102,5	307,5	100,0	100,0	300,0
Καρυδιές	35,0	35,0	105,0	45,0	45,0	135,0
Καστανιές ήμερες	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ελαιόδεντρα (α) για βρώσιμες ελιές	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(β) για ελιές ελαιοποίησης	1988,0	1391,6	1391,6	2470,0	1729,0	1729,0
Ροδιές	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Μεσπιλιές (μουσμουλιές)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Αμπελο κυρίως για οиноπαραγωγή (στρέμματα)	122,4	50,4	136,8	918,0	378,0	1022,4
Αμπελο κυρίως για επιτραπέζια σταφύλια (στρέμματα)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σταφίδα κορινθιακή (στρέμματα)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Πίνακας Π.16(συνέχεια) : Πλεόνασμα θρεπτικών σε(kg / year) λόγω λιπασμάτων από τα δέντρα στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη ανά Δημοτικό Διαμέρισμα

Καλλιέργεια	ΠΑΜΝΗΣ			ΣΤΥΛΟΥ		
	N	P	K	N	P	K
Σιτάρι Μαλακό	0,0	0,0	0,0	88,2	25,2	0,0
Σιτάρι σκληρό	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Κριθάρι	75,0	50,0	0,0	12,0	8,0	0,0
Φακή	10,7	9,4	9,4	0,0	0,0	0,0
Ρεβίθια	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Βίκος για καρπό	6,3	31,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Κουκιά χλωρά	42,9	37,5	37,5	26,8	23,5	23,5
Κουκιά κτηνοτροφικά	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Λαθούρια	0,0	0,0	0,0	10,7	9,4	9,4
Λούπινα	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Τριφύλλια ετήσια και λοιπά πολυετή	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0
Κοφολίβαδα	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	0,0
Σόργο χλωρό	0,0	0,0	0,0	0,0	40,0	0,0
Νεραντζιές	0,0	0,0	0,0	39,0	21,0	45,0
Κιτριές	0,0	0,0	0,0	397,8	214,2	459,0
Γκρέιπ Φρουτ	0,0	0,0	0,0	292,5	157,5	337,5
Χαρουπιές ήμερες	0,0	0,0	0,0	950,0	950,0	2850,0
Ακτινίδια	0,0	0,0	0,0	60,0	60,0	180,0
Αβοκάντο	0,0	0,0	0,0	330,0	330,0	990,0

Πίνακας Π.15(συνέχεια) : Πλεόνασμα θρεπτικών σε(kg / year) λόγω λιπασμάτων στις καλλιέργειες στα Δημοτικά Διαμερίσματα της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.

Καλλιέργεια	ΠΕΜΟΝΙΩΝ	ΚΑΛΑΜΙΟΥ
-------------	----------	----------

	N	P	K	N	P	K
Σιτάρι Μαλακό	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σιτάρι σκληρό	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Κριθάρι	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φακή	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ρεβίθια	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Βίκος για καρπό	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Κουκιά χλωρά	21,4	18,8	18,8	0,0	0,0	0,0
Κουκιά κτηνοτροφικά	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Λαθούρια	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Λούπινα	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Τριφύλλια ετήσια και λοιπά πολυετή	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Κοφτολίβαδα	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σόργο χλωρό	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Νεραντζιές	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Κιτριές	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Γκρέιπ Φρουτ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Χαρουπιές ήμερες	7,5	7,5	22,5	0,0	0,0	0,0
Ακτινίδια	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Αβοκάντο	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Λοιπά σανά (από ρόβι , λάθουρια , μπιζέλια, φακή κτλ)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Πίνακας II.15(συνέχεια) : Πλεόνασμα θρεπτικών σε(kg / year) λόγω λιπασμάτων στις καλλιέργειες στα Δημοτικά Διαμερίσματα της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.

Καλλιέργεια		ΚΑΡΕΣ			ΜΕΛΙΔΟΝΙΟΥ	
	N	P	K	N	P	K
Σιτάρι Μαλακό	0	0	0	0,0	0,0	0,0
Σιτάρι σκληρό	0	0	0	0,0	0,0	0,0
Κριθάρι	9	6	0	0,0	0,0	0,0
Φακή	0	0	0	0,0	0,0	0,0
Ρεβίθια	5,36	4,69	4,69	0,0	0,0	0,0
Βίκος για καρπό	2,52	12,6	0	0,0	0,0	0,0
Κουκιά χλωρά	16,08	14,07	14,07	0,0	0,0	0,0
Κουκιά κτηνοτροφικά	0	0	0	0,0	0,0	0,0
Λαθούρια	58,96	51,59	51,59	0,0	0,0	0,0
Λούπινα	0	0	0	0,0	0,0	0,0
Τριφύλλια ετήσια και λοιπά πολυετή	0	0	0	0,0	0,0	0,0
Κοφτολίβαδα	0	0	0	0,0	0,0	0,0
Σόργο χλωρό	0	0	0	0,0	0,0	0,0
Νεραντζιές	0	0	0	0,0	0,0	0,0
Κιτριές	0	0	0	0,0	0,0	0,0
Γκρέιπ Φρουτ	0	0	0	0,0	0,0	0,0
Χαρουπιές ήμερες	0	0	0	200,0	200,0	600,0
Ακτινίδια	0	0	0	0,0	0,0	0,0
Αβοκάντο	0	0	0	0,0	0,0	0,0
Λοιπά σανά (από ρόβι , λάθουρια , μπιζέλια, φακή κτλ)	12,6	63	0	0,0	0,0	0,0

Πίνακας II.15(συνέχεια) : Πλεόνασμα θρεπτικών σε(kg / year) λόγω λιπασμάτων στις καλλιέργειες στα Δημοτικά Διαμερίσματα της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.

Καλλιέργεια		ΜΑΧΑΙΡΩΝ			ΠΑΙΔΟΧΩΡΙΟΥ	
	N	P	K	N	P	
Σιτάρι Μαλακό	0	0	0	0	0	
Σιτάρι σκληρό	0	0	0	0	0	
Κριθάρι	0	0	0	0	0	
Φακή	0	0	0	0	0	
Ρεβίθια	16,08	14,07	14,07	5,36	4,69	4
Βίκος για καρπό	0	0	0	0	0	
Κουκιά χλωρά	0	0	0	5,36	4,69	4
Κουκιά κτηνοτροφικά	16,08	14,07	14,07	0	0	
Λαθούρια	0	0	0	0	0	
Λούπινα	0	0	0	0	0	
Τριφύλλια ετήσια και λοιπά πολυετή	0	9	0	0	0	
Κοφτολίβαδα	0	0	0	0	0	
Σόργο χλωρό	0	0	0	0	0	
Νεραντζιές	0	0	0	0	0	
Κιτριές	15,6	8,4	18	0,65	0,35	0
Γκρέιπ Φρουτ	20,8	11,2	24	0	0	
Χαρουπιές ήμερες	1800	1800	5400	130	130	3
Ακτινίδια	0	0	0	0	0	
Αβοκάντο	57,5	57,5	172,5	0	0	
Λοιπά σανά (από ρόβι , λάθούρια , μπιζέλια, φακή κτλ)	0	0	0	0	0	

Πίνακας II.15(συνέχεια) : Πλεόνασμα θρεπτικών σε(kg / year) λόγω λιπασμάτων στις καλλιέργειες στα Δημοτικά Διαμερίσματα της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη.

