



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΕΑΕΚ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΚΙΝΗΣΗ
ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Η ΠΑΙΔΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΟΡΥΦΗ
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Εκπαίδευσης και Αρχικής
Επαγγελματικής Κατάρτισης



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΗΛ. 2610-996527, 996534 Τ/Ο. 2610-996573
p.c.yannopoulos@upatras.gr; <http://civil.upatras.gr>

ΕΡΓΟ: Πυθαγόρας II – Ενίσχυση Ερευνητικών
Ομάδων στα Πανεπιστήμια
Κατηγορία Πράξης: 2.6.1.ιγ
Θεματική Περιοχή Περιβάλλον

Τίτλος Υποέργου:

Ανάπτυξη Μεθοδολογιών Χαμηλού Κόστους για Ταχεία Πρόβλεψη και Παρακολούθηση Ρύπανσης Ποταμών

Επιστημονικά Υπεύθυνος:

Παναγιώτης Χρ. Γιαννόπουλος
Αναπληρωτής Καθηγητής

ΤΕΛΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

Φεβρουάριος 2008

ΠΑΤΡΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΓΟΥ

Το εν λόγω Έργο εγκρίθηκε και εντάχθηκε στην Κατηγορία Πράξεων 2.6.1.ιγ του ΕΠΕΑΕΚ II με κωδικό Επιτροπής Ερευνών Πανεπιστημίου Πατρών Β.721.006. Ιδρυματικός Υπεύθυνος για το Πανεπιστήμιο Πατρών ορίστηκε ο Καθηγητής κ. Χρήστος Καταγάς.

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΠΟΕΡΓΟΥ

Ο εγκριθείς προϋπολογισμός του Υποέργου είναι 50.000,00 Ευρώ με χρονική διάρκεια από 1/7/2005 έως 31/12/2006. Το Υποέργο έλαβε παράταση ενός έτους, η οποία λήγει στις 31/12/2007. Αντικείμενο της προτεινόμενης έρευνας είναι η ανάπτυξη μεθοδολογίας η οποία θα συσχετίζει τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά υδάτων σε διάφορες διατομές ποταμού με αντίστοιχα χαρακτηριστικά της εκάστοτε συμβάλλουσας λεκάνης απορροής, επιφανειακής και υπόγειας, ούτως ώστε με μονοδιάστατο μοντέλο ή διαγραμματικά να γίνεται πρόβλεψη παροχών και συγκεντρώσεων ρύπων και επομένως της ρυπαντικής φόρτισης κατά μήκος ενός ποταμού. Θα αναπτυχθεί τεχνική χαμηλού κόστους για ταχύ προσδιορισμό της ρυπαντικής φόρτισης σε διάφορες θέσεις κατά μήκος του ποταμού, ώστε να διευκολύνεται η συνολικότερη παρακολούθηση της ποιότητάς του. Τα προτεινόμενα θα εφαρμοσθούν στους Ποταμούς Αλφειό της Πελοποννήσου και Βοσπόζη του Νομού Ροδόπης, που αποτελούν σημαντικούς υδατικούς πόρους και οικοσυστήματα. Για την ανάπτυξη της μεθοδολογίας προβλέπουν θα χρησιμοποιηθούν αποδεκτοί αριθμητικοί προσομοιωτές, οι οποίοι θα βαθμονομηθούν με διαθέσιμα δεδομένα υδρογραφικής, κλιματολογικής και ρυπαντικής πληροφορίας για τις λεκάνες απορροής και θα ελεγχθούν με πρόσθετες μετρήσεις πεδίου που θα ληφθούν με την προτεινόμενη τεχνική προσδιορισμού ρυπαντικής φόρτισης σε διατομές των προαναφερόμενων ποταμών.

Το Υποέργο υλοποιείται από την βασική Ερευνητική Ομάδα (Ε.Ο.) ΥΔΡΟΚΡΙΤΗΣ του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πατρών, η οποία διευρύνθηκε με πρόσθετα μέλη για την κάλυψη του συνόλου των αναγκών της έρευνας, ενώ απεχώρησαν ο μεταδιδάκτορας κ. Γκίκας πριν από την έναρξη των εργασιών του προγράμματος και η κα. Σκοκάκη αφού εργάστηκε το πρώτο τρίμηνο μετά την έναρξη του προγράμματος. Την διευρυμένη Ε.Ο. αποτελούν συνολικά οι εξής επιστήμονες-μέλη από:

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Πανεπιστημίου Πατρών

- 1) Παναγιώτης Χρ. Γιαννόπουλος, Αναπληρωτής Καθηγητής, μέλος Ε.Ο. ΥΔΡΟΚΡΙΤΗΣ, Επιστημονικά Υπεύθυνος
- 2) Κων/νος Β. Χρυσικόπουλος, Καθηγητής, νέο μέλος Ε.Ο. ΥΔΡΟΚΡΙΤΗΣ
- 3) Ιωάννης Δ. Μαναριώτης, διδάσκων Π.Δ. 407/80, μέλος Ε.Ο. ΥΔΡΟΚΡΙΤΗΣ, Δρ., Έμπειρος Ερευνητής
- 4) Αλέξανδρος Κ. Δημητρακόπουλος, Καθηγητής, μέλος Ε.Ο. ΥΔΡΟΚΡΙΤΗΣ
- 5) Βασίλειος Κ. Καλέρης, Καθηγητής, μέλος Ε.Ο. ΥΔΡΟΚΡΙΤΗΣ
- 6) Ελεήμων Τηλιγάδας, διδάσκων Π.Δ. 407/80, Δρ., Έμπειρος Ερευνητής
- 7) Γεωργία Ν. Σκοκάκη, Μ.Δ.Ε., Έμπειρη Ερευνήτρια
- 8) Βασιλική Συγγούνα, Μ.Δ.Ε., Έμπειρη Ερευνήτρια
- 9) Αλέξανδρος Ζιώγας, μεταπτυχιακός φοιτητής
- 10) Αριστείδης Μπλούτσος, μεταπτυχιακός φοιτητής

Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης

- 11) Βασίλειος Α. Τσιχριντζής, Καθηγητής, Έμπειρος Ερευνητής
- 12) Χρήστος Πεταλάς, Λέκτορας, Έμπειρος Ερευνητής
- 13) Κωνσταντίνος Ν. Μουτσόπουλος, Λέκτορας, Έμπειρος Ερευνητής
- 14) Αλεξάνδρα Γκεμιτζή, Δρ., Έμπειρη Ερευνήτρια
- 15) Βασίλειος Πισινάρας, υποψήφιος διδάκτορας, Έμπειρος Ερευνητής
- 16) Ιωάννης Μποσκίδης, Μεταπτυχιακός φοιτητής

Τα μέλη υπ' αρ. 1, 3, 4 και 5 της βασικής Ε.Ο. ΥΔΡΟΚΡΙΤΗΣ συνεργάζονται από το έτος 1990 σχεδόν συνεχώς έως σήμερα επί ερευνητικών θεμάτων Τεχνολογίας του Περιβάλλοντος, Περιβαλλοντικής Υδραυλικής, Υδρολογίας και Υπόγειας Υδραυλικής, ενώ διδάσκουν σχετικά προπτυχιακά και μεταπτυχιακά μαθήματα στο Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πατρών. Τα μέλη υπ' αρ. 11, 12 και 13 που συμπληρώνουν την Ε.Ο. ασχολούνται με θέματα προσδιορισμού περιβαλλοντικής ποιότητας υδατίνων οικοσυστημάτων (ποταμών, λιμνών, θαλασσών) και διαθέτουν πλήρες κινητό εργαστήριο για μετρήσεις πεδίου. Το μέλος υπ' αριθ. 6 είναι στη Δ/ση Εγγειοβελτιωτικών

Έργων του ΥΠΕΧΩΔΕ υπεύθυνος μηχανικός για προγραμματισμό και συλλογή υδρο-μετεωρολογικής πληροφορίας. Τέλος, συμμετείχε για πρώτη φορά, ως νέο μέλος της Ε.Ο., το υπ' αρ. 2 μέλος του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών, που ασχολείται κυρίως με θέματα βιοεξυγίανσης υδατικών πόρων.

ΣΤΟΧΟΣ ΥΠΟΕΡΓΟΥ

Σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στο Ν. 3199/2003 (ΦΕΚ Α'280/9-12-2003) «Προστασία και διαχείριση των υδάτων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23^{ης} Οκτωβρίου 2000», κάθε Περιφέρεια θα πρέπει να εκπονήσει Σχέδιο Διαχείρισης των υδρολογικών λεκανών ποταμών αρμοδιότητάς της, το οποίο θα ισχύει για 6 έτη, καθώς και Προγράμματα Μέτρων και Παρακολούθησης της κατάστασης των υδάτων. Η εφαρμογή των Προγραμμάτων Παρακολούθησης θα αρχίσει το αργότερο μέχρι 31.12.2006, ενώ τόσο το πρώτο Σχέδιο Διαχείρισης, όσο και το πρώτο Πρόγραμμα Μέτρων θα πρέπει να καταρτισθούν και να εγκριθούν υποχρεωτικά έως τις 22.12.2009. Όλα τα μέτρα θα πρέπει να είναι έτοιμα προς εφαρμογή μέχρι 1.1.2012. Επειδή τα περιθώρια χρόνου είναι αρκετά περιορισμένα, απαιτείται γρήγορη οργάνωση και στελέχωση των αρμοδίων φορέων και υπηρεσιών που καλούνται να αναλάβουν την διαχείριση των υδρολογικών λεκανών ποταμών αρμοδιότητάς τους και ειδικά για τα Προγράμματα Παρακολούθησης.

Το παρόν Πρόγραμμα στοχεύει στην διευκόλυνση εφαρμογής των Προγραμμάτων Παρακολούθησης και Μέτρων καθώς και των Σχεδίων Διαχείρισης και προτείνει την ανάπτυξη μεθοδολογιών χαμηλού κόστους για ταχεία πρόβλεψη και παρακολούθηση ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών ρύπανσης ποταμού από σημειακές και μη σημειακές πηγές ρύπων υδρολογικής λεκάνης. Συνεπώς, η ποσότητα και η ποιότητα των υδάτων ποταμού θα καθίσταται ευκόλως προβλέψιμη και θα είναι δυνατή η έγκαιρη εφαρμογή αναγκαίων μέτρων για αποφυγή ή ελαχιστοποίηση ανεπιθύμητων καταστάσεων στις ανώτερες χρήσεις υδάτων κατά μήκος του ποταμού και διατήρηση της περιβαλλοντικής ποιότητας σε αποδεκτά επίπεδα εσαεί, όπως προϋποθέτει η βιώσιμη ανάπτυξη της περιοχής.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστούμε το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο (ΕΚΤ), Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Εκπαίδευση και Αρχική Επαγγελματική Κατάρτιση (ΕΠΕΑΕΚ II), και ειδικότερα το Πρόγραμμα ΠΥΘΑΓΟΡΑΣ II, για την χρηματοδότηση του ανωτέρω έργου.

Για την διάθεση χρήσιμων στοιχείων, επιθυμούμε επίσης να ευχαριστήσουμε τους:

1. Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (ΕΜΥ)
2. Υπουργείου Αγροτ. Ανάπτ. & Τροφίμων, Τμήμα Υδρολογίας, και ιδιαιτέρως τον Τμηματάρχη κ. Επαμεινώνδα Λιανό
3. Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος (ΕΣΥΕ)
4. Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού Α.Ε. (ΔΕΗ), Διεύθυνση Ανάπτυξης Υ/Η Έργων (ΔΑΥΕ)
5. Οργανισμό Κτηματολογίου και Χαρτογραφίσεων (ΟΚΧΕ), Διεύθυνση Χαρτογραφίσεων
6. Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Ανάπτυξης (ΕΘΙΑΓΕ), Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών (ΙΔΕ)
7. Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας
8. Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Ηλείας και ιδιαιτέρως τον Νομάρχη κ. Χαράλαμπο Καφύρα
9. Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Αρκαδίας
10. Ηλειακή Αναπτυξιακή Α.Ε.
11. Αναπτυξιακή Εταιρεία ΑΡΚΑΔΙΑ Α.Ε.
12. Ένωση Γεωργικών Συνεταιρισμών Ηλείας – Ολυμπίας
13. Δήμο Πύργου, Διεύθυνση Ύδρευσης και Αποχέτευσης Πύργου, και ιδιαιτέρως τους κκ. Ιωάννη Βένδρα και Βασίλη Δημητρούλη
14. Δήμο Σκιλλούντος, και ιδιαιτέρως τον κ. Χρήστο Γαλανόπουλο, Χημικό Μηχανικό
15. Δήμο Αρχαίας Ολυμπίας, και ιδιαιτέρως τον Αντιδήμαρχο κ. Γεώργιο Δέββε
16. Δήμο Φολόης, και ιδιαιτέρως τον Αντιδήμαρχο κ. Θεόδωρο Τριαντόπουλο
17. Δήμο Ανδρίτσαινας, και ιδιαιτέρως τον Αντιδήμαρχο κ. Κωνσταντίνο Τσίτουρα
18. Δήμο Τροπαίων, και ιδιαιτέρως τον Γεωπόνο κ. Κωνσταντίνο Τσιότρα
19. Δήμο Ηραίας, και ιδιαιτέρως τον Αντιδήμαρχο κ. Αθανάσιο Μπόρα
20. Πρόεδρο Αγροτικού Συνεταιρισμού Ανδρίτσαινας κ. Παναγιώτη Αδαμόπουλο
21. Γεωπόνο Αγροτικού Συνεταιρισμού Κρεσταινών κ. Πέτρο Βίτσα
22. κ. Γεώργιο Μηλιαρέση, Λέκτορα Πανεπιστημίου Πατρών, και
23. κ. Βασίλειο Ράπανο, Πολιτικό Μηχανικό Υπουργείου Αγροτ. Ανάπτ. & Τροφίμων.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελίδα
1. Π.Ε.1 – ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ	1
1.1. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΛΦΕΙΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ	1
1.1.1. Μετεωρολογικά Δεδομένα	1
1.1.2. Υδρολογικά Δεδομένα	4
1.1.3. Χαρτογραφικά Δεδομένα	6
1.1.4. Δεδομένα Ρύπανσης	6
1.1.5. Γεωγραφικά Δεδομένα	8
1.2 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΒΟΣΒΟΖΗ ΠΟΤΑΜΟΥ	10
1.2.1 Μετεωρολογικά Δεδομένα	10
1.2.2. Υδρολογικά Δεδομένα	10
1.2.3. Δεδομένα Ρύπανσης	10
2. Π.Ε.2 – ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ	13
2.1 ΠΕΡΙΟΔΙΚΑ	13
2.2 ΣΥΝΕΔΡΙΑ – ΗΜΕΡΙΔΕΣ – ΕΙΔΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ	16
2.3 ΒΙΒΛΙΑ	19
2.4 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ – ΔΙΑΤΡΙΒΕΣ – ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ – ΜΕΛΕΤΕΣ	19
2.5 ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΚΑΙ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ – ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ	21
3. Π.Ε.3 – ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	25
3.1 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΛΦΕΙΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ	25
3.1.1 Θέσεις Δειγματοληψίας και Εξορμήσεις	25
3.1.2 Μετρήσεις πεδίου	28
3.1.3 Μετρήσεις εργαστηρίου	42
3.2 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΒΟΣΒΟΖΗ ΠΟΤΑΜΟΥ	50
3.2.1 Θέσεις Δειγματοληψίας και Εξορμήσεις	50
3.2.2 Μετρήσεις πεδίου	52
3.2.3 Μετρήσεις εργαστηρίου	54
4. Π.Ε.4 – ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΩΝ – ΑΙΤΙΟΚΡΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ	57
4.1 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΛΦΕΙΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ	57
4.1.1 Εισαγωγή	57
4.1.2 Μεθοδολογία εκτίμησης φορτίων ρύπανσης	57
4.1.3 Βιβλιογραφία	59
4.2 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΒΟΣΒΟΖΗ ΠΟΤΑΜΟΥ	60
4.2.1 Εισαγωγή	60
4.2.2 Περιγραφή μοντέλου SWAT	60
4.2.3 Υδρολογική προσομοίωση	61
4.2.4 Βιβλιογραφική ανασκόπηση για το μοντέλο SWAT	63
4.2.5 Βιβλιογραφία	70
5. Π.Ε.5 – ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ – ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΠΙΘΑΝΩΝ ΣΕΝΑΡΙΩΝ	73
5.1 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΛΦΕΙΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ	73
5.1.1 Γενικά	73
5.1.2 Χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης	73
5.1.3 Εκτίμηση φορτίων ρύπανσης αζώτου και φωσφόρου	78
5.1.4 Υδρολογική προσομοίωση κανονικού σεναρίου	83
5.1.5 Βιβλιογραφία	89

5.2 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΒΟΖΒΟΖΗ ΠΟΤΑΜΟΥ	89
5.2.1 Περιγραφή	89
5.2.2 Προσομοίωση της λεκάνης	92
5.2.3 Βαθμονόμηση μοντέλου	95
5.2.4 Αποτελέσματα βαθμονόμησης μοντέλου SWAT	96

6. Π.Ε.6 – ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ – ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ – ΧΡΗΣΗ

	105
6.1 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΛΦΕΙΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ	105
6.1.1 Αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης κανονικού σεναρίου	105
6.1.2 Αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης σεναρίου κλιματικής αλλαγής	106
6.1.3 Μέτρηση ρυπαντικής φόρτισης	106
6.1.4 Υπολογισμός των Συντελεστών Ρύπανσης	108
6.1.5 Βιβλιογραφία	110
6.2 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΒΟΖΒΟΖΗ ΠΟΤΑΜΟΥ	111
6.2.1 Αποτελέσματα επαλήθευσης του μοντέλου SWAT	111
6.2.2 Έλεγχος εναλλακτικών σεναρίων σχετικά με τις μη σημειακές πηγές ρύπανσης	118
6.2.3 Έλεγχος σεναρίου για σημειακές πηγές ρύπανσης	126
6.2.4 Συμπεράσματα από την εξέταση εναλλακτικών σεναρίων	127
6.2.5 Προτάσεις αντιμετώπισης μη σημειακής ρύπανσης	127
6.2.6 Ανακεφαλαίωση – Γενικά συμπεράσματα	128
6.2.6 Βιβλιογραφία	129

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: Υπολεκάνες Υδρολογικής Λεκάνης Αλφειού Ποταμού

131

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: Ερωτηματολόγια

139

ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ

1. Γιαννόπουλος Π.Χρ. (2005). "Μεθοδολογία Παρακολούθησης και Ταχείας Πρόβλεψης της Ρύπανσης Ποταμού σε Σχέση με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ". *Υδροτεχνικά Ε.Υ.Ε.*, Τόμος 15, σελ. 103-112.
2. Γιαννόπουλος Π. και Μαναριώτης Ι. (2006). "Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις και Προτεινόμενα Μέτρα Προστασίας και Αποκατάστασης Ποταμού Αλφειού στα Πλαίσια Βιώσιμης Ανάπτυξης της Περιοχής", *Διημερίδα Δήμου Ηραίας, Νομαρχίας Αρκαδίας, με την συμμετοχή του Δήμου Ανδρίτσαινας, υπό την αιγίδα του Υπουργείου Υγείας, με θέμα «τα Ιαματικά Λουτρά και ο Άνθρωπος, Περιβάλλον – Αρχαιολογία»*, 10-11 Αυγούστου 2006, Ιαματικά Λουτρά Ηραίας, Ηραία Αρκαδίας.
3. Manariotis I.D. and Yannopoulos P.C. (2006). "Integrated Management Plan for the Alfeios River Basin", 2nd International Conference *AQUA 2006 – Water Science and Technology – Integrated Management of Water Resources*, Athens, Hellas, November 23-26. Proceedings in CD-ROM, 6 pages
4. Boskidis, I., Pisinaras, V., Gikas, G.D., Tsihrintzis, V.A., Gemitzi, A., Petalas, C., and Yannopoulos, P. (2007). "Water Quantity and Quality Monitoring and Modeling of Vosvozis River, North Greece", in Proc. of the International Conference on Environmental Management, Engineering, Planning and Economics (CEMEPE), eds. A. Kungolos, K. Aravossis, A. Karagiannidis, P. Samaras; June 24-28, Skiathos, Greece, pp. 2231-2236.
5. Yannopoulos P.C., Manariotis I.D., Ziogas A.I. and Kaleris V.K. (2007). "Methodology of River Pollution Assessment and Preliminary Results", in Proc. of 32nd IAHR Congress "Harmonizing the Demands of Art and Nature in Hydraulics", eds. Giampolo Di Silvio and Stefano Lanzoni, July 1-6 2007, Venice, Italy, Theme A – Engineering and Management of Freshwater Systems, A1.c: Water resources and river basin management, 059-O, pp. 307; 12 pages in CD-ROM Proc.
6. Γιαννόπουλος Π.Χρ. (2007). "Διόρθωση Μετρήσεων Παροχών Ποταμού με Χρήση Φυσικών Δεικτών". *Υδροτεχνικά Ε.Υ.Ε.* (αποδεκτή).

1. Π.Ε.1 – ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ

Η πρωτογενής πληροφορία αφορά την συλλογή και σχετική πρωτογενή επεξεργασία μετεωρολογικών, υδρολογικών, ρυπαντικών στοιχείων και ρευματομετρήσεων, καθώς και τοπογραφικών / γεωγραφικών πληροφοριών, ώστε να δύνανται να χρησιμοποιηθούν για τις ανάγκες του παρόντος προγράμματος. Τα στοιχεία ταξινομούνται σε δύο γενικές ομάδες ως προς την υδρολογική λεκάνη που ανήκουν, όπως Ποταμού Αλφειού και Βοσβόζη. Κάθε γενική ομάδα περιλαμβάνει τις υπο-ομάδες μετεωρολογικής, υδρολογικής, ρυπαντικής και γεωγραφικής πληροφορίας. Συνοπτική παρουσίαση των στοιχείων ανά γενική ομάδα και υπο-ομάδα δίδεται στην συνέχεια.

1.1 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΛΦΕΙΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ

1.1.1 Μετεωρολογικά Δεδομένα

Πίνακας 1.1.1 Κλιματολογικά Στοιχεία ΕΜΥ για Λεκάνη Ποτ. Αλφειού (Έντυπη μορφή αρχείου)

A/A Σταθμός	Μεταβλητή	Περίοδος
1. ΓΟΡΤΥΝΟΥ (Γ. Πλ. 35°03', Γ. Μ. 24°58', Υψ. 180 m)	Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία Μέσου Έτους	1935 – 44, 1948 – 70
2.	Μέση Μηνιαία Σχετική Υγρασία Μέσου Έτους	1935 – 44, 1948 – 70
3.	Ακρότατα Θερμοκρασίας	1935 – 44, 1948 – 70
4.	Μηνιαία Βροχόπτωση	1950 – 70
5.	Μέσος Αριθμός Ημερών Βροχόπτωσης	1950 – 70
6.	Μέγιστον Ύψος Βροχόπτωσης 24ώρου	1950 – 70
7.	Μέσος Αριθμός Ημερών Χιονόπτωσης	1950 – 70
8.	Μέσος Αριθμός Ημερών Νέφωσης	1935 – 44, 1948 – 70
9.	Διάρκεια Ηλιοφάνειας σε Ώρες	1935 – 44, 1948 – 70
10.	Άνεμος (Μέσο Ετήσιο Ροδόγραμμα)	1935 – 44, 1948 – 70
11. ΠΥΡΓΟΥ (Γ. Πλ. 37°41', Γ. Μ. 21°26', Υψ. 12 m)	Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία Μέσου Έτους	1932 – 34, 1938 – 41, 1943 – 75
12.	Μέση Μηνιαία Σχετική Υγρασία Μέσου Έτους	1932 – 34, 1938 – 41, 1943 – 75
13.	Ακρότατα Θερμοκρασίας	1932 – 34, 1938 – 41, 1943 – 75
14.	Μηνιαία Βροχόπτωση	1932 – 34, 1938 – 41, 1943 – 75
15.	Μέσος Αριθμός Ημερών Βροχόπτωσης	1932 – 34, 1938 – 41, 1943 – 75
16.	Μέγιστον Ύψος Βροχόπτωσης 24ώρου	1932 – 34, 1938 – 41, 1943 – 75
17.	Μέσος Αριθμός Ημερών Χιονόπτωσης	1932 – 34, 1938 – 41, 1943 – 75
18.	Μέσος Αριθμός Ημερών Νέφωσης	1932 – 34, 1938 – 41, 1943 – 75
19.	Διάρκεια Ηλιοφάνειας σε Ώρες	1972 – 76
20.	Άνεμος (Μέσο Ετήσιο Ροδόγραμμα)	1950 – 73
21. ΤΡΙΠΟΛΕΩΣ (Γ. Πλ. 37°31', Γ. Μ. 22°24', Υψ. 661.41 m)	Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία Μέσου Έτους	1931 – 34, 1936 – 40, 1949 – 75
22.	Μέση Μηνιαία Σχετική Υγρασία Μέσου Έτους	1931 – 34, 1936 – 40, 1949 – 75
23.	Ακρότατα Θερμοκρασίας	1931 – 34, 1936 – 40, 1949 – 75
24.	Μηνιαία Βροχόπτωση	1931 – 34, 1936 – 40, 1949 – 75
25.	Μέσος Αριθμός Ημερών Βροχόπτωσης	1931 – 34, 1936 – 40, 1949 – 75
26.	Μέγιστον Ύψος Βροχόπτωσης 24ώρου	1931 – 34, 1936 – 40, 1949 – 75
27.	Μέσος Αριθμός Ημερών Χιονόπτωσης	1931 – 34, 1936 – 40, 1949 – 75
28.	Μέσος Αριθμός Ημερών Νέφωσης	1931 – 34, 1936 – 40, 1949 – 75
29.	Διάρκεια Ηλιοφάνειας σε Ώρες	1931 – 34, 1936 – 40, 1949 – 75
30.	Άνεμος (Μέσο Ετήσιο Ροδόγραμμα)	1961 – 76

Πηγή: Κλιματολογικά Στοιχεία του Ελληνικού Δικτύου (Περίοδος 1930 – 1975), Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, Διεύθυνση Κλιματολογίας, Αθήναι 1978

Διαγράμματα Μηνιαίας Δυναμικής Εξατμισοδιαπνοής εις mm.

Νικ. Γρυλλάκης (1972). Μηνιαία Δυναμική Εξατμισοδιαπνοή εν Ελλάδι κατά Thornthwaite Εξαγομένη εκ Κανονικών Τιμών. Δ.Τ.Π. Υπ' αριθ. Νο 11 (Ε.Ε.), Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία – Διεύθυνσις ΙΙ και Γενική Διεύθυνση Γεωργίας, Υπηρεσία Εγγείων Βελτιώσεων – Διεύθυνσις Ι, Αθήναι.

Πίνακας 1.1.2 Μετρήσεις ΥΠΕΧΩΔΕ στην Λεκάνη Αλφειού Ποταμού (Αρχεία σε CD-ROM)

A/A	Θέση Σταθμού	Κωδικός Αρχείου	Μεταβλητή	Περίοδος
1.	ΑΝΩ ΛΟΥΣΟΙ	2001940000_737	Ημερ. Βροχόπτωση	01/01/1947 – 31/05/1998
2.		2001940000_738	Ημερ. Χιονόπτωση	01/01/1947 – 31/05/1998
3.		2001940000_739	Διεύθυνση Ανέμου ¹	04/01/1951 – 29/05/1998
4.	ΒΑΣΙΛΑΚΙΟ	2002050000_784	Ημερ. Βροχόπτωση	01/01/1955 – 30/06/1997
5.		2002050000_785	Ημερ. Χιονόπτωση	01/01/1955 – 30/06/1997
6.		2002050000_787	Ημερ. Εξάτμιση ²	16/06/1994 – 30/06/1997
7.		2002050000_787	Διεύθυνση Ανέμου ¹	01/01/1955 – 30/06/1997
8.	ΒΥΤΙΝΑ	2002310000_851	Ημερ. Βροχόπτωση	01/10/1957 – 31/12/1997
9.		2002310000_852	Ημερ. Χιονόπτωση	01/10/1957 – 31/12/1997
10.		2002310000_854	Ημερ. Εξάτμιση ²	01/10/1957 – 31/12/1997
11.		2002310000_855	Ταχύτητα Ανέμου ¹	01/10/1957 – 31/12/1997
12.		2002310000_856	Μέση Ημερ. Ταχύτ. Ανέμου	01/10/1957 – 31/08/1982
13.		2002310000_857	Διεύθυνση Ανέμου ¹	01/10/1957 – 31/12/1997
14.		2002310000_858	Θερμοκρασία Αέρα ¹	16/06/1977 – 31/12/1997
15.		2002310000_859	Ημερ. Μεγίστη Θερμοκρασία	01/10/1957 – 31/12/1997
16.		2002310000_860	Ημερ. Ελαχίστη Θερμοκρασία	01/10/1957 – 31/12/1997
17.		2002310000_861	Ημερ. Χιονοβροχόπτωση ³	01/10/1957 – 31/12/1997
18.		2002310000_861	Βάθος υγρού ³	01/10/1957 – 31/12/1997
19.	ΔΑΦΝΗ	2001960000_54	30-λεπτη Βροχόπτωση	03/09/1984 – 04/08/1985
20.		2001960000_747	Ημερ. Βροχόπτωση	26/11/1987 – 31/05/1998
21.		2001960000_748	Ημερ. Χιονόπτωση	26/11/1987 – 31/05/1998
22.		2001960000_749	Διεύθυνση Ανέμου ¹	17/11/1947 – 31/05/1998
23.	ΚΑΡΥΤΑΙΝΑ	2002420000_896	Ημερ. Βροχόπτωση	01/04/1953 – 28/02/1998
24.		2002420000_897	Ημερ. Χιονόπτωση	01/04/1953 – 28/02/1998
25.		2002420000_898	Διεύθυνση Ανέμου ¹	01/04/1953 – 28/02/1998
26.	ΚΑΣΤΕΛΛΙΟ	2001980000_753	Ημερ. Βροχόπτωση	01/01/1947 – 31/05/1998
27.		2001980000_754	Ημερ. Χιονόπτωση	01/01/1947 – 31/05/1998
28.		2001980000_755	Διεύθυνση Ανέμου ¹	01/11/1950 – 31/05/1998
29.	ΛΥΚΟΥΡΙΑ	2002000000_56	30-λεπτη Βροχόπτωση	06/05/1985 – 11/08/1985
30.		2002000000_759	Ημερ. Βροχόπτωση	26/03/1994 – 31/07/1997
31.		2002000000_760	Ημερ. Χιονόπτωση	25/01.1989 – 31/07/1997
32.		2002000000_761	Διεύθυνση Ανέμου ¹	01/01/1948 – 31/07/1997
33.	ΠΑΓΚΡΑΤΑΪΚΑ ΚΑΛΥΒΙΑ	2002020000_766	Ημερ. Βροχόπτωση	01/03/1953 – 31/05/1997
34.		2002020000_767	Ημερ. Χιονόπτωση	01/03/1953 – 31/05/1997
35.		2002020000_768	Διεύθυνση Ανέμου ¹	24/03/1953 – 31/05/1997
36.	ΠΕΡΔΙΚΟΝΕΡΙ	2002390000_887	Ημερ. Βροχόπτωση	01/11/1945 – 31/12/1997
37.		2002390000_888	Ημερ. Χιονόπτωση	01/11/1945 – 31/12/1997
38.		2002390000_889	Διεύθυνση Ανέμου ¹	01/04/1953 – 31/12/1997
39.	ΠΙΑΝΑ	2002350000_65	30-λεπτη Βροχόπτωση	06/12/1971 – 14/01/1973
40.		2002350000_876	Ημερ. Βροχόπτωση	01/11/1959 – 31/12/1996
41.		2002350000_877	Ημερ. Χιονόπτωση	01/11/1959 – 31/12/1996
42.		2002350000_878	Διεύθυνση Ανέμου ¹	01/11/1959 – 31/12/1996
43.	ΣΤΡΕΦΙΟ	2002100000_810	Ημερ. Βροχόπτωση	01/01/1955 – 31/03/1998
44.		2002100000_811	Ημερ. Χιονόπτωση	01/01/1955 – 31/03/1998
45.		2002100000_812	Διεύθυνση Ανέμου ¹	02/01/1955 – 23/02/1998
46.	ΤΡΙΠΟΤΑΜΑ	2002040000_781	Ημερ. Βροχόπτωση	01/01/1955 – 30/06/1997
47.		2002040000_782	Ημερ. Χιονόπτωση	01/01/1955 – 30/06/1997
48.		2002040000_783	Διεύθυνση Ανέμου ¹	03/01/1955 – 28/12/1996
49.	ΤΡΟΠΑΙΑ	2002370000_66	30-λεπτη Βροχόπτωση	23/03/1953 – 06/01/1997
50.		2002370000_879	Ημερ. Βροχόπτωση	26/01/1996 – 31/12/1997
51.		2002370000_880	Ημερ. Χιονόπτωση	26/01/1996 – 31/12/1997
52.		2002370000_881	Διεύθυνση Ανέμου ¹	02/01/1956 – 31/12/1997

¹ 3 – 8 τιμές ημερησίως² Εκτιμημένη³ Χιονοβροχόμετρο**Πίνακας 1.1.3** Μετρήσεις Υπουργείου Γεωργίας στην Λεκάνη Ποτ. Αλφειού (Εντυπη μορφή αρχείου)

A/A	Θέση Σταθμού	Κωδικός	Μεταβλητή	Περίοδος
1.	ΤΡΙΠΟΤΑΜΙΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	ΥΓ 005	Μηνιαία Βροχόπτωση	03/1936 – 03/2004

Πίνακας 1.1.4 Μετρήσεις ΔΕΗ στην Λεκάνη Ποτ. Αλφειού Περιοχής Μεγαλόπολης (Εντυπη μορφή αρχείου)

A/A	Θέση Σταθμού	Κωδικός	Μεταβλητή	Περίοδος
1.	ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗ (ΑΗΣ-ΕΡΓ.)	ΔΕΗ 032	Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία	02/1971 – 12/1983
2.			Μεταβολή Σχετικής Υγρασίας	02/1971 – 12/1983
3.			Άνεμος (Ετήσιο Ροδόγραμμα)	02/1971 – 12/1983
4.			Άνεμος (Ροδόγραμμα Ιαν., Απρ., Ιουλ. και Οκτ.)	02/1971 – 12/1983
5.	ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗ (ΛΙΓΝΙΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ)	ΔΕΗ – ΑΚΜ	Ακρότατα Θερμοκρασίας	1972 – 1993
6.			Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία	01/1994 – 10/1994
7.			Ακρότατα Θερμοκρασίας	01/1994 – 10/1994
8.			Μηνιαία Βροχόπτωση	01/1994 – 10/1994
9.			Αριθμός Ημερών Βροχόπτωσης	01/1994 – 10/1994
10.			Μέση Ετήσια Θερμοκρασία	1972 – 1993
11.			Ετήσια Βροχόπτωση	1972 – 1993
12.			Αριθμός Ημερών Βροχόπτωσης	1972 – 1993
13.			Μέγιστη Ένταση Βροχής	1972 – 1993
14.	ΘΩΚΝΙΑ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ	ΔΕΗ – ΔΕΜΕ	Μηνιαία Βροχόπτωση	10/1970 – 06/1987

Πηγή: Μελέτη Περιβαλλ. Επιπ. του Έργου Μετατόπισης της Κοίτης Ποτ. Αλφειού Ν. Αρκαδίας, Στάδια I, II & III, ΔΕΗ-ΔΑΥΕ, 1995

Πίνακας 1.1.5 Κλιματολογικά Στοιχεία ΕΜΥ για Λεκάνη Ποτ. Αλφειού (Ηλεκτρονική μορφή αρχείου)

A/A	Σταθμός	Μεταβλητή	Περίοδος
1.	ΠΥΡΓΟΥ: No. 16 707 (Γ. Πλ. Β 37°40', Γ. Μ. Α 21°26', Υψ. 12 m)	Ελαχίστη Ημερήσια Θερμοκρασία για τα έτη	2005 και 2006 πλήρως και για το 2007 από Ιανουάριο έως Ιούνιο
2.		Μεγίστη Ημερήσια Θερμοκρασία για τα έτη	2005 και 2006 πλήρως και για το 2007 από Ιανουάριο έως Ιούνιο
3.		Μηνιαίο Ύψος Υετού (mm) για τα έτη	από 1950 έως και 2006
4.		Μέσο Ημερήσιο Ύψος Βροχής (mm) για τα έτη	2005 και 2006 πλήρως και για το 2007 από Ιανουάριο έως Μάρτιο
5.		Μηνιαία Εξάτμιση (mm) για τα έτη	1983 έως και 1998
6.		Μέση Μηνιαία Εξάτμιση (mm) περιόδου	1977 – 1998
7.	ΤΡΙΠΟΛΕΩΣ: No. 16 710 (Γ. Πλ. Β 37°32', Γ. Μ. Α 22°24', Υψ. 652 m)	Ελαχίστη Ημερήσια Θερμοκρασία για τα έτη	2005 και 2006 πλήρως και για το 2007 από Ιανουάριο έως Ιούνιο
8.		Μεγίστη Ημερήσια Θερμοκρασία για τα έτη	2005 και 2006 πλήρως και για το 2007 από Ιανουάριο έως Ιούνιο
9.		Μηνιαίο Ύψος Υετού (mm) για τα έτη	από 1950 έως και 2006
10.		Μέσο Ημερήσιο Ύψος Βροχής (mm) για τα έτη	2005 και 2006
11.		Μηνιαία Εξάτμιση (mm) για τα έτη	1977 έως και 1998
12.		Μέση Μηνιαία Εξάτμιση (mm) περιόδου	1977 – 1998

Πηγή: Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, Διεύθυνση Γ - Κλιματολογίας, Ελληνικό, Αθήνα, Ιούλιος 2007

Πίνακας 1.1.6 Βροχομετρικά Στοιχεία Υπουργείου Γεωργίας για Λεκάνη Ποτ. Αλφειού (Εντυπη μορφή αρχείου)

A/A	Σταθμός	Μεταβλητή	Περίοδος
1.	ΤΡΙΠΟΤΑΜΙΑΣ ΑΡΚΑΔΙΑΣ: Α.Μ. 134, Αριθ. στον χάρτη 5 (Γ. Πλ. Β 37°37', Γ. Μ. Α 21°48', Υψ. 150 - 80 m)	Μηνιαίες Βροχοπτώσεις (mm) για τους μήνες	από Μάρτιο 1936 έως και Μάιο 2004
2.	ΠΑΝΑΓΙΤΣΑΣ ΑΡΚΑΔΙΑΣ: Α.Μ. 118, Αριθ. στον χάρτη 2 (Γ. Πλ. Β 37°46', Γ. Μ. Α 22°13', Υψ. 540 m)	Μηνιαίες Βροχοπτώσεις (mm) για τους μήνες	από Νοέμβριο 1931 έως και Αύγουστο 2006

Πηγή: Υπουργείο Γεωργίας, Διεύθυνση Σχεδ. Εγγειοβ. Έργων & Αξιοποίησης Εδαφοδατικών Πόρων, Τμήμα Υδρολογίας, Αθήνα, Ιούλιος 2007.

Πίνακας 1.1.7 Βροχομετρικά Στοιχεία Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών του ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε. στην Λεκάνη Ποτ. Αλφειού (Ηλεκτρονική μορφή αρχείου)

A/A	Σταθμός	Μεταβλητή	Περίοδος
1.	ΑΝΔΡΙΤΣΑΙΝΑΣ ΗΛΕΙΑΣ	Μηνιαία Βροχόπτωση (mm) για τους μήνες	από Ιανουάριο 1964 έως και Δεκέμβριο 1989
2.		Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία Αέρα (°C) για τους μήνες	από Ιανουάριο 1964 έως και Δεκέμβριο 1990
3.		Μέση Μηνιαία Σχετική Υγρασία (%) για τους μήνες	από Ιανουάριο 1964 έως και Δεκέμβριο 1990
4.		Διεύθυνση & Μέση Ταχύτητα Ανέμου (m/s) για τους μήνες	από Ιανουάριο 1964 έως και Δεκέμβριο 1990

Πηγή: ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε., Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, Αθήνα, Ιούλιος 2007.

Πίνακας 1.1.8 Βροχομετρικά Στοιχεία ΔΕΗ στην Λεκάνη Αλφειού Ποταμού (Έντυπη μορφή αρχείου)

A/A	Σταθμός	Μεταβλητή	Περίοδος
1.	ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΛΑΔΩΝΑ: (Γ. Πλ. Β 37°45', Γ. Μ. Α 21°58', Υψ. 430,0 m)	Μηνιαία Βροχόπτωση (mm) για τους μήνες	- από Ιαν. 1964 έως και Δεκ. 1968 - από Οκτ. 1974 έως και Σεπ. 1976 - από Ιαν. 1981 έως και Σεπ. 1988
2.		Ελάχιστη & Μέγιστη Μέση Θερμοκρασία Αέρα (Μ.Ο. μηνιαίως) (°C) για τους μήνες	- από Σεπ. 1965 έως και Δεκ. 1968 - από Οκτ. 1974 έως και Σεπ. 1976 - από Ιαν. 1981 έως και Δεκ. 1988

Πηγή: Δημοσία Επιχείρηση Ηλεκτρισμού Α.Ε., Διεύθυνση Ανάπτυξης Υ/Η Έργων (ΔΑΥΕ), Αθήνα, Νοέμβριος 2006.

1.1.2 Υδρολογικά Δεδομένα

Πίνακας 1.1.9 Υδρομετρήσεις ΥΠΕΧΩΔΕ στην Λεκάνη Αλφειού Ποταμού (Αρχεία σε CD-ROM)

A/A	Θέση Σταθμού	Κωδικός Αρχείου	Μεταβλητή	Περίοδος
1.	ΓΕΦΥΡΑ ΚΟΚΚΟΡΗ (ΠΟΤ. ΛΟΥΣΙΟΣ)	2002460000_1309	Ημερ. Στάθμη	16/03/1951 – 31/12/1996
2.		2002460000_1310	Στάθμη Πλημμύρας ¹	26/03/1951 – 10/12/1968
3.		2002460000_1411	Υδρομέτρηση ²	16/03/1951 – 24/06/1956

¹ 3 – 8 τιμές ημερησίως

² Στάθμη, παροχή, διατομή, πλάτος (σποραδικές μετρήσεις με ακανόνιστη συχνότητα)

Πίνακας 1.1.10 Υδρομετρήσεις ΔΕΗ στην Λεκάνη Αλφειού Ποταμού (Έντυπη μορφή αρχείου)

A/A	Θέση Σταθμού	Κωδικός	Μεταβλητή	Περίοδος
1.	ΥΗΣ ΛΑΔΩΝΟΣ (ΠΟΤ. ΛΑΔΩΝ)		Μηνιαία παραγωγικότητα ¹	01/1965 – 12/1988
2.	ΤΡΙΠΟΤΑΜΑ (ΠΟΤ. ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ)	ΔΕΗ 004	Παροχή ²	29/03/1980 – 15/03/1989
3.	ΓΕΦΥΡΑ ΑΛΦΕΙΟΥΣΑΣ (ΠΟΤ. ΑΛΦΕΙΟΣ)	ΔΕΗ 003	Υδρομέτρηση ³	05/05/1960 – 09/09/1967
4.	ΓΕΦΥΡΑ ΣΑΪΝΤ ΑΓΑ – ΝΕΜΟΥΤΑ (ΠΟΤ. ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ)	ΔΕΗ 002	Υδρομέτρηση ³	24/03/1964 – 09/06/1978
5.	ΓΕΦΥΡΑ ΚΑΡΥΤΑΙΝΑΣ (ΠΟΤ. ΑΛΦΕΙΟΣ)	ΔΕΗ	Μηνιαία και Ετήσια Παροχή ⁴	10/1961-09/1976

¹ Βάσει της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

² Σποραδικές μετρήσεις με ακανόνιστη συχνότητα

³ Στάθμη, παροχή, διατομή (σποραδικές μετρήσεις με ακανόνιστη συχνότητα)

⁴ Μελέτη Περιβαλλ. Επιπτ. του Έργου Μετατόπισης της Κοίτης Ποτ. Αλφειού Ν. Αρκαδίας, Στάδια I, II & III, ΔΕΗ-ΔΑΥΕ, 1995

Πίνακας 1.1.11 Υδρομετρήσεις Υπουργείου Γεωργίας στην Λεκάνη Ποτ. Αλφειού (Ηλεκτρονική μορφή αρχείου)

A/A	Θέση Σταθμού	Μεταβλητή	Περίοδος
1.	ΦΡΑΓΜΑ ΦΛΟΚΑ	Υδρομέτρηση ¹	1984, 1986, 1987, 1988, 1989, 1993

¹ Παροχή (μία μέτρηση ανά μήνα σε ακανόνιστη ημερομηνία). Δεν αναφέρεται η μέθοδος μέτρησης.

Πίνακας 1.1.12 Υδρομετρήσεις Εργαστηρίου Τεχνολογίας του Περιβάλλοντος στην Λεκάνη Αλφειού Ποταμού (Εντυπη μορφή αρχείου)

A/A	Θέση	Μεταβλητή	Περίοδος
1.	ΠΟΤ. ΕΝΙΠΕΑΣ (Συμβολή με Ποτ. Αλφειό)	Υδρομέτρηση	08/08/1990 ¹
2.	ΠΟΤ. ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ (Γέφυρα Ε.Ο.)	Υδρομέτρηση	08/08/1990 ¹
3.	ΠΟΤ. ΑΛΦΕΙΟΣ (Γέφ. Ε.Ο. Πύργου – Καλαμάτας, Σιδηροδρομική Γέφ., Φράγμα Φλόκα, Γέφ. Αγ. Ιωάννη, Γέφ. Καρύταινας)	Υδρομέτρηση	20/08/1991 ² , 12/12/1992 ³ , 30/04/1993 ³ , 16/10/1993 ³
4.	ΠΟΤ. ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ (Γέφυρα Ε.Ο.)	Υδρομέτρηση	20/08/1991 ² , 12/12/1992 ³ , 30/04/1993 ³ , 16/10/1993 ³
5.	ΠΟΤ. ΛΑΔΩΝ (Γέφυρα Κοκλαμά)	Υδρομέτρηση	20/08/1991 ² , 12/12/1992 ³ , 30/04/1993 ³ , 16/10/1993 ³
6.	ΠΟΤ. ΛΟΥΣΙΟΣ (Οδική Γέφυρα)	Υδρομέτρηση	20/08/1991 ² , 12/12/1992 ³ , 30/04/1993 ³ , 16/10/1993 ³
7.	ΠΟΤ. ΑΛΦΕΙΟΣ (Φράγμα Φλόκα, Γέφυρα Αγ. Ιωάννη, Γέφυρα Καρύταινας)	Υδρομέτρηση	15/07/1998 ⁴
8.	ΠΟΤ. ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ (Γέφυρα Ε.Ο.)	Υδρομέτρηση	15/07/1998 ⁴
9.	ΠΟΤ. ΛΑΔΩΝ (Γέφυρα Κοκλαμά)	Υδρομέτρηση	15/07/1998 ⁴
10.	ΠΟΤ. ΛΟΥΣΙΟΣ (Οδική Γέφυρα)	Υδρομέτρηση	15/07/1998 ⁴

¹ Βάσει της επιφανειακής ταχύτητας και της διατομής. Πηγή: Γιαννόπουλος (1990) – Προσωπικές Σημειώσεις.

² Βάσει της επιφανειακής ταχύτητας και της διατομής. Πηγή: Γιαννόπουλος & Τσιβόγλου (1992).

³ Βάσει της επιφανειακής ταχύτητας και της διατομής. Πηγή: Βόσσος, Καλλίτσης & Ξυπολιτίδης (1993), Διπλωματική Εργασία, Πάτρα, και Γιαννόπουλος (1993) – Προσωπικές Σημειώσεις.

⁴ Βάσει της επιφανειακής ταχύτητας και της διατομής και βάσει μεθόδων καταβαθμού, υπερχειλιστή, ανηρτημένης σφαίρας και χρήσης φυσικών δεικτών, ανάλογα με τις συνθήκες. Πηγή: Ζιάμπρα & Τασιά (1999), Διπλωματική Εργασία, Πάτρα, και Γιαννόπουλος (1998) – Προσωπικές Σημειώσεις.

Πίνακας 1.1.13 Υδρομετρήσεις Περιφέρειας Δυτ. Ελλάδος στον Ποτ. Ερύμανθο (Εντυπη μορφή αρχείου – Μελετητές: NAMA Α.Ε. και Γ. Παούρης).

A/A	Θέση Σταθμού	Κωδικός	Μεταβλητή	Περίοδος
1.	ΓΕΦΥΡΑ Ε.Ο. (ΠΟΤ. ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ)		Υδρομέτρηση ¹	08/2001 – 07/2002

¹ Μέση ταχύτητα, διατομή, παροχή (μία μέτρηση ανά μήνα σε ακανόνιστη ημερομηνία)

Πίνακας 1.1.14 Εκτιμήσεις ΔΕΗ στην Λεκάνη Αλφειού Ποταμού (Εντυπη μορφή αρχείου)

A/A	Θέση	Μεταβλητή	Περίοδος
1.	ΛΕΚΑΝΗ ΠΟΤ. ΑΛΦΕΙΟΥ (ΕΞΟΔΟΣ ΕΡΓΩΝ ΕΚΤΡΟΠΗΣ)	Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση	10/1962 – 09/1990
2.	ΛΕΚΑΝΗ ΠΟΤ. ΑΛΦΕΙΟΥ (ΓΕΦΥΡΑ ΚΑΡΥΤΑΙΝΑΣ)	Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση	10/1962 – 09/1990
3.	ΣΥΝΟΛΟΝ ΛΕΚΑΝΗΣ ΠΟΤ. ΑΛΦΕΙΟΥ	Ισοϋετείς Καμπύλες Μέσης Ετήσιας Βροχόπτωσης και Συσχέτιση Ετήσιας Βροχόπτωσης με Υψόμετρο	1962 – 1977
4.	ΛΕΚΑΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ	Ομβροθερμικό Διάγραμμα	Δεν αναφέρεται

Πηγή: Μελέτη Περιβαλλ. Επιπ. του Έργου Μετατόπισης της Κοίτης Ποτ. Αλφειού Ν. Αρκαδίας, Στάδια I, II & III, ΔΕΗ-ΔΑΥΕ, 1995

Πίνακας 1.1.15 Υδρολογικά και Πετρογραφικά Δεδομένα Γεωτρήσεων στην Λεκάνη Αλφειού Ποταμού (Έντυπη μορφή αρχείου)

A/A	Θέση	Σκοπός Γεώτρησης	Περίοδος Διάνοιξης
1.	ΓΕΦΥΡΑ ΑΛΦΕΙΟΥ (ΕΠΙΤΑΛΙΟΝ ΗΛΕΙΑΣ)	Υδρευση	13/7/1968 – 13/09/1968
2.	ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΒΑΡΒΑΣΑΙΝΗΣ Ν. ΗΛΕΙΑΣ	Υδρευση	05/1989 – 09/1989
3.	ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΑΛΦΕΙΟΥΣΗΣ Ν. ΗΛΕΙΑΣ	Δεν αναφέρεται	30/05/1967 – 10/07/1967

Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Τμήμα Υδρολογίας

Πίνακας 1.1.16 Υδρολογικές Εκτιμήσεις Εργαστηρίου Υδραυλικής Μηχανικής στην Λεκάνη Ποτ. Αλφειού Περιοχής Πύργου (Έντυπη μορφή αρχείου)

A/A	Θέση	Πρωτογενή Δεδομένα	Μεταβλητή	Περίοδος
1.	ΠΥΡΓΟΣ	Μετεωρολογικός Σταθμός Πύργου (Ε.ΜΥ.)	Καμπύλες Έντασης – Διάρκειας – Συχνότητας Βροχοπτώσεων	1980 – 1987

Πηγή: Demetracopoulos A. (1994). Nonlinear Regression Applied to Hydrologic Data. *J. of Irrigation and Drainage Engineering, ASCE, 120* (3), pp. 652-659.

1.1.3 Χαρτογραφικά Δεδομένα

Πίνακας 1.1.17 Χαρτογραφήσεις ΥΠΕΧΩΔΕ στην Λεκάνη Αλφειού Ποταμού (Αρχεία σε CD-ROM)

A/A	Περιγραφή	Νομός / Πινακίδα	Μεταβλητή	Περίοδος
1.	Πολυγωνική – γραμμική βάση δεδομένων βιοφυσικής κάλυψης (Πρόγραμμα CORINE LAND COVER GREECE) κλ. 1:100.000	Αρκαδίας, Αχαΐας και Ηλείας	Διανυσματική χαρτογραφική βάση βιοφυσικής κάλυψης και γεωγραφικών πληροφοριών	1990 και 2000
2.	Στατιστικά στοιχεία CORINE LAND COVER GREECE κλ. 1:100.000	Τρόπαια	Στατιστικά στοιχεία βιοφυσικής κάλυψης γης σε ψηφιακό αρχείο PDF	2000

Πηγή: Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας & Δημ. Έργων, Οργανισμός Κτηματολογίου και Χαρτογραφήσεων (ΟΚΧΕ), Διεύθυνση Χαρτογραφήσεων, Αθήνα, Νοέμβριος 2006.

1.1.4 Δεδομένα Ρύπανσης

Πίνακας 1.1.18 Μετρήσεις Υπουργείου Γεωργίας στην Λεκάνη Ποτ. Αλφειού (Ηλεκτρονική μορφή αρχείου)

A/A	Θέση	Μεταβλητή ¹	Περίοδος
1.	ΦΡΑΓΜΑ ΦΛΟΚΑ	Ηλεκτρ. Αγωγιμότητα, pH, Χλωριόντα, Θειικά, Όξινα Ανθρακικά, Ουδέτερα Ανθρακικά, Σύνολο Ανιόντων & Κατιόντων, Νάτριο, Μαγνήσιο, Ασβέστιο, S.A.R., Κατηγορία νερού, Βαθμός Αλκαλίωσης Na, Σκληρότητα, Θερμοκρασία, Διαλελυμένο Οξυγόνο και Ποσοστό Κορεσμού, Νιτρικά, Νιτρώδη, Αμμωνιακά, Ολικός Φωσφόρος, Ολικός Οργανικός Άνθρακας,	1983 – 84, 1986 – 89, 1993
2.	Γέφ. Ε.Ο. Τρίπολης – Καλαμάτας	Ως ανωτέρω	1988 – 97
3.	Γέφ. Καρύταινας	Ως ανωτέρω	1988 – 97
4.	Κατάντη Γέφ. Ελισσόνα – Αλφειού	Ως ανωτέρω	1988, 1990 – 91
5.	Συμβολή π. Αλφειού με Καστρίτσι	Ως ανωτέρω	1989, 1992 – 97

¹ Κατά μέγιστον μια μέτρηση ανά μήνα σε ακανόνιστη ημερομηνία

Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Τμήμα Προστασίας Αρδευτικών Υδάτων.
<http://www.minagric.gr/greek/2.9.3.alfeios.html>

Πίνακας 1.1.19 Μελέτες διαφόρων φορέων που περιλαμβάνουν στοιχεία ρύπανσης, μετρήσεις ή εκτιμήσεις αυτών για την υδρολογική λεκάνη Αλφειού Ποταμού.

A/A Φορέας	Περιγραφή
1. Δ.Ε.Η., Διεύθυνση Ανάπτυξης Υδροηλεκτρικών Έργων	Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων του Έργου Μετατόπισης της Κοίτης Ποτ. Αλφειού Ν. Αρκαδίας, Στάδια Ι, ΙΙ, ΙΙΙ. Ν. Μπακάλης – Π. Μαρκαντωνάτος Ο.Ε., Γ. Γιαννάτος, Ε. Ζαλαχώρη, Ν. Ρόμπος, Λ. Πανέτσος, Ιούνιος 1995.
2. Υπουργείο Ανάπτυξης, Δ/ση Υδατικού Δυναμικού και Φυσικών Πόρων	Σχέδιο Προγράμματος Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων της Χώρας. Αθήνα, Νοέμβριος 1996.
3. Υ.Π.Ε.ΧΩ.Δ.Ε., Γ.Γ.Δ.Ε. – Δ/ση Εγγειοβελτιωτικών Έργων (Δ7)	Έργα Προστασίας Φράγματος Φλόκα – π. Αλφειού, Παράρτημα 6: Γνωμάτευση για τις επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον του π. Αλφειού από τα έργα προστασίας του φράγματος Φλόκα. ΕΤΜΕ: Αντωνίου – Πέππας και Συν/τες Ε.Ε., Αθήνα, Νοέμβριος 1997.
4. Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Αρκαδίας, Αναπτυξιακή Εταιρεία ΑΡΚΑΔΙΑ Α.Ε.	Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη Όρους Μαίναλο, Πρόγραμμα LIFE – ΦΥΣΗ 1999: NAT/GR/006481 «Διατήρηση και Διαχείριση του Όρους Μαίναλο», ΕΘΙΑΓΕ – ΕΝΔΙΑΙΤΗΜΑ Ο.Ε., 2002 – 2003.

Πίνακας 1.1.20 Καταγραφή στοιχείων με συμπλήρωση ερωτηματολογίων από Δήμους της Υδρολογικής Λεκάνης Αλφειού Ποταμού (Έντυπη μορφή αρχείων)

A/A Δήμος	Στοιχεία υπευθύνου	Στοιχεία εγγράφων
1. Φολόης	Θεόδωρος Π. Τριαντόπουλος, Αντιδήμαρχος	4771/19-12-2005
2. Σκιλλούντος	Χρήστος Γαλανόπουλος, Χημικός Μηχανικός, & Πέτρος Βίτσας, Γεωπόνος Αγροτ. Συνεταιρισμού Κρεσταινών	10290/19-12-2005
3. Ανδρίτσαινας	Κωνσταντίνος Τσίτουρας, Αντιδήμαρχος, & Παναγιώτης Αδαμόπουλος, Πρόεδρος Αγρ. Συνετ. Ανδρίτσαινας	22-12-2005 Τ/ο. 19-12-2005
4. Αρχαίας Ολυμπίας	Γεώργιος Δέββες, Αντιδήμαρχος	T/o. 20-12-2005
5. Ηραίας	Αθανάσιος Μπόρας, Αντιδήμαρχος	22-12-2005
6. Τροπαίων	Πέτρος Γιαννόπουλος, Αντιδήμαρχος, & Κωνσταντίνος Τσιώτρας, Γεωπόνος	22-12-2005

Πίνακας 1.1.21 Καταγραφή στοιχείων από τα αρχεία Δημοσίων Υπηρεσιών & άλλων φορέων Νομού Ηλείας ή και από πληροφορίες ειδικών (Έντυπη μορφή αρχείων)

A/A Φορέας	Περιγραφή στοιχείων	Περίοδος
1. Δ/ση Γεωργίας, Νομαρχ. Αυτοδιοίκηση Ηλείας	Καλλιέργειες, Πρόβατα & Αίγες, Ελαιοτριβεία	2005-2006
2. Ένωση Γεωργικών Συνεταιρισμών Πύργου	Αγροτικά λιπάσματα	2005-2006
3. Ένωση Αγροτικού Συνεταιρισμού Κρεσταινών	Καλλιέργειες, λιπάσματα, ψεκασμοί,	2005-2006
4. Ένωση Αγροτικού Συνεταιρισμού Ανδρίτσαινας	Αγροτικά λιπάσματα	2005-2006

Πίνακας 1.1.22 Αποτελέσματα απογραφής Γεωργίας – Κτηνοτροφίας έτους 1999-2000 Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας (Ψηφιακή μορφή αρχείων)

A/A Περιγραφή στοιχείων	Ημερομηνία πρόσβασης
1. Πίνακας 1. Εκμεταλλεύσεις και χρησιμοποιούμενη γεωργική έκταση αυτών σύμφωνα με τόπο απογραφής του κατόχου, με διάκριση σε μικτές, γεωργικές και κτηνοτροφικές και σύμφωνα με τον τόπο που βρίσκεται η έκταση αυτή	21-12-2006
2. Πίνακας 2. Κατανομή των εκμεταλλεύσεων και της χρησιμοποιούμενης γεωργικής έκτασης αυτών σε 1, 2, ... Δήμους / Κοινότητες	21-12-2006
3. Πίνακας 6. Εκμεταλλεύσεις και εκτάσεις αυτών κατά είδος καλλιέργειας	21-12-2006
4. Πίνακας 8. Εκμεταλλεύσεις και αριθμός ζώων κατά κατηγορία	21-12-2006

Πηγή: Εθνική Στατιστική Υπηρεσία (ΕΣΥΕ), http://mapserver.statistics.gr/website/gai_site_1/viewer.htm

Πίνακας 1.1.23 Λήψη στοιχείων από διευθύνσεις ειδικών επιστημόνων / επαγγελματιών στο διαδίκτυο (Ψηφιακή μορφή αρχείων)

A/A	Όνοματεπώνυμο – Δ/ση διαδικτύου	Περιγραφή στοιχείων	Ημερομηνία
1.	Νίκος Σαρχιανάκης – http://users.forthnet.gr/her/agranita/lipansi.htm	Λίπανση καλλιεργειών	22-12-2006
2.	Ευστάθιος Ταμουτσίδης – http://www.agro.gr	Λίπανση καλλιεργειών	22-12-2006
3.	Σύνδεσμος Ελαιοκομικών Δήμων Κρήτης – http://www.sedik.gr/eldocs/paragogi.shtml ; http://www.sedik.gr/el/	Παραγωγή ελαιολάδου έτους 2005	22-12-2006

1.1.5 Γεωγραφικά Δεδομένα

α) Ψηφιακός χάρτης της περιοχής μελέτης σε κλίμακα 1:50000. Ο χάρτης είναι σε μορφή πλεγματοειδούς αρχείου (raster) και είναι προϊόν φωτο-μωσαϊκού ψηφιακών φύλλων χαρτών κλίμακας 1:50000 με διακριτική ικανότητα σάρωσης 300 dpi στα 24 bit (R,G,B true colour) και γεωαναφορά σε προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ 87. Σύμφωνα με τα παραπάνω οι προδιαγραφές ακρίβειάς του είναι αυτές που αντιστοιχούν σε τυπωμένο χάρτη κλίμακας 1:50000, δηλαδή ακρίβεια 10m.

β) Ψηφιακό Υψομετρικό Μοντέλο Εδάφους (ΨΥΜΕ) της περιοχής σε αρχείο GRID του ArcGIS (διαστάσεις υψομετρικού κανάβου $\Delta x = \Delta y = 75m$) σε προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ 87. Είναι προϊόν επεξεργασίας δορυφορικών εικόνων ASTER/VNIR και έχει οριζοντιογραφική ακρίβεια $\pm 20m$ και υψομετρική ακρίβεια $\pm 10m$.

Οι χάρτες και το ψηφιακό υψομετρικό μοντέλο εδάφους διατέθηκαν, για τις ανάγκες του προγράμματος αυτού, από τον κ. Γ. Χ. Μηλιαρέση, Λέκτορα του Τμήματος Γεωλογίας του Πανεπιστημίου Πατρών.

γ) Λογισμικό. Εγκαταστάθηκε το λογισμικό WMS 7.0 (Watershed Modelling System), το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση των υδρολογικών λεκανών της περιοχής μελέτης. Το λογισμικό χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό του υδρογραφικού δικτύου και τον καθορισμό των ορίων της υδρολογικής λεκάνης του ποταμού Αλφειού, τον υπολογισμό διαφόρων υδρολογικών παραμέτρων, των υπολεκανών της και γενικότερα τη μελέτη της επιφανειακής κίνησης των υδάτων.

Το WMS έχει δυνατότητα επεξεργασίας ενός μεγάλου αριθμού διαφορετικών τύπων αρχείων υψομετρικών, πλεγματοειδών (raster) και διανυσματικών (vector) δεδομένων που παράγονται από λογισμικά τηλεπισκόπησης ή συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών. Από το ΨΥΜΕ (GRID file) κατασκευάστηκε ένα αρχείο υψομετρικών δεδομένων τύπου DEM με τη βοήθεια λογισμικού συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών (ArcGIS). Το συγκεκριμένο αρχείο περιλαμβάνει σε μία στήλη όλα τα υψομετρικά δεδομένα της περιοχής ενώ μία σειρά δηλωτικών εντολών που προηγείται του πίνακα-στήλη δίνει τις απαραίτητες πληροφορίες (συντεταγμένες πρώτου σημείου, βήμα καταγραφής κατά άξονες x και y, τύπος αρχείου) για την ερμηνεία των δεδομένων από το πρόγραμμα. Το WMS «διαβάζει» τις πληροφορίες που δίνονται από το DEM και δημιουργεί ένα τρισδιάστατο μοντέλο της περιοχής το οποίο αναπαριστά υπό τη μορφή υψομετρικών καμπύλων (ισοϋψών).

Μία υπορουτίνα του WMS, το TOPAZ (TOPOgraphic PARameteriZation program), αναλύοντας την υψομετρική πληροφορία ψηφιακού γεωγραφικού υλικού καθορίζει τα διανύσματα κλίσης σε κάθε σημείο του υψομετρικού καννάβου, τα οποία αποτελούν ιδιότητες που χαρακτηρίζουν τα σημεία αυτά και τις οποίες χρησιμοποιεί το WMS.

Κάνοντας χρήση των αποτελεσμάτων του TOPAZ, το WMS προσομοιώνει την επιφανειακή ροή και υπολογίζει, για κάθε σημείο του ψηφιακού μοντέλου, τον αριθμό των υπόλοιπων σημείων των οποίων η ροή κατευθύνεται τελικά προς αυτό. Ο αριθμός αυτός αποτελεί ιδιότητα του κάθε σημείου, τη «συγκέντρωση ροής» (flow accumulation) του κάθε σημείου. Ορίζοντας ο χρήστης μία τιμή συγκέντρωσης ροής, το κατώφλι ροής (threshold value), προσδιορίζονται τα σημεία του ψηφιακού μοντέλου των οποίων οι τιμές συγκέντρωσης ροής είναι μεγαλύτερες από το κατώφλι ροής και που θα αποτελέσουν τα σημεία εμφάνισης ρευμάτων, συνθέτοντας το υδρογραφικό δίκτυο.

Με την ολοκλήρωση της παραπάνω διαδικασίας και ορισμό των σημείων εξόδου (outlet points) το WMS μπορεί να καθορίσει τα όρια των λεκανών και υπολεκάνων της περιοχής και να υπολογίσει τα χαρακτηριστικά τους (έκταση, μήκος κύριου ρεύματος, κλίσεις κλπ). Σε ιδιαίτερο κεφάλαιο θα παρουσιαστεί η εφαρμογή των παραπάνω για την περιοχή μελέτης (Αλφειός ποταμός).

Πίνακας 1.1.24 Λήψη στοιχείων από διευθύνσεις Δήμων στο διαδίκτυο (Ψηφιακή μορφή αρχείων)

A/A	Δήμος – Δ/ση διαδικτύου	Περιγραφή στοιχείων	Ημερ/νία
1.	Δήμος Αροανίας – http://www.aroania.gr/new/	Δημοτικά διαμερίσματα, πληθυσμός απογραφής 2001 από ΕΣΥΕ	20-12-2006
2.	Δήμος Παϊών – http://www.nea.gr/tour/Pages/Dimoi/paion.htm	Δημοτικά διαμερίσματα, πληθυσμός απογραφής 2001 από ΕΣΥΕ, χάρτης	20-12-2006
3.	Νομός Αχαΐας – http://www.achaia.gr/ , http://www.ekke.gr/estia/gr_pages/Grenvfor/dimoi/72.htm	Διοικητική διαίρεση νομού Αχαΐας, πληθυσμός απογραφής 2001 από ΕΣΥΕ, χάρτης	20-12-2006
4.	Νομός Αρκαδίας – http://inarcadia.gr/	Δημοτικά διαμερίσματα, πληθυσμός απογραφής 2001 από ΕΣΥΕ, χάρτης	20-12-2006
3.	Νομός Ηλείας – http://www.nailias.gr/nomos/nomos.php	Διοικητική διαίρεση νομού Ηλείας, Πληθυσμός απογραφής 2001 από ΕΣΥΕ, έκταση Δήμων, χάρτης	21-12-2006
4.	Βικιπαίδεια – http://el.wikipedia.org/wiki/	Διοικητική διαίρεση νομών Αρκαδίας, Αχαΐας, Ηλείας. Πληθυσμός απογραφής 2001, ΕΣΥΕ.	20-12-2006
5.	Εθνική Στατιστική Υπηρεσία – http://www.statistics.gr/	Διοικητική διαίρεση νομών Αρκαδίας, Αχαΐας, Ηλείας. Πληθυσμός απογραφής 2001, ΕΣΥΕ.	21-12-2006

1.2 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΒΟΣΒΟΖΗ ΠΟΤΑΜΟΥ

1.2.1 Μετεωρολογικά Δεδομένα

Πίνακας 1.2.1 Κλιματολογικά Στοιχεία ΕΜΥ για Λεκάνη Ποτ. Βοσβόζη (Εντυπη μορφή αρχείου)

A/A	Σταθμός	Μεταβλητή	Περίοδος
1.	ΚΟΜΟΤΙΝΗΣ (Γ. Πλ. 41°07', Γ. Μ. 25°24', Υψ. 30 m)	Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία Μέσου Έτους	1938 – 40, 1952 – 73
2.		Μέση Μηνιαία Σχετική Υγρασία Μέσου Έτους	1938 – 40, 1952 – 73
3.		Ακρότατα Θερμοκρασίας	1938 – 40, 1952 – 73
4.		Μηνιαία Βροχόπτωση	1951 – 75
5.		Μέσος Αριθμός Ημερών Βροχόπτωσης	1951 – 75
6.		Μέγιστον Ύψος Βροχόπτωσης 24ώρου	1951 – 75
7.		Μέσος Αριθμός Ημερών Χιονόπτωσης	1951 – 75
8.		Μέσος Αριθμός Ημερών Νέφωσης	1972 – 76
9.		Διάρκεια Ηλιοφάνειας σε Ώρες	1972 – 76
10.		Άνεμος (Μέσο Ετήσιο Ροδόγραμμα)	1951 – 77

Πηγή: Κλιματολογικά Στοιχεία του Ελληνικού Δικτύου (Περίοδος 1930 – 1975), Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, Διεύθυνση Κλιματολογίας, Αθήναι 1978

Διαγράμματα Μηνιαίας Δυναμικής Εξατμισοδιαπνοής εις mm.

Νικ. Γρυλλάκης (1972). Μηνιαία Δυναμική Εξατμισοδιαπνοή εν Ελλάδι κατά Thornthwaite Εξαγομένη εκ Κανονικών Τιμών. Δ.Τ.Π. Υπ' αριθ. Νο 11 (Ε.Ε.), Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία – Διεύθυνσις ΙΙ και Γενική Διεύθυνση Γεωργίας, Υπηρεσία Εγγείων Βελτιώσεων – Διεύθυνσις Ι, Αθήναι.

Πίνακας 1.2.2 Βροχομετρήσεις στην Λεκάνη Βοσβόζη Ποταμού (Αρχεία σε CD-ROM)

A/A	Βροχομετρικός Σταθμός	Αρμόδιος Φορέας	Μεταβλητή	Περίοδος
1.	Αμπελουργικού		Μέση ετήσια βροχόπτωση, Ελάχιστη, Μέγιστη, Έτος Εμφάνισης, Εύρος	1951 – 1999
2.	Κομοτηνής		Ως ανωτέρω	1950 – 2004
3.	Ν.Σιδηροχωρίου		Ως ανωτέρω	1966 – 1999
4.	Αρίσβης		Ως ανωτέρω	1960 – 2004
5.	Γρατινής		Ως ανωτέρω	1964 – 1998
6.	Πόρπης		Ως ανωτέρω	1954 – 2004
7.	Κερασέας		Ως ανωτέρω	1964 – 1998
8.	Ιμέρου		Ως ανωτέρω	1964 – 1998
9.	Νυμφαίας		Ως ανωτέρω	1964 – 1998

1.2.2 Υδρολογικά Δεδομένα

Πίνακας 1.2.3 Υδρομετρήσεις Εργαστηρίου Οικολογικής Μηχανικής και Τεχνολογίας στην Λεκάνη Βοσβόζη Ποταμού (Εντυπη μορφή αρχείου)

A/A	Θέση	Μεταβλητή	Περίοδος
1.	ΠΑΡΑΔΗΜΗ	Υδρομέτρηση	26/11/2003, 15/12, 19/01/2004, 31/03, 23/04, 28/05, 8/07/2004
2.	ΓΕΦΥΡΑ ΠΑΓΟΥΡΙΩΝ	Υδρομέτρηση	24/10/2003, 26/11, 15/12/2003
3.	ΑΝΑΝΤΗ ΙΣΜΑΡΙΔΑΣ	Υδρομέτρηση	24/10/2003, 26/11, 15/12, 19/01/2004, 31/03, 23/04, 28/05, 8/07/2004

Πηγή: Ζαγκλιαβού (2005), Διπλωματική Εργασία.

1.2.3 Δεδομένα Ρύπανσης

Στην υδρολογική λεκάνη παρατηρούνται σημαντικές πηγές ρύπανσης από τα αποχετευτικά δίκτυα, από τους χώρους διάθεσης απορριμμάτων, από αστικές και βιομηχανικές δραστηριότητες καθώς και τη

γεωργία. Η προσπάθεια να συμπληρωθούν ερωτηματολόγια σχετικά με τις πηγές ρύπανσης στους τρεις δήμους της λεκάνης απορροής του ποταμού Βοσβόζη απέβη άκαρπη καθώς οι αρμόδιες αρχές δεν συνεργάστηκαν. Γι' αυτό οι πηγές ρύπανσης στην λεκάνη απορροής του ποταμού Βοσβόζη αναγνωρίστηκαν μέσα από προηγούμενες μελέτες και έρευνα των συγγραφέων της παρούσας εργασίας (Πίνακες 1.2.4 και 1.2.5). Οι μη σημειακές πηγές ρύπανσης οφείλονται κυρίως στις αγροτικές δραστηριότητες που συμβαίνουν στην περιοχή μελέτης. Κυριότερες αιτίες της ρύπανσης λόγω των αγροτικών δραστηριοτήτων είναι η εντατικοποίηση των καλλιεργειών καθώς και η αλόγιστη χρήση λιπασμάτων και γεωργικών φαρμάκων.

Στην περιοχή μελέτης οι σημαντικότερες καλλιέργειες είναι το σιτάρι, το βαμβάκι και ο καπνός. Στον Πίνακα 1.2.6 συνοψίζονται οι εκτάσεις των κυριότερων καλλιεργειών στη λεκάνη του ποταμού Βοσβόζη. Κάθε μια από τις εν λόγω καλλιέργειες έχει διαφορετικές απαιτήσεις, όσον αφορά την λίπανση. Στον Πίνακα 1.2.7 παρουσιάζονται οι απαιτήσεις της κάθε καλλιέργειας σε λιπάσματα σύμφωνα με τον οδηγό για την λίπανση των εδαφών της Νομαρχίας Ξάνθης.

Πίνακας 1.2.4 Μετρήσεις από διάφορους φορείς στην Λεκάνη Ποτ. Βοσβόζη (Έντυπη μορφή αρχείου)

Α/Α	Θέση	Μεταβλητή	Περίοδος
1.	ΛΙΜΝΗ ΙΣΜΑΡΙΔΑ ¹	Θερμοκρασία Νερού και Αέρα, Διαλυμένο Οξυγόνο, pH, Αμμωνία, Φωσφορικά, Υδροθείο, Υπολείματα Aldrin στη σάρκα χελιού λίμνης	06/1980
2.	ΛΙΜΝΗ ΙΣΜΑΡΙΔΑ (Δυτ. Πλευρά λίμνης και βάθος 10 cm από επιφάνεια) ²	Θερμοκρασία Νερού, Διαλυμένο Οξυγόνο, Αλατότητα, Αγωγιμότητα, pH, Αμμωνιακά, Νιτρώδη, Νιτρικά, Φωσφορικά, Θεϊκά	05 – 10/1981
3.	ΛΙΜΝΗ ΙΣΜΑΡΙΔΑ, ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΕΣ, ΠΟΤ. ΛΙΣΣΟ, ΠΑΡΑΛΙΑ ΘΡΑΚΙΚΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ ³	Εποχιακές Δειγματοληψίες Νερού και Ιζημάτων για προσδιορισμό ποικίλων ποιοτικών χαρακτηριστικών και βαρέων μετάλλων	6 – 9/08/1991, 15 – 18 /04/1992, 3 – 8/09 και 22 – 26/11/1992.
4.	ΠΟΤ. ΒΟΖΒΟΖΗΣ (3 θέσεις), ΛΙΜΝΗ ΙΣΜΑΡΙΔΑ (3 θέσεις), ΔΙΩΡΥΓΑ ΕΚΒΟΛΗΣ (3 θέσεις) ⁴	Αγωγιμότητα, Νιτρικά, Αμμωνιακά, Ολικός Φώσφορος, Διαλυμένο Οξυγόνο, Χλωροφύλλη-α	1995
5.	ΠΑΡΑΔΗΜΗ (Ποτ. Βοσβόζης) ⁵	pH, Αγωγιμότητα, Θερμοκρασία Νερού, Διαλυμένο Οξυγόνο, Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο, Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο, Νιτρώδη, Νιτρικά, Φωσφορικά	15/12/2003, 19/01/2004, 18/03, 31/03, 23/04, 28/05, 8/07
6.	ΓΕΦΥΡΑ ΠΑΓΟΥΡΙΩΝ (Ποτ. Βοσβόζης) ⁵	Ως ανωτέρω	16/07/2003, 6/09, 24/10, 26/11, 15/12, 19/01/2004, 18/03, 31/03, 23/04, 28/05, 8/07
7.	ΑΝΑΝΤΗ ΙΣΜΑΡΙΔΑΣ ⁵	Ως ανωτέρω	16/07/2003, 24/10, 26/11, 15/12, 19/01/2004, 18/03, 31/03, 23/04, 28/05, 8/07

Πηγή: ¹ Μελέτη ΥΠΕΧΩΔΕ (1986), Γκώγκος (1980)

² Μελέτη ΥΠΕΧΩΔΕ (1986), Jerrentrup (1982)

³ Σκούλος (1993)

⁴ Γιαβονόπουλος (1995). (Δειγματοληψίες σε τακτά διαστήματα, αραιότερα τον χειμώνα και προοδευτικά πυκνότερα την άνοιξη και το καλοκαίρι)

⁵ Ζαγκλιαβού (2005), Διπλωματική Εργασία.

Πίνακας 1.2.5 Μελέτες διάφορων φορέων που περιλαμβάνουν στοιχεία ρύπανσης, μετρήσεις ή εκτιμήσεις αυτών για την υδρολογική λεκάνη Βοσβόζη Ποταμού.

Α/Α	Φορέας	Περιγραφή
1.	Δήμος Νέου Σιδηροχωρίου Ν. Ροδόπης	Τοπικό Αναπτυξιακό Πρόγραμμα Νέου Σιδηροχωρίου (1999)
2.	Σκούλλος (1993)	Μελέτη Υδατικής Ποιότητας

Πίνακας 1.2.6 Κυριότερες καλλιέργειες στην περιοχή μελέτης

Καλλιέργεια	Έκταση (ha)	Ποσοστό (%)
Σιτάρι μαλακό	57,1	2,5
Σιτάρι σκληρό	1197,6	52,4
Κριθάρι	121,1	5,3
Αραβόσιτος	38,8	1,7
Καπνός	249,1	10,9
Βαμβάκι	532,5	23,3
Ζαχαρότευτλα	38,8	1,7
Μηδική	50,2	2,2

Πίνακας 1.2.7 Απαιτήσεις λιπασμάτων ανά καλλιέργεια

Καλλιέργεια	Ολικό άζωτο (kg/ha)	Ολικός φώσφορος (kg/ha)
Σιτάρι μαλακό	130	15
Σιτάρι σκληρό	130	15
Κριθάρι	100	10
Αραβόσιτος	300	39,2
Καπνός	40	19,6
Βαμβάκι	125	21,8
Ζαχαρότευτλα	500	100
Μηδική	35	47,8

2. Π.Ε.2 – ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

Έγινε διερεύνηση της ελληνικής και διεθνούς βιβλιογραφίας για δημοσιευμένες εργασίες, προγράμματα, μελέτες, νομοθεσία κ.λπ., που σχετίζονται με τα ερευνητικά θέματα του παρόντος έργου, καθώς και τις περιπτώσεις εφαρμογής των στις υδρολογικές λεκάνες των ποταμών Αλφειού και Βοσπόζη. Στην συνέχεια δίδεται η σχετική βιβλιογραφία που βρέθηκε.

2.1 ΠΕΡΙΟΔΙΚΑ

- Alexandridis Th., Lazaridou E., Topaloglou Ch. and Zalidis G., 2007. "Remotely sensed baseline data for monitoring the protected wetland of Delta Axios-Loudias-Aliakmonas", *Fresenius Environmental Bulletin*, 15(9b), 1161-1167.
- Anastasiadis P. and Xeferis A., 2001. "Control of nitrogen fertilizer pollution in groundwater ", *Fresenius Environmental Bulletin*, 10(5), 501-505.
- Anastasiadis P., 2001. "Groundwater quality modeling for non-point sources", *Fresenius Environmental Bulletin*, 10(5), 506-510.
- Αργυρόπουλος, Π. 1960. ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ – Η μορφολογική εξέλιξη των ποταμών του Ελληνικού Χώρου και η εκ των καταγομένων υπ' αυτών αφθόνων φερτών υλών επίδρασις επί της μεταβολής του αναγλύφου της Χώρας. *ΠΡΑΚΤΙΚΑ της Ακαδημίας Αθηνών*, 34:33-43.
- Arnold, J.G., and Allen, P.M. (1996) Estimating hydrologic budgets for three Illinois watersheds, *Journal of Hydrology* **176**, 57-77.
- Arnold, J.G., Mutiah, R.S., Srinivasan, R. and Allen, P.M.(2000) Regional estimation of base flow and groundwater recharge in the upper Mississippi basin. *Journal of Hydrology* **227** 21-40.
- Arnold, J.G., Srinivasan, R., Ramanarayanan, T.S. and Diluzio, M. (1999) Water resources of the Texas gulf basin, *Water Science and Technology*, **39**(3), 121-133.
- Bernauer, T. 2002. Explaining success and failure in international river management. *Aquatic Sciences* 64(1):1-19.
- Bingner, R.L., Garbrecht, J., Arnold, J.G., and Srinivasan, R. (1997) Effect of watershed subdivision on simulated runoff and fine sediment yield, *Trans. ASAE*, **40**(5), 1329-1335.
- Bourroui, F, Benabdallah, S., Jrad, A. and Bidoglio, G. (2005) Application of the SWAT model on the Medjerda river basin (Tunisia), *Physics and Chemistry of the Earth*, **30** 497-507.
- Burton, J. 1995. A framework for integrated river basin management. *Water Science and Technology* 32(5-6):139-144.
- Chen, E. and Mackay, D.S. (2004) Effects of distribution-based parameter aggregation on a spatially distributed agricultural nonpoint source pollution model. *Journal of Hydrology*, **295**, 211-224.
- Demetracopoulos A.C., "Nonlinear Regression Applied to Hydrologic Data", *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, ASCE, Vol. 120, No. 3, 1994.
- Demetracopoulos A.C., "Computation of Concentration Distribution in Natural Streams", *Adv. Engineering Software*, Elsevier, Vol. 19, No. 3, 1994
- Demetracopoulos A.C. and Hadjithodorou C., "Seepage from Surface Canals by Boundary Element Method", *J. Irrig. Drainage Eng.*, ASCE, Vol. 122, No. 1, Jan./Feb. 1996
- Demetracopoulos A.C. and Hadjithodorou C., "Plume Boundary Determination in Seepage from Surface Canals", *J. Boundary Element Communications*, ISBE, accepted for publication
- Diamantopoulou M.J., Georgiou P.E. and Papamichail D.M., 2007. "Performance of neural network models with Kalman learning rule for flow routing in a river system", *Fresenius Environmental Bulletin*, 16(11b), 1474-1484.
- DiLuzio, M. and Arnold, J.G. (2004) Formulation of a hybrid calibration approach for a physically based distributed model with NEXRAD data input, *Journal of Hydrology*, **298**(1-4), 136-154.

- DiLuzio, M., Srinivasan, R., Arnold, J.G., and Neitsch, S.L., (2002) *Arcview interface for SWAT200*, Texas Water Resources Institute, College Station, Texas.
- Eckhardt, K. and Ulbrich, U. (2003) Potential impacts of climate change on groundwater recharge and streamflow in a central European low mountain range, *Journal of Hydrology* **284**(1-4), 244-252.
- FitzHugh, T. W., and Mackay, D.S (2000) Impacts of input parameter spatial aggregation on an agricultural nonpoint source pollution model, *Journal of Hydrology*, **236**, 35-53.
- Fohrer, N., Haverkamp, S., Eckhardt, K., and Frede, H.-G. (2001) Hydrologic response to land use changes on the catchment scale, *Physics and Chemistry of the Earth, (B)*, **26**(7-8), 577-582.
- Francos, A., Bidoglio, G., Galbiati, L., Bouraoui, F., Elorza, F.J., Rekolainen, S., Manni, K. and Granlund, K. (2001) Hydrological and water quality modelling in a medium-sized coastal basin, *Physics and Chemistry of the Earth (B)*, **26**(1), 47-52.
- Gikas, G.D., Yiannakopoulou, T., Tsihrintzis, V.A. (2006) Modeling of non-point source pollution in a Mediterranean drainage basin, *Environmental Modeling and Assessment*, **11**, 219-233.
- Gritzalis K.C., Karaouzas I. and Skoulikidis N., 2006. "Assessing the ecological quality of running waters of Thrace region (NE Greece) by the use of macroinvertebrate indicators", *Fresenius Environmental Bulletin*, 15(9b), 1182-1188.
- Gritzalis K.C., Karaouzas I. and Skoulikidis N., 2007. "Land use effects on macroinvertebrate assemblages and stream quality along an agricultural river basin", *Fresenius Environmental Bulletin*, 16(6), 645-653.
- Grizzetti, B., Bouraoui, F., Granlund, K., Rekolainen, S. and Bidoglio, G. (2003). Modelling diffuse emission and retention of nutrients in the Vantaanjoki watershed (Finland) using the SWAT model, *Ecological Modelling*, **169** 25-38.
- Haith, D. A., Reynolds, J. E., Landre. P. T. and Richard, T. L., 1992. *Sludge loading rates for land*. Journal of Environmental Engineering, ASCE, 118 (2): 196-208.
- Heuvelmans G, Muys B, Feyen J. (2005) Regionalisation of the parameters of a hydrological model: Comparison of linear regression models with artificial neural nets, *Journal of Hydrology* (in Press).
- Holvoet K., Van Griensven, A., Seuntjens, P. and Vanrolleghem, P.A (2005) Sensitivity analysis for hydrology and pesticide supply towards the river in SWAT, *Physics and Chemistry of the Earth* **30** 518-526.
- Howard, J.R., M.E. Ligthelm, and A. Tanner. 1995. The development of a water quality management plan for the Mgeni River catchment. *Water Science & Technology* 32(5-6):217-226.
- Huisman, J.A., Breuerm, L., and Frede, H.G. (2004) Sensitivity of simulated hydrological fluxes towards changes in soil properties in response to land use change, *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, **29**(11-12), 749-758.
- Iliopoulou-Georgudaki J., Kantzaris V., Katharios P., Kaspiris P., Georgiadis Th. and Montesantou B., 2003. "An application of different bioindicators for assessing water quality: a case study in the rivers Alfeios and Pineios (Peloponnisos, Greece)", *Ecological Indicators*, 2, 345-360.
- Kagalou I., Papastergiadou E. and Tsoumani M., 2002. "Monitoring of water quality of Kalamas River, Epirus Greece", *Fresenius Environmental Bulletin*, 11(10a), 788-794.
- Kaleris V., Hadjithodorou C., Demetracopoulos A.C., "Numerical simulation of field methods for estimating hydraulic conductivity and concentration profiles", *J. Hydrology*, Vol. 171, p. 319-353, 1995, Elsevier
- Kanellopoulos Th.D., Hatzianestis I., Angelidis M.O. and Kapsimalis V., 2007. "Aliphatic and polycyclic aromatic hydrocarbons in recent prodelta sediments of the Evros river, N.E. Aegean Sea", *Fresenius Environmental Bulletin*, 16(7), 776-783.
- Kang M.S, Park, S.W., Lee, J.J., and Yoo, K.H. (2005) Applying SWAT for TMDL programs to a small watershed containing rice paddy fields, *Agricultural Water Management* **79** 72-92.

- Kantzaris V., Iliopoulou-Georgudaki J., Katharios P., and Kaspiris P., 2002. "A comparison of several biotic indices used for water quality assessment at the Greek Rivers", *Fresenius Environmental Bulletin*, 11(11), 1000-1007.
- Kornecki, T.S., Sabbagh, G.J., and Storm, D.E. (1999) Evaluation of runoff, erosion and phosphorus modeling system-SIMPLE, *Journal of the American Water Resources Association*, **35**(4), 807-820.
- Leonard, R.A., Knisel, W.G. and Still, D.A. (1987) GLEAMS: groundwater loading effects on agricultural management systems, *Trans ASAE*, **30**(5), 1403-1428.
- Logan, P., and M. Furse. 2002. Preparing for the European Water Framework Directive – making the links between habitat and aquatic biota. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 12:425-437.
- Lorenz, C.M., A.J. Gilbert, and W.P. Cofino. 2001. Environmental auditing: Indicators for transboundary river management. *Environmental Management* 28(1):115-129.
- Manariotis, I. D. and Yannopoulos, P. C., 2004. *Adverse effects on Alfeios River Basin and an integrated management framework based on sustainability*. Environmental Management, 34 (2): 261-269.
- Μαναριώτης Ι.Δ. και Γιαννόπουλος Π.Χρ. (2005). "Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις Τεχνολογιών Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων - Προοπτικές". *Τεχν. Χρον. Επιστ. Έκδ. ΤΕΕ, Ι, τεύχ.2-3, Tech. Chron. Sci. J. TCG, I, No 2-3, pp. 21-34.*
- Mance, G., P.J. Raven, and M.E. Bramley. 2002. Integrated river basin management in England and Wales: A policy perspective. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 12:339-346.
- Markantonatos P.G., Bacalis N.C. and Angelidis M.O., 1995. "Pollution control in the catchment basin of the river Evrotas, Greece", *Wat. Sci. Tech.*, 32(9-10), 247-255.
- Miliadis G.E. and Malatou P.Th., 2001. "Pollution of surface and ground water of Greece from residues of pesticides", *Fresenius Environmental Bulletin*, 10(5), 426-430.
- Mitchell, D. S., Chick, A. I. and Raisin, G. W., 1995. *The use of wetlands for water pollution control in Australia: an ecological Perspective*. Wat. Sci. Tech., 32: 365-373.
- Mueller, K., Deurer, M., Hartmann, H., Bach, M., Spiteller, M. and Frede, H.G., 2003. *Hydrological characterization of pesticide loads using hydrograph separation at different scales in German catchment*. Journal of Hydrology, 273: 1-17.
- Newson, M.D. 2002. Geomorphological concepts and tools for sustainable river ecosystem management. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 12:365-379.
- Newson, M.D., and C.L. Newson. 2000. Geomorphology, ecology and river channel habitat: mesoscale approaches to basin-scale challenges. *Progress in Physical Geography* 24(2):195-217.
- Ning, S. K., Jeng, K. Y. and Chang, N. B., 2002. *Evaluation of non-point sources Pollution impact by integrated 3s information technologies and GWLF modeling*. Wat.Sci. Tech. 46, 6-7: 217-224.
- Papaoiannou A., Kakavas K., Dovriki E., Plageras P., Noulas A., Minas A., Krikelis V. and Paliatsos A.G., 2006. "Quality control of groundwater in the region of Thessaly (Greece)", *Fresenius Environmental Bulletin*, 15(9a), 1015-1022.
- Plus M., La Jeunesse, I., Bouraoui, F., Zaldivar, J., Chapelle, A. and Lazure, P. (2005) Modelling water discharges and nitrogen inputs into a Mediterranean lagoon. Impact on the primary production. *Ecological Modelling* (in press).
- Romanowicz, A.A., Vanclouster, M., Rounsevell, M. and La Junesse, I. (2005) Sensitivity of the SWAT model to the soil and land use data parametrisation: a case study in the Thyle catchment, Belgium, *Ecological Modelling*, **187**, 27–39.
- Rosenthal, W.D., and Hoffman, D.W. (1999) Hydrologic modelling/GIS as an aid in locating monitoring sites, *Trans. ASAE*, **42**(6), 1591-1598.
- Santhi, C, Srinivasan, R., Arnold, J.G. and Williams, J.R. (2005) A modeling approach to evaluate the impacts of water quality management plans implemented in a watershed in Texas, *Environmental Modelling & Software* (in press).

- Shin, P.K.S. 1999. Planning for water management in the Daqinghe river basin, northern China. *Environmental Management* 24(1):85-97.
- Sophocleous, M.A., Koelliker, J.K., Govindaraju, R.S., Birdie, T., Ramireddygari, S.R. and Perkins, S.P. (1999) Integrated numerical modeling for basin-wide water management: The case of the Rattlesnake Creek basin in south-central Kansas, *Journal of Hydrology* **214** 179-196.
- Stasinou K., Neofitou Ch., Pantazis P., Psilovikos A., Neofitou N. and Lolas P., 2007. "Ecological gradients affecting the abundance and biodiversity of macro-invertebrates in the estuarine system of Sperchios River, Central Greece", *Fresenius Environmental Bulletin*, 16(9a), 1030-1042.
- Tsihrintzis, V.A. and Hamid R. (1997) Urban stormwater quantity/quality modeling using the SCS method and empirical equations, *Journal of the American Water Resources Association*, **33**(1), 163-176.
- Tsihrintzis, V.A. and Hamid, R., (1998) Runoff quality prediction from small urban catchments using SWMM, *Hydrological Processes*, **12** (2), 311-329.
- Weber, A., Fohrer, N. and Moller, D. (2001) Long-term land use changes in a mesoscale watershed due to socio-economic factors – effects on landscape structures and functions, *Ecological Modelling* **140** 125-140.
- Williams, J.R. and Berndt, H.D. (1977) Sediment yield prediction based on watershed hydrology, *Trans. ASAE*, **20**(6), 1100-1104.
- Williams, J.R. and Berndt, H.D. (1972) Sediment yield computed with Universal Equation, *Journal of Hydrological Division ASCE*, **98**(12), 2087-2098.
- Zhang W.-J. and Zhang X.-Y., 2007. "A forecast analysis on fertilizers consumption worldwide", *Environ Monit Assess*, 133, 427-434.

2.2 ΣΥΝΕΔΡΙΑ – ΗΜΕΡΙΔΕΣ – ΕΙΔΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ

- Γεωργιάδης Θ., Κασπίρης Π., Δημητρέλλος Γ., Γιαννόπουλος Π. και Τηνιακός Λ. (1998). "Έρευνα Περιβαλλοντικών Παραμέτρων και Προϋποθέσεων Επαναπλημμυρισμού της Πρώην Λίμνης Μουριάς (Δ. Πελοπόννησος), 7^ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο Ελληνικής Βοτανικής Εταιρείας, 1-4 Οκτωβρίου 1998, Αλεξανδρούπολη (Πρακτικά υπό έκδοση).
- Γιαννόπουλος Π.Χρ. & Δημητρακόπουλος Α.Κ. (1995). "Εφαρμογή των Κατά Βάθος Ολοκληρωμένων Εξισώσεων Ροής σε Διώρυγες", *Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου της Ε.Υ.Ε.*, 22-26 Μαΐου 1995, Θεσσαλονίκη, σελ. 391-398.
- Γιαννόπουλος Π.Χρ. & Δημητρακόπουλος Α.Κ. (1997). "Υπολογισμός της Εγκάρσιας Κατανομής Διαμήκους Ταχύτητας σε Ανοικτούς Αγωγούς και Υδατορρεύματα", *Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου Ε.Υ.Ε.*, 14-18 Οκτ. 1997, Πάτρα, Επιμέλεια Έκδοσης: Π.Χρ. Γιαννόπουλος, Α.Κ. Δημητρακόπουλος, Χρ.Δ. Χατζηθεοδώρου, σελ. 293-300.
- Γιαννόπουλος Π.Χρ., Δημητρακόπουλος Α.Κ. & Χατζηθεοδώρου Χρ. (1995). "Μέτρηση Παροχής Ποταμού με Αναδυόμενες Φυσαλίδες Αέρα", *Πρακτικά 4ου Συνεδρίου Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας*, Τόμος Β, Έκδοση: Θ. Λέκκας, 4-7 Σεπτεμβρίου 1995, Μόλυβος Λέσβου, σελ. 389-398.
- Γιαννόπουλος Π.Χρ. & Μαναριώτης Ι.Δ. (1994). "Αρχικές Μετρήσεις pH Βροχο-πτώσεων στην Πάτρα", *Πρακτικά 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑΣ-ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ-ΦΥΣΙΚΗΣ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ*, 29-30 Σεπτεμβρίου 1994, Θεσσαλονίκη, σελ. 217-224.
- Γιαννόπουλος Π. Χρ. και Μαναριώτης Ι. Δ., 2005. *Επιπτώσεις στην υδρομορφολογία του Αλφειού Ποταμού από έργα υποδομής και αμμοχαλικοληψίες*, Πρακτικά 5^{ου} Εθνικού Συνεδρίου Ελληνικής Επιτροπής Διαχείρισης Υδατικών Πόρων (ΕΕΔΥΠ) «Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικών Πόρων με Βάση τη Λεκάνη Απορροής», Ξάνθη 6-9 Απριλίου 2005, Επιμέλεια: Β. Τσιχριντζής, Κ. Μπέλλος και Γ. Τσακίρης, σελ. 389-398.
- Γιαννόπουλος Π., Μαυρίκος Γ., Δημητρακόπουλος Α. και Χατζηθεοδώρου Χρ. (2000). "Μέτρηση Ταχυτήτων σε Διώρυγες με την Βοήθεια Σφαίρας", *Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Συνεδρίου Ε.Υ.Ε.*, 19-21 Απριλίου 2000, Αθήνα, Επιμέλεια Έκδοσης: Γ. Χριστοδούλου, Α. Στάμου, Αικ. Νάνου, σελ. 127-134.

- Γιαννόπουλος Π.Χρ. & Τσιβόγλου Ι. (1992). "Επιπτώσεις Παραποτάμιων Δραστηριοτήτων στην Ποιότητα των Υδάτων Ποταμού Αλφειού", *Πρακτικά 1^ο Συνεδρίου της ΕΕΔΥΠ*, 18-20 Νοεμβρίου 1992, Αθήνα, επιμέλεια Σ. Καϊμάκη, σελ. 197-203.
- Δασενάκης, Εμ., Καστρίτης, Αθ., Τριανταφυλλάκη, Σ., Μπούρου, Π. και Παρασκευοπούλου, Β. (2005), "Διακίνηση ρύπων στη λεκάνη απορροής του Σπερχειού και επιδράσεις στην παράκτια ζώνη", *Πρακτικά 5^ο Συνεδρίου της Ελληνικής Επιτροπής Διαχείρισης Υδατικών Πόρων (ΕΕΔΥΠ) «Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικών Πόρων με Βάση τη Λεκάνη Απορροής»*, 6-9 Απριλίου 2005, Ξάνθη, Επιμέλεια Έκδοσης: Β. Τσιχριντζής, Κ. Μπέλλος, Γ. Τσακίρης, σελ. 209-214.
- Demetracopoulos A.C. "Computation of Transverse Mixing in Rivers", *Restoration and Protection of the Environment in the '90s*, G.P. Korfiatis, D. Dermatas and A.C. Demetracopoulos (eds.), Proc. 1992 Annual Conference of KRIKOS, Thessaloniki, August 19-21, 1992
- Demetracopoulos A.C., Hadjitheodorou C., "Infiltration from Surface Water Bodies", *Boundary Integral Methods: Theory and Applications*, L. Morino - R. Piva (eds.), Proc. IABEM Symp., Rome, Italy, Oct. 15-19, 1990, Springer Verlag, 1991
- Demetracopoulos A.C., Hadjitheodorou C., "Infiltration from Single or Multiple Canals by the BEM", *Hydrocomp '92*, J. Gayer, O. Starosolszky and C. Maksimovic (eds.), Proc. Intl. Conference on Interaction of Computational Methods and Measurements in Hydraulics and Hydrology, Budapest, Hungary, May 25-29, 1992, Vituki 1992
- Demetracopoulos A.C., Hadjitheodorou C., "Experimental and theoretical study of flow over landfill bottom liners", Proc. Intl. Conf., Halkidiki, Greece, July 1998, *Protection and Restoration of the Environment IV*, K.L. Katsifarakis et al. (eds.), Sani, 1998.
- Manariotis I.D. & Yannopoulos P.C. (2001). "Environmental Impact of Riverine Activities on Alfios River and Measures toward Sustainability". Proceedings of the International Conference on *Ecological Protection of the Planet Earth I*, June 5-8, 2001, Xanthi, Greece, Vol. I & II, eds: Vas. A. Tsihrintzis and Ph. Tsalides, Vol. I, pp. 131-139.
- Μαναριώτης Ι. και Γιαννόπουλος Π. (2002). "Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις Τεχνολογιών Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων", *Ημερίδα Πανεπιστημίου Πατρών – Τ.Ε.Ε./Τ.Δ.Ε. με θέμα «Ολοκληρωμένη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων στη Δυτική Ελλάδα – Προβλήματα – Προοπτικές»*, 29 Μαΐου 2002, Πάτρα. (Προσκεκλημένη ομιλία – Πρακτικά υπό έκδοση).
- Nicholas, A.P., J.C. Woodward, G. Christopoulos, and M.G. Macklin. 1999. Modelling and monitoring river response to environmental change: The impact of dam construction and alluvial gravel extraction on bank erosion rates in the lower Alfios basin, Greece. Pages 117-137 in *A.G. Brown and T.A. Quine (eds.) Fluid processes and environmental change*. John Wiley & Sons Ltd., New York.
- Νικολαΐδης, Ν.Π., Καραγεώργης, Α., Κασιμάλης, Β., Σκουλικίδης, Ν., Δρακοπούλου, Π., Κοντογιάννης, Χ., Πάγκου, Κ. and Behrendt, Η. (2005), "Διαχείριση των εκπομπών των θρεπτικών του Αξιού Ποταμού και Θερμαϊκού Κόλπου", *Πρακτικά 5^ο Συνεδρίου της Ελληνικής Επιτροπής Διαχείρισης Υδατικών Πόρων (ΕΕΔΥΠ) «Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικών Πόρων με Βάση τη Λεκάνη Απορροής»*, 6-9 Απριλίου 2005, Ξάνθη, Επιμέλεια Έκδοσης: Β. Τσιχριντζής, Κ. Μπέλλος, Γ. Τσακίρης, σελ. 337-344.
- Πεχλιβανίδης, Γ.Η., Δερμίσσης, Β. και Πεχλιβανίδης, Η.Γ. (2005), "Έλεγχος του μήκους εισόδου αλμυρού νερού σε ποταμούς και κανάλια", *Πρακτικά 5^ο Συνεδρίου της Ελληνικής Επιτροπής Διαχείρισης Υδατικών Πόρων (ΕΕΔΥΠ) «Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικών Πόρων με Βάση τη Λεκάνη Απορροής»*, 6-9 Απριλίου 2005, Ξάνθη, Επιμέλεια Έκδοσης: Β. Τσιχριντζής, Κ. Μπέλλος, Γ. Τσακίρης, σελ. 337-344.
- Pisinaras, V., Petalas, C., Gikas, G.D., Gemitzi, A. and Tsihrintzis V.A. (2007) Hydrological and water quality modeling of a medium-sized basin using the Soil and Water Assessment Tool (SWAT), Proceedings of the International Conference on Environmental Management Engineering, Planning and Economics, Skiathos, June 24-28 2007.
- Tsonis S.P. & Yannopoulos P.C. (1991). "Ground Water Pollution from Landfills and Wastewater Disposal Sites". *European Conference on Advances in Water Resources Technology*, Athens 20-23 March 1991, Editor G. Tsakiris, Publishers A.A. BALKEMA, Rotterdam, Brookfield, pp. 331-337.

- Τσώνης Σ.Π. & Γιαννόπουλος Π.Χρ. (1990). "Τοξικά στα Υπόγεια Νερά από Εδαφική Διάθεση Αποβλήτων", *Πρακτικά Συνεδρίου με θέμα "Χημικά (Τοξικά) στο Περιβάλλον"*, 3-6 Σεπτεμβρίου 1990, Μόλυβος-Μυτιλήνη, Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, σελ. 105-111.
- Yannopoulos P.C. (1995). "Bubble Size and Movement in Wide Channel Flows", *Proceedings of the 4th Greek National Congress on Mechanics*, Demokritus University of Thrace, June 26-29, 1995, Xanthi, Greece. Eds. P.S. Theocaris, E.E. Gdoutos, Vol. II: Mechanics of Fluids and Thermal Sciences, pp. 886-893.
- Yannopoulos P.C. (1998). "Rise of a Hollow Plastic Sphere in a Stream and its Use to Flowrate Measurements". *Proceedings of the 5th National Congress on Mechanics*, The University of Ioannina, August 1998, Ioannina, Greece. Eds. P.S. Theocaris, D.I. Fotiadis and C.V. Massalas, Vol. II, pp. 624-630.
- Yannopoulos P.C. & Demetracopoulos A.C. (1992). "Flow and Mass Transport in Streams by an Exponential Interpolation Numerical Scheme", *Proceedings of the 1st National Congress on Computational Mechanics*, Athens, Greece, 3-4 Sept. 1992, Vol. II, University of Patras Press, Patras, pp. 955-962.
- Yannopoulos P.C. & Demetracopoulos A.C. (1993). "Computation of Flow and Mass Transport in Channels with Composite Cross Section", in *Water Pollution II: Modelling, Measuring and Prediction*, L.C. Wrobel and C.A. Brebbia (eds.), Computational Mechanics Publications, Southampton, pp. 151-158.
- Yannopoulos P.C. & Demetracopoulos A.C. (1994). "A Unified Approach for Computation of Velocity Distributions in Streams", *Proceedings of the Int. Conference on RESTORATION AND PROTECTION OF THE ENVIRONMENT II*, A.C. Demetracopoulos, C. D. Hadjithodorou and G. P. Korfiatis (eds.), Patras, Greece, 24-26 August 1994, pp. 49-56.
- Yannopoulos P.C. & Demetracopoulos A.C. (1996). "Simulation of Stream Mixing Zones for Allocation of Waste Loads", *Proceedings of the Int. Conference on "PROTECTION AND RESTORATION OF THE ENVIRONMENT III"*, E. Diamadopoulos and G. P. Korfiatis (eds.), Chania, Greece, 28-30 August 1996, pp. 93-100.
- Yannopoulos P.C. & Demetracopoulos A.C. (1998). "Comparison of Two Turbulence Models for Flow and Mass Transport Computations in Streams", *Proceedings of the Int. Conference on "PROTECTION AND RESTORATION OF THE ENVIRONMENT IV"*, K.L. Katsifarakis, G.P. Korfiatis, Y.A. Mylopoulos and A.C. Demetracopoulos (eds), Halkidiki, Greece, 1-4 July 1998, pp. 257-264.
- Yannopoulos P.C. & Demetracopoulos A.C. (1998). "Contributions towards the prediction of velocity distribution in open channel flows", *Computational Methods in Water Resources XII – Volume 2: Computational Methods in Surface and Ground Water Transport*, Eds. V.N. Burganos, G.P. Karatzas, A.C. Payatakes, C.A. Brebbia, W.G. Gray and G.F. Pinder, Computational Mechanics Publications, Southampton, pp. 485-492.
- Yannopoulos P.C. & Demetracopoulos A.C. (2000). "Effects of Variable Velocity and Mixing Coefficient on the Vertical Spreading of Pollutants", *Proceedings of the Int. Conference on "PROTECTION AND RESTORATION OF THE ENVIRONMENT V"*, V.A. Tsihrintzis, G.P. Korfiatis, K.L. Katsifarakis and A.C. Demetracopoulos (eds), Thassos, Greece, July 2000, pp. 347-354.
- Yannopoulos P.C. and Demetracopoulos A.C. (2002). "A Study of the Assumptions Leading to an Economical 3-D Mixing Model for Streams", *Proceedings of 4th GRACM Congress on Computational Mechanics (GRACM 2002)*, 27-29 June 2002, Patras, ed. D. T. Tsahalis, Vol. I, pp. 299-306.
- Yannopoulos P.C., Demetracopoulos, A.C. and Hadjithodorou Ch. (2003). "Algebraic Functions for Turbulent Kinetic Energy and Dissipation Rate in Open Channel Flows", in Proc. *XXX IAHR Congress "Water Engineering and Research in a Learning Society: Modern Developments and Traditional Concepts"*, 24-29 August 2003, eds. Ganoulis J. and Prinos P., Thessaloniki, Greece, Theme C: Turbulence-2, Vol.1, pp. 143-147.
- Ζάρνταβα, Κ., Κιουρτσίδης, Χ. και Γκανούλης, Ι. (2005), "Προσομοίωση ρύπανσης από μη σημειακά νιτρικά φορτία σε λεκάνες απορροής", Πρακτικά 5^{ου} Συνεδρίου της Ελληνικής Επιτροπής Διαχείρισης Υδατικών Πόρων (ΕΕΔΥΠ) «Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικών Πόρων με Βάση τη Λεκάνη

Απορροής», 6-9 Απριλίου 2005, Ξάνθη, Επιμέλεια Έκδοσης: Β. Τσιχριντζής, Κ. Μπέλλος, Γ. Τσακίρης, σελ. 215-220.

2.3 ΒΙΒΛΙΑ

- Arnold, J.G., Williams, J.R., Nicks, A.D. and Sammons N.B. (1990) *SWRRB: A Basin Scale Simulation Model for Soil and Water Resources Management*, Texas A&M University Press, College Station.
- Αργυρόπουλος Π.Α. (1962). *Θεωρητική & Εφαρμοσμένη Υδραυλική*. Εκδόσεις Αδελφών Ι. Λιόντη, Αθήνα.
- APHA & AWWA (1998) *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 20th edition.
- Canter, L. W., 1977. *Environmental Impact Assessment*. 2nd ed., McGraw-Hill, New York.
- Γρυλλάκης, Νικ., 1972. Μηνιαία Δυναμική Εξατμισοδιαπνοή εν Ελλάδι κατά Thornthwaite Εξαγομένη εκ Κανονικών Τιμών. Δ.Τ.Π. Υπ' αριθ. Νο 11 (Ε.Ε.), Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία – Διεύθυνσις ΙΙ και Γενική Διεύθυνση Γεωργίας, Υπηρεσία Εγγείων Βελτιώσεων – Διεύθυνσις Ι, Αθήναι, σελ.1-35.
- Frazier, A.H. (1974), *Water Current Meters in the Smithsonian Collections of the National Museum of History and Technology*, No. 28, Smithsonian Institution Press, Washington.
- French, R.H. (1986), *Open-Channel Hydraulics*, McGraw-Hill, New York.
- Johnston, C. A., 1998. *Geographic Information Systems in Ecology*. Blackwell Science, London.
- Jorgensen, S. E., 1994. *Fundamentals of Ecological Modeling*. 2nd ed., Elsevier, Amsterdam.
- Jorgensen, S. E., Sorensen, B. H. and Nielsen, S. N., 1996. *Handbook of Environmental and Ecological Modeling*. Lewis Publishers, New York.
- Morris G. L., and J. Fan., 1998. *Reservoir Sedimentation Handbook: Design and management of dams, reservoirs, and watersheds for sustainable use*. McGraw-Hill, New York.
- Thorne, C.R., R.D. Hey, and M.D. Newson., 1997. Applied fluvial geomorphology for engineering and management. John Wiley and Sons, West Sussex, 376 pp.
- Whittington, R.B., and A.B. El-Fiki (1967), The Suspended-Sphere Current Meter. A Simple Device for Use in the Hydraulic Laboratory, *Civil Engineering and Public Works Review*, 62(726), 65-69.
- Williams, J.R. (1995) *The EPIC model*, in: *Computer Models of Watershed Hydrology*, ed. V.P. Singh, Water Resources Publications, pp. 909-1000.

2.4 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ – ΔΙΑΤΡΙΒΕΣ – ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ – ΜΕΛΕΤΕΣ

- ΑΡΚΑΔΙΑ Α.Ε. (2003). Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη Όρους Μαίναλο, Πρόγραμμα LIFE – ΦΥΣΗ 1999: NAT/GR/006481 «Διατήρηση και Διαχείριση του Όρους Μαίναλο», Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Αρκαδίας, Αναπτυξιακή Εταιρεία, ΕΘΙΑΓΕ – ΕΝΔΙΑΙΤΗΜΑ Ο.Ε., 2002 – 2003.
- Βόσσος Γ., Καλλίτσης Θ., Ξυπολιτίδης Β., (1993). *Καταγραφή Πηγών Ρύπανσης Ποταμού Αλφειού και Επίπεδα Αυτής*, Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών.
- Γιοβανόπουλος, Α., (1995). Εφαρμογή μοντέλου διαχείρισης ρύπανσης στο χείμαρρο Βοσβόζη και τη λίμνη Σμαρίδα. Διπλωματική Εργασία. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών – Πολυτεχνική Σχολή Δ.Π.Θ., Ξάνθη, Οκτώβριος 1995, σελ. 83.
- Dafis S., Papastergiadou E., Georgiou K, Babalonas D., Georgiadis T., Papageorgiou M., Lazaridou T., Tsiaoussi V., (1996). *Directive 92/43/EEC The Greek "Habitat" Project NATURA 2000: An Overview*. Life Contract B4-3200/94/756, Commission of the European Communities DG XI, The Goulandris Natural History Museum-Greek Biotope/Wetland Centre. 917 p.
- Δαλέζιος Ι., Βαλλασόπουλος Ο., Σαρλετάκος Δ., (1977). *Ρύπανση Περιοχής Ποταμού Αλφειού*, Εμπιστευτική Έκθεση της Ομάδας Εργασίας για την προστασία του περιβάλλοντος, Αγροτική Τράπεζα της Ελλάδος, σ. 10.

- Δήμος Νέου Σιδηροχωρίου Νομού Ροδόπης, (1999). *Μελέτη Στρατηγικού Προγράμματος Τοπικής Ανάπτυξης Περιοχής (ΤΑΠ)*, Σεπτέμβριος, Νέο Σιδηροχώρι.
- EC (European Commission). 2000. Towards sustainable and strategic management of water resources. Regional Policy of the European Union Study 31, Office of the Official Publications of the European Communities, Louxembourg, 323 pp.
- ECOSTAT (Ecological Status). 2003. Overall approach to the classification of ecological status and ecological potential. Water Framework Directive; Common Implementation Strategy; Working Group 2 A; Ecological Status (ECOSTAT). Final version agreed at the Water Directors' meeting on 24-25 November 2003 in Rome. <http://forum.europa.eu.int/Public/irc/env/wfd/library>.
- ΕΤΜΕ: Αντωνίου-Πέππας και συνεργάτες, (1997). *Έργα Προστασίας Φράγματος Φλόκα π. Αλφειού*, Γενική Διεύθυνση Δημοσίων Έργων, Διεύθυνση Εγγειοβελτιωτικών Έργων, Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, Αθήνα, σ. 1-11 (στο Παράρτημα 6) και 13.1-13.45 (στο Παράρτημα 8).
- Καλλίνσκης Α. 1957. *Τα Μεγάλα Εγγειοβελτιωτικά Έργα Αξιοποίησης Περιοχής Αλφειού και Λιμνοθαλασσών Αγρολιτίσης και Μουριάς*. Περίληψις Μελετών. Υπουργείον Συγκοινωνιών & Δημ. Έργων, Υπηρεσία Υδραυλικών Έργων, Διεύθυνσις Μελετών, Αθήναι, σ. 1-44.
- Knisel, W.G. (1980) CREAMS: a field-scale model for chemicals, runoff and erosion from agricultural management systems, U.S. Department of Agriculture, Science and Education Administration, Conservation Research Report No. 26 1980.
- Κόταρρης, Σ., (1967) *Εδαφολογική μελέτη περιοχής Ροδόπης*, Υπουργείο Γεωργίας, Υπηρεσία Εγγείων Βελτιώσεων.
- MEPPPW (2006) "Report on the pressures and qualitative characteristics of water bodies in the water districts of Greece and a methodological approach for further analysis", Central Water Agency, Ministry of Environment, Physical Planning and Public Works, Hellenic Republic, June 2006.
- Μπακάλης Ν., Μαρκαντωνάτος Π., Γιαννάτος Γ., Ζαλαχώρη Ε., Ρομπός Ν., Πανέτσος Λ., (1995). *Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων του Έργου Μετατόπισης της Κοίτης Ποταμού Αλφειού Ν. Αρκαδίας*, Στάδια Ι, ΙΙ και ΙΙΙ, Διεύθυνση Ανάπτυξης Υδροηλεκτρικών Έργων, Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού, σ. 314.
- Neitsch, S.L., Arnold, J.G. and Williams J.R., Soil and Water Assessment Tool. Users Manual, Ver. 2000. Agricultural Research Service, USDA, 2000.
- Πεταλάς, Χ., (1997). Ανάλυση υδροφόρων συστημάτων στο ετερογενές και παράκτιο πεδίο Ν. Ροδόπης. Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών - Πολυτεχνική Σχολή του Δ.Π.Θ., Ξάνθη, Ιούλιος 1997, σελ. 288.
- Πισινάρας, Β., (2003). Συνθήκες διαχείρισης και προσομοίωση υπόγειου υδροφόρου συστήματος Ν. Σιδηροχωρίου, Ν. Ροδόπη. Διπλωματική Εργασία. Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος – Πολυτεχνική Σχολή Δ.Π.Θ., Ξάνθη, Οκτώβριος 2003, σελ. 161.
- Shoemaker, L., Lahlou, M., Bryer, M., Kumar, D. and Kraft., 1997. *Compendium of tools for watershed assessment and TDML development*. USEPA, Washington D.C., USA.
- Τσώνης, Σ.Π. (1988), *Επεξεργασία Υγρών Αποβλήτων Ελαιολιτριβείων*, Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.
- Υπουργείο Ανάπτυξης, ΕΜΠ, ΙΓΜΕ, ΚΕΠΕ, (1996). *Σχέδιο Προγράμματος Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων της Χώρας*, Διεύθυνση Υδατικού Δυναμικού και Φυσικών Πόρων, Υπουργείο Ανάπτυξης, σ. 278.
- Υπουργείο Γεωργίας, (1997). Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Υδάτων Ποταμών και Λιμνών, Υδατικό Τμήμα Δυτικής Πελοποννήσου, *Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Αλφειού Ποταμού 1983-1997*, Διεύθυνση Σχεδιασμού Εγγειοβελτιωτικών Έργων & Αξιοποίησης Εδαφοϋδάτινων Πόρων, Υπουργείο Γεωργίας. <http://www.minagric.gr/greek/2.9.3.alfeios.html>
- Ζαγκλιαβού, Σ., (2005) Μετρήσεις παροχών και φυσικοχημικών παραμέτρων στο υδατικό σύστημα Βοσβόζη-Ισμαρίδας. Διπλωματική Εργασία. Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος – Πολυτεχνική Σχολή Δ.Π.Θ., Ξάνθη, Μάρτιος 2005, σελ. 138.

Ζιάμπρας, Τ. & Τασιάς, Στ. (1999) Μετρήσεις Παροχών με Φυσικούς Δείκτες στον Ποταμό Αλφειό. Διπλωματική Εργασία. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Εργαστήριο Τεχνολογίας του Περιβάλλοντος, Πάτρα 1999, σελ. 119.

2.5 ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΚΑΙ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ – ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ

Απόφαση αριθ. 2455/2001/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 20/11/2001 για τη θέσπιση του καταλόγου ουσιών προτεραιότητας στον τομέα της πολιτικής των υδάτων και τροποποίησης της οδηγίας 2000/60/ΕΚ. *Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων* L 331, 15.12.2001: 1-5.

Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Γενική Διεύθυνση Περιβάλλοντος (2003). Εφαρμογή της Οδηγίας 91/676/ΕΟΚ του Συμβουλίου για την προστασία των υδάτων από τη νιτρορρύπανση γεωργικής προελεύσεως. Σύνοψη των εκθέσεων των κρατών μελών για το έτος 2000. Υπηρεσία Επισήμων Εκδόσεων των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, Λουξεμβούργο.

Οδηγία 91/271/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 21/05/1991 για την επεξεργασία των αστικών λυμάτων. *Επίσημη Εφημερίδα Ευρωπαϊκής Ένωσης* L 135, 30.05.1991:40-52.

Οδηγία 91/676/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 12/12/1991 για την προστασία των υδάτων από την νιτρορρύπανση γεωργικής προέλευσης. *Επίσημη Εφημερίδα Ευρωπαϊκής Ένωσης* L 375, 31.12.1991:1-8.

Water Framework Directive. 2000. Directive 2000/60/EC, establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Communities* L327, 22.12.2000:1-72.

WG (Working Group). 2002. Guidance on public participation in relation to the water framework directive; active involvement, consultation, and public access to information. Final version after the Water Directors' meeting (Working Group 2.9). <http://forum.europa.eu.int/Public/irc/env/wfd/library>

Στον Πίνακα 2.1 που ακολουθεί δίδεται ανά νομό η νομοθεσία προσδιορισμού των υδάτινων αποδεκτών και των ανωτέρων χρήσεων αυτών. Στον Πίνακα 2.2 δίδεται η γενική νομοθεσία για την προστασία των υδατικών πόρων και στον Πίνακα 2.3 δίδεται η γενική νομοθεσία για την προστασία των οικοσυστημάτων. Στους Πίνακες 2.2 και 2.3 η εναρμονισμένη εθνική νομοθεσία δίδεται σε σχέση με τις Οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Πίνακας 2.1 Προσδιορισμός των υδάτινων αποδεκτών και οι ανώτερες χρήσεις επιφανειακών υδάτων του Αλφειού Ποταμού

Περιοχή Ποταμού	Ανώτερα Χρήση
Νομός Αρκαδίας¹	
Π. Ελισσών από πηγές έως Χωρίο Μακρίσιον	Ως Πρότυπα γλυκών υδάτων Κατηγορίας Α1 στο Παράρτημα Ι της κοινής Υπουργικής Απόφασης 46399/1352/86 (ΦΕΚ 438Β/1986).
Π. Λούσιος, Π. Λάδων από την συμβολή με Π. Αροάνιο και έως Τεχνητή Λίμνη Λάδωνα, Π. Ερύμανθος από Τριπόταμο και έως την συμβολή με Π. Αλφειό.	Ως Πρότυπα γλυκών υδάτων Κατηγορίας Α2 στο Παράρτημα Ι της κοινής Υπουργικής Απόφασης 46399/1352/86 (ΦΕΚ 438Β/1986).
Π. Τράγος από πηγές έως την συμβολή με Π. Αροάνιο, Π. Λαγκαδινός από πηγές έως την συμβολή με Π. Λάδωνα.	Ως Πρότυπα γλυκών υδάτων Κατηγορίας Α3 στο Παράρτημα Ι της κοινής Υπουργικής Απόφασης 46399/1352/86 (ΦΕΚ 438Β/1986).
Π. Αλφειός από πηγές έως Χωρίο Γέφυρα, Π. Αλφειός από την συμβολή με Π. Λούσιο και έως τα όρια του Νομού Αρκαδίας.	Ως Πρότυπα υδάτων για σολωμοειδή περιγραφόμενα στο Παράρτημα της κοινής Υπουργικής Απόφασης 46399/1352/86 (ΦΕΚ 438Β/1986).
Π. Αλφειός από Χωρίο Γέφυρα έως την συμβολή με Π. Λούσιο, Π. Ελισσών από Χωρίο Μακρίσιον έως την συμβολή με Π. Αλφειό, Ρέμα Καστρίτσι, Τεχνητή Λίμνη Λάδωνα, Π. Λάδων από την Τεχνητή Λίμνη Λάδωνα έως την συμβολή με Π. Αλφειό.	Ως Πρότυπα υδάτων για κυπρινοειδή περιγραφόμενα στο Παράρτημα ΙΙΙ της κοινής Υπουργικής Απόφασης 46399/1352/86 (ΦΕΚ 438Β/1986).

(συνέχεια Πίνακα 2.1)

Περιοχή Ποταμού	Ανωτέρα Χρήση
	Νομός Ηλείας²
Π. Αλφειούς, ύδατα κατάντη της θέσης διάθεσης δημοτικών λυμάτων Αρχαίας Ολυμπίας και έως την θάλασσα.	Ύδατα κατάλληλα για αλιεία και έρδευση, σύμφωνα με τα Πρότυπα που περιγράφονται στο Παράρτημα III της κοινής Υπουργικής Απόφασης 46399/1352/86 (ΦΕΚ 438B/1986).
Θαλάσσια ύδατα (στην γειτονιά του Δέλτα Π. Αλφειού)	Ύδατα κατάλληλης ποιότητας για κολύμβηση και αλιεία, σύμφωνα με τα Πρότυπα που περιγράφονται στο Παράρτημα II της κοινής Υπουργικής Απόφασης 46399/1352/86 (ΦΕΚ 438B/1986).
	Νομός Αχαΐας³

¹ Νομαρχιακές Αποφάσεις 3677/14.7.80 και 8883/87/5.7.88.² Νομαρχιακές Αποφάσεις ΙΑ.ΟΙΚ.3948/19.4.94 και 10263/18.11.96.³ Δεν ευρέθησαν σχετικές Αποφάσεις.**Πίνακας 2.2** Γενική νομοθεσία για την προστασία των υδατικών πόρων

A/A	Νομοθεσία / Legislation	Περιγραφή / Description
1	Προεδρικό Διάταγμα 1180/81 (ΦΕΚ 293Α/1981)	On the regulation of issues concerning the establishment and operation of industries, factories, mechanical installations of any type and warehouses and the safeguarding of the environment due to all of them in general.
2	Νόμος 1650/86 (ΦΕΚ 160Α/1986)	Protection of the environment (Directive 85/337/EEC) ¹
3	Υπουργική Απόφαση υπ' αριθ. 46399/1352/86 (ΦΕΚ 438B/1986)	- On the quality required for surface water intended for the abstraction of drinking water in the Member States (Directives 75/440/EEC, 79/869/EEC) ² - On swimming water quality (Directive 76/160/EEC) - On freshwater quality needing protection or improvement in order to support fish life (Directives 78/659/EEC ²) - Concerning the methods of measurement and frequencies of sampling and analysis of surface water intended for the abstraction of drinking water in the Member States (Directives 79/869/EEC ² , 81/855/EEC) - On the quality required for shellfish waters (Directive 79/923/EEC ²)
4	Council Directive 86/278/EEC (Official Journal L181 4.7.1986)	On the protection of the environment, and in particular of the soil, when sludge is used in agriculture
5	Νόμος 1739/87 (ΦΕΚ 201Α/1987)	On the management of water resources
6	Πράξη Υπουργικού Συμβουλίου υπ' αριθ. 144/87 (ΦΕΚ 197Α/1987)	On pollution caused by certain dangerous substances discharged into the aquatic environment of the Community (Directives 76/464/EEC, 82/176/EEC, 83/513/EEC, 84/156/EEC, 84/491/EEC, 86/280/EEC) ²
7	Υπουργική Απόφαση υπ' αριθ. 18186/271/88 (ΦΕΚ 126B/1988)	Measures and restrictions for the protection of the aquatic environment... etc. (Directives 76/464/EEC, 82/176/EEC, 84/156/EEC, 84/491/EEC) ²
8	Υπουργική Απόφαση υπ' αριθ. 26857/553/88 (ΦΕΚ 196B/1988)	Measures and restrictions for groundwater protection against pollution caused by certain dangerous substances (Directive 80/68/EEC)
9	Υπουργική Απόφαση υπ' αριθ. 69269/5387/90 (ΦΕΚ 678B/1990)	Classification of projects and activities in categories, documentation of environmental impact assessment... etc. (Directive 85/337/EEC ¹)
10	Υπουργική Απόφαση υπ' αριθ. 75308/5512/90 (ΦΕΚ 691B/1990)	Determination of the manner of public participation of non-governmental bodies, community groups and individuals and awareness on environmental concerns by promoting access to information and participation. (Directive 85/337/EEC ¹)
11	Πράξη Υπουργικού Συμβουλίου υπ' αριθ. 73/90 (ΦΕΚ 90Α/1990)	Establishment of guidelines and limit concentration values for the discharge of certain dangerous substances... etc. (Directives 86/280/EEC ³ , 88/347/EEC)
12	Υπουργική Απόφαση υπ' αριθ. 55648/2210/91 (ΦΕΚ 323B/1991)	Measures and restrictions for the aquatic environment protection and especially determination of limit concentration values and dangerous substances contained in wastewater. (Directives 86/280/EEC ³ , 88/347/EEC)
13	Υπουργική Απόφαση υπ' αριθ. 5673/400/97 (ΦΕΚ 192B/1997)	Measures and terms for the wastewater treatment (Directive 91/271/EEC as amended by Directive 98/115/EC)
14	Υπουργική Απόφαση υπ' αριθ. 16190/1335/97 (ΦΕΚ 519B/1997)	Measures and terms for the protection of water against pollution caused by nitrates from agricultural sources (Directive 91/676/EEC)
15	Προεδρικό Διάταγμα 256/98 (ΦΕΚ 190Α/1998)	Completion of the provisions of Presidential Decree 541/78 (Official Gazette 116Α/1978) on the categories of studies
16	Υπουργική Απόφαση υπ' αριθ. 85167/820/00 (ΦΕΚ 477B/2000)	Approval of Proper Agricultural Code Practice
17	Council Directive 2000/60/EC (Official Journal L327/22.12.2000)	Establishing a framework for Community action in the field of water policy as amended by Decision 2455/2001/EC
18	Υπουργική Απόφαση υπ' αριθ. Υ2/2600/01 (ΦΕΚ 892B/2001)	Concerning the quality of water intended for human consumption (Directive 98/83/EC)
19	Council Directive 2001/42/EC (Official Journal L197/21.7.2001)	On the assessment of the effects of certain plans and programmes on the environment
20	Νόμος 3010/02 (ΦΕΚ 91Α/2002)	Consonance with Law 1650/1986 and Council Directives 97/11/EC and 96/61 EC

¹ Last amended by Directive 97/11/EC on the assessment of the effects of certain public and private projects on the environment.² Last amended by Directive 91/692/EEC standardizing and rationalising reports on the implementation of certain Directives relating to the environment.³ Last amended by Directive 90/415/EEC.

Πίνακας 2.3 Γενική νομοθεσία για την προστασία των οικοσυστημάτων

A/A	Νομοθεσία / Legislation	Περιγραφή / Description
1	Νόμος 1469/50 (ΦΕΚ 275/A, 169A)	Historical sites and sites of special natural beauty
2	Νομοθετικό Διάταγμα 996/71 (ΦΕΚ 192A)	On national nature reserves and monuments of nature
3	Νομοθετικό Διάταγμα 191/74 (Συνθήκη RAMSAR, ΦΕΚ 350A/1974)	Ratification of international agreement on the protection of wetlands of international interest
4	Νόμος 177/75, Άρθρο 4, (ΦΕΚ 205/A/1975)	On wildlife refuges
5	Commission Recommendation 75/66/EEC (Official Journal L 021, 28.1.1975)	On the protection of birds and their habitats
6	Council Resolution of 3.3.75 (Official Journal C 168, 25.7.1975)	On the convention for the prevention of marine pollution from land-based sources
7	Council Decision 75/438/EEC (Official Journal L 194, 25.7.1975)	On Community participation in the Interim Commission established on the basis of Resolution No III of the Convention for the prevention of marine pollution from land-based sources
8	Barcelona Convention (Official Journal L 240, 19.9.1977)	On the protection of the Mediterranean Sea against pollution
9	Council Directive 79/409/EEC (Official Journal L 103, 25.4.1979)	On the conservation of wild birds
10	Νόμος 998/79 (ΦΕΚ 289A/1979)	On the protection of the forests and forest sites of the country
11	Προεδρικό Διάταγμα 67/81 (ΦΕΚ 23, 43A/1981)	Protection of the Greek flora and fauna and procedure for their control and research
12	Council Decision 82/72/EEC (Official Journal L 038, 10.2.1982)	On the conclusion of the Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats (Bern Convention)
13	Bern Convention 82/72/EEC (Official Journal L 038, 10.2.1982)	Ratification of the international convention (Bern, 19.9.1979) for the conservation of wildlife and natural habitats
14	Athens Protocol of 17.5.80 (Official Journal L 067, 12.3.1983)	On the protection of the Mediterranean Sea against pollution from land-based sources
15	Νόμος 335/83 (Συνθήκη Βέρνης, ΦΕΚ 32A/1983)	Ratification of the international convention (Bern, 19.9.1979) for the conservation of wildlife and natural habitats
16	Council Directive 92/43/EEC (Official Journal L 206, 22.7.1992)	On the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora
17	Rio de Janeiro Convention of 5.6.92 (Decision 93/626/EEC, Official Journal L 309, 13.12.1993)	On biological diversity - Declarations
18	Νόμος 2055/92 (ΦΕΚ 105A/1992, Κανονισμός 3626/82)	Ratification of the convention on international trade in endangered species of wild fauna and flora, with annexes I and II
19	Νόμος 2204/94 (ΦΕΚ 59A)	Ratification of the convention on biodiversity, Rio de Janeiro 5.6.1992
20	Council Regulation 894/97/EC	Laying down certain technical measures for the conservation of fishery resources
21	Council Decision 98/145/EC (Official Journal L 46, 17.2.1998)	On the approval, on behalf of the European Community, of the amendments to Appendices I and II to the Bonn Convention on the conservation of migratory species of wild animals as decided by the fifth meeting of the Conference of the parties to the Convention
22	Council Regulation 1239/98/EC (Official Journal L 171, 17.6.1998)	Amending Regulation 894/97/EC
23	Council Regulation 850/98/EC of 30.3.98 (Official Journal L 171, 17.6.1998)	For the conservation of fishery resources through technical measures for the protection of juveniles of marine organisms
24	Council Decision 98/746/EC (Official Journal L 358, 31.12.1998)	On the approval, on behalf of the Community, of amendments to Appendices II and III to the Berne Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats adopted at the 17 th meeting of the Convention's Standing Committee
25	Protocol (Barcelona 10.6.95)	On specially protected areas and biological diversity in the Mediterranean
26	Council Decision 99/800/EC (Official Journal L 322, 14.12.1999)	On accepting the amendments to the Protocol for the protection of the Mediterranean Sea against pollution from land-based sources (Barcelona Convention)

3. Π.Ε.3 – ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Η ερευνητική υπο-ομάδα, η οποία ανέλαβε την υδρολογική λεκάνη του Αλφειού Ποταμού, προγραμματίσει και πραγματοποιήσει 4 εξορμήσεις, μία ανά εποχή, κατά την διάρκεια του έτους 2006 και 3 εξορμήσεις κατά την διάρκεια του έτους 2007 στον Αλφειό Ποταμό. Την θερινή περίοδο, η προγραμματισμένη εξόρμηση ματαιώθηκε λόγω των εκτεταμένων πυρκαϊών που σημειώθηκαν στην λεκάνη απορροής του Αλφειού Ποταμού. Επιδιώχθηκε η λήψη δειγμάτων και η επί τόπου μέτρηση ορισμένων χαρακτηριστικών σε 11 τουλάχιστον θέσεις κατά μήκος του κυρίως ποταμού και των σημαντικότερων παραποτάμων του, Ενιπέα, Κλαδέου, Σελινούντα, Ερυμάνθου, Λάδωνα και Λούσιου. Η δειγματοληψία γινόταν πάντοτε από τα κατάντη προς τα ανάντη, ώστε να αποφεύγεται η μέτρηση ή λήψη του ίδιου δείγματος στις διαδοχικές θέσεις. Άρχιζε συνήθως με την αυγή και ολοκληρωνόταν το δειλινό ή συνεχιζόταν την αμέσως επόμενη ημέρα. Επί πλέον έγιναν επί τόπου μετρήσεις και δειγματοληψίες για αναλύσεις στο εργαστήριο σε ορισμένες γεωτρήσεις ή πηγάδια της περιοχής, προκειμένου να εκτιμηθεί η επίδραση του ποταμού στη στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα και στην ποιότητα των υπογείων υδάτων.

Αντιστοίχως, η ερευνητική υπο-ομάδα, η οποία ανέλαβε την υδρολογική λεκάνη του Βοσβόζη Ποταμού, προγραμματίσει και πραγματοποιήσει δύο εξορμήσεις μηνιαίως περίπου κατά την διάρκεια του έτους 2006 σε 3 θέσεις κατά μήκος του Βοσβόζη Ποταμού και ολοκλήρωσε τις μετρήσεις εντός του έτους 2006. Το χρονικό διάστημα μεταξύ των δειγματοληψιών επιδιώχθηκε να είναι σταθερό, όσο αυτό ήταν δυνατόν λόγω των καιρικών κυρίως συνθηκών που επικρατούσαν στην περιοχή. Η δειγματοληψία ήταν πρωινή και η συνολική της διάρκεια για τους τρεις σταθμούς ήταν περίπου 4 ώρες. Οι εξορμήσεις έγιναν έως τον Νοέμβριο του 2006.

Αναλυτικότερη περιγραφή των εξορμήσεων και μετρήσεων παρέχεται στα οικεία κεφάλαια του παρόντος Π.Ε.

3.1 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΛΦΕΙΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ

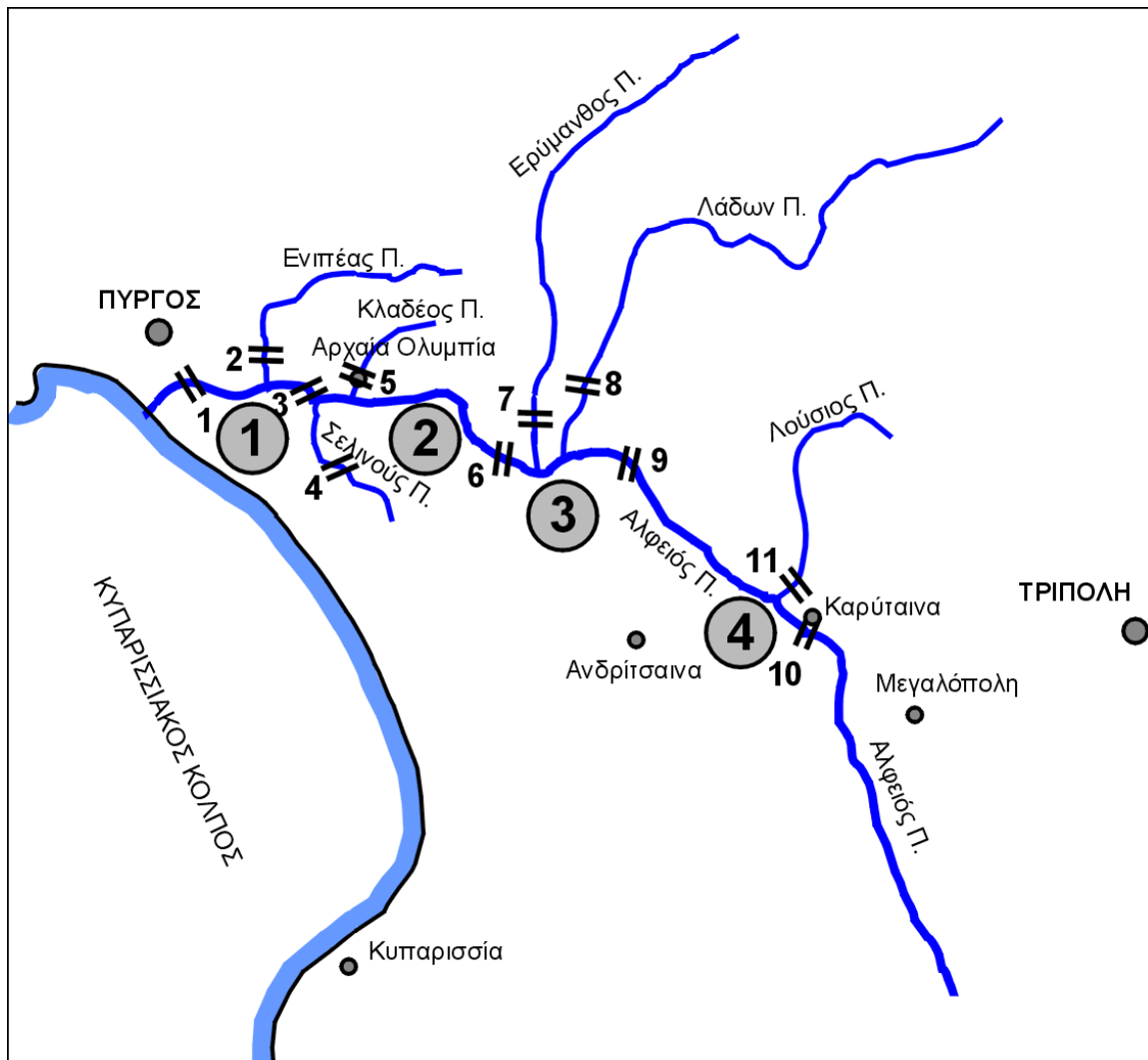
3.1.1 Θέσεις Δειγματοληψίας και Εξορμήσεις

Ύστερα από επανειλημμένες επί τόπου επισκέψεις της περιοχής κατά μήκος του Αλφειού Ποταμού και των κυριότερων παραποτάμων του επελέγησαν 11 θέσεις, για τις οποίες δίδεται η καλύτερη πρόσβαση για μετρήσεις πεδίου και δειγματοληψίες με τον κατά το δυνατόν ελάχιστο χρόνο ανά θέση. Οι θέσεις, όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις πεδίου και δειγματοληψίες κατά μήκος του Αλφειού Ποταμού, είναι οι εξής:

- Θέση 1. Γέφυρα εθνικής οδού Πύργου – Κυπαρισσίας (Αλφειός Ποταμός)
- Θέση 2. Γέφυρα παλαιάς εθνικής οδού Πύργου – Αρχαίας Ολυμπίας (Ενιπέας Ποταμός)
- Θέση 3. Φράγμα Φλόκα (Αλφειός Ποταμός)
- Θέση 3α. Κυρία αρδευτική διώρυγα στο φράγμα Φλόκα (Θέση 3α εναλλακτική της Θέσεως 3)
- Θέση 4. Γέφυρα Κρέσταινας (Σελινούς Ποταμός)
- Θέση 5. Πεζογέφυρα Αρχαίας Ολυμπίας (Κλαδέος Ποταμός)
- Θέση 6. Γέφυρα επαρχιακής οδού Άσπρων Σπιτιών – Καλλιθέας (Αλφειός Ποταμός)
- Θέση 7. Γέφυρα εθνικής οδού Πύργου – Τριπόλεως (Ερύμανθος Ποταμός)
- Θέση 8. Γέφυρα επαρχιακής οδού Κοκλαμά – Λουτρών Ηραίας (Λάδων Ποταμός)
- Θέση 9. Γέφυρα επαρχιακής οδού Αγίου Ιωάννη – Σέκκουλα (Αλφειός Ποταμός)
- Θέση 10. Παλαιά Γέφυρα Καρύταινας (Αλφειός Ποταμός)
- Θέση 11. Γέφυρα επαρχιακής οδού Καρύταινας – Ατσίχολου (Λούσιος Ποταμός)

Η αρίθμηση των ανωτέρω θέσεων φαίνεται στο Σχήμα 3.1.1. Οι Θέσεις 1, 2 και 3 & 3α σχηματίζουν τον Κόμβο 1, οι Θέσεις 3, 3α, 4, 5 και 6 τον Κόμβο 2, οι Θέσεις 6, 7, 8 και 9 τον Κόμβο 3 και οι Θέσεις 9, 10 και 11 τον Κόμβο 4. Σε κάθε Κόμβο είναι δυνατός έλεγχος ισορροπίας όγκου και μάζας, οπότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί το σύνολο των μετρήσεων για διόρθωση των παροχών ή εκτίμηση των ενδιάμεσων διάσπαρτων επιφανειακών και υπογείων λανθανουσών εισροών. Οι δειγματοληψίες προγραμματίζονται έτσι ώστε να υπάρχουν επαρκή στοιχεία μετρήσεων για τον υπολογισμό, αφενός, των αναγκαίων φορτίων ρύπανσης ανά διατομή ποταμού και, αφετέρου, των συντελεστών ρύπανσης ανά εποχή. Οι εξορμήσεις έγιναν κατά τις ακόλουθες ημερομηνίες:

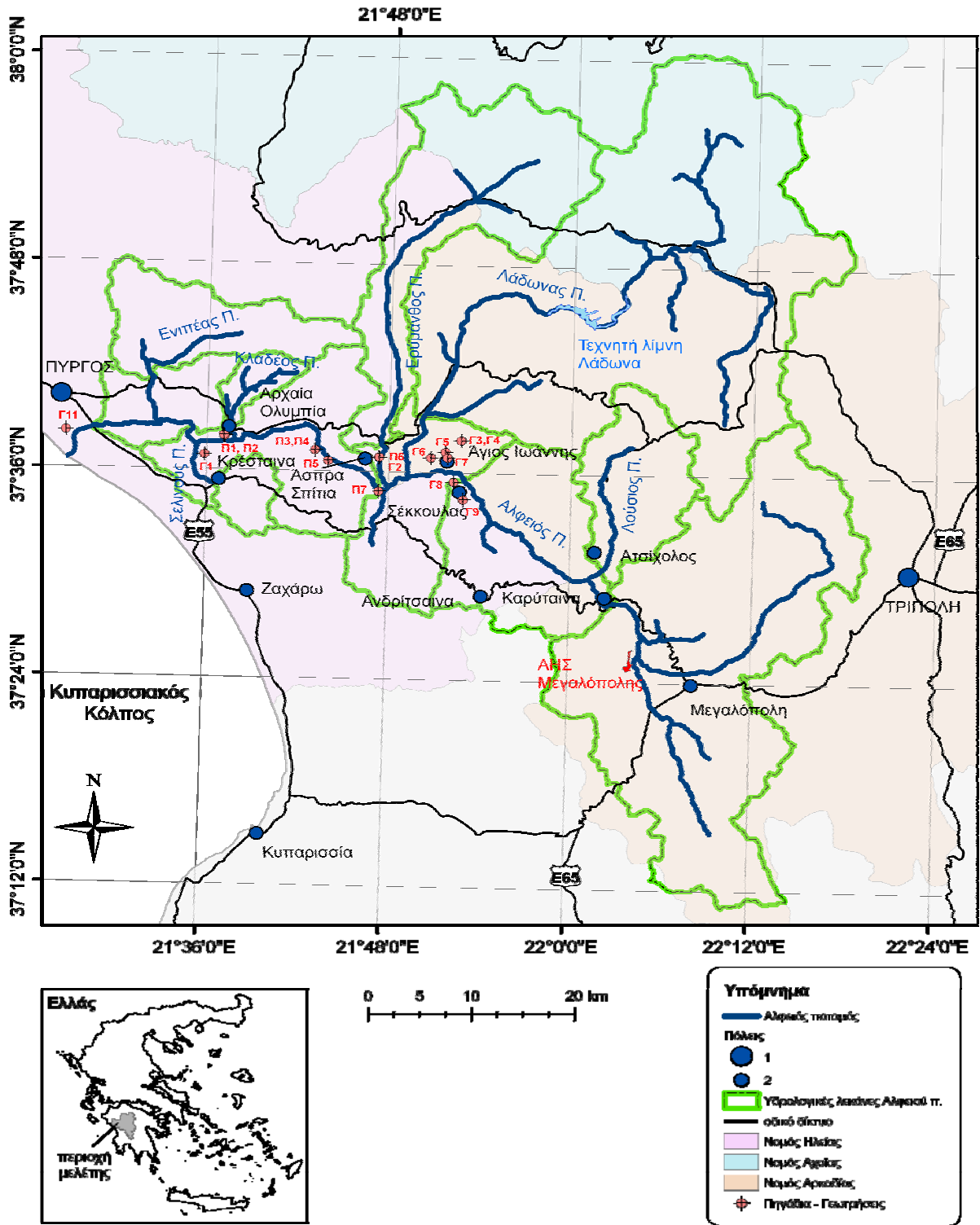
1. **Χειμερινή εξόρμηση:** Κυριακή 8 Ιανουαρίου 2006, έναρξη 07:40 στη Θέση 1 – 20:00 στη Θέση 9. Λόγω της μικρής διάρκειας της ημέρας, της σχετικώς μικρής εμπειρίας συντονισμού των εργασιών πεδίου σε συνδυασμό με τις υψηλές τιμές παροχών ποταμού κατ' αυτή την πρώτη εξόρμηση, δεν ήταν δυνατόν να τηρηθεί το προγραμματισμένο χρονοδιάγραμμα και δεν ελήφθησαν δείγματα στις



Σχήμα 3.1.1 Θέσεις μετρήσεων πεδίου και δειγματοληψίας κατά μήκος του Αλφειού Ποταμού

Θέσεις 10 και 11. Επίσης, μετά την Θέση 7 δεν ήταν δυνατή η μέτρηση παροχών, λόγω του σκότους που επήλθε.

2. **Εαρινή εξόρμηση:** Κυριακή 9 Απριλίου 2006, έναρξη 07:00 στη Θέση 1 – πέρας 21:00 στη Θέση 11. Η εξόρμηση ολοκληρώθηκε κανονικά.
3. **Θερινή εξόρμηση:** Πέμπτη 24 Αυγούστου 2006, έναρξη 07:15 στη Θέση 1 – πέρας 21:15 στη Θέση 11. Στη Θέση 11 δεν ήταν δυνατή η μέτρηση παροχών, λόγω του σκότους που επήλθε. Οι λοιπές μετρήσεις και δειγματοληψίες έγιναν κανονικά.
4. **Φθινοπωρινή εξόρμηση:** Παρασκευή 17 Νοεμβρίου 2006, έναρξη 07:30 στη Θέση 1 – πέρας 16:00 στη Θέση 8, και Σάββατο 18 Νοεμβρίου 2006, έναρξη 08:36 στη Θέση 9 – πέρας 12:50 στη Θέση 11.
5. **Χειμερινή εξόρμηση:** Πέμπτη 15 Μαρτίου 2007, έναρξη 07:10 στη Θέση 1 – 17:08 στη Θέση 9, και Παρασκευή 16 Μαρτίου 2007, έναρξη 09:45 στη Θέση 10 – πέρας 12:15 στη Θέση 11. Η εξόρμηση ολοκληρώθηκε κανονικά.
6. **Εαρινή εξόρμηση:** Σάββατο 2 Ιουνίου 2007, έναρξη 06:15 στη Θέση 1 – πέρας 20:06 στη Θέση 11. Η εξόρμηση ολοκληρώθηκε κανονικά. Παράλληλα έγιναν επί τόπου μετρήσεις και δειγματοληψίες σε ορισμένες γεωτρήσεις και πηγάδια της παραποτάμιας περιοχής. Τα στοιχεία εντοπισμού αυτών των θέσεων δίδονται στο Σχήμα 3.1.2 και στους Πίνακες 3.1.7, 3.1.8 και 3.1.9.
7. **Φθινοπωρινή εξόρμηση:** Σάββατο 24 Νοεμβρίου 2007, έναρξη 07:00 στη Θέση 1 – πέρας 17:40 στη Θέση 8, και Κυριακή 25 Νοεμβρίου 2007, έναρξη 08:00 στη Θέση 9 – πέρας 12:30 στη Θέση 11. Παράλληλα έγιναν επί τόπου μετρήσεις και δειγματοληψίες σε ορισμένες γεωτρήσεις και πηγάδια, οι οποίες ολοκληρώθηκαν κατά την επιστροφή προς Πάτρα, με τελευταία θέση τη γεώτρηση των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων Πύργου στις 15:00.



Σχήμα 3.1.2 Θέσεις γεωτρήσεων και πιγαδιών παραποτάμιας περιοχής Αλφειού, όπου έγιναν επί τόπου μετρήσεις και δειγματοληψίες κατά τις δύο τελευταίες εξορμήσεις.

3.1.2 Μετρήσεις πεδίου

Επί πλέον της καταγραφής της ώρας άφιξης και αναχώρησης από τις θέσεις μετρήσεων, πραγματοποιούνται μετρήσεις των εξής χαρακτηριστικών:

1. Θερμοκρασία αέρα (Τα)
2. Συντεταγμένες θέσεων (Γεωγραφικό πλάτος, Γεωγραφικό μήκος, Υψόμετρο, Αριθμός δορυφόρων εν χρήσει, Αριθμός θεατών δορυφόρων)
3. Παροχή ποταμού
4. pH
5. Ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC)
6. Θερμοκρασία ύδατος (T)
7. Θολότητα (Tu)
8. Διαλελυμένο οξυγόνο (ΔΟ)

Στην Εικόνα 3.1.1 φαίνονται τα μέλη της ομάδας που πραγματοποιούσε τις επί τόπου μετρήσεις και δειγματοληψίες κατά τις εξορμήσεις.

3.1.2.1 Μεθοδολογία μετρήσεων και δειγματοληψιών πεδίου

Δειγματοληψία: Η δειγματοληψία ύδατος γινόταν απευθείας από τον ποταμό, χρησιμοποιώντας ένα πλαστικό δοχείο ανηρητημένο σε πλαστικό σχοινί, το οποίο βυθιζόταν λόγω του εκκέντρωτος προσδεδεδμένου βάρους 3 κιλών από ανοξείδωτο χάλυβα. Προς διευκόλυνση της δειγματοληψίας, οι θέσεις είχαν επιλεγεί έτσι ώστε να προσφέρουν εύκολη πρόσβαση στον ποταμό (θέσεις σε διαβάσεις οδικών γεφυρών). Ο εντοπισμός της θέσεως επί τόπου μετρήσεων και δειγματοληψίας γινόταν με το GPS THALES MobileMapper CE. Τα δείγματα τοποθετούνταν σε δοχεία και μεταφέρονταν για αναλύσεις στο εργαστήριο αμέσως μετά το πέρας της εξόρμησης. Στην Εικόνα 3.1.2 δείχνεται η δειγματοληψία με το πλαστικό δοχείο 10 L και με τον δειγματολήπτη για ΒΑΟ₅, ενώ στην Εικόνα 3.1.3 δείχνεται ο δειγματολήπτης για ΒΑΟ₅ και στιγμιότυπο από μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών στο πεδίο.



Εικόνα 3.1.1 Ομάδα επί τόπου μετρήσεων και δειγματοληψιών ύδατος Αλφειού Ποταμού και παραποτάμων. Με φόντο την παλαιά γέφυρα επαρχιακής οδού Καρύταινας – Ατσίχολου στον Λούσιο Ποταμό, διακρίνονται από αριστερά προς τα δεξιά: Αριστείδης Μπλούτσος, Παναγιώτης Γιαννόπουλος, Κική Συγγούνα, Ιωάννης Μαναριώτης και Αλέξανδρος Ζιώγας.



Εικόνα 3.1.2 Δειγματοληψία για διάφορες επί τόπου μετρήσεις και εργαστηριακές αναλύσεις κατάντη της γέφυρας (Θέση 2) στον Ενιπέα Ποταμό με το πλαστικό δοχείο 10 L (αριστερά). Δειγματοληψία για εργαστηριακό προσδιορισμό ΔΟ και ΒΑΟ₅ κατάντη της γέφυρας Άσπρων Σπιτιών (Θέση 6) στον Αλφειό Ποταμό (δεξιά). Διακρίνεται βυθισμένος ο δειγματολήπτης ΒΑΟ₅ ενώ γεμίζει.



Εικόνα 3.1.3 Δειγματολήπτης για εργαστηριακό προσδιορισμό ΔΟ και ΒΑΟ₅ κατάντη της γέφυρας στον Ενιπέα Ποταμό (Θέση 2) με το πλαστικό δοχείο 10 L (αριστερά) και επί τόπου μετρήσεις ποιοτικών παραμέτρων στην ίδια θέση (δεξιά).



Εικόνα 3.1.4 Μέτρηση επιφανειακής ταχύτητας ροής με μέθοδο επιπλέοντος αντικειμένου κατάντη της νέας γέφυρας στον Λούσιο Ποταμό. Κατά μήκος της όχθης διακρίνεται η μετροταινία μέτρησης του μήκους διαδρομής επιπλέοντος αντικειμένου για το οποίο γίνεται χρονομέτρηση.

Παροχή: Η μέτρηση της παροχής στον ποταμό γινόταν με την χρήση γρήγορων τεχνικών, έτσι ώστε η μέτρηση να ολοκληρώνεται περίπου εντός του χρονικού διαστήματος που απαιτείτο για την ολοκλήρωση των υπολοίπων επί τόπου μετρήσεων και δειγματοληψιών. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν ήταν α) η μέθοδος του επιπλέοντος αντικειμένου, β) η μέθοδος της ανηρτημένης σφαίρας, γ) η μέθοδος μονοδιάστατης ανάλυσης (τύπος Manning) και δ) η μέθοδος των αναδυόμενων φουσαλλίδων αέρα. Ακολουθεί συνοπτική περιγραφή εκάστης μεθόδου.

α) *Μέθοδος του επιπλέοντος αντικειμένου.* Κατά την μέθοδο αυτή, που είναι μια από τις απλούστερες και ταχύτερες, καταγράφεται ο χρόνος που απαιτείται κατάλληλο επιπλέον αντικείμενο, π.χ. ένα μικρό κομμάτι από ξύλο, να διανύσει καθορισμένη διαμήκη απόσταση. Το αντικείμενο πρέπει να επιπλέει, βυθισμένο κατά το μεγαλύτερο μέρος του. Ως διαμήκης απόσταση ελαμβάνετο συνήθως η οριζοντία προβολή του πλάτους της γέφυρας. Η μέτρηση επαναλαμβανόταν αρκετές φορές σε διάφορες θέσεις κατά πλάτος της διατομής του ποταμού, ώστε να υπολογισθεί μια αρκούντως αντιπροσωπευτική τιμή της επιφανειακής ταχύτητας του ποταμού σε κάθε φάτνωμα της γέφυρας. Η παροχή μπορεί να υπολογισθεί χονδροειδώς από την σχέση¹:

$$Q = \sum 0.875u_e A \quad (3.1.1)$$

όπου Q συνολική παροχή ποταμού, u_e επιφανειακή ταχύτητα ροής ποταμού στο επί μέρους τμήμα διατομής A . Συνήθως τα τμήματα αντιστοιχούσαν στα φατνώματα της γέφυρας, ήτοι τα διάκενα μεταξύ των υποστρωμάτων. Η μέτρηση της διατομής A γινόταν με τη χρήση ανηρτημένης σφαίρας και μετροταινίας. Έτσι ήταν δυνατόν να μετρηθούν με την επιθυμητή ακρίβεια τα βάθη και τα πλάτη αρκετού αριθμού υποδιαιρέσεων της διατομής.

Η ακρίβεια της εν λόγω μεθόδου είναι καλύτερη όταν τα βάθη είναι σχετικώς μικρά και επικρατεί νηνεμία. Σε διαφορετική περίπτωση μπορεί να προκύψουν μεγάλα σφάλματα, ίσως και μεγαλύτερα από $\pm 50\%$. Στην Εικόνα 3.1.4 φαίνεται η χρονομέτρηση δεδομένης διαδρομής επιπλέοντος αντικειμένου για τον προσδιορισμό της επιφανειακής ταχύτητας ροής.

β) *Μέθοδος της ανηρτημένης σφαίρας.* Με την μέθοδο αυτή είναι δυνατή η μέτρηση τοπικά της ταχύτητας ροής, η οποία αντιστοιχεί στη θέση βυθισμένης σφαίρας κατάλληλου μεγέθους και υλικού. Η σφαίρα αναρτάται με λεπτό χαλύβδινο νήμα από σταθερό σημείο και μετράται η γωνία απόκλισης του νήματος από την κατακόρυφο. Στην Εικόνα 3.1.5 φαίνεται η μέτρηση της απόκλισης του νήματος της σφαίρας από την κατακόρυφο. Η απόκλιση του νήματος της σφαίρας οφείλεται κυρίως στην μετωπική δύναμη που εξασκείται από τη ροή του νερού επί της σφαίρας. Η μέση ταχύτητα u στη θέση της σφαίρας υπολογίζεται από τη σχέση:

¹ Αργυρόπουλος Π.Α. (1962). *Θεωρητική & Εφαρμοσμένη Υδραυλική*. Εκδόσεις Αδελφών Ι. Λιόντη, Αθήνα.



Εικόνα 3.1.5 Μέτρηση απόκλισης νήματος ανηρτημένης σφαίρας, η οποία είναι βυθισμένη κατάντη της γέφυρας Πύργου – Καλαμάτας στον Αλφειό Ποταμό (Θέση 1), από κατακόρυφο νήμα (κίτρινο) άλλης σφαίρας εκτός της ροής. Το λεπτό χαλύβδινο νήμα βρίσκεται στο λευκό σημάδι μόλις άνωθεν του άκρου της μετροταινίας. Η μέτρηση γίνεται σε ακτίνα 0.50 m από το κοινό σημείο ανάρτησης των σφαιρών.

$$u = \left[\frac{m - \rho V}{\frac{1}{2} c_D \rho A} g \right]^{1/2} \sqrt{\tan \varphi} \quad (3.1.2)$$

όπου m = μάζα σφαίρας ($m = 0.918 \text{ kg}$), ρ = πυκνότητα ύδατος ($\rho = 998.2 \text{ kg/m}^3$), V = όγκος σφαίρας ($V = 81 \times 10^{-6} \text{ m}^3$), A = μετωπική επιφάνεια σφαίρας ($A = 23.0643 \times 10^{-4} \text{ m}^2$), c_D = συντελεστής μετωπικής αντίστασης ($c_D \approx 0.5$), g = επιτάχυνση βαρύτητας ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$) και φ = γωνία απόκλισης του νήματος ανηρτημένης σφαίρας από την κατακόρυφο. Η διατομή του ποταμού χωρίζεται σε επί μέρους τμήματα με περίπου ομοιόμορφα χαρακτηριστικά και μετράται η ταχύτητα εκάστου τμήματος περίπου στο μέσον του βάθους του, για σχετικώς μικρά βάθη ($< 0.5 \text{ m}$), ή σε αναλογικά περισσότερες καθ' ύψος θέσεις, για μεγαλύτερα βάθη ροής. Στα μεγάλα βάθη λαμβάνεται υπόψη και η αντίσταση του νήματος, οπότε γίνεται κατάλληλη διόρθωση της γωνίας απόκλισης². Για τον υπολογισμό της παροχής θεωρείται ότι για το κατώτερο τμήμα του βαθύτερου σημείου μέτρησης ισχύει ο λογαριθμικός νόμος, ενώ για το τμήμα πάνω από το ρηχότερο σημείο μέτρησης έως την επιφάνεια, όπου έχει ήδη μετρηθεί η επιφανειακή ταχύτητα της ροής με εφαρμογή της προηγούμενης μεθόδου, η καθ' ύψος μεταβολή των ταχυτήτων προσεγγίζεται με παραβολική κατανομή. Η μέθοδος της ανηρτημένης σφαίρας ανήκει στις παλαιότερες μεθόδους^{3,4} και δίνει αποτελέσματα αποδεκτής ακρίβειας, ίδιας περίπου με του ρευματομέτρου με μολίσκο.

γ) *Μέθοδος μονοδιάστατης ανάλυσης.* Η μέθοδος αυτή βασίζεται στον υπολογισμό της παροχής της διατομής ως το γινόμενο της διατομής της επί την μέση ταχύτητα ροής, χρησιμοποιώντας τον γνωστό τύπο του Manning⁵:

² Γιαννόπουλος Π., Μαυρικός Γ., Δημητρακόπουλος Α. και Χατζηθεοδώρου Χρ., 2000. *Μέτρηση Ταχυτήτων σε Διώρυγες με την Βοήθεια Σφαιρας*, Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Συνεδρίου Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης (Ε.Υ.Ε.), 19-21 Απριλίου 2000, Αθήνα, Επιμέλεια Έκδοσης: Γ. Χριστοδούλου, Α. Στάμου, Αικ. Νάνου, σελ. 127-134.

³ Frazier, A.H. (1974), *Water Current Meters in the Smithsonian Collections of the National Museum of History and Technology*, No. 28, Smithsonian Institution Press, Washington.

⁴ Whittington, R.B., and A.B. El-Fiki (1967), The Suspended-Sphere Current Meter. A Simple Device for Use in the Hydraulic Laboratory, *Civil Engineering and Public Works Review*, 62(726), 65-69.

⁵ French, R.H. (1986), *Open-Channel Hydraulics*, McGraw-Hill, New York.

$$u_M = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad (3.1.3)$$

όπου R = υδραυλική ακτίνα οριζόμενη ως $R = A/P$, P = βρεχόμενη περίμετρος της διατομής, n = συντελεστής Manning, εξαρτώμενος από το υλικό επικάλυψης της διατομής και την τραχύτητα της επιφανείας του, και S = διαμήκης μέση κλίση κοίτης ποταμού. Ο συντελεστής n λαμβάνεται κατά προσέγγιση από πίνακες για διατομές με παρόμοια χαρακτηριστικά και η κλίση S από χάρτες οριζοντιογραφίας με κλ. 1:5000. Λόγω των χονδροειδών εκτιμήσεων των τιμών n και S , η μέθοδος αυτή μπορεί να έχει σφάλματα ανάλογα με εκείνα της μεθόδου επιπλέοντος αντικειμένου.

δ) *Μέθοδος αναδύομενων φυσαλλίδων αέρα*. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην παρατήρηση ότι, επειδή η ανοδική ταχύτητα των φυσαλλίδων στη ροή παραμένει περίπου σταθερή, η οριζόντια κατά μήκος απόσταση από το σημείο απελευθέρωσης των φυσαλλίδων έως το σημείο άφιξης αυτών στην ελεύθερη επιφάνεια της ροής είναι ανάλογη της ανά μέτρο πλάτους παροχής q .⁶ Η ακρίβεια της μεθόδου είναι αρκετά ικανοποιητική (μέγιστο σφάλμα $\pm 10\%$ με 95% εμπιστοσύνη)⁷ για μετρήσεις αυτού του τύπου, όταν ο χρόνος αποτελεί κρίσιμη παράμετρο ολοκλήρωσης της εξόρμησης. Για την επιτυχή εφαρμογή αυτής της μεθόδου, μελετήθηκε και κατασκευάστηκε αρχικώς μια συσκευή και στη συνέχεια τροποποιήθηκε και βελτιώθηκε, ώστε να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του πεδίου. Στις Εικόνες 3.1.6 και 3.1.7 φαίνονται εκτός ύδατος η αρχική και η βελτιωμένη συσκευή, καθώς και η επιπλέονσα μετροταινία μέτρησης του μήκους ανάδυσης των φυσαλλίδων. Παρόλο που οι φυσαλλίδες είναι ορατές δια γυμνού οφθαλμού λόγω της κίνησης, δεν μπορούν να διακριθούν στις παρατιθέμενες εικόνες.



Εικόνα 3.1.6 Αρχική συσκευή παραγωγής φυσαλλίδων αέρα επί του εδάφους (αριστερά) και βυθισμένη στον Ενιπέα Ποταμό (Θέση 2) κάτω από το κόκκινο σημάδι κατά την μέτρηση (δεξιά). Διακρίνεται, επίσης, εμφανώς η πλαστική επιπλέονσα μετροταινία μέτρησης του μήκους ανάδυσης των φυσαλλίδων.

⁶ Γιαννόπουλος Π. Χρ., Δημητρακόπουλος Α. Κ. και Χατζηθεοδώρου Χρ., 1995. *Μέτρηση παροχής ποταμού με αναδύομενες φυσαλλίδες αέρα*, Πρακτικά 4^{ου} Συνεδρίου Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας, Μόλυβος Λέσβου, 4-7 Σεπτ. 1995, Εκδ. Θ. Λέκκας, Τόμος Β', σελ. 389-398.

⁷ Yannopoulos P.C., Demetracopoulos A.C. and Hadjithodorou C., 2006. "Quick method for open channel discharge measurements using air bubbles", *J. Hydraul. Eng.*, ASCE (submitted).



Εικόνα 3.1.7 Βελτιωμένη συσκευή παραγωγής φυσαλλίδων αέρα με την πλαστική μετροταινία μέτρησης του μήκους ανάδυσης των φυσαλλίδων (αριστερά) και βυθισμένη κατάντη της γέφυρας Αγίου Ιωάννη – Σέκκουλα (Θέση 9) κατά την διάρκεια της μέτρησης (δεξιά). Διακρίνεται εμφανώς η πλαστική επιπλέουσα μετροταινία μέτρησης του μήκους ανάδυσης των φυσαλλίδων.

Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά: Για τη μέτρηση των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών (θερμοκρασίας αέρα και δείγματος, pH, ηλεκτρικής αγωγιμότητας και θολότητας) στο πεδίο χρησιμοποιήθηκαν τα εξής φορητά όργανα:

- α) Για την θερμοκρασία αέρα, υδραργυρικό θερμομέτρο κλίμακας -10 έως +50 °C ή εναλλακτικά ηλεκτρονικό θερμομέτρο.
- β) Για την θερμοκρασία δείγματος, χρησιμοποιήθηκε η δυνατότητα μέτρησης θερμοκρασίας που παρείχαν τα όργανα μέτρησης pH και ηλεκτρικής αγωγιμότητας.
- γ) Για το pH, χρησιμοποιήθηκαν ο πολυμετρητής HORIBA καθώς και το πεχάμετρο HANNA HI8314.
- δ) Για την ηλεκτρική αγωγιμότητα, χρησιμοποιήθηκαν επίσης ο πολυμετρητής HORIBA καθώς και το αγωγιμόμετρο HANNA HI9033.
- ε) Για τη θολότητα, τα θολόμετρα HF DRT 15 και HF MicroTPW2000, κατά την 2^η εξόρμηση και μόνο το δεύτερο κατά τις επόμενες εξορμήσεις, εκτός της 1^{ης} εξόρμησης κατά την οποία η θολότητα μετρήθηκε μόνο στο εργαστήριο.
- στ) Για το διαλελυμένο οξυγόνο απ' ευθείας στο ποτάμι, χρησιμοποιήθηκε το οξυγονόμετρο YSI 85.

3.1.2.2 Παράθεση μετρήσεων πεδίου

Στους Πίνακες 3.1.1 έως 3.1.18 δίδονται οι τιμές των επί τόπου μετρηθεισών παραμέτρων.

Πίνακας 3.1.1 Ώρα και θερμοκρασία αέρα (Τα) κατά την άφιξη και αναχώρηση από τις θέσεις μετρήσεων και δειγματοληψίας Αλφειού Ποταμού και παραποτάμων

Α/Α Θέσεως	1 ^η Εξόρμηση				2 ^η Εξόρμηση				3 ^η Εξόρμηση				4 ^η Εξόρμηση			
	Άφιξη		Αναχώρηση		Άφιξη		Αναχώρηση		Άφιξη		Αναχώρηση		Άφιξη		Αναχώρηση	
	Ωρα	Τα (°C)	Ωρα	Τα (°C)	Ωρα	Τα (°C)	Ωρα	Τα (°C)	Ωρα	Τα (°C)	Ωρα	Τα (°C)	Ωρα	Τα (°C)	Ωρα	Τα (°C)
1	07:30	5,0	10:00	8,2-10,0	07:00	8,5	09:00	12,0	07:15	19,0	09:00	24,0	07:30	8,0	09:00	12,0
2	10:20	16,0	11:30	13,6-14,0	09:30	17,0	10:00	17,0	09:50	28,0	10:25	28,0	09:22		09:50	12,5
3	11:45	12,7	12:20	12,7-14,0									11:00		11:40	23,0
3α					10:25	22,0	11:05	20,0	10:40	31,0	11:50					
4	12:36	15,0-15,1	13:25	13,5-15,0	11:45	21,0	12:07		12:05		12:10		11:58		12:30	23,0
5	14:00	16,6-17,0	14:45	16,5-17,0	12:35	21,0	13:10	22,0	12:45		12:50		10:15		10:49	13,0
6	15:20	16,3-17,0	16:45	13,5-14,5	13:45	20,0	15:00	22,0	13:30	35,0	15:00		13:00	32,0	14:00	
7	17:20	12,7-13,0	18:00	10,1-10,3	15:20	21,0	15:55	21,0	15:10	35,0	16:00		14:19	20,0	15:05	
8	18:20	9,6	18:45		16:15	21,5	17:00		16:20	32,0	17:30	32,0	15:23	20,0	16:00	
9	19:15	8,5	19:30		17:40	20,0	18:00	20,0	18:13	30,0	18:45	30,0	08:36	7,0	09:20	8,0
10					19:15	16,5	20:00	13,5	20:01	25,0	20:30	24,0	10:30	7,0	11:30	
11					20:20	15,0	21:00	15,0	20:48	27,0	21:15		12:00	23,0	12:50	

Πίνακας 3.1.2 Ώρα και θερμοκρασία αέρα (Τα) κατά την άφιξη και αναχώρηση από τις θέσεις μετρήσεων και δειγματοληψίας Αλφειού Ποταμού και παραποτάμων

Α/Α Θέσεως	5 ^η Εξόρμηση				6 ^η Εξόρμηση				7 ^η Εξόρμηση			
	Άφιξη		Αναχώρηση		Άφιξη		Αναχώρηση		Άφιξη		Αναχώρηση	
	Ώρα	Τα (°C)	Ώρα	Τα (°C)	Ώρα	Τα (°C)	Ώρα	Τα (°C)	Ώρα	Τα (°C)	Ώρα	Τα (°C)
1	07:10	6,0	08:30	8,0	06:15	12,0	07:50	13,0	07:00	9,0	09:00	11,0
2	08:45	6,0	09:30	7,0	08:10	18,0	08:54		09:20	12,0	10:25	14,0
3	10:30	16,0	10:54						12:20		12:55	21,0
3α					09:48	28,0	10:53					
4	11:06	23,0	11:39		11:30		11:30		13:10		13:10	
5	09:50	10,0	10:15		09:10	23,0	09:35		10:50		11:10	16,0
6	12:08	19,0	13:44		12:00	31,0	13:30		14:00	18,0	15:20	18,0
7	14:05	20,0	14:40		13:54	37,0	14:36		16:20	12,0	16:45	12,0
8	15:00	19,0	15:49		14:48	33,0	15:44	30,0	17:00	11,2	17:40	11,0
9	16:20	20,0	17:06		16:05	30,0	16:55		08:00	5,0	09:15	10,0
10	09:45	11,0	11:01		18:00	30,0	19:00		10:25	9,5	11:15	
11	11:30	18,0	12:15		19:22	26,0	20:06		11:35	19,0	12:30	

Πίνακας 3.1.3 Συντεταγμένες θέσεων κατά ΕΓΣΑ 87 (1^η Εξόρμηση)

Α/Α Θέσεως	Ώρα	Γεωγρ. πλάτος	Γεωγρ. μήκος	Υψόμετρο (m)	Δορυφόροι εν χρήσει / θεατοί	Συντεταγμένες		Παρατηρήσεις
						X (m)	Y (m)	
1	07:30	N 37° 38,5500	E 021° 28,5904	1,78	10/11	277205,0	4168857,9	Ενδιάμεση θέση
1	08:55	N 37° 38,5478	E 021° 28,5902	2,27	8/11	277204,0	4168853,5	Ενδιάμεση θέση
1	09:28	N 37° 38,5488	E 021° 28,5898	2,99	6/9	277204,1	4168855,7	Ενδιάμεση θέση
1	09:32	N 37° 38,6194	E 021° 28,5469	2,03	6/9	277144,0	4168988,4	Δυτ. άκρο γέφυρας
1	09:39	N 37° 38,4255	E 021° 28,6605	3,82	7/9	277302,1	4168625,4	Ανατ. άκρο γέφυρας
1	09:47	N 37° 38,4733	E 021° 28,6346	4,66	6/8	277265,6	4168714,2	Θέση Α
1	09:50	N 37° 38,4786	E 021° 28,6318	2,04	7/8	277262,3	4168724,2	Θέση Β, (ΑΒ)=10 m
2	10:54	N 37° 41,3994	E 021° 32,5170	22,80	7/10	283117,9	4173974,6	Ανατ. άκρο γέφυρας
2	11:19	N 37° 41,4255	E 021° 32,4925	27,15	7/10	283083,0	4174023,3	Δυτ. άκρο γέφυρας
2	11:21	N 37° 41,4172	E 021° 32,5047	24,29	5/10	283100,2	4174008,4	Ενδιάμεση θέση
3	12:04	N 37° 38,1955	E 021° 34,9096	22,93	6/9	286481,9	4167957,2	Ανατ. θυροφρ.
3	12:19	N 37° 38,1950	E 021° 34,9104	23,70	6/8	286482,7	4167956,1	Ανατ. θυροφρ.
4	12:37	N 37° 35,3730	E 021° 36,7171	46,78	6/8	289007,1	4162669,0	Ανατ. άκρο γέφυρας
4	13:11	N 37° 35,3646	E 021° 36,7098	44,57	7/8	288996,1	4162653,8	Ενδιάμεση θέση
5	14:25	N 37° 38,6444	E 021° 37,6860	31,93	6/8	290586,1	4168683,0	Ανατ. άκρο γέφυρας
5	14:27	N 37° 38,6329	E 021° 37,6959	29,08	6/9	290599,7	4168661,5	Ενδιάμεση θέση
6	15:49	N 37° 35,1941	E 021° 47,4497	52,37	7/11	304795,0	4161951,6	Ενδιάμεση θέση
6	16:19	N 37° 35,2859	E 021° 47,4490	56,39	7/9	304798,1	4162121,4	Βόρειο άκρο γέφυρας
6	16:25	N 37° 35,1410	E 021° 47,4496	57,53	7/8	304792,6	4161852,9	Νότιο άκρο γέφυρας
7	17:20	N 37° 37,7811	E 021° 47,5813	98,82	5/10	305100,9	4166731,9	Δυτ. άκρο γέφυρας
7	17:22	N 37° 37,7822	E 021° 47,6342	84,35	5/10	305178,6	4166731,2	Ανατ. άκρο γέφυρας

Πίνακας 3.1.3 Συντεταγμένες θέσεων κατά ΕΓΣΑ 87 (2^η Εξόρμηση)

Α/Α Θέσεως	Ώρα	Γεωγρ. πλάτος	Γεωγρ. μήκος	Υψόμετρο (m)	Δορυφόροι εν χρήσει / θεατοί	Συντεταγμένες		Παρατηρήσεις
						X (m)	Y (m)	
1	08:00	N 37° 38,5439	E 021° 28,5930	2,62	9/10	277208,2	4168846,7	Ενδιάμεση θέση
1	09:00	N 37° 38,5438	E 021° 28,5926	1,71	8/10	277207,3	4168846,8	Ενδιάμεση θέση
2	09:55	N 37° 41,3990	E 021° 32,5172	21,16	8/11	283117,9	4173973,5	Ανατ. άκρο γέφυρας
2	10:00	N 37° 41,4236	E 021° 32,4944	32,46	8/11	283085,5	4174019,9	Δυτ. άκρο γέφυρας
2	10:03	N 37° 41,3990	E 021° 32,5179	20,42	8/11	283119,6	4173973,5	Ανατ. άκρο γέφυρας
3α	10:49	N 37° 38,5260	E 021° 35,2616	12,39	8/11	287014,7	4168555,3	Δυτ. άκρο γέφυρας
3α	11:01	N 37° 38,5246	E 021° 35,2618	10,44	8/10	287015,6	4168553,1	Δυτ. άκρο γέφυρας
4	12:07	N 37° 35,3745	E 021° 36,7180	44,06	8/11	289008,9	4162671,2	Ανατ. άκρο γέφυρας
5	12:41	N 37° 38,6429	E 021° 37,6794	26,57	7/12	290576,4	4168681,0	Δυτ. άκρο γέφυρας
5	13:06	N 37° 38,6342	E 021° 37,6972	36,24	6/10	290602,4	4168663,7	Ενδιάμεση θέση
6	14:16	N 37° 35,1883	E 021° 47,4510	54,55	6/10	304796,5	4161940,5	Ενδιάμεση θέση
6	14:45	N 37° 35,1893	E 021° 47,4513	57,45	7/12	304797,4	4161942,7	Ενδιάμεση θέση
7	15:40	N 37° 37,7815	E 021° 47,5869	91,53	5/10	305109,7	4166731,7	Ενδιάμεση θέση
8	16:44	N 37° 39,1797	E 021° 50,0249	85,68	8/9	308755,2	4169233,7	Δυτ. άκρο γέφυρας
9	17:52	N 37° 35,9023	E 021° 53,0859	75,77	7/11	313119,8	4163070,0	Ενδιάμεση θέση
10	19:28	N 37° 28,7540	E 022° 03,0028	325,86	7/10	327437,9	4149534,2	Νότιο άκρο γέφυρας
10	19:56	N 37° 28,7535	E 022° 03,0033	326,48	6/11	327438,8	4149534,1	Νότιο άκρο γέφυρας
11	20:21	N 37° 30,6874	E 022° 62,3072	221,68	5/10	414871,5	4151758,6	Πεζούλι νέας γέφυρας

Πίνακας 3.1.4 Συντεταγμένες θέσεων κατά ΕΓΣΑ 87 (4^η Εξόρμηση)

Α/Α Θέσεως	Ωρα	Γεωγρ. πλάτος	Γεωγρ. μήκος	Υψόμετρο (m)	Δορυφόροι εν χρήσει / θεατοί	Συντεταγμένες		Παρατηρήσεις
						X (m)	Y (m)	
1	08:43	N 37° 38,5428	E 021° 28,5930	1,96	7/9	277208,2	4168844,5	Ενδιάμεση θέση
2	09:40	N 37° 41,4296	E 021° 32,4932	31,90	6/10	283084,1	4174031,0	Δυτ. άκρο γέφυρας
3	11:40	N 37° 38,1944	E 021° 34,9123	20,13	7/11	286485,3	4167954,9	Ανατ. άκρο γέφυρας
4	12:22	N 37° 35,3772	E 021° 36,7225	41,45	8/9	289015,2	4162676,6	Δυτ. άκρο γέφυρας
5	10:49	N 37° 38,6439	E 021° 37,6805	31,96	5/19	290578,2	4168682,0	Δυτ. άκρο γέφυρας
6	13:20	N 37° 35,1772	E 021° 47,4541	56,92	10/13	304800,4	4161920,4	Ενδιάμεση θέση
7	14:45	N 37° 37,7896	E 021° 47,6421	92,64	6/11	305191,3	4166745,4	Ενδιάμεση θέση
8	15:53	N 37° 39,1920	E 021° 50,1135	89,92	9/10	308886,3	4169253,9	Ανατ. άκρο γέφυρας
9	08:59	N 37° 35,9079	E 021° 53,0996	88,34	7/10	313139,4	4163079,5	Ενδιάμεση θέση
10	11:30	N 37° 28,7580	E 022° 02,9976	321,69	7/11	327430,1	4149542,1	Νότιο άκρο γέφυρας
10	11:30	N 37° 28,7655	E 022° 02,9945	321,58	7/11	327426,0	4149555,5	Επί γέφυρας (ύψ. 53 m)
11	12:50	N 37° 30,6758	E 022° 02,2788	210,72	8/9	326444,7	4153110,4	Πεζούλι νέας γέφυρας

Σημείωση: Οι θέσεις με Α/Α 10 επί της Γέφυρας Καρύταινας απέχουν 16,20 m.

Πίνακας 3.1.5 Συντεταγμένες θέσεων κατά ΕΓΣΑ 87 (6^η Εξόρμηση)

Α/Α Θέσεως	Ωρα	Γεωγρ. πλάτος	Γεωγρ. μήκος	Υψόμετρο (m)	Δορυφόροι εν χρήσει / θεατοί	Συντεταγμένες		Παρατηρήσεις
						X (m)	Y (m)	
1	07:05	N 37° 38,5384	E 021° 28,5943	0,71	6/8	277209,7	4168836,7	Ενδιάμεση θέση
1	07:50	N 37° 38,5393	E 021° 28,5952	2,88	5/8	277211,5	4168837,8	Ενδιάμεση θέση
6	13:30	N 37° 35,1886	E 021° 47,4550	55,82	7/11	304802,7	4161941,4	Ενδιάμεση θέση
9	16:55	N 37° 35,9061	E 021° 53,0897	80,54	8/12	313125,3	4163077,6	Ενδιάμεση θέση
9	16:55	N 37° 35,9060	E 021° 53,0900	80,80	8/12	313125,2	4163076,5	Ενδιάμεση θέση

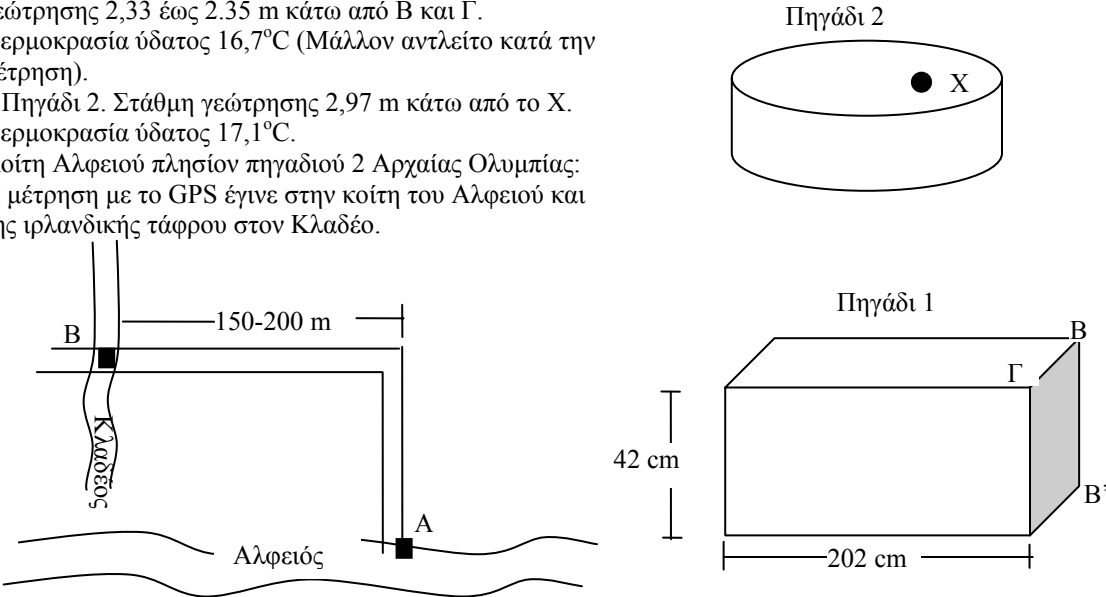
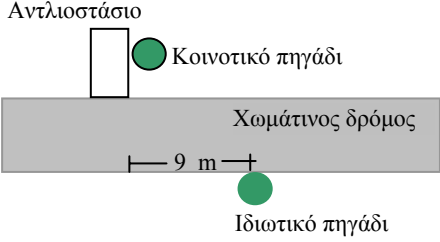
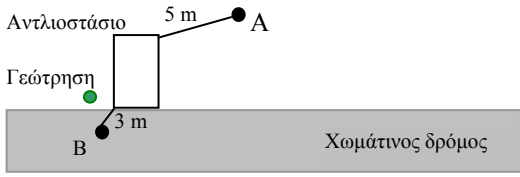
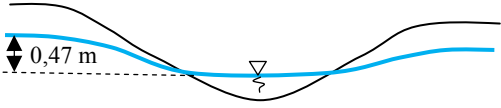
Πίνακας 3.1.6 Συντεταγμένες θέσεων κατά ΕΓΣΑ 87 (7^η Εξόρμηση)

Α/Α Θέσεως	Ωρα	Γεωγρ. πλάτος	Γεωγρ. μήκος	Υψόμετρο (m)	Δορυφόροι εν χρήσει / θεατοί	Συντεταγμένες		Παρατηρήσεις
						X (m)	X (m)	
1	08:30	N 37° 38,5488	E 021° 28,5887	3,14	6/10	277202,3	4168855,8	Ενδιάμεση θέση
1	09:00	N 37° 38,5512	E 021° 28,5883	3,34	7/10	277201,5	4168860,3	Ενδιάμεση θέση
2	10:25	N 37° 41,4273	E 021° 32,4964	23,23	6/13	283089,3	4174027,6	Δυτ. άκρο γέφυρας
3	12:55	N 37° 38,1971	E 021° 34,9100	17,70	9/13	286482,0	4167960,5	Ανατ. άκρο γέφυρας
4	13:10							
5	11:10	N 37° 38,6414	E 021° 37,6888	29,85	9/12	290590,4	4168677,3	Δυτ. άκρο γέφυρας
6	15:20	N 37° 35,1792	E 021° 47,4536	61,73	10/11	304799,6	4161923,7	Ενδιάμεση θέση
7	16:45	N 37° 37,7803	E 021° 47,6356	89,83	5/11	305181,1	4166727,8	Ανατ. άκρο γέφυρας
7	16:45	N 37° 37,7804	E 021° 47,6359	93,79	5/11	305181,1	4166727,8	Ανατ. άκρο γέφυρας
8	17:40	N 37° 39,1896	E 021° 50,1142	95,00	7/10	308887,1	4169249,5	Ανατ. άκρο γέφυρας
9	09:15	N 37° 35,9043	E 021° 53,0973	83,84	8/10	313136,7	4163074,0	Ενδιάμεση θέση
10	11:15	N 37° 28,7547	E 022° 03,0008	325,23	10/12	327434,4	4149535,3	Νότιο άκρο γέφυρας
11	12:30	N 37° 30,6747	E 022° 02,2751	215,63	7/13	326439,4	4153109,4	Δυτ. άκρο γέφυρας

Πίνακας 3.1.7 Στοιχεία εντοπισμού θέσεων επί τόπου μετρήσεων και δειγματοληψιών παραποτάμιων γεωτρήσεων και πηγαδιών Αλφειού Ποταμού κατά ΕΓΣΑ 87 (6^η Εξόρμηση)

Α/Α	Περιγραφή Θέσεως	N - Γεωγρ. πλάτος	E - Γεωγρ. μήκος	Υψόμετρο (m)	Δορυφόροι εν χρήσει / θεατοί	Συντεταγμένες	
						X (m)	Y (m)
Π1	Αρχαία Ολυμπία - πηγάδι 1 (σημείο Α)	37° 38,0981	021° 37,2741	17,99	6/9	289954,3	4167688,5
	Αρχαία Ολυμπία - πηγάδι 1 (σημείο Β')	37° 38,0971	021° 37,2750	14,44	6/9	289956,0	4167686,2
	Αρχαία Ολυμπία - πηγάδι 1 (σημείο Β)	37° 38,0973	021° 37,2756	15,76	7/9	289956,9	4167686,2
	Αρχαία Ολυμπία - πηγάδι 1 (σημείο Γ)	37° 38,0974	021° 37,2745	6,29	7/9	289955,2	4167687,4
	Αρχαία Ολυμπία - πηγάδι 2 (σημείο Χ)	37° 38,0919	021° 37,2764	19,96	6/8	289957,5	4167676,2
		37° 38,0917	021° 37,2764	20,42	7/8	289957,5	4167676,2
	Κοίτη Αλφειού πλησίον πηγαδιού 2 (σημείο Α)	37° 38,0255	021° 37,7662	15,70	7/9	290675,5	4167535,9
	Ιρλανδική τάφρος (Κλαδέος ποταμός) (σημείο Β)	37° 38,0844	021° 37,5932	15,21	6/9	290423,2	4167651,1
Π2	Αρχαία Ολυμπία - πηγάδι ύδρευσης Φλόκα	37° 38,1338	021° 37,2054	21,30	6/9	289855,4	4167756,5
Γ1	Γεώτρηση Μακρисиών (Αντλιοστάσιο-θέση Μαρμαράκια, σημείο Α)	37° 37,0093	021° 35,9582	30,82	6/9	287967,4	4165723,7
	Γεώτρηση Μακρисиών (Αντλιοστάσιο-θέση Μαρμαράκια, σημείο Β)	37° 37,0126	021° 35,9540	26,61	6/9	287961,4	4165730,5
Π3	Φρίζα - Κοινοτικό πηγάδι	37° 37,3730	021° 43,2307	39,71	5/9	298683,2	4166129,3
		37° 37,3718	021° 43,2310	40,00	4/9	298684,0	4166127,0
	Φρίζα (μέτρηση στο χωμάτινο δρόμο δίπλα στο πηγάδι)	37° 37,3741	021° 43,2321	31,34	6/9	298685,9	4166131,4
Π4	Φρίζα - ιδιωτικό πηγάδι	37° 37,3729	021° 43,2242	41,99	7/9	298673,5	4166129,5
Π5	Πλουτοχώρι - πηγάδι	37° 36,7604	021° 44,1064	36,07	7/9	299944,5	4164965,1
		37° 36,7603	22° 44,1062	36,54	7/9	388212,1	4163305,2
Π6	Άσπρα Σπίτια - Κοινοτικό πηγάδι (δίπλα στον Ερύμανθο)	37° 37,0098	021° 47,4399	71,83	8/9	304859,9	4165309,8
		37° 37,0101	021° 47,4403	72,09	8/9	304859,9	4165310,9
Γ2	Άσπρα Σπίτια - Ιδιωτική γεώτρηση (δίπλα στον Ερύμανθο)	37° 37,0132	021° 47,4631	73,38	8/10	304893,6	4165315,7
	Κοίτη ποταμού Ερύμανθου (πλησίον του παραπάνω πηγαδιού)	37° 36,9020	021° 47,5269	69,72	8/11	304982,3	4165107,1
	Κουπαστή γέφυρας Άσπρων Σπιτιών	37° 35,1886	021° 47,4550	55,82	7/11	304802,7	4161941,4
Π7	Πηγάδι (δίπλα στη Γέφυρα Άσπρα Σπίτια)	37° 35,0306	021° 47,4350	50,70	7/12	304765,8	4161649,2
Γ3	Ηραία - γεώτρηση (δίπλα στην οικία Κότσικα)	37° 38,0444	021° 52,8445	196,49	7/10	312853,5	4167039,4
		37° 38,0444	021° 52,8447	198,20	4/10	312854,3	4167039,4
Γ4	Ηραία - οικία Κότσικα (2η γεώτρηση)	37° 38,0465	021° 52,8379	198,71	7/10	312843,9	4167044,1
Γ5	Λώτη - γεώτρηση Γεωργούλη (θέση Κάπελη)	37° 37,3624	021° 51,8001	212,11	7/11	311288,4	4165813,7
		37° 37,3637	021° 51,8001	214,68	7/11	311288,4	4165816,0
Γ6	Πυρρή - γεώτρηση (θέση Πισσόρεμα)	37° 37,0139	021° 50,8470	137,05	6/10	309872,0	4165201,1
		37° 37,0138	021° 50,8469	135,65	7/10	309872,0	4165201,1
Γ7	Άγιος Ιωάννης - Κοινοτική γεώτρηση (θέση Άμπουλας)	37° 37,0300	021° 51,9553	119,5	3/12	311503,0	4165193,8
		37° 37,0283	021° 51,9564	117,56	5/11	311504,7	4165190,4
Δ1	Άγιος Ιωάννης - δίκτυο ύδρευσης						
Γ8	Δαφνούλα - Κοινοτική γεώτρηση (θέση Καλουπάκι)	37° 35,6262	021° 52,3671	113,16	5/11	312050,5	4162583,4
		37° 35,6264	021° 52,3667	115,15	6/11	312049,6	4162583,5
Γ9	Σέκκουλας - Κοινοτική γεώτρηση	37° 34,6205	021° 53,0056	186,92	5/9	312948,1	4160702,4
		37° 34,6205	021° 53,0054	185,42	7/9	312947,2	4160702,5
		37° 34,6212	021° 53,0046	181,99	6/8	312946,3	4160703,6
Γ10	Άγιος Ιωάννης - Κοιν. γεώτρηση (Μπάλιζα)						
Γ11	Γεώτρηση Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων Πύργου	37° 38,2876	021° 26,8101	-7,13	5/9	274573,6	4168443,9
		37° 38,2858	021° 26,8104	-5,64	6/9	274573,5	4168440,5
		37° 38,2845	021° 26,8116	-7,26	5/9	274575,2	4168438,3

Πίνακας 3.1.8 Στοιχεία εντοπισμού θέσεων επί τόπου μετρήσεων και δειγματοληψιών παραποτάμιων γεωτρήσεων και πηγαδιών Αλφειού Ποταμού κατά ΕΓΣΑ 87 (6^η Εξόρμηση)

A/A	Διάφορα στοιχεία και σκαριφήματα
<p>Π1 Αντλιοστάσιο Αρχαίας Ολυμπίας – Πηγάδι 1. Στάθμη γεώτρησης 2,33 έως 2.35 m κάτω από Β και Γ. Θερμοκρασία ύδατος 16,7°C (Μάλλον αντλείτο κατά την μέτρηση). – Πηγάδι 2. Στάθμη γεώτρησης 2,97 m κάτω από το Χ. Θερμοκρασία ύδατος 17,1°C. Κοίτη Αλφειού πλησίον πηγαδιού 2 Αρχαίας Ολυμπίας: Η μέτρηση με το GPS έγινε στην κοίτη του Αλφειού και της ιρλανδικής τάφρου στον Κλαδέο.</p>	
Π2 Αρχαία Ολυμπία - πηγάδι ύδρευσης Φλόκα	
<p>Π3 Φρίξα - κοινοτικό πηγάδι: Διάμετρος περίπου 1,20 m. Η μέτρηση με GPS στο κοινοτικό πηγάδι έγινε στη στέγη του πηγαδιού (0,55 m από το έδαφος). Στάθμη -6,10 m από στάθμη 40,26 m στέγης πηγαδιού. Θερμοκρασία ύδατος 16,0°C. Στο ιδιωτικό πηγάδι η μέτρηση έγινε δίπλα στο πηγάδι 0,2 m από το έδαφος. Στάθμη -6,00 m από σημείο μέτρησης. Θερμοκρασία ύδατος 16,0°C.</p>	
<p>Γ1 Αντλιοστάσιο γεώτρησης Μακρисиών στη θέση Μαρμαράκια : Στάθμη γεώτρησης 32,16 m, θερμοκρασία ύδατος 17,8°C. Μετά τη λειτουργία της αντλίας η στάθμη ήταν 33,30 m. Βάθος αντλίας 60 m. Βάθος γεώτρησης 80 m. Διάμετρος σωλήνα γεώτρησης 20 cm. Απόσταση από Αλφειό 1,5-2 km</p>	
<p>Π5 Πηγάδι - Πλουτοχώρι: Διάμετρος πηγαδιού 5 m. Η μέτρηση με GPS και τις 2 φορές πάνω στο πηγάδι (1m από το έδαφος). Βάθος πηγαδιού περίπου 6 m. Στάθμη χωρίς άντληση, από το σημείο μέτρησης (υψόμ. 36,07 m), -4,04 m. Θερμοκρασία ύδατος 16,3°C.</p>	
<p>Π6 Κοινοτικό πηγάδι – Άσπρα Σπίτια – Ερύμανθος: Βάθος νερού στο πηγάδι 3,49 m, θερμοκρασία ύδατος 15,3°C. Κατά την μέτρηση δεν γινόταν άντληση. Βάθος πηγαδιού 6,20 m, διάμετρος πηγαδιού 5,5-6,0 m. Η μέτρηση με GPS έγινε πάνω στο κοινοτικό πηγάδι (1,0 m από το έδαφος), στην ιδιωτική γεώτρηση (διάμετρος 1,20 m περίπου, βάθους 4,30 m περίπου, στάθμης -2,08 m και θερμοκρασία ύδατος 15,2°C) στο έδαφος και στην στάθμη της κοίτης του Ερυμάνθου.</p>	
<p>Π7 Πηγάδι δίπλα στην Γέφυρα Άσπρων Σπιτιών. Η μέτρηση έγινε στη στέγη του πηγαδιού (1 m από το έδαφος). Στάθμη ύδατος -4,73 m. Θερμοκρασία ύδατος 16,6°C. Στη Γέφυρα, η μέτρηση έγινε πάνω στην κουπαστή (υψόμ. 55,82 m), η οποία ήταν 10,32 m πάνω από επιφάνεια ύδατος ποταμού.</p>	
<p>Γ6 Πυρρή - γεώτρηση (θέση Πισσόρεμα). Μέσα στην γεώτρηση υπάρχουν πέτρες. Στάθμη ύδατος -1,60 m. Θερμοκρασία ύδατος 19,5°C.</p>	

(συνέχεια Πίνακα 3.1.7)

A/A	Διάφορα στοιχεία και σκαριφήματα
Γ3	Ηραία - γεώτρηση (δίπλα στην οικία Κότσικα). Διάμετρος περίπου 0,20 m, βάθος 40 m, στάθμη -3,91 m (χωρίς άντληση). Θερμοκρασία ύδατος 17,4°C. Από πληροφορία ιδιοκτήτη, όταν η γεώτρηση αντλείται, η στάθμη κατεβαίνει γρήγορα. Όταν η στάθμη είναι κάτω από 17 m ακούγεται να στάζει νερό. Πιθανόν υπάρχει εισροή στη γεώτρηση σε βάθος 17 m.
Γ4	Ηραία - οικία Κότσικα (2η γεώτρηση). Διάμετρος περίπου 0,20 m, βάθος 22 m, στάθμη -3,03 m (χωρίς άντληση). Θερμοκρασία ύδατος 17,4°C.
Γ5	Λώτη - γεώτρηση Γεωργούλη (θέση Κάπελη). Το σταθμήμετρο δεν κατεβαίνει ελεύθερα. Ο ιδιοκτήτης ισχυρίζεται ότι η υπόγεια στάθμη είναι στα 45 m. Το σταθμήμετρο κατέβηκε έως τα 54 m, αλλά δεν βράχηκε.
Γ7	Άγιος Ιωάννης - Κοινοτική γεώτρηση (θέση Άμπουλας). Η μέτρηση της στάθμης δεν είναι δυνατή. Από πληροφορίες, το βάθος της γεώτρησης είναι 100 m. Η στάθμη της γεώτρησης είναι περίπου 119,5 έως 117,56 m. Η στάθμη του ποταμού είναι περίπου 80,54 – 8,90 m = 71,64 m.
Γ8	Δαφνούλα - Κοινοτική γεώτρηση (θέση Καλουπάκι). Ισχύουν ότι για τον Άγιο Ιωάννη.
Γ9	Σέκκουλας - Κοινοτική γεώτρηση. Διάμετρος περίπου 0,20 m. Από πληροφορίες το βάθος είναι 160 m. Η μέτρηση της στάθμης δεν είναι δυνατή.
Γ11	Γεώτρηση Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων Πύργου. Διάμετρος περίπου 0,20 m. Από πληροφορίες το βάθος είναι 22 m. Στάθμη -3,92 m από το σημείο μέτρησης, με συνεχή λειτουργία. Θερμοκρασία ύδατος 19,5°C.

Πίνακας 3.1.9 Στοιχεία θέσεων επί τόπου μετρήσεων και δειγματοληψιών παραποτάμιων γεωτρήσεων και πηγαδιών Αλφειού Ποταμού κατά ΕΓΣΑ 87 (7^η Εξόρμηση)

A/A	Περιγραφή Θέσεως	N - Γεωγρ. πλάτος	E - Γεωγρ. μήκος	Υψόμετρο (m)	Δορυφόροι εν χρήσει / θεατοί	Συντεταγμένες X (m)		Παρατηρήσεις
Π1	Αρχαία Ολυμπία - πηγάδι 1 ύδρευσης Αρχαίας Ολυμπίας	37° 38,0978	021° 37,2768	13,93	6/9	289958,7	4167687,3	GPS επί του εδάφους
Π2	Αρχαία Ολυμπία - πηγάδι 2 ύδρευσης Φλόκα	37° 38,1349	021° 37,2044	17,91	8/13	289853,7	4167758,8	GPS 0,50 m πάνω από έδαφος
Π5	Πλουτοχώρι - πηγάδι							Μόνο στάθμη και θερμοκρασία ύδατος
Π6	Άσπρα Σπίτια - κοινοτικό πηγάδι (δίπλα στον Ερύμανθο)							Στάθμη, θερμοκρασία ύδατος και δείγματα
Γ11	Γεώτρηση Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων Πύργου							Στάθμη, θερμοκρασία ύδατος και δείγματα

Πίνακας 3.1.10 Παροχή και εμβαδόν διατομών Αλφειού Ποταμού και παραποτάμων

A/A Θέσεως	1 ^η Εξόρμηση		2 ^η Εξόρμηση		3 ^η Εξόρμηση		4 ^η Εξόρμηση	
	Παροχή (m ³ /s)	Διατομή (m ²)	Παροχή (m ³ /s)	Διατομή (m ²)	Παροχή (m ³ /s)	Διατομή (m ²)	Παροχή (m ³ /s)	Διατομή (m ²)
1	113,00	118,4620	66,50	73,4200	32,78	44,2270	19,97	40,5900
2	2,39	2,2450	1,54	1,3500	0,51	1,0800	0,25	0,4050
3	128,00	Φράγμα	67,00	Φράγμα	19,60	Φράγμα	23,28	Φράγμα
3a	Μηδενική ροή		2,45	4,9400	9,26	10,4400	Μηδενική ροή	
4	1,00	1,0625	0,32	0,6840	0,10	-	0,02	-
5	1,69	1,5550	0,37	0,6000	0,10	-	0,15	0,5500
6	104,00	104,3800	67,70	90,6310	22,62	45,9660	23,50	69,2450
7	22,30	22,7565	7,08	9,4640	1,52	6,0000	3,84	50,9200
8	Δεν μετρήθηκε		42,00	35,7750	35,20	31,8000	5,43	5,7500
9	Δεν μετρήθηκε		19,66	21,3150	8,58	9,9230	10,76	17,7650
10	Δεν μετρήθηκε		3,01	6,8390	3,37	12,4800	1,82	8,4120
11	Δεν μετρήθηκε		6,00	6,8000	Δεν μετρήθηκε		4,24	4,5660

Πίνακας 3.1.11 Παροχή και εμβαδόν διατομών Αλφειού Ποταμού και παραποτάμων

Α/Α Θέσεως	5 ^η Εξόρμηση		6 ^η Εξόρμηση		7 ^η Εξόρμηση	
	Παροχή (m ³ /s)	Διατομή (m ²)	Παροχή (m ³ /s)	Διατομή (m ²)	Παροχή (m ³ /s)	Διατομή (m ²)
1	18,75	26,3400	17,50	26,7950	53,23	57,1340
2	0,47	0,6300	0,50	0,1372	0,53	0,8000
3	20,21	Φράγμα	20,02	Φράγμα	31,78	Φράγμα
3α	Μηδενική ροή		5,75	8,3125	Μηδενική ροή	
4	0,05	0,1000	0,01	-	0,02	-
5	0,11	0,2990	0,14	0,3780	0,17	0,2880
6	20,20	40,3560	22,62	39,4600	27,82	50,1350
7	3,63	6,0440	3,63	7,1625	5,60	7,0390
8	3,22	4,1325	3,81	5,2200	9,99	11,3460
9	9,58	11,4400	9,11	10,3900	9,23	15,7900
10	3,05	3,2600	2,12	3,9100	1,54	3,1400
11	4,54	5,8842	7,56	6,5780	6,27	6,9247

Πίνακας 3.1.12 Μετρήσεις pH, ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) και θερμοκρασίας ύδατος (T) Αλφειού Ποταμού και παραποτάμων ανά θέση και εξόρμηση (Φορητός πολυμετρητής HORIBA)

Α/Α Θέσεως - δείγμα	1 ^η Εξόρμηση			2 ^η Εξόρμηση			3 ^η Εξόρμηση			4 ^η Εξόρμηση		
	pH	EC (μS/cm)	T (°C)	pH	EC (μS/cm)	T (°C)	pH	EC (μS/cm)	T (°C)	pH	EC (μS/cm)	T (°C)
1-1°	7,2	494	10,5	8,07	446	13,8	8,13	487		8,64	487	11,7
1-2°	8,19	490	10,2	8,04	436	13,1	8,26	437	22,0	8,98	468	11,6
1-3°				8,01	430	12,6	8,26	434	22,0	8,90	462	11,7
2	8,03	621	9,8	8,11	525	13,2	8,35	505	23,7	8,90	506	11,6
3	8,12	441	12,7	Δεν μετρήθηκε			Δεν μετρήθηκε			9,01	458	15,1
3α	Μηδενική ροή			8,01	438	16,5	8,22	410	23,4	Μηδενική ροή		
4	8,04	1170	11,6	7,94	1220	18,8	Μηδενική ροή			8,53	1200	15,0
5-1°	8,15	787	14,0	7,96	705	19,4	Ελάχιστη ροή			8,84	776	12,9
5-2°	8,22	793	14,4									
6-1°	8,13	423	13,9	8,14	419	18,5	8,08	499	27,7	8,82	452	16,8
6-2°				8,15	442	17,7	8,17	453	26,4			
7	7,95	330	12,6	8,31	322	19,7	8,08	326	28,6	8,72	327	18,1
8-1°	8,12	407	11,3	8,25	428	18,7	8,31	417	25,9	8,82	459	18,6
8-2°							8,27	414	24,5			
9	8,29	510	10,6	8,67	461	18,6	8,52	463	24,4	8,88	4,93	9,6
10	Δεν μετρήθηκε			8,46	637	17,2	8,14	780	23,7	8,79	1120	11,7
11	Δεν μετρήθηκε			8,83	392	14,4	8,49	422	18,3	9,01	432	14,3

Πίνακας 3.1.13 Μετρήσεις pH, ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) και θερμοκρασίας ύδατος (T) Αλφειού Ποταμού και παραποτάμων ανά θέση και εξόρμηση (Φορητός πολυμετρητής HORIBA)

Α/Α Θέσεως - δείγμα	5 ^η Εξόρμηση			6 ^η Εξόρμηση			7 ^η Εξόρμηση		
	pH	EC (μS/cm)	T (°C)	pH	EC (μS/cm)	T (°C)	pH	EC (μS/cm)	T (°C)
1-1°	9,27	440	13,2	8,65	459	17,9	7,92	472	12,2
1-2°	9,05	412	11,8	8,57	447	17,8	8,04	471	12,3
1-3°	9,07	418	12,3	8,60	447	18,4	8,09	471	12,3
2-1°	8,88	518	8,7	8,65	555	16,2	7,91	674	12,2
2-2°							8,02	681	12,1
3-1°	9,00	421	13,3	Δεν μετρήθηκε			8,16	473	14,1
3-2°							8,14	472	14,0
3α	Μηδενική ροή			8,76	444	19,3	Μηδενική ροή		
4	8,75	1270	14,3	Δεν μετρήθηκε			Ελάχιστη ροή		
5-1°	9,03	692	9,7	8,82	684	16,3	8,01	886	13,7
5-2°							8,01	894	13,7
6-1°	8,82	416	16,1	8,55	462	22,0	8,09	401	15,0
6-2°	8,76	424	15,7				7,97	400	15,0
7-1°	9,17	309	18,0	9,10	321	24,7	8,40	338	14,0
7-2°							8,13	334	14,0
8-1°	8,84	408	18,2	8,92	459	25,3	8,24	436	13,3
8-2°							8,22	437	13,1
9-1°	8,94	413	15,8	9,05	471	24,4	8,29	571	11,0
9-2°							8,22	570	10,9
10-1°	8,28	752	10,8	9,07	829	23,6	8,02	1280	11,0
10-2°							8,02	1130	11,0
11-1°	9,09	435	13,5	9,30	434	18,5	8,41	399	12,8
11-2°							8,40	392	12,3

Πίνακας 3.1.14 Μετρήσεις pH, αγωγιμότητας (EC) και θερμοκρασίας ύδατος (T) Αλφειού Ποταμού και παραποτάμων ανά θέση και εξόρμηση (πεχάμετρο HANNA HI8314, αγωγιμόμετρο HANNA HI9033)

Α/Α Θέσεως – δείγμα	1 ^η Εξόρμηση			2 ^η Εξόρμηση			3 ^η Εξόρμηση			4 ^η Εξόρμηση		
	pH	EC (μS/cm)	T (°C)	pH	EC (μS/cm)	T (°C)	pH	EC (μS/cm)	T (°C)	pH	EC (μS/cm)	T (°C)
1 – 1°	8,09	433	10,1	8,27	414	13,0	7,88	430	22,3	7,84	448	11,7
1 – 2°				8,04	420	12,9	7,86	430	22,3	7,63	435	13,1
1 – 3°				8,20	417	13,3	7,80	416	22,6	7,95	405	12,3
2 - δείγμα	8,15	593	11,2	8,11	497	13,4	7,90	496	23,9	7,65	480	12,9
2 - ποτάμι							7,95		22,0			
3	8,14	436	12,7	Δεν μετρήθηκε			Δεν μετρήθηκε			8,12	424	16,4
3α - δείγμα	Μηδενική ροή			8,21	418	16,8	7,95	393	24,3	Μηδενική ροή		
3α - ποτάμι							7,97		22,0			
4	8,11	1050	11,1	8,18	1080	17,8	Μηδενική ροή			7,99	1000	17,0
5	8,31	774	12,9	8,25	695	18,4	Ελάχιστη ροή			7,93	743	12,7
6 – 1°	8,23	415	13,2	8,21	404	18,2	7,89	440	27,1	8,11	415	19,0
6 – 2°				8,19	429	18,3	7,94	445	27,0			
7	8,26	333	12,6-13,0	8,30	312	19,3	8,28	322	29,0	8,16	315	20,2
8 – 1°	8,16	392	11,2	8,23	408	18,3	8,13	405	27,4	8,13	436	19,8
8 – 2°							8,05	26,6	412			
9	8,32	495	10,6	8,32	448	18,5	8,20	449	25,7	8,16	480	10,6
10 – 1°	Δεν μετρήθηκε			8,17	621	17,5	7,97	745	23,5	7,90	960	12,7
10 – ποτάμι										8,04	925	12,0
11 – 1°	Δεν μετρήθηκε			8,43	377	14,5	8,36	403	17,8	8,27	398	20,4
11 – ποτάμι										8,20		13,7

Πίνακας 3.1.15 Μετρήσεις pH, αγωγιμότητας (EC) και θερμοκρασίας ύδατος (T) Αλφειού Ποταμού και παραποτάμων ανά θέση και εξόρμηση (πεχάμετρο HANNA HI8314, αγωγιμόμετρο HANNA HI9033)

Α/Α Θέσεως – δείγμα	5 ^η Εξόρμηση			6 ^η Εξόρμηση			7 ^η Εξόρμηση		
	pH	EC (μS/cm)	T (°C)	pH	EC μS/cm)	T (°C)	pH	EC (μS/cm)	T (°C)
1 – 1°	8,26	430	12,7	7,55	458	17,9		470	
1 – 2°	8,26	408	10,9	7,66	418	17,4		474	
1 – 3°	8,17	382	11,4	7,69	410	17,5		471	
2 – 1°	8,48	473	9,5	7,65	527	16,8		678	
2 – 2°								680	
3 – 1°	8,35	360	14,7	Δεν μετρήθηκε				472	
3 – 2°								471	
3α		Μηδενική ροή		8,27	422	21,1		Μηδενική ροή	
4	7,90	1004	16,6	Δεν μετρήθηκε – Ελάχιστη ροή				Ελάχιστη ροή	
5 – 1°	8,34	595	10,5	7,95	667	18,9		833	
5 – 2°								843	
6 – 1°	8,22	378	19,7	8,12	413	23,1		401	
6 – 2°	7,83	396	24,6						
7 – 1°	8,23	284	20,5	8,22	278	24,8		340	
7 – 2°								335	
8 – 1°	8,06	393	18,7	8,12	445	24,8		434	
8 – 2°								433	
9 – 1°	8,21	392	16,9	8,25	458	24,0		558	
9 – 2°								558	
10 – 1°	7,60	712		7,97	813			1074	
10 – 2°								1078	
11 – 1°	8,36	357	14,3	8,43	402	17,7		390	

Πίνακας 3.1.16 Μετρήσεις διαλελυμένου οξυγόνου (ΔO) και θερμοκρασίας ύδατος (T) απ' ευθείας στα ύδατα Αλφειού Ποταμού και παραποτάμων κατά την 7^η Εξόρμηση (οξυγονόμετρο YSI 85)

A/A Θέσεως – δείγμα	ΔO (mg/L)	T (°C)	Παρατηρήσεις	A/A Θέσεως – δείγμα	ΔO (mg/L)	T (°C)	Παρατηρήσεις
1 – 1°	9,17	12,7		7	8,50	13,1	
1 – 2°	8,95	12,7		8 – 1°	8,27	13,0	
1 – 3°	9,00	12,7		8 – 2°	8,05	13,0	
2 – 1°	9,35	12,3		9 – 1°	9,87	11,6	
2 – 2°	9,40	12,3		9 – 2°	9,83	11,6	
3	10,00	12,9		10 – 1°	8,30	11,3	Ρυθμίστηκε στα 11×100 ft
3 ^a				10 – 2°	8,45	11,3	Ρυθμίστηκε στα 11×100 ft
4	Δεν μετρήθηκε		Ελάχιστη ροή	11 – 1°	12,5	12,1	Ρυθμίστηκε στα 6×100 ft
5	10,00	13,0		11 – 2°			
6 – 1°	9,25	14,3					
6 – 2°	10,5	14,1					

Το οξυγονόμετρο δεν είχε ρυθμισθεί για μέτρηση αγωγιμότητας

Πίνακας 3.1.17 Μετρήσεις θολότητας (T_u) Αλφειού Ποταμού και παραποτάμων ανά θέση και εξόρμηση (T_{uA} – με θολόμετρο HF DRT 15 και T_{uB} – με θολόμετρο HF MicroTPW2000)

A/A Θέσεως – δείγμα	2 ^η Εξόρμηση		3 ^η Εξόρμηση	4 ^η Εξόρμηση
	T_{uA} (NTU)	T_{uB} (NTU)	T_{uB} (NTU)	T_{uB} (NTU)
1 – 1°	26-28	54,30-52,14-55,70	20,22-21,50-19,75	30,46-31,21-31,91
1 – 2°	26-30	47,93-39,63-39,28	20,88-20,21	30,68-29,44-29,81
1 – 3°	30	61,35-54,89-57,19	18,08-19,31-16,84	28,97-27,73-29,09
2	50	11,38-7,8-9,45-11,94	2,76-2,99-3,02	3,88-3,18-3,89
3		Δεν μετρήθηκε	Δεν μετρήθηκε	34,38-32,99-32,54
3 ^a	20	34,62-35,11-31,30	32,14-27,11-26,37-24,37	Μηδενική ροή
4	3,2	3,28-2,94-2,77	Μηδενική ροή	10,48-9,66-9,87
5	0,22	2,83-2,82-2,94-2,59	Ελάχιστη ροή	24,05-23,94-23,90
6 – 1°	4,6	13,04-10,51-12,24	11,82-14,69-12,01	2,67-2,58-2,41
6 – 2°	8,2	23,82-20,50-19,98	13,56-3,32-3,29	Δεν μετρήθηκε
7	1,4	2,58-2,61-2,36	1,81-2,62-1,49	1,16-1,26-1,02
8 – 1°	Δεν μετρήθηκε	16,97-14,33-15,58	54,43-52,05-50,24	2,23-1,56-1,48
8 – 2°	Δεν μετρήθηκε	Δεν μετρήθηκε	48,43-50,31-49,79	Δεν μετρήθηκε
9	Δεν μετρήθηκε	5,88-4,52-5,53	1,38-1,52-1,41	4,12-3,90-3,98
10	Δεν μετρήθηκε	16,02-14,91-15,93	3,55-4,08-3,50	37,51-34,31-37,39
11	Δεν μετρήθηκε	2,24-1,86-2,07	0,79-0,82-0,87	1,10-1,14-1,21

Πίνακας 3.1.18 Μετρήσεις θολότητας (T_u) Αλφειού Ποταμού και παραποτάμων ανά θέση και εξόρμηση (T_u – με θολόμετρο HF MicroTPW2000)

A/A Θέσεως – δείγμα	5 ^η Εξόρμηση		6 ^η Εξόρμηση		7 ^η Εξόρμηση	
	T_u (NTU)	Πρότυπο T_u (10 NTU)	T_u (NTU)	Πρότυπο T_u (10 NTU)	T_u (NTU)	Πρότυπο T_u (10-1000 NTU)
1 – 1°	35,79-36,88-36,87	10,63-10,69-10,64	80,74-74,05-78,19	11,36-11,51-11,26	112,9	
1 – 2°	41,52-38,19-38,79	10,70-10,63-10,76	81,63-83,66-84,57		147,4	
1 – 3°	38,99-40,34-40,68	10,68-10,65-10,71	84,92-91,79-80,49		140,1	
2	3,62-2,74-2,29	10,89-10,87-10,93	10,25-8,71-9,10	11,72-11,73-11,80	24,44-28,48	
3	10,29-10,58-11,50	10,91-10,86-10,71			65,14-60,00	
3 ^a			23,38-22,95-21,54	12,16-11,84-12,10		Μηδενική ροή
4	60,19-57,48-65,16	11,15-11,48	Δεν μετρήθηκε – Ελάχιστη ροή			Δεν μετρήθηκε – Ελάχιστη ροή
5	4,02-4,01-4,49	10,91-10,97-10,81	16,47-10,69-10,32-10,42	11,93-11,94-11,92	16,49	
6 – 1°	5,00-3,44-6,15	11,00-10,99-11,03	11,22-11,34-11,61	13,42-12,07-12,14	17,03	
6 – 2°	3,17-2,98-3,42	11,28-11,11-10,97			16,96	
7	2,94-3,07-2,31	11,02-11,03-11,29	6,31-6,37-6,16	12,11-12,14-12,12	15,3-15,2	
8 – 1°	1,62-1,69-1,99	11,42-11,42-11,18	11,72-11,39-13,57-12,90	12,29-12,54-12,47	12,30	
8 – 2°					13,19	
9 – 1°	9,45-13,93-13,76	11,12-11,10-11,14	7,26-7,63-8,14	12,55-14,09-12,50	11,23	
9 – 2°	3,09-6,63-7,99				11,45	
10	11,13-11,52-11,82	11,21-11,25-11,20	10,57-10,50-10,22	11,56-12,78-12,55	42,60-41,40-44,20	10,14-998,9
11	1,91-2,10-2,41	11,21-11,15-11,41	5,13-6,68-5,11	21,90-12,64-12,66	4,91	

3.1.3 Μετρήσεις εργαστηρίου

Στο Εργαστήριο Τεχνολογίας του Περιβάλλοντος του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πατρών πραγματοποιήθηκαν χημικές αναλύσεις επί μεταφερθέντων δειγμάτων για τον προσδιορισμό των συγκεντρώσεων των εξής χαρακτηριστικών:

1. Οξυγόνο διαλελυμένο (ΔΟ), βιοχημικά απαιτούμενο (BAO₅), χημικά απαιτούμενο (ΧΑΟ)
2. Θολότητα (Tu)
3. Αιωρούμενα στερεά ολικά (ΟΑΣ), πτητικά (ΠΑΣ)
4. Χλωρίοντα (Cl⁻)
5. Θειικά (SO₄²⁻)
6. Άζωτο νιτρωδών (NO₂⁻-N), νιτρικών (NO₃⁻-N), αμμωνίας (NH₃-N) ή αμμωνιακών ιόντων (NH₄⁺-N) και ολικό (Total N)
7. Διαλυτός ολικός (PO₄³⁻) και ολικός φώσφορος (Ολικός P)
8. Βαρέα μέταλλα, μόλυβδος (Pb), μαγγάνιο (Mn), σίδηρος (Fe).

3.1.3.1 Μεθοδολογία μετρήσεων εργαστηρίου

Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο: Το Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο ΧΑΟ προσδιορίστηκε με τη μέθοδο του διχρωμικού καλίου για χαμηλής συγκέντρωσης ΧΑΟ δείγματα (ανοικτή μέθοδος επαναρροής) (ΑΡΗΑ *et al.*, 1998, σελ.5-14) σε ειδική συσκευή επαναρροής⁸.

Διαλυμένο Οξυγόνο: Το διαλυμένο οξυγόνο (ΔΟ) στο εργαστήριο μετρήθηκε με την ιωδιομετρική μέθοδο (τροποποίηση με νατραζίδιο) και στο πεδίο με τη μέθοδο ηλεκτροδίου με μεμβράνη πολυαρογραφικού τύπου⁹ (ΑΡΗΑ *et al.*, 1998, σελ.4-131 και 4-134).

Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο: Η αρχή της μεθόδου μέτρησης του ΒΑΟ₅ (ΑΡΗΑ *et al.*, 1998, σελ.5-1) στηρίζεται στον προσδιορισμό της συγκέντρωσης του ΔΟ σε δύο όμοια δείγματα, στο ένα δείγμα αμέσως μετά την προετοιμασία τους και στο άλλο μετά από επώαση σε επωαστικό θάλαμο¹⁰ στους 20±0,1°C για 5 d, και το ΒΑΟ₅ υπολογίζεται από την διαφορά του αρχικού και τελικού ΔΟ. Τα δείγματα συλλέγονταν με ειδικό δειγματολήπτη κατευθείαν από το ποτάμι, οι φιάλες του ΒΑΟ₅ γεμίζονταν με νερό ποταμού και δεν χρησιμοποιείτο μαγιά εμβολιασμού.

Στερεά: Τα αιωρούμενα στερεά (ΑΣ) και πτητικά αιωρούμενα στερεά (ΠΑΣ) μετρήθηκαν σύμφωνα με τη μέθοδο προσδιορισμού κατακρατούμενου υλικού σε φίλτρο (ΑΡΗΑ *et al.*, 1998, σελ.2-57 και 2-58), χρησιμοποιώντας φίλτρα ιών υάλου¹¹. Η προετοιμασία των φίλτρων μεμβράνης περιελάμβανε την τοποθέτησή τους σε δισκία αλουμινίου (με διάμετρο 5,0 cm και βάρος 1,0 έως 1,5 g) και ξήρανση σε κλίβανο¹² στους 103 έως 105°C για 1 h, μεταφορά σε ξηραντήριο για 30 min και ζύγιση σε αναλυτικό ζυγό¹³. Τα φίλτρα ιών υάλου τοποθετούνταν στη συσκευή διήθησης¹⁴ όπου μετά την εφαρμογή κενού υποβάλλονταν σε τρεις διαδοχικές πλύσεις με 20 mL αποσταγμένο νερό ανά πλύση, και ακολουθούσε μεταφορά σε δισκίο αλουμινίου, τοποθέτηση του δισκίου με το φίλτρο αρχικά για 30 min στους 103°C και κατόπιν σε πυριατήριο¹⁵ για 15 min στους 550°C και ζύγιση μετά από παραμονή για 30 min σε ξηραντήριο.

Άζωτο: α. Το NH₄⁺-N προσδιορίστηκε με δύο μεθόδους

(i) Με τη μέθοδο της φαινόλης (ΑΡΗΑ *et al.*, 1998, σελ. 4-108), και μέτρηση της απορρόφησης σε φασματοφωτόμετρο¹⁶ στα 640 nm.

⁸ Συσκευή προσδιορισμού ΧΑΟ έξι θέσεων που αποτελείται από θερμαντική διάταξη Vari Heat, της GCA/Precision Scientific Group, Chicago, IL και διάταξη ψυκτών τύπου Friedrichs ή από θερμαντική διάταξη της Π. Μπακάκος ΑΕ, Αθήνα και διάταξη ψυκτών τύπου Liebig.

⁹ Φορητό όργανο μέτρησης ΔΟ, Model 85 Oxygen Conductivity Salinity & Temperature, της YSI Incorporated, Yellow Springs, Ohio, USA.

¹⁰ Επωαστικός θάλαμος, low temperature BOD incubator model 815, της GCA corporation/Precision Scientific Group, Chicago, IL.

¹¹ Φίλτρα ιών υάλου, glass microfibre filters (GF/A), με διάμετρο 47 ή 70 mm, πάχος 0,26 mm, άνοιγμα πόρων 1,6 μm και ταχύτητα διήθησης 13 mL/s, της Whatman International Ltd., Maidstone.

¹² Κλίβανος ξήρανσης, gravity convection oven model 17, της GCA Corporation/Precision Scientific Group, Chicago, IL.

¹³ Αναλυτικός ζυγός, analytical balance model AE 200, της Mettler Instrumente AG, Greifensee.

¹⁴ Συσκευή αποτελούμενη από χωνί διήθησης, sterility funnel, της Gelman Sciences Inc., Ann Arbor, MI, ή 3-piece filter funnel της Whatman International Ltd., Maidstone, συνδεδεμένα με κωνική φιάλη και αντλία κενού με ροή νερού.

¹⁵ Πυριατήριο, muffle furnace model FA 5208, της Sybron/Thermolyne Corporation, Dubuque, IA.

¹⁶ Φασματοφωτόμετρο ορατού/υπεριώδους, Hitachi UV/VIS 1100, Hitachi, Ltd., Japan.

(ii) Με τη μέθοδο του μπλε της ινδοφαινόλης της Merck (μέθοδος 14752), μετρώντας την απορρόφηση σε φωτόμετρο¹⁷.

β. Τα νιτρικά προσδιορίστηκαν με δύο μεθόδους:

(i) Με τη μέθοδο του σαλικυλικού νατρίου με εξάτμιση του δείγματος σε υδατόλουτρο και μέτρηση της απορρόφησης στα 420 nm σε φασματοφωτόμετρο⁹ (Fresenius *et al.*, 1988, σελ. 229).

(ii) Με τη μέθοδο 09713 της Merck μετρώντας την απορρόφηση σε φωτόμετρο¹⁰.

γ. Τα νιτρώδη προσδιορίστηκαν με τη μέθοδο Griess της Merck (μέθοδος 14776) μετρώντας την απορρόφηση σε φωτόμετρο¹⁰.

δ. Το Ολικό-N προσδιορίστηκε με τη 00613 της Merck αφού το δείγμα πρώτα χωνευόταν σε χωνευτή¹⁸ και στη συνέχεια μετρείτο η απορρόφηση σε φωτόμετρο¹⁰.

Ολικός Φώσφορος: Ο ολικός-P προσδιορίστηκε με τη μέθοδο του ασκορβικού οξέος σε φασματοφωτόμετρο στα 880 nm⁹, αφού είχε προηγηθεί χώνευση με τη μέθοδο των υπερθεικών σε αποστειρωτή για 30 min στους 120°C (APHA *et al.*, 1998, σελ 4-142 και 4-146).

Θειικά: Τα θειικά προσδιορίστηκαν με τη θολερομετρική μέθοδο (APHA *et al.*, 1998, σελ.4-178) και μέτρηση της απορρόφησης στα 420 nm⁹.

Χλωρίοντα: Προσδιορίστηκαν με τιτλοδότηση με AgNO₃ (APHA *et al.*, 1998, σελ. 4-67).

pH: Προσδιορίστηκε σύμφωνα με την ηλεκτρομετρική μέθοδο (APHA *et al.*, 1998, σελ.4-86) χρησιμοποιώντας πεχάμετρο¹⁹. Η ρύθμιση του οργάνου ελεγχόταν με δύο πρότυπα ρυθμιστικά διαλύματα (pH 7,0 και 10,0).

Αγωγιμότητα: Προσδιορίστηκε με αγωγιμόμετρο²⁰ (APHA *et al.*, 1998, σελ.2-44).

Θολότητα: Προσδιορίστηκε με τη νεφελομετρική μέθοδο με θολερόμετρο²¹ (APHA *et al.*, 1998, σελ. 2-9).

Βαρέα Μέταλλα: Μετρήθηκαν τα εξής τρία βαρέα μέταλλα: Μόλυβδος (Pb), Μαγγάνιο (Mn) και σίδηρος (Fe). Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε ήταν αυτή της ατομικής απορρόφησης με χρήση φούρνου γραφίτη²². Η συλλογή και προετοιμασία των δειγμάτων έγινε βάσει των Standard Methods (APHA, AWWA, WEF 1998). Τα δείγματα είχαν τοποθετηθεί σε γυάλινες φιάλες με καπάκι χωρητικότητας 500ml. Η συντήρηση των συγκεκριμένων δειγμάτων έγινε προσθέτοντας 1ml πυκνού HNO₃ ανά 1lt δείγματος στην 1^η, 6^η και 7^η εξόρμηση και 1ml πυκνού H₂SO₄ ανά 1lt δείγματος στα δείγματα των υπολοίπων εξορμήσεων. Τα δείγματα διατηρούντο εντός ψυγείου στους 4°C περίπου. Πριν την μέτρηση του εκάστοτε δείγματος προσετέθησαν 100μl καθαρού HNO₃ ανά 10ml δείγματος. Χρησιμοποιήθηκαν πρότυπα διαλύματα της MERCK ώστε να κατασκευαστούν οι πρότυπες καμπύλες βαθμονόμησης του οργάνου για το καθένα από τα προς προσδιορισμό βαρέα μέταλλα. Στις περιπτώσεις που οι μετρήσεις των δειγμάτων προέκυπταν εκτός των ορίων των προτύπων διαλυμάτων πραγματοποιήθηκαν οι αναγκαίες αραιώσεις με τη χρήση δις απεσταγμένου νερού. Στον Πίνακα 3.1.19 παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά της μεθοδολογίας και τα τελικά προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση.

3.1.3.2 Βιβλιογραφία

Fresenius, W., Quentin, K.E. and Schneider, W. (1988). *Water Analysis A Practical Guide to Physico-Chemical, Chemical and Microbiological Water Examination and Quality Assurance*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 1988.

APHA, AWWA, WEF (1998). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th edition, edited by L.S. Clesceri, A.E. Greenberg, and A.D. Eaton, American Public Health Association, Washington, DC.

¹⁷ Φωτόμετρο, Spectroquant NOVA 60, της Merck KGaA, Darmstadt, Germany.

¹⁸ Χωνευτής, Theromreactor TR620, της Merck KGaA, Darmstadt, Germany.

¹⁹ Πεχάμετρο, HI 8314, της Hanna Instruments, Portugal.

²⁰ Αγωγιμόμετρο, HI 9033 Multi-range conductivity meter, της Hanna Instruments, Portugal.

²¹ Θολερόμετρο, MicroTPW, της HF Scientific Inc., USA.

²² Atomic Absorption Spectrophotometer, Model 2280 - HGA 300 Graphite Furnace Programmer, PERKIN-ELMER

Πίνακας 3.1.19 Χαρακτηριστικά μετρήσεων βαρέων μετάλλων με αναλυτή ατομικής απορρόφησης (Model 2280 - HGA 300 Graphite Furnace Programmer, PERKIN-ELMER)

Χαρακτηριστικό ή στάδιο	Μέταλλα			
	Fe	Pb	Mn	
Μήκος κύματος (nm)	248,3	283,3	279,4	
Πλάτος σχισμής (nm)	0,2	0,7	0,2	
Τροποποιητής υποστρώματος	Όχι	Όχι	Όχι	
Χαρακτηριστική μάζα (pg/0,0044 As)	5,0	10,0	2,2	
Όριο ανίχνευσης* για όγκο δείγματος 10 μl	0,5	1,0	0,22	
Λυχνία PERKIN ELMER με ένταση λειτουργίας 10 mA	Πολ/κή	Μον/κή	Πολ/κή	
Φούρνος γραφίτη PERKIN ELMER	Pyrocoated graphite furnace			
Βήμα 1 – Εξάτμιση δείγματος	TEMP (°C)	130	130	130
	RAMP (sec)	10	10	10
	HOLD (sec)*	20	40	10
Βήμα 2 – Πυρόλυση** δείγματος	TEMP (°C)	1350	850	1350
	RAMP (sec)	4	7	4
	HOLD (sec)	15	25	15
	BASELINE*** (sec)	11	15	11
Βήμα 3 – Ατομοποίηση** δείγματος	TEMP (°C)	2400	1800	2200
	RAMP (sec)	1	1	1
	HOLD (sec)	7	6	7
	READ			
	STOP FLOW			
Βήμα 4 – Καθαρισμός εστίας	TEMP (°C)	2600	2400	2400
	RAMP (sec)	1	1	1
	HOLD (sec)	4	3	3
Βήμα 5 – Επαναφορά εστίας	TEMP (°C)	20	20	20
	RAMP (sec)	2	2	2
	HOLD (sec)	2	2	2
Χρόνος ολοκλήρωσης t (sec)	8	7	8	
Απαιτούμενη ενέργεια για ανύψωση της θερμοκρασίας από το Βήμα 2 στο Βήμα 3	47	36	38	

Σημείωση: Οι συγκεκριμένοι χρόνοι είναι ενδεικτικοί και εξαρτώνται από τον όγκο του διαλύματος που εισάγεται κάθε φορά προς ανάλυση.

* Το πραγματικό επίπεδο ανίχνευσης είναι τριπλάσιο του αναγραφόμενου. Οι συγκεκριμένοι χρόνοι είναι ενδεικτικοί και εξαρτώνται από τον όγκο του διαλύματος που εισάγεται κάθε φορά προς ανάλυση. Σύμφωνα με το εγχειρίδιο χρήσης του οργάνου για όγκο εισαγωγής $V_{\text{εισ}}=10\mu\text{l}$ απαιτείται χρόνος 15sec, για $V_{\text{εισ}}=20\mu\text{l}$ απαιτείται χρόνος 20sec και για $V_{\text{εισ}}=50\mu\text{l}$ απαιτείται χρόνος 40sec.

** Οι θερμοκρασίες και οι απαιτούμενοι χρόνοι πυρόλυσεως και ατομοποίησεως προσδιορίστηκαν βάσει των οδηγιών που δίνονται στο εγχειρίδιο χρήσης του οργάνου.

*** Το BASELINE υπολογίζεται ως το άθροισμα RAMP+HOLD TIME της ΠΥΡΟΛΥΣΗΣ μείον του αθροίσματος RAMP+HOLD TIME της ατομοποίησης.

3.1.3.3 Παράθεση μετρήσεων εργαστηρίου

Στους Πίνακες 3.1.20 έως 3.1.35 δίδονται οι τιμές των μετρηθεισών παραμέτρων στο εργαστήριο.

Πίνακας 3.1.20 Μετρήσεις διαλελυμένου οξυγόνου (ΔΟ) και βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου (ΒΑΟ₅) δειγμάτων Αλφειού Ποταμού και παραποτάμων

Α/Α Θέσεως	1 ^η Εξόρμηση		2 ^η Εξόρμηση		3 ^η Εξόρμηση		4 ^η Εξόρμηση	
	ΔΟ (mg/L)	ΒΑΟ ₅ (mg/L)	ΔΟ (mg/L)	ΒΑΟ ₅ (mg/L)	ΔΟ (mg/L)	ΒΑΟ ₅ (mg/L)	ΔΟ (mg/L)	ΒΑΟ ₅ (mg/L)
1	10,4	1,4	9,2	0,1	7,8	0,7	9,2	0,8
2	10,6	1,2	10,2	0,9	9,2	0,7	10,6	1,2
3	10,4	1,0	Δεν μετρήθηκε		Δεν μετρήθηκε		9,8	3,0
3a	Μηδενική ροή		9,2	0,6	7,6	1,1	Μηδενική ροή	
4	8,9	8,0	13,1	1,6	Μηδενική ροή		3,0	Δεν μετρήθηκε
5	9,8	1,4	9,5	1,9	Ελάχιστη ροή		7,1	Δεν μετρήθηκε
6	10,0	0,7	9,1	0,3	7,7	1,9	10,2	0,6
7	10,2	0,4	9,5	0,4	8,2	0,4	9,1	0,4
8	Δεν μετρήθηκε		9,1	0,2	7,7	0,3	10,0	0,7
9	Δεν μετρήθηκε		9,0	0,8	9,2	0,6	10,0	0,6
10	Δεν μετρήθηκε		7,8	2,4	6,4	1,5	9,0	3,4
11	Δεν μετρήθηκε		9,8	0,4	9,2	0,6	9,9	0,4

Πίνακας 3.1.21 Μετρήσεις χημικά απαιτούμενου οξυγόνου (ΧΑΟ) δειγμάτων Αλφειού Ποταμού και παραποτάμων

Α/Α Θέσεως	1 ^η Εξόρμηση	2 ^η Εξόρμηση	3 ^η Εξόρμηση	4 ^η Εξόρμηση
	ΧΑΟ (mg/L)	ΧΑΟ (mg/L)	ΧΑΟ (mg/L)	ΧΑΟ (mg/L)
1	6,3	2,9	5,3	8,0
2	8,7	2,3	5,2	7,0
3	4,2	Δεν μετρήθηκε		0,8
3a	Μηδενική ροή		3,2	6,9
4	26,0	8,2	Μηδενική ροή	
5	10,9	5,6	Ελάχιστη ροή	
6	2,8	3,8	4,2	Μη ανιχνεύσιμο
7	0,0	0,4	8,1	Μη ανιχνεύσιμο
8	0,0	Μη ανιχνεύσιμο		7,7
9	3,9	0,5	3,9	3,8
10	Δεν μετρήθηκε		12,1	9,0
11	Δεν μετρήθηκε		2,9	1,4

Πίνακας 3.1.22 Μετρήσεις θολότητας δειγμάτων 1^{ης} εξόρμησης (αρχική Tu₀ και μετά από 30 λεπτά της ώρας Tu₁) Αλφειού Ποταμού και παραποτάμων (θολόμετρο HACH 2100A)

Α/Α Θέσεως – δείγμα	Tu ₀ (NTU)	Tu ₁ (NTU)
1	78-88	91-103
2	43	54
3	Δεν μετρήθηκε	
3a	76-81	76-81
4	6,5-7,0	6,5-7,0
5	9,5	11,9-13,5
6	14,0-16,2	12,9
7	59-67	63-70
8	22,7-28,1	21,6-24,9
9	21,6-27,0	23,8-27,0
10	Δεν μετρήθηκε	
11	Δεν μετρήθηκε	

Πίνακας 3.1.23 Μετρήσεις ολικών αιωρούμενων στερεών (ΟΑΣ) και πτητικών αιωρούμενων στερεών (ΠΑΣ) δειγμάτων Αλφειού Ποταμού και παραποτάμων

Α/Α Θέσως	1 ^η Εξόρμηση		2 ^η Εξόρμηση		3 ^η Εξόρμηση		4 ^η Εξόρμηση	
	ΟΑΣ (mg/L)	ΠΑΣ (mg/L)	ΟΑΣ (mg/L)	ΠΑΣ (mg/L)	ΟΑΣ (mg/L)	ΠΑΣ (mg/L)	ΟΑΣ (mg/L)	ΠΑΣ (mg/L)
1	153,4	8,6	52,6	3,3	39,0	1,9	22,8	3,0
2	64,8	4,0	17,2	0,9	10,4	1,6	4,0	0,8
3	152,0	8,2	Δεν μετρήθηκε		Δεν μετρήθηκε		17,5	13,5
3α	Μηδενική ροή		32,8	3,2	34,4	4,2	Μηδενική ροή	
4	10,8	4,6	7,6	1,4	Μηδενική ροή		37,0	2,7
5	146,2	7,0	8,0	1,1	Ελάχιστη ροή		9,8	2,8
6	83,4	4,2	21,7	1,7	16,9	2,4	2,3	1,0
7	96,4	3,0	4,7	1,1	1,8	0,8	2,1	0,5
8	27,8	2,4	20,6	1,4	49,7	3,1	1,6	0,8
9	39,2	3,4	5,8	1,2	2,1	0,7	4,0	0,4
10	Δεν μετρήθηκε		13,6	3,6	4,1	1,1	31,5	11,0
11	Δεν μετρήθηκε		2,3	1,2	Δεν μετρήθηκε		2,4	0,6

Πίνακας 3.1.24 Μετρήσεις θειικών ιόντων (SO₄²⁻) και χλωριόντων (Cl⁻) δειγμάτων Αλφειού Ποταμού και παραποτάμων

Α/Α Θέσως	1 ^η Εξόρμηση		2 ^η Εξόρμηση		3 ^η Εξόρμηση	
	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	
1	64	11,0	41,0	38,0	7,3	
2	59	22,7	45,0	35,0	7,7	
3	38	12,8	Δεν μετρήθηκε		Δεν μετρήθηκε	
3α	Μηδενική ροή		35,0	31,0	7,6	
4	217	53,0	159,0	Μηδενική ροή		
5	113	30,0	84,0	Ελάχιστη ροή		
6	40	10,4	30,0	42,0	6,8	
7	15	9,4	6,0	6,0	7,4	
8	21	9,6	17,0	24,0	6,4	
9	71	11,3	60,0	60,0	5,4	
10	Δεν μετρήθηκε		116,0	165,0	4,8	
11	Δεν μετρήθηκε		46,0	49,0	Δεν μετρήθηκε	

Πίνακας 3.1.25 Μετρήσεις θειικών ιόντων (SO₄²⁻) και ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) διηθημένων δειγμάτων και χλωριόντων (Cl⁻) δειγμάτων Αλφειού Ποταμού και παραποτάμων

Α/Α Θέσως	5 ^η Εξόρμηση		6 ^η Εξόρμηση		7 ^η Εξόρμηση	
	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	EC (μS/cm)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)
1	39	382.3	49	7,0	35	10,0
2	40	475.5	49	16,8	60	9,0
3	38	373.0	Δεν μετρήθηκε		Δεν μετρήθηκε	
3α	Μηδενική ροή		41	7,1	35	11,0
4	126	967.0	Δεν μετρήθηκε – Ελάχιστη ροή		Δεν μετρήθηκε – Ελάχιστη ροή	
5	90	577.0	104	23,0	116	18.0
6	45	388.5	48	5,1	38	8.0
7	9	283.0	8	4,6	5	7.0
8	35	369.0	36	5,6	28	9.0
9	51	380.0	56	6,1	89	10.0
10	155	652.5	140	13,8	252	16.0
11	45	372.0	42	3,6	38	6.0

Πίνακας 3.1.26 Μετρήσεις θειικών ιόντων (SO_4^{--}) και χλωριόντων (Cl^-) δειγμάτων γεωτρήσεων και πηγαδιών της παραποτάμιας περιοχής του Αλφειού Ποταμού

Α/Α Θέσεως	Περιγραφή	6 ^η Εξόρμηση			7 ^η Εξόρμηση		
		SO_4^{--} (mg/L)	Cl^- (mg/L)	Ολικός P (μg/L)	SO_4^{--} (mg/L)	Cl^- (mg/L)	Ολικός P (μg/L)
Π1	Πηγάδι ύδρευσης Αρχαίας Ολυμπίας	81	23,3	8		21,0	Μη ανιχν.
Π2	Πηγάδι ύδρευσης Φλόκα	84	27,2	72		24,0	Μη ανιχν.
Π3	Κοινοτ. πηγάδι - Φρίζα	78	27,1	3			
Π5	Πηγάδι - Πλουτοχώρι	51	8,4	Μη ανιχν.			
Π6	Κοινοτ. πηγάδι – Άσπρα Σπίτια	6	7,2	5	10	8,0	Μη ανιχν.
Γ1	Αντλιοστάσιο γεώτρησης - Μακρίσια	60	27,6	10			
Γ3	Ηραία – γεώτρηση Κότσικα	26	14,8	Μη ανιχν.			
Γ5	Γεώτρηση (Καπέλη) – Λώπη	27	29,5	65			
Γ7	Κοινοτ. γεώτρηση (Άμπουλας) – Άγ. Ιωάννης	15	28,2	140			
Γ8	Κοινοτ. γεώτρηση (Καλουπάκι) – Δαφνούλα	9					
Γ9	Κοινοτ. γεώτρηση - Σέκκουλας	10		4			
Γ10	Κοινοτ. γεώτρηση (Μπάλιζα) – Άγιος Ιωάννης	14		2			
Δ1	Δίκτυο ύδρευσης Αγ. Ιωάννη	23	9,2				
Γ11	Γεώτρηση ΕΕΛ Πύργου	50	145,5		43	130,0	340

Πίνακας 3.1.27 Μετρήσεις ολικού φωσφόρου (Ολικός P) δειγμάτων Αλφειού Ποταμού και παραποτάμων

Α/Α Θέσεως	1 ^η Εξόρμηση	2 ^η Εξόρμηση	3 ^η Εξόρμηση	4 ^η Εξόρμηση
	Ολικός P (μg/L)	Ολικός P (μg/L)	Διαλυτός Ολικός P (μg/L)	Ολικός P (μg/L)
1	128	65	37	279
2	70	44	20	54
3	119	Δεν μετρήθηκε	Δεν μετρήθηκε	252
3a	Μηδενική ροή	65	33	Μηδενική ροή
4	76	54	Μηδενική ροή	1011
5	173	39	Ελάχιστη ροή	2885
6	87	47	33	61
7	91	37	33	142
8	54	65	27	101
9	69	39	59	72
10	Δεν μετρήθηκε	44	33	541
11	Δεν μετρήθηκε	33	20	45

Πίνακας 3.1.28 Μετρήσεις ολικού φωσφόρου (Ολικός P) δειγμάτων Αλφειού Ποταμού και παραποτάμων

Α/Α Θέσεως	5 ^η Εξόρμηση	6 ^η Εξόρμηση	7 ^η Εξόρμηση
	Διαλυτός Ολικός P (μg/L)	Ολικός P (μg/L)	Ολικός P (μg/L)
1	20	32	162
2	14	4	42
3	Μη ανιχνεύσιμος	Δεν μετρήθηκε	102
3a	Μηδενική ροή	10	Μηδενική ροή
4	197	Δεν μετρήθηκε – Ελάχιστη ροή	Δεν μετρήθηκε – Ελάχιστη ροή
5	Μη ανιχνεύσιμος	Μη ανιχνεύσιμος	83
6	Μη ανιχνεύσιμος	Μη ανιχνεύσιμος	29
7	7	Μη ανιχνεύσιμος	17
8	Μη ανιχνεύσιμος	7	31
9	6	4	31
10	12	16	103
11	3	9	6

Πίνακας 3.1.29 Μετρήσεις νιτρικών ιόντων (NO_3^- -N) και αμμωνίας (NH_3 -N) δειγμάτων Αλφειού Ποταμού και παραποτάμων

Α/Α Θέσεως	2 ^η Εξόρμηση		4 ^η Εξόρμηση	
	NO_3^- -N (μg/L)	NO_3^- -N (μg/L)	NO_3^- -N (μg/L)	NH_3 -N (μg/L)
1	940	410	920	101
2	750	220	650	298
3	Δεν μετρήθηκε	Δεν μετρήθηκε	840	322
3α	920	390		Μηδενική ροή
4	750	Μηδενική ροή	370	12023
5	690	Ελάχιστη ροή	250	1569
6	940	390	410	90
7	400	330	450	140
8	760	400	670	439
9	1120	500	500	256
10	4090	1510	1310	8026
11	300	170	570	380

Πίνακας 3.1.30 Μετρήσεις νιτρικών ιόντων (NO_3^- -N), αμμωνίας (NH_3 -N) και νιτρωδών ιόντων (NO_2^- -N) δειγμάτων Αλφειού Ποταμού και παραποτάμων

Α/Α Θέσεως	5 ^η Εξόρμηση		6 ^η Εξόρμηση		7 ^η Εξόρμηση		
	NO_3^- -N ¹ (μg/L)	NH_3 -N ² (μg/L)	NO_3^- -N ³ (μg/L)	NH_3 -N ² (μg/L)	NO_3^- -N ³ (μg/L)	NH_3 -N ⁴ (μg/L)	NO_2^- -N ⁵ (μg/L)
1	820	10	573	81	1317	17	16
2	750	Μη ανιχνεύσιμη	530	58	1170	92	12
3	840	Μη ανιχνεύσιμη	Δεν μετρήθηκε		1480	43	18
3α		Μηδενική ροή	772	110		Μηδενική ροή	
4	400	3096	Ελάχιστη ροή			Ελάχιστη ροή	
5	760	Μη ανιχνεύσιμη	508	30	850	13	28
6	840	Μη ανιχνεύσιμη	860	26	1785	301	25
7	710	3	312	42	880	30	3
8	680	1064	794	36	958	21	6
9	830	Μη ανιχνεύσιμη	1322	59	2950	1205	80
10	4030	3435	4864	102	12350	12760	310
11	510	Μη ανιχνεύσιμη	332	30	585	Μη ανιχνεύσιμη	5

¹ Φασματοφωτομετρική ανάλυση με σαλικυλικό νάτριο² Μέθοδος φαινόλης³ Φασματοφωτομετρική μέθοδος Merck (Nitrate Test 09713)⁴ Φασματοφωτομετρική μέθοδος Merck (Ammonium Test 14752)⁵ Φασματοφωτομετρική μέθοδος Merck (Nitrite Test 14776)**Πίνακας 3.1.31** Μετρήσεις ολικού αζώτου (Ολικό N) δειγμάτων Αλφειού Ποταμού και παραποτάμων

Α/Α Θέσεως	6 ^η Εξόρμηση		7 ^η Εξόρμηση	
	Ολικό N ¹ (μg/L)		Ολικό N ¹ (μg/L)	
1	450		1000	
2	300		1400	
3	Δεν μετρήθηκε		1033	
3α	900		Μηδενική ροή	
4	Δεν μετρήθηκε – Ελάχιστη ροή		Δεν μετρήθηκε – Ελάχιστη ροή	
5	400		1100	
6	600		1467	
7	200		1100	
8	700		1000	
9	1300		4000	
10	7600		19350	
11	Μη ανιχνεύσιμο		600	

¹ Φασματοφωτομετρική μέθοδος Merck (Cell-Test 00613)

Πίνακας 3.1.32 Μετρήσεις νιτρικών ιόντων (NO_3^- -N), αμμωνίας (NH_3 -N), νιτρωδών ιόντων (NO_2^- -N) και ολικού αζώτου (Ολικό N) δειγμάτων γεωτρήσεων και πηγαδιών της παραποτάμιας περιοχής του Αλφειού Ποταμού

Α/Α Θέσεως	Περιγραφή	6 ^η Εξόρμηση			7 ^η Εξόρμηση			Ολικό N ⁵ (μg/L)
		NO_3^- -N ² (μg/L)	NH_3 -N ¹ (μg/L)	Ολικό N ⁵ (μg/L)	NO_3^- -N ² (μg/L)	NH_3 -N ³ (μg/L)	NO_2^- -N ⁴ (μg/L)	
P1	Πηγάδι ύδρευσης Αρχαίας Ολυμπίας	794	35	900	1410	Μη ανιχν.	3	1200
P2	Πηγάδι ύδρευσης Φλόκα	926	18	1000	1257	Μη ανιχν.	3	800
P3	Κοινοτ. πηγάδι - Φριζα	2048	51	2700				
P5	Πηγάδι - Πλουτοχώρι	1487	52	1700				
P6	Κοινοτ. πηγάδι - Άσπρα Σπίτια	2048	74	2900	5900	Μη ανιχν.	2	5000
G1	Αντλιοστάσιο γεώτρησης - Μακρίσια	2642	45	3500				
G3	Ηραία - γεώτρηση Κότσικα	2510	34	3300				
G5	Γεώτρηση (Καπέλη) - Λώπη	618	24	100				
G7	Κοινοτ. γεώτρηση (Αμπουλας) - Άγ. Ιωάννης	134	1780 ³	1100				
G9	Κοινοτ. γεώτρηση - Σέκκουλας	728	60	300				
G11	Γεώτρηση ΕΕΛ Πύργου	200	3180 ³	2600	375	3120	3	2667

¹ Μέθοδος φαινόλης

² Φασματοφωτομετρική μέθοδος Merck (Nitrate Test 09713)

³ Φασματοφωτομετρική μέθοδος Merck (Ammonium Test 14752)

⁴ Φασματοφωτομετρική μέθοδος Merck (Nitrite Test 14776)

⁵ Φασματοφωτομετρική μέθοδος Merck (Cell-Test 00613)

Πίνακας 3.1.33 Μετρήσεις μολύβδου (Pb), μαγγανίου (Mn) και σιδήρου (Fe) δειγμάτων Αλφειού Ποταμού και παραποτάμων (μέθοδος ατομικής απορρόφησης με φούρνο γραφίτη)

Α/Α Θέσεως	1 ^η Εξόρμηση			2 ^η Εξόρμηση			3 ^η Εξόρμηση			4 ^η Εξόρμηση		
	Pb (μg/L)	Mn (μg/L)	Fe (μg/L)	Pb (μg/L)	Mn (μg/L)	Fe (μg/L)	Pb (μg/L)	Mn (μg/L)	Fe (μg/L)	Pb (μg/L)	Mn (μg/L)	Fe (μg/L)
1	<1,0	<1,0	4,4	4,4	60	1369	4,2	189	11,0	1,1	<1,0	5,3
2	<1,0	<1,0	3,5	2,0	41	237	2,2	167	6,2	<1,0	<1,0	2,0
3	<1,0	<1,0	7,0	Δεν μετρήθηκε			Δεν μετρήθηκε			<1,0	<1,0	7,8
3α	Μηδενική ροή			2,9	41	856	3,5	154	26	Μηδενική ροή		
4	4,0	8,6	9,5	3,8	27	117	Μηδενική ροή			1,6	26	8,3
5	1,3	<1,0	3,1	2,7	112	109	Ελάχιστη ροή			1,0	5,1	14,9
6	<1,0	<1,0	1,7	2,6	32	345	2,5	214	16,1	<1,0	<1,0	5,1
7	<1,0	<1,0	3,0	1,7	8,5	61	1,7	394	9,3	<1,0	<1,0	2,0
8	<1,0	<1,0	7,8	2,1	30	311	1,1	43	9,8	<1,0	<1,0	1,7
9	<1,0	<1,0	7,4	4,7	10,7	166	3,4	100	85	<1,0	<1,0	<1,0
10	Δεν μετρήθηκε			2,2	62	714	1,5	40	31	6,3	49	15,7
11	Δεν μετρήθηκε			1,3	3,8	54	2,1	<1,0	78	<1,0	<1,0	<1,0

Πίνακας 3.1.34 Μετρήσεις μολύβδου (Pb), μαγγανίου (Mn) και σιδήρου (Fe) δειγμάτων Αλφειού Ποταμού και παραποτάμων (μέθοδος ατομικής απορρόφησης με φούρνο γραφίτη)

Α/Α Θέσεως	5 ^η Εξόρμηση			6 ^η Εξόρμηση			7 ^η Εξόρμηση		
	Pb (μg/L)	Mn (μg/L)	Fe (μg/L)	Pb (μg/L)	Mn (μg/L)	Fe (μg/L)	Pb (μg/L)	Mn (μg/L)	Fe (μg/L)
1	12,1	75,1	265,9	<1,0	19,9	28,3	1,1	15,2	17,9
2	15,1	48,9	92,0	1,1	94,8	37,9	1,1	390,9	8,7
3	11,8	21,7	102,6	Δεν μετρήθηκε			1,7	30,3	23,5
3α	Μηδενική ροή			<1,0	5,4	32,0	Μηδενική ροή		
4	23,8	439,6	286,0	Δεν μετρήθηκε - Ελάχιστη ροή			Δεν μετρήθηκε - Ελάχιστη ροή		
5	19,7	92,0	181,0	<1,0	39,2	29,2	12,2	737,6	66,1
6	11,2	10,5	43,5	1,0	10,3	36,4	1,2	23,9	33,2
7	9,1	7,4	19,8	1,3	9,6	44,8	1,4	7,7	8,7
8	11,0	2,6	20,5	<1,0	6,8	33,4	1,1	10,7	23,7
9	11,3	2,4	17,4	1,1	8,7	44,6	3,0	26,2	17,9
10	19,3	51,1	58,6	2,2	17,4	24,1	7,3	212,6	49,9
11	10,3	1,0	8,6	<1,0	4,3	40,6	2,0	1,2	51,2

Πίνακας 3.1.35 Μετρήσεις μολύβδου (Pb), μαγγανίου (Mn) και σιδήρου (Fe) δειγμάτων γεωτρήσεων και πηγαδιών της παραποτάμιας περιοχής του Αλφειού Ποταμού

Α/Α Θέσεως	Περιγραφή	6 ^η Εξόρμηση			7 ^η Εξόρμηση		
		Pb (μg/L)	Mn (μg/L)	Fe (μg/L)	Pb (μg/L)	Mn (μg/L)	Fe (μg/L)
Π1	Πηγάδι ύδρευσης Αρχαίας Ολυμπίας	1,3	4,2	24,5	18,1	<1,0	22,0
Π2	Πηγάδι ύδρευσης Φλόκα	1,9	164,1	41,1	17,3	96,5	55,6
Π3	Κοινot. πηγάδι - Φρίζα	1,6	1,6	42,4			
Π5	Πηγάδι - Πλουτοχώρι	4,5	3,0	22,5			
Π6	Κοινot. πηγάδι – Άσπρα Σπίτια	2,1	2,5	53,0	1,2	<1,0	12,8
Γ1	Αντλιοστάσιο γεώτρησης - Μακρίσια	1,4	22,5	52,6			
Γ3	Γεώτρηση Κότσικα – Ηραία	1,2	5,9	34,3			
Γ5	Γεώτρηση Καπέλη – Λώπη	1,0	53,6	38,6			
Γ7	Κοινot. γεώτρηση (Άμπουλας) – Άγ. Ιωάννης	1,0	176,7	42,8			
Γ8	Κοινot. γεώτρηση (Καλουπάκι) – Δαφνούλα	1,7	4,2	24,6			
Γ9	Κοινot. γεώτρηση - Σέκκουλας	<1,0	4,2	18,5			
Δ1	Δίκτυο ύδρευσης Αγ. Ιωάννη	7,5	1,7	25,4			
Γ10	Κοινot. γεώτρηση (Μπάλιζα) – Άγιος Ιωάννης	3,1	171,4	28,4			
Γ11	Γεώτρηση ΕΕΛ Πύργου	2,4	127,2	35,3	6,5	83,0	31,6

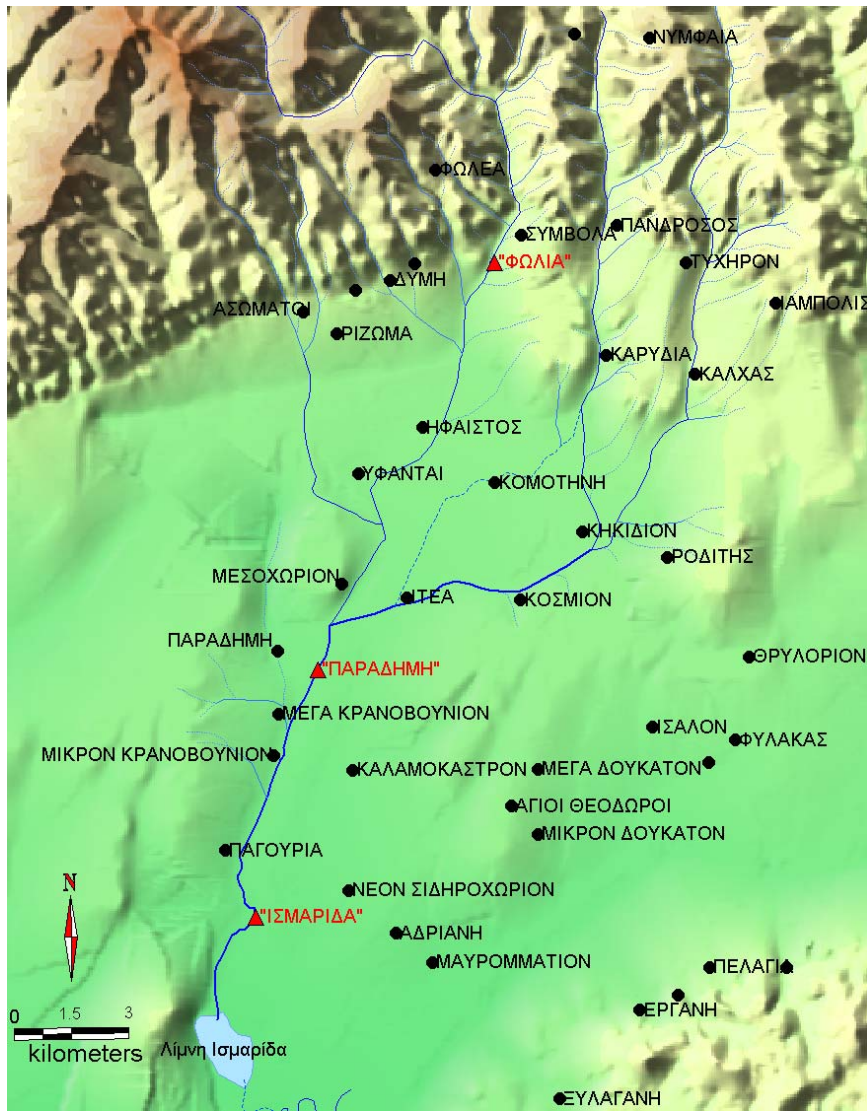
3.2 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΒΟΣΒΟΖΗ ΠΟΤΑΜΟΥ

3.2.1 Θέσεις Δειγματοληψίας και Εξορμήσεις

Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας δημιουργήθηκε ένα δίκτυο σταθμών για την in situ μέτρηση της παροχής του ποταμού και των φυσικών παραμέτρων του νερού, καθώς και για την πραγματοποίηση δειγματοληψιών για τον εργαστηριακό προσδιορισμό της ποιότητας του νερού. Οι σταθμοί αυτοί επιλέχθηκαν έτσι ώστε να είναι αντιπροσωπευτικοί των διάφορων μορφολογικών χαρακτηριστικών της περιοχής και να παρέχουν εύκολη πρόσβαση στον ποταμό, ώστε να είναι δυνατή η μέτρηση της παροχής και των φυσικών παραμέτρων. Οι θέσεις, όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις πεδίου και δειγματοληψίες κατά μήκος του Βοζβόζη Ποταμού, είναι οι εξής:

- 1) Σταθμός «**Φωλιά**». Βρίσκεται έξω από το χωριό Φωλιά, βόρεια της Κομοτηνής. Στο σημείο αυτό ο ποταμός εξέρχεται από την ορεινή περιοχή της λεκάνης και δίνει πληροφορίες για την ποιότητα του νερού, όταν αυτό εξέρχεται από το ορεινό δίκτυο.
- 2) Σταθμός «**Παραδημή**». Βρίσκεται έξω από το χωριό Παραδημή στο μέσο περίπου του πεδινού τμήματος της λεκάνης του ποταμού. Το σημείο αυτό δίνει πληροφορίες για την ποιότητα του νερού στο πεδινό κομμάτι της περιοχής μελέτης.
- 3) Σταθμός «**Ισμαρίδα**». Βρίσκεται ανάντη της λίμνης Ισμαρίδας, λίγο πριν την εκροή του ποταμού στη λίμνη. Το σημείο αυτό μας δίνει πληροφορίες για την ποιότητα του νερού του ποταμού, πριν αυτό εισέλθει στη λίμνη.

Στο Σχήμα 3.2.1 παρουσιάζονται οι παραπάνω σταθμοί μέτρησης στην περιοχή μελέτης. Στους σταθμούς μέτρησης πραγματοποιούνταν δειγματοληψίες και μετρήσεις παροχών κάθε 15 ημέρες, περίπου. Το χρονικό διάστημα μεταξύ των δειγματοληψιών επιδιώχθηκε να είναι σταθερό, όσο αυτό ήταν δυνατόν λόγω των καιρικών κυρίως συνθηκών που επικρατούσαν στην περιοχή. Η δειγματοληψία ήταν πρωινή και η συνολική της διάρκεια για τους τρεις σταθμούς ήταν περίπου 4 ώρες. Οι δειγματοληψίες έγιναν στο διάστημα από τον Αύγουστο 2005 έως τον Νοέμβριο του 2006. Οι ημερομηνίες των εξορμήσεων για τις επί τόπου μετρήσεις και δειγματοληψίες παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.2.1.



Σχήμα 3.2.1 Τοποθεσία των σταθμών επί τόπου μετρήσεων και δειγματοληψιών

Πίνακας 3.2.1 Ημερομηνίες εξορμήσεων για τις επί τόπου μετρήσεις και δειγματοληψίες κατά τη διάρκεια του έτους 2006

A/A Εξόρμησης	Ημερομηνία	A/A Εξόρμησης	Ημερομηνία
1	5/8/2005	15	6/4/2006
2	29/8/2005	16	17/4/2006
3	12/9/2005	17	12/5/2006
4	27/9/2005	18	26/5/2006
5	14/10/2005	19	5/6/2006
6	25/10/2005	20	22/6/2006
7	9/11/2005	21	10/7/2006
8	22/11/2005	22	19/7/2006
9	8/12/2005	23	7/8/2006
10	11/1/2006	24	23/8/2006
11	1/2/2006	25	8/9/2006
12	14/2/2006	26	19/9/2006
13	2/3/2006	27	5/10/2006
14	22/3/2006	28	16/11/2006

3.2.2 Μετρήσεις πεδίου

Πραγματοποιούνται μετρήσεις των εξής χαρακτηριστικών:

1. Παροχή ποταμού
2. pH
3. Ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC)
4. Διαλελυμένο οξυγόνο (ΔΟ)
5. Θερμοκρασία ύδατος (Τ)

3.2.2.1 Μεθοδολογία μετρήσεων πεδίου

Δειγματοληψία: Η δειγματοληψία των δειγμάτων νερού γινόταν απευθείας από τον ποταμό, χωρίς τη χρήση οργάνων αφού τα σημεία επιλέχθηκαν έτσι ώστε να προσφέρουν εύκολη πρόσβαση στον ποταμό. Τα δείγματα τοποθετούνταν σε δοχεία και μεταφέρονταν για αναλύσεις στο εργαστήριο την ίδια ημέρα.

Παροχή: Η μέτρηση της παροχής στον ποταμό γινόταν με το ρευματογράφο Valeport μοντέλο 801 ως εξής: Η διατομή του ποταμού σε κάθε σταθμό μέτρησης χωριζόταν σε μικρότερες διατομές πλάτους 50cm. Στο μέσο κάθε τέτοιας διατομής γινόταν μέτρηση της ταχύτητας ροής του ποταμού σε βάθος 60% από την επιφάνεια. Από το βάθος, πλάτος και ταχύτητα σε κάθε υποδιατομή υπολογιζόταν η επί μέρους παροχή. Το συνολικό άθροισμα των επί μέρους παροχών των υποδιατομών έδινε τη συνολική παροχή του ποταμού.

Λοιπές παράμετροι: Οι μετρήσεις θερμοκρασίας, διαλυμένου οξυγόνου, αγωγιμότητας και pH γίνονταν στο πεδίο με τη χρήση φορητών μετρητών της εταιρίας WTW (OXI 197, LF 197, pH 197).

3.2.2.2 Παράθεση μετρήσεων πεδίου

Στους Πίνακες 3.2.1, 3.2.2 και 3.2.3 δίδονται ανά ημερομηνία εξόρμησης οι τιμές των επί τόπου μετρηθεισών παραμέτρων στον Σταθμό «Φωλιά» κατά τη διάρκεια του έτους 2006.

Πίνακας 3.2.1 Επί τόπου μετρήσεις παραμέτρων που πραγματοποιήθηκαν στον Σταθμό «Φωλιά»

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /sec)	pH	EC (μS/cm)	DO (mg/L)	T (°C)
05/08/2005	0.000	8.19	349	6.6	24.7
29/08/2005	0.001	8.38	353	5.6	24.1
12/09/2005	0.004	8.05	388	5.0	22.7
27/09/2005	0.015	8.05	375	4.6	19.1
14/10/2005	0.054	7.93	217	4.6	14.5
25/10/2005	0.107	8.06	192.4	5.6	15.8
09/11/2005	0.025	8.27	203	7.4	13.5
22/11/2005	0.195	7.7	108.1	8.0	5.4
08/12/2005	0.853	7.73	107.8	6.6	8.3
20/12/2005	0.755	7.79	114.3	8.2	1.9
11/01/2006	Δεν μετρήθηκε	7.82	94.3	10.8	3.2
01/02/2006	0.472	7.79	102.5	10.0	3.8
14/02/2006	Δεν μετρήθηκε	Δεν μετρήθηκε	125.6	8.5	Δεν μετρήθηκε
02/03/2006	Δεν μετρήθηκε	7.34	98.3	7.5	6.9
22/03/2006	0.781	7.6	134	6.8	9.3
06/04/2006	0.584	7.67	112	7.2	10.6
17/04/2006	0.386	7.57	124	7.0	12.4
12/05/2006	0.253	7.71	196	7.1	14.3
26/05/2006	0.141	7.76	160	7.3	20.6
05/06/2006	Δεν μετρήθηκε	7.67	112	6.5	22.3
22/06/2006	0.030	8.16	255	5.9	25.3
10/07/2006	0.044	8.96	216	6.3	26.5
19/07/2006	0.054	7.99	239	5.1	22.5
07/08/2006	0.035	7.93	280	5.8	25.5
23/08/2006	0.000	7.71	279	4.1	21.6
08/09/2006	0.003	8.26	326	4.7	20.2
19/09/2006	0.011	8.07	367	5.2	21.3
05/10/2006	0.412	7.94	246	5.7	18.6
16/11/2006	0.305	7.89	208	7.2	16.4

Πίνακας 3.2.2 Επί τόπου μετρήσεις παραμέτρων που πραγματοποιήθηκαν στον Σταθμό «Παραδημή»

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /sec)	pH	EC (μS/cm)	DO (mg/L)	T (°C)
05/08/2005	0.050	Δεν μετρήθηκε	1010	3.6	26.0
29/08/2005	0.151	7.62	883	3.7	23.6
12/09/2005	0.043	7.62	910	4.9	26.7
27/09/2005	0.070	7.74	960	2.9	20.1
14/10/2005	0.244	7.55	767	3.1	15.5
25/10/2005	0.105	7.84	729	5.8	17.3
09/11/2005	0.086	7.75	675	8.5	13.5
22/11/2005	0.692	7.48	332	7.0	6.2
08/12/2005	1.843	7.64	327	6.7	8.5
20/12/2005	1.984	7.67	378	7.5	3.7
11/01/2006	Δεν μετρήθηκε	7.73	303	9.8	3.9
01/02/2006	1.846	7.53	514	8.3	4.1
14/02/2006	Δεν μετρήθηκε	Δεν μετρήθηκε	326	7.4	Δεν μετρήθηκε
02/03/2006	Δεν μετρήθηκε	7.62	266	6.8	7.3
22/03/2006	Δεν μετρήθηκε	7.6	460	6.2	10.8
06/04/2006	3.190	7.89	524	7.3	12.1
17/04/2006	2.900	7.53	496	5.8	13.8
12/05/2006	1.091	7.19	361	5.3	16.6
26/05/2006	0.754	7.43	704	6.1	20.4
05/06/2006	Δεν μετρήθηκε	7.61	388	5.9	23.9
22/06/2006	0.699	7.7	736	6.3	22.3
10/07/2006	0.017	7.71	764	5.4	22.4
19/07/2006	0.144	7.58	826	4.9	22.4
07/08/2006	0.093	7.74	970	4.3	25.6
23/08/2006	0.000	7.67	920	4.8	24.9
08/09/2006	0.254	7.68	930	3.8	22.0
19/09/2006	0.681	7.81	926	5.4	21.7
05/10/2006	0.783	7.48	851	6.1	17.9
16/11/2006	0.839	7.53	724	7.9	16.8

Πίνακας 3.2.3 Επί τόπου μετρήσεις παραμέτρων που πραγματοποιήθηκαν στον Σταθμό «Ισμαρίδα»

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /sec)	pH	EC (μS/cm)	DO (mg/L)	T (°C)
05/08/2005	0.000	9.21	849	11.9	29.9
29/08/2005	0.000	7.66	625	4.4	27.9
12/09/2005	0.000	7.75	711	3.5	26.0
27/09/2005	0.000	7.92	804	4.1	22.9
14/10/2005	0.093	8	730	3.0	Δεν μετρήθηκε
25/10/2005	0.134	8.3	726	9.5	17.7
09/11/2005	0.123	8.6	666	12.0	12.3
22/11/2005	0.413	7.71	305	7.7	6.8
08/12/2005	1.564	7.75	346	6.1	8.7
20/12/2005	1.729	7.81	418	8.8	5.0
11/01/2006	Δεν μετρήθηκε	7.79	358	9.7	4.4
01/02/2006	1.771	7.77	553	8.5	5.3
14/02/2006	Δεν μετρήθηκε	Δεν μετρήθηκε	318	7.8	Δεν μετρήθηκε
02/03/2006	Δεν μετρήθηκε	8.11	264	7.3	8.9
22/03/2006	Δεν μετρήθηκε	7.76	473	6.3	11.6
06/04/2006	3.461	8.29	550	8.4	15.0
17/04/2006	2.600	8.2	506	7.9	16.8
12/05/2006	0.671	7.81	366	6.9	18.9
26/05/2006	0.540	6.98	780	6.7	22.4
05/06/2006	Δεν μετρήθηκε	8.5	363	6.0	23.9
22/06/2006	0.452	8.08	642	6.9	26.6
10/07/2006	0.294	8.61	710	5.3	27.8
19/07/2006	0.089	8.64	799	5.9	24.5
07/08/2006	0.026	8.38	769	4.5	25.9
23/08/2006	0.000	8.81	742	8.5	26.9
08/09/2006	0.098	7.81	848	7.5	24.3
19/09/2006	0.148	7.78	826	6.4	22.2
05/10/2006	0.699	7.52	794	7.8	20.4
16/11/2006	0.987	7.49	710	8.3	17.3

3.2.3 Μετρήσεις εργαστηρίου

Τα μεταφερθέντα δείγματα νερού στο Εργαστήριο Οικολογικής Μηχανικής και Τεχνολογίας του Τμήματος Μηχανικών Περιβάλλοντος του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης, μετά από κάθε εξόρμηση, αναλύονταν χημικά για τον προσδιορισμό των συγκεντρώσεων των εξής χαρακτηριστικών:

1. Ολικά αιωρούμενα στερεά (ΟΑΣ)
2. Οξυγόνο βιοχημικά απαιτούμενο (BAO₅), χημικά απαιτούμενο (ΧΑΟ)
3. Άζωτο νιτρωδών (N-NO₂⁻), νιτρικών (N-NO₃⁻), αμμωνιακών (N-NH₄⁺), ολικό κατά KJELDAHL (TKN)
4. Ορθοφωσφορικά (PO₄³⁻), ολικός φώσφορος (Ολικός P)
5. Χλωροφύλλη-α

3.2.3.1 Μεθοδολογία μετρήσεων εργαστηρίου

Οι αναλύσεις για τον προσδιορισμό των χημικών παραμέτρων πραγματοποιούνταν στο εργαστήριο, την ίδια μέρα, αμέσως μετά τις δειγματοληψίες.

Ολικά αιωρούμενα στερεά: Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης των ΟΑΣ γινόταν στο εργαστήριο, με διήθηση των δειγμάτων σε φίλτρα μεμβράνης διαμέτρου πόρων 0,45 μm και ξήρανση στους 104 °C μέχρι σταθερού βάρους (Standard Method 2540D)²³.

Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο: Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης του BAO₅ γινόταν με την συσκευή WTW Oxitor σε ειδικές φιάλες και επώαση στους 20° C (Standard Method 5210-B).

Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο: Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης του ΧΑΟ γινόταν με τιτλοδότηση με FAS μετά από χώνευση των δειγμάτων (Standard Method 5220-B).

Άζωτο νιτρικών ιόντων: Η συγκέντρωση του N-NO₃⁻ προσδιορίζονταν φασματοφωτομετρικά με τη μέθοδο αναγωγής με κάδμιο (Standard Method 4500 - NO₃⁻ E). Το εύρος της μεθόδου είναι 0.01–1.0 mg N-NO₃⁻/L. Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις νιτρικών αντιμετωπίζονταν με κατάλληλες αραιώσεις.

Άζωτο νιτρωδών ιόντων: Η συγκέντρωση του N-NO₂⁻ προσδιοριζόταν φασματοφωτομετρικά με τη μέθοδο κατεργασίας του δείγματος με διαζωνιακό σουλφανιλαμίδιο και με N-(1-ναφθυλο)-αιθυλενοδιαμίνη (N-[1 naphthyl]-ethylendiamine dihydrochloride) (Standard Method 4500-NO₂⁻ B). Το εύρος της μεθόδου είναι 10–1000μg N-NO₂⁻/L.

Άζωτο αμμωνιακών ιόντων: Για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης του N-NH₄⁺ χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της φαινόλης (Standard Method 4500-NH₃).

Ολικός φώσφορος και ορθοφωσφορικά ιόντα: Η συγκέντρωση του ολικού P και των PO₄³⁻ γινόταν με τη μέθοδο κασσιτέρου (Standard Method 4500- P D). Η ελάχιστη συγκέντρωση που μετράται είναι 3μg/L.

Ολικό Kjeldahl άζωτο: Το TKN που περιέχεται στο υπό εξέταση δείγμα μετατρέπεται σε αμμωνία εφαρμόζοντας χώνευση με οξέα υπό την παρουσία μεταλλικού καταλύτη. Στη συνέχεια η αμμωνία διαχωρίζεται με την εφαρμογή απόσταξης και τελικά δεσμεύεται σε διάλυμα θειικού οξέος.

Χλωροφύλλη-α: Ο προσδιορισμός της χλωροφύλλης-α του φυτοπλαγκτόν γίνεται με τρεις μεθόδους: φασματοφωτομετρική (spectrophotometric), φθορισμομετρική (fluorometric) και οι υψηλής απόδοσης χρωματογραφικές τεχνικές (high-performance liquid chromatographic, HPLC). Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε η πρώτη μέθοδος (Standard Method 10200-H).

Για τις μετρήσεις φασματοφωτομετρίας χρησιμοποιήθηκαν τα φασματοφωτόμετρα WTW PhotoLab Spectral, JENWAY 6305. Οι παραπάνω μέθοδοι επιλέχθηκαν με κριτήριο τις αναμενόμενες συγκεντρώσεις των θρεπτικών στα νερά του ποταμού. Στις περιπτώσεις που οι συγκεντρώσεις υπερέβαιναν τα όρια των μεθόδων, πραγματοποιούνταν κατάλληλες αραιώσεις των δειγμάτων. Για κάθε μέθοδο δημιουργήθηκαν πρότυπες καμπύλες συγκέντρωσης-απορρόφησης, οι οποίες επαναλαμβάνονταν ανά τακτά διαστήματα, έτσι ώστε να επιβεβαιώνεται η ακρίβεια και η αξιοπιστία των μεθόδων.

3.2.3.2 Παράθεση μετρήσεων εργαστηρίου

Στους Πίνακες 3.2.4, 3.2.5 και 3.2.6 δίδονται οι τιμές των παραμέτρων που μετρήθηκαν στο εργαστήριο.

²³ APHA & AWWA (1998) *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 20th edition.

Πίνακας 3.2.4 Μετρήσεις παραμέτρων στα δείγματα Σταθμού «Φωλιά» του Βοζβόζη Ποταμού

Ημερομηνία Εξόρμησης	ΟΑΣ (mg/L)	ΒΑΟ (mg/l)	ΧΑΟ (mg/l)	NO ₂ ⁻ -N (μg/L)	NO ₃ ⁻ -N (μg/L)	NH ₄ ⁺ -N (μg/L)	TKN (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (μg/L)	Ολικός P (mg/L)	Χλωροφύλλη-α (mg/L)
05/08/2005	7.00	10.7	48.0	5.2	0.0	38.0	1.68	302.60	0.345	3.71
29/08/2005	0.00	10.0	81.6	46.2	0.0	247.1	5.04	151.82	0.185	1.17
12/09/2005	0.00	10.2	110.4	0.0	0.0	70.8	5.60	136.36	0.309	2.24
27/09/2005	0.00	28.8	283.2	0.3	0.0	690.7	5.60	895.46	1.521	0.79
14/10/2005	0.00	18.7	288.0	4.8	0.0	119.8	4.10	123.64	0.197	0
25/10/2005	0.87	40.1	144.0	0.7	0.0	91.1	3.92	81.82	0.215	ΔΜ
09/11/2005	2.13	0.6	196.8	2.1	0.0	2515.8	2.52	68.18	0.215	0
22/11/2005	ΔΜ*	0.0	120.0	14.8	444.3	274.1	3.08	204.55	0.246	0
08/12/2005	0.00	6.7	52.8	12.1	621.1	354.2	3.20	341.82	0.519	0
20/12/2005	0.00	10.2	9.6	0.7	545.0	1166.4	3.20	205.46	0.331	0
11/01/2006	0.00	7.3	4.8	1.7	ΔΜ	362.7	4.21	165.10	0.191	0
01/02/2006	ΔΜ	6.7	4.8	13.4	516.1	2700.5	3.36	203.54	0.343	0
14/02/2006	0.00	ΔΜ	24.0	21.4	242.8	2487.1	ΔΜ	142.73	0.231	0
02/03/2006	0.00	9.8	28.8	1.0	144.0	1647.1	3.40	77.27	0.103	0
22/03/2006	0.00	0.0	43.2	15.2	309.9	2996.5	2.41	80.91	0.354	0.58
06/04/2006	0.00	0.0	57.6	17.6	418.2	338.2	2.52	0.00	0.010	0.58
17/04/2006	0.00	0.0	33.6	15.5	238.9	1275.2	ΔΜ	54.55	0.065	0
12/05/2006	ΔΜ	3.3	115.2	5.2	218.0	221.8	2.41	0.00	0.000	0.36
26/05/2006	0.00	2.5	85.5	13.1	230.4	103.7	2.51	236.36	0.291	0.49
05/06/2006	0.00	5.1	112.6	5.5	340.7	2363.1	3.10	90.91	0.122	0
22/06/2006	0.00	ΔΜ	0.0	0.5	141.9	1647.1	2.19	60.91	0.650	1.05
10/07/2006	0.00	0.0	0.0	37.6	104.8	269.0	ΔΜ	672.73	0.899	2.38
19/07/2006	0.00	16.6	88.3	33.8	44.2	1647.1	2.06	97.27	0.114	ΔΜ
07/08/2006	0.00	9.6	0.0	12.1	49.5	ΔΜ	3.08	72.73	0.073	4.65
23/08/2006	0.00	6.7	29.5	3.1	180.7	86.9	4.95	4.55	0.032	4.19
08/09/2006	0.00	5.9	76.0	3.4	18.5	348.5	3.80	87.00	0.179	2.19
19/09/2006	0.00	12.6	114.0	64.8	176.2	237.3	3.40	18.00	0.059	1.09
05/10/2006	0.00	16.3	204.0	38.5	101.4	189.6	2.90	49.00	0.192	0
16/11/2006	0.00	3.8	147.0	0.0	99.6	205.7	3.10	41.00	0.157	0

* Δεν μετρήθηκε

Πίνακας 3.2.5 Μετρήσεις παραμέτρων στα δείγματα Σταθμού «Παραδημή» του Βοζβόζη Ποταμού

Ημερομηνία Εξόρμησης	ΟΑΣ (mg/L)	ΒΑΟ (mg/l)	ΧΑΟ (mg/l)	NO ₂ ⁻ -N (μg/L)	NO ₃ ⁻ -N (μg/L)	NH ₄ ⁺ -N (μg/L)	TKN (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (μg/L)	Ολικός P (mg/L)	Χλωροφύλλη-α (mg/L)
05/08/2005	6.40	9.6	52.8	66.2	0.0	244.6	6.44	398.34	0.470	7.55
29/08/2005	0.00	15.2	96.0	324.8	1666.9	651.1	7.00	360.91	3.364	0.37
12/09/2005	0.00	11.3	81.6	644.5	1373.0	2181.0	8.40	440.91	0.661	1.54
27/09/2005	2.80	35.6	283.2	332.8	173.4	1407.6	3.08	445.46	1.250	0.76
14/10/2005	4.67	22.0	302.4	379.0	46.8	2151.4	5.60	398.18	0.428	0
25/10/2005	1.27	22.6	158.4	206.2	495.2	247.1	4.76	220.91	0.298	ΔΜ
09/11/2005	0.00	4.0	201.6	219.7	354.8	1032.3	3.08	189.34	0.214	0
22/11/2005	ΔΜ	4.3	134.4	39.7	426.5	485.8	3.08	209.09	0.260	0
08/12/2005	1.67	5.6	67.2	21.7	497.9	368.6	3.08	304.55	0.503	0
20/12/2005	6.27	11.3	28.8	5.5	2996.5	778.4	3.41	103.64	0.417	0
11/01/2006	1.73	10.4	4.8	11.4	ΔΜ	1334.2	3.90	109.57	0.123	0
01/02/2006	ΔΜ	9.7	14.4	409.3	2580.6	1637.8	5.04	273.64	0.401	0
14/02/2006	6.20	ΔΜ	0.0	225.5	2367.5	1707.0	ΔΜ	230.91	0.259	0
02/03/2006	21.67	8.7	4.8	0.0	245.9	802.0	3.09	113.09	0.145	0
22/03/2006	18.73	3.6	76.8	37.6	482.2	978.3	4.10	91.82	1.237	0.22
06/04/2006	0.00	7.9	52.8	49.3	1935.7	153.5	1.68	17.27	0.202	0.22
17/04/2006	0.00	15.2	72.0	42.1	1967.8	255.5	ΔΜ	84.55	0.130	0
12/05/2006	ΔΜ	10.7	163.2	174.5	319.8	274.1	2.16	0.00	0.000	0.36
26/05/2006	0.00	6.7	91.7	293.8	1876.8	847.6	4.10	501.82	0.693	0.79
05/06/2006	0.00	10.4	135.6	216.9	848.3	2036.7	4.30	333.64	0.335	0
22/06/2006	0.00	ΔΜ	0.0	201.4	2232.2	1630.2	5.60	238.94	0.249	0.57
10/07/2006	0.00	13.5	0.0	114.5	2319.1	363.5	ΔΜ	310.00	0.353	1.59
19/07/2006	0.00	20.2	92.2	205.5	1518.3	1647.1	3.10	139.09	0.328	ΔΜ
07/08/2006	0.00	14.7	0.0	161.0	1562.8	ΔΜ	6.21	36.18	0.391	8.59
23/08/2006	0.00	9.0	51.7	217.9	1302.6	344.9	5.40	1331.82	1.568	5.12
08/09/2006	0.00	8.3	85.0	204.1	420.4	785.6	4.10	264.00	0.565	1.23
19/09/2006	0.00	14.1	207.0	146.6	1402.0	1204.1	4.60	467.00	0.811	1.59
05/10/2006	0.00	18.7	228.0	124.6	1364.8	423.7	3.80	261.00	0.644	0
16/11/2006	0.00	6.5	164.0	76.6	1911.4	394.5	3.60	86.00	0.225	0

Πίνακας 3.2.6 Μετρήσεις παραμέτρων στα δείγματα Σταθμού «Ισμαρίδα» του Βοζβόζη Ποταμού

Ημερομηνία Εξόρμησης	ΟΑΣ (mg/L)	ΒΑΟ (mg/l)	ΧΑΟ (mg/l)	NO ₂ ⁻ -N (μg/L)	NO ₃ ⁻ -N (μg/L)	NH ₄ ⁺ -N (μg/L)	TKN (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (μg/L)	Ολικός P (mg/L)	Χλωροφύλλη-α (mg/L)
05/08/2005	30.07	22.0	115.2	71.4	0.0	68.3	4.76	149.07	0.159	13.35
29/08/2005	23.67	21.5	96.0	10.0	1837.4	178.8	7.00	28.18	0.197	4.02
12/09/2005	5.60	13.8	139.2	10.3	973.2	87.7	4.76	126.36	0.258	1.81
27/09/2005	13.53	57.8	283.2	14.5	904.5	129.9	4.20	122.73	0.441	0.36
14/10/2005	5.53	15.8	288.0	53.1	444.8	128.2	4.95	243.64	0.308	0
25/10/2005	0.00	39.0	139.2	66.6	595.9	684.8	3.36	138.18	0.236	ΔΜ
09/11/2005	0.00	0.6	201.6	38.3	280.7	195.7	4.20	194.61	0.236	0
22/11/2005	ΔΜ	7.2	148.8	20.3	600.3	185.5	4.20	165.46	0.247	0
08/12/2005	19.00	7.0	52.8	26.2	629.1	447.8	3.90	327.27	0.334	0
20/12/2005	15.47	19.8	9.6	20.3	2191.0	589.5	3.90	103.64	0.410	0
11/01/2006	10.80	5.1	0.0	12.8	ΔΜ	411.6	4.20	120.94	0.127	0
01/02/2006	ΔΜ	8.6	28.8	535.2	2670.2	1393.3	4.20	262.73	0.389	0
14/02/2006	2.13	ΔΜ	0.0	296.6	2513.2	1790.5	ΔΜ	169.47	0.190	0
02/03/2006	12.40	8.7	43.2	2.1	400.9	1647.1	3.20	139.09	0.152	0
22/03/2006	17.13	0.0	43.2	33.8	394.7	339.9	4.95	83.64	1.606	0
06/04/2006	0.00	9.5	76.8	95.9	3084.0	269.0	1.00	20.14	0.191	0
17/04/2006	0.00	21.5	48.0	74.1	2454.4	155.2	ΔΜ	124.55	0.201	0
12/05/2006	ΔΜ	13.9	9.6	239.3	517.9	211.7	1.30	0.00	0.000	0.76
26/05/2006	0.00	7.6	37.0	382.8	2489.1	463.0	4.50	408.18	0.584	1.17
05/06/2006	0.93	3.6	140.6	255.5	1377.0	281.7	3.40	270.00	0.338	0
22/06/2006	0.00	ΔΜ	0.0	172.1	2262.7	652.8	3.95	220.91	0.294	1.8
10/07/2006	0.00	14.9	0.0	38.6	2396.2	305.3	ΔΜ	240.00	0.273	4.69
19/07/2006	0.00	19.7	117.1	41.4	1244.2	775.9	3.80	163.64	0.235	ΔΜ
07/08/2006	29.07	12.4	0.0	20.7	1264.9	ΔΜ	5.19	163.64	0.181	17.67
23/08/2006	0.00	0.0	36.5	9.7	432.3	1384.0	7.10	114.55	0.609	9.56
08/09/2006	0.00	0.0	112.0	51.4	500.1	987.1	4.50	107.00	0.228	4.28
19/09/2006	0.00	15.7	215.0	48.3	724.8	516.3	3.70	71.00	0.227	2.06
05/10/2006	0.00	17.1	206.0	63.6	1237.9	324.6	4.10	41.00	0.471	0
16/11/2006	0.00	5.8	175.0	80.3	2354.4	180.3	3.90	53.00	0.453	0

4. Π.Ε.4 – ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΩΝ – ΑΙΤΙΟΚΡΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

4.1 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΛΦΕΙΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ

4.1.1 Εισαγωγή

Η οδηγία «πλαίσιο» ύδατος 2000/60/EC (WFD, 2000) είναι ένα σημαντικό εργαλείο της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) που στοχεύει να εναρμονίσει την βιώσιμη διαχείριση των υδατικών πόρων μεταξύ των κρατών μελών με τη θέσπιση πλαισίου για την προστασία των εσωτερικών επιφανειακών υδάτων, των μεταβατικών υδάτων, των παράκτιων υδάτων και των υπογείων υδάτων. Η επίσημη συμμόρφωση της Ελλάδας με την WFD έγινε με την έγκριση του Νόμου 3199/03 (ΦΕΚ 280Α/2003) για την προστασία και διαχείριση υδάτων. Ο κύριος περιβαλλοντικός στόχος της WFD είναι να επιτευχθεί ισχυρό οικολογικό δυναμικό και υψηλή ποιότητα υδάτων μέσα σε 15 έτη μετά από την επίσημη συμμόρφωση (το 2018 για την Ελλάδα). Επομένως, είναι απαραίτητο να παρακολουθείται η οικολογική και χημική κατάσταση των επιφανειακών υδάτων, η χημική και ποσοτική κατάσταση των υπογείων υδάτων, επί πλέον των ειδικών χαρακτηριστικών των προστατευόμενων περιοχών βάσει των οποίων οι περιοχές αυτές έχουν εγκαθιδρυθεί. Η παρακολούθηση πρέπει να καλύπτει τις φυσικο-χημικές, υδρο-μορφολογικές, βιολογικές και χημικές παραμέτρους (Allan και λοιποί 2006). Τα προγράμματα παρακολούθησης πρέπει να εισαχθούν μέχρι τον Δεκέμβριο 2006 και να περιλαμβάνουν τοπογράφηση, λειτουργικούς και διερευνητικούς τρόπους παρακολούθησης (US-EPA 2005). Ένα απλουστευμένο σχέδιο έχει δοθεί από τους Allan και λοιπούς (2006), οι οποίοι επιπλέον έχουν ασκήσει κριτική στα εξελισσόμενα βιολογικά και χημικά εργαλεία παρακολούθησης που δύνανται να ενσωματωθούν στις τεχνικές για την αξιολόγηση της ποιότητας υδάτων. Η υποστήριξη αποφάσεων υδατικών πόρων στις λεκάνες απορροής ποταμών ακολουθώντας την WFD πρέπει να βασιστεί στις εκτιμήσεις φορτίων ρύπανσης.

Τα διάφορα φυσικά φαινόμενα και οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες που εμφανίζονται σε μια λεκάνη απορροής ποταμού αποτελούν τις πηγές ρύπανσης με επακόλουθες ρυπαντικές εκπομπές. Οι πηγές ρύπανσης επιφανειακών υδάτων διακρίνονται γενικά σε δύο τύπους: (α) *Σημειακές πηγές (PS)*, όπου η ρυπαντική φόρτιση γίνεται σε μια καλά καθορισμένη θέση ή μια επιφάνεια περιορισμένης έκτασης σε σύγκριση με το μέγεθος της υπολεκάνης ή το μήκος του ποταμού. Τέτοιες πηγές περιλαμβάνουν συνήθως τις απορρίψεις υγρών αποβλήτων αποχετευτικών δικτύων και οικιακών, δημοτικών, βιομηχανικών, αγροτο-τουριστικών συστημάτων βιολογικής επεξεργασίας και άλλων εγκαταστάσεων, καθώς επίσης και τις απορρίψεις υγρών αποβλήτων κτηνοτροφικών μονάδων. (β) *Μη σημειακές πηγές (NPS)*, όπου η ρυπαντική φόρτιση είναι γραμμικά ή επιφανειακά διασκορπισμένη (κατά μήκος των όχθων ποταμού και φορτίσεις υπογείων υδάτων μέσω διήθησης). Η NPS ρυπαντική φόρτιση προκαλείται από την απορροή που κινείται επί και μέσω του εδάφους, μεταφέροντας φυσικούς (άγρια φύση ή γεωλογικοί ρύποι) και ανθρωπογενείς ρύπους από παράνομες απορρίψεις οικιακών και βιομηχανικών υγρών αποβλήτων, οδοστρωμάτων, περιοχών πρασίνου, δενδρωδών καλλιεργειών, λιβαδιών, κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων και ξηράς ή υγρής απόθεσης ατμοσφαιρικών ρύπων και τελικά της κατάληξής τους στα επιφανειακά ύδατα. Η NPS ρύπανση συμβάλλει κυρίως σε θρεπτικές ουσίες, φυτοφάρμακα και ιζήματα. Τόσο οι PS όσο και οι NPS ρύποι συμβάλλουν στη ρύπανση επιφανειακών υδάτων και προκαλούν ευτροφισμό.

Η παρούσα εργασία σκοπεύει να (α) προτείνει κατάλληλα προγράμματα παρακολούθησης ώστε να ισχύσουν στους συγκεκριμένους τύπους ελληνικών λεκανών απορροής ποταμών σχετικά με το περίπλοκο πλαίσιο αρμοδίων αρχών και των συμμετασχόντων φορέων, και (β) προσδιορίσει ιδιαίτερα οικονομικά εργαλεία γρήγορης απόδοσης είτε για πρόβλεψη είτε για μέτρηση της ρύπανσης ποταμών. Τέτοια εργαλεία μπορούν να ενσωματωθούν στα σχέδια διαχείρισης λεκανών απορροής ποταμών, όπως έχει δείχθει πρωτίστως από Γιαννόπουλο (2005). Οι γενικές περιγραφές των σχετικών σχεδίων διαχείρισης για λεκάνες ποταμών με ιδιαίτερη πολυπλοκότητα, όπως η λεκάνη του Αλφειού Ποταμού, δίνονται από τους Manariotis και Yannopoulos (2004, 2006). Προκειμένου να δοθεί έμφαση στα πιο κατάλληλα εργαλεία σύμφωνα με τους προαναφερθέντες λόγους, περιλαμβάνεται επιπροσθέτως μια μελέτη - περίπτωσης.

4.1.2 Μεθοδολογία εκτίμησης φορτίων ρύπανσης

4.1.2.1 Μέθοδοι

Φορτίο ρύπανσης συγκεκριμένου ρύπου είναι η ποσότητα της μάζας που εκπέμπεται ανά μονάδα χρόνου από PS ή NPS μιας καθορισμένης περιοχής. Το εκάστοτε φορτίο ρύπανσης σε ύδατα ποταμού υπολογίζεται με πολλαπλασιασμό της παροχής του ποταμού επί την μετρηθείσα συγκέντρωση του ρύπου

σε μια ορισμένη διατομή του ποταμού. Οι μέθοδοι εκτίμησης της NPS ρύπανσης μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο κύριες κατηγορίες: α) άμεση μέθοδος και β) έμμεση μέθοδος. Κατά την εφαρμογή της άμεσης μεθόδου, τα γεγονότα και αίτια που συμβάλλουν σε NPS ρύπανση περιγράφονται μαθηματικά (Hartigan και λοιποί 1983). Αντιθέτως, με την έμμεση μέθοδο, η ρύπανση NPS συσχετίζεται με διαθέσιμα δεδομένα ποιότητας επιφανειακών υδάτων. Για την αξιολόγηση της NPS ρύπανσης έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι και περιλαμβάνουν προσομοιωτές βασισμένους σε υπολογιστή για ανάλυση της ποσότητας και της ποιότητας υδάτων λεκανών απορροής ποταμών. Προσφάτως, χρησιμοποιούνται τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (GIS) για διευκόλυνση της επεξεργασίας και διαχείρισης των δεδομένων (Hsieh και Yang 2006). Για αξιολόγηση της PS και NPS ρύπανσης έχουν αναπτυχθεί ολοκληρωμένα μοντέλα GIS (BASINS), τα οποία περιλαμβάνουν ανάλυση δεδομένων και προσομοίωση (US-EPA 1997, Matejicek και λοιποί 2003, Hsieh και Yang 2006). Επιπλέον, έχουν αναπτυχθεί στρατηγικές ελέγχου για τη διαχείριση της ρύπανσης θρεπτικών για λεκάνες απορροής και επιφανειακά ύδατα (Peters 1973, Chapra και Tarapchak 1976, Haith και Dougherty 1976, Somlyody και Wets 1998, Yeh και Labadie 1997, Harrell και Ranjitham 2003).

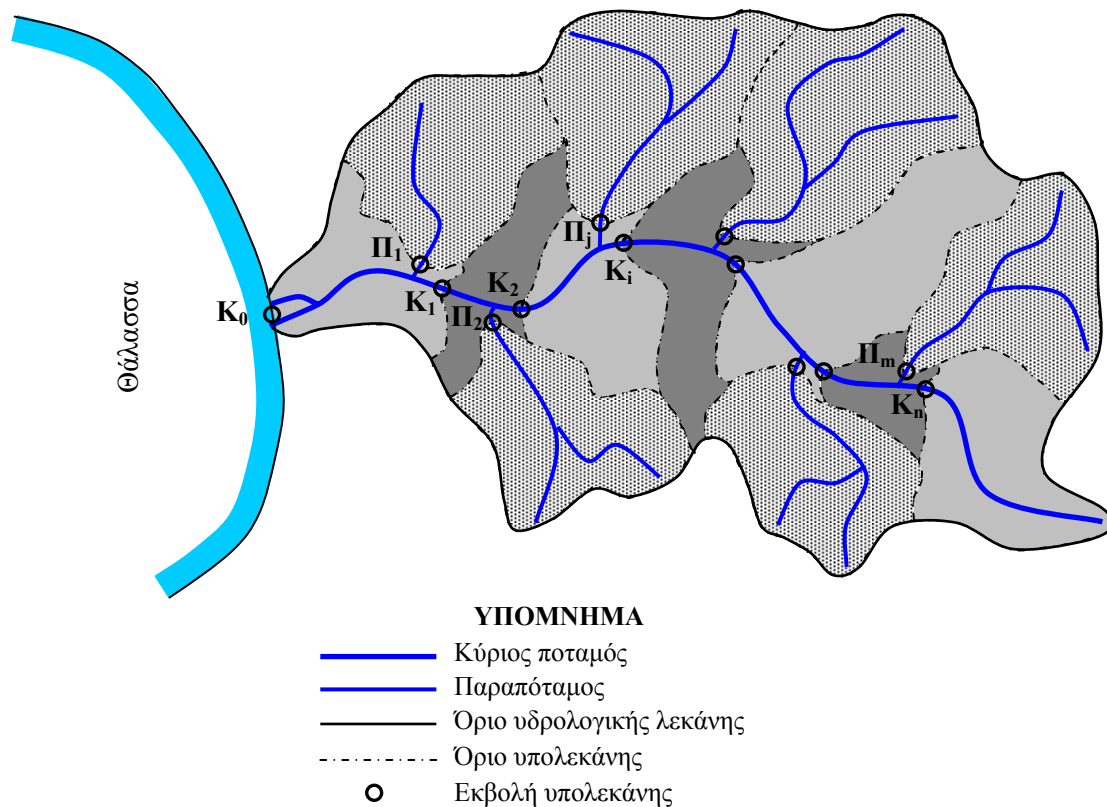
4.1.2.2 Φορτία ρύπανσης

Για τον υπολογισμό των φορτίων ρύπανσης στις πηγές εντός μιας λεκάνης απορροής ποταμού, προτείνεται η εφαρμογή της ακόλουθης διαδικασίας:

- (α) Διακριτοποιείται ολόκληρη η λεκάνη απορροής ποταμού σε υπολεκάνες και αυτές σε μικρότερες λεκάνες, όπως φαίνεται στο Σχέδιο 4.1.1
- (β) Εντοπίζεται κάθε PS
- (γ) Καθορίζεται η περιοχή που φορτίζεται από NPS
- (δ) Καθορίζονται τα χαρακτηριστικά κάθε πηγής, όπως ρύποι και φορτία εκπομπής, εποχή του έτους και διάρκεια κάθε ρυπαντικής φόρτισης κ.λπ.

Το σύνολο των φορτίων ρύπων, σε περίπτωση άμεσης εκπομπής στον ποταμό, ή μόνο ένα μέρος τους μπορεί να φθάσει στα ύδατα του ποταμού σε περίπτωση που οι ρύποι μεταναστεύουν βαθμιαία στα γειτονικά επιφανειακά ύδατα καθώς ξεπλένονται από την απορροή ή στα υπόγεια ύδατα λόγω διήθησης.

Για να υπολογιστούν τα φορτία ρύπανσης σε μια διατομή ποταμού, απαιτούνται ταυτόχρονες μετρήσεις παροχής και συγκεντρώσεων ρύπων. Εναλλακτικά, η παροχή του ποταμού μπορεί να προβλεφθεί από βαθμονομημένα μοντέλα βροχόπτωσης-απορροής με χρήση διαθέσιμων υδρομορφολογικών και γεωλογικών πληροφοριών.



Σχήμα 4.1.1 Διακριτοποιημένο ποτάμιο σύστημα.

Τόσο για την παροχή, όσο και για τις συγκεντρώσεις ρύπων σε διάφορες διατομές του ποταμού, πρέπει να είναι σε άμεση εκτέλεση συστηματικά προγράμματα παρακολούθησης και πρέπει να δημιουργηθούν και να ενημερώνονται συνεχώς συγκεκριμένες βάσεις δεδομένων, οι οποίες να συνδέονται με διαχειριστικά εργαλεία GIS. Όλα αυτά τα δεδομένα είναι απαραίτητα για τον υπολογισμό των συντελεστών ρύπανσης στις επιλεγμένες διατομές του ποταμού.

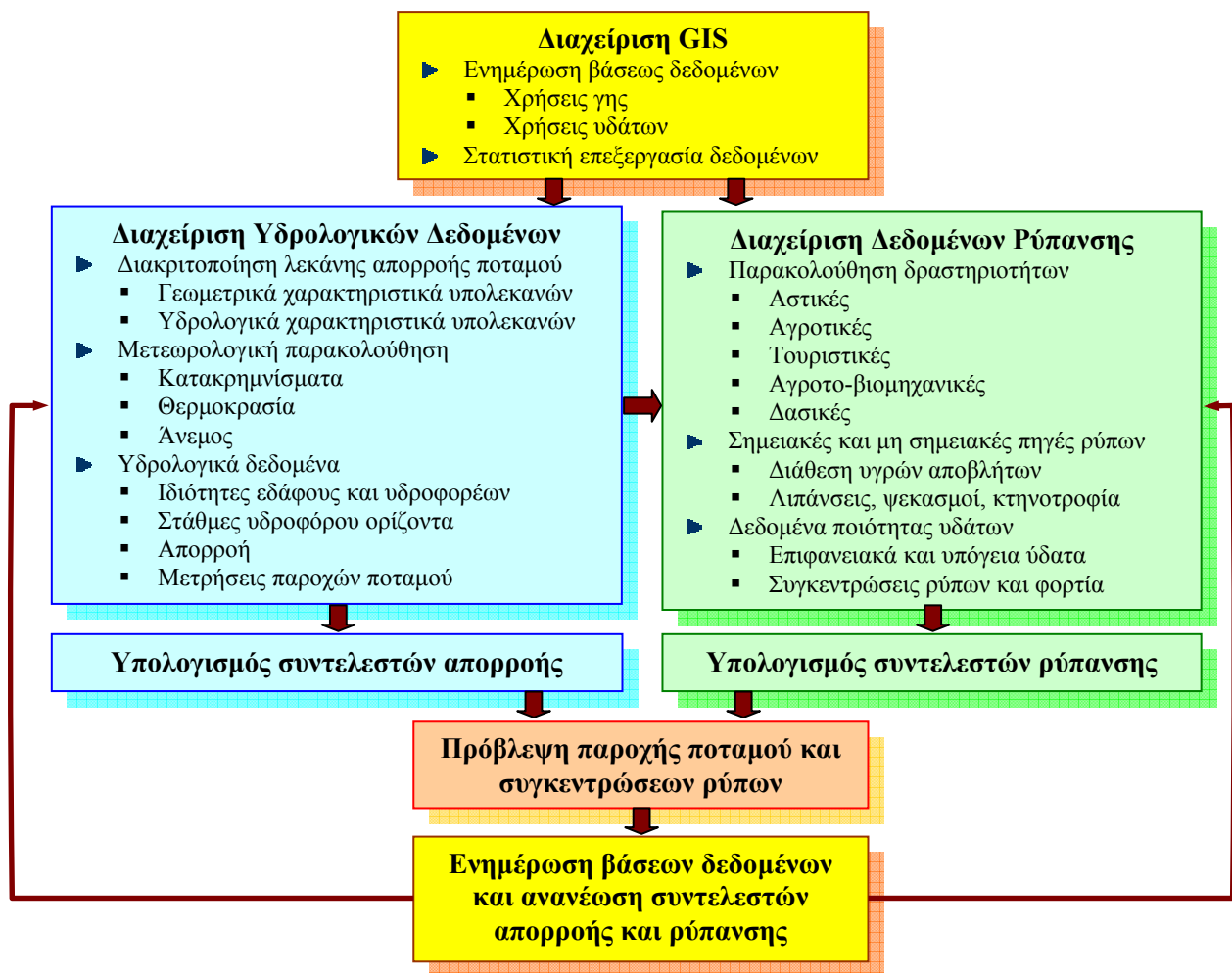
4.1.2.3 Συντελεστές ρύπανσης σε διατομή ποταμού

Για μια προβλεπόμενη περίοδο (μήνας, εποχή ή έτος) και κάθε ιδιαίτερο ρύπο, είναι δυνατόν να υπολογιστεί ένας συντελεστής ρύπανσης των υδάτων ποταμού που ρυπαίνονται από την σχετική υπολεκάνη. Αυτός ο συντελεστής ορίζεται ως ο λόγος της συνολικής μάζας, που εισάγεται στον ποταμό από την υπολεκάνη κατά τη διάρκεια της περιόδου αναφοράς, προς τη συνολική μάζα που υπολογίστηκε από το σύνολο των πηγών της υπολεκάνης κατά την ίδια περίοδο. Όπως με τους συντελεστές απορροής που εισάγουν τη συνεισφορά ύδατος μιας υπολεκάνης σε μια ορισμένη διατομή ποταμού, οι συντελεστές ρύπανσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να υπολογιστεί η συνεισφορά της ρύπανσης της ίδιας υπολεκάνης σε αυτήν την διατομή. Στο Σχήμα 4.1.2 δίδεται ένα συνοπτικό σχέδιο που περιλαμβάνει όλες τις ενότητες μιας απλουστευμένης μεθοδολογίας παρακολούθησης και ταχείας πρόβλεψης της ρύπανσης ποταμών.

4.1.3 Βιβλιογραφία

Allan, I.J., Vrana, B., Greenwood, R., Mills, G.A., Roig, B., and Gonzalez, C. (2006), A “toolbox” for biological and chemical monitoring requirements for the European Union’s Water Framework Directive, *Talanta* 69, 302-322.

Γιαννόπουλος Π.Χρ. (2005). "Μεθοδολογία Παρακολούθησης και Ταχείας Πρόβλεψης της Ρύπανσης Ποταμού σε Σχέση με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ". *Υδροτεχνικά Ε.Υ.Ε.*, Τόμος 15, σελ. 103-112.



Σχήμα 4.1.2 Ενότητες μεθοδολογίας για παρακολούθηση και πρόβλεψη ρύπανσης ποταμού.

- Chapra, S.C., and Tarapchak, S.J. (1976), A Chlorophyll-a model and its relationship to phosphorus loading plots for lakes, *Water Resources Research* 12 (6), 1260-1264.
- Haith, D.A., and Dougherty, J.V. (1976), Nonpoint source pollution from agricultural runoff, *Journal of Environmental Engineering Division-ASCE*, 102 (EE5), 1055-1069.
- Harrell, L.J., and Ranjithan, S.R. (2003), Detention pond design and land use planning for watershed management, *Journal of Water Resources Planning and Management* 129 (2), 98-106.
- Hartigan, J.P., Quasebarth, T.F., and Elizabeth, S. (1983), Calibration of NPS model loading factors, *Journal of Environmental Engineering Division-ASCE*, 109 (6), 1258-1272.
- Hsieh, C.D., and Yang, W.F. (2006), Study of Total Maximum Daily Load and Nonpoint Source Pollution Control Strategies for Reservoir Watershed, *Practice Periodical of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste Management-ASCE*, 10 (3), 134-143.
- Manariotis, I.D., and Yannopoulos, P.C. (2004), Adverse effects on Alfeios River Basin and an integrated management framework based on sustainability, *Environmental Management* 34 (2), 261-269.
- Manariotis, I. D., and Yannopoulos, P. C. (2006), Integrated management plan for the Alfeios River Basin, in *CD-ROM Proceedings of the 2nd International Congress "AQUA2006 - Water Science and Technology - Integrated Management of Water Resources"*, Athens - Greece, 23-26 November 2006, 6 pages.
- Matejicek, L., Benesova, L., and Tonika, J. (2003), Ecological modelling of nitrate pollution in small river basins by spreadsheets and GIS, *Ecological Modelling* 170, 245-263.
- Peters, R.H. (1973), Nutrient balances for the evaluation of nutrient sources in water quality management, *Water Resources Bulletin* 9(1), 49-53.
- Somlyody, L., and Wets, R.J.B. (1998), Stochastic optimization models for lake eutrophication management, *Operational Research* 36 (5), 660-681.
- WFD (Water Framework Directive) (2000), Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy, *Official Journal of the European Communities*, L327, 22.12.2000, Vol. 43, 1-72.
- US-EPA (1997), Compendium of tools for watershed assessment and TMDL development. EPA 841-B-97-006, United States Environmental Protection Agency, Washington, DC.
- US-EPA (2005), Handbook for Developing Watershed Plans to Restore and Protect Our Waters. Draft, Document No. EPA 841-B-05-005, Nonpoint Source Control Branch, Office of Water, United States Environmental Protection Agency, Washington. www.epa.gov/owow/nps/pubs.html
- Yeh, C.H., and Labadie, J.W. (1997), Multiobjective watershed-level planning of stormwater detention systems, *Journal of Water Resources Planning and Management* 123 (6), 336-343.

4.2 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΒΟΣΒΟΖΗ ΠΟΤΑΜΟΥ

4.2.1 Εισαγωγή

Η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε στην υδρολογική λεκάνη του Βοσβόζη Ποταμού και περιγράφεται στην συνέχεια συνιστά εναλλακτική μεθοδολογία εκείνης που αναπτύχθηκε για τον Αλφειό Ποταμό, προσαρμοσμένη στα μέσα και στις δυνατότητες που έχει το Εργαστήριο Οικολογικής Μηχανικής & Τεχνολογίας του Τμήματος Μηχανικών Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θράκης.

4.2.2 Περιγραφή μοντέλου SWAT

Τα αρχικά SWAT αποτελούν ακρωνύμια του Soil and Water Assessment Tool. Το SWAT είναι ένα μοντέλο προσομοίωσης λεκανών απορροής που αναπτύχθηκε από τον Dr. Jeff Arnold για την USDA-ARS (US Department of Agricultural - Agricultural Research Service). Το μοντέλο SWAT αναπτύχθηκε για να προβλέπει την επίδραση διαφόρων πρακτικών διαχείρισης γης στα νερά, στα φερτά και τα

φυτοφάρμακα σε μεγάλες, πολύπλοκες λεκάνες απορροής με ποικίλα είδη εδαφών και χρήσεων γης και για μεγάλες χρονικές περιόδους (Neitsch et al. 2000).

Το μοντέλο SWAT περιλαμβάνει χαρακτηριστικά από αρκετά μοντέλα της ARS και είναι απευθείας απόγονος του μοντέλου SWRRB, (Simulator for Water Resources in Rural Basins) το οποίο είναι ένα μοντέλο συνεχούς χρονικής βάσης που προσομοιώνει τη μη σημειακή πηγή ρύπανσης σε λεκάνες απορροής (Arnold et al. 1990). Τα μοντέλα που έχουν συνεισφέρει περισσότερο στην εξέλιξη του SWAT ήταν το CREAMS (Chemicals, Runoff and Erosion from Agricultural Management Systems) (Knisel 1980), το μοντέλο GLEAMS (Groundwater Loading Effects on Agricultural Management Systems) (Leonard et al. 1987) και το μοντέλο EPIC (Erosion- Productivity Impact Calculator). Το μοντέλο CREAMS προσομοιώνει την επίδραση της διαχείρισης γης στο νερό, τα φερτά, τα θρεπτικά και τα φυτοφάρμακα σε κλίμακα αγρού. Το μοντέλο GLEAMS είναι ένα μοντέλο μη σημειακών πηγών που επικεντρώνεται στη φόρτιση των υπογείων νερών με φυτοφάρμακα και θρεπτικά άλατα. Το μοντέλο EPIC αναπτύχθηκε για να προσομοιώνει την επίδραση της διάβρωσης στην ανάπτυξη των φυτών.

Στα τέλη της δεκαετίας του '80 το Γραφείο Ινδιάνικων Υποθέσεων χρειαζόταν ένα μοντέλο για την εκτίμηση των επιδράσεων στο νερό διαφόρων πρακτικών διαχείρισης μέσα στο έδαφος των καταυλισμών στην Αριζόνα και το Νέο Μεξικό. Ενώ το μοντέλο SWRRB μπορούσε εύκολα να χρησιμοποιηθεί για λεκάνες με μέγεθος έως μερικές εκατοντάδες τετραγωνικά χιλιόμετρα, το Γραφείο έπρεπε να προσομοιώσει ροές για λεκάνες που έφταναν τις χιλιάδες τετραγωνικά χιλιόμετρα. Για μια τόσο εκτεταμένη περιοχή, η λεκάνη έπρεπε να διαιρεθεί σε αρκετές εκατοντάδες υπολεκάνες. Η διαίρεση της λεκάνης στο μοντέλο SWRRB περιοριζόταν σε δέκα υπολεκάνες και το μοντέλο οδηγούσε το νερό και τα φερτά κάθε υπολεκάνης κατευθείαν στην εκροή της λεκάνης. Αυτοί οι περιορισμοί οδήγησαν στην ανάπτυξη του μοντέλου ROTO (Routing Outputs to Outlet), το οποίο συνέλλεγε τα δεδομένα από αρκετές εκτελέσεις του SWRRB και οδηγούσε τις παροχές σε κανάλια και ταμειυτήρες. Το μοντέλο ROTO παρείχε μία καλή προσέγγιση και ξεπερνούσε τους περιορισμούς στον αριθμό των υπολεκανών του μοντέλου SWRRB με το να συνδέει πολλαπλές εκτελέσεις του SWRRB μαζί. Αν και αυτή η προσέγγιση ήταν αποτελεσματική, τα δεδομένα εισόδου και εξόδου από πολλαπλά αρχεία του SWRRB ήταν ογκώδη και απαιτούσαν σημαντική αποθηκευτική ικανότητα. Επιπρόσθετα όλα τα δεδομένα από τις εκτελέσεις του SWRRB έπρεπε να γίνουν ανεξάρτητα και στη συνέχεια να εισαχθούν στο μοντέλο ROTO. Για να ξεπεραστεί η δυσχέρεια αυτού του γεγονότος τα SWRRB και ROTO συγχωνεύτηκαν σε ένα μοντέλο, το SWAT. Παρόλο που το SWAT μπορεί να εφαρμοστεί σε πολύ εκτεταμένη περιοχή, το μοντέλο διατηρεί όλα εκείνα τα χαρακτηριστικά που έκαναν το SWRRB ένα πολύτιμο εργαλείο.

Από τη στιγμή που δημιουργήθηκε το μοντέλο SWAT στις αρχές του '90 συνεχίζει να εξελίσσεται και να επεκτείνονται οι δυνατότητές του. Οι σημαντικότερες βελτιώσεις του μοντέλου είναι οι εκδόσεις SWAT94.2, SWAT96.2, SWAT98.1, SWAT99.2, SWAT2000. Επίσης το μοντέλο SWAT έχει υποστεί προσαρμογές ώστε να αντιμετωπίζει συγκεκριμένα προβλήματα. Μερικά παραδείγματα τέτοιων προσαρμογών είναι:

- ESWAT, που σχεδιάστηκε για ολοκληρωμένες μελέτες ποιότητας ύδατος,
- SWAT-G, το οποίο είναι μία τροποποιημένη έκδοχή του SWAT99.2, με μεγαλύτερη ακρίβεια στη μοντελοποίηση λεκανών σε χαμηλά ορεινά περιβάλλοντα στη Γερμανία,
- SWIM, που αποτελεί ένα συνδυασμό των μοντέλων SWAT και MATSALU
- SWATMOD, που αποτελεί ένα συνδυασμό των μοντέλων SWAT και MODFLOW

Το μοντέλο SWAT, κατά τη διάρκεια της εξέλιξής του έχει υποστεί τροποποιήσεις ώστε να αλληλεπιδρά και με προγράμματα GIS (DiLuzio και λοιποί 2002). Οι σημαντικότερες τέτοιες τροποποιήσεις του μοντέλου είναι: το SWAT/GRASS, που ήταν και η αρχική μορφή, το AVSWAT, το οποίο αλληλεπιδρά με το πρόγραμμα ArcView και αποτελεί μία από τις πιο δημοφιλείς εκδοχές του μοντέλου σήμερα, το AGWA και το IOSWAT. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε η έκδοση AVSWAT-2000. Η συγκεκριμένη έκδοση συνδυάζει τις δυνατότητες του μοντέλου SWAT με ένα περιβάλλον περισσότερο φιλικό προς το χρήστη και τις αναλυτικές ικανότητες που προσφέρει το πρόγραμμα ArcView.

4.2.3 Υδρολογική προσομοίωση

Οποιοδήποτε είδος προβλήματος κι αν μελετάται με το SWAT, το υδατικό ισοζύγιο είναι η κινητήρια δύναμη πίσω από οτιδήποτε συμβαίνει στη λεκάνη απορροής. Για να προβλεφθούν αποτελεσματικά οι κινήσεις των φυτοφαρμάκων, των φερτών ή των θρεπτικών, ο υδρολογικός κύκλος, όπως προσομοιώνεται από το μοντέλο, πρέπει να συμβαδίζει με ό,τι συμβαίνει στη λεκάνη απορροής. Η προσομοίωση της υδρολογίας της λεκάνης απορροής μπορεί να χωριστεί σε δύο κύριες κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία

είναι η φάση του εδάφους που παρουσιάζεται στο Σχήμα 4.2.1. Η φάση του εδάφους του υδρολογικού κύκλου ελέγχει την ποσότητα του νερού, των ιζημάτων, των θρεπτικών και των φυτοφαρμάκων που εισέρχονται στο κύριο κανάλι της κάθε υπολεκάνης. Η δεύτερη φάση είναι η υγρή φάση του υδρολογικού κύκλου, η οποία μπορεί να οριστεί ως η κίνηση του νερού των φερτών κ.τ.λ. μέσω του δικτύου των καναλιών της λεκάνης προς την έξοδο.

Ο υδρολογικός κύκλος όπως προσομοιώνεται από το SWAT βασίζεται στην εξίσωση ισοζυγίου του νερού (Neitsch et al. 2000):

$$SW_t = SW + \sum_{i=1}^t (R_{day} - Q_i - E_a - P_i - QR_i) \quad (4.2.1)$$

όπου SW_t = τελική περιεκτικότητα του εδάφους σε νερό (mm)
 SW = αρχική περιεκτικότητα του εδάφους σε νερό (mm)
 t = χρόνος (days)
 R_{days} = ποσότητα της βροχόπτωσης στη διάρκεια της i ημέρας (mm)
 Q_i = ποσότητα της επιφανειακής απορροής την i ημέρα (mm)
 E_a = ποσότητα της εξατμισοδιαπνοής την i ημέρα (mm)
 P_i = ποσότητα του νερού που διηθείται την i ημέρα (mm)
 QR_i = ποσότητα της υπόγειας απορροής την i ημέρα (mm)

Για την εφαρμογή του μοντέλου, η λεκάνη απορροής διαιρείται σε υπολεκάνες. Με τον τρόπο αυτό μπορούν να απεικονιστούν διαφορετικές τιμές βροχόπτωσης, θερμοκρασίας και εξατμισοδιαπνοής, διαφορετικές καλλιέργειες, καθώς και διαφορετικά είδη εδαφών. Η επιφανειακή απορροή υπολογίζεται για κάθε υπολεκάνη με την εξίσωση της SCS (Soil Conservation Service) του Υπουργείου Γεωργίας των ΗΠΑ:

$$Q_i = \frac{(R_{day} - 0,2S)^2}{R_{day} + 0,8S} \quad \text{για } R_{day} > 0,2S$$

$$Q_i = 0,0 \quad \text{για } R_{day} \leq 0,2S \quad (4.2.2)$$

όπου Q_i = αθροιστική ποσότητα της επιφανειακής απορροής (mm)
 R_{day} = αθροιστική ποσότητα της βροχής (mm)
 S = ολική ικανότητα κατακράτησης ή κατακράτηση κορεσμού, δηλαδή το μέγιστο ύψος κατακράτησης στη λεκάνη και το έδαφος (mm)

Η κατακράτηση κορεσμού S στην εξίσωση (4.2.2) εκφράζεται με την ακόλουθη εμπειρική σχέση:

$$S = \frac{25.400}{CN} - 254 \quad (4.2.3)$$

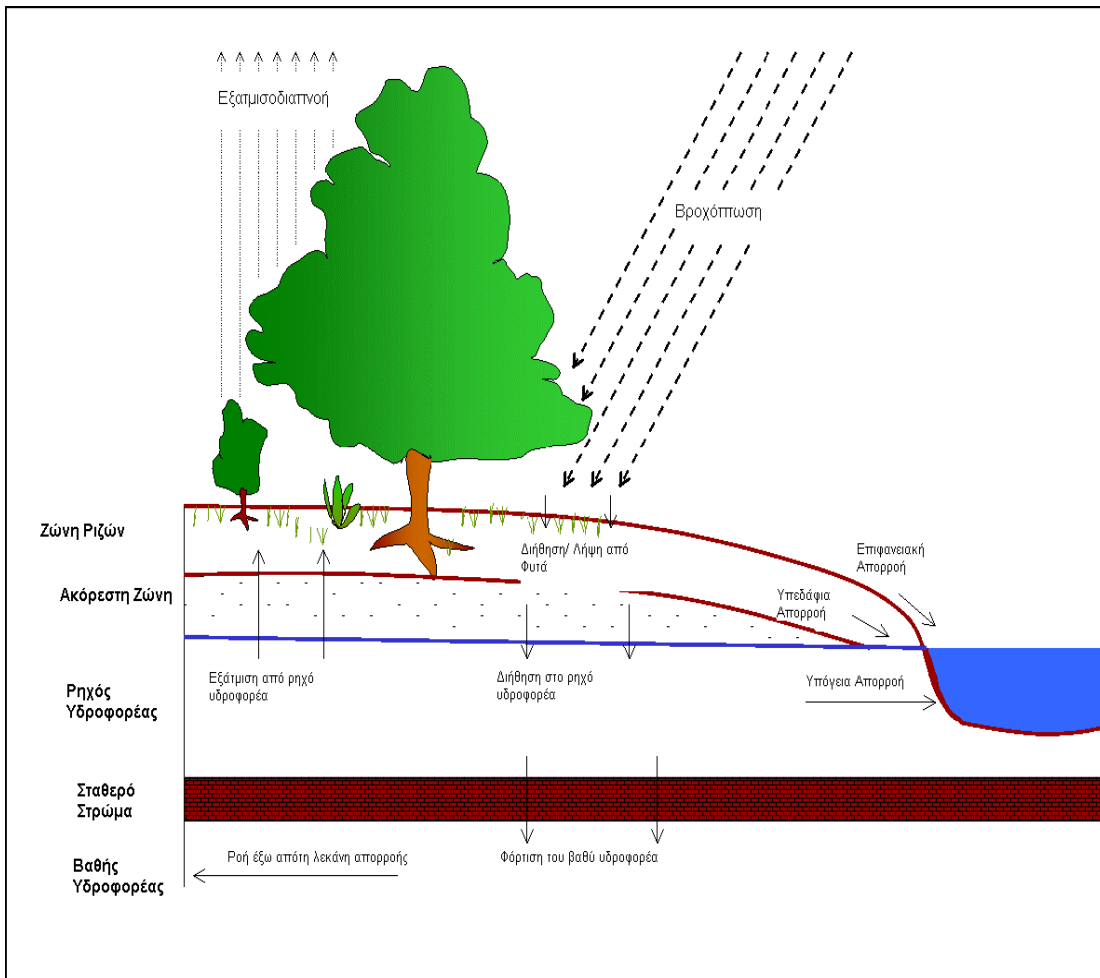
όπου S σε mm και CN είναι ο αριθμός καμπύλης, μια εμπειρική παράμετρος που εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους, τη χρήση γης, την κάλυψη και κατάσταση της επιφάνειας και την κατάσταση της αρχικής υγρασίας. Οι τιμές της παραμέτρου αυτής μεταβάλλονται μεταξύ 0 για μια θεωρητική λεκάνη απορροής με άπειρες απώλειες και 100 για μια αδιαπέρατη λεκάνη.

Η ποσοτική εκτίμηση της εδαφικής απώλειας, η οποία οφείλεται στην επιφανειακή διάβρωση του εδάφους, γίνεται για κάθε υπολεκάνη με χρήση της τροποποιημένης παγκόσμιας εξίσωσης εδαφικής απώλειας (Modified Universal Soil Loss Equation, MUSLE) (Williams and Berndt 1977, Williams 1995):

$$Y = 11,8(Q_i q_p)^{0,56} K \times C \times P \times LS \quad (4.2.4)$$

όπου Y = ποσότητα παραγόμενου ιζήματος από τη λεκάνη απορροής
 Q_i = επιφανειακή απορροή (m^3)
 q_p = ρυθμός επιφανειακής απορροής (m^3/s)
 K = συντελεστής διαβρωσιμότητας εδάφους
 C = συντελεστής φυτοκάλυψης
 P = συντελεστής ελέγχου διάβρωσης
 LS = συντελεστής ανάγλυφου

Στην παραπάνω εξίσωση MUSLE, χρησιμοποιείται η ποσότητα της επιφανειακής απορροής για την εκτίμηση της διάβρωσης και της ποσότητας των ιζημάτων. Το SWAT προσομοιώνει την κίνηση και τον μετασχηματισμό διάφορων μορφών αζώτου και φωσφόρου. Τα φυτά χρησιμοποιούν το άζωτο και το φώσφορο που υπάρχει στο έδαφος για την ανάπτυξή τους. Επιπλέον αυτής της ποσότητας, νιτρικά και οργανικό άζωτο καθώς και διαλυτός φώσφορος και οργανικός φώσφορος απομακρύνονται από το έδαφος με τη βοήθεια του νερού.



Σχήμα 4.2.1 Σχηματική παρουσίαση του υδρολογικού κύκλου, όπως προσομοιώνεται από το μοντέλο SWAT (προσαρμογή από Neitsch et al. 2000)

Για την προσομοίωση των διαφόρων μετασχηματισμών των θρεπτικών, οι οποίοι συμβαίνουν όταν αυτά κινούνται με το νερό στους χειμάρρους, γίνονται με τη βοήθεια κατάλληλης ρουτίνας, η οποία προσαρμόστηκε στο SWAT από το μοντέλο QUAL2E. Το SWAT χρησιμοποιεί την εξίσωση Manning για τον υπολογισμό της παροχής και της ταχύτητας της ροής στο δίκτυο των καναλιών:

$$q_{ch} = \frac{A_{ch} R_{ch}^{2/3} S_{ch}^{1/2}}{n} \quad (4.2.5)$$

$$v_{ch} = \frac{R_{ch}^{2/3} S_{ch}^{1/2}}{n} \quad (4.2.6)$$

όπου q_{ch} = παροχή στο κανάλι (m^3/s)
 v_{ch} = ταχύτητα ροής στο κανάλι (m/s)
 A_{ch} = διατομή του καναλιού (επιφάνεια ροής) (m^2)
 R_{ch} = υδραυλική ακτίνα (το πηλίκο της επιφάνειας ροής δια τη βρεχόμενη επιφάνεια) (m)
 S_{ch} = κλίση του καναλιού (m/m)
 n = συντελεστής τραχύτητας Manning για το κανάλι

4.2.4 Βιβλιογραφική ανασκόπηση για το μοντέλο SWAT

Το μοντέλο SWAT είναι ένα από τα πιο δημοφιλή προγράμματα στις μέρες μας. Το γεγονός αυτό αποδεικνύεται και από την πληθώρα των άρθρων που υπάρχουν στη διεθνή βιβλιογραφία και είναι σχετικά με το πρόγραμμα. Είναι χαρακτηριστικό το γεγονός ότι έχουν καταγραφεί πάνω από 170 άρθρα με θέμα το μοντέλο SWAT. Τα θέματα των άρθρων αυτών ανήκουν στις παρακάτω κατηγορίες:

- Υδρολογικές αποτιμήσεις
- Επιδράσεις κλιματικών αλλαγών
- Συγκεντρώσεις ρύπων
- Τεχνικές βαθμονόμησης
- Επιδράσεις των Υδρολογικών Μονάδων Απόκρισης (HRU) και άλλων δεδομένων εισόδου στην ακρίβεια του μοντέλου
- Αλληλεπίδραση με άλλα μοντέλα
- Σύγκριση με άλλα μοντέλα
- Προσαρμογές του μοντέλου

Τα πρώτα άρθρα, σχετικά με το μοντέλο SWAT εμφανίστηκαν το 1993. Από εκείνο το διάστημα, άρθρα σχετικά με το μοντέλο εμφανίζονται συχνά σε όλα τα σημαντικά περιοδικά. Στη συνέχεια γίνεται μια παρουσίαση κάποιων ενδεικτικών άρθρων, τα οποία παρουσιάστηκαν στη διεθνή βιβλιογραφία.

Οι Arnold και Allen (1996) πραγματοποίησαν μία εκτίμηση των υδρολογικών ισοζυγίων σε τρεις λεκάνες απορροής στο Illinois. Είναι σημαντική η προσομοίωση των κυρίων συστατικών του υδρολογικού ισοζυγίου, ώστε να προσδιορίζονται οι επιδράσεις από προτεινόμενες μεθόδους διαχείρισης γης, αλλαγές βλάστησης, πτώση στάθμης υπογείου νερού και πρακτικές διαχείρισης αποθηκευμένου νερού στην ποιότητα και την ποσότητα του νερού. Καθώς η απόκτηση δεδομένων πεδίου είναι δαπανηρή και χρονοβόρα, τα μοντέλα χρησιμοποιήθηκαν για να ελέγξουν διάφορες πρακτικές χρήσεων γης και τις επιδράσεις τους στο υδατικό ισοζύγιο των λεκανών απορροής. Για να προσομοιώσουν ρεαλιστικά τέτοιες πρακτικές διαχείρισης, τα μοντέλα πρέπει να προσομοιώνουν τα ξεχωριστά συστατικά του υδατικού ισοζυγίου. Παρόλα αυτά, οι περισσότερες μελέτες πεδίου σε κλίμακα λεκάνης, προσπαθούν να μετρήσουν μόνο ένα συστατικό του ισοζυγίου (για παράδειγμα την ολική απορροή, την εξατμισοδιαπνοή) και δεν είναι κατάλληλα για την επαλήθευση κάθε ξεχωριστού συστατικού ενός μοντέλου. Μία μελέτη πεδίου πραγματοποιήθηκε τη δεκαετία του '50 για να εκτιμήσει αρκετούς κύριους υδρολογικούς παράγοντες, όπως η επιφανειακή απορροή, η ροή και η εξατμισοδιαπνοή του υπογείου νερού καθώς και του προφίλ εδάφους, η φόρτιση και το ύψος του υπογείου νερού, από μετρούμενα δεδομένα σε τρεις λεκάνες απορροής στο Illinois. Τα στοιχεία αυτά χρησιμοποιήθηκαν για να επαληθεύσουν το μοντέλο SWAT. Η σύγκριση των μετρούμενων και των προβλεπόμενων τιμών δείχνει ότι κάθε συστατικό του μοντέλου δίνει λογικά δεδομένα εξόδου και η αλληλεπίδραση μεταξύ των συστατικών είναι ρεαλιστική. Αυτό το γεγονός μπορεί να επιτρέψει περισσότερο ρεαλιστικές αποτιμήσεις διαφόρων πρακτικών διαχείρισης χρήσεων γης σε κλίμακα μιας λεκάνης απορροής.

Οι Eckhardt και Ulbrich (2003) μελέτησαν τις πιθανές επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών στην επαναφόρτιση του υπογείου νερού και τη ροή ρευμάτων σε εκτάσεις μέσου υψομέτρου της κεντρικής Ευρώπης. Τα μοντέλα γενικής κυκλοφορίας προσομοιώνουν σημαντικές αλλαγές στη θερμοκρασία και στη ποσότητα κατακρημνισμάτων στην Ευρώπη, ως αποτέλεσμα των ανθρωπογενών κλιματικών αλλαγών. Αυτή η μελέτη ερευνά τις επιδράσεις των κλιματικών αλλαγών στην επαναφόρτιση του υπογείου νερού και τη ροή των ρευμάτων, χρησιμοποιώντας μία εκδοχή του μοντέλου SWAT. Για να βελτιωθεί η αξιοπιστία των προσομοιώσεων πραγματοποιήθηκαν μελέτες φυσιολογίας φυτών που αφορούν την επίδραση της αύξησης του περιβαλλοντικού CO₂ στη στοματική αγωγιμότητα και στην έκταση των φύλλων. Χρησιμοποιώντας αυτές τις πληροφορίες για την παραμετροποίηση του μοντέλου, εκτιμήθηκαν οι επιδράσεις δύο σεναρίων κλιματικών αλλαγών, που αντιπροσωπεύουν μια ευρεία ποικιλία υποθέσεων όσον αφορά τις μελλοντικές εκπομπές αερίων θερμοκηπίου και την ευαισθησία του κλίματος. Η επίδραση που προκύπτει στη μέση ετήσια επαναφόρτιση υπογείου νερού και στη ροή ρευμάτων είναι μικρή, καθώς η αύξηση του ατμοσφαιρικού CO₂ μειώνει τη στοματική αγωγιμότητα, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η εξατμισοδιαπνοή (που επηρεάζεται και από την άνοδο της θερμοκρασίας) και να μειώνονται τα κατακρημνίσματα. Υπάρχουν, όμως, ποιο αποφασιστικές αλλαγές που σχετίζονται με τον μέσο ετήσιο κύκλο της επαναφόρτισης του υπογείου νερού και των ρευμάτων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, εξαιτίας της άνοδου της θερμοκρασίας, ένα μικρότερο ποσοστό των χειμερινών κατακρημνισμάτων θα πέσει ως χιόνι. Η παροχή αιχμής κατά την άνοιξη, εξαιτίας των χιονιών που λειώνουν θα είναι, ως επακόλουθο του παραπάνω, μειωμένη, ενώ ο κίνδυνος πλημμύρας το χειμώνα πιθανόν αυξάνεται. Το καλοκαίρι, η μέση μηνιαία επαναφόρτιση του υπογείου νερού και των ρευμάτων πιθανόν να μειωθεί έως και 50%, με αποτέλεσμα να εμφανιστούν προβλήματα στην ποιότητα του νερού, στην υποχώρηση του υπόγειου ύδατος και στην παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας.

Οι Di Luzio και Arnold (2004) προχώρησαν στη διατύπωση μιας υβριδικής προσέγγισης βαθμονόμησης για το μοντέλο SWAT με την εισαγωγή δεδομένων NEXRAD. Η μελέτη αυτή περιγράφει το υπόβαθρο, τη διατύπωση και τα αποτελέσματα μιας προσέγγισης βαθμονόμησης με ωριαία δεδομένα εισόδου-εξόδου για το μοντέλο SWAT που παρουσιάζεται για 24 αντιπροσωπευτικά γεγονότα βροχής

κατά την περίοδο 1994-2000 στη λεκάνη απορροής Blue River Oklahoma. Ο απώτερος στόχος της προσπάθειας ήταν να επικυρώσουν την ικανότητα του μοντέλου στο να προσομοιώνει ωριαία υδρογραφήματα, βαθμονομώντας κάθε γεγονός βροχόπτωσης με την προσέγγιση που προτείνεται. Αυτό περιλαμβάνει ένα συνδυασμό μιας χειροκίνητης και μιας αυτόματης προσέγγισης βαθμονόμησης, καθώς και τη χρήση παραμέτρων εισόδου που επιτρέπεται να κυμαίνονται μόνο μέσα στα φυσικά τους όρια. Ενώ το μοντέλο παρέχει με ελάχιστη βαθμονόμηση λογικά αποτελέσματα για το υδρολογικό ισοζύγιο, τα γεγονότα που προσομοιώνονται με την αναθεωρημένη βαθμονόμηση είναι αισθητά βελτιωμένα. Ο συνδυασμός των δεδομένων εισόδου NEXRAD στο μοντέλου SWAT για τα κατακρημνίσματα και της στρατηγικής βαθμονόμησης που προτείνεται φαίνεται να οδηγεί σε ακριβέστερη περιγραφή των γεγονότων βροχόπτωσης.

Οι ακριβείς προβλέψεις για την εναπόθεση ιζημάτων από μοντέλα βροχόπτωσης και μεταφοράς ιζημάτων, εξαρτώνται εν μέρει από το πόσο καλά ανταποκρίνεται η δομή του μοντέλου με την απεικόνιση των χωροταξικών δεδομένων εισόδου. Οι Chen και Mackay (2004) μελέτησαν το πώς η δομή του μοντέλου και η απεικόνιση των δεδομένων εισόδου επηρεάζουν την πρόβλεψη για τα ιζήματα που γίνεται με τη χρήση του μοντέλου SWAT. Η μελέτη εστιάζεται στην ολοκλήρωση δύο συγκεκριμένων συστατικών του SWAT: α) της Τροποποιημένης Εξίσωσης Παγκόσμιας Απώλειας Εδάφους (Modified Universal Soil Loss Equation, MUSLE) και β) της Υδρολογικής Μονάδας Απόκρισης (Hydrologic Response Unit, HRU). Η MUSLE εφαρμόστηκε σε διαφορετικά επίπεδα διαίρεσης της λεκάνης σε υπολεκάνες για μια περίοδο 4 ετών, στην οποία μετρούνταν η ροή ρευμάτων και η εναπόθεση ιζημάτων. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι, στα διάφορα επίπεδα διαίρεσης της λεκάνης, οι μονάδες HRU δε συγκρατούν ιζήματα. Αντίθετα οι μονάδες HRU παρουσιάζουν σχεδόν τη μισή μεταβλητότητα στην παραγωγή ιζημάτων, σε σχέση με τη μεταβλητότητα που παρουσιαζόταν μόνο με το άθροισμα των δεδομένων εισόδου. Το γεγονός αυτό συμβαίνει για δύο λόγους: Πρώτον, το MUSLE ορίζει μία μη γραμμική σχέση μεταξύ της παραγωγής ιζημάτων και των περιοχών HRU, αλλά το φορτίο ιζημάτων κλιμακώνεται γραμμικά από το επίπεδο των HRU στο επίπεδο των υπολεκανών. Δεύτερον, οι μονάδες HRU συναθροίζουν περιοχές γης χωρίς να λάβουν υπ' όψιν τους τις υποθέσεις συνδεσιμότητας των περιοχών που είναι υπαρκτές στο MUSLE. Αυτές οι συγκρούσεις μεταξύ των HRU και MUSLE κάνουν δύσκολο τον προσδιορισμό των αποτελεσμάτων διαφόρων χρήσεων γης στη διάβρωση του εδάφους. Αυτή η μελέτη καταδεικνύει ότι πρέπει να δίνεται μεγαλύτερη προσοχή στη δόμηση των δεδομένων εισόδου, ώστε να ταιριάζουν με τις υποθέσεις των υπομοντέλων μέσα στο SWAT.

Οι Arnold et al. (2000) πραγματοποίησαν μία τοπική εκτίμηση της βασικής ροής και της επαναφόρτισης του υπογείου νερού στην λεκάνη του Άνω Μισισιπή με δύο μεθόδους. Η λεκάνη αυτή διοχετεύει τα νερά από μία έκταση 491700 km² και καταλήγει στον ποταμό Μισισιπή. Η πρώτη μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε χρησιμοποιεί τα στοιχεία του υδατικού ισοζυγίου από το μοντέλο SWAT. Το μοντέλο χρησιμοποιήθηκε για να προσομοιώσει το ημερήσιο υδατικό ισοζύγιο από περίπου 16 υδρολογικές μονάδες απόκρισης (HRU) μέσα σε καθένα από τους 131 υδροκρίτες της λεκάνης. Τα υδατικά ισοζύγια σε κάθε HRU προσομοιώθηκαν για τέσσερα στοιχεία αποθήκευσης: χιόνι, έδαφος, ρηχός και βαθύς υδροφόρος. Η φόρτιση του υπογείου νερού ορίζεται ως το νερό που διεισδύει από το κάτω στρώμα εδάφους στον ρηχό υδροφόρο. Η φόρτιση αυτή μπορεί να μετατραπεί σε βασική ροή ή και να χαθεί μέσω της εξατμισοδιαπνοής. Η δεύτερη μέθοδος αποτελείται από δύο διαδικασίες που εκτιμούν την βασική ροή και τη φόρτιση από ημερήσιες ροές ρευμάτων: (1) ένα ψηφιακό περιοδικά επαναλαμβανόμενο φίλτρο που χωρίζει τη βασική ροή από την ημερήσια ροή και (2) μία τροποποιημένη τεχνική εκτόπισης της υδρογραφικής καμπύλης πτώσης για την εκτίμηση της φόρτισης του υπογείου νερού. Αυτές οι διαδικασίες εφαρμόστηκαν σε 283 σταθμούς μέτρησης σε περιοχές από 50 έως 1200 km². Με τη χρήση κατάλληλων τεχνικών λήφθηκε μια πιο ομαλή επιφάνεια και εξήχθησαν οι μέσοι όροι των εκτιμήσεων για κάθε λεκάνη. Οι προσομοιωμένες ροές βαθμονομήθηκαν με τις μέσες ετήσιες ροές για κάθε λεκάνη. Χωρίς άλλη βαθμονόμηση, οι προσομοιωμένες μηνιαίες ροές συγκρίθηκαν με τις μετρούμενες ροές στο Alton, Illinois, για το διάστημα 1961-1980. Για να ελεγχθεί το μοντέλο, συγκρίθηκαν οι μετρούμενες και οι προσομοιωμένες μηνιαίες ροές στο Alton για το διάστημα 1981-1985 με R² ίσο με 0,65. Δεν έγινε καμία προσπάθεια για τη βαθμονόμηση της βασικής ροής και της φόρτισης ξεχωριστά στο ολικό ρεύμα ροής. Η βασική ροή και η φόρτιση του υπογείου νερού από τις δύο μεθόδους είναι σε γενική συμφωνία. Οι μέθοδοι των περιοδικών επαναλαμβανόμενων φίλτρων έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν ρεαλιστικές εκτιμήσεις της βασικής ροής και της φόρτισης, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δεδομένα εισόδου σε ένα τοπικό μοντέλο υπογείου νερού και ως έλεγχος για επιφανειακά υδρολογικά μοντέλα.

Οι Heuvelmans και άλλοι (2005) πραγματοποίησαν μία σύγκριση των γραμμικών μοντέλων παλινδρόμησης με τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα. Σε πολλές πρακτικές εφαρμογές των υδρολογικών

μοντέλων, είναι πιθανό ο προσδιορισμός μίας παραμέτρου να μην είναι εφικτός εξαιτίας της έλλειψης δεδομένων. Οι παράμετροι του μοντέλου μπορούν τότε να προκύψουν από σύνδεση των παραμέτρων με φυσικές περιγραφές της λεκάνης. Οι περισσότερες μελέτες βασίζονται σε τεχνικές γραμμικής παλινδρόμησης για να εδραιώσουν τις τοπικές σχέσεις, αν και είναι γνωστό ότι οι βασικές υποθέσεις, όπως η γραμμικότητα των σχέσεων μεταξύ της φυσικής λεκάνης και των παραμέτρων του μοντέλου, συχνά παραβιάζονται. Τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα (ΤΝΔ) είναι μη γραμμικές δομές μοντέλων και μπορεί να αποδειχθούν χρήσιμα εργαλεία για την μετάβαση των παραμέτρων του μοντέλου σε τοπικό επίπεδο. Αυτή η μελέτη συγκρίνει τη γραμμική ανάλυση παλινδρόμησης και τα ΤΝΔ για τη μεταφορά σε τοπικό επίπεδο των πιο ευαίσθητων παραμέτρων του μοντέλου SWAT με εφαρμογή στη λεκάνη του ποταμού Scheldt. Η αβεβαιότητα και στις δύο διαδικασίες καθορίστηκε με μία μη παραμετρική αυτοδύναμη μέθοδο. Τα ΤΝΔ παρέχουν μία πιο ακριβή εκτίμηση των παραμέτρων εάν οι μη-γραμμικότητες που προσομοιώνονται από τα ΤΝΔ έχουν φυσικό νόημα και εάν οι φυσικοί παράγοντες περιγραφής της λεκάνης είναι εντός των ορίων των παραγόντων περιγραφής των περιοχών που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των ΤΝΔ. Για την εξαγωγή συμπερασμάτων έξω από αυτό το όριο, η ανάλυση παλινδρόμησης έχει καλύτερα αποτελέσματα. Η αβεβαιότητα στην τοπική μεταφορά των παραμέτρων ήταν γενικά υψηλότερη για τα ΤΝΔ, όμως τα διαστήματα για την πρόβλεψη των ροών ρευμάτων ήταν ελαφρώς ευρύτερα.

Οι Fitzhugh και Mackay (2000) μελέτησαν την επίδραση των παραμέτρων εισόδου χωρικών αθροισμένων σε ένα μοντέλο ρύπανσης από μη σημειακή αγροτική πηγή. Η ακρίβεια των μοντέλων ρύπανσης από αγροτικές μη σημειακές πηγές εξαρτάται εν μέρει από το πόσο καλά οι παράμετροι εισόδου στο μοντέλο περιγράφουν τα σχετικά χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής. Η χωρική έκταση του συνόλου των παραμέτρων εισόδου επιφέρει μία σημαντική επίδραση στα εξαγόμενα δεδομένα του μοντέλου. Αυτή η μελέτη εξετάζει το συγκεκριμένο πρόβλημα χρησιμοποιώντας το μοντέλο SWAT. Η πρωταρχική ερώτηση που τίθεται εδώ είναι πώς το μέγεθος ή ο αριθμός των υπολεκανών που χρησιμοποιούνται για να διαιρέσουν τη λεκάνη επηρεάζει τα δεδομένα εξόδου του μοντέλου. Το SWAT εφαρμόστηκε στη λεκάνη Pheasant Branch για δεδομένα της περιόδου 1990-1996 χρησιμοποιώντας οκτώ διαφορετικές υποδιαιρέσεις της λεκάνης, καθεμία από τις οποίες είχε διαφορετικό αριθμό υπολεκανών. Οι προβλέψεις της ροής ρευμάτων και της εξόδου ιζημάτων δεν επηρεάστηκαν σοβαρά από τις αλλαγές στο μέγεθος των υπολεκανών. Η απουσία αλλαγών στην εναπόθεση ιζημάτων οφείλεται στην φυσική περιορισμένη μεταφορά που παρατηρείται στη λεκάνη και στη σταθερή ικανότητα μεταφοράς του χαμηλότερου στρώματος του δικτύου καναλιών. Το γεγονός αυτό υποδεικνύει τη σημασία των παραμέτρων των καναλιών στον καθορισμό των προβλέψεων για τα ιζήματα που προκύπτουν από το SWAT. Οι εκτιμήσεις παραγωγής ιζημάτων όντως μεταβάλλονται, πέφτοντας κατά 44% μεταξύ της διαίρεσης με μεγάλα τμήματα και της διαίρεσης με τα μικρότερα τμήματα. Αυτή η αλλαγή προέρχεται από την ευαισθησία των όρων απορροής στο MUSLE που εφαρμόζεται στην Υδρολογική Μονάδα Απόκρισης (ΥΜΑ). Αυτή η ευαισθησία πιθανό να συμβαίνει εξαιτίας του γεγονότος ότι στο μοντέλο τέθηκε ένα πολύ λεπτομερές σετ ΥΜΑ.

Οι Plus και άλλοι (2005) εφάρμοσαν το μοντέλο SWAT στη λεκάνη απορροής της λιμνοθάλασσας Thau με σκοπό να προσομοιώσουν τις ροές υδάτων και τις εισροές θρεπτικών στην λιμνοθάλασσα για μια περίοδο 10 ετών, καθώς και να παράγουν δεδομένα εισόδου σε ένα μοντέλο του οικοσυστήματος της λιμνοθάλασσας. Το μοντέλο του υδροκρίτη βαθμονομήθηκε και επικυρώθηκε χρησιμοποιώντας δεδομένα που υπήρχαν διαθέσιμα για τους δύο κύριους ποταμούς της λεκάνης. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι ποταμοί συμβάλουν κατά 80% στην ποσότητα των νιτρικών που εισέρχονται στη λιμνοθάλασσα. Λόγω των τοπικών συνθηκών οι σημειακές πηγές είναι οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα του φρέσκου νερού. Η συνεργασία με το μοντέλο του οικοσυστήματος επέτρεψε να εκτιμηθεί η επίδραση των εδαφικών εισροών στον κύκλο των νιτρικών της λιμνοθάλασσας και στην πρωτογενή παραγωγικότητα. Οι ροές των ποταμών είναι σημαντικός παράγοντας, ειδικά κοντά στις εκβολές τους. Έτσι το βόρειο άκρο της λιμνοθάλασσας χαρακτηρίζεται από υψηλές μεταβολές στις συγκεντρώσεις του ανόργανου αζώτου, κυρίως σε γεγονότα πλημμύρας, ενώ στο νότιο άκρο παρουσιάζονται πιο σταθερές και μικρότερες συγκεντρώσεις. Επίσης από τα αποτελέσματα συμπεραίνεται ότι το μεγαλύτερο μέρος των απαιτήσεων για νιτρικά ικανοποιείται από την αναγέννηση μέσα στη λιμνοθάλασσα.

Οι Santhi και άλλοι (2005) χρησιμοποίησαν το SWAT για να εκτιμήσουν την μακροχρόνια επίδραση πρακτικών διαχείρισης της ποιότητας νερού, στην ρύπανση από μη σημειακές πηγές, σε επίπεδο αγροκτήματος και λεκάνης απορροής. Η λεκάνη που μελετήθηκε ήταν αυτή του ποταμού Trinity στο Texas. Το μοντέλο SWAT χρησιμοποιήθηκε για να ποσοτικοποιήσει τις επιδράσεις των πρακτικών διαχείρισης στις ποσότητες των ιζημάτων και των θρεπτικών. Ένα σενάριο χωρίς τις πρακτικές διαχείρισης και ένα άλλο μετά την εφαρμογή των μέτρων προσομοιώθηκαν για να εκτιμηθεί η μείωση της

ρύπανσης από μη σημειακές πηγές εξαιτίας των πρακτικών διαχείρισης. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ως επί της εκατό μείωση των φορτίων ιζημάτων και θρεπτικών, σε επίπεδο αγροκτήματος και σε δύο τοποθεσίες μέσα στη λεκάνη. Τα αποτελέσματα επιδεικνύουν ότι α) η μείωση εξαιτίας των μέτρων είναι πολύ μεγάλη σε επίπεδο αγροκτήματος (έως και 99%) και β) η μείωση στο επίπεδο της λεκάνης είναι πολύ μικρή (1-2%). Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι οι πρακτικές διαχείρισης εφαρμόζονται σε μία μικρή περιοχή, συγκρινόμενη με την περιοχή της λεκάνης απορροής.

Οι Bouraoui και άλλοι (2005) εφάρμοσαν το μοντέλο SWAT στην λεκάνη του ποταμού Medjerda στην Τυνησία. Στη λεκάνη αυτή παρουσιάζεται εντατικοποίηση στις καλλιέργειες και οι περιοχές που αρδεύονται διαρκώς αυξάνονται. Το μοντέλο χρησιμοποιήθηκε για να μελετηθούν οι πιθανές επιπτώσεις διαφόρων σεναρίων διαχείρισης γης. Προβλέφθηκε ότι η μετατροπή όλης της γεωργικής περιοχής σε αρδεύσιμα χωράφια θα επιφέρει σημαντικές αλλαγές στη συγκέντρωση νιτρικών στα επιφανειακά ύδατα. Παρόλα αυτά, οι συγκεντρώσεις είναι και πάλι μέσα στα όρια του πόσιμου νερού. Επίσης προβλέφθηκε ότι θα μπορούσε να επιτευχθεί μία δραστηκή μείωση των συγκεντρώσεων αμμωνίου και φωσφόρου με τη συλλογή και επεξεργασία των αποβλήτων των μεγάλων αστικών κέντρων.

Οι Grizzetti και άλλοι (2003) χρησιμοποίησαν το μοντέλο SWAT για τη μοντελοποίηση της συγκράτησης των θρεπτικών στη λεκάνη Vantaanjoki στη Φινλανδία. Το μοντέλο λειτούργησε με ικανοποιητικά αποτελέσματα. Στην προσομοίωση των ροών, των νιτρικών και των φωσφορικών, με ένα ημερήσιο βήμα, ο συντελεστής Nash-Sutcliffe κυμαινόταν μεταξύ του 0,59 και του 0,81 για βαθμονόμηση και μεταξύ του 0,43 και του 0,57 για την επικύρωση. Η προσομοίωση όλης της λεκάνης για μια περίοδο 9 ετών (1989-1997) επιτρέπει μία εκτίμηση των μέσων ετήσιων μη σημειακών εκπομπών και της κατακράτησης στη λεκάνη. Οι μη σημειακές εκπομπές που προβλέπονται από το SWAT είναι συγκρίσιμες με αυτές που εκτιμώνται από στατιστικές μεθόδους. Οι συγκεντρώσεις των νιτρικών και φωσφορικών που εκτιμώνται από το SWAT και μετρούνται στο τελευταίο τμήμα της λεκάνης, συγκρίνονται με τις συγκεντρώσεις που φτάνουν στο επιφανειακό νερό, και υπολογίζονται οι ποσότητες που συγκρατούνται. Οι ποσότητες αυτές εκτιμήθηκαν σε 24% για τα νιτρικά και 51% για τα φωσφορικά. Η μελέτη δείχνει ότι μοντέλα όπως το SWAT επιτρέπουν μία εκτίμηση των μη σημειακών εκπομπών και της ποσότητας των θρεπτικών που απομακρύνονται φυσικά από τα επιφανειακά νερά, συνυπολογίζοντας όλους τους παράγοντες και τις διαδικασίες που συμμετέχουν στο πρόβλημα.

Στις μελέτες μοντελοποίησης για την επίδραση των αλλαγών των χρήσεων γης στην ποιότητα του νερού, συχνά προσομοιώνονται αλλαγές στις χρήσεις γης χωρίς να λαμβάνονται υπ' όψιν μεταβολές στις ιδιότητες του εδάφους που επιφέρουν οι αλλαγές αυτές. Οι Huisman et al. (2004) χρησιμοποίησαν μία τεχνητή λεκάνη απορροής, που αναπαριστά την λεκάνη του Dill (Γερμανία) και το μοντέλο SWAT για να μελετήσουν την ευαισθησία του μοντέλου σε μεταβολές των ιδιοτήτων του εδάφους κατά τη διάρκεια αλλαγών στις χρήσεις γης. Εξαιτίας του γεγονότος ότι υπάρχουν ελάχιστες πληροφορίες για τις αλληλεπιδράσεις εδάφους βλάστησης, πραγματοποιήθηκε μια μελέτη ευαισθησίας για να εξακριβωθούν οι επιδράσεις των αλλαγών στο βάθος του εδάφους, στο μέγεθος της πυκνότητας και στην υδραυλική αγωγιμότητα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μεταβολές στις ιδιότητες του εδάφους, εξαιτίας της μετατροπής της χρήσης γης από καλλιεργήσιμες εκτάσεις σε βοσκοτόπια, έχουν μόνο μία ασήμαντη επίδραση στα προσομοιωμένα ετήσια μέσα ποσά απορροής και εξατμισοδιαπνοής.

Οι Bingner και άλλοι (1997) μελέτησαν τις επιδράσεις που επιφέρουν οι διαφορετικές υποδιαίρεσεις της λεκάνης απορροής στην προσομοίωση της απορροής και της εναπόθεσης ιζήματος. Για το σκοπό της μελέτης το μοντέλο SWAT εφαρμόστηκε στη λεκάνη Goodwin Creek με έκταση 21,3 km². Τα αποτελέσματα από την εφαρμογή του μοντέλου στη συγκεκριμένη λεκάνη έδειξαν ότι ο όγκος της απορροής δεν επηρεάζεται αισθητά από τον αριθμό και το μέγεθος των υπολεκανών. Ένα ανώτερο όριο, όμως, στον αριθμό των υπολεκανών, είναι απαραίτητο για την ακριβή προσομοίωση των ιζημάτων που παράγονται από τις ορεινές περιοχές της λεκάνης. Η μείωση του μεγέθους των υπολεκανών πέρα από αυτό το όριο δεν επηρεάζει τις υπολογιζόμενες ποσότητες ιζημάτων. Ο σωστός προσδιορισμός του ορίου στον αριθμό των υπολεκανών, μπορεί να βελτιστοποιήσει τις απαιτήσεις για την προετοιμασία των δεδομένων εισόδου και να απλοποιήσει την ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

Οι Arnold και άλλοι (1999) χρησιμοποίησαν το μοντέλο SWAT σε μία μελέτη για τις πηγές νερού στη λεκάνη Texas Gulf River. Ένα σύστημα GIS συνδυάστηκε με το μοντέλο SWAT για τη διαχείριση των πηγών νερού της περιοχής. Αυτός ο συνδυασμός αποδείχθηκε αποτελεσματικός και λειτουργικός για τη συλλογή δεδομένων και την οπτικοποίηση και ανάλυση των εισόδων και εξόδων των προσομοιωμένων μοντέλων. Το σύστημα SWAT-GIS χρησιμοποιείται για τη μοντελοποίηση της υδρολογίας δεκαοκτώ κύριων συστημάτων ποταμών στις Ηνωμένες Πολιτείες. Η μελέτη αυτή επικεντρώνεται στο συνδυασμό του μοντέλου SWAT με το σύστημα GRASS-GIS και ένα σύστημα διαχείρισης δεδομένων. Το σύστημα αυτό εφαρμόστηκε στη λεκάνη Texas Gulf River. Τα δεδομένα εισόδου (έδαφος, χρήσεις γης, υψόμετρο)

συλλέχθηκαν σε μία κλίμακα 1:250.000 από διάφορες πηγές. Συλλέχθηκαν οι μέσες μηνιαίες ροές, προσομοιωμένες και παρατηρημένες, για τα έτη 1970-1979. Οι μέσες ετήσιες τιμές εναπόθεσης ιζημάτων υπολογίστηκαν με την χρήση κατάλληλων καμπυλών και συγκρίθηκαν με τις προσομοιωμένες εναποθέσεις ιζημάτων για τη λεκάνη. Από τη σύγκριση αυτή προκύπτει ότι οι δύο τιμές παρουσιάζουν μια λογική συμφωνία.

Οι Rosenthal και Hoffman (1999) χρησιμοποίησαν το μοντέλο SWAT ως μία βοήθεια για τον εντοπισμό περιοχών για παρακολούθηση. Η αυξανόμενη σπουδαιότητα των μη σημειακών πηγών ρύπανσης κάνει ιδιαίτερα κρίσιμη την κατάλληλη τοποθέτηση των σταθμών παρακολούθησης της ποιότητας του νερού. Σε μεγάλου μεγέθους λεκάνες απορροής, ο προσδιορισμός αυτών των σημείων είναι δύσκολος εξαιτίας του χρόνου και των χρημάτων που απαιτούνται για να ταξιδέψει και να εκτιμήσει ο μελετητής ολόκληρη την περιοχή. Σε αυτή τη μελέτη το μοντέλο SWAT χρησιμοποιήθηκε για να προσομοιώσει ροές και φορτίσεις ιζημάτων και θρεπτικών σε μία λεκάνη 9.000 km² στο κεντρικό Τέξας, για μια περίοδο μεταξύ του 1970-1984. Το σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών GRASS και διαθέσιμες βάσεις δεδομένων παρείχαν δεδομένα εισόδου στο SWAT. Οι υπολεκάνες με τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ανά επιφάνεια προσδιορίστηκαν από το μοντέλο. Οι μέσες ετήσιες φορτίσεις για όλη τη λεκάνη ήταν 3,9 kg/ha NO₃ και 0,03 kg/ha P. Οι υπολεκάνες στο χαμηλότερο τμήμα του υδροκρίτη είχαν φορτίσεις που ήταν μεγαλύτερες από το μέσο όρο και γι' αυτό το λόγο επιλέχθηκαν ως σημεία για την εγκατάσταση σταθμών παρακολούθησης. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το μοντέλο SWAT και διαθέσιμες βάσεις δεδομένων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό θέσεων παρακολούθησης.

Οι Weber και άλλοι (2001) μελέτησαν τις μακροπρόθεσμες αλλαγές σε μία μέσου μεγέθους λεκάνη απορροής, εξαιτίας κοινωνικοοικονομικών παραγόντων. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν τρία μοντέλα προσομοίωσης που εστιάζουν στην αγροτική οικονομία, την οικολογία και την υδρολογία. Αυτά τα μοντέλα ενώθηκαν μέσω ενός GIS και δοκιμάστηκαν στη λεκάνη Aar στη κεντρική Γερμανία. Το αγρο-οικονομικό μοντέλο ProLand προβλέπει τις αλλαγές των χρήσεων γης που οφείλονται σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο φυσικών, οικονομικών και πολιτικών χαρακτηριστικών σε τοπική κλίμακα. Αυτή η πρόβλεψη των χρήσεων γης χρησιμοποιήθηκε ως δεδομένο εισόδου στο οικολογικό και υδρολογικό μοντέλο. Το οικολογικό μοντέλο ELLA αναλύει και προβλέπει την επίδραση των συστημάτων χρήσεων γης στη βιοποικιλότητα μιας περιοχής που παρουσιάζεται από την εξάπλωση και τη διανομή επιλεγμένων ειδών. Η συγκεκριμένη μελέτη εστιάζεται στη μοντελοποίηση της εξάπλωσης του φυτού σκορδαλός (*Alauda arvensis*). Το μοντέλο SWAT υπολογίζει τα συστατικά του υδατικού ισοζυγίου της περιοχής σε ημερήσια βήματα. Οι πραγματικές χρήσεις γης συγκρίθηκαν με ένα σενάριο για αύξηση των περιοχών με χορτάρι που αναπτύχθηκε από το ProLand. Το ποσοστό των δασικών περιοχών μειώθηκε σημαντικά, ενώ οι περιοχές με χορτάρι αυξήθηκαν από 20 σε 41%. Το αποτέλεσμα ήταν μία μείωση των περιοχών κατάλληλων για την ανάπτυξη του σκορδαλού. Η ροή των ρευμάτων, όπως και η επιφανειακή απορροή αυξήθηκαν, εξαιτίας των αλλαγών των χρήσεων γης.

Οι Sophocleous και άλλοι (1999) ανέπτυξαν και εφάρμοσαν ένα μοντέλο υπολογιστή, το οποίο είναι ικανό να προσομοιώνει το επιφανειακό νερό, το υπόγειο νερό και τις αλληλεπιδράσεις των ρευμάτων και του υπόγειου υδροφόρου σε μία συνεχή βάση για τη λεκάνη Rattlesnake Creek στο Κάνσας. Το μοντέλο χρησιμοποιήθηκε ως εργαλείο για την αξιολόγηση μακροπρόθεσμων στρατηγικών διαχείρισης των υδάτων. Το μοντέλο SWAT και το μοντέλο υπογείου νερού MODFLOW συνδυάστηκαν σε ένα νέο μοντέλο λεκάνης με την ονομασία SWATMOD. Αναπτύχθηκαν ένα γραφικό περιβάλλον επικοινωνίας με το χρήστη και ένα σύστημα υποστήριξης αποφάσεων για να αξιολογηθούν σενάρια που αφορούσαν χειραγώγηση των δικαιωμάτων νερού και των αγροτικών χρήσεων γης. Το μοντέλο εφαρμόστηκε για μία περίοδο 40 ετών και προσομοιώθηκε ένας αριθμός σεναρίων που αφορούσαν μειώσεις νερού και διαφορετικές παραλλαγές υποχώρησης των υπογείων υδάτων. Το μοντέλο που αναπτύχθηκε έχει την ικανότητα να αναλύει, με ένα φιλικό προς το χρήστη τρόπο, τις συνθήκες σε μία λεκάνη όπου παρατηρείται έλλειψη νερού.

Οι Francos και άλλοι (2001) εφάρμοσαν το μοντέλο SWAT, σε συνδυασμό με GIS, στην παραθαλάσσια λεκάνη Kerava στην Φινλανδία, μία αγροτική υπολεκάνη της λεκάνης Vantaa που στραγγίζει στη Βαλτική. Το μοντέλο προσαρμόστηκε στις τοπικές συνθήκες της λεκάνης με τη προσθήκη μιας γεννήτριας καιρού (weather generator) κι ενός υπομοντέλου χιονιού που εφαρμόστηκε στη Φινλανδία. Για τη βαθμονόμηση των δασικών παραμέτρων χρησιμοποιήθηκε δασώδης υπολεκάνη. Οι υδρολογικές προσομοιώσεις καθώς και οι προσομοιώσεις της ποιότητας νερού συγκρίθηκαν με ημερήσιες μετρούμενες σειρές και μηνιαίους μέσους όρους ρευμάτων και φορτίσεων θρεπτικών. Από τη σύγκριση βρέθηκε ότι υπάρχει καλή συμφωνία μεταξύ των προβλεπόμενων και των μετρούμενων τιμών.

Οι Fohrer και άλλοι (2001) μελέτησαν την υδρολογική απόκριση σε αλλαγές των χρήσεων γης, στην κλίμακα της λεκάνης απορροής. Οι τοπικές αλλαγές στις χρήσεις γης εξαιτίας της Ευρωπαϊκής πολιτικής

έχουν σημαντικές επιδράσεις σε διάφορες λειτουργίες της λεκάνης. Μεταξύ άλλων οι αλλαγές των χρήσεων γης επηρεάζουν το τοπικό υδατικό ισοζύγιο. Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο SWAT για να υποστηρίξει την ανάπτυξη αειφόρων πρακτικών διαχείρισης χρήσεων γης. Σε πρώτο βήμα το μοντέλο βαθμονομήθηκε και επικυρώθηκε για τέσσερις λεκάνες μέσου μεγέθους με διαφορετικές κατανομές χρήσεων γης. Έπειτα δοκιμάστηκε η απόδοση του μοντέλου στην αλλαγή των χρήσεων γης, σε έναν τεχνητό υδροκρίτη με μία μόνο καλλιέργεια τη φορά και ένα στρώμα εδάφους, ώστε να εξαλειφθούν οι περίπλοκες αλληλεπιδράσεις της φυσικής λεκάνης. Τελικά το μοντέλο εφαρμόστηκε στη λεκάνη Dietzholze για δύο σενάρια. Η επίδραση των αλλαγών των χρήσεων γης στο ετήσιο υδατικό ισοζύγιο ήταν σχετικά μικρή εξαιτίας των αντισταθμιστικών αλληλεπιδράσεων στην περίπλοκη λεκάνη. Η μείωση των δασικών εκτάσεων εξαιτίας της αύξησης των χέρσων εκτάσεων ενισχύει τη μέγιστη ροή και γι' αυτό αυξάνει τον κίνδυνο πλημμυρών.

Οι Romanowicz και άλλοι (2005) μελέτησαν την ευαισθησία του μοντέλου SWAT στην παραμετροποίηση του εδάφους και των χρήσεων γης. Η ευαισθησία αυτή ελέγχθηκε για τη μοντελοποίηση διαδικασίας βροχόπτωσης – απορροής στη λεκάνη Thyle του Βελγίου. Για την ανάλυση της ευαισθησίας παράχθηκαν και εκτιμήθηκαν 32 διαφορετικά θέματα παραμετροποίησης εδάφους και χρήσεων γης. Οι πηγές των δεδομένων εισόδου που αφορούσαν το έδαφος, ήταν ένας γενικός χάρτης εδάφους κλίμακας 1:500.000, ένας λεπτομερής χάρτης εδάφους κλίμακας 1:25.000 και η αναλυτική βάση δεδομένων εδάφους AARDEWERK. Αυτά τα δεδομένα εδάφους συνδυάστηκαν με έναν λεπτομερή και έναν γενικευμένο χάρτη χρήσεων γης. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το μοντέλο SWAT είναι εξαιρετικά ευαίσθητο στην ποιότητα των δεδομένων εδάφους και χρήσεων γης, καθώς και στις υιοθετημένες διαδικασίες παραμετροποίησης των γεωγραφικά κατανομημένων δεδομένων. Η ανάλυση και η ψηφιοποίηση των αρχικών χαρτών επηρεάζεται σημαντικά από τις εσωτερικές διαδικασίες συνάθροισης του μοντέλου. Το οριακό μέγεθος της λεκάνης (CSTV) είναι μία παράμετρος κλειδί, η οποία ελέγχει τις εσωτερικές διαδικασίες συνάθροισης. Βρέθηκε ότι την σχέση μεταξύ του CSTV και της επίδοσης της υδρολογικής μοντελοποίησης του μη βαθμονομημένου μοντέλου περιγράφει μία παραβολική σχέση, που δείχνει ότι τα ευνοϊκότερα μη βαθμονομημένα αποτελέσματα μοντελοποίησης δε λαμβάνονται όταν το CSTV ελαχιστοποιείται. Η υδρολογική απόκριση του μοντέλου SWAT στον υπολογισμό των ιδιοτήτων εδάφους είναι σημαντική. Γι' αυτό θα πρέπει να δείχνεται μεγαλύτερη προτίμηση στον υπολογισμό των παραγόμενων υδρολογικών ιδιοτήτων εδάφους, παρά στους μέσους όρους των δεδομένων του προφίλ.

Οι Holvoet και άλλοι (2005) μελέτησαν την ανάλυση ευαισθησίας για την υδρολογία και την φόρτιση εντομοκτόνων σε ποταμό με τη χρήση του μοντέλου SWAT. Η δυναμική συμπεριφορά των εντομοκτόνων σε συστήματα ποταμών εξαρτάται ισχυρά από τις μεταβαλλόμενες κλιματικές συνθήκες και τις αγροτικές πρακτικές διαχείρισης. Για να περιγραφεί αυτή η συμπεριφορά σε κλίμακα μιας λεκάνης απορροής ποταμού, είναι απαραίτητος ο συνδυασμός υδρολογικών μοντέλων και μοντέλων ποιότητας νερού. Ένα κρίσιμο βήμα στην κατανόηση των διαφόρων διαδικασιών που καθορίζουν την μοίρα των εντομοκτόνων είναι η διεξαγωγή μιας ανάλυσης ευαισθησίας. Η ανάλυση ευαισθησίας για την υδρολογία και το φορτίο εντομοκτόνων με το μοντέλο SWAT, μπορεί να παρέχει χρήσιμη υποστήριξη για την ανάπτυξη ενός αξιόπιστου υδρολογικού μοντέλου και να παρέχει πληροφορίες για το ποιες παράμετροι είναι οι πιο ευαίσθητες, όσον αφορά την φόρτιση των εντομοκτόνων σε ποταμούς. Η μελέτη αυτή διεξήχθη στη λεκάνη Nil στο Βέλγιο. Στο πρώτο μέρος της μελέτης χρησιμοποιήθηκε η LH-OAT ανάλυση ευαισθησίας. Με τη συγκεκριμένη ανάλυση προσδιορίστηκαν οι κυρίαρχες υδρολογικές παράμετροι και πραγματοποιήθηκε μία μείωση στον αριθμό των παραμέτρων του μοντέλου. Οι κυρίαρχες υδρολογικές παράμετροι ήταν ο αριθμός καμπύλης, η υστέρηση της επιφανειακής απορροής, η φόρτιση του βαθύ υδροφόρου και το κρίσιμο βάθος του νερού στον ρηχό υδροφόρο. Έπειτα οι επιλεγμένες παράμετροι εκτιμήθηκαν με βαθμονόμηση. Στο δεύτερο μέρος της μελέτης πραγματοποιήθηκε η ανάλυση ευαισθησίας για να βρεθούν οι παράμετροι ή οι εισοδοί του μοντέλου που συνεισφέρουν περισσότερο στη διακύμανση των εξόδων για τα εντομοκτόνα. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης δείχνουν ότι για τη λεκάνη Nil οι υδρολογικές παράμετροι κυριαρχούν στον έλεγχο των προβλέψεων για τα εντομοκτόνα. Η άλλη παράμετρος που επηρεάζει τις συγκεντρώσεις των εντομοκτόνων στο επιφανειακό νερό είναι αυτή που ελέγχει τις άμεσες αποθέσεις εντομοκτόνων στο ποταμό. Ως συνέπεια των παραπάνω, μέγιστη σημασίας είναι η καλά βαθμονομημένη υδρολογία και, στη συγκεκριμένη εφαρμογή, η σωστή εκτίμηση των άμεσων αποθέσεων. Επιπλέον μια μελέτη μόνο των παραμέτρων που αφορούν τα εντομοκτόνα, όπως ο βαθμός χρήσης (kg/ha), ο χρόνος εφαρμογής (ημέρες), αποκαλύπτει ότι ο χρόνος εφαρμογής έχει περισσότερη σημασία από τον βαθμό χρήσης, ο οποίος – με τη σειρά του – έχει μεγαλύτερη επίδραση από τα λάθη στις ημερήσιες παρατηρήσεις βροχόπτωσης.

Οι Kang και άλλοι (2005) εφάρμοσαν το μοντέλο SWAT στην ανάπτυξη προγραμμάτων συνολικού μέγιστου ημερήσιου φορτίου (TMDL) για έναν μικρό υδροκρίτη με ορυζώνες στην Κορέα. Το σύστημα

TOLOS (Total Maximum Daily Load System), που βασίζεται στο AVSWAT, συνεργάστηκε με το SWAT για τη προσομοίωση του υδατικού ισοζυγίου και της ποιότητας νερού από αρδευσιμα πεδία ορυζώνων. Οι παράμετροι του μοντέλου, που σχετίζονται με την υδρολογία και την ποιότητα του νερού βαθμονομήθηκαν και επικυρώθηκαν με τη σύγκριση των προβλέψεων του μοντέλου και των μετρήσεων πεδίου για περίοδο 4 ετών. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η προσομοιωμένη απορροή και η ποιότητα του νερού είναι αποδεκτά κοντά στις μετρούμενες τιμές. Επίσης, οι παράμετροι της ποιότητας του νερού εμφανίζονται σε λογικά πλαίσια. Η εφαρμοσιμότητα του συστήματος για την ανάπτυξη TMDL δοκιμάστηκε στην αναδιανομή των μειώσεων φορτίου σε 23 υποπεριοχές της λεκάνης. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το σύστημα TOLOS μπορεί να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο για το σχεδιασμό TMDL σε μικρούς υδροκρίτες με ορυζώνες στη Κορέα.

Οι Gikas, Yiannakourouli και Tsihrintzis (2006) χρησιμοποίησαν το μοντέλο SWAT για τη μοντελοποίηση της μη σημειακής ρύπανσης σε μία μεσογειακή λεκάνη απορροής, συγκεκριμένα για τη λεκάνη της λιμνοθάλασσας Βιστωνίδας στη Βόρεια Ελλάδα. Για την επαλήθευση και επιβεβαίωση του μοντέλου χρησιμοποιήθηκαν μετρήσεις παροχής, φερτών και θρεπτικών ιόντων που πραγματοποιήθηκαν σε εννέα σταθμούς μέτρησης στις κυρίως υπολεκάνες της λεκάνης απορροής, για την περίοδο 1/5/1998 – 31/1/2000. Το επιβεβαιωμένο μοντέλο χρησιμοποιήθηκε, επίσης, για τον έλεγχο της απόδοσης τριών διαφορετικών σεναρίων καλλιέργειών στη μείωση του φορτίου θρεπτικών, που παράγονται από το αγροτικό κομμάτι της λεκάνης. Η συγκεκριμένη μελέτη έδειξε ότι το μοντέλο SWAT μπορεί να εφαρμοστεί αποτελεσματικά για τον έλεγχο διαφόρων μεθόδων διαχείρισης σε μεσογειακές λεκάνες απορροής.

Οι Pisinaras και άλλοι (2007) εφάρμοσαν το μοντέλο SWAT στη μοντελοποίηση της λεκάνης απορροής του ποταμού Κόσυνθου στην Βορειοανατολική Ελλάδα. Το μοντέλο βαθμονομήθηκε και επαληθεύτηκε χρησιμοποιώντας συνεχή μετεωρολογικά δεδομένα από τρεις σταθμούς, καθώς και μετρήσεις παροχής και συγκέντρωσης θρεπτικών από τέσσερις σταθμούς μέτρησης στο ποτάμι, για την περίοδο Νοέμβριος 2003 με Νοέμβριο 2006. Το επαληθευμένο μοντέλο χρησιμοποιήθηκε στη συνέχεια για να ελεγχθεί το αποτέλεσμα διαφόρων αλλαγών στις χρήσεις γης, καθώς και διαφόρων σεναρίων αγροτικής διαχείρισης της λεκάνης, στην απορροή και στο φορτίο θρεπτικών. Η μελέτη αυτή έδειξε ότι το μοντέλο SWAT μπορεί να εφαρμοστεί επιτυχώς στον έλεγχο διαφόρων πρακτικών διαχείρισης. Επίσης, το μοντέλο SWAT μπορεί να αποτελέσει ένα ευέλικτο και αξιόπιστο εργαλείο στη διαχείριση υδατικών πόρων, ιδίως κάτω από τις απαιτήσεις για εναρμόνιση με τη νέα Οδηγία – Πλαίσιο για το νερό.

4.2.5 Βιβλιογραφία

- Arnold, J.G., and Allen, P.M. (1996) Estimating hydrologic budgets for three Illinois watersheds, *Journal of Hydrology* **176**, 57-77.
- Arnold, J.G., Mutiah, R.S., Srinivasan, R. and Allen, P.M. (2000) Regional estimation of base flow and groundwater recharge in the upper Mississippi basin. *Journal of Hydrology* **227** 21-40.
- Arnold, J.G., Srinivasan, R., Ramanarayanan, T.S. and Diluzio, M. (1999) Water resources of the Texas gulf basin, *Water Science and Technology*, **39**(3), 121-133.
- Arnold, J.G., Williams, J.R., Nicks, A.D. and Sammons N.B. (1990) *SWRRB: A Basin Scale Simulation Model for Soil and Water Resources Management*, Texas A&M University Press, College Station.
- Bingner, R.L., Garbrecht, J., Arnold, J.G., and Srinivasan, R. (1997) Effect of watershed subdivision on simulated runoff and fine sediment yield, *Trans. ASAE*, **40**(5), 1329-1335.
- Bouraoui, F, Benabdallah, S., Jrad, A. and Bidoglio, G. (2005) Application of the SWAT model on the Medjerda river basin (Tunisia), *Physics and Chemistry of the Earth*, **30** 497-507.
- Chen, E. and Mackay, D.S. (2004) Effects of distribution-based parameter aggregation on a spatially distributed agricultural nonpoint source pollution model. *Journal of Hydrology*, **295**, 211-224.
- DiLuzio, M. and Arnold, J.G. (2004) Formulation of a hybrid calibration approach for a physically based distributed model with NEXRAD data input, *Journal of Hydrology*, **298**(1-4), 136-154.
- DiLuzio, M., Srinivasan, R., Arnold, J.G., and Neitsch, S.L., (2002) *Arcview interface for SWAT2000*, Texas Water Resources Institute, College Station, Texas.
- Eckhardt, K. and Ulbrich, U. (2003) Potential impacts of climate change on groundwater recharge and streamflow in a central European low mountain range, *Journal of Hydrology* **284**(1-4), 244-252.
- FitzHugh, T. W., and Mackay, D.S (2000) Impacts of input parameter spatial aggregation on an agricultural nonpoint source pollution model, *Journal of Hydrology*, **236**, 35-53.
- Fohrer, N., Haverkamp, S., Eckhardt, K., and Frede, H.-G. (2001) Hydrologic response to land use changes on the catchment scale, *Physics and Chemistry of the Earth, (B)*, **26**(7-8), 577-582.

- Francos, A., Bidoglio, G., Galbiati, L., Bouraoui, F., Elorza, F.J., Rekolainen, S., Manni, K. and Granlund, K. (2001) Hydrological and water quality modelling in a medium-sized coastal basin, *Physics and Chemistry of the Earth (B)*, **26**(1), 47-52.
- Gikas, G.D., Yiannakopoulou, T., Tsihrintzis, V.A. (2006) Modeling of non-point source pollution in a Mediterranean drainage basin, *Environmental Modeling and Assessment*, **11**, 219-233.
- Grizzetti, B., Bouraoui, F., Granlund, K., Rekolainen, S. and Bidoglio, G. (2003). Modelling diffuse emission and retention of nutrients in the Vantaanjoki watershed (Finland) using the SWAT model, *Ecological Modelling*, **169** 25-38.
- Heuvelmans G, Muys B, Feyen J. (2005) Regionalisation of the parameters of a hydrological model: Comparison of linear regression models with artificial neural nets, *Journal of Hydrology* (in Press).
- Holvoet K., Van Griensven, A., Seuntjens, P. and Vanrolleghem, P.A (2005) Sensitivity analysis for hydrology and pesticide supply towards the river in SWAT, *Physics and Chemistry of the Earth* **30** 518–526.
- Huisman, J.A., Breuerm, L., and Frede, H.G. (2004) Sensitivity of simulated hydrological fluxes towards changes in soil properties in response to land use change, *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, **29**(11-12), 749-758.
- Kang M.S, Park, S.W., Lee, J.J., and Yoo, K.H. (2005) Applying SWAT for TMDL programs to a small watershed containing rice paddy fields, *Agricultural Water Management* **79** 72–92.
- Knisel, W.G. (1980) CREAMS: a field-scale model for chemicals, runoff and erosion from agricultural management systems, U.S. Department of Agriculture, Science and Education Administration, Conservation Research Report No. 26 1980.
- Κόταρρης, Σ., (1967) *Εδαφολογική μελέτη περιοχής Ροδόπης*, Υπουργείο Γεωργίας, Υπηρεσία Εγγείων Βελτιώσεων.
- Leonard, R.A., Knisel, W.G. and Still, D.A. (1987) GLEAMS: groundwater loading effects on agricultural management systems, *Trans ASAE*, **30**(5), 1403-1428.
- Neitsch, S.L., Arnold, J.G. and Williams J.R., Soil and Water Assessment Tool. Users Manual, Ver. 2000. Agricultural Research Service, USDA, 2000.
- Pisinaras, V., Petalas, C., Gikas, G.D., Gemitzi, A. and Tsihrintzis V.A. (2007) Hydrological and water quality modeling of a medium-sized basin using the Soil and Water Assessment Tool (SWAT), Proceedings of the International Conference on Environmental Management Engineering, Planning and Economics, Skiathos, June 24-28 2007.
- Plus M., La Jeunesse, I., Bouraoui, F., Zaldivar, J., Chapelle, A. and Lazure, P. (2005) Modelling water discharges and nitrogen inputs into a Mediterranean lagoon. Impact on the primary production. *Ecological Modelling* (in press).
- Romanowicz, A.A., Vancloster, M., Rounsevell, M. and La Junesse, I. (2005) Sensitivity of the SWAT model to the soil and land use data parametrisation: a case study in the Thyle catchment, Belgium, *Ecological Modelling*, **187**, 27–39.
- Rosenthal, W.D., and Hoffman, D.W. (1999) Hydrologic modelling/GIS as an aid in locating monitoring sites, *Trans. ASAE*, **42**(6), 1591-1598.
- Santhi, C, Srinivasan, R., Arnold, J.G. and Williams, J.R. (2005) A modeling approach to evaluate the impacts of water quality management plans implemented in a watershed in Texas, *Environmental Modelling & Software* (in Press).
- Sophocleous, M.A., Koelliker, J.K., Govindaraju, R.S., Birdie, T., Ramireddygar, S.R. and Perkins, S.P. (1999) Integrated numerical modeling for basin-wide water management: The case of the Rattlesnake Creek basin in south-central Kansas, *Journal of Hydrology* **214** 179-196.
- Weber, A., Fohrer, N. and Moller, D. (2001) Long-term land use changes in a mesoscale watershed due to socio-economic factors – effects on landscape structures and functions, *Ecological Modelling* **140** 125-140.
- Williams, J.R. and Berndt, H.D. (1977) Sediment yield prediction based on watershed hydrology, *Trans. ASAE*, **20**(6), 1100-1104.
- Williams, J.R. (1995) *The EPIC model*, in: *Computer Models of Watershed Hydrology*, ed. V.P. Singh, Water Resources Publications, pp. 909-1000.

5. Π.Ε.5–ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ–ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΠΙΘΑΝΩΝ ΣΕΝΑΡΙΩΝ

5.1 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΛΦΕΙΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ

5.1.1 Γενικά

Στην Έκθεση Προόδου 2006 περιλαμβάνεται βαθμονόμηση των μοντέλων και επιτυχής εφαρμογή στην υδρολογική υπολεκάνη Ερυμάνθου Ποταμού. Στην παρούσα Έκθεση γίνεται προετοιμασία των απαραίτητων στοιχείων για όλες τις υπολεκάνες της λεκάνης απορροής και χρήση αυτών, ώστε να ληφθούν τα απαραίτητα υδρολογικά δεδομένα και δεδομένα ρύπανσης. Η βαθμονόμηση αφορά το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης. Καθορίζονται δύο υδρολογικά σενάρια προς εξέταση:

α) Το κανονικό υδρολογικό σενάριο, το οποίο προσομοιώνει την παρούσα κατάσταση, βασισμένη σε μετεωρολογικά δεδομένα τελευταίων δεκαετιών, και

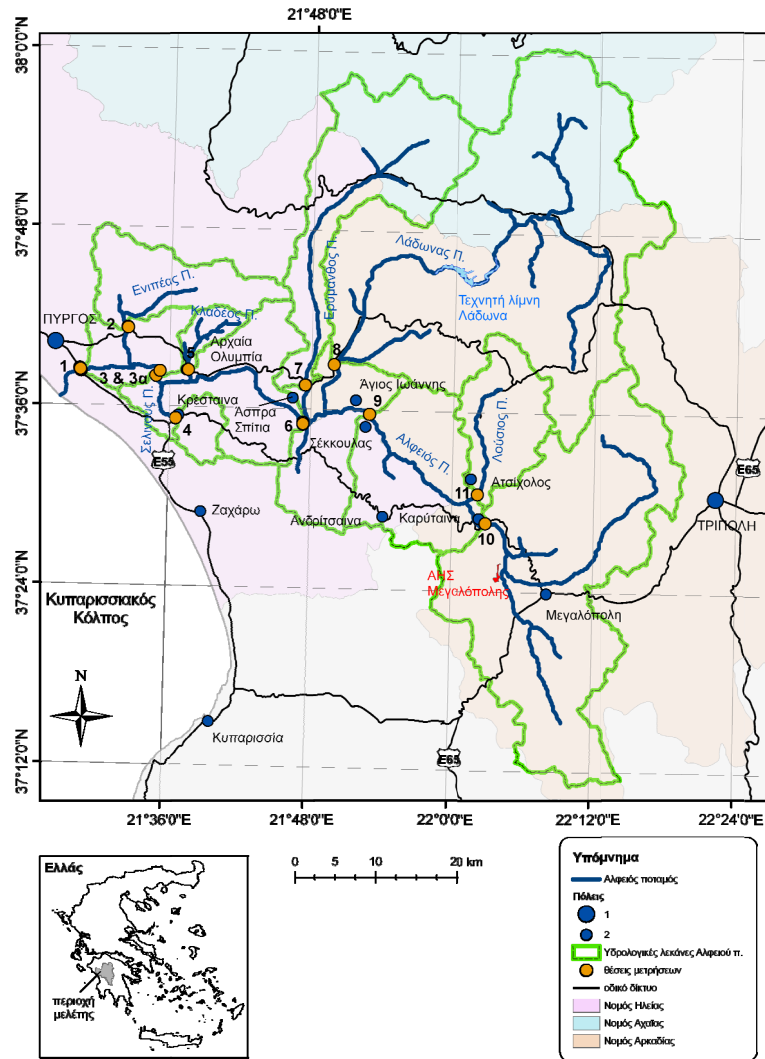
β) το υδρολογικό σενάριο κλιματικής αλλαγής, το οποίο προσομοιώνει πιθανή δυσμενή μελλοντική κατάσταση, λόγω αύξησης της θερμοκρασίας του αέρα.

5.1.2 Χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης

Η υδρολογική λεκάνη Αλφειού Ποταμού καλύπτει έκταση απορροής 3.658 km², η οποία εκτείνεται στη δυτική Πελοπόννησο και κατανέμεται στους τρεις Νομούς, Ηλείας, Αχαΐας και Αρκαδίας. Λεπτομερής περιγραφή αυτής της λεκάνης δίνεται από τους Manariotis & Yannopoulos (2004) και Yannopoulos & Manariotis (2005). Στο Σχήμα 5.1.1 παρουσιάζονται οι σημαντικότερες γεωγραφικές πληροφορίες της λεκάνης Αλφειού Ποταμού, η οποία εκτείνεται στους τρεις Νομούς, Ηλείας, Αρκαδίας και Αχαΐας, κατά ποσοστό 26%, 57% και 17%, αντιστοίχως. Με πράσινα όρια δείχνονται οι υπολεκάνες, στις οποίες διαιρέθηκε η υδρολογική λεκάνη του Αλφειού Ποταμού σύμφωνα με τις θέσεις, όπου έγιναν οι μετρήσεις και οι δειγματοληψίες. Η έκταση και λοιπά χρήσιμα στοιχεία των υπολεκανών δίδονται στον Πίνακα 5.1.1. Σημειώνεται ότι δεν περιλαμβάνεται η υπολεκάνη του Δέλτα Αλφειού, η οποία περιλαμβάνει τις απορροές υδάτων από την οδική γέφυρα Πύργου – Κυπαρισσίας (Θέση 1) έως τη θάλασσα. Οι υπολεκάνες και το υδρογραφικό τους δίκτυο σε μεγαλύτερο μέγεθος παρουσιάζονται στο Παράρτημα Α.

Πίνακας 5.1.1 Υπολεκάνες υδρολογικής λεκάνης Αλφειού Ποταμού

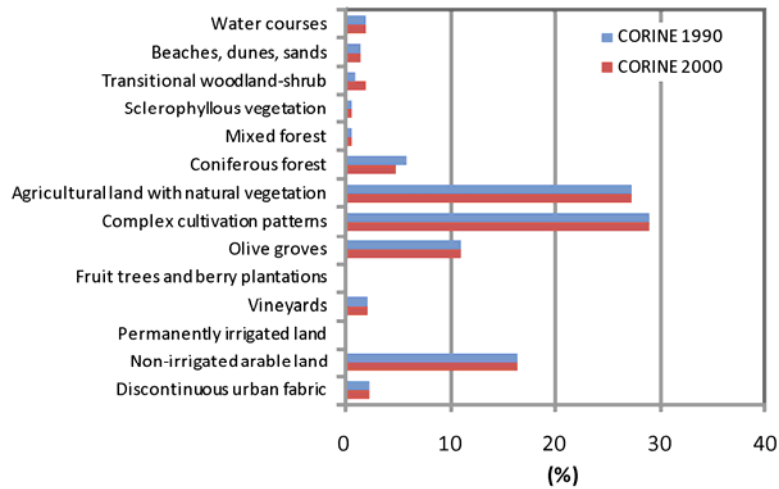
A/A	Περιγραφή	Επιφάνεια (km ²)	Μέση κλίση (%)	Μέσον υψόμετρο (m)	Υψόμετρο (m) του άνω από 50% της επιφάνειας
1	Πύργος – Καλαμάτα (Pyr_Kalamata)	92.66	9.2	85	59
2	Ενιπέας (Enipeas)	162.15	15.0	289	223
3	Φλόκας (Flokas)	229.52	13.6	222	173
4	Κρέσταινα (Krestaina)	39.47	15.8	216	167
5	Κλαδέος (Kladeos)	33.28	18.8	273	235
6	Άσπρα Σπίτια (Aspra Spitia)	183.73	17.7	376	278
7	Ερύμανθος (Erymanthos)	360.10	35.3	861	852
8	Λάδων (Ladon)	1123.66	27.2	858	828
9	Άγιος Ιωάννης (A. Ioannis)	259.55	25.0	571	538
10	Καρύταινα (Karytaina)	783.05	17.8	759	706
11	Λούσιος (Lousios)	159.34	24.0	1082	1123



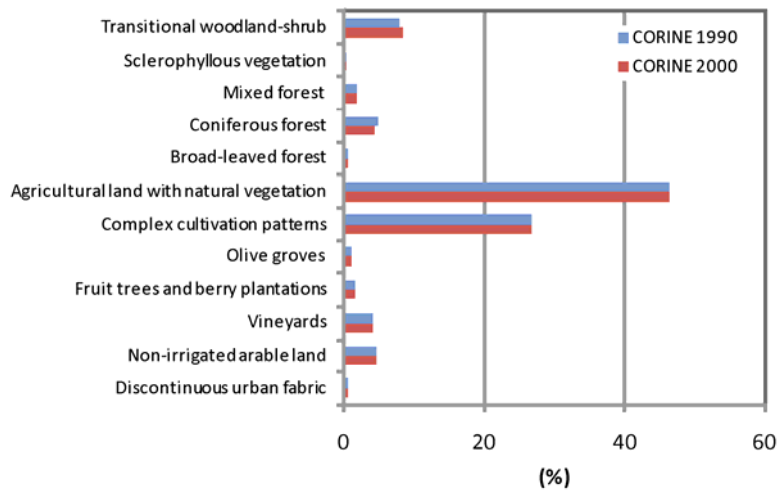
Σχήμα 5.1.1 Γενική άποψη υδρολογικής λεκάνης Αλφειού Ποταμού και των υπολεκανών της

Η σκιαγράφηση των λεκανών και ο μορφολογικός υπολογισμός των χαρακτηριστικών έχουν πραγματοποιηθεί με το λογισμικό WMS 7.0 (WMS, 1998). Σύμφωνα με τη γεωγραφική διανυσματική βάση δεδομένων πληροφοριακών συστημάτων, η οποία είναι διαθέσιμη από το πρόγραμμα CORINE LAND COVER GREECE (CLCG) του Οργανισμού Ελληνικής Χαρτογράφησης & Κτηματολογίου (HEMCO) (<http://www.okxe.gr>), οι χρήσεις γης των υπολεκανών απορροής της υδρολογικής λεκάνης Αλφειού για τα έτη 1990 και 2000 φαίνονται στα Σχήματα 5.1.2 έως 5.1.12.

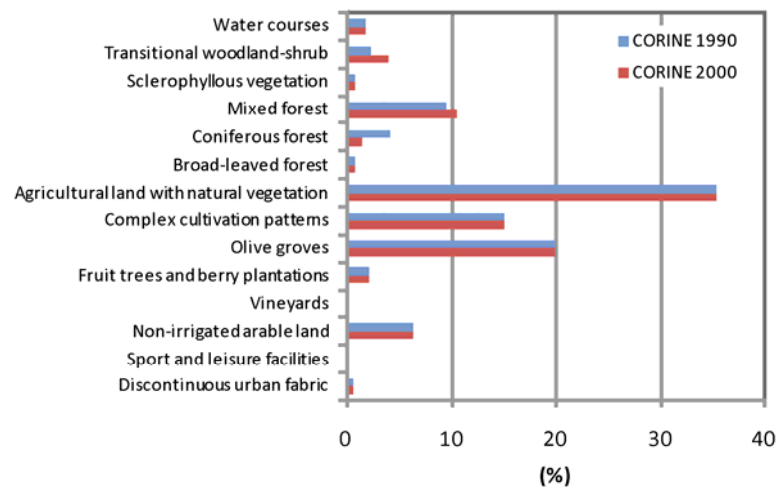
Η Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδας (ΕΣΥΕ) έχει παράσχει τα στοιχεία του πληθυσμού, των ευεργετικών χρήσεων γης και του ζωικού κεφαλαίου. Για όλες τις λεκάνες απορροής, οι κατηγορίες χρήσης γης που συμβάλλουν σε φορτία αζώτου και φωσφόρου στους παραποτάμους και στον Αλφειό Ποταμό, οι οποίες είναι διαθέσιμες από την ΕΣΥΕ για την περίοδο 1999-2000, είναι οι ετήσιες γεωργικές καλλιέργειες, δενδρώδεις καλλιέργειες, άμπελοι και σταφιδάμπελοι, μόνιμα λιβάδια και βοσκότοποι, και οικογενειακοί λαχανόκηποι. Επιπλέον, για την ίδια περίοδο οι παρεχόμενες σχετικές κατηγορίες ζωικού κεφαλαίου είναι βοοειδή, προβατοειδή, αίγες, χοίροι, ιπποειδή και όνοι, κουνέλια, και πουλερικά. Για τον υπολογισμό των φορτίων υγρών αποβλήτων, χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία πληθυσμού (απογραφή 2001), τα οποία συμβάλλουν σε ολικό άζωτο και φώσφορο στις υπολεκάνες. Σύμφωνα με στοιχεία που ελήφθησαν από την Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Ηλείας και από όσους Δήμους συμπλήρωσαν τα ερωτηματολόγια που τους υπέβαλε η ερευνητική ομάδα (Παράρτημα Β), οι αγροτοβιομηχανικές δραστηριότητες στην υπό εξέταση περιοχή αφορούν ένα αριθμό ελαιοτριβείων και μερικές άλλες μονάδες. Κατάλογος των ελαιοτριβείων δίδεται στον Πίνακα 5.1.2. Τα φορτία για τις υπόλοιπες αγροτοβιομηχανικές μονάδες, που κατεγράφησαν από τους Δήμους μέσω των Ερωτηματολογίων, υπολογίζονται με βάση τα στατιστικά στοιχεία πληθυσμού οικισμών, καλλιεργούμενων εκτάσεων και ζωικής παραγωγής, τα οποία ελήφθησαν από την ΕΣΥΕ.



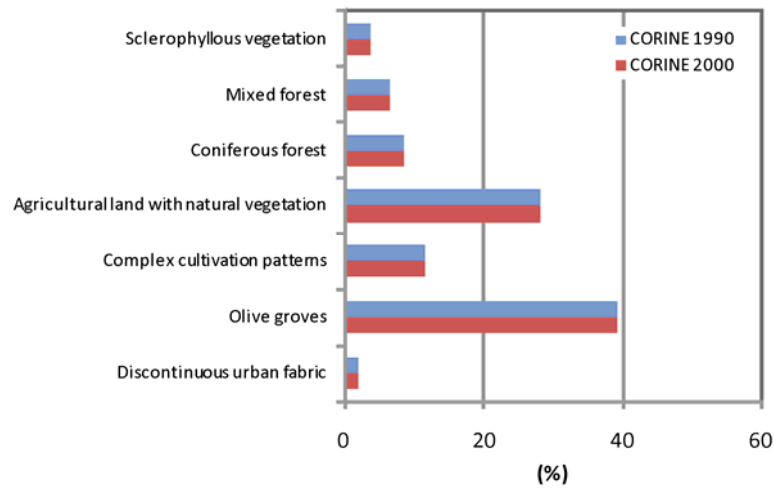
Σχήμα 5.1.2 Κατανομή των χρήσεων γης της Λεκάνης Πύργου - Καλαμάτας (Λ.Α. 1) για τα έτη 1990 και 2000. Πηγή: HEMCO (<http://www.okxe.gr>)



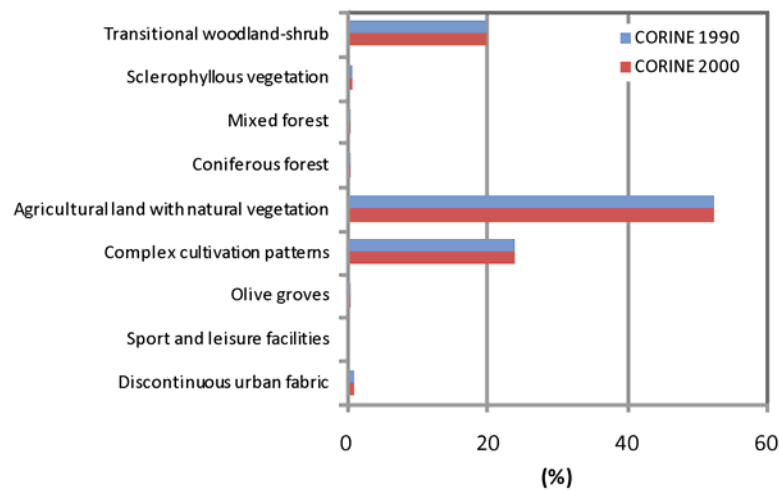
Σχήμα 5.1.3 Κατανομή των χρήσεων γης της Λεκάνης Ενipeά (Λ.Α. 2) για τα έτη 1990 και 2000. Πηγή: HEMCO (<http://www.okxe.gr>)



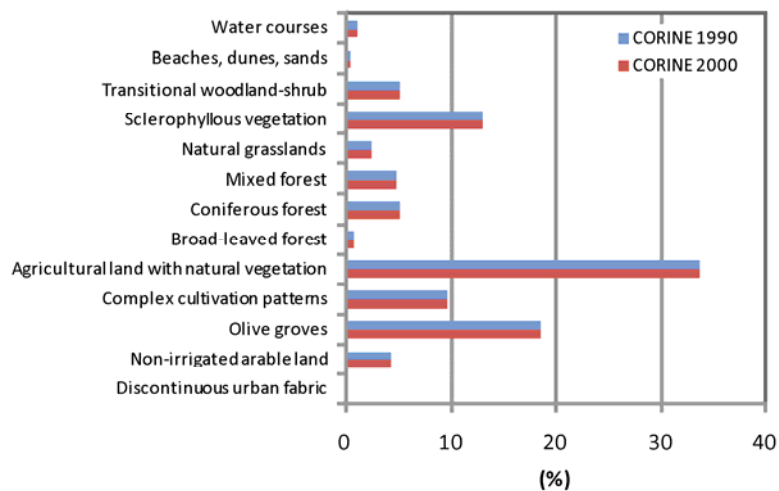
Σχήμα 5.1.4 Κατανομή των χρήσεων γης της Λεκάνης Φλόκα (Λ.Α. 3) για τα έτη 1990 και 2000. Πηγή: HEMCO (<http://www.okxe.gr>)



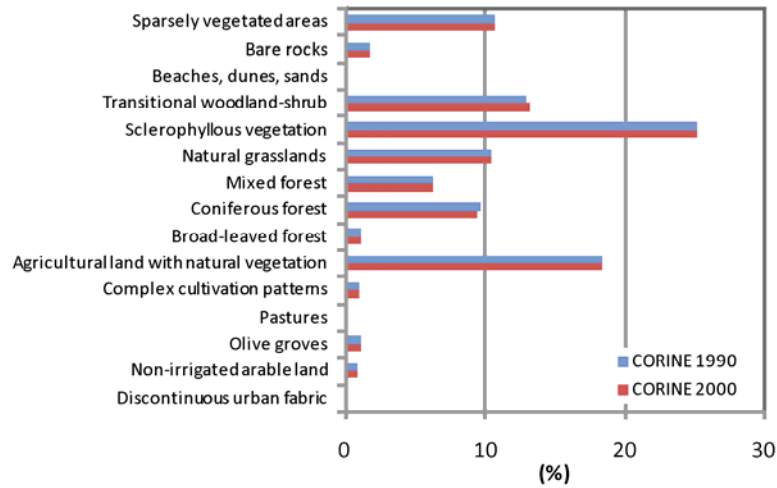
Σχήμα 5.1.5 Κατανομή των χρήσεων γης της Λεκάνης Κρέσταινας (Λ.Α. 4) για τα έτη 1990 και 2000
Πηγή: HEMCO (<http://www.okxe.gr>)



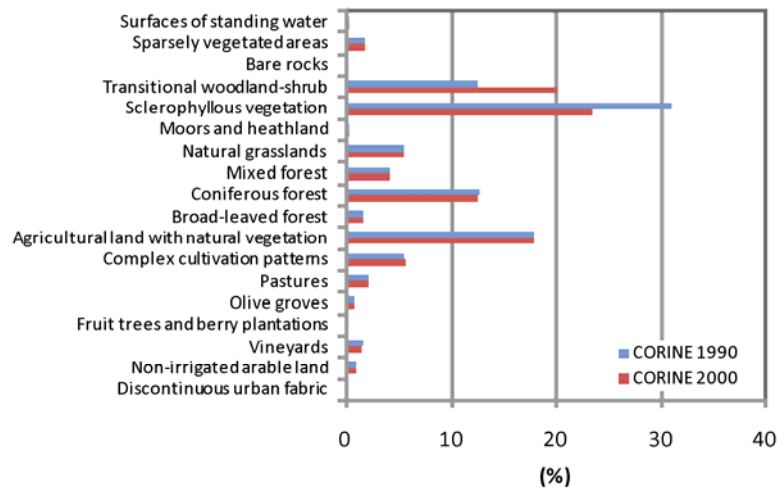
Σχήμα 5.1.6 Κατανομή των χρήσεων γης της Λεκάνης Κλαδέου (Λ.Α. 5) για τα έτη 1990 και 2000
Πηγή: HEMCO (<http://www.okxe.gr>)



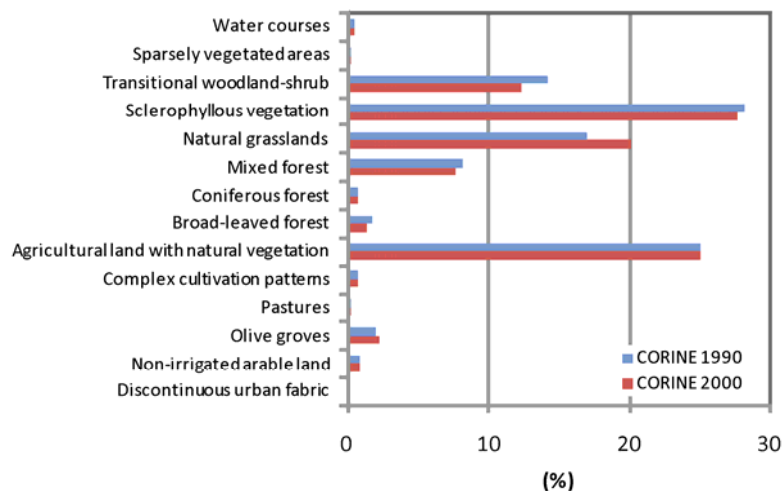
Σχήμα 5.1.7 Κατανομή των χρήσεων γης της Λεκάνης Άσπρων Σπιτιών (Λ.Α. 6) για τα έτη 1990 και 2000. Πηγή: HEMCO (<http://www.okxe.gr>)



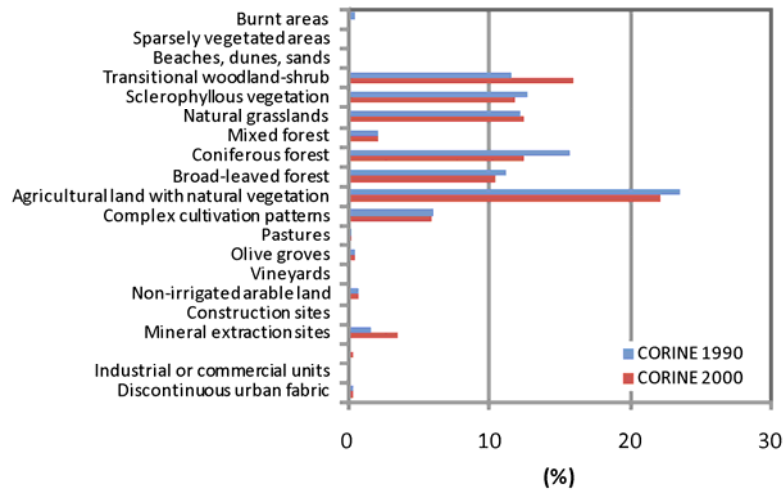
Σχήμα 5.1.8 Κατανομή των χρήσεων γης της Λεκάνης Ερυμάνθου (Λ.Α. 7) για τα έτη 1990 και 2000. Πηγή: HEMCO (<http://www.okxe.gr>)



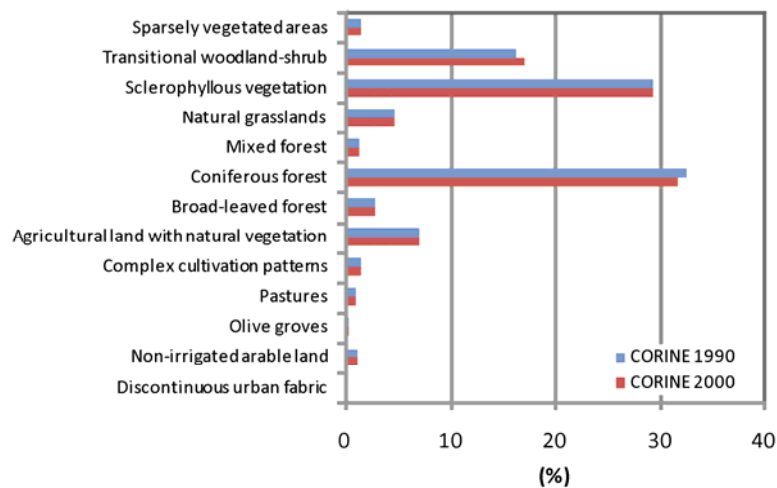
Σχήμα 5.1.9 Κατανομή των χρήσεων γης της Λεκάνης Λάδωνα (Λ.Α. 8) για τα έτη 1990 και 2000. Πηγή: HEMCO (<http://www.okxe.gr>)



Σχήμα 5.1.10 Κατανομή των χρήσεων γης της Λεκάνης Αγίου Ιωάννη (Λ.Α. 9) για τα έτη 1990 και 2000. Πηγή: HEMCO (<http://www.okxe.gr>)



Σχήμα 5.1.11 Κατανομή των χρήσεων γης της Λεκάνης Καρύταινας (Λ.Α. 10) για τα έτη 1990 και 2000. Πηγή: HEMCO (<http://www.okxe.gr>)



Σχήμα 5.1.12 Κατανομή των χρήσεων γης της Λεκάνης Λούσιου (Λ.Α. 11) για τα έτη 1990 και 2000. Πηγή: HEMCO (<http://www.okxe.gr>)

5.1.3 Εκτίμηση φορτίων ρύπανσης αζώτου και φωσφόρου

Η συμβολή των λιπάνσεων καλλιεργειών σε ολικό άζωτο και φώσφορο υπολογίστηκε, λαμβάνοντας υπόψη τους καταλόγους ειδών καλλιεργειών της ΕΣΥΕ και στοιχεία λιπάνσεων που προτείνονται από ειδικούς (www.agro.gr, http://users.forthnet.gr/her/agra_nita/lipansi.htm), καθώς και στοιχεία που συνελέγησαν μέσω ερωτηματολογίων, αγροτικών συνεταιρισμών και ενώσεων γεωργικών συνεταιρισμών (Παράρτημα Β).

Η συμβολή του ζωικού κεφαλαίου σε ολικό άζωτο και φώσφορο υπολογίστηκε, λαμβάνοντας υπόψη τους καταλόγους ειδών ζώων της ΕΣΥΕ, με την βοήθεια των στοιχείων που δίδονται στους Πίνακες 5.1.3 και 5.1.4.

Για τον υπολογισμό της παροχής και των φορτίων ολικού Kjeldahl αζώτου και φωσφόρου αποβλήτων ελαιοτριβείων, θεωρήθηκε ότι η μέση παροχή κάθε ελαιοτριβείου ανέρχεται σε $21,84 \text{ m}^3$ ανά ημέρα και οι μέσες συγκεντρώσεις ολικού Kjeldahl αζώτου και φωσφόρου είναι $0,71$ και $0,13 \text{ kg/m}^3$, αντιστοίχως (Τσώνης 1988). Τα στοιχεία αυτά υποδηλώνουν μια μέση δυναμικότητα εκάστου ελαιοτριβείου 400 Mg ελαιολάδου ετησίως περίπου ή 1200 Mg ελαιοκάρπου, η οποία είναι συμβατή με τα στοιχεία που συνελέγησαν μέσω ερωτηματολογίων για τον Δήμο Ηραίας (Παράρτημα Β). Το χρονικό διάστημα που λειτουργούν τα ελαιοτριβεία λαμβάνεται κατά μέσον όρο ίσο με τρεις μήνες (90 ημέρες), ήτοι το Φθινόπωρο από $15^{\text{η}}$ έως $30^{\text{η}}$ Νοεμβρίου και τον Χειμώνα από $1^{\text{η}}$ Δεκεμβρίου έως $15^{\text{η}}$ Φεβρουαρίου.

Πίνακας 5.1.2 Ελαιοτριβεία Νομού Ηλείας που βρίσκονται στις υπολεκάνες του Αλφειού Ποταμού (καταγραφή 2005-2006 Ν.Α. Ηλείας και ερωτηματολόγια)

ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ	ΔΗΜΟΣ	ΔΗΜ. ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ
ΠΥΡΓΟΣ - ΚΑΛΑΜΑΤΑ (Λ.Α. 1)	ΒΩΛΑΚΟΣ	ΑΛΦΕΙΟΥΣΑ	2
	ΠΥΡΓΟΥ	ΠΑΛΑΙΟΒΑΡΒΑΣΑΙΝΑ	1
	ΠΥΡΓΟΥ	ΒΑΡΒΑΣΑΙΝΑ	1
	ΠΥΡΓΟΥ	ΣΑΛΜΩΝΗ	1
	ΠΥΡΓΟΥ	ΑΓ.ΓΕΩΡΓΙΟΣ	2
	ΑΡΧ.ΟΛΥΜΠΙΑ	ΠΕΛΟΠΙΟ	1
ΕΝΙΠΕΑΣ (Λ.Α. 2)	ΩΛΕΝΗΣ	ΩΛΕΝΑ	1
	ΩΛΕΝΗΣ	ΛΑΝΘΙ	2
	ΩΛΕΝΗΣ	ΧΕΙΜΑΔΙΟ	2
	ΩΛΕΝΗΣ	ΜΑΓΟΥΛΑ	1
	ΑΡΧ.ΟΛΥΜΠΙΑ	ΧΕΛΙΔΟΝΙ	1
	ΑΡΧ.ΟΛΥΜΠΙΑ	ΚΡΥΟΝΕΡΟ	1
	ΦΟΛΟΗΣ	ΛΑΛΑΣ	2
ΦΛΟΚΑΣ (Λ.Α. 3)	ΑΡΧ.ΟΛΥΜΠΙΑ	ΜΙΡΑΚΑ	1
	ΣΚΙΛΛΟΥΝΤΟΣ	ΠΛΑΤΙΑΝΑ	1
	ΣΚΙΛΛΟΥΝΤΟΣ	ΜΑΚΡΙΣΙΑ	2
	ΣΚΙΛΛΟΥΝΤΟΣ	ΔΙΑΣΕΛΛΑ	2
	ΣΚΙΛΛΟΥΝΤΟΣ	ΦΡΙΞΑ	2
	ΣΚΙΛΛΟΥΝΤΟΣ	ΚΑΛΛΙΚΩΜΟ	1
	ΣΚΙΛΛΟΥΝΤΟΣ	ΣΚΙΛΛΟΥΝΤΙΑ	2
ΚΡΕΣΤΑΙΝΑ (Λ.Α. 4)	ΣΚΙΛΛΟΥΝΤΟΣ	ΒΡΙΝΑ	1
	ΣΚΙΛΛΟΥΝΤΟΣ	ΚΡΕΣΤΕΝΑ	2
ΚΛΑΔΕΟΣ (Λ.Α. 5)	ΑΡΧ.ΟΛΥΜΠΙΑ	ΚΛΑΔΕΟΣ	1
	ΑΡΧ.ΟΛΥΜΠΙΑ	ΚΟΣΚΙΝΑΣ	1
ΑΣΠΡΑ ΣΠΙΤΙΑ (Λ.Α. 6)	ΑΛΙΦΕΙΡΑΣ	ΑΜΥΓΔΑΛΙΕΣ	1
	ΑΛΙΦΕΙΡΑΣ	ΚΑΛΛΙΘΕΑ	1
	ΑΛΙΦΕΙΡΑΣ	ΜΥΡΩΝΙΑ	1
	ΤΡΟΠΑΙΩΝ	ΚΑΠΕΛΙΤΣΑ	1
	ΗΡΑΙΑΣ	ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗΣ	1
ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ (Λ.Α. 7)	ΑΡΧ.ΟΛΥΜΠΙΑ	ΒΑΣΙΛΑΚΙ	2
	ΑΡΧ.ΟΛΥΜΠΙΑ	ΞΗΡΟΚΑΜΠΙΟΣ	1
ΛΑΔΩΝΑΣ (Λ.Α. 8)	ΤΡΟΠΑΙΩΝ	ΔΑΦΝΗ	3
	ΤΡΟΠΑΙΩΝ	ΤΟΥΜΠΙΤΣΙΟΝ	1
	ΤΡΟΠΑΙΩΝ	ΚΑΛΛΙΑΝΙΟΝ	1
ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗΣ (Λ.Α. 9)	ΑΝΔΡΙΤΣΑΙΝΑ	ΣΕΚΟΥΛΑΣ	1
	ΗΡΑΙΑΣ	ΡΑΦΤΗΣ	1

Ο συνολικός πληθυσμός των οικισμών (Δημοτικών Διαμερισμάτων) κάθε υπολεκάνης, καθώς και η χειμερινή και θερινή παροχή των παραγόμενων οικιακών λυμάτων και των σχετικών φορτίων ολικού Kjeldahl αζώτου και φωσφόρου δίδονται στον Πίνακα 5.1.5. Για τον υπολογισμό της παροχής των λυμάτων θεωρήθηκε ως μέση ημερήσια κατανάλωση ύδατος ανά κάτοικο και ημέρα η τιμή των 150 L για την χειμερινή περίοδο και η τιμή των 200 L για την θερινή περίοδο και ότι το 80% της ποσότητας ύδατος καταλήγει στο δίκτυο αποχέτευσης ως υγρό απόβλητο. Για τον υπολογισμό των παραγόμενων φορτίων ολικού Kjeldahl αζώτου και φωσφόρου από τα υγρά απόβλητα των οικισμών και των δήμων, θεωρήθηκαν οι τιμές 13 και 2.6 g ανά κάτοικο και ημέρα, αντιστοίχως.

Πίνακας 5.1.3 Παραγωγή αποβλήτων από κτηνοτροφία

Είδος ζώου	Απόβλητα (L/kg ζώντος βάρους)	Αναλογία κοπριάς (%)	Αναλογία ούρων (%)
Αγελάδες	0,080	69	31
Μοσχάρια	0,534	71	29
Χοίροι	0,058	55	45
Πτηνά	0,056		
Πρόβατα	0,040	50	50

Πηγή: Κώδικας Ορθής Γεωργικής Πρακτικής ΦΕΚ 477B/2000.

Πίνακας 5.1.4 Φορτία αζώτου και φωσφόρου αποβλήτων από κτηνοτροφία

Είδος ζώου	Μέσο βάρος (kg)	Ολικό N (kg N ανά Mg ζώντος βάρους)			Ολικός P (kg P ανά Mg ζώντος βάρους)			Παρατηρήσεις
		Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέσο	Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέσο	
Αγελάδες	200	0,31	0,45	0,380	0,04	0,12	0,080	Πίνακες 4-5, 4-8
Χοίροι	80	0,15	0,60	0,375	0,05	0,25	0,150	Πίνακας 4-11
Πουλερικά	2	0,62	1,10	0,860	0,24	0,34	0,290	Πίνακας 4-14
Πρόβατα	25			0,450	0,07		0,070	Πίνακας 4-18
Ίπποι	350			0,280			0,050	Πίνακας 4-19
Κουνέλια	1,5			0,030			0,020	Πίνακας 4-20
Αίγες	20			0,450			0,070	Ως πρόβατα

Πηγή: AWM Handbook (1999) <http://www.wsi.nrcs.usda.gov/products/W2Q/AWM/docs/handbk/awmfh-acknowledge.pdf>

Πίνακας 5.1.5 Πληθυσμός (απογραφή 2001, ΕΣΥΕ), παροχή λυμάτων και φορτία ολικού Kjeldahl αζώτου και φωσφόρου που παράγονται από τα λύματα κατά την χειμερινή και θερινή περίοδο, ανά υπολεκάνη απορροής Αλφειού Ποταμού.

ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ (κάτ.)	ΠΑΡΟΧΗ ΛΥΜΑΤΩΝ (m ³ /s)		ΦΟΡΤΙΑ (g/s)			
		Χειμώνας	Καλοκαίρι	TNK	P	TNK	P
				Χειμώνας	Καλοκαίρι	Χειμώνας	Καλοκαίρι
ΠΥΡΓΟΣ - ΚΑΛΑΜΑΤΑ (Λ.Α. 1)	9.018	12,525	16,700	1,357	0,271	1,357	0,271
ΕΝΙΠΕΑΣ (Λ.Α. 2)	9.171	12,738	16,983	1,380	0,276	1,380	0,276
ΦΛΟΚΑΣ (Λ.Α. 3)	9.179	12,749	16,998	1,381	0,276	1,381	0,276
ΚΡΕΣΤΑΙΝΑ (Λ.Α. 4)	7.629	10,596	14,128	1,148	0,230	1,148	0,230
ΚΛΑΔΕΟΣ (Λ.Α. 5)	1.996	2,772	3,696	0,300	0,060	0,300	0,060
ΑΣΠΡΑ ΣΠΙΤΙΑ (Λ.Α. 6)	6.075	8,438	11,250	0,914	0,183	0,914	0,183
ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ (Λ.Α. 7)	7.189	9,985	13,313	1,082	0,216	1,082	0,216
ΛΑΔΩΝΑΣ (Λ.Α. 8)	20.545	28,535	38,046	3,091	0,618	3,091	0,618
ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗΣ (Λ.Α. 9)	3.938	5,469	7,293	0,593	0,119	0,593	0,119
ΚΑΡΥΤΑΙΝΑ (Λ.Α. 10)	13.453	18,685	24,913	2,024	0,405	2,024	0,405
ΛΟΥΣΙΟΣ (Λ.Α. 11)	1.917	2,663	3,550	0,288	0,058	0,288	0,058
ΣΥΝΟΛΟ	90.110	125,2	166,9	13,6	2,7	13,6	2,7

Στους Πίνακες 5.1.6 και 5.1.7 δίδονται τα εποχικά φορτία ολικού αζώτου και φωσφόρου, συγκεντρωτικά ανά υπολεκάνη Αλφειού Ποταμού και για τις τέσσερις εποχές του έτους. Πρέπει, επίσης, να σημειωθεί ότι οι φυσικές πηγές, όπως τα δάση και η άγρια ζωή, η πανίδα και η χλωρίδα γενικά, συμβάλλουν σε ολικά φορτία αζώτου και φωσφόρου, τα οποία όμως έχουν αμεληθεί στην παρούσα μελέτη, εξαιτίας του γεγονότος ότι είναι πολύ δύσκολο να υπολογιστούν.

Πίνακας 5.1.6 Εποχικά φορτία ολικού αζώτου από λιπάνσεις καλλιεργειών, κτηνοτροφία, ελαιοτριβεία, οικιακά και δημοτικά απόβλητα στις υπολεκάνες απορροής Αλφειού Ποταμού.

Υπολεκάνες	Πηγές N	Χειμώνας	Ανοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο	Έτος
ΠΥΡΓΟΣ - ΚΑΛΑΜΑΤΑ (Λ.Α. 1)	Λιπάσματα (kg)	856934	473003	281668	957859	2569464
	Ζώα (kg)	12388	12388	12388	12388	49553
	Ελαιοτριβεία (kg)	9300			1860	11160
	Υγρά απόβλητα (kg)	10551	10551	10551	10551	42204
	Σύνολο (Mg)	889.2	495.9	304.6	982.7	2672.4
ΕΝΙΠΕΑΣ (Λ.Α. 2)	Λιπάσματα (kg)	1167905	986625	507430	1471093	4133054
	Ζώα (kg)	32758	32758	32758	32758	131031
	Ελαιοτριβεία (kg)	11625			2325	13950
	Υγρά απόβλητα (kg)	10730	10730	10730	10730	42920
	Σύνολο (Mg)	1223.0	1030.1	550.9	1516.9	4321.0
ΦΛΟΚΑΣ (Λ.Α. 3)	Λιπάσματα (kg)	1360256	597606	402241	1546579	3906681
	Ζώα (kg)	28211	28211	28211	28211	112843
	Ελαιοτριβεία (kg)	12788			2558	15345
	Υγρά απόβλητα (kg)	10739	10739	10739	10739	42958
	Σύνολο (Mg)	1412.0	636.6	441.2	1588.1	4077.8
ΚΡΕΣΤΑΙΝΑ (Λ.Α. 4)	Λιπάσματα (kg)	620461	174107	139300	635375	1569241
	Ζώα (kg)	3474	3474	3474	3474	13897
	Ελαιοτριβεία (kg)	3488			698	4185
	Υγρά απόβλητα (kg)	8926	8926	8926	8926	35704
	Σύνολο (Mg)	636.3	186.5	151.7	648.5	1623.0
ΚΛΑΔΕΟΣ (Λ.Α. 5)	Λιπάσματα (kg)	147834	61461	40979	162306	412579
	Ζώα (kg)	2954	2954	2954	2954	11815
	Ελαιοτριβεία (kg)	2325			465	2790
	Υγρά απόβλητα (kg)	2335	2335	2335	2335	9341
	Σύνολο (Mg)	155.4	66.8	46.3	168.1	436.5
ΑΣΠΡΑ ΣΠΗΤΙΑ (Λ.Α. 6)	Λιπάσματα (kg)	907234	654265	395683	1249312	3206494
	Ζώα (kg)	27811	27811	27811	27811	111245
	Ελαιοτριβεία (kg)	5813			1163	6975
	Υγρά απόβλητα (kg)	7108	7108	7108	7108	28431
	Σύνολο (Mg)	948.0	689.2	430.6	1285.4	3353.1
ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ (Λ.Α. 7)	Λιπάσματα (kg)	373383	692035	353450	819591	2238459
	Ζώα (kg)	69531	69531	69531	69531	278124
	Ελαιοτριβεία (kg)	3488			698	4185
	Υγρά απόβλητα (kg)	8411	8411	8411	8411	33645
	Σύνολο (Mg)	454.8	770.0	431.4	898.2	2554.4
ΛΑΔΩΝΑΣ (Λ.Α. 8)	Λιπάσματα (kg)	1236674	1286028	711103	1977260	5211065
	Ζώα (kg)	167942	167942	167942	167942	671766
	Ελαιοτριβεία (kg)	5813			1163	6975
	Υγρά απόβλητα (kg)	24038	24038	24038	24038	96151
	Σύνολο (Mg)	1434.5	1478.0	903.1	2170.4	5986.0
ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗΣ (Λ.Α. 9)	Λιπάσματα (kg)	493868	232160	154271	578655	1458955
	Ζώα (kg)	20813	20813	20813	20813	83251
	Ελαιοτριβεία (kg)	2325			465	2790
	Υγρά απόβλητα (kg)	4607	4607	4607	4607	18430
	Σύνολο (Mg)	521.6	257.6	179.7	604.5	1563.4
ΚΑΡΥΤΑΙΝΑ (Λ.Α. 10)	Λιπάσματα (kg)	391731	466570	213014	352184	1423499
	Ζώα (kg)	44600	44600	44600	44600	178400
	Ελαιοτριβεία (kg)					0
	Υγρά απόβλητα (kg)	15740	15740	15740	15740	62960
	Σύνολο (Mg)	452.1	526.9	273.4	412.5	1664.9

(συνέχεια Πίνακα 5.1.6)

Υπολεκάνες	Πηγές N	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο	Έτος
ΛΟΥΣΙΟΣ (Λ.Α. 11)	Λιπάσματα (kg)	42878	28783	12989	21475	106125
	Ζώα (kg)	7048	7048	7048	7048	28192
	Ελαιοτριβεία (kg)					0
	Υγρά απόβλητα (kg)	2243	2243	2243	2243	8972
	Σύνολο (Mg)	52.2	38.1	22.3	30.8	143.3
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ (Mg)	8179.1	6175.6	3735.1	10306.0	28395.8	

Πίνακας 5.1.7 Εποχικά φορτία ολικού φωσφόρου από λιπάνσεις καλλιεργειών, κτηνοτροφία, ελαιοτριβεία, οικιακά και δημοτικά απόβλητα στις υπολεκάνες απορροής Αλφειού Ποταμού.

Υπολεκάνες	Πηγές P	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο	Έτος
ΠΥΡΓΟΣ - ΚΑΛΑΜΑΤΑ (Λ.Α. 1)	Λιπάσματα (kg)	279563	70065	16873	291561	658062
	Ζώα (kg)	1324	1324	1324	1324	5295
	Ελαιοτριβεία (kg)	1700			340	2040
	Υγρά απόβλητα (kg)	2110	2110	2110	2110	8441
	Σύνολο (Mg)	284.7	73.5	20.3	295.3	673.8
ΕΝΙΠΕΑΣ (Λ.Α. 2)	Λιπάσματα (kg)	416922	176542	39478	453129	1086071
	Ζώα (kg)	3389	3389	3389	3389	13556
	Ελαιοτριβεία (kg)	2125			425	2550
	Υγρά απόβλητα (kg)	2146	2146	2146	2146	8584
	Σύνολο (Mg)	424.6	182.1	45.0	459.1	1110.8
ΦΛΟΚΑΣ (Λ.Α. 3)	Λιπάσματα (kg)	391150	69267	17719	467007	945144
	Ζώα (kg)	3841	3841	3841	3841	15363
	Ελαιοτριβεία (kg)	2338			468	2805
	Υγρά απόβλητα (kg)	2148	2148	2148	2148	8592
	Σύνολο (Mg)	399.5	75.3	23.7	473.5	971.9
ΚΡΕΣΤΑΙΝΑ (Λ.Α. 4)	Λιπάσματα (kg)	171443	13873	2576	190005	377897
	Ζώα (kg)	350	350	350	350	1401
	Ελαιοτριβεία (kg)	638			128	765
	Υγρά απόβλητα (kg)	1785	1785	1785	1785	7141
	Σύνολο (Mg)	174.2	16.0	4.7	192.3	387.2
ΚΑΛΔΕΟΣ (Λ.Α. 5)	Λιπάσματα (kg)	42841	7859	1636	48922	101257
	Ζώα (kg)	317	317	317	317	1266
	Ελαιοτριβεία (kg)	425			85	510
	Υγρά απόβλητα (kg)	467	467	467	467	1868
	Σύνολο (Mg)	44.0	8.6	2.4	49.8	104.9
ΑΣΠΡΑ ΣΠΗΤΙΑ (Λ.Α. 6)	Λιπάσματα (kg)	272653	81548	27138	382298	763637
	Ζώα (kg)	2435	2435	2435	2435	9740
	Ελαιοτριβεία (kg)	1063			213	1275
	Υγρά απόβλητα (kg)	1422	1422	1422	1422	5686
	Σύνολο (Mg)	277.6	85.4	31.0	386.4	780.3
ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ (Λ.Α. 7)	Λιπάσματα (kg)	140667	105411	34817	257505	538400
	Ζώα (kg)	5480	5480	5480	5480	21918
	Ελαιοτριβεία (kg)	638			128	765
	Υγρά απόβλητα (kg)	1682	1682	1682	1682	6729
	Σύνολο (Mg)	148.5	112.6	42.0	264.8	567.8
ΛΑΔΩΝΑΣ (Λ.Α. 8)	Λιπάσματα (kg)	397778	171612	58332	611116	1238837
	Ζώα (kg)	12984	12984	12984	12984	51938
	Ελαιοτριβεία (kg)	1063			213	1275
	Υγρά απόβλητα (kg)	4808	4808	4808	4808	19230
	Σύνολο (Mg)	416.6	189.4	76.1	629.1	1311.3

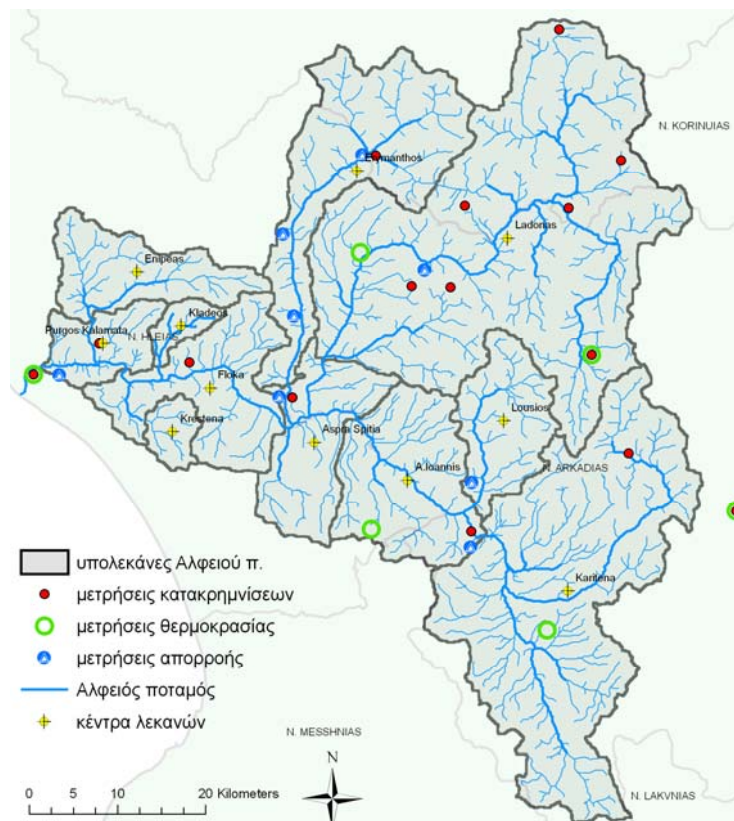
(συνέχεια Πίνακα 5.1.7)

Υπολεκάνες	Πηγές P	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο	Έτος
ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗΣ (Λ.Α. 9)	Λιπάσματα (kg)	141146	22473	7313	175001	345932
	Ζώα (kg)	1671	1671	1671	1671	6684
	Ελαιοτριβεία (kg)	425			85	510
	Υγρά απόβλητα (kg)	921	921	921	921	3686
	Σύνολο (Mg)	144.2	25.1	9.9	177.7	356.8
ΚΑΡΥΤΑΙΝΑ (Λ.Α. 10)	Λιπάσματα (kg)	116444	76813	26042	115018	334317
	Ζώα (kg)	3490	3490	3490	3490	13961
	Ελαιοτριβεία (kg)					0
	Υγρά απόβλητα (kg)	3148	3148	3148	3148	12592
	Σύνολο (Mg)	123.1	83.5	32.7	121.7	360.9
ΛΟΥΣΙΟΣ (Λ.Α. 11)	Λιπάσματα (kg)	11266	4589	1588	7013	24457
	Ζώα (kg)	510	510	510	510	2040
	Ελαιοτριβεία (kg)					0
	Υγρά απόβλητα (kg)	449	449	449	449	1794
	Σύνολο (Mg)	12.2	5.5	2.5	8.0	28.3
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ (Mg)	2449.2	856.9	290.4	3057.5	6654.0	

5.1.4 Υδρολογική προσομοίωση κανονικού σεναρίου

5.1.4.1 Μοντέλο βροχής – απορροής

Για την υδρολογική προσομοίωση των υπολεκανών απορροής του ποταμού Αλφειού χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο βροχής – απορροής ENNS (Nachtnebel et al., 1993). Εφαρμογές του μοντέλου στον ελληνικό χώρο έχουν παρουσιαστεί από τους Kaleris et al. (2001) και Ζιώγα (2006). Οι υπολεκάνες για τις οποίες έγιναν υδρολογικές προσομοιώσεις είναι οι εξής (Σχήμα 5.1.13): Άγιος Ιωάννης (Θέση 9), Άσπρα Σπίτια (Θέση 6), Επιπέας (Θέση 2), Ερύμανθος (Θέση 7), Φλόκα (Θέση 3 ή 3α), Καρύταινα (Θέση 10), Κλαδέος (Θέση 5), Κρέσταινα (Θέση 4), Λάδωνας (Θέση 8), Λούσιος (Θέση 11) και Πύργος-Καλαμάτα (Θέση 1).



Σχήμα 5.1.13 Υπολεκάνες απορροής του ποταμού Αλφειού και θέσεις υδρομετεωρολογικών σταθμών.



Σχήμα 5.1.14 Προσδιορισμός αντιπροσωπευτικού βροχομετρικού σταθμού για κάθε υπολεκάνη του Αλφειού με τη μέθοδο της χωρικής κατανομής βάσει της Ευκλείδειας απόστασης (Euclidean distance analysis).

5.1.4.3 Διαδικασία ρύθμισης του μοντέλου βροχής – απορροής για τη λεκάνη του Ερύμανθου και προσομοίωση της απορροής

Από τις λεκάνες του ποταμού Αλφειού που μελετήθηκαν, μόνο για τη λεκάνη του Ερύμανθου υπάρχουν μετρήσεις της απορροής, οι οποίες καλύπτουν αρκετά μακρές περιόδους και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη ρύθμιση του μοντέλου ENNS. Η ρύθμιση του μοντέλου πραγματοποιήθηκε για το διάστημα από τον Οκτώβριο του 1963 έως το Σεπτέμβριο του 1976.

Τα δεδομένα ημερήσιων τιμών βροχόπτωσης που χρησιμοποιήθηκαν έχουν μετρηθεί σε βροχομετρικό σταθμό που βρίσκεται κοντά στο κέντρο της λεκάνης (Σχήμα 5.1.16) και είναι διαθέσιμα για την περίοδο 1955 – 1997.

Πίνακας 5.1.9 Συντελεστής γραμμικής συσχέτισης (R) μεταξύ των μηνιαίων τιμών θερμοκρασίας για τα έτη 1975 έως 1995

Σταθμός	Πύργος	Βυτίνα	Ανδρίτσαϊνα	Τρίπολη
Πύργος		0,94		0,99
Βυτίνα				0,94
Ανδρίτσαϊνα		0,93		
Τρίπολη				

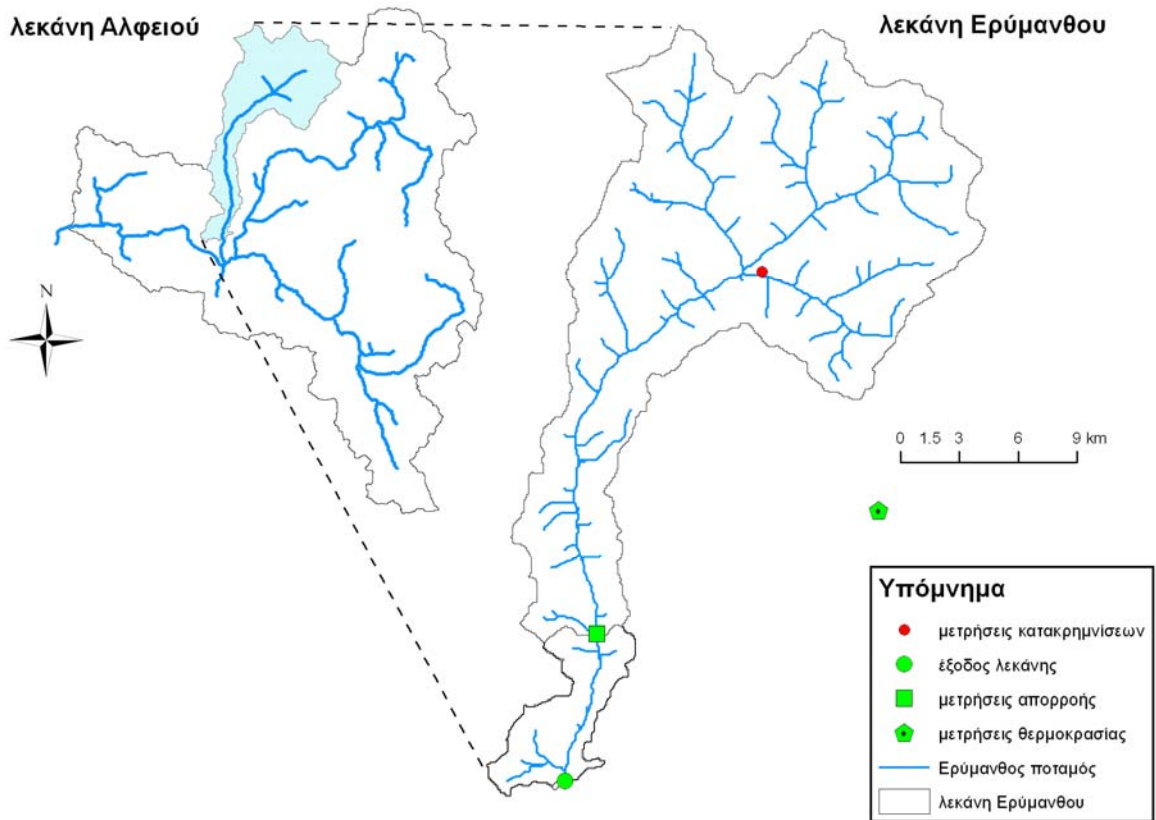


Σχήμα 5.1.15 Προσδιορισμός αντιπροσωπευτικού σταθμού μέτρησης θερμοκρασίας για κάθε υπολεκάνη του Αλφειού με τη μέθοδο της χωρικής κατανομής βάσει της Ευκλείδειας απόστασης (Euclidean distance analysis).

Θερμοκρασιακά δεδομένα για τη λεκάνη του Ερύμανθου δεν είναι διαθέσιμα. Έτσι, χρησιμοποιήθηκαν μέσες μηνιαίες τιμές της θερμοκρασίας οι οποίες έχουν μετρηθεί στη γειτονική λεκάνη του Λάδωνα (Σχήμα 5.1.16) και είναι διαθέσιμες για τις περιόδους 1966 – 1968, 1974 – 1976 και 1981 – 1988. Για να χρησιμοποιηθούν τα δεδομένα αυτά στη ρύθμιση του μοντέλου τα κενά στις χρονοσειρές τις θερμοκρασίας συμπληρώθηκαν με τις μακροχρόνιες μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες, οι οποίες υπολογίστηκαν από το σύνολο των θερμοκρασιακών δεδομένων του σταθμού του Λάδωνα. Επιπλέον, επειδή οι μετρήσεις αυτές έχουν γίνει σε υψόμετρο 430 m, έγινε αναγωγή των τιμών στο υψόμετρο του κέντρου της λεκάνης του Ερύμανθου (838 m) με χρήση της θερμοβαθμίδας των $-0,6 \text{ }^{\circ}\text{C}/100 \text{ m}$. Επειδή, για να αξιοποιηθούν οι μετρήσεις της απορροής, η προσομοίωση έγινε με χρονικό βήμα ημέρας, οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες χρησιμοποιήθηκαν ως ημερήσιες τιμές (σταθερή θερμοκρασία καθ' όλη τη διάρκεια του μήνα).

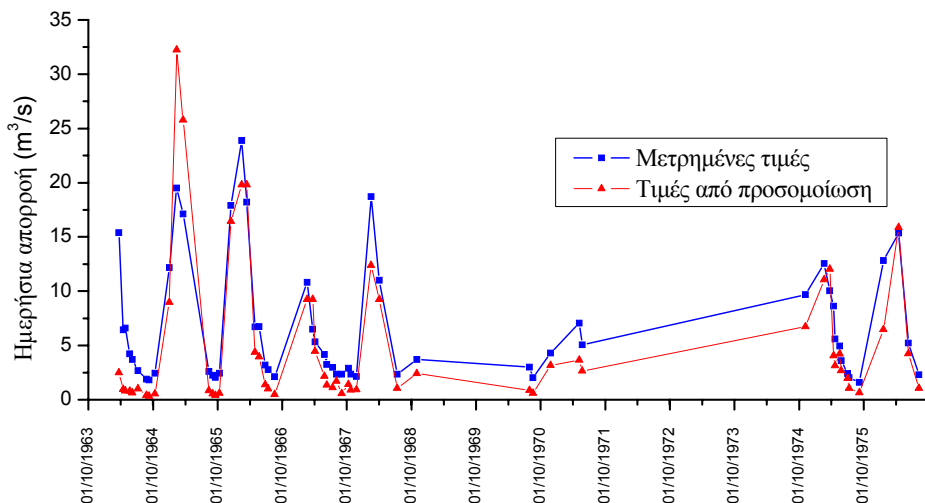
Οι διαθέσιμες μετρήσεις της απορροής του Ερύμανθου αφορούν ημερήσιες τιμές της περιόδου 1964 – 1976. Οι μετρήσεις αυτές δεν είναι συνεχείς, θεωρήθηκαν όμως επαρκείς για τη ρύθμιση του μοντέλου.

Η ρύθμιση του μοντέλου βασίστηκε στη σύγκριση των τιμών της απορροής που προκύπτουν από την προσομοίωση με τις αντίστοιχες μετρημένες τιμές. Για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής γραμμικής συσχέτισης της μετρημένης με την προσομοιωμένη απορροή καθώς και το μέσο τετραγωνικό σφάλμα των προσομοιωμένων τιμών. Ως ένα επιπλέον κριτήριο για τη ρύθμιση του μοντέλου, ετήσιες τιμές της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής υπολογίστηκαν με χρήση της μεθόδου Turc και συγκρίθηκαν με τις αντίστοιχες τιμές που προέκυψαν από την προσομοίωση.



Σχήμα 5.1.16 Λεκάνη Ερύμανθου ποταμού

Στο Σχήμα 5.1.17 παρουσιάζονται οι μετρημένες τιμές της απορροής του Ερύμανθου και οι αντίστοιχες τιμές που προέκυψαν από την προσομοίωση. Ο συντελεστής της γραμμικής συσχέτισης μεταξύ μετρημένων και προσομοιωμένων τιμών της απορροής είναι 0,88 και η ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος των προσομοιωμένων τιμών είναι 3,22 m³/s. Η μέση ετήσια πραγματική εξατμισοδιαπνοή που υπολογίστηκε με τη μέθοδο Turc για την περίοδο των 13 υδρολογικών ετών (01/10/1963 έως 30/09/1976) είναι 578 mm ενώ η αντίστοιχη τιμή που προκύπτει από τα αποτελέσματα της προσομοίωσης είναι 521 mm.



Σχήμα 5.1.17 Σύγκριση τιμών τις απορροής που προκύπτουν από την προσομοίωση με τις αντίστοιχες μετρημένες τιμές

Η υδρολογική προσομοίωση πραγματοποιήθηκε για το διάστημα των υδρολογικών ετών (Οκτώβριο έως Σεπτέμβριο) 1975-1976 έως 1995-1996. Επειδή η θέση των μετρήσεων της απορροής βρίσκεται 8 km ανάντη του σημείου εξόδου της λεκάνης του Ερύμανθου (Σχήμα 5.1.16), η λεκάνη που προσομοιώνεται (με εμβαδόν 329.5 km²) είναι λίγο μικρότερη από τη λεκάνη του Ερύμανθου. Για το λόγο αυτό οι τιμές της απορροής που προκύπτουν από την προσομοίωση πολλαπλασιάζονται με το συντελεστή $f = 360/329.5 = 1.092$, ώστε τα αποτελέσματα να αντιστοιχούν στη λεκάνη του Ερύμανθου (με εμβαδόν 360 km²).

5.1.4.4 Προσομοίωση της απορροής για τις λεκάνες, για τις οποίες δεν υπάρχουν μετρήσεις της απορροής

Όπως ήδη αναφέρθηκε, οι μετρήσεις της απορροής στις υπόλοιπες λεκάνες δεν μπορούν να αξιοποιηθούν για τη ρύθμιση των αντίστοιχων μοντέλων. Για τις λεκάνες αυτές οι τιμές των παραμέτρων του μοντέλου ENNS προσδιορίστηκαν με μία διαδικασία συσχετισμού των ανωτέρω λεκανών με λεκάνες, για τις οποίες υπάρχουν μετρήσεις της απορροής. Η διαδικασία αυτή περιγράφεται από τη Μέχλερη (2008) και παρουσιάζεται συνοπτικά ακολούθως.

Αρχικά προσδιορίζονται τα χαρακτηριστικά της κάθε λεκάνης που επηρεάζουν το μέγεθος της απορροής :

1. **Υδρολογικά χαρακτηριστικά** (απορροή ως ποσοστό της βροχόπτωσης) που προσδιορίζονται από προσεγγιστικό ετήσιο υδρολογικό ισοζύγιο της κάθε λεκάνης. Ο υπολογισμός του ισοζυγίου βασίζεται στον προσδιορισμό της ετήσιας πραγματικής εξατμισοδιαπνοής με τη μέθοδο Turc.
2. **Υδρογραφικά χαρακτηριστικά**. Πρόκειται για την *πυκνότητα στράγγισης* που υπολογίζεται ως το πηλίκο του συνολικού μήκους του δικτύου στράγγισης της λεκάνης προς το εμβαδό αυτής και για την *κλίση του κυρίου ρεύματος*. Τα χαρακτηριστικά αυτά υπολογίζονται με τη βοήθεια του λογισμικού WMS 7.0 (Watershed Modelling System, 1998).
3. **Μορφολογικά χαρακτηριστικά**. Αυτά περιλαμβάνουν την *μέση κλίση της λεκάνης* και τον *παράγοντα σχήματος* (το πηλίκο του μήκους προς το πλάτος της λεκάνης). Τα χαρακτηριστικά αυτά υπολογίζονται με τη βοήθεια του λογισμικού WMS 7.0.
4. **Οι χρήσεις γης** στην κάθε λεκάνη, σύμφωνα με την καταγραφή Corine Landcover Greece για το 2000 (πηγή Ο.Κ.Χ.Ε.).

Τα ανωτέρω χαρακτηριστικά υπολογίστηκαν και για τρεις λεκάνες, για τις οποίες υπάρχουν μετρήσεις της απορροής και για τις οποίες έχει γίνει ρύθμιση του μοντέλου ENNS. Πέραν της λεκάνης του Ερύμανθου, πρόκειται για τις λεκάνες του Γλαύκου (περιοχή Πατρών) και της Μεσοχώρας (ποταμός Αχελώος).

Όλες οι λεκάνες (αυτές για τις οποίες υπάρχουν και αυτές για τις οποίες δεν υπάρχουν μετρήσεις της παροχής) βαθμολογούνται με βαθμούς από το 1 έως το 13 για καθένα από τα προαναφερθέντα χαρακτηριστικά. Ο βαθμός 1, για κάθε κριτήριο, δίνεται σ' εκείνη τη λεκάνη η οποία αναμένεται να δώσει τη μικρότερη επιφανειακή απορροή ως ποσοστό της βροχής και ο βαθμός 13 δίνεται σ' εκείνη τη λεκάνη, η οποία αναμένεται να δώσει τη μεγαλύτερη άμεση απορροή. Ο τελικός βαθμός κάθε λεκάνης προκύπτει ως το άθροισμα των βαθμών που έχει κάθε λεκάνη για όλα τα κριτήρια. Η λεκάνη με το χαμηλότερο βαθμό αναμένεται να έχει τη μικρότερη άμεση απορροή ως ποσοστό της βροχής ενώ η λεκάνη με το μεγαλύτερο βαθμό αναμένεται να δώσει το μεγαλύτερο ως άνω ποσοστό.

Η κατάταξη των λεκανών που προέκυψε με την ανωτέρω διαδικασία δίνεται στον Πίνακα 5.1.10. Προκύπτει ότι οι υπολεκάνες του Αλφειού βρίσκονται ανάμεσα στη λεκάνη του Ερύμανθου και της Μεσοχώρας, για τις οποίες έχει γίνει ρύθμιση του μοντέλου ENNS. Για τις δύο αυτές λεκάνες οι τιμές των παραμέτρων του μοντέλου ENNS, οι οποίες κυρίως επηρεάζουν την άμεση απορροή, αναπροσαρμόζονται ώστε να είναι συμβατές με την κατάταξη. Κριτήριο για την αναπροσαρμογή αυτή είναι το αποτέλεσμα της προσομοίωσης (υπολογιζόμενη απορροή) να προσεγγίζεται ικανοποιητικά από τις μετρήσεις. Επειδή, όπως προαναφέρθηκε, σύμφωνα με την κατάταξη όλες οι υπολεκάνες του Αλφειού κατατάσσονται μεταξύ των λεκανών Ερύμανθου και Μεσοχώρας, χρησιμοποιήθηκε για όλες τις λεκάνες το ίδιο set παραμέτρων για το μοντέλο ENNS.

Πίνακας 5.1.10 Κατάταξη λεκανών σε αύξουσα σειρά σύμφωνα με το μέγεθος της απορροής

A/A κατάταξης Υδρολογική λεκάνη Κατάσταση ρύθμισης		
1	Ερύμανθος	ρυθμισμένη
2	Πύργος - Καλαμάτα	ληπιθράδ 5οδπ προς ρύθμιση
3	Κλαδέος	
4	Ενιπέας	
5	Λάδωνας	
6	Φλόκα	
7	Άσπρα Σπίτια	
8	Λούσιος	
9	Άγιος Ιωάννης	
10	Κρέσταινα	
11	Καρύταινα	
12	Μεσοχώρα	ρυθμισμένη
13	Γλαύκος	ρυθμισμένη

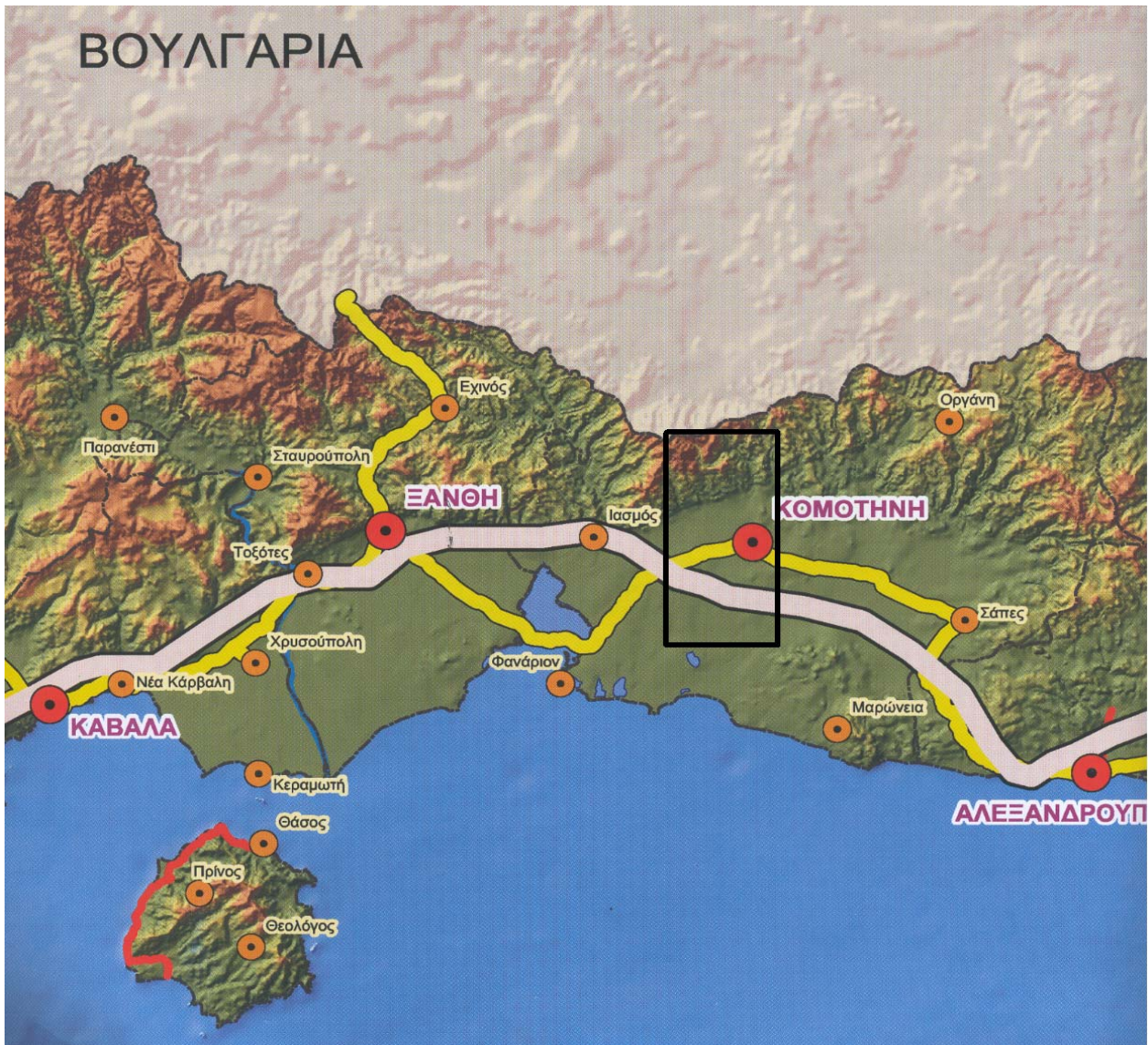
5.1.5 Βιβλιογραφία

- ArcGIS 9.1 (2001-2005), ESRI – GIS and Mapping software, USA, <http://www.esri.com/software/arcgis>.
- AWM Handbook (1999). *Animal Waste Management*, National Engineering Handbook Part 651, Natural Resources Conservation Service, United States Department of Agriculture, <http://www.wsi.nrcs.usda.gov/products/W2Q/AWM/docs/handbk/awmfh-acknowledge.pdf>
- Kaleris et al. (2001), “Case study on impact of atmospheric circulation changes on river basin hydrology: uncertainty aspects”, *Journal of Hydrology*, Volume 245, Issues 1-4, 1 May 2001, p. 137-152.
- Nachtnebel, H.P., Lettl, W., Baumung, St., (1993) “Abflußprognosemodell für das Einzugsgebiet der Enns und der Steyr (Handbuch)”, Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau, Wien, Austria.
- Watershed Modeling System (WMS) (1998), Environmental Modeling Systems Inc., USA, <http://www.ems-i.com>.
- Ζιώγας Α.Η. (2006), “Υδρολογικό ισοζύγιο του υδροφορέα του Γλαύκου και ζώνες τροφοδοσίας των γεωτρήσεων”, Διατριβή για Δίπλωμα Ειδίκευσης, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.
- Μέγλερη Β.Δ. (2008), “Υδρολογική προσομοίωση λεκανών απορροής με ελλιπή υδρολογικά δεδομένα”, Διατριβή για Δίπλωμα Ειδίκευσης, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.
- Μαρκαντωνάτος, Γ.Π. (1984), *Στοιχεία Υγιεινής Περιβάλλοντος και Υγειονομικής Μηχανικής*, Αθήνα.
- Τσώνης, Σ.Π. (1988), *Επεξεργασία Υγρών Αποβλήτων Ελαιοτριβείων*, Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.

5.2 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΒΟΣΒΟΖΗ ΠΟΤΑΜΟΥ

5.2.1 Περιγραφή

Η υδρολογική λεκάνη του ποταμού Βοσβόζη εντοπίζεται στην Βόρειο Ελλάδα και συγκεκριμένα στο Νομό Ροδόπης (Σχήμα 5.2.1).



Σχήμα 5.2.1 Θέση υδρολογικής λεκάνης Βοσβόζη Ποταμού ως προς την ευρύτερη περιοχή της Θράκης.

Ο ποταμός Ποσ-Ποσ ή Μπόσμπος ή Μπουκλουζάς ή Βοσβόζης, ο οποίος πηγάζει από τις νότιες κλιτείες των υψωμάτων βόρεια της Κομοτηνής, διέρχεται από την πόλη της Κομοτηνής και χύνεται στην λίμνη Ισμαρίδα, αφού πρώτα δεχθεί πολλά ρέματα, τα οποία ενώνονται τεχνητά και σχηματίζουν τον ποταμό κοντά στους οικισμούς Μεσοχώρι και Παραδημή. Η συνολική του διαδρομή έχει μήκος περίπου 40 km. Οι τρεις κύριοι χείμαρροι οι οποίοι αποτελούν τον Βοσβόζη είναι οι εξής:

- α) Ο δυτικός χείμαρρος ή χείμαρρος Χιονόρεμα: Πηγάζει από το όρος Παπίκιο και με κατεύθυνση νότια, μετά από διαδρομή 28.5 km χύνεται στην Ισμαρίδα. Στην περιοχή των Συμβόλων, μέρος της παροχής του συλλέγεται και χρησιμοποιείται για την ύδρευση της Κομοτηνής. Συνολικά έχει 54 συμβάλλοντες κλάδους.
- β) Ο Κεντρικός χείμαρρος ή χείμαρρος Καρυδιάς: Πηγάζει από τα ορεινά της Ροδόπης, κοντά στα σύνορα, διέρχεται από την Κομοτηνή και στο ύψος της Ιτέας ενώνεται με τον χείμαρρο Κάλχαντα μετά από μία διαδρομή περίπου 12.5 km.
- γ) Ο χείμαρρος Κάλχαντα: Είναι ο μικρότερος των τριών και διέρχεται ανατολικά της Κομοτηνής από το χωριό Ροδίτης. Μέχρι το σημείο συμβολής του με τους άλλους χείμαρρους έχει μήκος 6.5 km.

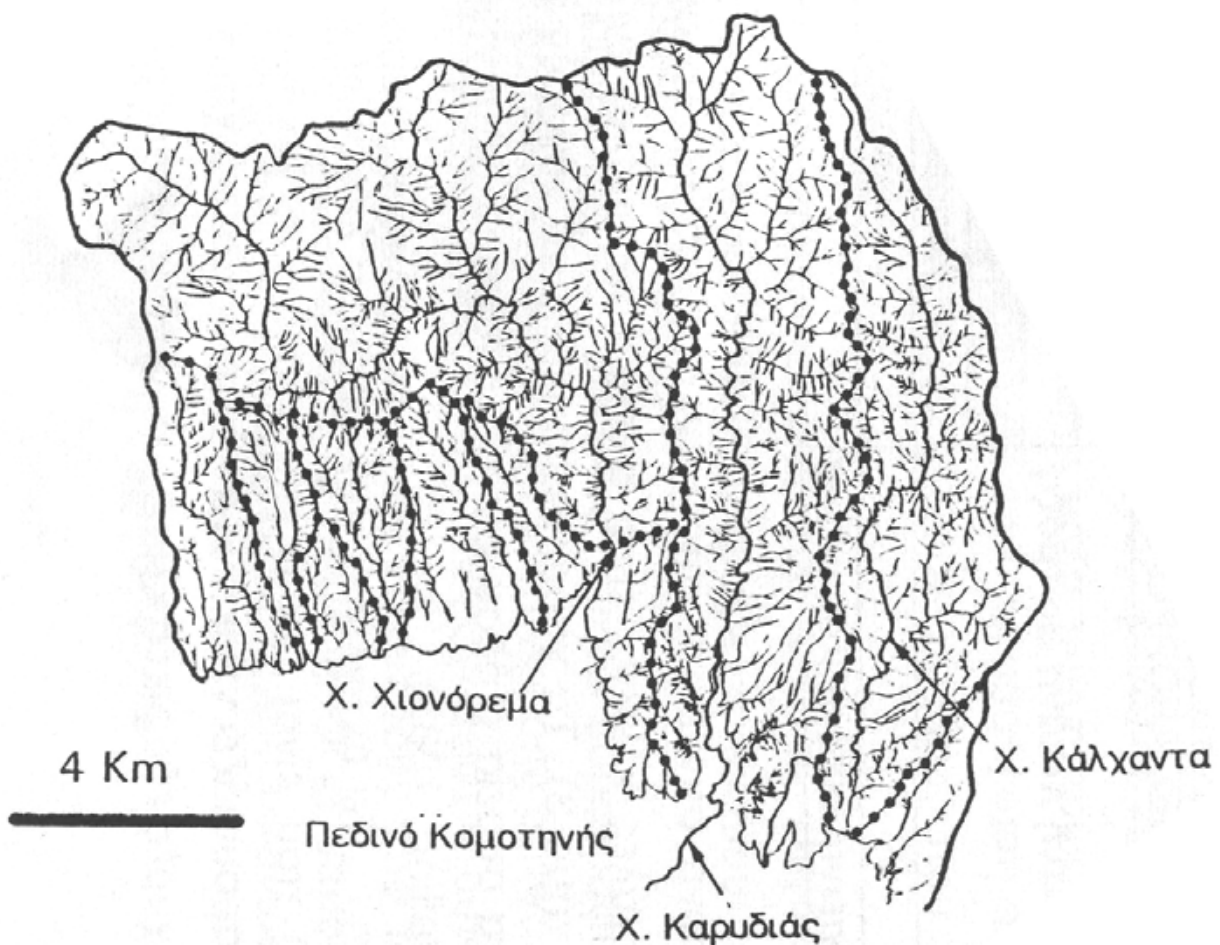
Όσον αφορά την ορεινή λεκάνη απορροής του Βοσβόζη, στον Πίνακα 5.2.1 παρουσιάζονται στοιχεία των υπολεκανών απορροής των επιμέρους χείμαρρων. Όπως φαίνεται και από τον εν λόγω

πίνακα, υπάρχουν και άλλες λεκάνες στην ορεινή περιοχή ενδιαφέροντος, οι οποίες είναι πολύ μικρού μεγέθους και επομένως χωρίς ουσιαστικό υδρολογικό ενδιαφέρον. Συνολικά η υδρολογική λεκάνη του Βοσβόζη (ορεινή και πεδινή) έχει έκταση περίπου 340 km².

Στο Σχήμα 5.2.2 φαίνεται μια άποψη του υδρογραφικού δικτύου της ορεινής λεκάνης του Βοσβόζη. Όπως φαίνεται το ανάγλυφό της χαρακτηρίζεται από τις πολύ μεγάλες κλίσεις, είναι σχετικά ανώμαλο, ενώ το υδρογραφικό της δίκτυο είναι πυκνό. Τα χαρακτηριστικά αυτά ευνοούν τη δημιουργία υψηλών πλημμυρικών αιχμών στα σημεία εξόδου και τη μεταφορά σημαντικών ποσοτήτων φερτών υλικών. Η μεταφορά λεπτόκοκκου υλικού και η απόθεσή του στη λίμνη εκτιμάται μεταξύ 25,000-30,000 m³/χρόνο. Στον Πίνακα 5.2.2 παρουσιάζεται εκτίμηση του υδατικού δυναμικού των τριών χειμάρρων του ποταμού Βοσβόζη σύμφωνα με στοιχεία του ΥΠΕΧΩΔΕ.

Πίνακας 5.2.1 Στοιχεία ορεινής λεκάνης Βοσβόζη (Πεταλάς, 1997)

ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ	Υπολεκάνες	Έκταση σε km ²
Ορεινή λεκάνη Βοσβόζη	Χείμαρρος Χιονόρεμα	57.500
	Χείμαρρος Καρυδιάς	45.880
	Χείμαρρος Κάλχαντα	28.775
	Διάφορες μικρές	32.400
	Σύνολο	164.555



Σχήμα 5.2.2 Υδρογραφικό δίκτυο ορεινής λεκάνης Βοσβόζη (Πεταλάς, 1997)

Πίνακα 5.2.2 Εκτίμηση υδατικού δυναμικού των χειμάρρων του ποταμού Βοσβόζη (Πεταλάς, 1997)

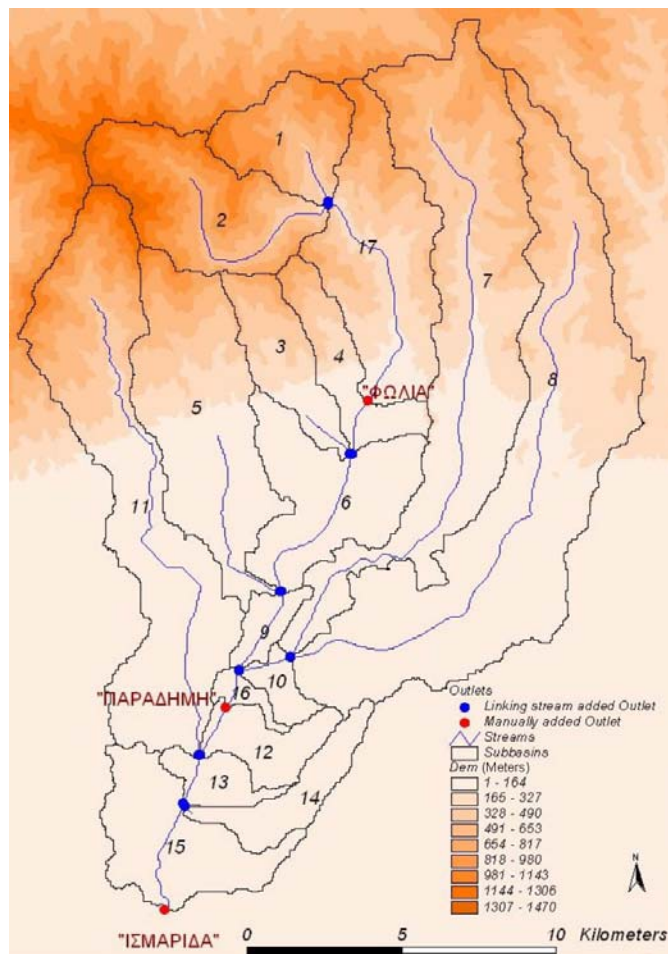
Όνομασία χειμάρρου	Ελάχιστη Παροχή ₃ (m ³ /sec)	Μέγιστη Παροχή ₃ (m ³ /sec)	Μέση Παροχή ₃ (m ³ /sec)
Χιονόρεμα	0.181	194.04	3.2
Καρυδιά	0.023	181.12	1.87
Κάλχαντας	0.018	112.35	1.03

5.2.2 Προσομοίωση της λεκάνης

Όπως αναπτύχθηκε στο οικείο κεφάλαιο του Π.Ε.4, η προσομοίωση της Λεκάνης Βοσβόζη θα γίνει με την χρήση του μοντέλου SWAT. Προς τούτο απαιτείται διαίρεση της λεκάνης σε υπολεκάνες και χρησιμοποίηση των δεδομένων που αντιστοιχούν σε κάθε υπολεκάνη. Το μοντέλο αρχικώς βαθμονομείται και στη συνέχεια εφαρμόζεται για διάφορα σενάρια που συμβαίνουν ή είναι δυνατόν να συμβούν στην λεκάνη.

5.2.2.1 Διαίρεση της λεκάνης σε υπολεκάνες

Για την εφαρμογή του μοντέλου SWAT, διαιρείται η λεκάνη απορροής σε υπολεκάνες. Οι υπολεκάνες αυτές δημιουργούνται με κριτήριο την τοπογραφία της περιοχής, τις χρήσεις γης και τη σύσταση του εδάφους. Στην περίπτωση της περιοχής μελέτης, διαιρέθηκε η λεκάνη απορροής του Βοσβόζη σε 17 υπολεκάνες, με βάση τα παραπάνω κριτήρια. Δίνεται έμφαση στην τοποθέτηση των σταθμών μέτρησης στην έξοδο κάποιας υπολεκάνης, ώστε να είναι εφικτή η εύκολη σύγκριση των μετρούμενων τιμών με τις εκτιμώμενες τιμές του μοντέλου. Στο Σχήμα 5.2.3 παρουσιάζεται η διαίρεση της περιοχής μελέτης σε υπολεκάνες.



Σχήμα 5.2.3 Διαίρεση της λεκάνης απορροής σε υπολεκάνες

5.2.2.2 Αρχεία δεδομένων όλης της λεκάνης

Τα αρχεία δεδομένων που αφορούν όλη τη λεκάνη είναι τα *FIG, *COD, *BSN. Με το αρχείο *FIG δίνονται πληροφορίες στο μοντέλο για τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η κίνηση του νερού και των φερτών μέσα στο δίκτυο των καναλιών της λεκάνης απορροής. Στο αρχείο *COD ρυθμίζεται ο τρόπος με τον οποίο θα λειτουργήσει το μοντέλο. Συγκεκριμένα, με το αρχείο αυτό ορίζεται η περίοδος προσομοίωσης, καθορίζεται το είδος των μετεωρολογικών δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν, αν δηλαδή τα δεδομένα αυτά προέρχονται από μετρήσεις και επομένως θα τα αναζητήσει σε κάποιο αρχείο, ή αν θα γίνεται πρόβλεψη αυτών από το ίδιο το μοντέλο και τέλος επιλέγονται οι μεταβλητές που θα τυπωθούν στα αρχεία εξόδου. Στο αρχείο *BSN περιλαμβάνονται τα γενικά χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής. Για παράδειγμα στη μεταβλητή DA_KM εισάγεται το εμβαδό της λεκάνης απορροής.

5.2.2.3 Αρχεία μετεωρολογικών δεδομένων

Στο αρχείο prpfork εισάγονται οι συντεταγμένες και οι κωδικές ονομασίες των μετεωρολογικών σταθμών, από τους οποίους το μοντέλο θα αντλήσει τα απαιτούμενα μετεωρολογικά δεδομένα. Για τις ανάγκες της μελέτης δημιουργήθηκαν τα αρχεία των τριών μετεωρολογικών σταθμών που χρησιμοποιήθηκαν (Πόρπη, Γρατινής και Θερμών) με τα ημερήσια δεδομένα της περιόδου Αύγουστος 2005- Αύγουστος 2006 που αφορούν στη βροχόπτωση.

Το αρχείο *WGN περιέχει στατιστικά δεδομένα που αφορούν σε ένα συγκεκριμένο μετεωρολογικό σταθμό. Τα δεδομένα αυτά περιλαμβάνουν τη μέση τιμή και την τυπική απόκλιση της βροχόπτωσης ανά μήνα, την μέση τιμή των βροχερών ημερών ανά μήνα, τη μέση μηνιαία τιμή μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας αέρα, την τυπική απόκλιση για τη μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία κ.λπ.

Όσον αφορά την εξατμισοδιαπνοή, το μοντέλο έχει τη δυνατότητα να την υπολογίσει με τη χρήση τριών μεθόδων:

- Τη μέθοδο Priestley-Taylor
- Τη μέθοδο Penman/Monteith
- Τη μέθοδο Hargreaves

Η πρώτη μέθοδος απαιτεί την ηλιακή ακτινοβολία και τη θερμοκρασία του αέρα, η δεύτερη μέθοδος χρειάζεται την ηλιακή ακτινοβολία, τη θερμοκρασία του αέρα, την ταχύτητα του ανέμου και τη σχετική υγρασία, ενώ η τρίτη μέθοδος απαιτεί μόνο τη θερμοκρασία του αέρα. Με βάση τα διαθέσιμα μετεωρολογικά στοιχεία για την περιοχή μελέτης, επιλέχθηκε η τρίτη μέθοδος για τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής.

5.2.2.4 Αρχεία δεδομένων για κάθε υπολεκάνη

Το αρχείο SUB έχει πληροφορίες για την υπολεκάνη, όπως έκταση, κλίσεις εδαφών και καναλιών, κ.λπ. Το αρχείο HRU έχει δεδομένα που επιδρούν στη ροή του νερού και στη διάβρωση. Πιο αναλυτικά οι παράμετροι των παραπάνω αρχείων, οι οποίες αναφέρονται στα τοπογραφικά χαρακτηριστικά της λεκάνης, είναι:

- CH_L(1) Είναι το μήκος του μεγαλύτερου συμβάλλοντος καναλιού της υπολεκάνης (km)
- CH_S Είναι η μέση κλίση του συμβάλλοντος καναλιού (m/m)
- CH_W(1) Είναι το μέσο πλάτος του συμβάλλοντος καναλιού (m)
- ELEVB Είναι το μέσο υψόμετρο της υπολεκάνης (m)
- HRU_FR Είναι το κλάσμα της υπολεκάνης στη συνολική λεκάνη (km²/km²)
- SLSUBBSN Είναι το μέσο μήκος κλιτύος (m)
- SLOPE Είναι η μέση κλίση κλιτύος στην υπολεκάνη (m/m)

Οι τιμές των παραπάνω παραμέτρων υπολογίζονται από το μοντέλο με βάση το ψηφιακό χάρτη υψομέτρων της περιοχής μελέτης.

Το αρχείο RTE συνοψίζει τα φυσικά χαρακτηριστικά του κύριου καναλιού της υπολεκάνης, τα οποία επιδρούν στη ροή του νερού και στη κίνηση των φερτών και των φυτοφαρμάκων. Από τις δέκα συνολικά παραμέτρους του RTE, οι 8 αναφέρονται στα φυσικά χαρακτηριστικά του ποταμού, ενώ οι υπόλοιπες έχουν σχέση με τα φυτοφάρμακα και οι τιμές που παίρνουν είναι οι προτεινόμενες από το μοντέλο. Οι παράμετροι που αναφέρονται στα φυσικά χαρακτηριστικά του ποταμού είναι:

- CH_W(2) Μέσο πλάτος κύριου καναλιού (m)
- CH_D Μέσο βάθος κύριου καναλιού (m)
- CH_S(2) Μέση κλίση κύριου καναλιού (m/m)
- CH_L(2) Μήκος κύριου καναλιού (km)
- CH_N(2) Τιμή συντελεστή Manning για ροή στο κύριο κανάλι

- CH_K(2) Υδραυλική αγωγιμότητα (Effective Hydraulic Conductivity) πυθμένα καναλιού (mm/hr), η οποία χρησιμοποιείται στη βαθμονόμηση του μοντέλου. Όταν στο κανάλι υπάρχει μόνιμα νερό (όλες τις εποχές) είναι ένδειξη ότι δεν χάνεται νερό από τον πυθμένα και ο συντελεστής αυτός παίρνει την τιμή 0. Σε παροδική ροή, η τιμή του συντελεστή είναι μεγαλύτερη από το μηδέν.
- CH_EROD Συντελεστής διαβρωσιμότητας του καναλιού. Η τιμή αυτού του συντελεστή δείχνει ότι δεν υπάρχει καμία διάβρωση στο κανάλι, ενώ η τιμή 1 δείχνει ότι δεν υπάρχει καμία αντίσταση στη διάβρωση.
- CH_COV Συντελεστής κάλυψης του καναλιού με τιμές μεταξύ 0 και 1. Το 0 δείχνει ότι υπάρχει πλήρης προστασία του καναλιού από τη διάβρωση με κάλυψη από φυτά.

Το αρχείο MGT περιέχει δεδομένα τα οποία αναφέρονται στις καλλιέργειες που εφαρμόζονται στη λεκάνη απορροής, στη χρονική περίοδο που γίνεται η σπορά και η συγκομιδή, στην άρδευση, στην εφαρμογή λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, καθώς και στον τρόπο που γίνεται η άρση. Οι πληροφορίες αυτές συλλέχθηκαν από τη Διεύθυνση Γεωργίας της Νομαρχίας Ροδόπης. Το μοντέλο παίρνει τις πληροφορίες, σχετικά με την περιεκτικότητα διαφόρων τύπων λιπασμάτων σε N, P και K, από το αρχείο FERT.DAT. Τις λοιπές πληροφορίες, σχετικά με την ανάπτυξη των φυτών, τους τύπους της άρσης, τη διαλυτότητα και την ημιπερίοδο ζωής των φυτοφαρμάκων, παίρνει το μοντέλο από τα αρχεία CROP.DAT, TILL.DAT και PEST.DAT.

Το αρχείο SOL έχει τα δεδομένα για τα φυσικά χαρακτηριστικά των εδαφών, όπως υδραυλική αγωγιμότητα του εδάφους (saturated hydraulic conductivity) και εκατοστιαία περιεκτικότητα σε άργιλο, ιλύ, άμμο. Τα φυσικά χαρακτηριστικά του εδάφους ελέγχουν την κίνηση του νερού και του αέρα δια μέσου της μάζας του και έχουν σημαντική επίδραση στον κύκλο του νερού της υπολεκάνης. Οι παράμετροι του αρχείου SOL, οι οποίες αναφέρονται στα φυσικά χαρακτηριστικά του εδάφους της λεκάνης απορροής, είναι:

- USLE_K Συντελεστής διαβρωσιμότητας εδάφους που χρησιμοποιεί η εξίσωση MUSLE. Η εκτίμησή του γίνεται με τη βοήθεια νομογραφήματος ή πινάκων.
- SOL_K Υδραυλική αγωγιμότητα εδάφους (Saturated Hydraulic Conductivity, mm/hr). Υπολογίζεται από πίνακες ανάλογα με τη κατηγορία του εδάφους.
- SOL_CBN Περιεκτικότητα (%) του οργανικού άνθρακα στο έδαφος.
- CLAY Περιεκτικότητα (%) του εδάφους σε άργιλο.
- SILT Περιεκτικότητα (%) του εδάφους σε ιλύ.
- SAND Περιεκτικότητα (%) του εδάφους σε άμμο.
- SOL_AWC Διαθέσιμη ποσότητα νερού στο έδαφος (mm H₂O/mm soil). Υπολογίζεται από πίνακες ανάλογα με τον τύπο του εδάφους.

Για την εκτίμηση των παραπάνω παραμέτρων χρησιμοποιήθηκε εδαφολογική μελέτη της περιοχής (Κότταρης 1967).

Στο αρχείο CHM εισάγονται δεδομένα για τα χημικά χαρακτηριστικά των εδαφών. Οι παράμετροι του αρχείου αυτού αναφέρονται σε αρχικές ποσότητες φυτοφαρμάκων, σε αρχική συγκέντρωση οργανικού αζώτου, σε αρχική συγκέντρωση νιτρικών, σε αρχική συγκέντρωση οργανικού φωσφόρου και σε αρχική συγκέντρωση διαλυμένου φωσφόρου στο έδαφος.

Το αρχείο GW έχει παραμέτρους που αναφέρονται στην κίνηση των υπόγειων νερών. Οι παράμετροι αυτού του αρχείου χρησιμοποιούνται στη βαθμονόμηση του μοντέλου. Πιο συγκεκριμένα:

- Η παράμετρος ALFHA_BF (base flow alpha factor) έχει επίδραση στη μορφή του υδρογραφήματος και παίρνει τιμές μεταξύ 0 και 1.
- Η παράμετρος GW_REVAP (ground water “reap” coefficient), η παράμετρος REVAPMN (reap storage) και η παράμετρος GWQMN έχουν επίδραση στη βασική ροή και κατά τη διάρκεια της βαθμονόμησης γίνεται κατάλληλη αυξομείωση των τιμών αυτών των παραμέτρων, ώστε τα αποτελέσματα που δίνει το μοντέλο για την προσομοίωση της βασικής ροής να είναι ικανοποιητικά.
- Οι παράμετροι GWNO3 και GWSOLP αναφέρονται στη συγκέντρωση των νιτρικών και του διαλελυμένου φωσφόρου στο υπόγειο νερό και χρησιμοποιούνται στη βαθμονόμηση του μοντέλου.

Το αρχείο SWQ έχει πληροφορίες, τις οποίες χρησιμοποιεί το μοντέλο για την εκτίμηση της ποιότητας του νερού των καναλιών της λεκάνης απορροής. Οι τιμές των παραμέτρων του αρχείου αυτού είναι οι προτεινόμενες από το μοντέλο.

5.2.2.5 Αρχεία αποτελεσμάτων (output files)

Σε κάθε προσομοίωση το SWAT δημιουργεί τα εξής τρία γενικά αρχεία:

- SBS (the hydrologic response unit output file). Έχει πληροφορίες για 65 μεταβλητές που σχετίζονται με το νερό, τα φερτά, τα θρεπτικά και τα φυτοφάρμακα για κάθε υπολεκάνη.
- BSB (the subbasin output file). Έχει πληροφορίες για κάθε υπολεκάνη της λεκάνης απορροής με συνολικό αριθμό μεταβλητών 19, οι οποίες αφορούν στη βροχόπτωση, στο νερό επιφανειακής απορροής, στην εξατμισοδιαπνοή, στην παραγωγή φερτών (sediments), στην ποσότητα N και P που μεταφέρεται με το νερό της επιφανειακής απορροής και με τα φερτά στα κανάλια.
- RCH (the reach output file). Το αρχείο αυτό έχει πληροφορίες για κάθε κανάλι της λεκάνης απορροής, με συνολικό αριθμό μεταβλητών 46, οι οποίες αφορούν στην ημερήσια ποσότητα του νερού εισόδου και εξόδου από κάθε κανάλι, στην ποσότητα των φερτών εισόδου και εξόδου από κάθε κανάλι, στην ποσότητα N και P εισόδου και εξόδου από κάθε κανάλι.

Τα αποτελέσματα του αρχείου RCH χρησιμοποιούνται για περαιτέρω επεξεργασία και στη δημιουργία των διαφόρων γραφημάτων.

5.2.3 Βαθμονόμηση μοντέλου

5.2.3.1 Μεθοδολογία

Η βαθμονόμηση του μοντέλου γίνεται σε δύο φάσεις. Πρώτα γίνεται η βαθμονόμηση για τον συνολικό όγκο του νερού και της παροχής και ακολούθως για τα θρεπτικά (N και P). Για τη βαθμονόμηση της παροχής χρησιμοποιούνται οι εξής παράμετροι: CN2 του αρχείου MGT, SOL_AWC του αρχείου SOL και οι GW_REVAP, REVAPMN, GWQMN του αρχείου GW. Η διαδικασία που ακολουθείται είναι η εξής (Γκίκας 2002):

Βήμα 1^ο Αρχικά εκτιμάται μία τιμή για την παράμετρο CN2. Αν ο συνολικός όγκος νερού που εκτιμάται από το μοντέλο δε συμφωνεί με αυτόν των μετρήσεων, τότε μεταβάλλεται η τιμή της παραμέτρου και ξανατρέχει το μοντέλο. Η μεταβολή αυτή του CN2 δεν πρέπει να υπερβαίνει το ± 6 της τιμής που εκτιμήθηκε αρχικά (Arnold et al. 2000). Αν και πάλι δεν υπάρχει συμφωνία, τότε μεταβάλλονται οι τιμές της παραμέτρου SOL_AWC, του αρχείου SOL, μέσα σε επιτρεπτά όρια, όπως αυτά καθορίζονται στη βιβλιογραφία και στο εγχειρίδιο του μοντέλου.

Βήμα 2^ο Γίνεται σύγκριση των τιμών που εκτιμά το μοντέλο για τη βασική ροή με αυτές των μετρήσεων. Αν δεν υπάρχει συμφωνία τότε μεταβάλλονται οι τιμές των παραμέτρων GW_REVAP, REVAPMN, GWQMN του αρχείου GW.

Βήμα 3^ο Τα βήματα 1 και 2 επαναλαμβάνονται πολλές φορές μέχρι να επέλθει η καλύτερη συμφωνία μεταξύ μετρούμενων τιμών και αυτών που εκτιμά το μοντέλο.

Βήμα 4^ο Η βελτίωση της τιμής του υδρογραφήματος γίνεται με κατάλληλη μεταβολή των παραμέτρων CH_K(2) του αρχείου RTE και ALPHA_BF του αρχείου GW.

Η βαθμονόμηση των θρεπτικών, νιτρικών και φωσφόρου, γίνεται μεταβάλλοντας τις τιμές των παραμέτρων GWNO3 (αρχείο GW) και GWSOLP (αρχείο GW), αντιστοίχως.

5.2.3.2 Κριτήρια βαθμονόμησης

Όσον αφορά Τα εξής κριτήρια χρησιμοποιούνται για να αποφασιστεί ποια είναι η καλύτερη προσαρμογή μεταξύ των τιμών που εκτιμώνται από το μοντέλο και αυτών που έχουν μετρηθεί:

1. Οι μετρούμενες και προβλεπόμενες τιμές από το μοντέλο απεικονίζονται σε διαγράμματα, στα οποία ο χρόνος είναι στον οριζόντιο άξονα. Με τη βοήθεια των διαγραμμάτων αυτών γίνεται οπτικός έλεγχος και σύγκριση των μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών.
2. Γίνεται γραφική παράσταση προβλεπόμενων τιμών από το μοντέλο σε συνάρτηση με τις μετρηθείσες τιμές (διαγράμματα διασποράς). Η καλύτερη σύγκριση είναι όταν όλα τα σημεία στα διαγράμματα αυτά συμπίπτουν με τη γραμμή απόλυτης ταύτισης, η οποία διέρχεται από την αρχή των αξόνων. Η απόκλιση από τη γραμμή αυτή μετράται με τη γραμμή τάσης μεταξύ των σημείων, η οποία έχει εξίσωση $y=γx$, όπου το $γ$ παριστάνει τις προβλεπόμενες τιμές και το x τις μετρηθείσες. Η κλίση $γ$ αυτής της γραμμής πρέπει να είναι 1,0 για τέλεια ταύτιση. Εάν η κλίση $γ$ είναι μικρότερη από 1,0, το μοντέλο υποεκτιμά τις μετρούμενες τιμές. Εάν η κλίση $γ$ είναι μεγαλύτερη από 1,0, το μοντέλο υπερεκτιμά τις μετρούμενες τιμές. Μια άλλη παράμετρος είναι ο συντελεστής προσδιορισμού (coefficient of determination) R^2 , ο οποίος δείχνει πόσο διασπαρμένες είναι οι τιμές γύρω από την ευθεία παλινδρόμησης. Όταν η τιμή του R^2 είναι 1,0, τότε έχουμε την καλύτερη προσαρμογή των σημείων στην ευθεία γραμμή και επομένως την καλύτερη βαθμονόμηση (Tsihrintzis et al. 1998).

3. Η τετραγωνική ρίζα της μέσης τιμής του αθροίσματος των τετραγώνων της διαφοράς μεταξύ μετρούμενων και προβλεπόμενων τιμών (Root Mean Square Error, *RMSE*) είναι ένα μέτρο της απόκλισης μεταξύ των τιμών που μετρήθηκαν και αυτών που προβλέπει το μοντέλο. Η *RMSE* δίνεται από τη σχέση:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (5.2.1)$$

όπου x_i είναι οι τιμές που μετρήθηκαν στο πεδίο, y_i είναι οι προβλεπόμενες τιμές και n είναι ο αριθμός των παρατηρήσεων. Το πηλίκο της *RMSE* προς τη μέση τιμή των μετρούμενων τιμών δίνει την κανονικοποιημένη συνάρτηση (Normalized Objective Function, *NOF*).

$$NOF = \frac{RMSE}{X_a} \quad (5.2.2)$$

όπου X_a είναι η μέση τιμή των μετρούμενων τιμών. Όταν η παράμετρος *NOF* παίρνει τιμή μικρότερη του 1,0, τότε το μοντέλο προβλέπει πολύ ικανοποιητικά (Kornecki et al. 1999).

5.2.4 Αποτελέσματα βαθμονόμησης μοντέλου SWAT

Η βαθμονόμηση του μοντέλου SWAT έγινε με δεδομένα πεδίου της χρονικής περιόδου από 5/8/2005 έως 31/5/2006. Οι τελικές τιμές των παραμέτρων που χρησιμοποιήθηκαν στη βαθμονόμηση του μοντέλου παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.2.3. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα διαγράμματα που δείχνουν συγκριτικά τις τιμές που εκτιμώνται από το μοντέλο και αυτές που μετρήθηκαν για την παροχή (m^3/s) και για τα θρεπτικά σε όλους τους σταθμούς μέτρησης με οπτικό έλεγχο και διαγράμματα διασποράς. Στον Πίνακα 5.2.4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των κριτηρίων βαθμονόμησης και επαλήθευσης του μοντέλου. Οι τιμές των παραμέτρων στις στήλες (β), (γ), (δ), (ε) και (στ) χρησιμοποιήθηκαν στη βαθμονόμηση του μοντέλου για την παροχή. Οι τιμές στις στήλες (ζ) και (η) χρησιμοποιήθηκαν στη βαθμονόμηση του μοντέλου για άζωτο νιτρικών και φώσφορο, αντίστοιχα. Επίσης στη βαθμονόμηση του μοντέλου λήφθηκε υπ' όψιν και ο βιολογικός καθαρισμός της Κομοτηνής. Συγκεκριμένα θεωρήθηκε ως σημειακή πηγή ρύπανσης με παροχή εξόδου $10.500 m^3/d$ και φορτία εξόδου $0,2 mg/l$ ολικό φώσφορο και $1,3 mg/l$ άζωτο νιτρικών (τα συγκεκριμένα δεδομένα προέκυψαν έπειτα από τηλεφωνική επικοινωνία με τους υπεύθυνους του βιολογικού καθαρισμού).

Πίνακας 5.2.3 Τιμές παραμέτρων βαθμονόμησης του μοντέλου SWAT για κάθε υπολεκάνη

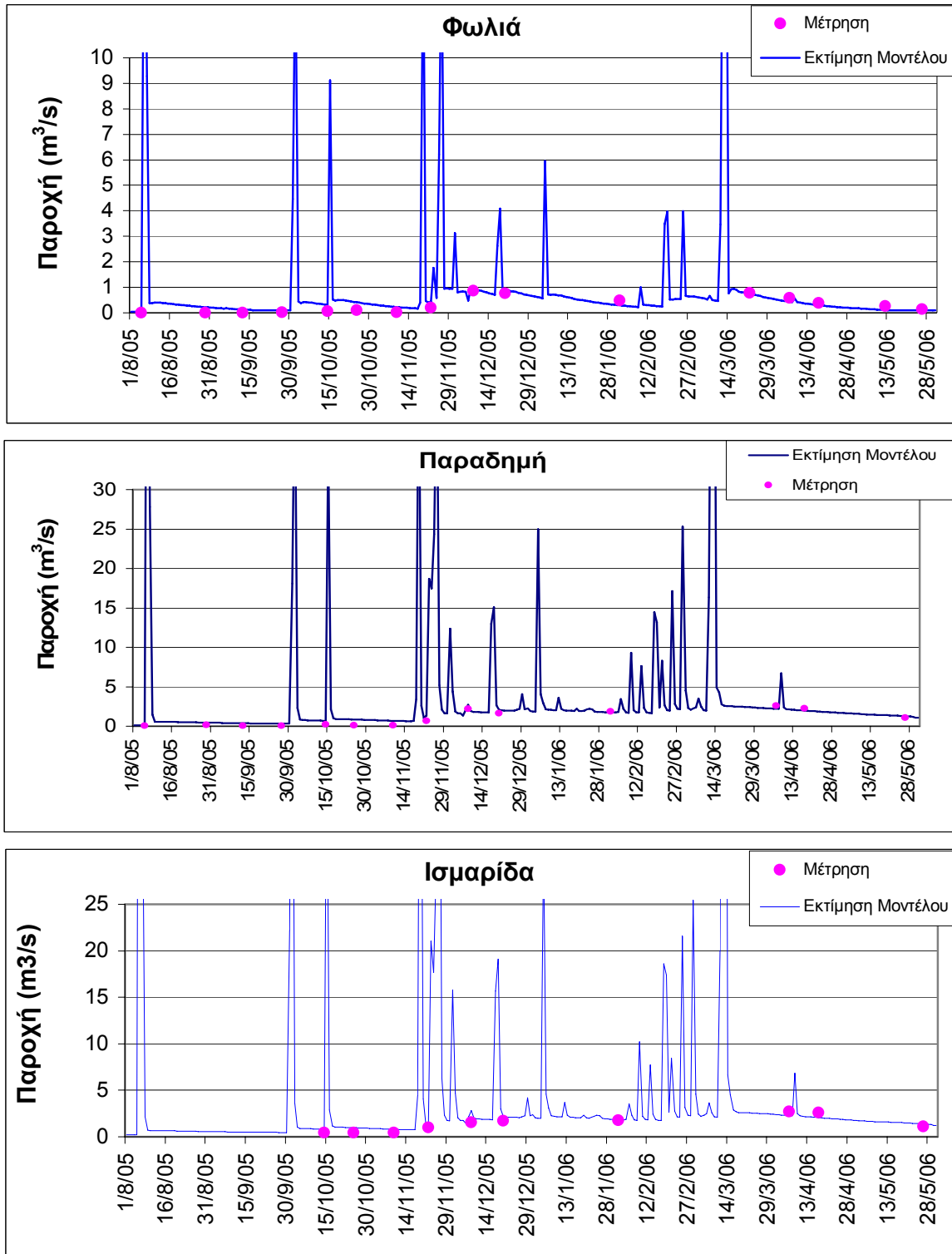
A/A	CN2	SOL_AWC	ALFA_BF	GW_REVAP	REVAPMN	GWNO3 mgN/l	GWSOLP mgP/l
(α)	(β)	(γ)	(δ)	(ε)	(στ)	(ζ)	(η)
1	79	0,16	0,700	0,02	1	0,80	1,0
2	83	0,16	0,700	0,02	1	0,80	1,0
3	75	0,12	0,015	0,02	1	2,50	0,3
4	87	0,12	0,015	0,02	1	2,50	0,3
5	87	0,12	0,015	0,02	1	2,50	0,3
6	87	0,12	0,015	0,02	1	2,50	0,3
7	81	0,12	0,015	0,02	1	2,50	0,3
8	87	0,12	0,015	0,02	1	2,50	0,3
9	87	0,12	0,015	0,02	1	2,50	0,3
10	87	0,12	0,015	0,02	1	2,50	0,3
11	81	0,05	0,150	0,07	1	0,10	0,0
12	81	0,05	0,150	0,10	1	0,10	0,0
13	81	0,05	0,150	0,10	1	0,10	0,0
14	81	0,05	0,150	0,07	1	0,10	0,0
15	81	0,05	0,150	0,10	1	0,10	0,0
16	87	0,12	0,015	0,02	1	0,00	0,3
17	83	0,16	0,700	0,02	1	0,80	0,0

Πίνακας 5.2.4 Αποτελέσματα των κριτηρίων βαθμονόμησης και επαλήθευσης του μοντέλου

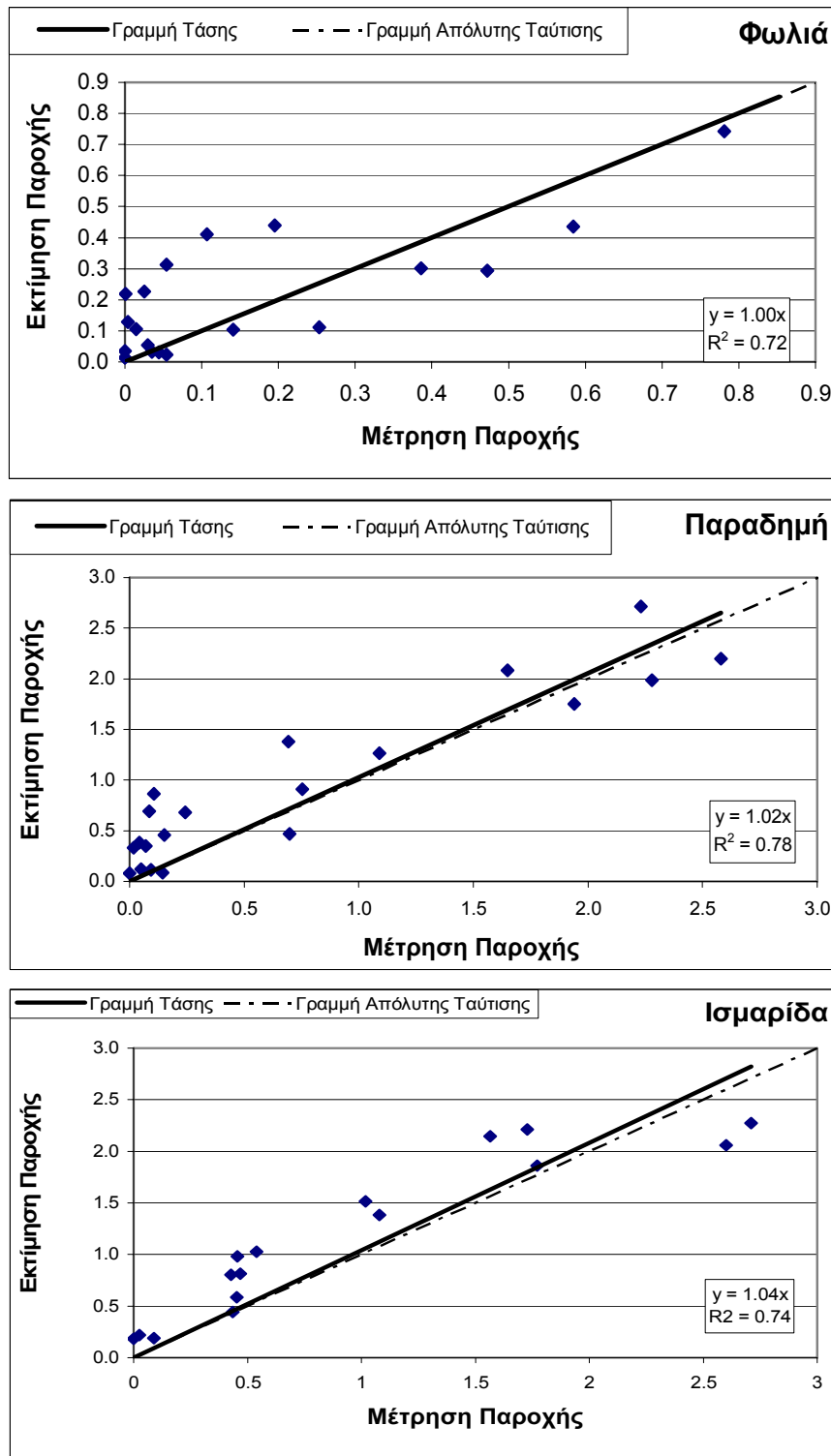
Σταθμός	Παράμετρος	Βαθμονόμηση			Επαλήθευση		
		Παροχή	N-NO ₃ ⁻	Ολικός P	Παροχή	N-NO ₃ ⁻	Ολικός P
Φωλιά	γ	1,00	0,97	1,04	1,07	0,95	0,94
	R ²	0,72	0,59	0,66	0,98	0,95	0,78
	P τιμή	>0,005	>0,005	>0,005	>0,005	>0,005	>0,005
	NOF	0,64	0,82	0,79	0,22	0,38	0,65
	n	19	19	19	10	10	10
Παραδημή	γ	1,02	1,01	1,04	1,09	0,99	0,89
	R ²	0,78	0,65	0,73	0,85	0,85	0,85
	P τιμή	>0,005	>0,005	>0,005	>0,005	>0,005	>0,005
	NOF	0,50	0,69	0,60	0,40	0,30	0,32
	n	19	19	19	10	10	10
Ισμαρίδα	γ	1,04	1,01	1,02	1,09	1,16	0,97
	R ²	0,74	0,65	0,94	0,96	0,96	0,62
	P τιμή	>0,005	>0,005	>0,005	>0,005	>0,005	>0,005
	NOF	0,39	0,59	0,48	0,43	0,32	0,48
	n	18	20	20	10	10	10

5.2.4.1 Βαθμονόμηση του μοντέλου για παροχή

Παροχή: Στο Σχήμα 5.2.4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της βαθμονόμησης του μοντέλου για την παροχή του ποταμού Βοσπόζη. Από τον οπτικό έλεγχο γίνεται φανερό ότι γενικά υπάρχει πολύ καλή συμφωνία μεταξύ των εκτιμηθεισών τιμών από το μοντέλο και των μετρήσεων στο πεδίο. Στο ίδιο συμπέρασμα οδηγούν και τα διαγράμματα διασποράς που παρουσιάζονται στο Σχήμα 5.2.5. Στα διαγράμματα αυτά η κλίση γ (της ευθείας $y=\gamma x$) βρίσκεται πολύ κοντά στη μονάδα σε όλους τους σταθμούς μέτρησης. Από τον Πίνακα 5.2.4 παρατηρείται επίσης ότι η παράμετρος *NOF* υπολογίζεται αρκετά χαμηλότερα του 1,0 παντού. Τα στοιχεία αυτά αποδεικνύουν την καλή συμφωνία μεταξύ μετρώμενων και εκτιμηθεισών τιμών που επιτυγχάνει το μοντέλο.



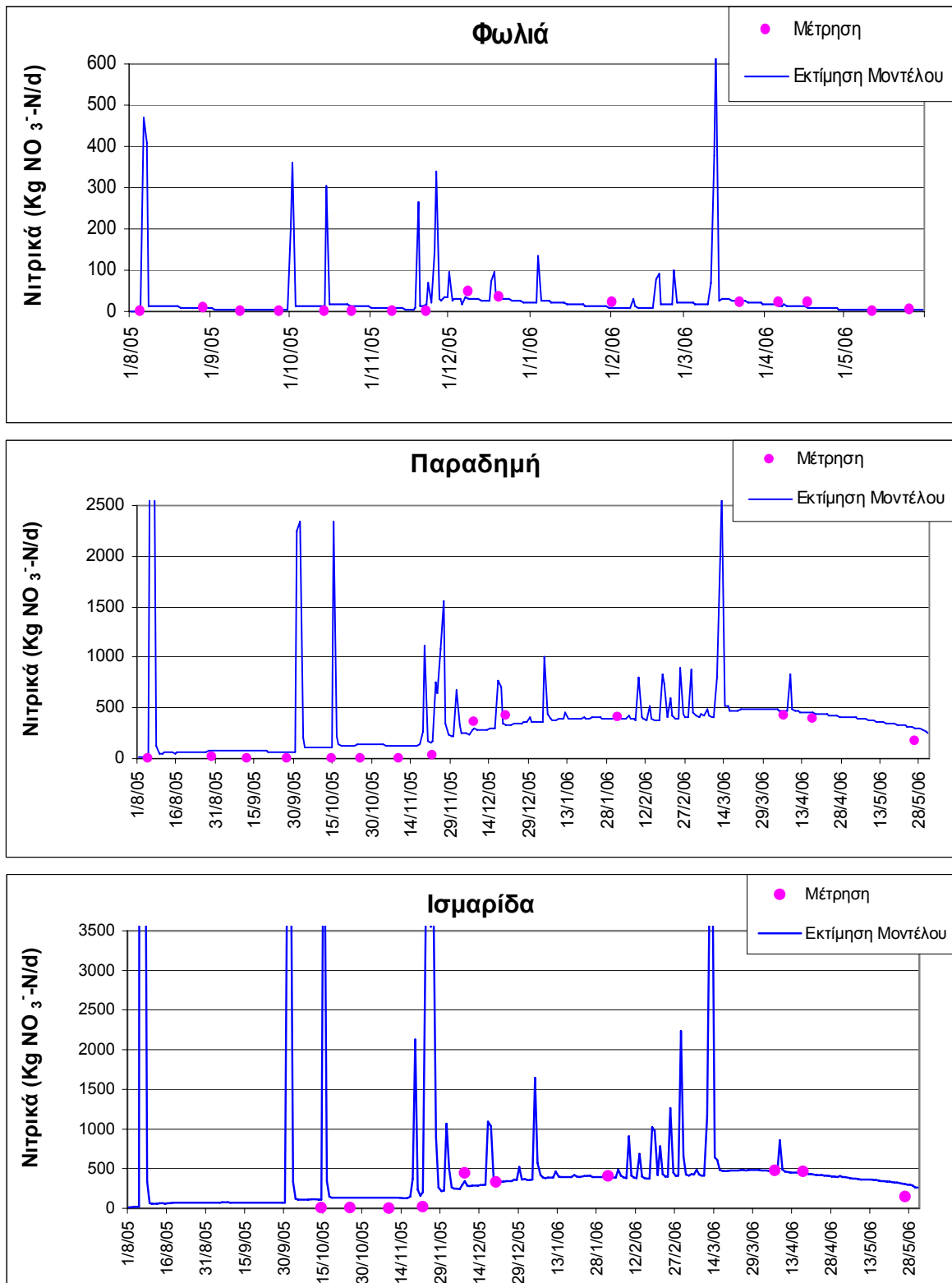
Σχήμα 5.2.4 Μετρώμενη και εκτιμηθείσα παροχή στους σταθμούς Φωλιά, Παραδημή και Ισμαρίδα



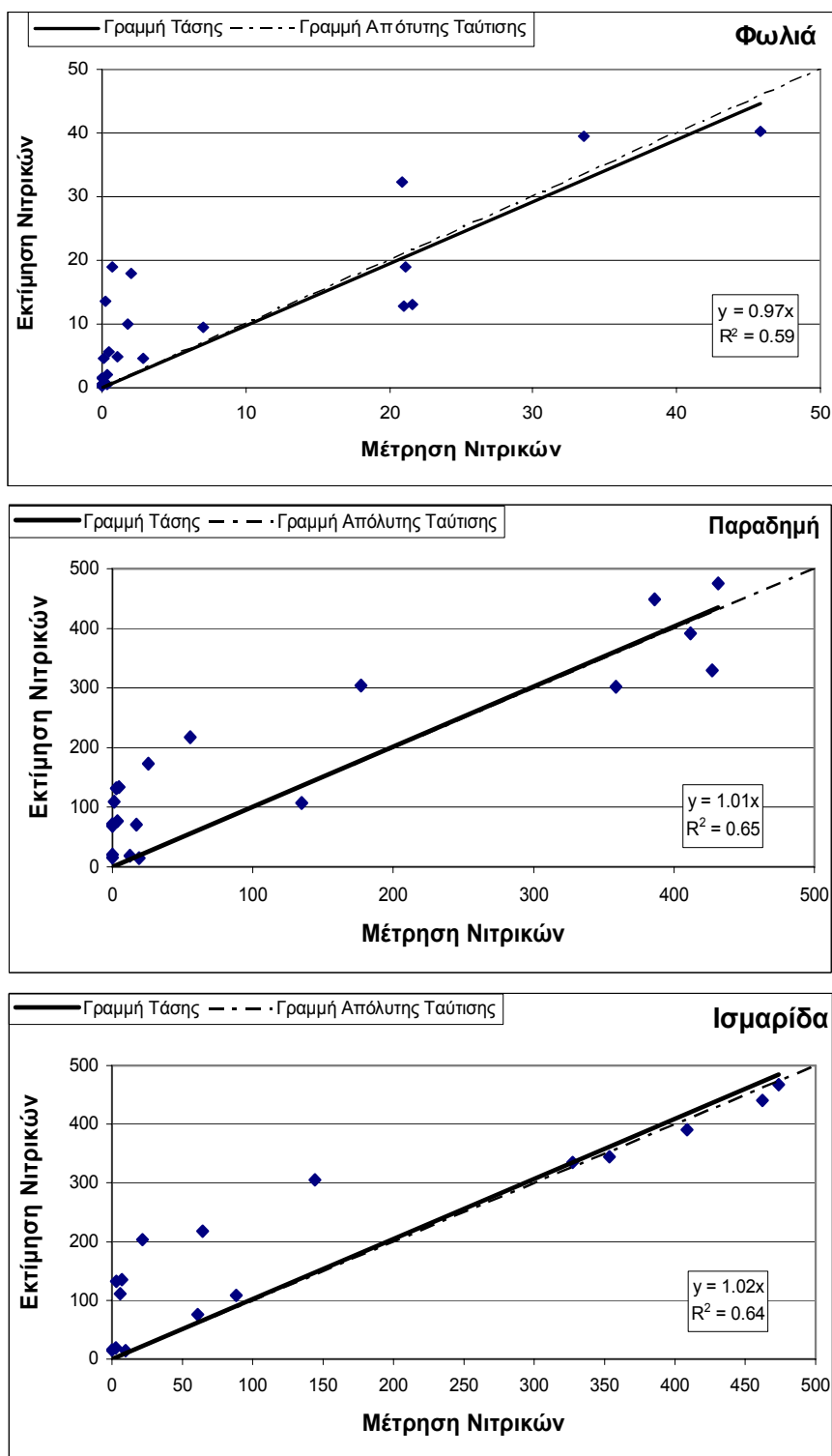
Σχήμα 5.2.5 Διαγράμματα διασποράς μετρώμενης και εκτιμηθείσας παροχής στους σταθμούς Φωλιά, Παραδημή και Ισμαρίδα

5.2.4.2 Βαθμονόμηση του μοντέλου για άζωτο νιτρικών

Τα αποτελέσματα βαθμονόμησης του μοντέλου για την προσομοίωση νιτρικών παρουσιάζονται στο Σχήμα 5.2.6. Και πάλι παρατηρείται ικανοποιητική συμφωνία μεταξύ μετρώμενων και των εκτιμηθεισών τιμών, με τιμές της κλίσης γ μεταξύ 0,97 και 1,01 και του συντελεστή προσδιορισμού R^2 μεταξύ 0,59 και 0,65 (Σχήμα 5.2.7). Στο σταθμό «Φωλιά» το μοντέλο έχει την τάση να υποεκτιμά ελαφρώς το φορτίο νιτρικών ($\gamma=0,97$). Αντίθετα στους σταθμούς «Παραδημής» και «Ισμαρίδας» υπάρχει πολύ καλή συμφωνία μεταξύ μετρώμενων και εκτιμηθεισών τιμών ($\gamma =1,01$). Επίσης, η παράμετρος *NOF* είναι χαμηλότερη της μονάδας σε όλους τους σταθμούς μέτρησης και για την περίπτωση των νιτρικών.



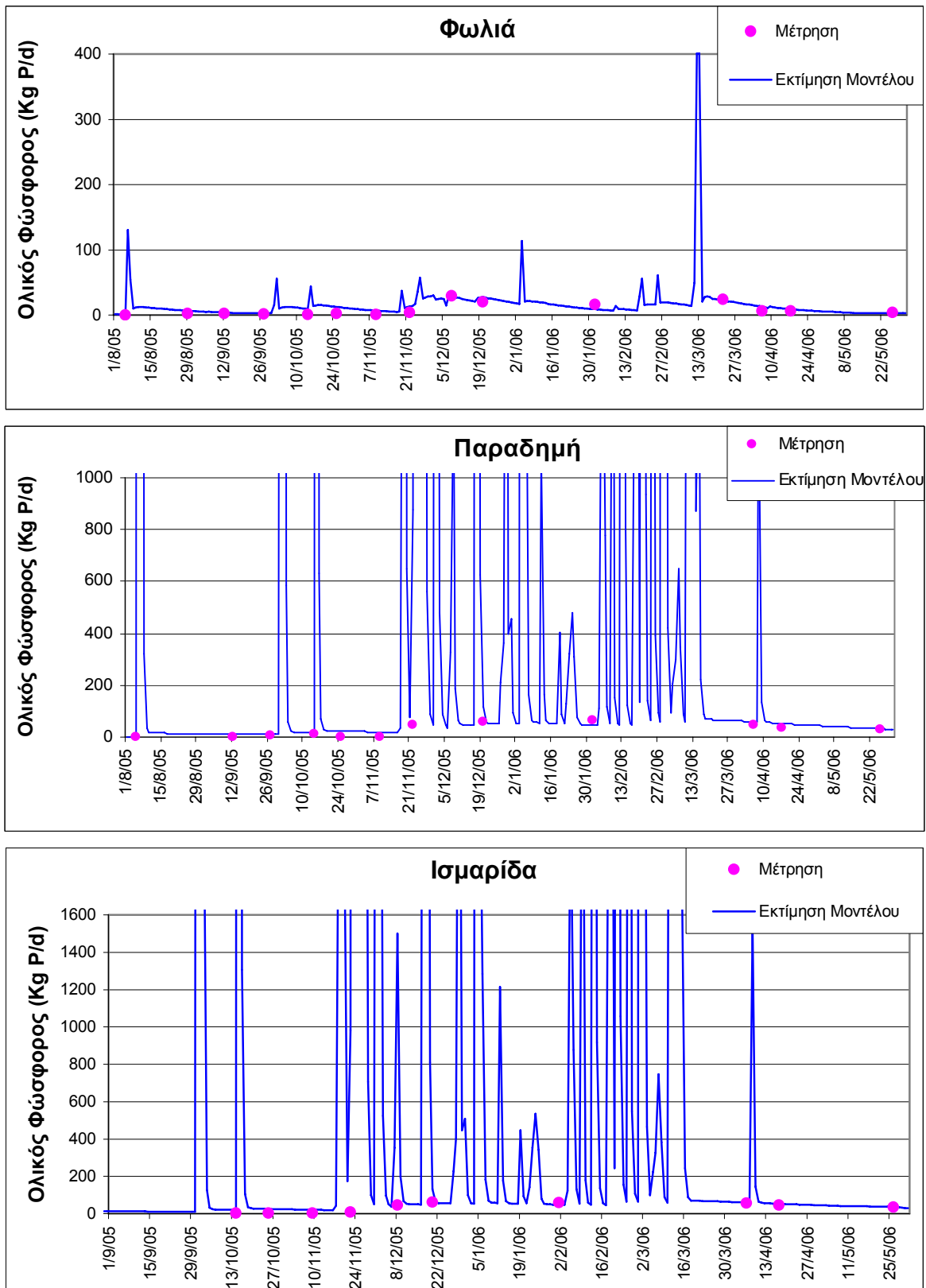
Σχήμα 5.2.6 Μετρώμενη και εκτιμηθείσα ποσότητα αζώτου νιτρικών (kg NO₃⁻-N/d) στους σταθμούς Φωλιά, Παραδημή και Ισαριίδα



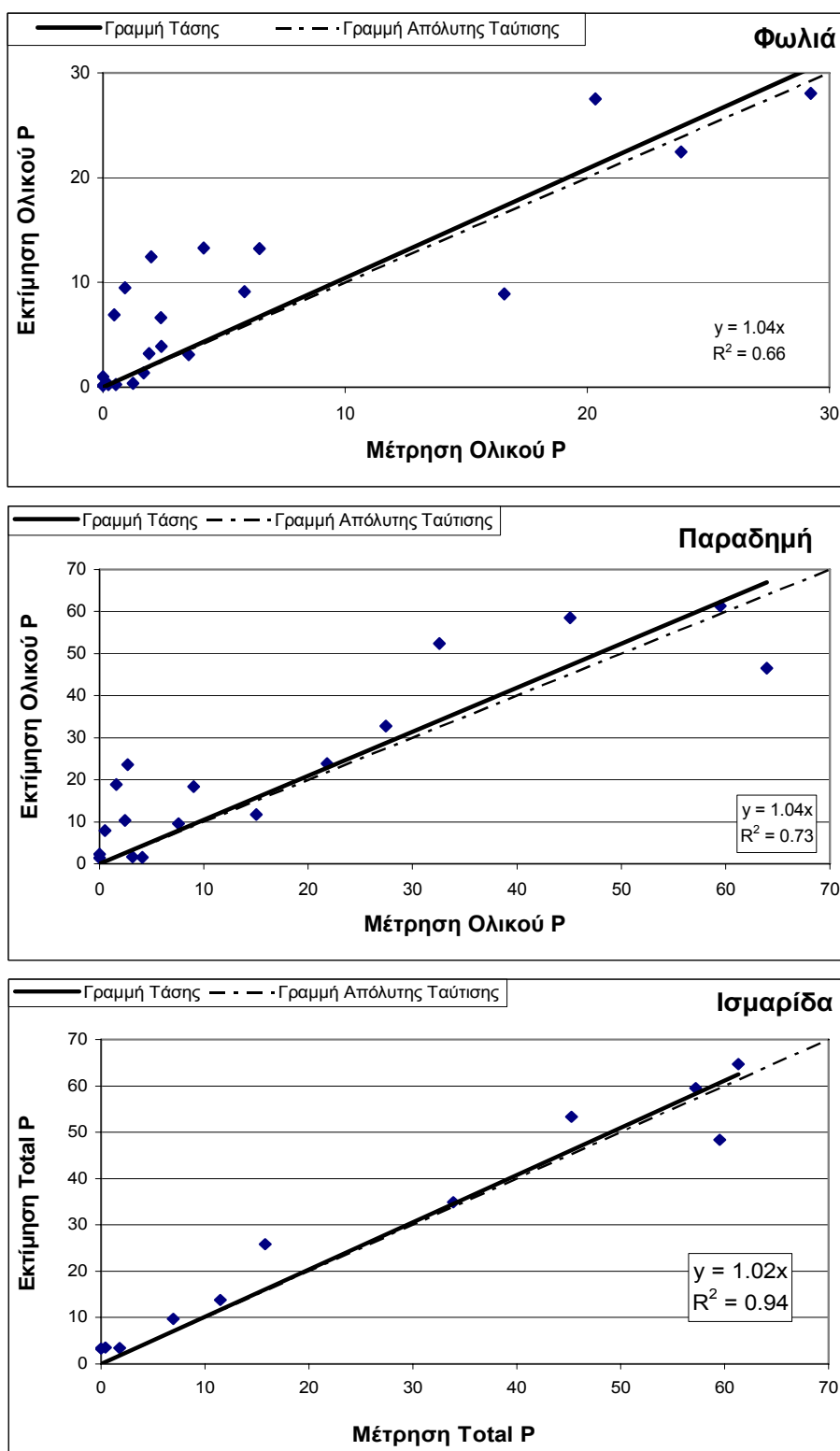
Σχήμα 5.2.7 Διαγράμματα διασποράς μετρώμενης και εκτιμηθείσας ποσότητας αζώτου νιτρικών ($\text{kg NO}_3^- \text{-N/d}$) στους σταθμούς Φωλιά, Παραδημή και Ισμαρίδα

5.2.4.3 Βαθμονόμηση του μοντέλου για ολικό φώσφορο

Στο Σχήμα 5.2.8 φαίνονται τα αποτελέσματα της βαθμονόμησης του μοντέλου για ολικό φώσφορο. Γενικά και για την περίπτωση του ολικού φωσφόρου υπάρχει πολύ καλή συμφωνία μεταξύ μετρώμενων και εκτιμηθεισών τιμών. Η τιμή του γ είναι κοντά στο 1,0 για όλους τους σταθμούς. Η καλύτερη συμφωνία παρατηρείται στο σταθμό «Ισμαρίδα», όπου $\gamma = 1,01$ και $R^2 = 0,94$ (Σχήμα 5.2.9). Σε όλους τους σταθμούς, η παράμετρος *NOF* είναι αρκετά μικρότερη του 1,0, επιβεβαιώνοντας την πολύ καλή συμφωνία μεταξύ μετρώμενων και εκτιμηθεισών από το μοντέλο τιμών.



Σχήμα 5.2.8 Μετρούμενη και εκτιμηθείσα ποσότητα φωσφόρου (kg P/d) στους σταθμούς Φωλιά, Παραδημή και Ισμαρίδα



Σχήμα 5.2.9 Διαγράμματα διασποράς μετρώμενης και εκτιμηθείσας ποσότητας φωσφόρου (kg P/d) στους σταθμούς Φωλιά, Παραδημή και Ισμαρίδα

Το γενικότερο συμπέρασμα που προκύπτει από τη βαθμονόμηση του μοντέλου SWAT για την περιοχή μελέτης είναι ότι οι αποκλίσεις μεταξύ των τιμών που μετρήθηκαν στο πεδίο και των εκτιμηθεισών από το μοντέλο είναι σχετικά μικρές. Οι τιμές του μοντέλου, τόσο στις περιόδους χαμηλής παροχής, όσο και στις περιόδους υψηλής παροχής, παρουσιάζουν πολύ καλή συμφωνία με αυτές που μετρήθηκαν στο πεδίο. Τέλος, σε όλες της περιπτώσεις, ανεξάρτητα αν το μοντέλο υποεκτιμά ή υπερεκτιμά ελαφρώς κάποιες από τις μετρούμενες παραμέτρους, η τάση την οποία εμφανίζουν οι εκτιμηθείσες τιμές είναι όμοια με την τάση των μετρούμενων τιμών.

6. Π.Ε.6 – ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ – ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ – ΧΡΗΣΗ

6.1 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΛΦΕΙΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ

6.1.1 Αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης κανονικού σεναρίου

Μετά την προηγηθείσα βαθμονόμηση του προσομοιωτή υδρολογικής προσομοίωσης για το σύνολο της υδρολογικής λεκάνης του Αλφειού Ποταμού, ακολούθησε εφαρμογή για τον υπολογισμό της μέσης εποχικής απορροής (συνολικής και επιφανειακής). Η υδρολογική προσομοίωση πραγματοποιήθηκε για το διάστημα των υδρολογικών ετών (Οκτώβριο έως Σεπτέμβριο) 1975-1976 έως 1995-1996. Τα αποτελέσματα της μέσης εποχιακής συνολικής και επιφανειακής απορροής παρουσιάζονται στους Πίνακες 6.1.1 και 6.1.2.

Όπως προκύπτει από τους πίνακες αυτούς η επιφανειακή απορροή, η οποία συμβάλλει στην επιφανειακή μεταφορά των ρύπων στον Αλφειό ποταμό, κυμαίνεται σε όλες τις λεκάνες και σε συνάρτηση με την εποχή του έτους σε ποσοστό από 5% έως 67% της συνολικής απορροής.

Πίνακας 6.1.1 Μέση εποχιακή συνολική απορροή (m^3/s) λεκανών ποταμού Αλφειού σύμφωνα με τα αποτελέσματα της υδρολογικής προσομοίωσης

Υπολεκάνη	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο	Έτος
ΠΥΡΓΟΣ - ΚΑΛΑΜΑΤΑ (Λ.Α. 1)	3,2	2,9	0,8	0,9	1,95
ΕΝΙΠΕΑΣ (Λ.Α. 2)	5,5	3,8	0,8	1,2	2,83
ΦΛΟΚΑΣ (Λ.Α. 3)	7,7	5,3	1,2	1,7	3,98
ΚΡΕΣΤΑΙΝΑ (Λ.Α. 4)	1,3	0,9	0,2	0,3	0,68
ΚΛΑΔΕΟΣ (Λ.Α. 5)	1,1	0,8	0,2	0,2	0,58
ΑΣΠΡΑ ΣΠΙΤΙΑ (Λ.Α. 6)	6,0	4,0	0,9	1,1	3,00
ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ (Λ.Α. 7)	11,0	7,7	1,8	2,3	5,70
ΛΑΔΩΝΑΣ (Λ.Α. 8)	49,9	34,9	8,2	9,1	25,53
ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗΣ (Λ.Α. 9)	7,8	5,7	1,3	1,2	4,00
ΚΑΡΥΤΑΙΝΑ (Λ.Α. 10)	24,9	18,5	4,2	4,0	12,90
ΛΟΥΣΙΟΣ (Λ.Α. 11)	4,7	4,6	1,3	1,1	2,93

Πίνακας 6.1.2 Μέση εποχιακή επιφανειακή απορροή (m^3/s) λεκανών ποταμού Αλφειού σύμφωνα με τα αποτελέσματα της υδρολογικής προσομοίωσης

Υπολεκάνη	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο	Έτος
ΠΥΡΓΟΣ - ΚΑΛΑΜΑΤΑ (Λ.Α. 1)	1,8	1,4	0,2	0,5	0,98
ΕΝΙΠΕΑΣ (Λ.Α. 2)	3,1	1,6	0,0	0,8	1,38
ΦΛΟΚΑΣ (Λ.Α. 3)	4,4	2,3	0,1	1,2	2,00
ΚΡΕΣΤΑΙΝΑ (Λ.Α. 4)	0,7	0,4	0,0	0,2	0,33
ΚΛΑΔΕΟΣ (Λ.Α. 5)	0,6	0,3	0,0	0,2	0,28
ΑΣΠΡΑ ΣΠΙΤΙΑ (Λ.Α. 6)	3,4	1,7	0,1	0,7	1,48
ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ (Λ.Α. 7)	4,3	2,2	0,1	0,8	1,85
ΛΑΔΩΝΑΣ (Λ.Α. 8)	28,7	15,8	1,0	5,8	12,83
ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗΣ (Λ.Α. 9)	4,5	2,4	0,1	0,8	1,95
ΚΑΡΥΤΑΙΝΑ (Λ.Α. 10)	14,5	8,1	0,3	2,4	6,33
ΛΟΥΣΙΟΣ (Λ.Α. 11)	2,6	2,2	0,2	0,7	1,43

Για τον υπολογισμό του ρυπαντικού φορτίου που εμφανίζεται στον Αλφειό πρέπει εκτός του επιφανειακά μεταφερόμενου ρυπαντικού φορτίου $Q \cdot C$, όπου Q είναι η επιφανειακή απορροή και C η συγκέντρωση των ρύπων στο επιφανειακά κινούμενο νερό, να συνυπολογιστεί και το ρυπαντικό φορτίο που μεταφέρεται στον ποταμό μέσω του υπόγειου νερού (βασική απορροή). Η εκτίμηση της συνιστώσας αυτής του ρυπαντικού φορτίου είναι σ' αυτή τη φάση δύσκολη, διότι δεν υπάρχουν επαρκή δεδομένα για τις συγκεντρώσεις ρύπων στο υπόγειο νερό.

6.1.2 Αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης σεναρίου κλιματικής αλλαγής

Στα πλαίσια του παρόντος έργου εξετάστηκε και το σενάριο κλιματικής αλλαγής στην περιοχή του Αλφειού Ποταμού. Το σενάριο αυτό βασίζεται στην υπόθεση ομοιόμορφης μείωσης του ύψους των κατακρημνίσεων κατά 15% καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2 °C. Το υποθετικό σενάριο εξετάστηκε με χρήση του μοντέλου ENNS για την υδρολογική λεκάνη του ποταμού Ερύμανθου. Η προσομοίωση πραγματοποιήθηκε για το διάστημα των υδρολογικών ετών 1962 – 1963 έως 1995 – 1996 και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.1.3.

Η μείωση του ύψους των κατακρημνίσεων κατά 15% καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και η αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2 °C επιφέρει αλλαγή στις σχέσεις μεταξύ βροχόπτωσης – εξατμισοδιαπνοής και βροχόπτωσης – απορροής. Οι σχέσεις αυτές εκφράζονται με το ποσοστό της εξατμισοδιαπνοής (ή της απορροής αντίστοιχα) ως προς τη βροχόπτωση. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 6.1.3, παρατηρείται αύξηση της εξατμισοδιαπνοής (που εκφράζεται ως ποσοστό των νέων τιμών της βροχόπτωσης) κατά 5,7%. και μείωση της συνολικής απορροής της λεκάνης (που εκφράζεται ως ποσοστό των νέων τιμών της βροχόπτωσης) κατά 5,7%.

Πίνακας 6.1.3 Μακροχρόνιες μέσες ετήσιες τιμές πραγματικής εξατ/πνοής και συνολικής απορροής για τη λεκάνη του Ερύμανθου ποταμού – Σενάριο κλιματικής αλλαγής (περίοδος υδρολ. ετών 62-63 έως 95-96).

	Προσομοίωση βάσει μετρημένων υδρολογικών δεδομένων	Προσομοίωση σεναρίου κλιματικής αλλαγής
Πραγματική εξατ/πνοή (mm)	436,7	419,7
Συνολική απορροή (m ³ /s)	5,9	4,5
Πραγματική εξατ/πνοή / βροχόπτωση (%)	43,9	49,6
Συνολική απορροή / βροχόπτωση (%)	56,1	50,4

6.1.3 Μέτρηση ρυπαντικής φόρτισης

Η ρυπαντική φόρτιση, αναφορικά με την συνεισφορά ανθρωπογενών και φυσικών δραστηριοτήτων σε άζωτο και φώσφορο, σε διάφορες θέσεις της λεκάνης απορροής του Αλφειού Ποταμού μετρήθηκε κατά τις επτά εποχικές εξορμήσεις που πραγματοποιήθηκαν κατά τα έτη 2006 και 2007. Τα φυσικά φορτία ρύπανσης της λεκάνης πρέπει να είναι της τάξεως του 10% των ολικών P και N (Cho και λοιποί., 2004). Η συνολική μάζα P και N που εισάγεται στον ποταμό προκύπτει από το γινόμενο της συγκέντρωσης αυτών των ρύπων επί την παροχή του ποταμού κατά τη διάρκεια της περιόδου αναφοράς. Οι τιμές παροχής που μετρήθηκαν κατά τις προαναφερθείσες εξορμήσεις δίνονται στον Πίνακα 6.1.4. Κατά τις εξορμήσεις αυτές έγιναν και μετρήσεις συγκεντρώσεων ιόντων που περιέχουν άζωτο και φώσφορο. Δυστυχώς, λόγω ελλείψεως εξοπλισμού κατά τις πέντε πρώτες εξορμήσεις, οι συγκεντρώσεις ολικού N μετρήθηκαν άμεσα μόνον κατά τις δύο τελευταίες εξορμήσεις. Κατά τις προηγούμενες εξορμήσεις χρησιμοποιούνται οι τιμές συγκεντρώσεων του αζώτου που μετρήθηκαν ως NO₃-N ή/και ως NH₃-N. Επειδή οι τιμές συγκεντρώσεων N στις μορφές NH₃-N και NO₂-N είναι σχετικά μικρές στα ύδατα του ποταμού, το εισαγόμενο σφάλμα στον υπολογισμό των συντελεστών ρύπανσης αναμένεται μικρό. Σημειώνεται ότι το εν λόγω σφάλμα θα εξαλειφθεί κατά τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις συγκεντρώσεων και εκτιμήσεις των συντελεστών ρύπανσης που προϋποθέτει η προτεινόμενη μεθοδολογία. Στον Πίνακα 6.1.5 δίδονται οι τελικές τιμές συγκεντρώσεων N που μετρήθηκαν (NH₃-N ή NO₃-N + NH₃-N ή ολικού N) για όλες τις εξορμήσεις. Στον Πίνακα 6.1.6 δίδονται οι τιμές συγκεντρώσεων P που μετρήθηκαν, για όλες τις εξορμήσεις.

Πίνακας 6.1.4 Τιμές παροχής (m^3/s) σύμφωνα με τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν κατά τις εξορμήσεις 2006-2007

Θέση	1 ^η Εξόρμηση	2 ^η Εξόρμηση	3 ^η Εξόρμηση	4 ^η Εξόρμηση	5 ^η Εξόρμηση	6 ^η Εξόρμηση	7 ^η Εξόρμηση
1	113,00	66,50	32,78	19,97	18,75	17,50	53,23
2	2,39	1,54	0,51	0,25	0,47	0,50	0,53
3	128,00	67,00	19,60	23,28	20,21	20,02	31,78
3a	Μηδενική ροή	2,45	9,26	Μηδενική ροή	Μηδενική ροή	5,75	Μηδενική ροή
4	1,00	0,32	0,10	0,02	0,05	0,01	0,02
5	1,69	0,37	0,10	0,15	0,11	0,14	0,17
6	104,00	67,70	22,62	23,50	20,20	22,62	27,82
7	22,30	7,08	1,52	3,84	3,63	3,63	5,60
8	Δεν μετρήθηκε	42,00	35,20	5,43	3,22	3,81	9,99
9	Δεν μετρήθηκε	19,66	8,58	10,76	9,58	9,11	9,23
10	Δεν μετρήθηκε	3,01	3,37	1,82	3,05	2,12	1,54
11	Δεν μετρήθηκε	6,00	Δεν μετρήθηκε	4,24	4,54	7,56	6,27

Πίνακας 6.1.5 Συγκεντρώσεις N (mg/L) σύμφωνα με τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν κατά τις εξορμήσεις 2006-2007

Θέση	1 ^η Εξόρμηση	2 ^η Εξόρμηση	3 ^η Εξόρμηση	4 ^η Εξόρμηση	5 ^η Εξόρμηση	6 ^η Εξόρμηση	7 ^η Εξόρμηση
		NO ₃ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N+NH ₃ -N	NO ₃ ⁻ -N+NH ₃ -N	Ολικό N	Ολικό N
1	Δεν μετρήθηκε	0,94	0,41	1,02	0,83	0,45	1,00
2	Δεν μετρήθηκε	0,75	0,22	0,95	0,75	0,30	1,40
3	Δεν μετρήθηκε			1,16	0,84		1,03
3a	Μηδενική ροή	0,92	0,39	Μηδενική ροή	Μηδενική ροή	0,90	Μηδενική ροή
4	Δεν μετρήθηκε	0,75	Ελάχιστη ροή	12,39	3,50	Ελάχιστη ροή	Ελάχιστη ροή
5	Δεν μετρήθηκε	0,69	Ελάχιστη ροή	1,82	0,76	0,40	1,10
6	Δεν μετρήθηκε	0,94	0,39	0,50	0,84	0,60	1,47
7	Δεν μετρήθηκε	0,40	0,33	0,59	0,71	0,20	1,10
8	Δεν μετρήθηκε	0,76	0,40	1,11	1,74	0,70	1,00
9	Δεν μετρήθηκε	1,12	0,50	0,76	0,83	1,30	4,00
10	Δεν μετρήθηκε	4,09	1,51	9,34	7,47	7,60	19,35
11	Δεν μετρήθηκε	0,30	0,17	0,95	0,51	Μη ανιχνεύσιμο	0,60

Πίνακας 6.1.6 Συγκεντρώσεις ολικού P (mg/L) σύμφωνα με τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν κατά τις εξορμήσεις 2006-2007

Θέση	1 ^η Εξόρμηση	2 ^η Εξόρμηση	3 ^η Εξόρμηση	4 ^η Εξόρμηση	5 ^η Εξόρμηση	6 ^η Εξόρμηση	7 ^η Εξόρμηση
1	0,128	0,065	0,037	0,279	0,020	0,032	0,162
2	0,070	0,044	0,020	0,054	0,014	0,004	0,042
3	0,119			0,252	Μη ανιχνεύσιμος		0,102
3a	Μηδενική ροή	0,065	0,033	Μηδενική ροή	Μηδενική ροή	0,010	Μηδενική ροή
4	0,076	0,054	Μηδενική ροή	1,011	0,197	Ελάχιστη ροή	Ελάχιστη ροή
5	0,173	0,039	Ελάχιστη ροή	2,885	Μη ανιχνεύσιμος	Μη ανιχνεύσιμος	0,083
6	0,087	0,047	0,033	0,061	Μη ανιχνεύσιμος	Μη ανιχνεύσιμος	0,029
7	0,091	0,037	0,033	0,142	0,007	Μη ανιχνεύσιμος	0,017
8	0,054	0,065	0,027	0,101	Μη ανιχνεύσιμος	0,007	0,031
9	0,069	0,039	0,059	0,072	0,006	0,004	0,031
10	Δεν μετρήθηκε	0,044	0,033	0,541	0,012	0,016	0,103
11	Δεν μετρήθηκε	0,033	0,020	0,045	0,003	0,009	0,006

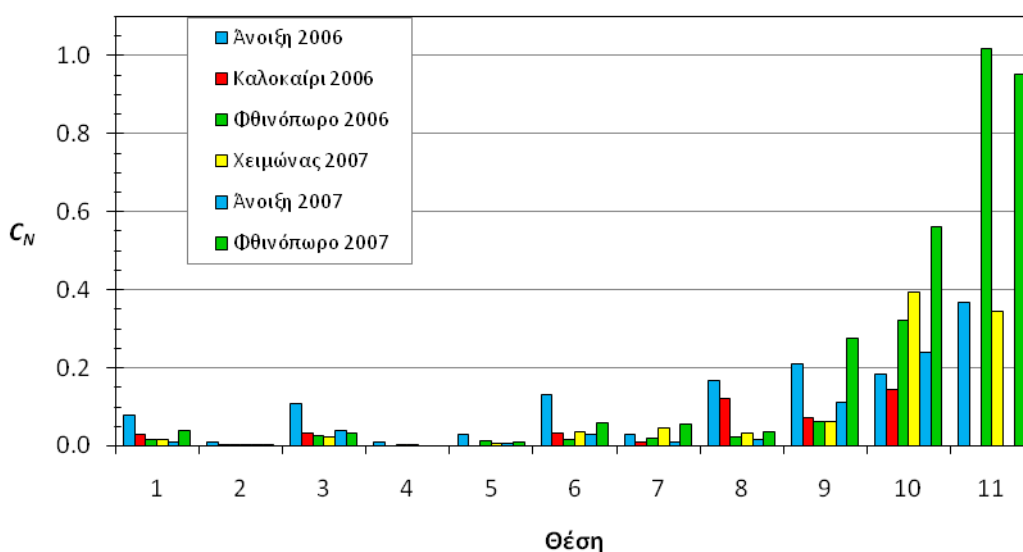
Οι τιμές στους Πίνακες 6.1.5 και 6.1.6 πρέπει να θεωρηθούν ως προκαταρκτικές εποχικές τιμές αυτών των ρύπων, δεδομένου ότι δεν είναι διαθέσιμες σήμερα άλλες μετρήσεις. Ωστόσο, σύμφωνα με τα συμπεράσματα των Kirchner και λοιπών (2000), οι ρύποι ξεπλένονται αρχικά γρήγορα από την λεκάνη, αλλά έπειτα ρύπανση χαμηλού επιπέδου φθάνει στα ρεύματα για εκπληκτικά μακρύ χρόνο. Οι μακροπρόθεσμες χημικές μεταβολές συγκρινόμενες με τη χρονική κατανομή ταξιδιού διαβιβάζονται μέσω της λεκάνης χωρίς σημαντική μείωση. Υπ' αυτή την έννοια, δεδομένου ότι οι χρόνοι συρροής σε όλες τις

υπολεκάνες Αλφειού είναι της τάξεως της μιας ημέρας και τα χρονικά διαστήματα χημικών μεταβολών είναι της τάξεως μιας εποχής του έτους, αναμένεται ότι η μέτρηση συγκέντρωσης μιας ημέρας θα αντιπροσωπεύει αρκετά καλά τη μέση κατάσταση εκτεταμένης παρελθούσης περιόδου.

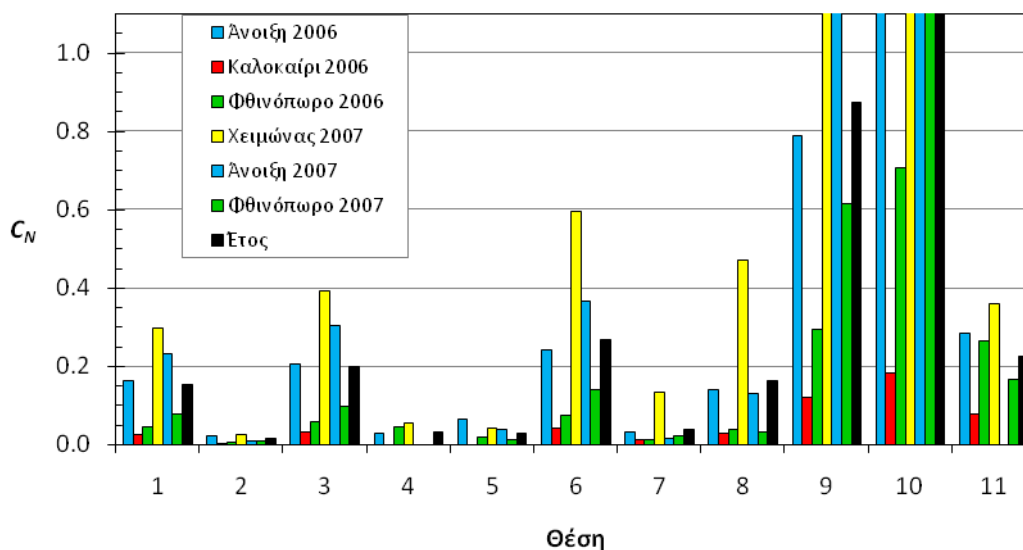
6.1.4 Υπολογισμός των Συντελεστών Ρύπανσης

Κάθε φορτίο ρύπανσης που διέρχεται σε ορισμένη διατομή του ποταμού υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας την παροχή επί την συγκέντρωση του ρύπου και έπειτα μετατρέπεται σε εποχικό φορτίο. Η διερχόμενη παροχή έχει, αφενός, μετρηθεί παράλληλα με τη συγκέντρωση κατά τις εξορμήσεις που έγιναν και, αφετέρου, έχει εκτιμηθεί με την εφαρμογή της κατάλληλης υδρολογικής προσομοίωσης που προηγήθηκε. Διαιρώντας αυτό το φορτίο με το αντίστοιχο φορτίο που υπολογίστηκε λόγω των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων οι οποίες λαμβάνουν χώρα στις υπολεκάνες που συνεισφέρουν στην υπόψη διατομή, υπολογίστηκαν οι εποχικές τιμές των συντελεστών ρύπανσης, C_P ή C_N , για ολικό P ή N, αντίστοιχα. Επιπλέον, στην περίπτωση της υδρολογικής προσομοίωσης των παροχών, μπορούν να υπολογιστούν και τα ετήσια φορτία μαζί με τους σχετικούς συντελεστές ρύπανσης. Όλοι αυτοί οι συντελεστές που προέκυψαν, είτε από τις μετρήσεις παροχών και συγκεντρώσεων, είτε από τις μετρήσεις συγκεντρώσεων και τις υδρολογικές προσομοιώσεις παροχών, παρουσιάζονται στα Σχήματα 6.1.1. και 6.1.2 για το άζωτο και στα Σχήματα 6.1.3 και 6.1.4 για τον φώσφορο.

Από παρατήρηση των Σχημάτων 6.1.1 και 6.1.2 φαίνεται ότι οι τιμές των συντελεστών C_N , οι οποίες προέκυψαν από τις μετρηθείσες παροχές, είναι συστηματικά μικρότερες από τις τιμές που προέκυψαν με εκτίμηση των παροχών μέσω υδρολογικής προσομοίωσης. Και στις δύο περιπτώσεις διαπιστώνεται ότι για τις θέσεις 9 και 10, οι τιμές του C_N είναι αρκετά υψηλές και πλησιάζουν ή υπερβαίνουν την μονάδα. Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να ερμηνευθεί υπό την προϋπόθεση ότι δεν έχουν ληφθεί υπόψη όλες οι πηγές εκπομπής ρύπων που περιέχουν άζωτο στις λεκάνες απορροής που συμβάλλουν στις θέσεις 9 και 10 ή ότι οι μετρηθείσες συγκεντρώσεις ήταν υψηλές λόγω μειωμένης παροχής (μέρος της εκτιμηθείσας παροχής είναι δυνατόν να χρησιμοποιείται από βιομηχανικές ή άλλες δραστηριότητες της περιοχής). Η πλέον σημαντική υπολεκάνη που συμβάλλει στη ρύπανση των θέσεων 9 και 10 είναι της Μεγαλόπολης. Εκτός των πηγών εκπομπής αζώτου που ελήφθησαν υπόψη, υπάρχουν και άλλες πηγές, όπως από τα απόβλητα του λιγνιτωρυχείου και των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, καθώς και τα απόβλητα των σφαγείων του Δήμου Μεγαλόπολης. Οι υψηλές τιμές που έχουν ληφθεί στη θέση 11, πρέπει να οφείλονται σε ταχεία πλύση της υπολεκάνης λόγω μεγάλων κλίσεων και εκπομπής πηγών σε μικρές αποστάσεις από την κοίτη του παραποτάμου Λούσιου. Εάν εξαιρεθούν οι θέσεις 9, 10 και 11, που παρουσιάζουν ιδιομορφία, η διακύμανση των τιμών C_N στις άλλες θέσεις είναι μεταξύ 0 και 0,2 με βάση τις μετρήσεις παροχής και μεταξύ 0 και 0,6 με βάση τις εκτιμήσεις παροχής. Γενικώς, η μεγαλύτερη συνεισφορά αζώτου παρουσιάζεται τον χειμώνα και βαίνει μειούμενη προς την άνοιξη και το καλοκαίρι, ενώ από το καλοκαίρι προς το φθινόπωρο και τον χειμώνα δείχνει και πάλι βαθμιαία αύξηση.

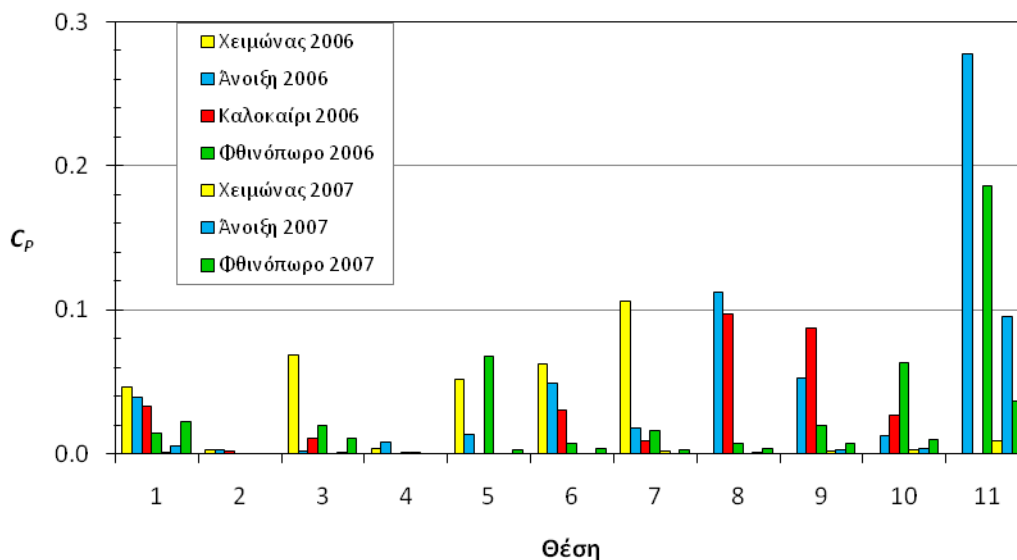


Σχήμα 6.1.1 Εποχικές τιμές συντελεστή ρύπανσης αζώτου (C_N) για διάφορες θέσεις κατά μήκος του Αλφειού Ποταμού και των παραποτάμων του, σύμφωνα με τις μετρηθείσες τιμές παροχών.

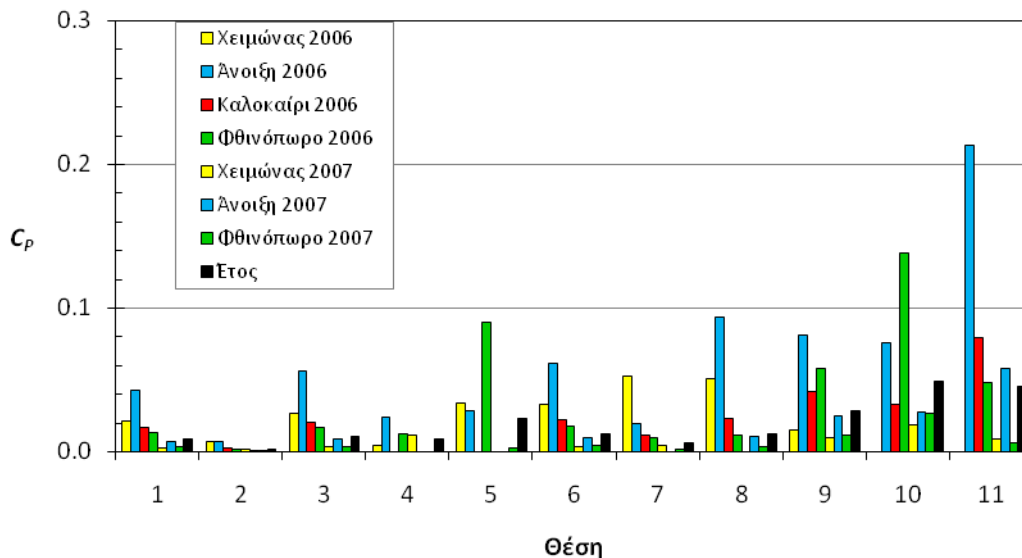


Σχήμα 6.1.2 Εποχικές τιμές συντελεστή ρύπανσης αζώτου (C_N) για διάφορες θέσεις κατά μήκος του Αλφειού Ποταμού και των παραποτάμων του, σύμφωνα με τις εκτιμηθείσες τιμές παροχών.

Παρατηρώντας τα Σχήματα 6.1.3 και 6.1.4 διαπιστώνεται ότι οι τιμές των συντελεστών C_P , οι οποίες προέκυψαν από τις μετρηθείσες παροχές, είναι ίδιας τάξεως με τις τιμές που προέκυψαν με εκτίμηση των παροχών μέσω υδρολογικής προσομοίωσης. Επίσης, εμφανίζεται φυσιολογική συμπεριφορά στις θέσεις 9, και 10, για τις οποίες η συμπεριφορά των C_N δεν ήταν φυσιολογική. Η διακύμανση των τιμών C_P είναι μεταξύ 0 και 0,3 είτε με βάση τις μετρήσεις είτε με βάση τις εκτιμήσεις παροχής. Η άνοιξη σε όλες εν γένει τις θέσεις φαίνεται να δίνει την μεγαλύτερη συνεισφορά σε φώσφορο και ακολουθούν ο χειμώνας, το φθινόπωρο και το καλοκαίρι. Η σειρά αυτή παρουσιάζει αναλογία με την ποσότητα φωσφορικών λιπασμάτων που χρησιμοποιούνται ανά εποχή για τις καλλιέργειες και με την εντονότερη απομάκρυνση της ύλης λόγω εντονότερης απορροής.



Σχήμα 6.1.3 Εποχικές τιμές συντελεστή ρύπανσης φωσφόρου (C_P) για διάφορες θέσεις κατά μήκος του Αλφειού Ποταμού και των παραποτάμων του, σύμφωνα με τις μετρηθείσες τιμές παροχών.



Σχήμα 6.1.4 Εποχικές τιμές συντελεστή ρύπανσης φωσφόρου (C_P) για διάφορες θέσεις κατά μήκος του Αλφειού Ποταμού και των παραποτάμων του, σύμφωνα με τις εκτιμηθείσες τιμές παροχών.

Οι περίπου συγκρίσιμοι ρυθμοί συντελεστών ρύπανσης, C_P και C_N , κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού μπορούν να αποδοθούν στα χαμηλά ύψη κατακρημνίσεων, τα οποία προκαλούν την πολύ περιορισμένη απορροή. Η συνεισφορά P και N στα ύδατα του ποταμού προέρχεται από τα υπόγεια ύδατα, τα οποία είναι λιγότερο ρυπασμένα από αυτά τα συστατικά απ' ό,τι η απορροή. Οι παρατηρηθείσες χαμηλότερες τιμές του C_P έναντι του C_N μπορούν να αποδοθούν κυρίως στους διαφορετικούς ρυθμούς παραμονής στις λεκάνες. Μια ένδειξη μπορεί να ληφθεί από τους Kronvang και λοιπούς (1999), οι οποίοι μέτρησαν ότι η παραμονή οργανικού N στα πυθμενικά ιζήματα ρευμάτων και στις παρόχθιες ζώνες κατά τη διάρκεια μιας περιόδου χαμηλής ροής ήταν περίπου 2,6 φορές υψηλότερη από την αντίστοιχη παραμονή P. Επιπλέον η περιεκτικότητα N του εδάφους στα δείγματα (20-25 cm βάθους) κάτω από την επιφάνεια ήταν περίπου 20 φορές υψηλότερη από την περιεκτικότητα P (Craft και Chiang 2002).

6.1.5 Βιβλιογραφία

- Cho, J.C., Sung, K.S., and Ha, S.R. (2004), A river water quality management model for optimizing regional wastewater treatment using a generic algorithm, *Journal of Environmental management* 73, 229-242.
- Craft, C.B., and Chiang, C. (2002), Forms and amounts of soil nitrogen and phosphorus across a longleaf pine-depressional wetland landscape, *Soil Science Society of America Journal* 66, 1713-1721.
- Kirchner, J.W., Feng, X., and Neal, C. (2000), Fractal stream chemistry and its implications for contaminant transport in catchments, *Nature* 403 (3), 524-527.
- Kronvang, B., Hoffmann, C.C., Svendsen, L.M., Windolf, J., Jensen, J.P., and Dørgé, J. (1999), Retention of nutrients in river basins, *Aquatic Ecology* 33, 29-40.
- Manariotis, I.D., and Yannopoulos, P.C. (2004), Adverse effects on Alfeios River Basin and an integrated management framework based on sustainability, *Environmental Management* 34 (2), 261-269.
- Nachtnebel, H.P., Lettl, W., Baumung, St., (1993), *Abflußprognosemodell für das Einzugsgebiet der Enns und der Steyr (Handbuch)*, Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau, Wien, Austria.
- WMS (1998), Watershed Modeling System, Environmental Modeling Systems Inc., USA, <http://www.ems-i.com>.
- Yannopoulos, P.C., and Manariotis, I.D. (2005), Adverse effects on the hydro-morphology of the Alfeios River by infrastructure works and gravel extractions, in *Proceedings of the 5th National Congress of the National Committee for Water Resources Management "Integrated Water Resources Management"*, Xanthi - Greece, 6-9 April 2005, pp. 275-281 (in Greek).

6.2 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΒΟΣΒΟΖΗ ΠΟΤΑΜΟΥ

6.2.1 Αποτελέσματα επαλήθευσης του μοντέλου SWAT

Για την επαλήθευση του μοντέλου χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα πεδίου που καλύπτουν την περίοδο 1-6-2006 έως 31-11-2006, δηλαδή διαφορετική περίοδο από τη βαθμονόμηση. Στην επαλήθευση χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές των παραμέτρων που προέκυψαν από τη βαθμονόμηση του μοντέλου. Ο έλεγχος της συμφωνίας μεταξύ των μετρώμενων και των εκτιμηθεισών τιμών πραγματοποιήθηκε με τον ίδιο με τη βαθμονόμηση τρόπο. Στον Πίνακα 5.2.4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των κριτηρίων επαλήθευσης του μοντέλου. Στα σχήματα που ακολουθούν παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της επαλήθευσης του μοντέλου SWAT για παροχή, φορτίο αζώτου νιτρικών και φορτίο φωσφορικών.

6.2.1.1 Επαλήθευση του μοντέλου για παροχή

Στο Σχήμα 6.2.1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της προσομοίωσης της παροχής του Βοσβόζη για την περίοδο επαλήθευσης του μοντέλου. Παρατηρείται ότι υπάρχει καλή συμφωνία μεταξύ μετρώμενων και εκτιμηθεισών τιμών. Από τα διαγράμματα διασποράς που παρουσιάζονται στο Σχήμα 6.2.2 φαίνεται ότι το μοντέλο υπερεκτιμά ελαφρώς την παροχή, καθώς η τιμή της κλίσης γ κυμαίνεται μεταξύ 1,07 και 1,09. Η τιμή του R^2 , που κυμαίνεται μεταξύ 0,85 και 0,98 δείχνει ότι υπάρχει πολύ καλή συσχέτιση μεταξύ μετρώμενων και εκτιμηθεισών τιμών. Τέλος, η τιμή της παραμέτρου NOF , η οποία είναι πολύ χαμηλότερη της μονάδας (0,22-0,43), επιβεβαιώνει την πολύ ικανοποιητική επαλήθευση του μοντέλου.

6.2.1.2 Επαλήθευση του μοντέλου για άζωτο νιτρικών

Στο Σχήμα 6.2.3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της προσομοίωσης των νιτρικών για την επαλήθευση του μοντέλου, όπου παρατηρείται επίσης πολύ καλή συσχέτιση μεταξύ μετρώμενων και εκτιμηθεισών τιμών. Μόνο στον σταθμό «Ισμαρίδα» το μοντέλο φαίνεται να υπερεκτιμά ελαφρώς το φορτίο νιτρικών ($\gamma=1,16$). Από τα διαγράμματα διασποράς, που παρουσιάζονται στο Σχήμα 6.2.4, φαίνεται ότι η τιμή του συντελεστή προσδιορισμού R^2 κυμαίνεται μεταξύ 0,85 και 0,96, επιβεβαιώνοντας την καλή συσχέτιση μεταξύ μετρώμενων και εκτιμηθεισών τιμών. Η παράμετρος NOF και σε αυτή την περίπτωση είναι πολύ χαμηλότερη της μονάδας (0,30-0,38).

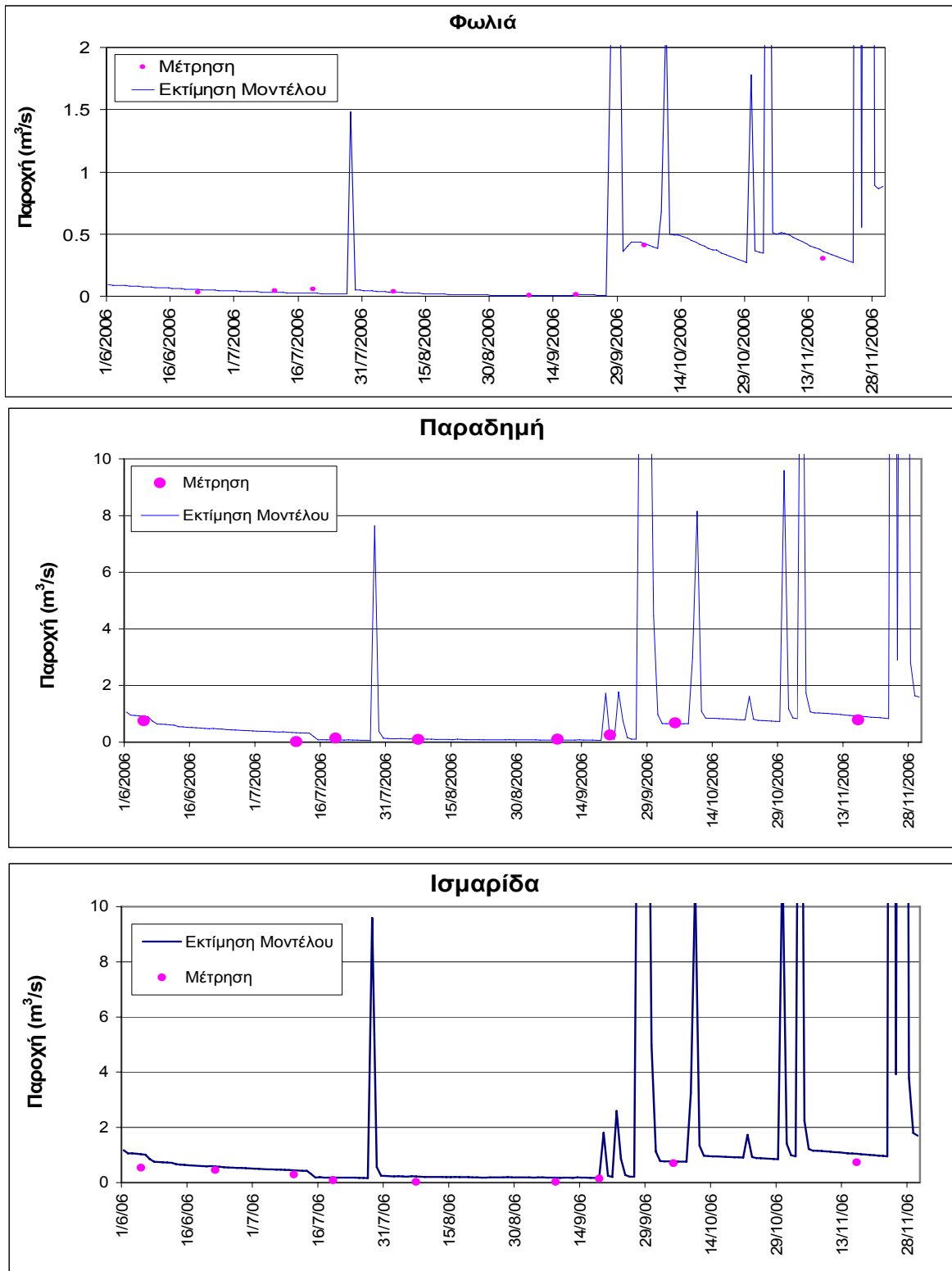
6.2.1.3 Επαλήθευση του μοντέλου για ολικό φώσφορο

Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης ολικού φωσφόρου για την περίοδο επαλήθευσης φαίνονται στο Σχήμα 6.2.5 και τα διαγράμματα διασποράς παρουσιάζονται στο Σχήμα 6.2.6. Παρατηρείται ότι το μοντέλο υποεκτιμά ελαφρώς το φορτίο ολικού φωσφόρου (γ μεταξύ 0,89 και 0,97). Ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 , που κυμαίνεται μεταξύ 0,62 και 0,85, και η παράμετρος NOF , με τιμές μεταξύ 0,32 και 0,65, δείχνουν ικανοποιητική συσχέτιση μετρώμενων και εκτιμηθεισών από το μοντέλο τιμών.

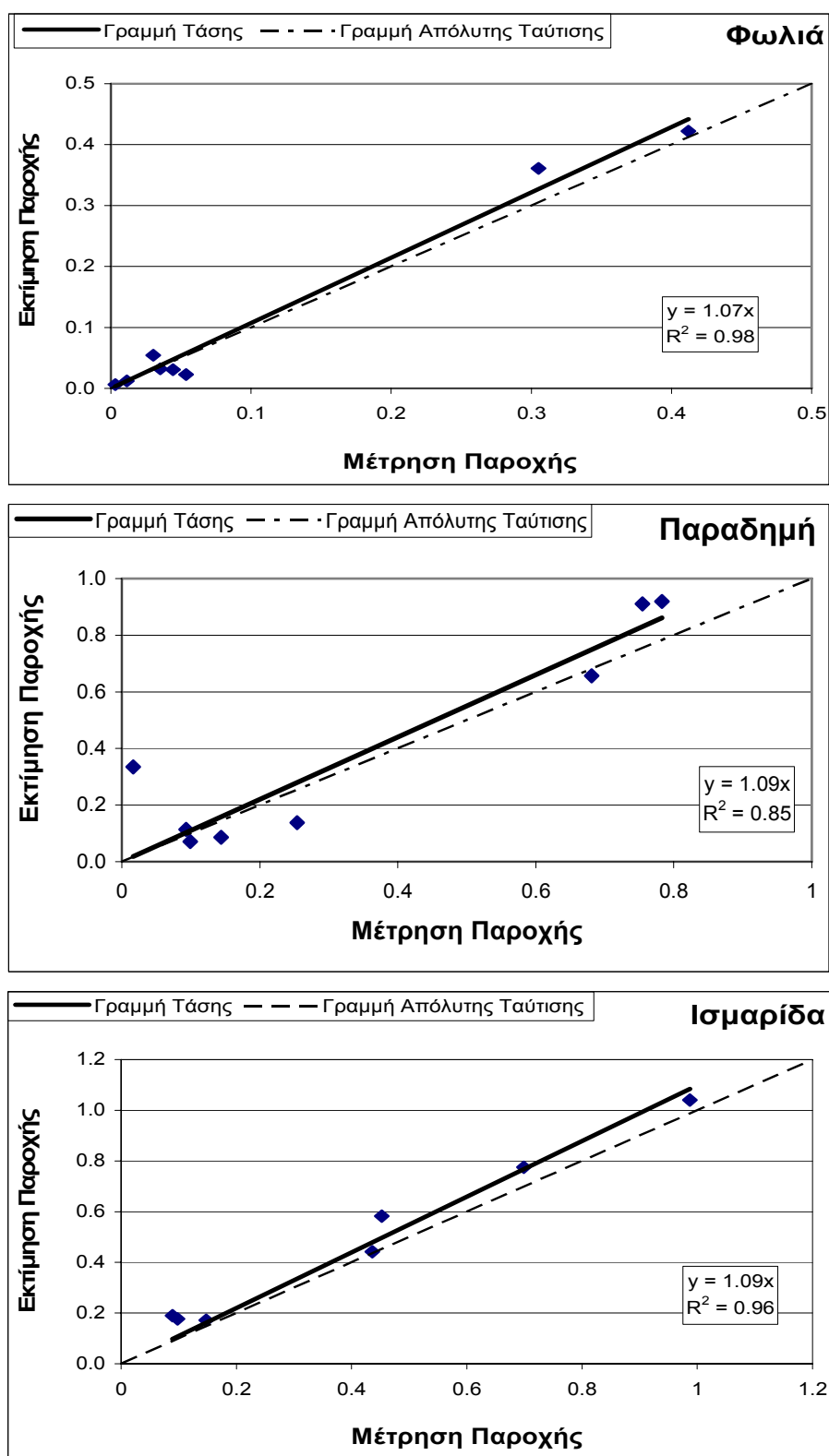
6.2.1.4 Συμπεράσματα

Το γενικότερο συμπέρασμα που προκύπτει από την επαλήθευση του μοντέλου SWAT για τη λεκάνη του ποταμού Βοσβόζη είναι ότι υπάρχουν κάποιες μικρές διαφορές μεταξύ μετρώμενων και εκτιμηθεισών τιμών, αλλά σε γενικές γραμμές η συμφωνία είναι αρκετά ικανοποιητική. Η κλίση γ βρίσκεται σε όλες της περιπτώσεις πολύ κοντά στη μονάδα, που είναι και η ιδανική τιμή, ενώ και η παράμετρος NOF είναι πάντα πολύ χαμηλότερη της μονάδας σε όλους τους σταθμούς μέτρησης. Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώνουν την επιτυχή επαλήθευση του μοντέλου.

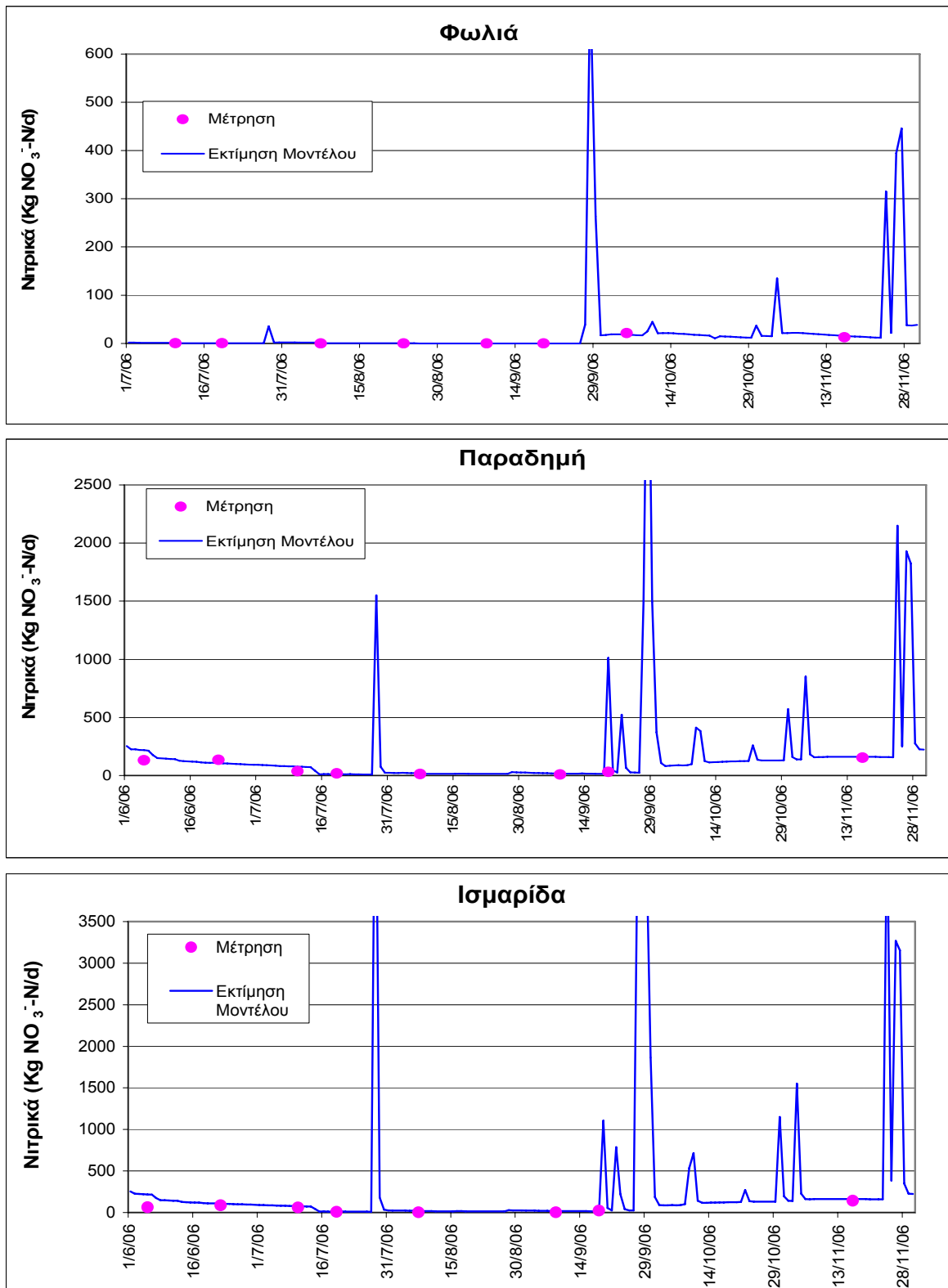
Το μοντέλο SWAT, μετά τη διαδικασία βαθμονόμησης και επαλήθευσης, που περιγράφηκε παραπάνω, είναι κατάλληλο για τον έλεγχο και την αξιολόγηση διαφόρων σεναρίων που αφορούν πρακτικές διαχείρισης της λεκάνης απορροής του ποταμού Βοσβόζη. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατό να εκτιμηθεί η επίδραση που έχουν αυτές οι πρακτικές στην ποιότητα των νερών του ποταμού. Τα σεναρία αυτά αφορούν στην επίδραση των διαφόρων καλλιεργειών, αλλά και της σημειακής ρύπανσης στην ποιότητα του ποταμού. Σε όλα τα σεναρία εκτιμώνται τα φορτία αζώτου και φωσφόρου, τα οποία καταλήγουν στη λίμνη Ισμαρίδα, καθ' όλη τη διάρκεια εφαρμογής του μοντέλου. Στον Πίνακα 6.2.1 παρουσιάζονται τα οκτώ σεναρία που εξετάστηκαν συνολικά και περιγράφονται στο επόμενο κεφάλαιο.



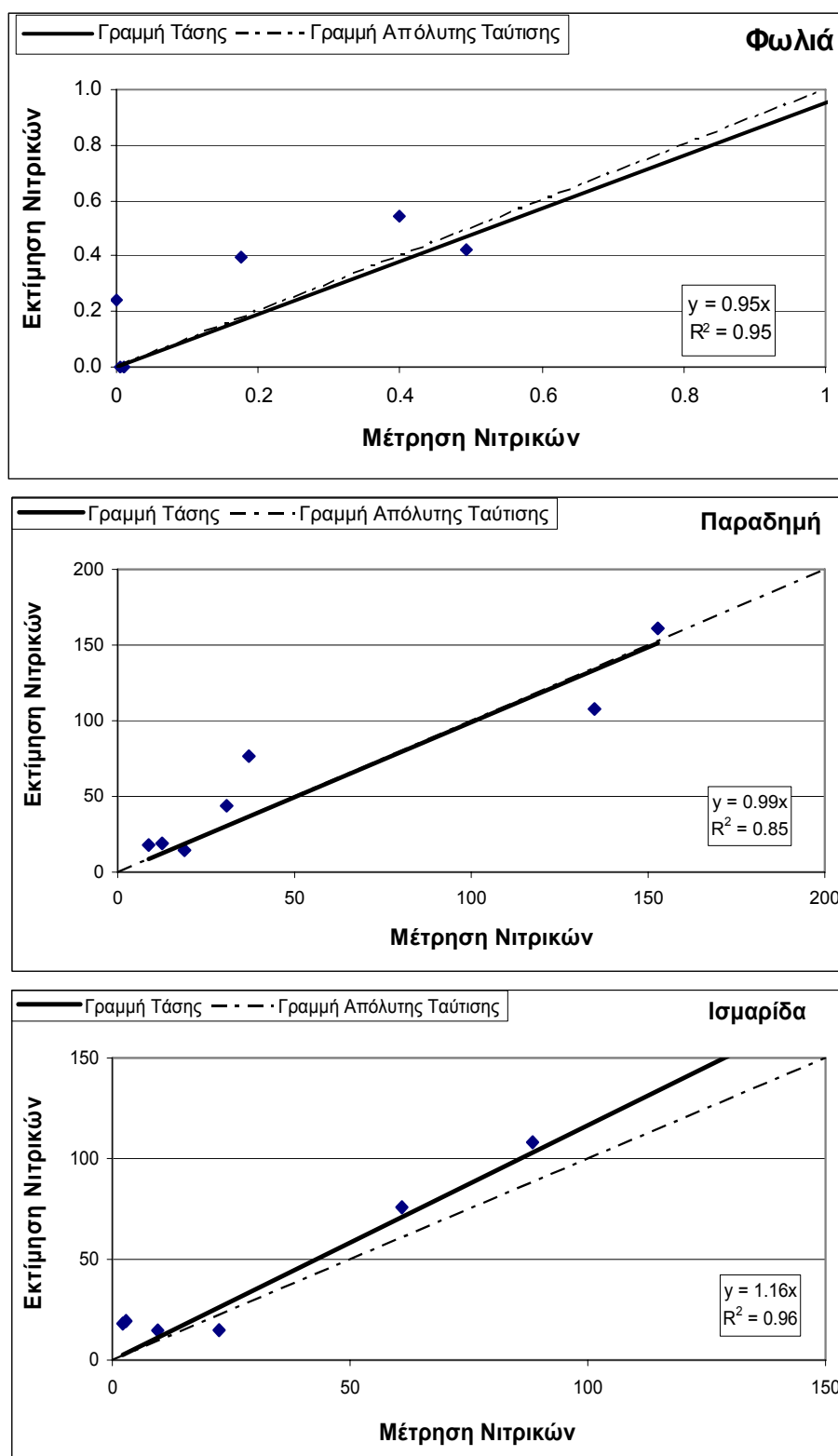
Σχήμα 6.2.1 Μετρούμενη και εκτιμηθείσα παροχή στους σταθμούς Φωλιά, Παραδημή και Ισμαρίδα.



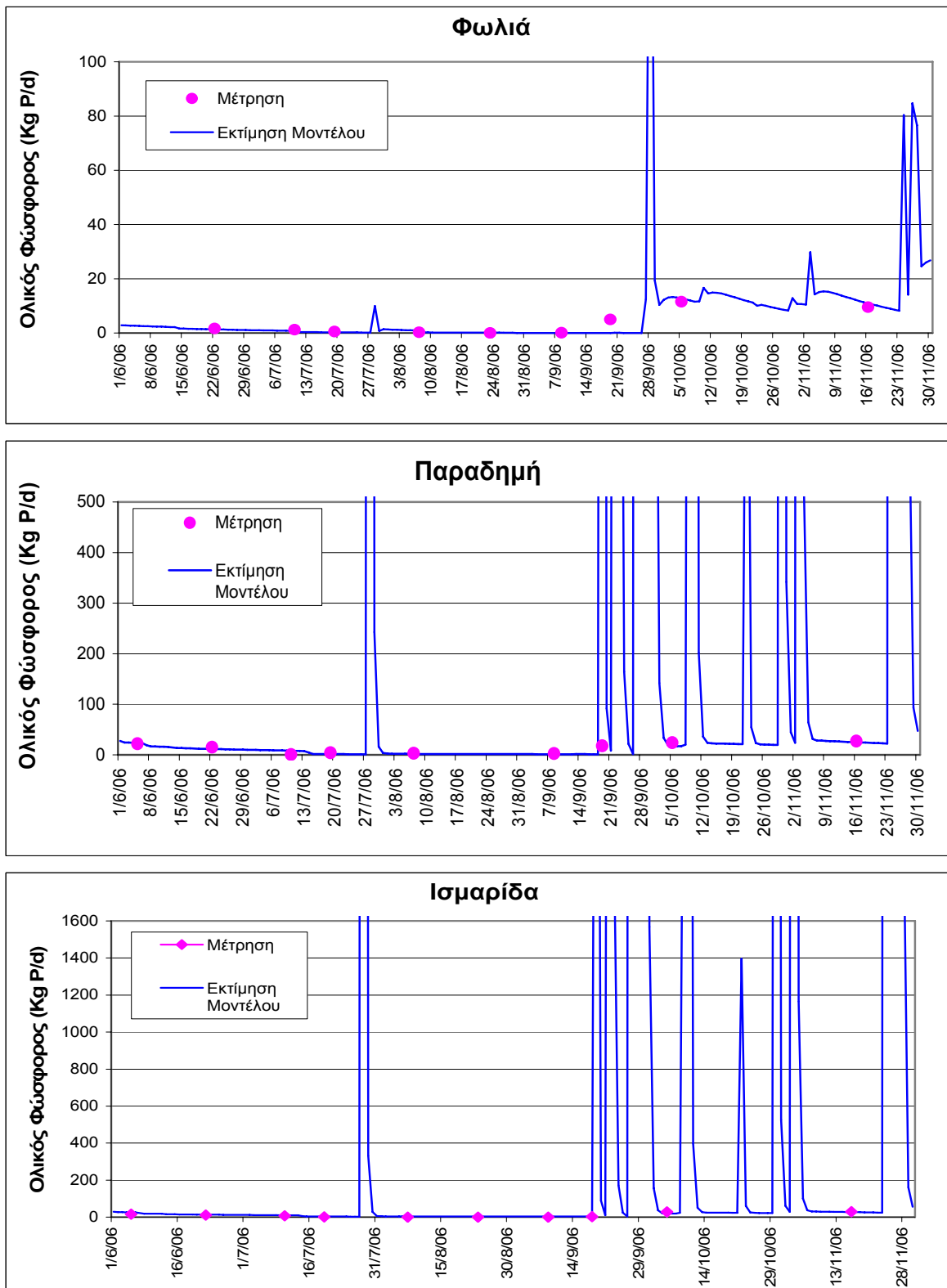
Σχήμα 6.2.2 Διαγράμματα διασποράς μετρώμενης και εκτιμηθείσας παροχής στους σταθμούς Φωλιά, Παραδημή και Ισμαρίδα



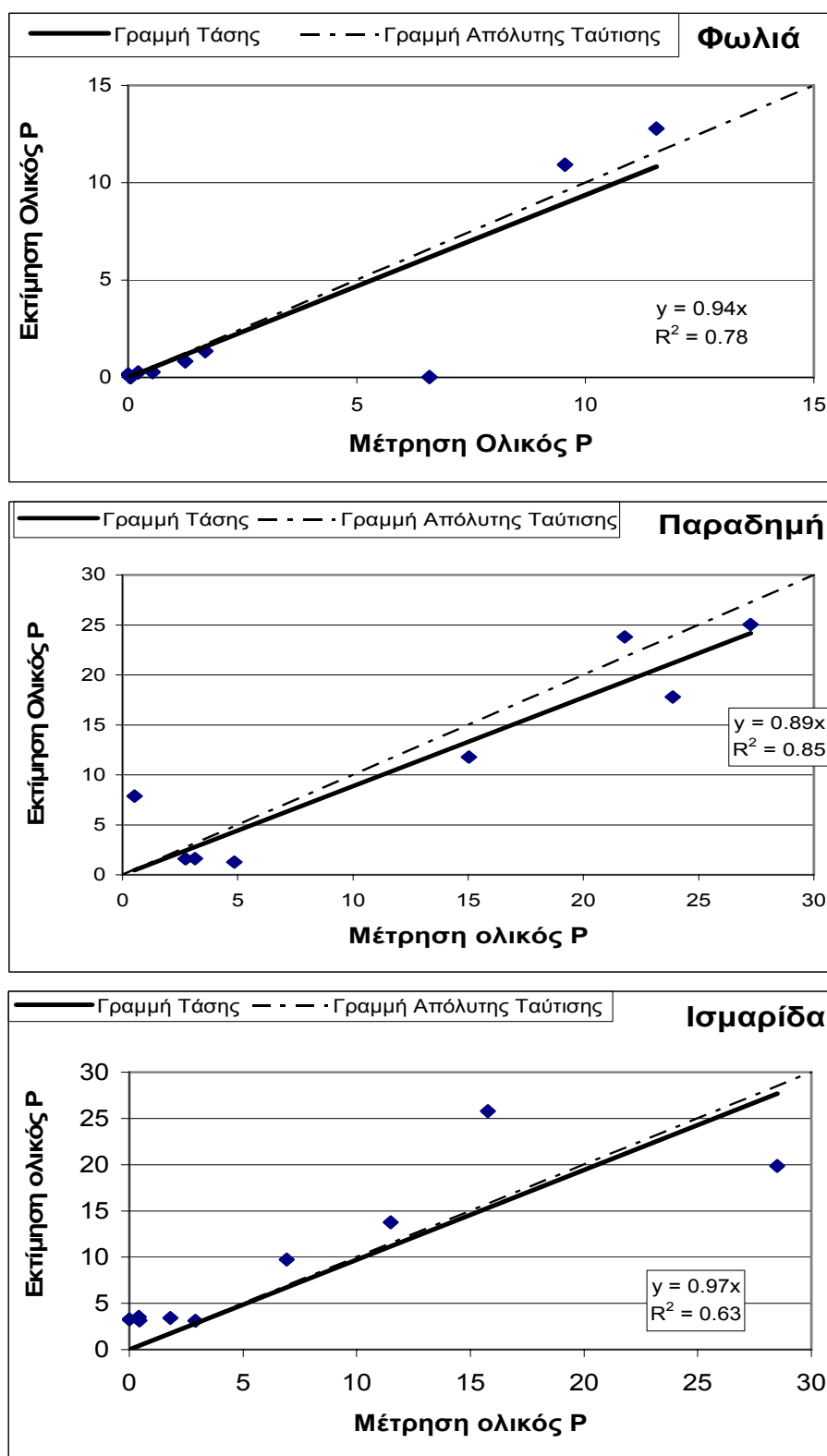
Σχήμα 6.2.3 Μετρώμενη και εκτιμηθείσα ποσότητα αζώτου νιτρικών (kg NO₃-N/d) στους σταθμούς Φωλιά, Παραδημή και Ισμαρίδα



Σχήμα 6.2.4 Διαγράμματα διασποράς μετρώμενης και εκτιμηθείσας ποσότητα αζώτου νιτρικών ($\text{kg NO}_3^- \text{-N /d}$) στους σταθμούς Φωλιά, Παραδημή και Ισμαρίδα



Σχήμα 6.2.5 Μετρώμενη και εκτιμηθείσα ποσότητα φωσφόρου (kg P/d) στους σταθμούς Φωλιά, Παραδημή και Ισαριίδα



Σχήμα 6.2.6 Διαγράμματα διασποράς μετρώμενης και εκτιμηθείσας ποσότητας φωσφόρου (kg P/d) στους σταθμούς Φωλιά, Παραδημή και Ισμαρίδα

6.2.2 Έλεγχος εναλλακτικών σεναρίων σχετικά με τις μη σημειακές πηγές ρύπανσης

Σχεδόν τα 2/3 της λεκάνης του ποταμού Βοσβόζη είναι καλλιεργήσιμες εκτάσεις (228,5 km²). Οι μη σημειακές πηγές ρύπανσης, που οφείλονται στις αγροτικές δραστηριότητες, είναι οι κυριότερες πηγές ρύπανσης των νερών του ποταμού με άζωτο και φώσφορο. Κάθε καλλιέργεια, όπως φαίνεται στον Πίνακα 1.2.7, απαιτεί διαφορετικές ποσότητες λιπασμάτων. Έτσι μία αλλαγή στις καλλιέργειες έχει άμεσο αντίκτυπο στην ποιότητα των νερών. Στη λεκάνη του ποταμού Βοσβόζη οι καλλιέργειες που εφαρμόζονται είναι το σιτάρι, το βαμβάκι, ο καπνός, το κριθάρι, το καλαμπόκι, τα τεύτλα και η μηδική. Έχοντας υπ' όψη τα παραπάνω, δημιουργήθηκαν επτά εναλλακτικά σεναρία που αφορούν σε διαφορετικές αγροτικές πρακτικές και γίνεται εκτίμηση των ποσοτήτων αζώτου και φωσφόρου που καταλήγουν στο ποτάμι και κατ' επέκταση στη λίμνη Ισμαρίδα.

Στο πρώτο σενάριο υποτίθεται ότι σε ολόκληρη την αγροτική περιοχή της λεκάνης του ποταμού Βοσβόζη δεν εφαρμόζεται καμία καλλιέργεια, δηλαδή δε δέχεται καθόλου λιπάσματα. Με τον τρόπο αυτό εξαλείφεται η κυριότερη πηγή μη σημειακής ρύπανσης στον ποταμό. Στο δεύτερο σενάριο θεωρείται ότι η μοναδική καλλιέργεια στη λεκάνη είναι τα σιτηρά. Στο τρίτο σενάριο θεωρείται ότι η μοναδική καλλιέργεια είναι τα ζαχαρότευτλα. Στο τέταρτο σενάριο ως μοναδική καλλιέργεια θεωρούνται τα καπνά. Στο πέμπτο σενάριο θεωρείται ότι μοναδική καλλιέργεια στη λεκάνη είναι ο αραβόσιτος, ενώ, τέλος, στο έκτο και έβδομο σενάριο ως μοναδικές καλλιέργειες θεωρούνται το κριθάρι και η μηδική.

Για την αξιολόγηση των παραπάνω σεναρίων, εφαρμόστηκε το μοντέλο SWAT για ένα χρόνο (1/8/2005 έως 31/7/2006) με τα ίδια δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την βαθμονόμησή του, τροποποιώντας μόνο το είδος της καλλιέργειας, ανάλογα με το εκάστοτε σενάριο.

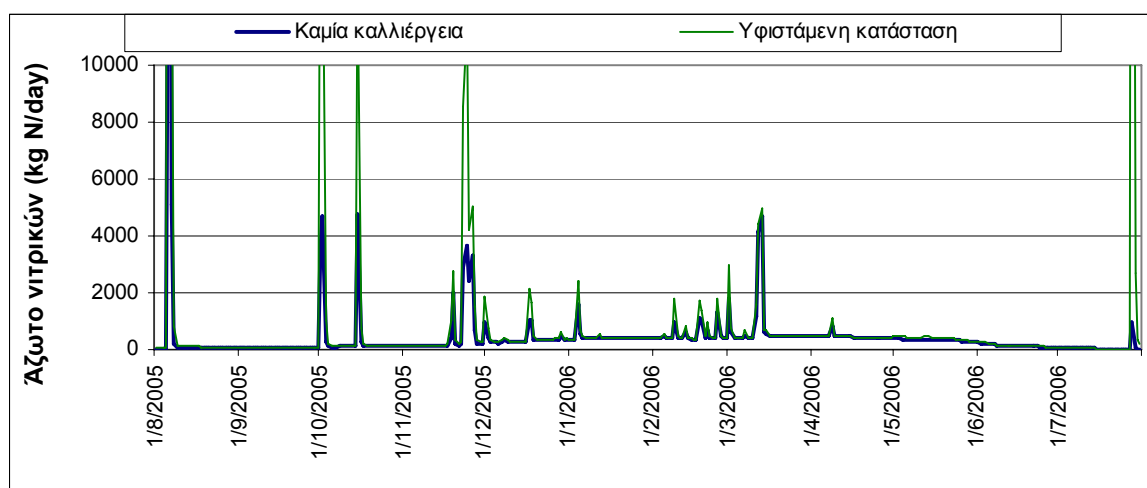
6.2.2.1 Αποτελέσματα 1^{ου} σεναρίου

Οι εκτιμήσεις για τα φορτία αζώτου και φωσφόρου, τα οποία μεταφέρονται στον ποταμό και τελικά στην Ισμαρίδα, σύμφωνα με το πρώτο σενάριο, συγκριτικά με τα φορτία που μεταφέρονται με την υφιστάμενη κατάσταση των καλλιεργειών, παρουσιάζονται στα Σχήματα 6.2.7 (α, β). Στον Πίνακα 6.2.2 παρουσιάζονται τα συνολικά ετήσια φορτία αζώτου και φωσφόρου που μεταφέρονται από το ποτάμι στη λίμνη, λόγω της υφιστάμενης κατάστασης, αλλά και με βάση τα υποθετικά σεναρία. Από το Σχήμα 6.2.7 (α) φαίνεται ότι, αν στη λεκάνη του ποταμού Βοσβόζη δεν υπάρξει καμία καλλιέργεια, τότε το φορτίο νιτρικών στα νερά του ποταμού θα είναι πολύ μικρότερο. Στο γεγονός αυτό συνηγορούν και οι τιμές του Πίνακα 6.2.2, όπου παρατηρείται ότι στο πρώτο σενάριο υπάρχει μία μείωση της τάξης του 53,8%, όσον αφορά το φορτίο αζώτου νιτρικών το οποίο καταλήγει στη λίμνη Ισμαρίδα.

Ομοίως μειωμένα θα είναι και τα φορτία ολικού φωσφόρου, όπως προκύπτει από το Σχήμα 6.2.7 (β) και τον Πίνακα 6.2.2. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με το πρώτο υποσενάριο, το φορτίο ολικού αζώτου που καταλήγει στη λίμνη Ισμαρίδα είναι 67,6% μειωμένο σε σχέση με την παρούσα κατάσταση.

Πίνακας 6.2.1 Περιγραφή εναλλακτικών σεναρίων

ΣΕΝΑΡΙΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΕΝΑΡΙΟΥ
1 ^ο Σενάριο	Καμία καλλιέργεια στην περιοχή μελέτης
2 ^ο Σενάριο	Καλλιέργεια μόνο σιτηρών
3 ^ο Σενάριο	Καλλιέργεια μόνο ζαχαρότευτλων
4 ^ο Σενάριο	Καλλιέργεια μόνο καπνού
5 ^ο Σενάριο	Καλλιέργεια μόνο αραβόσιτου
6 ^ο Σενάριο	Καλλιέργεια μόνο κριθαριού
7 ^ο Σενάριο	Καλλιέργεια μόνο μηδικής
8 ^ο Σενάριο	Απομάκρυνση του βιολογικού καθαρισμού



Σχήμα 6.2.7 (α) Εκτίμηση φορτίου αζώτου σύμφωνα με το 1^ο σενάριο



Σχήμα 6.2.7 (β) Εκτίμηση φορτίου ολικού φωσφόρου σύμφωνα με το 1^ο σενάριο

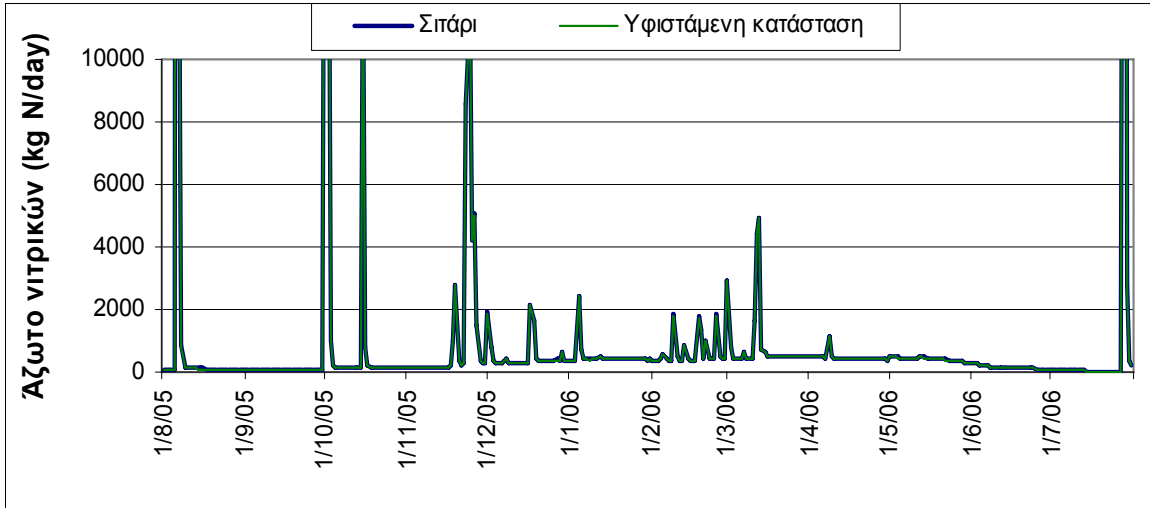
Πίνακας 6.2.2 Συνολικά ετήσια φορτία αζώτου και φωσφόρου, για τα διάφορα σενάρια

Εναλλακτικό σενάριο διαχείρισης	Αζωτο νιτρικών		Ολικός φωσφόρος	
	Φορτίο (tn)	Αλλαγή (%)	Φορτίο (tn)	Αλλαγή (%)
Υφιστάμενη κατάσταση	362,4	0	232,9	0
Καμία καλλιέργεια	167,6	-53,8	75,4	-67,6
Μόνο σιτάρι	368,0	1,5	198,0	-15,0
Μόνο ζαχαρότευτλα	742,3	104,8	878,1	277,1
Μόνο καπνός	235,8	-34,9	217,8	-6,5
Μόνο αραβόσιτος	539,8	48,9	392,3	68,4
Μόνο κριθάρι	334,4	-7,7	157,5	-32,4
Μόνο μηδική	209,6	-42,2	419,8	80,3
Απομάκρυνση του βιολογικού καθαρισμού	357,3	-1,4	232,1	-0,3

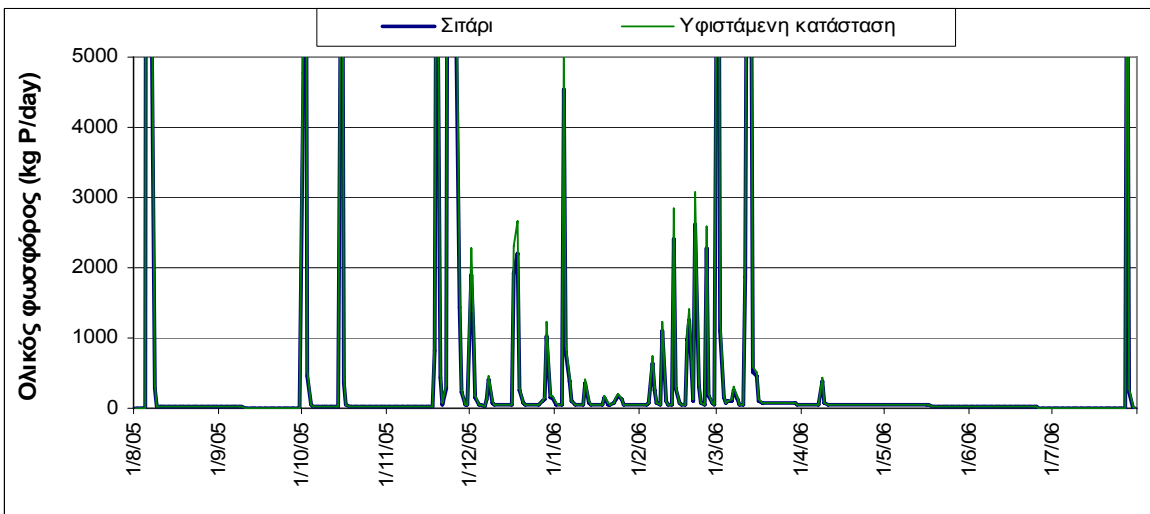
6.2.2.2 Αποτελέσματα 2^{ου} σεναρίου

Στα Σχήματα 6.2.8 (α, β) φαίνονται οι εκτιμήσεις για τα φορτία αζώτου και φωσφόρου τα οποία μεταφέρονται από τον Βοσπόζη στη λίμνη Ισμαρίδα, με την υπόθεση του δεύτερου σεναρίου, συγκριτικά με την υφιστάμενη κατάσταση των καλλιεργειών.

Όπως φαίνεται τόσο από το Σχήμα 6.2.8 (α), όσο και από τον Πίνακα 6.2.2, αν η λεκάνη του ποταμού Βοσβόζη καλλιεργηθεί αποκλειστικά με σιτάρι, θα υπάρξει μία πολύ μικρή μεταβολή στο φορτίο αζώτου, της τάξεως του 1,5%. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι οι απαιτήσεις των σιτηρών σε αζωτούχα λιπάσματα είναι πολύ κοντά στη μέση ποσότητα λιπασμάτων της υφιστάμενης κατάστασης. Όσον αφορά το φορτίο ολικού φωσφόρου, σύμφωνα με το δεύτερο σενάριο θα είναι μειωμένο κατά 15% σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση.



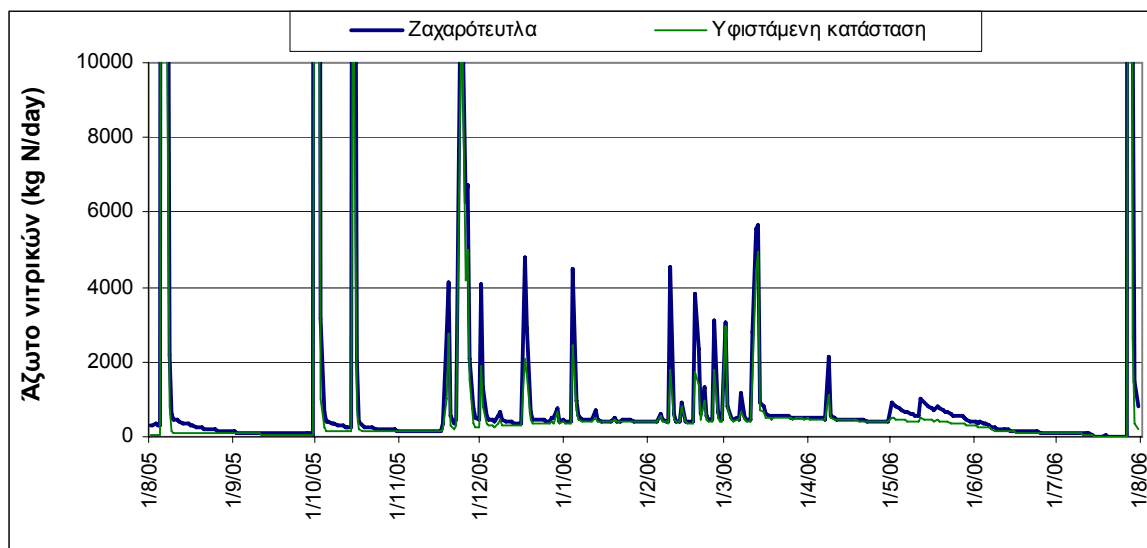
Σχήμα 6.2.8 (α) Εκτίμηση φορτίου αζώτου σύμφωνα με το 2^ο σενάριο



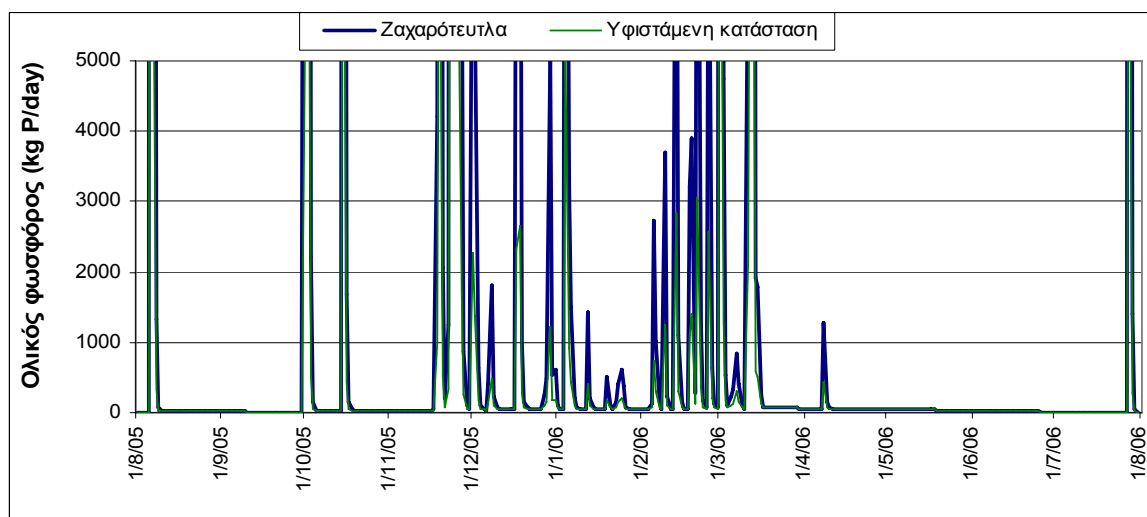
Σχήμα 6.2.8 (β) Εκτίμηση φορτίου ολικού φωσφόρου σύμφωνα με το 2^ο σενάριο

6.2.2.3 Αποτελέσματα 3^{ου} σεναρίου

Στα Σχήματα 6.2.9 (α, β) φαίνονται οι εκτιμήσεις για τα φορτία αζώτου και φωσφόρου τα οποία μεταφέρονται από τον Βοσβόζη στη λίμνη Ισμαρίδα, με την υπόθεση του τρίτου σεναρίου, συγκριτικά με την υφιστάμενη κατάσταση των καλλιεργειών. Αν η λεκάνη του ποταμού Βοσβόζη καλλιεργηθεί αποκλειστικά με ζαχαρότευτλα θα υπάρξει μία δραστική αύξηση στο φορτίο αζώτου που μεταφέρεται στην Ισμαρίδα. Η αύξηση αυτή φτάνει το 104,8% και οφείλεται στις αυξημένες απαιτήσεις λιπασμάτων που έχει η συγκεκριμένη καλλιέργεια. Μεγάλη αύξηση παρατηρείται, επίσης, και στην ποσότητα ολικού φωσφόρου που καταλήγει στην λίμνη Ισμαρίδα. Σύμφωνα με το τρίτο σενάριο, οι ποσότητες ολικού φωσφόρου θα αυξηθούν κατά 277,1%.



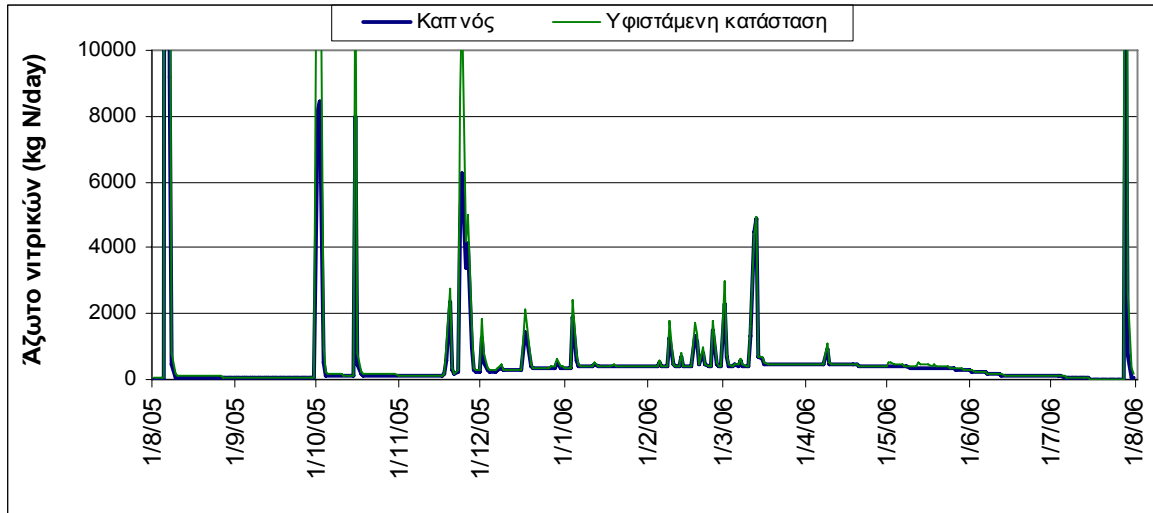
Σχήμα 6.2.9 (α) Εκτίμηση φορτίου αζώτου σύμφωνα με το 3^ο σενάριο



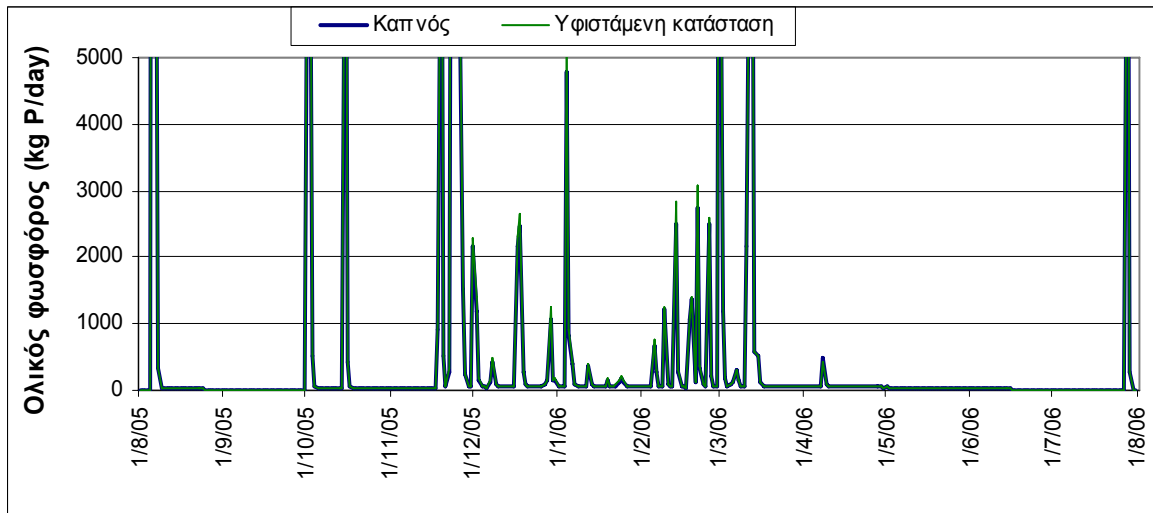
Σχήμα 6.2.9 (β) Εκτίμηση φορτίου ολικού φωσφόρου σύμφωνα με το 3^ο σενάριο

6.2.2.4 Αποτελέσματα 4^ο σεναρίου

Οι εκτιμήσεις για τα φορτία αζώτου και φωσφόρου τα οποία μεταφέρονται στον ποταμό και τελικά στην Ισμαρίδα, σύμφωνα με το τέταρτο υποσενάριο, συγκριτικά με τα φορτία που μεταφέρονται με την υφιστάμενη κατάσταση των καλλιεργειών, παρουσιάζονται στα Σχήματα 6.2.10 (α, β). Σύμφωνα με το τέταρτο σενάριο, αν όλη η λεκάνη καλλιεργηθεί με καπνά, θα υπάρξει μία μείωση στο φορτίο αζώτου που θα καταλήξει στην λίμνη. Στον Πίνακα 6.2.2 φαίνεται ότι η μείωση αυτή είναι 39,4%. Όσον αφορά το φορτίο ολικού φωσφόρου, σύμφωνα με το τέταρτο σενάριο, θα υπάρξει μία μικρότερη μείωση της τάξεως του 6,5% σε σχέση με το άζωτο.



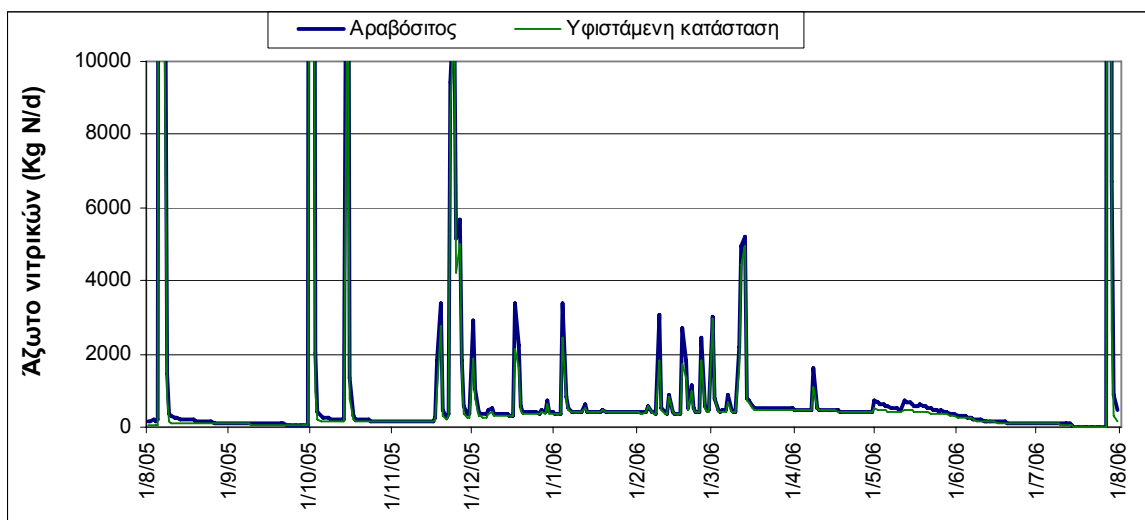
Σχήμα 6.2.10 (α) Εκτίμηση φορτίου αζώτου σύμφωνα με το 4^ο σενάριο



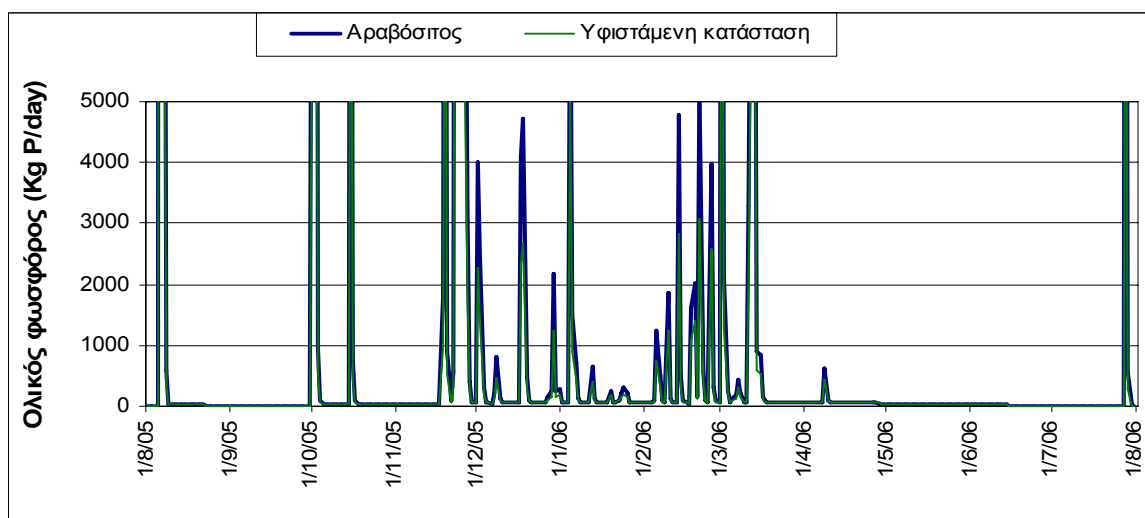
Σχήμα 6.2.10 (β) Εκτίμηση φορτίου ολικού φωσφόρου σύμφωνα με το 4^ο σενάριο

6.2.2.5 Αποτελέσματα 5^ο σεναρίου

Στα Σχήματα 6.2.11 (α, β) φαίνονται οι εκτιμήσεις για τα φορτία αζώτου και φωσφόρου, τα οποία μεταφέρονται από τον Βοσβόζη στη λίμνη Ισμαρίδα, με την υπόθεση του πέμπτου σεναρίου, συγκριτικά με την υφιστάμενη κατάσταση των καλλιεργειών. Αν η λεκάνη του ποταμού Βοσβόζη καλλιεργηθεί μόνο με αραβόσιτο, τότε το φορτίο του αζώτου των νιτρικών αλάτων το οποίο θα μεταφέρεται στη λίμνη Ισμαρίδα, θα είναι μεγαλύτερο σε σχέση με το φορτίο που μεταφέρεται κατά την υφιστάμενη κατάσταση. Στον Πίνακα 6.2.2 παρατηρείται 48,9% αύξηση στην ποσότητα αζώτου του πέμπτου σεναρίου σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση. Η ίδια τάση υπάρχει και για το φορτίο ολικού αζώτου. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 6.2.2, σύμφωνα με το πέμπτο σενάριο θα υπάρχει μία αύξηση 68,4% στο φορτίο ολικού φωσφόρου που καταλήγει στη λίμνη Ισμαρίδα.



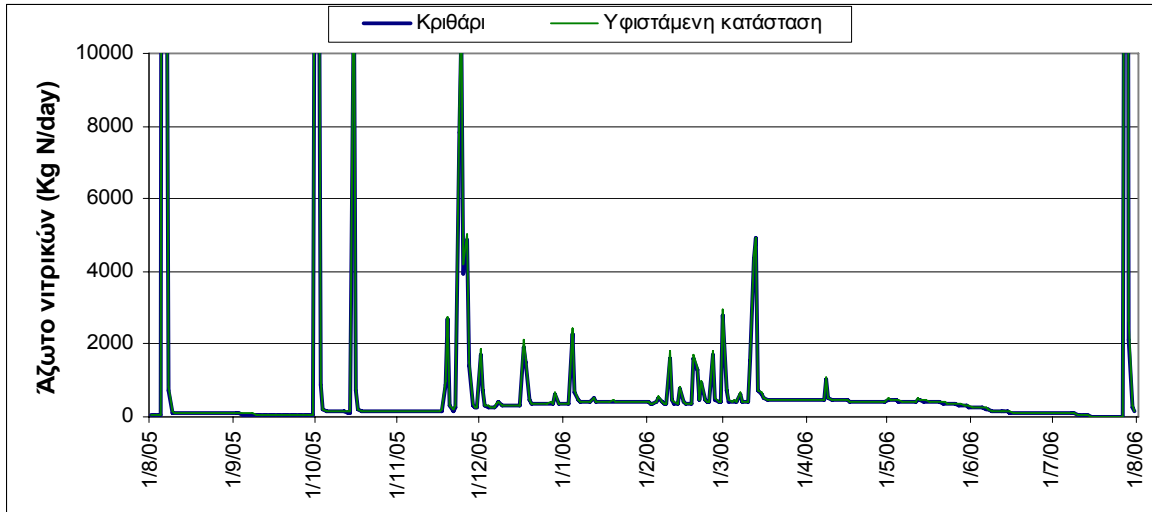
Σχήμα 6.2.11 (α) Εκτίμηση φορτίου αζώτου σύμφωνα με το 5^ο σενάριο



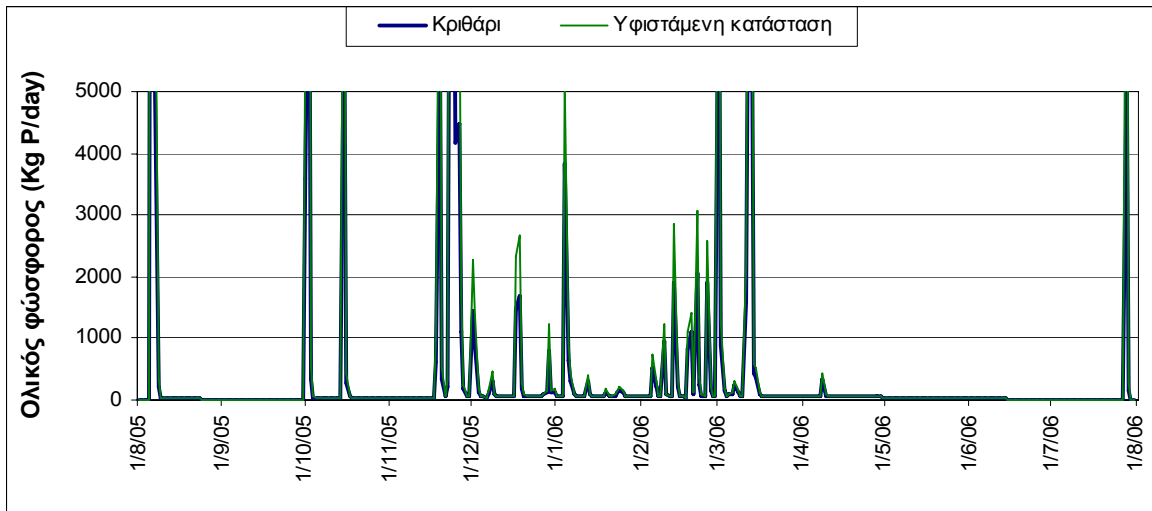
Σχήμα 6.2.11 (β) Εκτίμηση φορτίου ολικού φωσφόρου σύμφωνα με το 5^ο σενάριο

6.2.2.6 Αποτελέσματα 6^{ου} σεναρίου

Οι εκτιμήσεις για τα φορτία αζώτου και φωσφόρου τα οποία μεταφέρονται στον ποταμό και τελικά στην Ισμαρίδα, σύμφωνα με το έκτο σενάριο, συγκριτικά με τα φορτία που μεταφέρονται με την υφιστάμενη κατάσταση των καλλιεργειών, παρουσιάζονται στα Σχήματα 6.2.12 (α, β). Σύμφωνα με το έκτο σενάριο, αν όλη η λεκάνη του ποταμού Βοσβόζη καλλιεργηθεί μόνο με κριθάρι, τότε το φορτίο του αζώτου, το οποίο θα μεταφέρεται στη λίμνη Ισμαρίδα, θα μειωθεί ελάχιστα. Στον Πίνακα 6.2.2 παρατηρείται ότι στο έκτο σενάριο παρουσιάζεται μείωση 7,7% στο φορτίο αζώτου που καταλήγει στη λίμνη Ισμαρίδα. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα του έκτου υποσεναρίου με αυτά της υφιστάμενης κατάστασης για τα φορτία φωσφόρου, παρατηρείται σημαντική διαφορά στην ποσότητα φωσφόρου που καταλήγει στη λίμνη. Στον Πίνακα 6.2.2 παρατηρείται ότι υπάρχει μείωση 32,4% στην ποσότητα φωσφόρου, σύμφωνα με τα δεδομένα του σεναρίου αυτού.



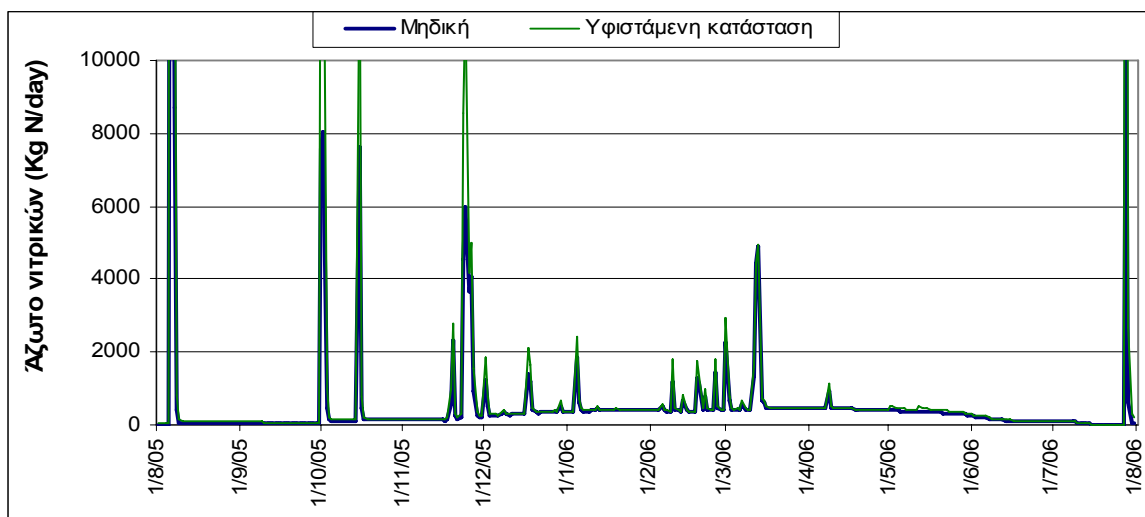
Σχήμα 6.2.12 (α) Εκτίμηση φορτίου αζώτου σύμφωνα με το 6^ο σενάριο



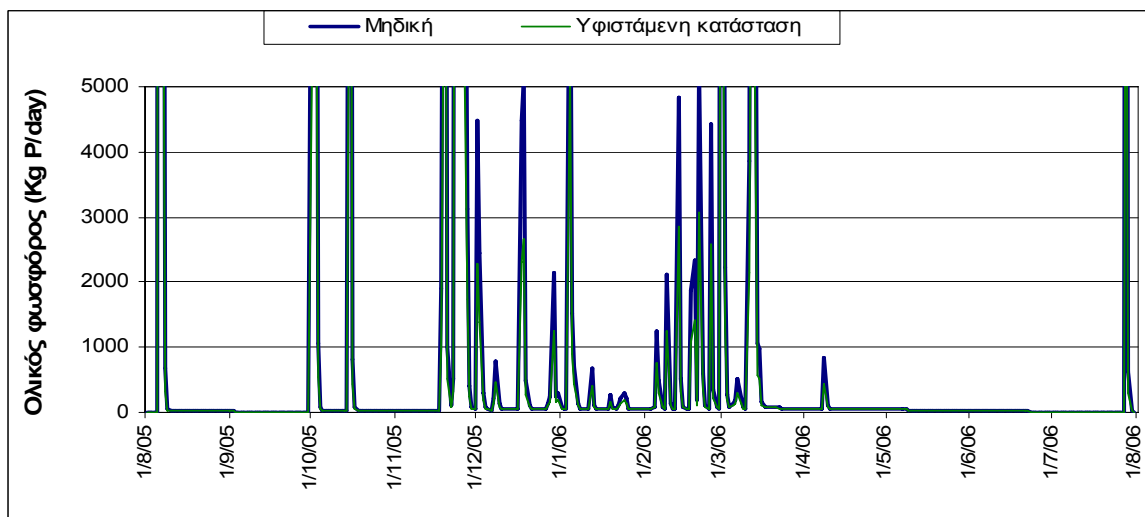
Σχήμα 6.2.12 (β) Εκτίμηση φορτίου ολικού φωσφόρου σύμφωνα με το 6^ο σενάριο

6.2.2.7 Αποτελέσματα 7^{ου} σεναρίου

Στα Σχήματα 6.2.13 (α, β) φαίνονται οι εκτιμήσεις φορτίων αζώτου και φωσφόρου, τα οποία μεταφέρονται από τον Βοσπόζη στη λίμνη Ισμαρίδα, με την υπόθεση του έβδομου σεναρίου, συγκριτικά με την υφιστάμενη κατάσταση των καλλιιεργειών. Αν εφαρμοστεί η μηδική ως μόνη καλλιέργεια στη λεκάνη του ποταμού Βοσπόζη, τότε το φορτίο αζώτου που μεταφέρεται στη λίμνη Ισμαρίδα θα είναι αρκετά μικρότερο σε σχέση με το φορτίο, το οποίο μεταφέρεται λόγω της υφιστάμενης κατάστασης. Από τον Πίνακα 6.2.2 βλέπουμε ότι η μείωση αυτή είναι της τάξεως του 42,2%. Αντίθετα με ότι ισχύει για το φορτίο αζώτου, το φορτίο ολικού φωσφόρου που θα μεταφερθεί στη λίμνη Ισμαρίδα, σύμφωνα με το έβδομο σενάριο, θα είναι σημαντικά μεγαλύτερο. Στον Πίνακα 6.2.2 παρατηρούμε ότι θα υπάρξει μία αύξηση 80,3% στο φορτίο ολικού φωσφόρου, σύμφωνα με το σενάριο αυτό.



Σχήμα 6.2.13 (α) Εκτίμηση φορτίου αζώτου σύμφωνα με το 7^ο σενάριο



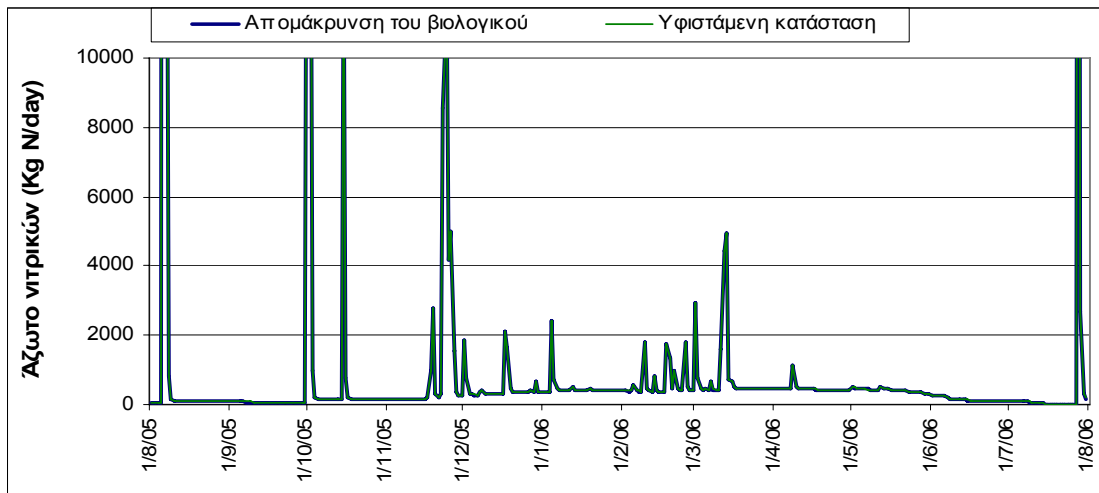
Σχήμα 6.2.13 (β) Εκτίμηση φορτίου ολικού φωσφόρου σύμφωνα με το 7^ο σενάριο

6.2.3 Έλεγχος σεναρίου για σημειακές πηγές ρύπανσης

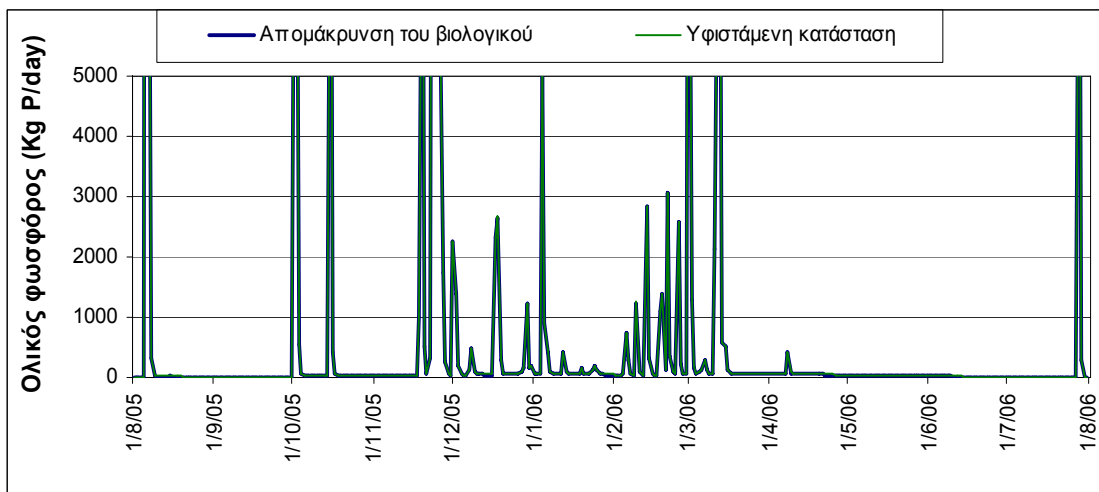
Εκτός από τις μη σημειακές πηγές ρύπανσης, στη λεκάνη του Βοσβόζη υπάρχουν και σημειακές πηγές που επηρεάζουν την ποιότητα του νερού του ποταμού. Η σημαντικότερη σημειακή πηγή είναι το εργοστάσιο βιολογικού καθαρισμού της πόλης της Κομοτηνής, το οποίο εκβάλλει στον ποταμό Βοσβόζη. Για να ελεγχθεί η συνεισφορά της σημειακής αυτής πηγής στα φορτία αζώτου και φωσφόρου που καταλήγουν στο ποτάμι και κατ' επέκταση στη λίμνη Ισμαρίδα, ελέγχθηκε ένα επιπλέον σενάριο. Στο σενάριο αυτό (8^ο σενάριο) έγινε η υπόθεση ότι ο βιολογικός καθαρισμός απομακρύνεται από την περιοχή στην οποία βρίσκεται τώρα, οπότε η λεκάνη του ποταμού Βοσβόζη δεν επηρεάζεται από αυτή την πηγή ρύπανσης (Πίνακας 6.2.1). Για την αξιολόγηση του παραπάνω σεναρίου, όπως και για τα σενάρια που αφορούσαν τις μη σημειακές πηγές ρύπανσης, εφαρμόστηκε το μοντέλο SWAT για ένα χρόνο (1/8/2005 έως 31/7/2006) με τα ίδια δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν και στη βαθμονόμηση του μοντέλου, αλλάζοντας μόνο τα δεδομένα που αφορούν το εκάστοτε σενάριο.

6.2.3.1. Αποτελέσματα 8^ο σεναρίου

Στα Σχήματα 6.2.14 (α, β) φαίνονται οι εκτιμήσεις για τα φορτία αζώτου και φωσφόρου, τα οποία μεταφέρονται από τον Βοσβόζη στη λίμνη Ισμαρίδα, με την υπόθεση του όγδοου σεναρίου, συγκριτικά με την υφιστάμενη κατάσταση. Σύμφωνα με το όγδοο σενάριο, αν ο βιολογικός καθαρισμός απομακρυνθεί από τη λεκάνη του ποταμού Βοσβόζη, θα υπάρξει μία μικρή μείωση στο φορτίο αζώτου νιτρικών που θα μεταφερθεί στη λίμνη Ισμαρίδα.



Σχήμα 6.2.14 (α) Εκτίμηση φορτίου αζώτου σύμφωνα με το 8^ο σενάριο



Σχήμα 6.2.14 (β) Εκτίμηση φορτίου ολικού φωσφόρου σύμφωνα με το 8^ο σενάριο

Στον Πίνακα 6.2.2 παρατηρείται ότι η μείωση αυτή είναι της τάξεως του 1,4%. Η μείωση αυτή προκαλείται από την απομάκρυνση της σημειακής πηγής ρύπανσης που αποτελεί ο βιολογικός καθαρισμός και η οποία πηγή, στην παρούσα κατάσταση, έχει συγκέντρωση εξόδου 1,3 mg/l σε άζωτο νιτρικών. Παρόμοια με αυτά του αζώτου νιτρικών, είναι και τα αποτελέσματα για το φορτίο του ολικού φωσφόρου. Και για τον ολικό φώσφορο υπάρχει μία μικρή μείωση στο φορτίο, της τάξεως του 0,3% (Πίνακας 6.2.2).

6.2.4 Συμπεράσματα από την εξέταση εναλλακτικών σεναρίων

Μετά την ικανοποιητική βαθμονόμηση και επαλήθευσή του, το μοντέλο SWAT κρίθηκε ικανό να περιγράψει τα φαινόμενα που συμβαίνουν στην λεκάνη του ποταμού Βοσβόζη και ως εκ τούτου έχει την ικανότητα να εξετάσει διαφορετικά εναλλακτικά σενάρια σχετικά με πρακτικές διαχείρισης της λεκάνης. Στην παρούσα εργασία εξετάστηκαν με τη χρήση διαφόρων σεναρίων οι επιδράσεις τόσο της σημειακής όσο και της μη σημειακής πηγής ρύπανσης στη λεκάνη του ποταμού.

Πιο συγκεκριμένα με τη χρήση εφτά διαφορετικών σεναρίων εξετάστηκε η επίπτωση της κυριότερης πηγής μη σημειακής ρύπανσης, της γεωργίας, στο σύστημα του ποταμού Βοσβόζη. Από τα σενάρια αυτά έγινε αντιληπτό ότι η ρύπανση με φορτία αζώτου νιτρικών και ολικού φωσφόρου είναι ευθέως ανάλογη του είδους της καλλιέργειας στην αγροτική περιοχή της λεκάνης και των απαιτήσεων σε λιπάσματα της κάθε καλλιέργειας. Έτσι, το χειρότερο σενάριο είναι το τρίτο σενάριο (ζαχαρότευτλα), η καλλιέργεια του οποίου έχει και τις υψηλότερες απαιτήσεις σε λιπάσματα (Πίνακας 1.2.7), στο οποίο προβλέπεται αύξηση του φορτίου αζώτου νιτρικών κατά 104,8% και του φορτίου ολικού φωσφόρου κατά 277,1%. Το ευνοϊκότερο υποσενάριο είναι το πρώτο υποσενάριο στο οποίο η αγροτική περιοχή αφήνεται χέρσα. Στο υποσενάριο αυτό παρατηρείται σημαντική μείωση τόσο στο φορτίο αζώτου νιτρικών (-53,8%) όσο και στο φορτίο ολικού φωσφόρου (-67,6%).

Για να εξετασθεί η συνεισφορά του εργοστασίου βιολογικού καθαρισμού της Κομοτηνής στη ρύπανση του Βοσβόζη Ποταμού, το οποίο συνιστά την σημαντικότερη σημειακή πηγή ρύπανσης, θεωρήθηκε το 8^ο σενάριο. Στο σενάριο αυτό υποτέθηκε ότι ο βιολογικός απομακρύνεται από τη λεκάνη του ποταμού Βοσβόζη. Σύμφωνα με το σενάριο αυτό, παρατηρείται μείωση του φορτίου αζώτου νιτρικών (-1,4%) και ομοίως και του φορτίου ολικού φωσφόρου (-0,3%) που καταλήγουν στη λίμνη Ισμαρίδα.

Από τη σύγκριση των σεναρίων που αφορούν σημειακές και μη σημειακές πηγές ρύπανσης, γίνεται φανερό ότι οι μη σημειακές πηγές ρύπανσης παίζουν πολύ σημαντικότερο ρόλο στη ρύπανση του ποταμού Βοσβόζη, σε σχέση με τις σημειακές πηγές ρύπανσης. Είναι χαρακτηριστικό ότι αν απομακρυνθεί η σημαντικότερη μη σημειακή πηγή ρύπανσης, η γεωργία, θα υπάρξει μία μεγάλη μείωση στα φορτία αζώτου και φωσφόρου (-53,8% και -67,6% αντίστοιχα). Αντίθετα, αν απομακρυνθεί η σημαντικότερη πηγή σημειακής ρύπανσης, ο βιολογικός καθαρισμός, η μείωση που παρατηρείται στα φορτία αζώτου και φωσφόρου είναι κατά πολύ μικρότερη (-1,4% και -0,3% αντίστοιχα).

6.2.5 Προτάσεις αντιμετώπισης μη σημειακής ρύπανσης

Από τον έλεγχο των εναλλακτικών σεναρίων διαχείρισης που προηγήθηκε προκύπτει ότι η σημαντικότερη πηγή ρύπανσης στον Βοσβόζη Ποταμό είναι η μη σημειακή ρύπανση που προκαλείται από την αγροτική δραστηριότητα. Συνεπώς, αν γίνει δυνατός ο περιορισμός και ο έλεγχος αυτής της ρύπανσης, η ποιότητα των νερών του ποταμού θα μπορούσε να βελτιωθεί.

Ο περιορισμός και ο έλεγχος της ρύπανσης από την αγροτική απορροή, στη λεκάνη του ποταμού Βοσβόζη θα μπορούσε να επιτευχθεί με την υιοθέτηση κάποιων Μέτρων Βέλτιστης Διαχείρισης (ΜΒΔ). Σύμφωνα με τα μέτρα αυτά γίνεται προσπάθεια να επιτευχθεί συγκράτηση των ρύπων στον μέγιστο δυνατό βαθμό, ώστε ένα μικρό ποσοστό μόνο του φορτίου αυτών να καταλήγουν στους υδάτινους αποδέκτες (Tsihrintzis and Hamid 1997). Τα μέτρα αυτά περιλαμβάνουν κατασκευαστικές, αλλά και άλλες μεθόδους. Τα κατασκευαστικά ΜΒΔ απαιτούν έργα, όπου συλλέγεται και καθαρίζεται η επιφανειακή απορροή ή συγκρατούνται οι ρύποι. Τα μη κατασκευαστικά ΜΒΔ περιλαμβάνουν πράξεις, πρακτικές και νομοθεσίες που περιορίζουν την παραγωγή ρύπων.

Διάφορα κατασκευαστικά ΜΒΔ που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στον ποταμό Βοσβόζη είναι (Τσιχριντζής 2000):

- **Φίλτρα από γρασίδι:** Τα φίλτρα από γρασίδι κατασκευάζονται κατά μήκος της όχθης του ποταμού. Είναι επίπεδες κεκλιμένες επιφάνειες, όπου η ροή είναι διάχυτη και αβαθής και η παροχή είναι ομοιόμορφα κατανεμημένη κατά πλάτος της διεύθυνσης ροής. Τα φίλτρα από γρασίδι γενικά: (1) Συντελούν στη μείωση της ταχύτητας της απορροής και, κατά συνέπεια, στην

αύξηση του χρόνου συγκέντρωσης και τη μείωση της παροχής αιχμής. (2) Συντελούν στη μείωση της αδιαπερατότητας της λεκάνης απορροής και, κατά συνέπεια, προκαλούν μικρή μείωση του όγκου της απορροής και αύξηση της επαναφόρτισης του υπογείου νερού. (3) Απομακρύνουν αποτελεσματικά τα φερτά, την οργανική ύλη και τα ιχνοστοιχεία μετάλλων.

- **Τεχνητοί υδροβιότοποι:** Οι υδροβιότοποι είναι περιοχές με χαρακτηριστικά εδάφη, οι οποίες ή πλημμυρίζουν από επιφανειακό νερό ή τα εδάφη τους ευρίσκονται σε κατάσταση κορεσμού υγρασίας, λόγω της υψηλής στάθμης του υπογείου νερού, τόσο συχνά και με τέτοια διάρκεια, ώστε να υποστηρίζουν βλάστηση που έχει προσαρμοστεί σε υγρές συνθήκες και να λαμβάνουν χώρα σε αυτές τις περιοχές βιολογικές λειτουργίες και δραστηριότητες προσαρμοσμένες στο υγρό περιβάλλον. Η αφαίρεση των ρύπων σε φυσικούς ή τεχνητούς υδροβιότοπους οφείλεται στις φυσικές, χημικές και βιολογικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα σε περιβάλλον υδροβιότοπου και οι οποίες είναι μεταξύ άλλων: καθίζηση, διήθηση, αποθήκευση, εναλλαγή ιόντων, ανάληψη θρεπτικών συστατικών, απορρόφηση, προσρόφηση, βακτηριδιακή διάσπαση, εξαέρωση, μεταφορά αμμωνιοποίηση, νιτροποίηση, απονιτροποίηση, βιολογική μετατροπή και άλλα. Ένας τεχνητός υδροβιότοπος θα μπορούσε να κατασκευαστεί ανάντη της λίμνης Ισμαρίδας, για τη συγκράτηση και τον περιορισμό τόσο των φερτών, όσο και των φορτίων θρεπτικών, προτού αυτά καταλήξουν στη λίμνη.

Μη κατασκευαστικά ΜΒΔ, στην περίπτωση της λεκάνης του Βοσβόζη, θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν την καλύτερη ενημέρωση των αγροτών πάνω σε νέες μεθόδους αγροτικής καλλιέργειας, σχετικά με τις ορθολογικές πρακτικές εφαρμογής λιπασμάτων και τις νέες μεθόδους άρδευσης, αλλά και ενημέρωση για τη βέλτιστη ποσότητα λιπασμάτων για την κάθε καλλιέργεια. Η πρακτική αυτή θα οδηγούσε στον περιορισμό της χρήσης λιπασμάτων και ως επακόλουθο σε σημαντική μείωση στην ποσότητα θρεπτικών που καταλήγουν στον ποταμό και στη λίμνη Ισμαρίδα. Επίσης θα μπορούσαν να αναζητηθούν και να εφαρμοστούν νέες καλλιέργειες στην περιοχή, οι οποίες να έχουν μικρότερες απαιτήσεις σε λιπάσματα και σε νερό άρδευσης.

Τα παραπάνω μη κατασκευαστικά ΜΒΔ είναι δυσκολότερο να εφαρμοστούν καθώς θα επιφέρουν αλλαγές κοινωνικο-οικονομικού επιπέδου στη ζωή των αγροτών της περιοχής. Για παράδειγμα, η εφαρμογή νέων μεθόδων καλλιέργειας θα επιφέρει αλλαγές σε παγιωμένες πρακτικές, οι οποίες εφαρμόζονται στην περιοχή εδώ και δεκαετίες και δε θα γίνουν εύκολα αποδεκτές από τους αγρότες. Επίσης, οι νέες καλλιέργειες που θα επιλεγούν, ως περισσότερο φιλικές στο περιβάλλον της περιοχής, πιθανώς να έχουν μικρότερες οικονομικές αποδόσεις, οπότε και πάλι θα είναι δύσκολη η αποδοχή τους από τους αγρότες της περιοχής.

6.2.6 Ανακεφαλαίωση – Γενικά συμπεράσματα

Ο βασικός σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η ανάπτυξη μιας μεθοδολογίας χαμηλού κόστους για την ταχεία πρόβλεψη και παρακολούθηση ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών ρύπανσης του ποταμού Βοσβόζη. Για το σκοπό αυτό δημιουργήθηκε ένα σύστημα συλλογής δεδομένων που αφορούν την ποσότητα και την ποιότητα των νερών του ποταμού. Σε αυτό το σύστημα πραγματοποιήθηκαν συστηματικά μετρήσεις και δειγματοληψίες στον ποταμό για το χρονικό διάστημα Αύγουστος 2005 – Νοέμβριος 2006.

Για την μελέτη του οικοσυστήματος του ποταμού πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις της παροχής του ποταμού και των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών του νερού (Αγωγιμότητα, διαλυμένο οξυγόνο, θερμοκρασία, pH, βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο, νιτρώδη, νιτρικά ορθοφωσφορικά, ολικός φωσφόρος). Τα αποτελέσματα των μετρήσεων έδειξαν ότι υπάρχει χρονική και χωρική μεταβολή της συγκέντρωσης των νιτρικών και νιτρωδών στο ποτάμι. Συγκεκριμένα, οι συγκεντρώσεις των νιτρικών, αλλά και των νιτρωδών, στην ορεινή περιοχή της λεκάνης παρουσιάζονται χαμηλές, ενώ στην πεδινή περιοχή αυξάνονται σημαντικά. Η αύξηση αυτή οφείλεται πρωτίστως στη μη σημειακή ρύπανση (λιπάσματα καλλιεργειών) και δευτερευόντως σε διάφορες σημειακές πηγές ρύπανσης (βιολογικός καθαρισμός, βιομηχανική περιοχή Κομοτηνής). Αρκετά μικρότερη ήταν η παραπάνω χωρική διακύμανση αναφορικά με τις συγκεντρώσεις ολικού φωσφόρου και ορθοφωσφορικών.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων στον ποταμό Βοσβόζη χρησιμοποιήθηκαν για βαθμονόμηση και επαλήθευση του μοντέλου SWAT. Οι διαδικασίες βαθμονόμησης και επαλήθευσης απέδωσαν ικανοποιητικά αποτελέσματα, οπότε κρίνεται ότι το μοντέλο αναπαράγει επιτυχώς τις φυσικές διεργασίες που πραγματοποιούνται στη λεκάνη του ποταμού Βοσβόζη. Έτσι το μοντέλο κρίνεται ικανό να εξετάσει και να αξιολογήσει διάφορα διαχειριστικά σενάρια που αφορούν διάφορες πρακτικές διαχείρισης στη λεκάνη.

Εξετάστηκαν οκτώ σενάρια, από τα οποία τα επτά αφορούσαν μεταβολές στις καλλιέργειες, που αποτελούν τη σημαντικότερη μη σημειακή πηγή ρύπανσης και το τελευταίο αφορούσε το βιολογικό σταθμό της Κομοτηνής, ήτοι την σημαντικότερη σημειακή πηγή ρύπανσης στη λεκάνη του ποταμού Βοσβόζη. Πιο αναλυτικά, στο πρώτο σενάριο υποτέθηκε ότι σε ολόκληρη την αγροτική περιοχή της λεκάνης του ποταμού Βοσβόζη δεν εφαρμόζεται καμία καλλιέργεια, δηλαδή δεν ρίχνονται καθόλου λιπάσματα. Με τον τρόπο αυτό εξαλείφεται η κυριότερη πηγή μη σημειακής ρύπανσης του ποταμού. Στο δεύτερο σενάριο θεωρείται ότι η μοναδική καλλιέργεια στη λεκάνη είναι τα σιτηρά. Στο τρίτο σενάριο θεωρείται ότι η μοναδική καλλιέργεια είναι τα ζαχαρότευτλα. Στο τέταρτο σενάριο ως μοναδική καλλιέργεια θεωρούνται τα καπνά. Στο πέμπτο σενάριο θεωρείται ότι μοναδική καλλιέργεια στη λεκάνη είναι ο αραβόσιτος, ενώ στο έκτο και έβδομο σενάριο ως μοναδικές καλλιέργειες θεωρούνται το κριθάρι και η μηδική. Τέλος, στο όγδοο σενάριο θεωρείται ότι ο βιολογικός καθαρισμός απομακρύνεται από τη λεκάνη του ποταμού Βοσβόζη.

Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης έδειξαν ότι οι μη σημειακές πηγές ρύπανσης ασκούν πολύ μεγαλύτερη επίδραση στο σύστημα του ποταμού. Είναι χαρακτηριστικές οι μεταβολές στο φορτίο του αζώτου νιτρικών και του ολικού φωσφόρου που καταλήγουν στη λίμνη Ισμαρίδα. Στο ευνοϊκότερο σενάριο, το πρώτο, όπου εξαλείφονται οι καλλιέργειες από τη λεκάνη, παρατηρείται μία μείωση στο φορτίο του αζώτου νιτρικών της τάξης του -53,8% και -67,6% στο φορτίο ολικού φωσφόρου. Στο δυσμενέστερο σενάριο, το τρίτο, όπου όλη η αγροτική περιοχή καλλιεργείται με ζαχαρότευτλα, παρατηρείται αύξηση στα φορτία αζώτου και φωσφόρου κατά 104,8% και 277,1%. Στο ευνοϊκότερο σενάριο, όσον αφορά τη σημειακή ρύπανση, όπου απομακρύνεται ο βιολογικός καθαρισμός από τη λεκάνη, η μείωση στα φορτία αζώτου και φωσφόρου είναι μόλις -1,4% για το άζωτο και -0,3% για το φωσφόρο.

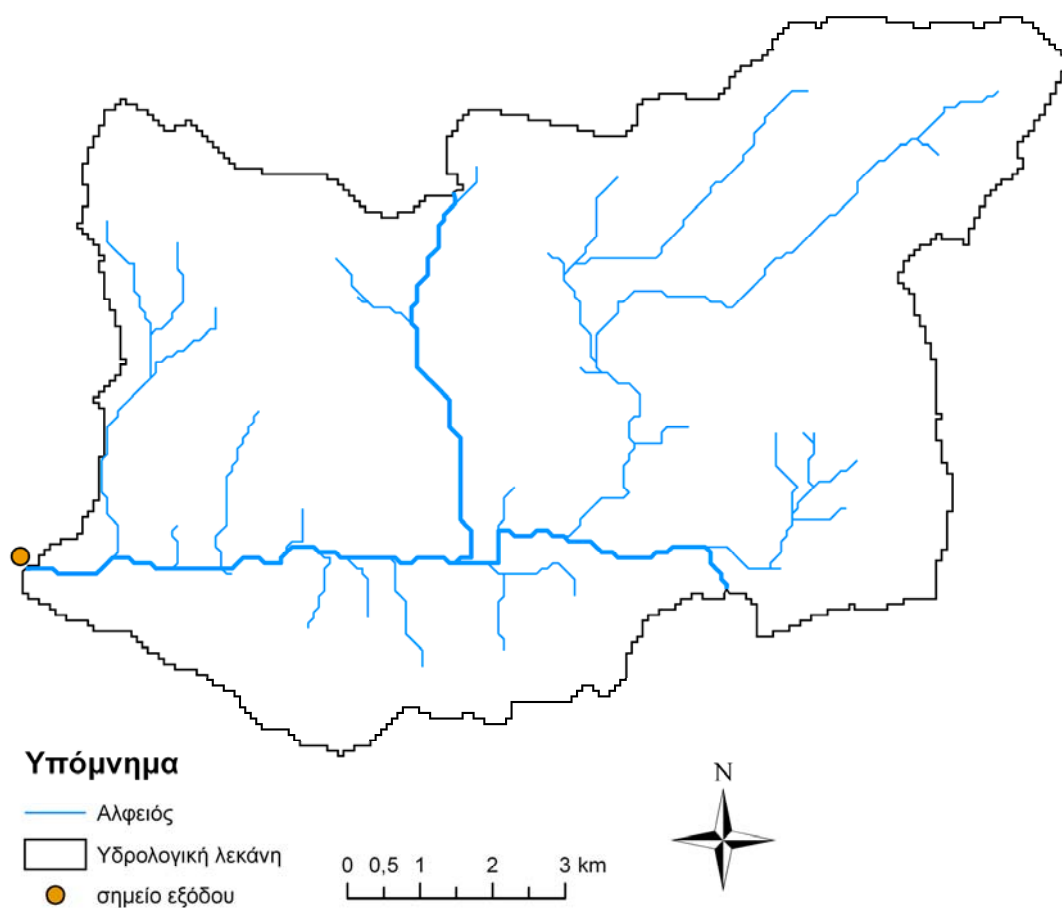
Όπως έδειξαν τα εναλλακτικά σενάρια που εξετάστηκαν, η μη σημειακή ρύπανση, εξαιτίας της αγροτικής δραστηριότητας, αποτελεί τη σημαντικότερη πηγή ρύπανσης του ποταμού. Για την αντιμετώπιση αυτής της ρύπανσης προτάθηκαν τρόποι βέλτιστης διαχείρισης που αφορούσαν τόσο κατασκευαστικά, όσο και μη κατασκευαστικά μέτρα.

Γενικά το σύστημα του ποταμού Βοσβόζη δέχεται ανθρωπογενείς επιδράσεις, οι οποίες έχουν άμεση επίπτωση στην ποιότητα των νερών του ποταμού και κατ'έπекταση στο οικοσύστημα της λίμνης Ισμαρίδας. Οι επιδράσεις αυτές αφορούν κυρίως τη μη σημειακή ρύπανση από τις καλλιέργειες στη λεκάνη του ποταμού, αλλά και τις σημειακές πηγές ρύπανσης που προέρχονται από τις κατοικημένες περιοχές της λεκάνης. Το γεγονός αυτό κάνει ιδιαίτερα σημαντική την συνεχή παρακολούθηση του ποταμού και τον περιορισμό της ρύπανσης, ώστε να προστατευθεί και να διατηρηθεί το σημαντικό και ευαίσθητο αυτό οικοσύστημα.

6.2.6 Βιβλιογραφία

- Arnold, J.G., Muttiah, R.S., Srinivasan, R. and Allen, P.M. (2000) Regional estimation of base flow and groundwater recharge in the upper Mississippi basin. *Journal of Hydrology* **227** 21-40.
- Γκίκας, Δ.Γ., (2002) *Μελέτη του υδατικού οικοσυστήματος της Βιστωνίδας*. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Δ.Π.Θ., Ξάνθη.
- Kornecki, T.S., Sabbargh, G.J., and Storm, D.E. (1999) Evaluation of runoff, erosion and phosphorus modeling system-SIMPLE, *Journal of the American Water Resources Association*, **35**(4), 807-820.
- Κόταρρης, Σ., (1967) *Εδαφολογική μελέτη περιοχής Ροδόπης*, Υπουργείο Γεωργίας, Υπηρεσία Εγγείων Βελτιώσεων.
- Πεταλάς, Χ., (1997). Ανάλυση υδροφόρων συστημάτων στο ετερογενές και παράκτιο πεδίο Ν. Ροδόπης. Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών - Πολυτεχνική Σχολή του Δ.Π.Θ., Ξάνθη, Ιούλιος 1997, σελ. 288.
- Tsihrintzis, V.A. and Hamid R. (1997) Urban stormwater quantity/quality modeling using the SCS method and empirical equations, *Journal of the American Water Resources Association*, **33**(1), 163-176.
- Tsihrintzis, V.A. and Hamid, R., (1998) Runoff quality prediction from small urban catchments using SWMM, *Hydrological Processes*, **12** (2), 311-329.
- Τσιχριντζής, Β., Α., (2000) *Οικολογική μηχανική και τεχνολογία, τόμος 1: Διαχείριση απορροής ρύπων και φερτών*, Εταιρία αξιοποίησης και διαχείρισης περιουσίας Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης, Ξάνθη.

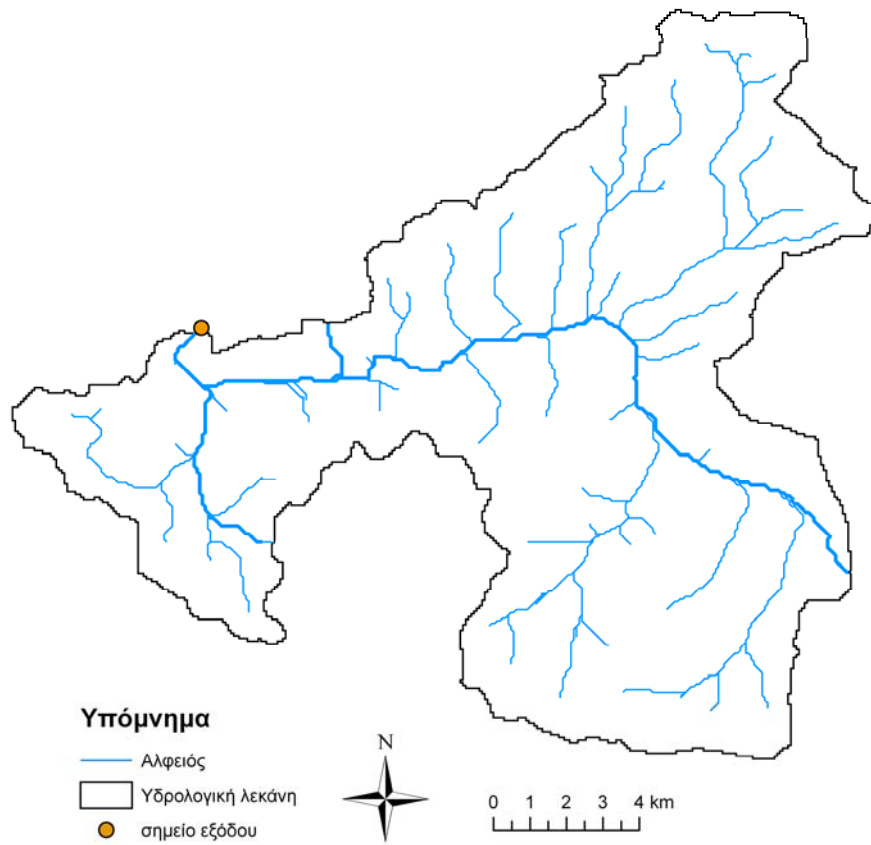
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α**ΥΠΟΛΕΚΑΝΕΣ
ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΛΦΕΙΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ**



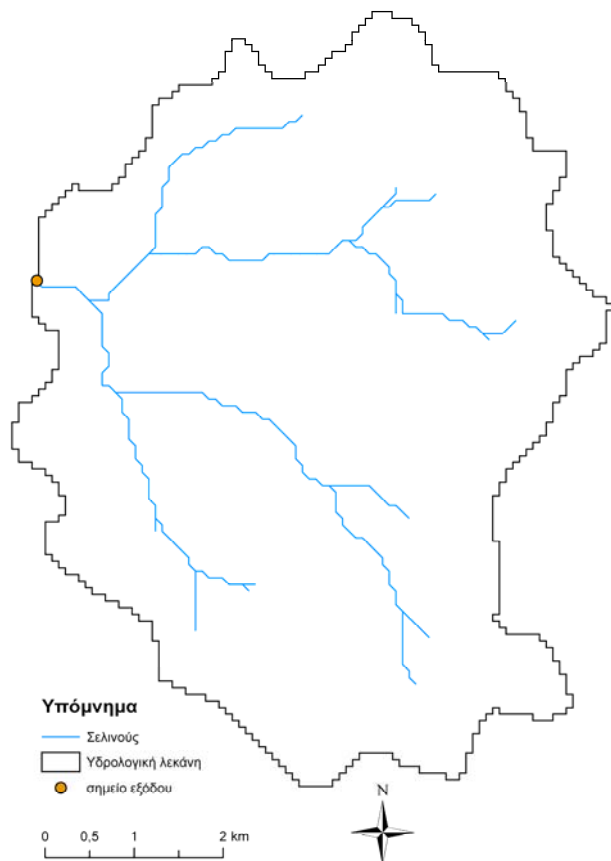
Σχήμα Α.1 Υπολεκάνη υπ' αριθ. 1: Πύργος – Καλαμάτα (Pyrgos – Kalamata)



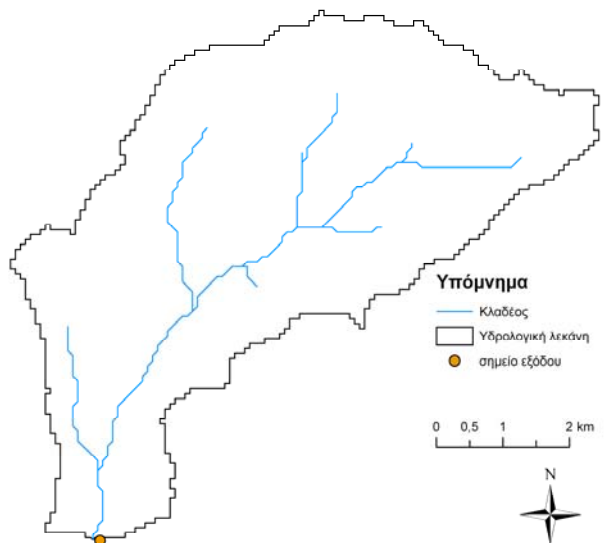
Σχήμα Α.2 Υπολεκάνη υπ' αριθ. 2: Ενιπέας (Enipeas)



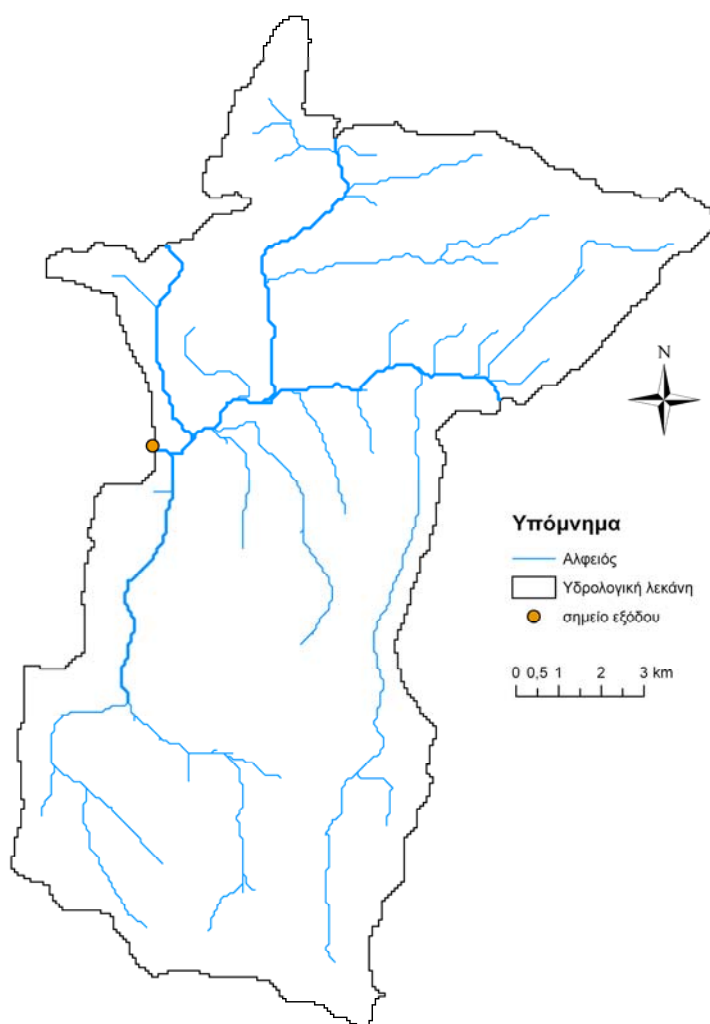
Σχήμα Α.3 Υπολεκάνη υπ' αριθ. 3: Φλόκας (Flokas)



Σχήμα Α.4 Υπολεκάνη υπ' αριθ. 4: Κρέσταινα (Krestaina)



Σχήμα Α.5 Υπολεκάνη υπ' αριθ. 5: Κλαδέος (Kladeos)



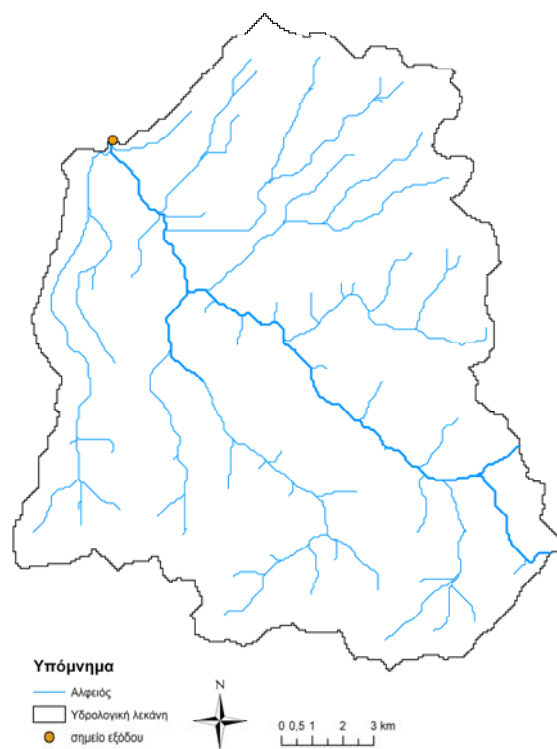
Σχήμα Α.6 Υπολεκάνη υπ' αριθ. 6: Άσπρα Σπίτια (Aspra Spitia)



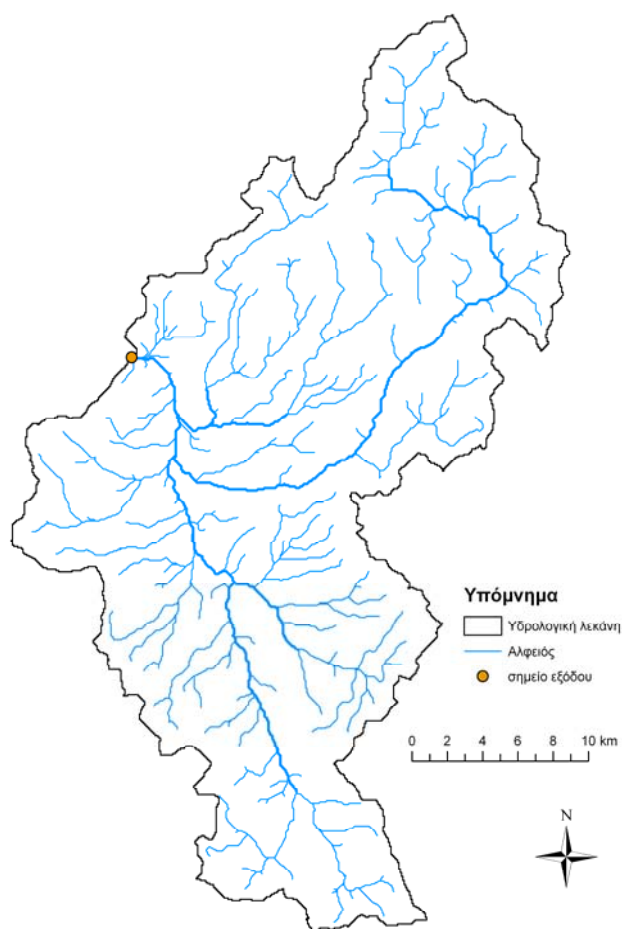
Σχήμα Α.7 Υπολεκάνη υπ' αριθ. 7: Ερύμανθος (Erymanthos)



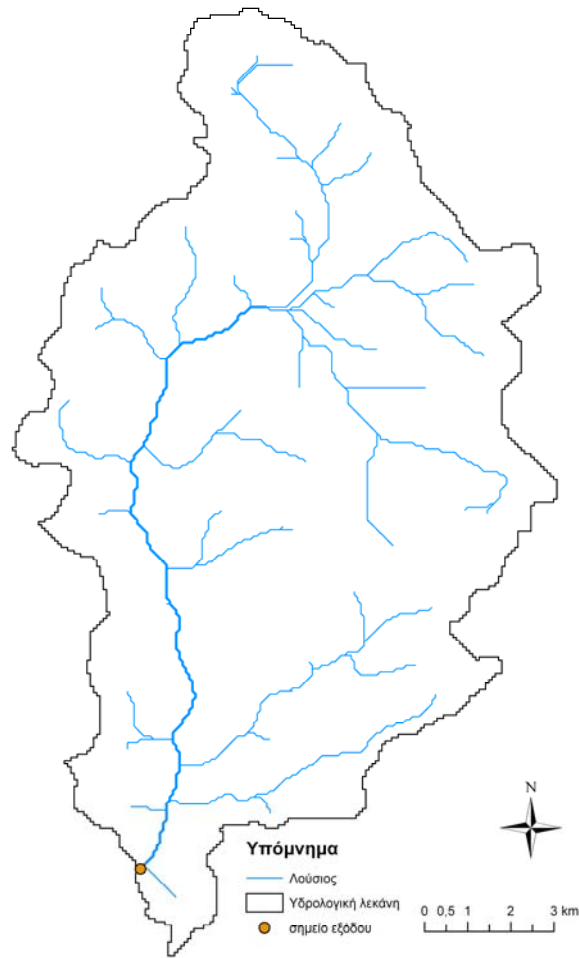
Σχήμα Α.8 Υπολεκάνη υπ' αριθ. 8: Λάδων (Ladhon)



Σχήμα Α.9 Υπολεκάνη υπ' αριθ. 9: Άγιος Ιωάννης (Agios Ioannis)



Σχήμα Α.10 Υπολεκάνη υπ' αριθ. 10: Καρύταινα (Karytaina)



Σχήμα Α.11 Υπολεκάνη υπ' αριθ. 11: Λούσιος (Lousios)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ

1. Δείγμα
2. Συμπληρωμένο από τον κ. Θεόδ. Τριαντόπουλο, Αντιδήμαρχο Φολόης
3. Συμπληρωμένο από τον κ. Χρ. Γαλανόπουλο, Χημικό Μηχανικό, Τεχνική Υπηρεσία Δήμου Σκιλλούντος
4. Συμπληρωμένο από τον κ. Κων. Τσίτουρα, Αντιδήμαρχο Ανδρίτσαινας
5. Συμπληρωμένο από τον κ. Γεώργιο Δέββε, Αντιδήμαρχο Αρχαίας Ολυμπίας
6. Συμπληρωμένο από τον κ. Αθαν. Μπόρα, Αντιδήμαρχο Ηραίας
7. Συμπληρωμένο από τον κ. Κων. Τσιότρα, Γεωπόνο Δήμου Τροπαίων

Πρόσθετα στοιχεία εδόθησαν από τους:

1. Παναγ. Αδαμόπουλο, Πρόεδρο Αγροτικού Συνεταιρισμού Ανδρίτσαινας
2. Πέτρο Βίτσα, Γεωπόνο Αγροτικού Συνεταιρισμού Κρεσταίων.

Δυστυχώς, αν και εστάλησαν Ερωτηματολόγια προς συμπλήρωση προς όλους τους Δήμους των Νομών Ηλείας και Αρκαδίας που βρίσκονται εντός της υδρολογικής λεκάνης του Αλφειού Ποταμού και έγινε προσπάθεια να ληφθούν συμπληρωμένα, δεν υπήρξε η αναμενόμενη επιθυμητή ανταπόκριση από τους αρμόδιους παράγοντες, εκτός βεβαίως των ολίγων που αναφέρονται ανωτέρω και τους οποίους ευχαριστούμε ιδιαίτερος για το ενδιαφέρον τους και τον χρόνο που διέθεσαν.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
• ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
• ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ



ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
• ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων
Πρόγραμμα ΠΥΘΑΓΟΡΑΣ ΙΙ/ΕΠΕΑΕΚ ΙΙ:
Ανάπτυξη Μεθοδολογιών Χαμηλού Κόστους για Ταχεία
Πρόβλεψη και Παρακολούθηση Ρύπανσης Ποταμών
Επιστ. Υπεύθ.: Π. Γιαννόπουλος, Επίκουρος Καθηγητής
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΗΛ. 2610-996527, 996534 Τ/Ο. 2610-996573
p.c.yannopoulos@upatras.gr; http://civil.upatras.gr

Ερωτηματολόγιο

Καταγραφή πηγών ρύπανσης στους Δήμους της Λεκάνης απορροής του Αλφειού Ποταμού

Προσχή! Σας παρακαλούμε να επισυνάψετε πρόσθετη κατάσταση εάν ο χώρος δεν επαρκεί.

1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΩΤΗΘΕΝΤΟΣ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ

Όνοματεπώνυμο:	Ιδιότητα – Θέση:
Δήμος/Υπηρεσία:	
ΤΗΛ.:	Τ/Ο.: Η.Τ.:

2. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ

2.1 Αναφέρετε τις πόλεις ή τους οικισμούς του Δήμου σας που διαθέτουν αποχετευτικό δίκτυο

2.2 Αναφέρετε τις πόλεις, τα Δημοτικά Διαμερίσματα ή τους οικισμούς που έχουν ΕΕΛ*. Σε περίπτωση που η ΕΕΛ εξυπηρετεί περισσότερους από έναν οικισμούς παρακαλούμε να τους αναφέρετε.

Θέση/Όνομασία ΕΕΛ	Πόλη ή οικισμοί που εξυπηρετούνται

2.3 Αναφέρετε τον αποδέκτη των επεξεργασμένων λυμάτων για κάθε ΕΕΛ

Θέση/Όνομασία ΕΕΛ _____

α. Διάθεση στο έδαφος **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**

β. Άμεση διάθεση στον Αλφειό Ποταμό **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**

γ. Διάθεση σε ρέμα **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**

Αν η απάντηση είναι **ΝΑΙ** το ρέμα συμβάλλει στον ποταμό Αλφειό **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**

Σε περίπτωση που η διάθεση των λυμάτων γίνεται στον ποταμό Αλφειό ή σε ρέμα, παρακαλούμε προσδιορίστε τη θέση εκβολής και το όνομα του ρέματος

3. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ, ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΕΣ και ΑΓΡΟΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

3.1 Αναφέρετε τις βιομηχανικές-βιοτεχνικές δραστηριότητες που βρίσκονται στα όρια του Δήμου σας (π.χ. επεξεργασία τροφών, ελαιολιβεία, σφαγεία, τυροκομεία, ποιμνιστάσια, βουστάσια κλπ καθώς και τουριστικές δραστηριότητες, όπως κάμπινγκ, ξενοδοχεία κλπ).

α/α	Δραστηριότητα – Αριθμός	Ετήσια Δυναμικότητα	Θέση	ΕΕΛ	Αποδέκτης Λυμάτων
1	Ελαιολιβεία	Τόννοι λαδιού		ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>	
2	Τυροκομεία	Τόννοι γάλακτος		ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>	
3	Ποιμνιστάσια	Αιγοπρόβατα		ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>	
4	Χοιροστάσια	Χοίροι		ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>	
5	Βουστάσια	Βοοειδή		ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>	
6	Ορνιθοτροφεία	Όρνιθες κλπ.		ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>	
7	Ξενοδοχεία/Ξενώνες	Διανυκτερεύσεις		ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>	
8	Ενοικιαζ. Δωμάτια	Διανυκτερεύσεις		ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>	
9	Σφαγείο			ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>	
10				ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>	

* Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων

- 3.2 Αναφέρετε στοιχεία σχετικά με την γεωργική δραστηριότητα στην περιοχή του Δήμου
 α. Συνολικός καλλιεργούμενη έκταση _____ στρέμμ. β. Αγροναυσίες _____ στρέμμ.

Κύρια είδη που καλλιεργούνται:

α/α	Είδος καλλιέργειας	Έκταση ανά καλλιέργεια (στρέμμ.)	Είδος – Ποσότητα λιπάσματος (τόνοι)	Περίοδος εφαρμογής λιπάσματος
1	Δενδρώδεις:
2	Μονοετείς:
3	Άλλες:

δ. Υπάρχει στο Δήμο σας γεωργικός συνεταιρισμός; Αν ναι παρακαλούμε συμπληρώστε τα στοιχεία επικοινωνίας (διεύθυνση, τηλέφωνο, τ/ο., η.τ.)

4. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΙΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΗΓΑΔΙΑ ΠΟΥ ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΣΑΣ

4.1 Συμπληρώστε τα παρακάτω στοιχεία για την κάθε δημοτική-κοινοτική γεώτρηση ή πηγάδι (ενεργό ή μη) που βρίσκεται κατά προτίμηση σε σχετικά κοντινή απόσταση από τον Αλφειό ποταμό ή τους παραποτάμους του (Εάν ο χώρος δεν επαρκεί, αναγράψτε τα επί πλέον στοιχεία σε πρόσθετη σελίδα):

α. Θέση _____

β. Γεώτρηση Πηγάδι

γ. Υπάρχουν στοιχεία π.χ. τομή **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**
 στάθμη **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**
 αναλύσεις ποιότητας νερού **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**

Σε περίπτωση που υπάρχουν τα παραπάνω στοιχεία θα παρακαλούσαμε να μας τα διαθέσετε.

4.2 Αν γνωρίζετε αντίστοιχα στοιχεία για ιδιωτικές γεωτρήσεις ή πηγάδια πλησίον του ποταμού Αλφειού, παρακαλούμε να μας τα διαθέσετε ή να μας δώσετε στοιχεία ώστε να επικοινωνήσουμε με τον ιδιοκτήτη τους.

5. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ-ΑΠΟΨΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΛΦΕΙΟ ΠΟΤΑΜΟ

5.1 Ιεραρχήσατε έως πέντε σημαντικότερα προβλήματα ρύπανσης, υποβάθμισης ή άλλα που κατά τη γνώμη σας έχουν παρατηρηθεί ή παρατηρούνται στον ποταμό Αλφειό ή τους παραποτάμους του.

5.2 Ποία μέτρα, κατά την άποψή σας, πρέπει να ληφθούν άμεσα για την προστασία του ποταμού Αλφειού από τη ρύπανση ή άλλη υποβάθμιση;

Ευχαριστούμε πολύ. Καλή Χρονιά.



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
 ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ Δ. ΕΛΛΑΔΑΣ
 ΝΟΜΟΣ ΗΛΕΙΑΣ
 ΔΗΜΟΣ ΦΟΛΟΗΣ
 Ταχ. Δ/ση Λάλα-Ηλείας
 Ταχ. Κώδικας 27066
 Τηλέφωνο 2624-0-41882
 FAX 2624-0-41881

ΑΔΑΑ 19/12/2005
 ΑΡΙΘ. ΠΡΩΤ.: 4771

ΠΡΟΣ

Πανεπιστήμιο Πατρών
 Πολυτεχνική Σχολή
 Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών
 Σειράς Τύχης των Περιβαλλόντων


Πανεπιστημίου πόλη

26500 ΠΑΤΡΑ

Θέμα: "Ρύπανση ποταμών - Ποιότητα εστιακία"

Στη βιβλιοθήκη όδου εστιακία ευχαρίστησε τον κ.δρ. Στυλιανόπουλο
 με το ερωτηματολόγιο και με την εξήγηση βιολογική:
 Ο Αρδελός ποταμός δεν είναι πηγαίο και αλλά ο
 παραδρόμος αυτής ερώτητος.

Ο αρμόδιος Αρχιδημάρχος



Στυλιανόπουλος Π. Θεόδωρος
 Αρχιδημάρχος

3.2 Αναφέρετε στοιχεία σχετικά με την γεωργική δραστηριότητα στην περιοχή του Δήμου
 α. Συνολικός καλλιεργούμενη έκταση _____ στρέμματα
 β. Κύρια είδη που καλλιεργούνται

α/α	Είδος	Έκταση σε στρέμματα ή ποσοστό καλλιέργειας (%)
1.	ΣΙΤΗΡΑ	46.500 στρέμματα
2.	ΔΕΝΤΡΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ (ΚΕΡΑΕΙΕΣ)	

γ. Πληροφορίες σχετικά με τη χρήση λιπασμάτων (π.χ. είδος, ποσότητες)
 1) Αζωτούχα: Νιτρική Αμμωνία 1000 ΤΟΝ ανά έτος
 2) Φωσφορικά 1000 ΤΟΝ ανά έτος

δ. Υπάρχει στο Δήμο σας γεωργικός συνεταιρισμός; Αν ναι παρακαλούμε συμπληρώστε τα στοιχεία επικοινωνίας (διεύθυνση, τηλέφωνο, τ/ο., η.τ.)

Γεωργικοί Συνεταιρισμοί Δυτικής (Αχλα - Κουλούρι - Περγάνες - Αχ/Χαλκιάς Νέστορας) Τηλ. 26240 - 41302 1414 -

4. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΙΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΗΓΑΔΙΑ ΠΟΥ ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΣΑΣ

4.1 Συμπληρώστε τα παρακάτω στοιχεία για την κάθε δημοτική-κοινοτική γεώτρηση ή πηγάδι (ενεργό ή μη) που βρίσκεται κατά προτίμηση σε σχετικά κοντινή απόσταση από τον Αλφειό ποταμό ή παραποτάμους του (Εάν ο χώρος δεν επαρκεί, αναγράψτε τα επί πλέον στοιχεία σε πρόσθετη σελίδα):

- α. Θέση Επιβρυχίου του Μ. Καρβελίβει - *
 β. Γεώτρηση Πηγάδι
 γ. Υπάρχουν στοιχεία π.χ. τομή στάθμη αναλύσεις ποιότητας νερού
- ΝΑΙ ΟΧΙ
 ΝΑΙ ΟΧΙ
 ΝΑΙ ΟΧΙ

* Οι καλλιέργειες δεν είχαν επιβλαβεί, ούτε εβραζιλιανών χωριών.

Σε περίπτωση που υπάρχουν τα παραπάνω στοιχεία θα παρακαλούσαμε να μας τα διαθέσετε.

4.2 Αν γνωρίζετε αντίστοιχα στοιχεία για ιδιωτικές γεωτρήσεις ή πηγάδια πλησίον του Αλφειού παρακαλούμε να μας τα διαθέσετε ή να μας δώσετε στοιχεία ώστε να επικοινωνήσουμε με τον ιδιοκτήτη τους.

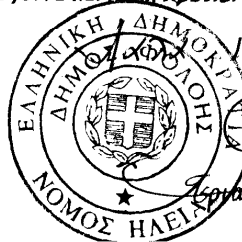
5. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ-ΑΠΟΦΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΛΦΕΙΟ ΠΟΤΑΜΟ

5.1 Ιεραρχήστε έως πέντε σημαντικότερα προβλήματα ρύπανσης, υποβάθμισης ή άλλα που κατά τη γνώμη σας έχουν παρατηρηθεί ή παρατηρούνται στον Αλφειό ποταμό

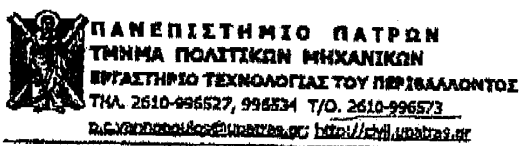
1) Πείραξη, εκμετάλλευση και τον παραμόρφωση των Αφών του Ποταμού Ερύβριου από τις υψώ των οσών προμήτων να επιβλαβεί
 2) Η ύδατα από την περιοχή της Νέστορας - 25 εκ. των των έλαιων διαρροών
 3) Η ύδατα από την περιοχή της Νέστορας - 25 εκ. των των έλαιων διαρροών

5.2 Ποια μέτρα, κατά την άποψή σας, πρέπει να ληφθούν άμεσα για την προστασία του Αλφειού ποταμού από τη ρύπανση ή άλλη υποβάθμιση;

Ευχαριστούμε πολύ. Χαρούμενα Χριστούγεννα και Καλή Χρονιά.



19/12/2005
 Γεωργιάννης Ν. Θεόδωρος
 Αντιδήμαρχος



ΣΚΙΑΘΟΥΝΤΟΣ
 Αριθμ. Πρωτ. 10292
 Ημερομηνία 19.12.05
 Αριθμ. Φακέλου 30
 Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων
Πρόγραμμα ΠΥΘΑΓΟΡΑΣ ΙΙ/ΕΠΕΑΕΚ ΙΙ:
 Ανάπτυξη Μεθοδολογιών Χαμηλού Κόστους για Τοπικά
 Πρόβλημα και Παρακολούθηση Ρύπανσης Ποταμών
 Επιστ. Υπεύθ.: Π. Γιαννιπούλας, Επίκ. Καθηγητής

Ερωτηματολόγιο

Καταγραφή πηγών ρύπανσης στους Δήμους της λεκάνης απορροής του Αλφειού Ποταμού

1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΩΤΗΘΕΝΤΟΣ

Όνοματεπώνυμο	ΧΡΗΣΤΟΣ ΓΑΛΑΝΟΠΟΥΛΟΣ		
Δήμος/Υπηρεσία	ΣΚΙΑΘΟΥΝΤΟΣ	ΤΕΧΝΙΚΗ	
Θέση	ΧΗΜΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ		
ΤΗΛ.-Τ/Ο.-Η.Τ.	2625023220		
Ημερομηνία	20-12-2005		

2. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΣΤΙΚΩΝ ΑΥΜΑΤΩΝ

2.1 Αναφέρετε τις πόλεις ή τους οικισμούς του Δήμου σας που διαθέτουν αποχετευτικό δίκτυο

ΚΡΕΣΤΕΝΑ, ΜΑΚΡΙΣΙΑ, ΚΑΛΛΙΚΕΜΟ, ΣΑΜΙΚΟ, ΡΑΧΕΣ, ΠΛΟΥΤΟΧΩΡΙ

2.2 Αναφέρετε τις πόλεις, τα Δημοτικά Διαμερίσματα ή τους οικισμούς που έχουν ΕΕΛ*. Σε περίπτωση που η ΕΕΛ εξυπηρετεί περισσότερους από έναν οικισμούς παρακαλούμε να τους αναφέρετε.

Θέση/Όνομασία ΕΕΛ	Πόλη ή οικισμοί που εξυπηρετούνται
ΚΡΕΣΤΕΝΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ	ΚΡΕΣΤΕΝΑ, ΜΑΚΡΙΣΙΑ, ΚΑΛΛΙΚΕΜΟ, ΣΑΜΙΚΟ, ΡΑΧΕΣ
ΠΛΟΥΤΟΧΩΡΙ ΕΠΙΧ. ΕΡΓΕΙΑ ΑΥΜΑΤΩΝ	ΠΛΟΥΤΟΧΩΡΙ

2.3 Αναφέρετε τον αποδέκτη των επεξεργασμένων λυμάτων για κάθε ΕΕΛ

Θέση/Όνομασία ΕΕΛ

α. διάθεση στο έδαφος **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**

β. Άμεση διάθεση στον Αλφειό ποταμό **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**

γ. Διάθεση σε ρέμα **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**

Αν η απάντηση είναι **ΝΑΙ** το ρέμα συμβάλλει στον ποταμό Αλφειό **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**

Σε περίπτωση που η διάθεση των λυμάτων γίνεται στον Αλφειό ποταμό ή σε ρέμα παρακαλούμε προσδιορίστε τη θέση εκβολής και το όνομα του ρέματος

1) ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΚΡΕΣΤΕΝΩΝ ΑΠΟΧΕΤ. ΡΕΜΑ ΣΕΛΛΙΝΟΥΣ ή ΣΕΛΛΙΝΟΥΝΤΑΣ
 2) ΕΠΙΧΑΡΜΑΤΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΥΜΑΤΩΝ ΠΛΟΥΤΟΧΩΡΙΟΥ ΔΙΑΘΕΣΗ ΡΕΜΑ ΚΟΒΙΤΕΑΣ

3. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΙΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ, ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΕΣ και ΑΓΡΟΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

3.1 Παρακαλούμε αναφέρετε τις βιομηχανικές-βιοτεχνικές δραστηριότητες που βρίσκονται στα όρια του Δήμου σας (π.χ. επεξεργασία τροφών, ελαστροβεία, σφραγεία, τυροκομεία, παιχνιστάσια, βουστάσια κλπ καθώς και τουριστικές δραστηριότητες, όπως κάμπινγκ, ξενοδοχεία κλπ)

α/α	Είδος δραστηριότητας	Θέση	ΕΕΛ	Αποδέκτης
1.	Ξενοδοχεία "ΑΘΗΝΑ"	ΚΡΕΣΤΕΝΑ	ΝΑΙ <input checked="" type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>	Β.Ι.Ε. ΚΡΕΣΤΕΝΩΝ
2.	Καταβόλι μύλων	ΕΡΕΙΚΑ	ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input checked="" type="checkbox"/>	Ιδιωτ. Βε. Γου.
3.	Ενδεικτικά ζώα διαμάζα	Μακρίσια, Κ. Σαμικό	ΝΑΙ <input checked="" type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>	Αποχέτευση
4.	Απορρυπαντική μονάδα	Ράχες, Κ. Σαμικό	ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input checked="" type="checkbox"/>	Οάλλωθ
5.	Ελαστροβεία	Ξενοδοχ. Λιμνοπέλα	ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input checked="" type="checkbox"/>	Ρεματά

* Βυκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων

3.2 Αναφέρετε στοιχεία σχετικά με την γεωργική δραστηριότητα στην περιοχή του Δήμου

α. Συνολικός καλλιεργούμενη έκταση στρέμματα Δημ. 194.409 στρέμ.

β. Κύρια είδη που καλλιεργούνται

α/α	Είδος	Έκταση σε στρέμματα ή ποσοστό καλλιεργείας (%)
1.	Γεωργικά ή αρολιώδη	65%
2.	Δοκιμα ή αρολιώδη	22%

γ. Πληροφορίες σχετικά με τη χρήση λιπασμάτων (π.χ. είδος, ποσότητες)

Λιπασμ. Φωσφορικά

δ. Υπάρχει στο Δήμο σας γεωργικός συνεταιρισμός; Αν ναι παρακαλούμε συμπληρώστε τα στοιχεία επικοινωνίας (Διεύθυνση, τηλέφωνο, τ/ο., η.τ.)

Ενώπιον Αγροτικών Επιτόπιων Ολυμπίων Ηλείας (ΕΑΣ) τηλ. 2625022202

4. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΙΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΗΓΑΔΙΑ ΠΟΥ ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΣΑΣ

4.1 Συμπληρώστε τα παρακάτω στοιχεία για την κάθε δημοτική-κοινοτική γεώτρηση ή πηγάδι (ενεργό ή μη) που βρίσκεται κατά προτίμηση σε σχετικά κοντινή απόσταση από τον Αλφειό ποταμό ή παραποτάμιό του (Εάν ο χώρος δεν επαρκεί, αναγράψτε τα επί πλέον στοιχεία σε πρόσθετη σελίδα):

α. Θέση

β. Γεώτρηση Πηγάδι

γ. Υπάρχουν στοιχεία π.χ.

τομή
στάθμη
αναλύσεις ποιότητας νερού

ΝΑΙ ΟΧΙ
ΝΑΙ ΟΧΙ
ΝΑΙ ΟΧΙ

Σε περίπτωση που υπάρχουν τα παραπάνω στοιχεία θα παρακαλούσαμε να μας τα διαθέσετε.

4.2 Αν γνωρίζετε αντίστοιχα στοιχεία για ιδιωτικές γεωτρήσεις ή πηγάδια πλησίον του Αλφειού παρακαλούμε να μας τα διαθέσετε ή να μας δώσετε στοιχεία ώστε να επικοινωνήσουμε με τον ιδιοκτήτη τους.

ΠΑΡΟΥΤΟΧΕΡΙ ΜΑΥΡΙΣΙΑ ΚΑΥΒΑΚΙΑ ΦΡΙΞΑ
Πληροφορίες σε επιπέδων βελία

5. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ-ΑΠΩΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΛΦΕΙΟ ΠΟΤΑΜΟ

5.1 Σημειώστε έως πέντε σημαντικότερα προβλήματα ρύπανσης, υποβάθμισης ή άλλα που κατά τη γνώμη σας έχουν παρατηρηθεί ή παρατηρούνται στον Αλφειό ποταμό

1. Παρατηρούνται συχνά πυρηνικά γαμμάκια
2.

5.2 Ποια μέτρα, κατά την άποψή σας, πρέπει να ληφθούν άμεσα για την προστασία του Αλφειού ποταμού από τη ρύπανση ή άλλη υποβάθμιση;

Ευχαριστούμε πολύ, Χαρούμενα Χριστούγεννα και Καλή Χρονιά.

20-12-2005

1) ΠΛΟΥΤΟΧΕΡΙ

1) ΠΗΓΑΔΙ με υποβρύχιο ποτέρ.

Πρόεδρος Τοπικού Συμβουλίου Δημοτικού Διαμερίσματος Πλουτοχερι
 κινητό: 6974666428 κα. Γαλεωπούλου Στρασιγή.

2) ΜΑΚΡΙΣΙΑ

1) 1 Γεωτρήσει με υποβρύχιο ποτέρ στην θέση Αγ. Ιωάννη Μακρίσι

2) 1 Γεωτρήσει με υποβρύχιο ποτέρ στην θέση Γεωτρήσει Μακρίσιων

Πρόεδρος Τοπικού Συμβουλίου Δημοτικού Διαμερίσματος Μακρίσιων
 κινητό: 6947849741 κας Χατζήπουλος Αντώνιος

3) ~~ΚΑΛΥΒΑΚΙΑ~~ ΚΑΛΥΒΑΚΙΑ → ΔΕΝ ΕΧΩΝ → ΥΔΡΕΥΟΝΤΑΙ ΜΕ ΥΔΡΟΜΑΞΕΣ

4) ΦΡΙΞΑ

1) Πηγάδι με 2 σωτρίες

Πρόεδρος Τοπικού Συμβουλίου Δημοτικού Διαμερίσματος Φρίξας
 κινητό: 6974831485 κας Κωστόπουλος Γεώργιος.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΗΛ. 2610-995527, 996534 Τ/Ο. 2610-996573
p.c.vanporoulios@upatras.gr; http://civil.upatras.gr

Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων
Πρόγραμμα ΠΥΘΑΓΟΡΑΣ ΙΙ/ΕΠΕΑΕΚ ΙΙ:
Ανάπτυξη Μεθοδολογιών Χαμηλού Κόστους για Ταχεία
Πρόβλεψη και Παρακολούθηση Ρύπανσης Ποταμών
Επιστ. Υπεύθ.: Π. Γιαννόπουλος, Επίκ. Καθηγητής

Ερωτηματολόγιο

Καταγραφή πηγών ρύπανσης στους Δήμους της λεκάνης απορροής του Αλφειού Ποταμού

1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΩΤΗΘΕΝΤΟΣ

Όνοματεπώνυμο	Τσιτσαρού Κων/νος
Δήμος/Περιφέρεια	Δήμος Αντίρροιας
Θέση	Αντίρροιας
ΤΗΛ. Τ/Ο. -Η.Τ.	94960-45459
Ημερομηνία	19/12/2005

2. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ

2.1 Αναφέρετε τις πόλεις ή τους οικισμούς του Δήμου σας που διαθέτουν αποχετευτικό δίκτυο

2.2 Αναφέρετε τις πόλεις, τα Δημοτικά Διαμερίσματα ή τους οικισμούς που έχουν ΕΕΛ*. Σε περίπτωση που η ΕΕΛ εξυπηρετεί περισσότερους από έναν οικισμούς παρακαλούμε να τους αναφέρετε.

Θέση/Όνομασία ΕΕΛ	Πόλη ή οικισμοί που εξυπηρετούνται

2.3 Αναφέρετε τον αποδέκτη των επεξεργασμένων λυμάτων για κάθε ΕΕΛ

Θέση/Όνομασία ΕΕΛ	
α. Διάθεση στο έδαφος	ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>
β. Άμεση διάθεση στον Αλφειό ποταμό	ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>
γ. Διάθεση σε ρέμα	ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>
Αν η απάντηση είναι ΝΑΙ το ρέμα συμβάλλει στον ποταμό Αλφειό ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>	
Σε περίπτωση που η διάθεση των λυμάτων γίνεται στον Αλφειό ποταμό ή σε ρέμα παρακαλούμε προσδιορίστε τη θέση εκβολής και το όνομα του ρέματος	

3. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΙΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ, ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΕΣ και ΑΓΡΟΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

3.1 Παρακαλούμε αναφέρετε τις βιομηχανικές-βιοτεχνικές δραστηριότητες που βρίσκονται στα όρια του Δήμου σας (π.χ. επεξεργασία τροφών, ελαιολιβερά, σφαγεία, τυροκομεία, ποιμνιστάσια, βουστάσια κλπ καθώς και τουριστικές δραστηριότητες, όπως κέμπινγκ, ξενοδοχεία κλπ)

a/a	Είδος δραστηριότητας	Θέση	ΕΕΛ	Αποδέκτης
1	ελαιολιβερά	Σεκόλιας	ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input checked="" type="checkbox"/>	Αναβελόκη
107	ποιμνιστάσια		ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input checked="" type="checkbox"/>	-/ρ-
1	ξενοδοχεία	Αντίρροιας	ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input checked="" type="checkbox"/>	Βιότοπος
			ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>	
			ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>	

* Για κατάκτηση Πτυχίου/Διπλώματος

- 3.2 *→ Πληροφορίες από Ένωση Αγροτικών Συνεταιρισμών ΗΠ.-ΟΛ. 26210-2397:*
 Αναφέρετε στοιχεία σχετικά με την γεωργική δραστηριότητα στην περιοχή του Δήμου
 α. Συνολικώς καλλιεργούμενη έκταση _____ στρέμματα
 β. Κύρια είδη που καλλιεργούνται:

α/α	Είδος	Έκταση σε στρέμματα ή ποσοστό καλλιέργειας (%)

γ. Πληροφορίες σχετικά με τη χρήση λιπασμάτων (π.χ. είδος, ποσότητες)

δ. Υπάρχει στο Δήμο σας γεωργικός συνεταιρισμός; Αν ναι παρακαλούμε συμπληρώστε τα στοιχεία επικοινωνίας (διεύθυνση, τηλέφωνο, τ/ο., η.τ.)

Αδαμόπουλος Παναγιώτης
Αγροτικός Συνεταιρισμός Ανάπτυξης 26260-29377, ΤΚ 27061

4. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΙΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΗΓΑΔΙΑ ΠΟΥ ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΣΑΣ

4.1 Συμπληρώστε τα παρακάτω στοιχεία για την κάθε δημοτική-κοινοτική γεώτρηση ή πηγάδι (ενεργό ή μη) που βρίσκεται κατά προσέγγιση σε σχετικά κοντινή απόσταση από τον Αλφειό ποταμό ή παραποτάμιους του (Εάν ο χώρος δεν επαρκεί, αναγράψτε τα επί πλέον στοιχεία σε πρόσθετη σελίδα):

α. Θέση _____

β. Γεώτρηση Πηγάδι

γ. Υπάρχουν στοιχεία π.χ.

τουτί
 στάθμη

αναλύσεις ποιότητας νερού

ΝΑΙ ΟΧΙ

ΝΑΙ ΟΧΙ

ΝΑΙ ΟΧΙ

Σε περίπτωση που υπάρχουν τα παραπάνω στοιχεία θα παρακαλούσαμε να μας τα διαθέσετε.

4.2 Αν γνωρίζετε αντίστοιχα στοιχεία για ιδιωτικές γεωτρήσεις ή πηγάδια πλησίον του Αλφειού παρακαλούμε να μας τα διαθέσετε ή να μας δώσετε στοιχεία ώστε να επικοινωνήσουμε με τον ιδιοκτήτη τους.

5. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ-ΑΠΟΨΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΛΦΕΙΟ ΠΟΤΑΜΟ

5.1 Τεταρτήστε έως πέντε σημαντικότερα προβλήματα ρύπανσης, υποβάθμισης ή άλλα που κατά τη γνώμη σας έχουν παρατηρηθεί ή παρατηρούνται στον Αλφειό ποταμό

5.2 Ποια μέτρα, κατά την άποψή σας, πρέπει να ληφθούν άμεσα για την προστασία του Αλφειού ποταμού από τη ρύπανση ή άλλη υποβάθμιση;

Ευχαριστούμε πολύ. Χαρούμενα Χριστούγεννα και Καλή Χρονιά.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
 ΤΗΛ. 2610-996527, 996534 Τ/Ο. 2610-996573
 g.vanhopoulos@upatras.gr http://civil.upatras.gr

Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων
Πρόγραμμα ΠΥΘΑΓΟΡΑΣ ΙΙ/ΕΠΕΑΕΚ ΙΙ:
 Ανάπτυξη Μεθοδολογιών Χαμηλού Κόστους για Ταχεία
 Πρόβλεψη και Παρακολούθηση Ρύπανσης Ποταμών
 Επιστ. Υπεύθ.: Γ. Γιαννόπουλος, Επικ. Καθηγητής

Ερωτηματολόγιο

Καταγραφή πηγών ρύπανσης στους Δήμους της λεκάνης απορροής του Αλφειού Ποταμού

1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΩΤΗΣΕΩΣ

Όνοματεπώνυμο	ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΔΕΒΕΣ		
Δήμος/Υπηρεσία	ΑΡΧΑΙΑΣ ΟΛΥΜΠΙΑΣ ΟΤΑ Α' ΒΑΘΜΟΥ		
Θέση	ΑΝΤΙΔΗΜΑΡΧΟΣ		
ΤΗΛ.-Τ/Ο.-Η.Τ.	26240-29549, 22250	fax 26240-23124	olympin@otenet.gr
Ημερομηνία	15/12/08		

2. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΛΙΜΝΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ

2.1 Αναφέρετε τις πόλεις ή τους οικισμούς του Δήμου σας που διαθέτουν αποχετευτικό δίκτυο

1 Αρχαία Ολυμπίας (έδρα Δήμου)

2.2 Αναφέρετε τις πόλεις, τα Δημοτικά Διαμερίσματα ή τους οικισμούς που έχουν ΕΕΑ*. Σε περίπτωση που η ΕΕΑ εξυπηρετεί περισσότερους από έναν οικισμούς παρακαλούμε να τους αναφέρετε.

Θέση/Όνομασία ΕΕΑ	Πόλη ή οικισμοί που εξυπηρετούνται
Βιολογικός Αποχετευτικός Σταθμός (έδρα Αντιδήμαρχου)	Αρχαία Ολυμπίας

2.3 Αναφέρετε τον αποδέκτη των επεξεργασμένων λυμάτων για κάθε ΕΕΑ

Θέση/Όνομασία ΕΕΑ

α. Διάθεση στο έδαφος **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**

β. Άμεση διάθεση στον Αλφειό ποταμό **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**

γ. Διάθεση σε ρέμα **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**

Αν η απάντηση είναι **ΝΑΙ** το ρέμα συμβάλει στον ποταμό Αλφειό **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**

Σε περίπτωση που η διάθεση των λυμάτων γίνεται στον Αλφειό ποταμό ή σε ρέμα παρακαλούμε προσδιορίστε τη θέση εκβολής και το όνομα του ρέματος

3. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΙΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ, ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

3.1 Παρακαλούμε αναφέρετε τις βιομηχανικές-βιοτεχνικές δραστηριότητες που βρίσκονται στο όριο του Δήμου σας (π.χ. επεξεργασία τροφών, ελαιουργεία, σφαγεία, τυροκομεία, ποιμνιοστάσια, βουστάσια κλπ καθώς και τουριστικές δραστηριότητες, όπως κόμπινγκ, ξενοδοχεία κλπ)

α/α	Είδος δραστηριότητας	Θέση	ΕΕΑ		Αποδέκτης
			ΝΑΙ	ΟΧΙ	
1	Ελαιουργείο	Α.Α. Κλαδί	ΝΑΙ	<input checked="" type="checkbox"/>	Κλαδί
2	Σφαγείο	Α.Α. Κλαδί	ΝΑΙ	<input checked="" type="checkbox"/>	Σφαγείο
3	Τυροκομείο	Α.Α. Φλάσι	ΝΑΙ	<input checked="" type="checkbox"/>	Φλάσι
4	Ελαιουργείο	Α.Α. Μοιρολί	ΝΑΙ	<input checked="" type="checkbox"/>	Έδαφος
5	Ελαιουργείο	Α.Α. Βασιλάκι	ΝΑΙ	<input checked="" type="checkbox"/>	Έδαφος

* Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων

6	Ελαιουργείο	Δ.Α. Σπυριδάκι	ΝΑΙ	<input checked="" type="checkbox"/>	Έδαφος
7	Ελαιουργείο	Δ.Α. Χ.Ο.Ούρι	ΝΑΙ	<input checked="" type="checkbox"/>	Έδαφος
8	Ελαιουργείο	Δ.Α. Η.Ούρι	ΝΑΙ	<input checked="" type="checkbox"/>	Έδαφος
9	Τυροκομείο	Δ.Α. Φλάσι	ΝΑΙ	<input checked="" type="checkbox"/>	Έδαφος
10	Χοιροτροφείο	Δ.Α. Αρσενόλι	ΝΑΙ	<input checked="" type="checkbox"/>	Διπύλο
11	Χοιροτροφείο	Δ.Α. Βασιλάκι	ΝΑΙ	<input checked="" type="checkbox"/>	Διπύλο
12	Σφαγείο	Δ.Α. (Χ.Ο.Ούρι)	ΝΑΙ	<input checked="" type="checkbox"/>	Βιολογικό καθαρισμό
13	Σφαγείο	Δ.Α. Η	ΝΑΙ	<input checked="" type="checkbox"/>	Βιολογικό καθαρισμό

3.2 Αναφέρετε στοιχεία σχετικά με την γεωργική δραστηριότητα στην περιοχή του Δήμου
 α. Συνολικώς καλλιεργούμενη έκταση 110.000 στρέμματα
 β. Κύρια είδη που καλλιεργούνται:

α/α	Είδος	Έκταση σε στρέμματα ή ποσοστό καλλιέργειας (%)
	Ελιές	70-80%
	Αμπέλια - Σταφύλες	10%
	Καλλιέργεια	90%
	Κατασκευαστικά υλικά - Σιτηρά	15%
	Πορτοκάλια	5%

γ. Πληροφορίες σχετικά με τη χρήση λιπασμάτων (π.χ. είδος, ποσότητες)
 ΣΥΝΘΕΤΑ Ή ΑΠΛΑΣΜΑΤΑ, ΕΙΔΙΚΑ ΑΠΛΑΣΜΑΤΑ ΝΡΚ ΜΕ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ
 ΣΥΝΘΕΤΑ ΝΡΚ - ΚΛΕΙΣΤΑ ΧΥΜΗΝ ΑΖΩΤΟΥΧΩ

δ. Υπάρχει στο Δήμο σας γεωργικός συνεταιρισμός; Αν ναι παρακαλούμε συμπληρώστε τα στοιχεία επικοινωνίας (διεύθυνση, τηλέφωνο, τ/α, η.τ.)
 Παναγιώτ. Χαϊδάκι, Νικόλαο, Νικόλαος, Φώκος Νικόλα, Μωρίς, Κώστας Αποστόλ Βασιλάκη, Κοσκινός

4. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΙΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΗΓΑΔΙΑ ΠΟΥ ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΣΑΣ

4.1 Συμπληρώστε τα παρακάτω στοιχεία για την κάθε δημοτική-κοινοτική γεώτρηση ή πηγάδι (ενεργό ή μη) που βρίσκεται κατά προτίμηση σε σχετικά κοντινή απόσταση από τον Αλφειό ποταμό ή παραπόταμο του (Εάν ο χώρος δεν επαρκεί, αναγράψατε τα επί πλέον στοιχεία σε πρόσθετη σελίδα):

α. Θέση: Δ.Σ. ΑΡΧ. ΒΟΥΛΙΑΝ Δ.Σ. ΜΙΦΕΙΚΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗ
 β. Γεώτρηση Πηγάδι
 γ. Υπάρχουν στοιχεία π.χ. τομή ΝΑΙ ΟΧΙ
 στάθμη ΝΑΙ ΟΧΙ
 αναλύσεις ποιότητας νερού ΝΑΙ ΟΧΙ
 Σε περίπτωση που υπάρχουν τα παραπάνω στοιχεία θα παρακαλούσαμε να μας τα διαθέσετε.

4.2 Αν γνωρίζετε αντίστοιχα στοιχεία για ιδιωτικές γεωτρήσεις ή πηγάδια πλησίον του Αλφειού παρακαλούμε να μας τα διαθέσετε ή να μας δώσετε στοιχεία ώστε να επικοινωνήσουμε με τον ιδιοκτήτη τους.
 Υπάρχουν πολλά ιδιωτικά πηγάδια στα Δ.Σ. Παναγιώτ., Νικόλαο, Μιφική

5. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ-ΑΠΟΨΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΛΦΕΙΟ ΠΟΤΑΜΟ

5.1 Τεραρχήστε έως πέντε σημαντικότερα προβλήματα ρύπανσης, υποβάθμισης ή άλλα που κατά τη γνώμη σας έχουν παρατηρηθεί ή παρατηρούνται στον Αλφειό ποταμό

1. ΣΚΥΛΙΑ
2. ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ
3. ΜΥΤΣΙΚΑ

5.2 Ποια μέτρα, κατά την άποψή σας, πρέπει να ληφθούν άμεσα για την προστασία του Αλφειού ποταμού από τη ρύπανση ή άλλη υποβάθμιση;

1. ΔΙΑΜΟΝΗ ΧΥΤΩΝ
2. ΕΡΕΥΝΟΓΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΑΠΛΑΣΜΑΤΩΝ
3. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ
4. ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ ΑΣΗ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ
5. ΕΡΕΥΝΑ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΣΤΑ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ Δ.Σ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ

Ευχαριστούμε πολύ, Χαρούμενα Χριστούγεννα και Καλή Χρονιά.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
 ΤΗΛ. 2610-996527, 996534 Τ/Ο. 2610-996573
 p.c.yannopoulos@upatras.gr; http://civil.upatras.gr

Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων
Πρόγραμμα ΠΥΘΑΓΟΡΑΣ ΙΙ/ΕΠΕΑΕΚ ΙΙ:
 Ανάπτυξη Μεθοδολογιών Χαμηλού Κόστους για Ταχεία
 Πρόβλεψη και Παρακολούθηση Ρύπανσης Ποταμών
 Επιστ. Υπεύθ.: Π. Γιαννόπουλος, Επικ. Καθηγητής

Ερωτηματολόγιο

Καταγραφή πηγών ρύπανσης στους Δήμους της λεκάνης απορροής του Αλφειού Ποταμού

1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΩΤΗΘΕΝΤΟΣ

Όνοματεπώνυμο	ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΜΠΟΡΑΣ		ΔΗΜΟΣ ΗΡΑΙΑΣ
Δήμος/Υπηρεσία	ΔΗΜΟΣ ΗΡΑΙΑΣ		
Θέση	ΑΝΤΙΔΗΜΑΡΧΟΣ		220 28 ΠΑΛΟΥΜΠΑ
ΤΗΛ.-Τ/Ο.-Η.Τ.	2795031117,4		
Ημερομηνία			

2. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ

2.1 Αναφέρετε τις πόλεις ή τους οικισμούς του Δήμου σας που διαθέτουν αποχετευτικό δίκτυο

Εκπορεύεται ρέμα για τον οικισμό των Ταφαικών Πηγών του Δ.Δ. Λουζιτών όπου προβλέπεται και Ε.Ε. Λ.

2.2 Αναφέρετε τις πόλεις, τα Δημοτικά Διαμερίσματα ή τους οικισμούς που έχουν ΕΕΛ*. Σε περίπτωση που η ΕΕΛ εξυπηρετεί περισσότερους από έναν οικισμούς παρακαλούμε να τους αναφέρετε.

Θέση/Όνομασία ΕΕΛ	Πόλη ή οικισμοί που εξυπηρετούνται
Δ.Δ. Λουζιτών Ηραίας	Ταφαικές Πηγές οικισμός του Δ.Δ.
Τοπωνύμιο: Θέση "Ρένια"	Λουζιτών Ηραίας
Αποδέκτης: Ρέμα Γκούρα	Μέχρι και Πηδουλάς: 1.200 άτομα.

2.3 Αναφέρετε τον αποδέκτη των επεξεργασμένων λυμάτων για κάθε ΕΕΛ

Θέση/Όνομασία ΕΕΛ Τοπωνύμιο: Θέση "Ρένια" με αποδέκτη το Ρέμα Γκούρα

α. Διάθεση στο έδαφος **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**

β. Άμεση διάθεση στον Αλφειό ποταμό **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**

γ. Διάθεση σε ρέμα **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**

Αν η απάντηση είναι **ΝΑΙ** το ρέμα συμβάλλει στον ποταμό Αλφειό **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**

Σε περίπτωση που η διάθεση των λυμάτων γίνεται στον Αλφειό ποταμό ή σε ρέμα παρακαλούμε προσδιορίστε τη θέση εκβολής και το όνομα του ρέματος

Η ακριβής θέση φαίνεται στο συννημένο χάρτη (συννημένο 1)

3. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΙΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ, ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΕΣ και ΑΓΡΟΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

3.1 Παρακαλούμε αναφέρετε τις βιομηχανικές-βιοτεχνικές δραστηριότητες που βρίσκονται στα όρια του Δήμου σας (π.χ. επεξεργασία τροφών, ελαιολιβεία, σφαγεία, τυροκομεία, ποιμνιοστάσια, βουστάσια κλπ καθώς και τουριστικές δραστηριότητες, όπως κάμπινγκ, ξενοδοχεία κλπ)

α/α	Είδος δραστηριότητας	Θέση	ΕΕΛ	Αποδέκτης
1	Ξενοδοχείο Γ' αψίς	Ταφαικές πηγές	ΝΑΙ <input checked="" type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>	Ρ. Γκούρα
2	Ενοικιαζόμενα δωμάτια	" / "	ΝΑΙ <input checked="" type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>	Ρ. Γκούρα
3	Ελαιολιβείο	Άγιος Γεώργιος	ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input checked="" type="checkbox"/>	
4	Ελαιολιβείο	Ράγες	ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input checked="" type="checkbox"/>	
5	Ποιμνιοστάσια	σε όλα τα Δ.Δ.	ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input checked="" type="checkbox"/>	

Η συνολική ρύπανση σε επίπεδο Δήμου φαίνεται στο συννημένο 2

* Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων

- 3.2 Αναφέρετε στοιχεία σχετικά με την γεωργική δραστηριότητα στην περιοχή του Δήμου
 α. Συνολικώς καλλιεργούμενη έκταση _____ στρέμματα
 β. Κύρια είδη που καλλιεργούνται

α/α	Είδος	Έκταση σε στρέμματα ή ποσοστό καλλιέργειας (%)

γ. Πληροφορίες σχετικά με τη χρήση λιπασμάτων (π.χ. είδος, ποσότητες)

δ. Υπάρχει στο Δήμο σας γεωργικός συνεταιρισμός; Αν ναι παρακαλούμε συμπληρώστε τα στοιχεία επικοινωνίας (διεύθυνση, τηλέφωνο, τ/ο., η.τ.)

ΟΧΙ

4. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΙΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΗΓΑΔΙΑ ΠΟΥ ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΣΑΣ

4.1 Συμπληρώστε τα παρακάτω στοιχεία για την κάθε δημοτική-κοινοτική γεώτρηση ή πηγάδι (ενεργό ή μη) που βρίσκεται κατά προτίμηση σε σχετικά κοντινή απόσταση από τον Αλφειό ποταμό ή παραποτάμους του (Εάν ο χώρος δεν επαρκεί, αναγράψτε τα επί πλέον στοιχεία σε πρόσθετη σελίδα):

- α. Θέση _____ (Συννημμένο 3)
 β. Γεώτρηση Πηγάδι
 γ. Υπάρχουν στοιχεία π.χ. τομή ΝΑΙ ΟΧΙ
 στάθμη ΝΑΙ ΟΧΙ
 αναλύσεις ποιότητας νερού ΝΑΙ ΟΧΙ

Σε περίπτωση που υπάρχουν τα παραπάνω στοιχεία θα παρακαλούσαμε να μας τα διαθέσετε.

4.2 Αν γνωρίζετε αντίστοιχα στοιχεία για ιδιωτικές γεωτρήσεις ή πηγάδια πλησίον του Αλφειού παρακαλούμε να μας τα διαθέσετε ή να μας δώσετε στοιχεία ώστε να επικοινωνήσουμε με τον ιδιοκτήτη τους.

5. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ-ΑΠΟΨΕΙΣ ΓΙΑ τον ΑΛΦΕΙΟ ΠΟΤΑΜΟ

5.1 Ιεραρχήσατε έως πέντε σημαντικότερα προβλήματα ρύπανσης, υποβάθμισης ή άλλα που κατά τη γνώμη σας έχουν παρατηρηθεί ή παρατηρούνται στον Αλφειό ποταμό

- Μέχρι το 1990 υπήρχαν ψάρια στον ποταμό Αλφειό ενώ τώρα υπάρχουν ελάχιστα.
- Τα διασποράζα το κολοκίρι δεν πίνουν νερό από το ποταμό.
- Άλλοι επιπλοκές είναι η τήραση των δέντρων που είναι κοινά στο ποταμό όπως κυπαρίσσια, καρυδιές, δούκεις κ.α.

5.2 Ποία μέτρα, κατά την άποψή σας, πρέπει να ληφθούν άμεσα για την προστασία του Αλφειού ποταμού από τη ρύπανση ή άλλη υποβάθμιση;

Η μεγαλύτερη ρύπανση οφείλεται στον Α.Η.Σ. Μεγαλόπολης γι' αυτό προτιμώμενη την εγκατάσταση φίλτρων ή αμιδιποστε έλδο είναι προεργασμένο να την βελτίωση της ρύπανσης.

Ευχαριστούμε πολύ. Χαρούμενα Χριστούγεννα και Καλή Χρονιά.

Συνυψήσιο 2Δήμος Αρσίου

Πρόβατα	4.870	
Γίδια	1.680	
Λόδι 2003	395.000 κλά	
Λίπατρα:	16-20	
	11-15-15	Ποσότητα 1 τν/ανά 80 σρέφρα.
	Θεική Αφώνια	
Φυτοφάρμακα:	Ελάχιστα	
Ελαιόδετρα:	10.000 σρέφρα	
Τριφύλλι	2.000 σρέφρα	

Βιολογικά

Ελαιόδετρα: 500 σρέφρα.

Συμπλήρωμα 3

Τοποθεσία (επιχειρησής)	Στάθμη	Αυραφική υγρα.
Παλαίφτια	-	Γραφείο Δήμου Τρίτουρας 6932-657194
Αράχωβα	±10	(υδρομετρή) 300 m ³ /ώρα
Λιοδώρα	-	-
Αγ. Γεωργίου	υποκατασκευή	-
Χρυσόχωρι	-	(αποστολή για υδρομετρή)
Αχιονόρι	±10	5.000 m ³ /24 ώρες
Πυργή (πλευρά Αδριακού)	υπό κατασκευή	6948-055459 (Πρόεδρος Τριμ. Ροζάνης) 27970-24688
Λουζρά (ανάπτυξη νερού)	υπό κατασκευή	3000 m ³ /ώρα

Ιδιώτες.

Λουζρά (Κοζίκας)	-	} κ. Λαυρινός (Πρόεδρος Τριμ. Ροζάνης) 6948-055459 25029-27970
- " - (Κοροβέσις)	-	
- " - (Πανόπουλος)	-	
Λώση (Θεοχάρης)	-	-
Αγ. Γεωργίου (Σταράκας) <small>Αθανάσιος</small>	-	6937-204810
Λώση (Γεωργίου)	-	-
- " - (Αντόκης)	-	-

ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΙΑΜΑΤΙΚΗΣ ΑΡΤΕΣΙΑΝΗΣ

ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ

ΛΟΥΤΡΩΝ ΗΡΑΙΑΣ

ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ-3

Βάθος γεώτρησης	:	414 μέτρα
Παροχή νερού	:	10 κυβικά μέτρα /ώρα
Θερμοκρασία νερού	:	20 °C
Ηλεκτρική Αγωγιμότητα	:	500 μ S / εκατοστόμετρο
Ολική Σκληρότητα (dh)	:	12,6 Γαλλικοί βαθμοί
pH	:	8,4
Υδρόθειο (H ₂ S)	:	5,88 χιλιοστά γραμμαρίου / λίτρο (mg/l)

ΚΑΤΙΟΝΤΑ

Ασβεστίου (Ca ⁺⁺)	:	17,5 χιλιοστά γραμμαρίου / λίτρο (mg/l)
Μαγνησίου (Mg ⁺⁺)	:	21,0 χιλιοστά γραμμαρίου / λίτρο (mg/l)
Νατρίου και Καλίου (Na ⁺ + K ⁺)	:	87,0 χιλιοστά γραμμαρίου / λίτρο (mg/l)

ΑΝΙΟΝΤΑ

Χλωρίου (Cl ⁻)	:	17,0 χιλιοστά γραμμαρίου / λίτρο (mg/l)
Θειικά (SO ₄ ⁻⁻)	:	11,0 χιλιοστά γραμμαρίου / λίτρο (mg/l)
Ανθρακικά (CO ₃ ⁻⁻ + HCO ₃ ⁻)	:	280 χιλιοστά γραμμαρίου / λίτρο (mg/l)
Νιτρικά (NO ₃ ⁻)	:	0,0 χιλιοστά γραμμαρίου / λίτρο (mg/l)

Παρατηρήσεις: Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε από το ΙΓΜΕ (Διεύθυνση
Θερμομεταλλικών νερών)



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
 ΤΗΛ. 2610-996527, 996534 Τ/Ο. 2610-996573
 p.c.vannopoulos@upatras.gr; http://civil.upatras.gr

Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων
Πρόγραμμα ΠΥΘΑΓΟΡΑΣ ΙΙ/ΕΠΕΑΕΚ ΙΙ:
 Ανάπτυξη Μεθοδολογιών Χαμηλού Κόστους για Ταχεία
 Πρόβλεψη και Παρακολούθηση Ρύπανσης Ποταμών
 Επιστ. Υπεύθ.: Π. Γιαννόπουλος, Επικ. Καθηγητής

Ερωτηματολόγιο

Καταγραφή πηγών ρύπανσης στους Δήμους της λεκάνης απορροής του Αλφειού Ποταμού

1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΩΤΗΘΕΝΤΟΣ

Όνοματεπώνυμο	ΤΣΙΟΤΡΑΣ ΚΩΝ/ΝΟΣ		
Δήμος/Υπηρεσία	Δ. ΤΡΟΠΑΙΩΝ.		
Θέση	ΔΗΜ. ΥΠΟΛΛΗΛΟΣ (ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΡΕ 9, Γ' βαθμους)		
ΤΗΛ.-Τ/Ο.-Η.Τ.	27970-22800	24402	
Ημερομηνία			

2. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ

2.1 Αναφέρετε τις πόλεις ή τους οικισμούς του Δήμου σας που διαθέτουν αποχετευτικό δίκτυο

ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΗ. ΟΙ ΚΑΤΟΙΚΟΙ ΕΞΥΠΗΡΕΤΟΥΝΤΑΙ
 ΜΕ ΟΙΚ. ΒΟΘΡΟΥΣ

2.2 Αναφέρετε τις πόλεις, τα Δημοτικά Διαμερίσματα ή τους οικισμούς που έχουν ΕΕΛ*. Σε περίπτωση που η ΕΕΛ εξυπηρετεί περισσότερους από έναν οικισμούς παρακαλούμε να τους αναφέρετε.

Θέση/Όνομασία ΕΕΛ	Πόλη ή οικισμοί που εξυπηρετούνται
	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΟΥΝ

2.3 Αναφέρετε τον αποδέκτη των επεξεργασμένων λυμάτων για κάθε ΕΕΛ

Θέση/Όνομασία ΕΕΛ	
α. Διάθεση στο έδαφος ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>	
β. Άμεση διάθεση στον Αλφειό ποταμό ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>	
γ. Διάθεση σε ρέμα ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>	
Αν η απάντηση είναι ΝΑΙ το ρέμα συμβάλλει στον ποταμό Αλφειό ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>	
<i>Σε περίπτωση που η διάθεση των λυμάτων γίνεται στον Αλφειό ποταμό ή σε ρέμα παρακαλούμε προσδιορίστε τη θέση εκβολής και το όνομα του ρέματος</i>	

3. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΙΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ, ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΕΣ και ΑΓΡΟΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

3.1 Παρακαλούμε αναφέρετε τις βιομηχανικές-βιοτεχνικές δραστηριότητες που βρίσκονται στα όρια του Δήμου σας (π.χ. επεξεργασία τροφών, ελαιοτριβεία, σφαγεία, τυροκομεία, ποιμνιοστάσια, βουστάσια κλπ καθώς και τουριστικές δραστηριότητες, όπως κάμπινγκ, ξενοδοχεία κλπ)

α/α	Είδος δραστηριότητας	Θέση	ΕΕΛ	Αποδέκτης
✓	ΥΠΟΛΛΗΛΟ	ΤΟΥΡΙΣΤΕΣ	ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input checked="" type="checkbox"/>	
	ΒΙΟΤΕΧΝΙΑ ΖΥΜΑΡΙΩΝ	ΤΡΟΠΑΙΑ	ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input checked="" type="checkbox"/>	
	-IK	-L	ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input checked="" type="checkbox"/>	
	-L	ΔΕΔΕΥΑΜΕΝΟ	ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input checked="" type="checkbox"/>	
✓	ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΟ	ΡΑΥΝΗ (1)	ΝΑΙ <input checked="" type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>	ΕΔΑΦΟΣ

* Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
 ΤΗΛ. 2610-996527, 996534 Τ/Ο. 2610-996573
 p.c.yannopoulos@upatras.gr; http://civil.upatras.gr

Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων
Πρόγραμμα ΠΥΘΑΓΟΡΑΣ ΙΙ/ΕΠΕΑΕΚ ΙΙ:
*Ανάπτυξη Μεθοδολογιών Χαμηλού Κόστους για Ταχεία
 Πρόβλεψη και Παρακολούθηση Ρύπανσης Ποταμών*
 Επιστ. Υπεύθ.: **Π. Γιαννόπουλος**, Επικ. Καθηγητής

Ερωτηματολόγιο

Καταγραφή πηγών ρύπανσης στους Δήμους της λεκάνης απορροής του Αλφειού Ποταμού

1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΩΤΗΘΕΝΤΟΣ

Όνοματεπώνυμο			
Δήμος/Υπηρεσία			
Θέση			
ΤΗΛ.-Τ/Ο.-Η.Τ.			
Ημερομηνία			

2. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ

2.1 Αναφέρετε τις πόλεις ή τους οικισμούς του Δήμου σας που διαθέτουν αποχετευτικό δίκτυο

ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ. ΟΙ ΚΑΤΟΙΚΟΙ ΕΞΥΠΗΡΕΤΟΥΝΤΑΙ
ΜΕ ΟΙ. ΒΟΘΡΟΥΣ

2.2 Αναφέρετε τις πόλεις, τα Δημοτικά Διαμερίσματα ή τους οικισμούς που έχουν ΕΕΛ*. Σε περίπτωση που η ΕΕΛ εξυπηρετεί περισσότερους από έναν οικισμούς παρακαλούμε να τους αναφέρετε.

Θέση/Όνομασία ΕΕΛ	Πόλη ή οικισμοί που εξυπηρετούνται
	<u>ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΟΥΝ</u>

2.3 Αναφέρετε τον αποδέκτη των επεξεργασμένων λυμάτων για κάθε ΕΕΛ

Θέση/Όνομασία ΕΕΛ			
α. Διάθεση στο έδαφος	ΝΑΙ <input type="checkbox"/>	ΟΧΙ <input type="checkbox"/>	
β. Άμεση διάθεση στον Αλφειό ποταμό	ΝΑΙ <input type="checkbox"/>	ΟΧΙ <input type="checkbox"/>	
γ. Διάθεση σε ρέμα	ΝΑΙ <input type="checkbox"/>	ΟΧΙ <input type="checkbox"/>	
Αν η απάντηση είναι ΝΑΙ το ρέμα συμβάλλει στον ποταμό Αλφειό ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>			
<i>Σε περίπτωση που η διάθεση των λυμάτων γίνεται στον Αλφειό ποταμό ή σε ρέμα παρακαλούμε προσδιορίστε τη θέση εκβολής και το όνομα του ρέματος</i>			

3. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΙΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ, ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΕΣ και ΑΓΡΟΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

3.1 Παρακαλούμε αναφέρετε τις βιομηχανικές-βιοτεχνικές δραστηριότητες που βρίσκονται στα όρια του Δήμου σας (π.χ. επεξεργασία τροφών, ελαιολιβεία, σφαγεία, τυροκομεία, ποιμνιοστάσια, βουστάσια κλπ καθώς και τουριστικές δραστηριότητες, όπως κάμπινγκ, ξενοδοχεία κλπ)

a/a	Είδος δραστηριότητας	Θέση	ΕΕΛ	Αποδέκτης
✓	<u>ΕΛΑΙΟΦΡΙΒΕΛΙΟ</u>	<u>ΔΑΦΝΗ (2)</u>	ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input checked="" type="checkbox"/>	
+	<u>-L</u>	<u>ΚΑΡΕΛΙΤΣΑ</u>	ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input checked="" type="checkbox"/>	
✓	<u>-L</u>	<u>ΤΟΥΜΟΙ ΤΣΙ</u>	ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input checked="" type="checkbox"/>	
✓	<u>-L</u>	<u>ΚΑΛΛΙΑΝΙ</u>	ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input checked="" type="checkbox"/>	
	<u>ΕΚΘΙΩΙΑΖΟΜΕΝΑ ΔΙΑΜ.</u>	<u>ΣΤΑΥΡΟΡΡΟΜΙ (1)</u>	ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input checked="" type="checkbox"/>	

<1.Α.6

* Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
 ΤΗΛ. 2610-996527, 996534 Τ/Ο. 2610-996573
 p.c.yannopoulos@upatras.gr; http://civil.upatras.gr

Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων
Πρόγραμμα ΠΥΘΑΓΟΡΑΣ ΙΙ/ΕΠΕΑΕΚ ΙΙ:
*Ανάπτυξη Μεθοδολογιών Χαμηλού Κόστους για Ταχεία
 Πρόβλεψη και Παρακολούθηση Ρύπανσης Ποταμών*
 Επιστ. Υπεύθ.: **Π. Γιαννόπουλος, Επικ. Καθηγητής**

Ερωτηματολόγιο

Καταγραφή πηγών ρύπανσης στους Δήμους της λεκάνης απορροής του Αλφειού Ποταμού

1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΩΤΗΘΕΝΤΟΣ

Όνοματεπώνυμο	
Δήμος/Υπηρεσία	
Θέση	
ΤΗΛ.-Τ/Ο.-Η.Τ.	
Ημερομηνία	

2. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ

2.1 Αναφέρετε τις πόλεις ή τους οικισμούς του Δήμου σας που διαθέτουν αποχετευτικό δίκτυο

ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ. ΟΙ ΚΑΤΟΙΚΟΙ ΕΞΥΠΗΡΕΤΟΥΝΤΑΙ
ΜΕ ΟΙ.Κ. ΒΟΘΡΟΥΣ

2.2 Αναφέρετε τις πόλεις, τα Δημοτικά Διαμερίσματα ή τους οικισμούς που έχουν ΕΕΛ*. Σε περίπτωση που η ΕΕΛ εξυπηρετεί περισσότερους από έναν οικισμούς παρακαλούμε να τους αναφέρετε.

Θέση/Όνομασία ΕΕΛ	Πόλη ή οικισμοί που εξυπηρετούνται
	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΟΥΝ

2.3 Αναφέρετε τον αποδέκτη των επεξεργασμένων λυμάτων για κάθε ΕΕΛ

Θέση/Όνομασία ΕΕΛ
α. Διάθεση στο έδαφος ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>
β. Άμεση διάθεση στον Αλφειό ποταμό ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>
γ. Διάθεση σε ρέμα ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>
Αν η απάντηση είναι ΝΑΙ το ρέμα συμβάλλει στον ποταμό Αλφειό ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>
<i>Σε περίπτωση που η διάθεση των λυμάτων γίνεται στον Αλφειό ποταμό ή σε ρέμα παρακαλούμε προσδιορίστε τη θέση εκβολής και το όνομα του ρέματος</i>

3. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΙΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ, ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΕΣ και ΑΓΡΟΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

3.1 Παρακαλούμε αναφέρετε τις βιομηχανικές-βιοτεχνικές δραστηριότητες που βρίσκονται στα όρια του Δήμου σας (π.χ. επεξεργασία τροφών, ελαιολιβεία, σφαγεία, τυροκομεία, ποιμνιοστάσια, βουστάσια κλπ καθώς και τουριστικές δραστηριότητες, όπως κάμπινγκ, ξενοδοχεία κλπ)

α/α	Είδος δραστηριότητας	Θέση	ΕΕΛ	Αποδέκτης
	ΕΜΠΙΣΤΑΣΟΜΕΝΑ ΔΙΑΜ.	ΣΤΑΥΡΟΔΡΟΜΙ (2)	ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input checked="" type="checkbox"/>	
	-L	ΚΑΛΙΤΑΝΙ	ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input checked="" type="checkbox"/>	
	ΧΟΙΡΟΣΦΟΡΕΙΟ	ΝΕΟΧΩΡΙ	ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input checked="" type="checkbox"/>	200 χοίροι
	-L	ΡΑΧΕ	ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input checked="" type="checkbox"/>	50 χοίροι
			ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>	

* Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων

ΚΑΘΩ ΧΡΟΜΟ ΜΕΙΩΝΕΝΤΑΙ ΟΙ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΕΠΙΤΑΞΕΙ,

- 3.2 Αναφέρετε στοιχεία σχετικά με την γεωργική δραστηριότητα στην περιοχή του Δήμου
α. Συνολικώς καλλιεργούμενη έκταση 28.400 στρέμματα
β. Κύρια είδη που καλλιεργούνται

a/a	Είδος	Έκταση σε στρέμματα ή ποσοστό καλλιέργειας (%)
1	ΕΛΑΙΟΔΕΝΔΡΑ	17.530 (Ελαιολαϊκήσιτες)
2	ΚΑΡΠΟΦΟΡΑ ΔΕΝΔΡΑ	230
3	ΑΜΜΟΛΙΑ	500

γ. Πληροφορίες σχετικά με τη χρήση λιπασμάτων (π.χ. είδος, ποσότητες)

ΚΑΘΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΜΗ ΠΡΟΣΙΜΑ ΧΟΜΟΣΙΜΟΠΟΙΩΜΕΝΑ: 100 ΤΝ- ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ. (ΠΛΩ: 11-15-15, ->)
~~ΣΥΝΟΛΙΚΟ~~
 Η ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ ΓΙΝΕΤΑΙ ΜΕΡΙΣ 50 ΦΘΙΝΟΠΕΡΟ / ΜΙΤΙΜΗ ΑΜΜΟΛΙΑ ->
 δ. Υπάρχει στο Δήμο σας γεωργικός συνεταιρισμός; Αν ναι παρακαλούμε συμπληρώστε τα στοιχεία επικοινωνίας (διεύθυνση, τηλέφωνο, τ/ο., η.τ.)

ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΑΡΡ. ΣΥΝΓΕΤΑΡΙΣΜΟΙ. (ΑΝΕΝΕΡΓΟΙ) ->

4. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΙΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΗΓΑΔΙΑ ΠΟΥ ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΣΑΣ

4.1 Συμπληρώστε τα παρακάτω στοιχεία για την κάθε δημοτική-κοινοτική γεώτρηση ή πηγάδι (ενεργό ή μη) που βρίσκεται κατά προτίμηση σε σχετικά κοντινή απόσταση από τον Αλφειό ποταμό ή παραποτάμους του (Εάν ο χώρος δεν επαρκεί, αναγράψατε τα επί πλέον στοιχεία σε πρόσθετη σελίδα):

- α. Θέση _____
 β. Γεώτρηση Πηγάδι
 γ. Υπάρχουν στοιχεία π.χ. τομή ΝΑΙ ΟΧΙ
 στάθμη ΝΑΙ ΟΧΙ
 αναλύσεις ποιότητας νερού ΝΑΙ ΟΧΙ

Σε περίπτωση που υπάρχουν τα παραπάνω στοιχεία θα παρακαλούσαμε να μας τα διαθέσετε.

- 4.2 Αν γνωρίζετε αντίστοιχα στοιχεία για ιδιωτικές γεωτρήσεις ή πηγάδια πλησίον του Αλφειού παρακαλούμε να μας τα διαθέσετε ή να μας δώσετε στοιχεία ώστε να επικοινωνήσουμε με τον ιδιοκτήτη τους.

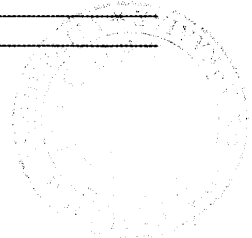
5. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ-ΑΠΟΨΕΙΣ ΓΙΑ τον ΑΛΦΕΙΟ ΠΟΤΑΜΟ

5.1 Ιεραρχήσατε έως πέντε σημαντικότερα προβλήματα ρύπανσης, υποβάθμισης ή άλλα που κατά τη γνώμη σας έχουν παρατηρηθεί ή παρατηρούνται στον Αλφειό ποταμό

5.2 Ποία μέτρα, κατά την άποψή σας, πρέπει να ληφθούν άμεσα για την προστασία του Αλφειού ποταμού από τη ρύπανση ή άλλη υποβάθμιση;

Ευχαριστούμε πολύ. Χαρούμενα Χριστούγεννα και Καλή Χρονιά.

ΧΡΗΣΗ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ ΔΕΝ ΠΑΡΑΤΗΡΕΙΤΑΙ
 ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ. ΜΕΓΑΛΗ ΧΡΗΣΗ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΩΝ
 ΦΑΡΜΑΚΩΝ.



- 3.2 Αναφέρετε στοιχεία σχετικά με την γεωργική δραστηριότητα στην περιοχή του Δήμου
 α. Συνολικώς καλλιεργούμενη έκταση _____ στρέμματα
 β. Κύρια είδη που καλλιεργούνται

α/α	Είδος	Έκταση σε στρέμματα ή ποσοστό καλλιέργειας (%)
4	ΞΙΤΗΡΑ (ΓΙΑ ΚΑΡΝΟ ΨΩΤΟΤΡΟΦΗ)	8.000
5	ΆΛΙΑ ΕΛΜΟΘΟΤΙΑ ΨΥΤΑ	2.000
6	ΚΗΛΕΥΤΙΑ	200

γ. Πληροφορίες σχετικά με τη χρήση λιπασμάτων (π.χ. είδος, ποσότητες)
 → ΠΡΕΤΕΡΟΘΙΝΗ ΑΜΥΛΙΑ, ΒΟΡΑΙΑΣ.

δ. Υπάρχει στο Δήμο σας γεωργικός συνεταιρισμός; Αν ναι παρακαλούμε συμπληρώστε τα στοιχεία επικοινωνίας (διεύθυνση, τηλέφωνο, τ/ο., η.τ.)

→ ΛΕΙΨΟΥΡΣΙ ΜΟΝΟ Ο Α.Α.Ε. ΧΩΡΑΣ (27970-22175).

4. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΙΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΗΓΑΔΙΑ ΠΟΥ ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΣΑΣ

4.1 Συμπληρώστε τα παρακάτω στοιχεία για την κάθε δημοτική-κοινοτική γεώτρηση ή πηγάδι (ενεργό ή μη) που βρίσκεται κατά προτίμηση σε σχετικά κοντινή απόσταση από τον Αλφειό ποταμό ή παραποτάμους του (*Εάν ο χώρος δεν επαρκεί, αναγράψατε τα επί πλέον στοιχεία σε πρόσθετη σελίδα*):

- α. Θέση _____
 β. Γεώτρηση Πηγάδι
 γ. Υπάρχουν στοιχεία π.χ. τομή **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**
 στάθμη **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**
 αναλύσεις ποιότητας νερού **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**

Σε περίπτωση που υπάρχουν τα παραπάνω στοιχεία θα παρακαλούσαμε να μας τα διαθέσετε.

4.2 Αν γνωρίζετε αντίστοιχα στοιχεία για ιδιωτικές γεωτρήσεις ή πηγάδια πλησίον του Αλφειού παρακαλούμε να μας τα διαθέσετε ή να μας δώσετε στοιχεία ώστε να επικοινωνήσουμε με τον ιδιοκτήτη τους.

5. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ-ΑΠΟΨΕΙΣ ΓΙΑ τον ΑΛΦΕΙΟ ΠΟΤΑΜΟ

5.1 Ιεραρχήσατε έως πέντε σημαντικότερα προβλήματα ρύπανσης, υποβάθμισης ή άλλα που κατά τη γνώμη σας έχουν παρατηρηθεί ή παρατηρούνται στον Αλφειό ποταμό

5.2 Ποία μέτρα, κατά την άποψή σας, πρέπει να ληφθούν άμεσα για την προστασία του Αλφειού ποταμού από τη ρύπανση ή άλλη υποβάθμιση;

ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΣΙΝΟΥΝ ΕΤΙΜ ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ
ΑΠΟΣΤΡΟΦΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΜΙΤΡΙΑΣΕΩΝ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ, ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ
ΣΑΙΩΝ, ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΥΔΡΟΦΟΡΟΥ ΟΡΙΖΟΝΤΑ ΣΤΙΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ
ΩΝΤΑ ΣΤΟΥΣ ΠΟΤΑΜΟΥΣ ΛΑΔΕΩΝΑ, ΑΛΦΕΙΟ, ΕΡΥΜΑΝΘΟ.
ΕΝΚΛΙΜΑΤΩΣΗ ΙΔΙΩΤΩΝ ΒΙΟΤΕΧΝΩΝ ΓΙΑ ΕΙΣΑΓΑΓΕΣ ΚΑΙ Ε.Ε.Λ

Ευχαριστούμε πολύ. Χαρούμενα Χριστούγεννα και Καλή Χρονιά.

- 3.2 Αναφέρετε στοιχεία σχετικά με την γεωργική δραστηριότητα στην περιοχή του Δήμου
 α. Συνολικώς καλλιεργούμενη έκταση _____ στρέμματα
 β. Κύρια είδη που καλλιεργούνται

α/α	Είδος	Έκταση σε στρέμματα ή ποσοστό καλλιέργειας (%)
7	ΑΙΓΟΠΡΟΒΑΤΑ	17.000
8	ΧΟΙΡΟΤΡΟΦΙΑ	250 ΧΥΙΡΟΜΗΤΕΡΕΙ.

γ. Πληροφορίες σχετικά με τη χρήση λιπασμάτων (π.χ. είδος, ποσότητες)

δ. Υπάρχει στο Δήμο σας γεωργικός συνεταιρισμός; Αν ναι παρακαλούμε συμπληρώστε τα στοιχεία επικοινωνίας (διεύθυνση, τηλέφωνο, τ/ο., η.τ.)

4. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΙΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΗΓΑΔΙΑ ΠΟΥ ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΣΑΣ

4.1 Συμπληρώστε τα παρακάτω στοιχεία για την κάθε δημοτική-κοινοτική γεώτρηση ή πηγάδι (ενεργό ή μη) που βρίσκεται κατά προτίμηση σε σχετικά κοντινή απόσταση από τον Αλφειό ποταμό ή παραποτάμους του (*Εάν ο χώρος δεν επαρκεί, αναγράψατε τα επί πλέον στοιχεία σε πρόσθετη σελίδα*):

- α. Θέση _____
 β. Γεώτρηση Πηγάδι
 γ. Υπάρχουν στοιχεία π.χ. τομή **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**
 στάθμη **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**
 αναλύσεις ποιότητας νερού **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**

Σε περίπτωση που υπάρχουν τα παραπάνω στοιχεία θα παρακαλούσαμε να μας τα διαθέσετε.

4.2 Αν γνωρίζετε αντίστοιχα στοιχεία για ιδιωτικές γεωτρήσεις ή πηγάδια πλησίον του Αλφειού παρακαλούμε να μας τα διαθέσετε ή να μας δώσετε στοιχεία ώστε να επικοινωνήσουμε με τον ιδιοκτήτη τους.

5. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ-ΑΠΟΦΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΛΦΕΙΟ ΠΟΤΑΜΟ

5.1 Ιεραρχήσατε έως πέντε σημαντικότερα προβλήματα ρύπανσης, υποβάθμισης ή άλλα που κατά τη γνώμη σας έχουν παρατηρηθεί ή παρατηρούνται στον Αλφειό ποταμό

5.2 Ποία μέτρα, κατά την άποψή σας, πρέπει να ληφθούν άμεσα για την προστασία του Αλφειού ποταμού από τη ρύπανση ή άλλη υποβάθμιση;

Ευχαριστούμε πολύ. Χαρούμενα Χριστούγεννα και Καλή Χρονιά.

ΥΠΑΡΧΟΥΝ 300 ΕΜΜΕΤΑΛΕΥΣΕΙΣ ΕΣΤΙΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ, ΜΕ ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΡΙΘΜΟ ΑΙΓΟΠΡΟΒΑΤΩΝ 17.000. ΕΓΓΙΑΜΙΑ ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ Ε.Ε.Λ.

ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ