

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ  
ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«Ανάλυση των ανθρωπογενών πιέσεων και επιπτώσεων σε ποτάμιο  
οικοσύστημα. Προκαταρκτική εφαρμογή της Οδηγίας – πλαίσιο  
2000/60»**

**Κολίτσας Απόστολος**

**ΒΟΛΟΣ 2011**

**«Ανάλυση των ανθρωπογενών πιέσεων και επιπτώσεων σε ποτάμιο οικοσύστημα.  
Προκαταρκτική εφαρμογή της Οδηγίας – πλαίσιο 2000/60»**

**Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή :**

**1) Χρήστος Νεοφύτου**, Καθηγητής, Ιχθυολογίας - Υδροβιολογίας, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Επιβλέπων**.

**2) Ιφιγένεια Κάγκαλου**, Επίκουρος Καθηγήτρια, Υδρολογίας - Λιμνολογίας και Ποταμολογίας, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Μέλος**.

**3) Στεργιανή Ματσιώρη**, Λέκτορας, Εκτιμητικής Φυσικών Πόρων, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Μέλος**.

*Στον πατέρα μου Δημήτριο Κολίτσα*

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους αυτούς τους ανθρώπους που συνέβαλαν στο να φέρω σε πέρας την παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επιβλέποντα της εργασίας αυτής καθηγητή κ. Χρήστο Νεοφύτου για την πολύτιμη βοήθειά του και τη διαρκή υποστήριξή του, κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας, καθώς και τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής μου, αποτελούμενη από τους 1) κ. Χρήστο Νεοφύτου, 2) κα. Ιφιγένεια Κάγκαλου και 3) κα. Στεριανή Ματσιώρη, για τις χρήσιμες συμβουλές τους και την καθοδήγησή τους σε όλα τα στάδια διεκπεραίωσης της εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην οικογένεια μου και στους φίλους μου για την αμέριστη συμπαράσταση, βοήθεια και προ πάντων κατανόηση και ανοχή καθ' όλο το χρονικό διάστημα των σπουδών μου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η νέα *Οδηγία Πλαίσιο 2000/60* για την προστασία των υδάτινων οικοσυστημάτων, συνιστά μια αναθεώρηση της πολιτικής που ακολουθούνταν μέχρι τώρα από τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με το πρόβλημα της διαχείρισης των υδάτινων οικοσυστημάτων. Σκοπός αυτής της εργασίας ήταν η μελέτη και ανάδειξη των διαφόρων ανθρωπογενών δραστηριοτήτων που επιβαρύνουν και απειλούν τη βιωσιμότητα των ποτάμιων οικοσυστημάτων σε επίπεδο υδρολογικής λεκάνης υπό το πρίσμα της νέας *Οδηγίας Πλαίσιο*.

Ως συγκεκριμένη περιοχή μελέτης επιλέχθηκε η λεκάνη απορροής του ποταμού Καλαμά της Ηπείρου. Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε βασίζεται στο μοντέλο **Driving forces – Pressures – States – Impacts – Responses (DPSIR)**, το οποίο εφαρμόστηκε για το συγκεκριμένο οικοσύστημα.

Για τον παραπάνω σκοπό συλλέχθηκαν δεδομένα από βιβλιογραφικές πηγές, η επεξεργασία των οποίων έγινε με βάση το μοντέλο DPSIR. Από την εφαρμογή του μοντέλου προέκυψε ότι οι σημαντικότερες πιέσεις που ασκούνται στην περιοχή μελέτης είναι η υπερβόσκηση, η απόθεση ρυπαντικού φορτίου από τη γεωργία και την κτηνοτροφία, οι εκχερσώσεις και η αλλοίωση του οικοσυστήματος λόγω ανθρωπογενών τροποποιήσεων. Συνεπώς, απαιτείται σωστότερη διαχείριση σε επίπεδο υδρολογικής λεκάνης, προκειμένου η οικολογική του κατάσταση να συμβαδίζει με τους στόχους της *Οδηγίας Πλαίσιο (2000/60)*.

### Λέξεις κλειδιά:

Λεκάνη απορροής, DPSIR, διαχείριση, ποταμός Καλαμάς

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
1.1 Υδρολογική Λεκάνη: Έννοια – Ιστορικά Στοιχεία .....	10
1.2 Διαχείριση Υδάτων Υδρολογικής Λεκάνης .....	11
1.2.1 Γενικές Αρχές Διαχείρισης.....	12
1.2.2 Στόχοι και Κανόνες Διαχείρισης Υδάτινων Πόρων .....	13
1.2.3 Φορείς Υλοποίησης Διαχείρισης Υδάτινων Πόρων.....	13
1.2.4 Εξοικονόμηση Υδάτινων Πόρων.....	14
1.3 Οι Ανθρωπογενείς Πιέσεις που Δέχονται οι Υδρολογικές Λεκάνες.....	16
1.3.1 Γεωργία.....	16
1.3.2 Κτηνοτροφία.....	18
1.3.3 Βιομηχανία .....	18
1.3.4 Αστικά Λύματα.....	18
1.4 Προκαταρκτική Εφαρμογή της Οδηγίας Πλαίσιο 2000/60.....	19
1.4.1 Η Φιλοσοφία της Οδηγίας Πλαίσιο 2000/60 .....	19
1.4.2 Η Διαχείριση των Υδάτινων Πόρων Βάσει της Οδηγίας Πλαίσιο 2000/60 .....	20
1.4.3 Παρουσίαση Οικολογικής Ποιότητας σύμφωνα με την Οδηγία Πλαίσιο 2000/60 .....	24
1.5 Το Μοντέλο DPSIR.....	27
1.5.1 Περιβαλλοντικοί Δείκτες.....	27
1.5.2 Περιγραφή του Μοντέλου DPSIR.....	28
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	33
2.1 Η περιοχή μελέτης - γενικά χαρακτηριστικά .....	33
2.2 Μεθοδολογία .....	35
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	36

3.1 Τυπολογία.....	36
3.1.1 Οριοθέτηση.....	36
3.1.2 Γεωμορφολογία .....	36
3.1.3 Υδρογεωλογία.....	37
3.1.4 Υδρολογία.....	37
3.1.5 Κλιματολογία.....	39
3.2 Εφαρμογή του Μοντέλου DPSIR.....	40
3.2.1 Κατευθυντήριες Δυνάμεις .....	40
3.2.2 Πιέσεις .....	45
3.2.3 Κατάσταση και επιπτώσεις.....	49
3.2.4 Ανάδραση – Απόκριση .....	65
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	71
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	72
6. ABSTRACT .....	78



## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το εκτενές και πολυσύνθετο πρόβλημα της διαχείρισης των υδάτινων οικοσυστημάτων αποτελούσε πάντοτε ένα σημαντικότερο ζήτημα το οποίο έχρηζε μιας επιτακτικής λύσης σε διεθνές επίπεδο. Τα υψηλά πρότυπα που έχουν τεθεί εδώ και αρκετά χρόνια από την Ευρωπαϊκή Ένωση, όσον αφορά τα μέτρα που θα πρέπει να ληφθούν για την προστασία των υδάτινων οικοσυστημάτων και γενικά τη σωστή διαχείριση των υδάτινων πόρων, έχουν αντιμετωπιστεί άλλοτε με το δέοντα σεβασμό και άλλοτε έχουν αγνοηθεί εντελώς. (Reena 2000)

Η νέα *Οδηγία Πλαίσιο 2000/60* για την προστασία των υδάτινων οικοσυστημάτων είναι το αποτέλεσμα μιας ανάγκης για μια θεμελιακή αναθεώρηση της πολιτικής που ακολουθούνταν μέχρι τώρα όσον αφορά το συγκεκριμένο θέμα. Όλα τα Κράτη-Μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης οφείλουν να συμμορφώνονται με το κοινό νομοθετικό πλαίσιο και να επιβάλλουν αποτελεσματικές, αναλογικές και αποτρεπτικές κυρώσεις σε περίπτωση παραβάσεων της οδηγίας πλαίσιο.

Σκοπός της παρούσας διατριβής ήταν:

- α) η μελέτη και ανάλυση των διαφόρων ανθρωπογενών δραστηριοτήτων που επιβαρύνουν και απειλούν τη βιωσιμότητα των ποτάμιων οικοσυστημάτων σε επίπεδο υδρολογικής λεκάνης,
- β) ο σχολιασμός των καινούριων μέτρων που εισήχθησαν με τη νέα *Οδηγία Πλαίσιο*. Ως περίπτωση μελέτης έχει χρησιμοποιηθεί ο ποταμός Καλαμάς της Ηπείρου.

Η δομή της εργασίας αυτής χωρίστηκε σε τρία κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο περιγράφονται οι πιέσεις και επιπτώσεις που μπορεί να έχουν οι διάφορες ανθρωπογενείς δραστηριότητες στα ποτάμια οικοσυστήματα καθώς και οι απειλές που

προκύπτουν προς αυτά. Επίσης, έγινε αναφορά στο θέμα της διαχείρισης των υδάτων της υδρολογικής λεκάνης. Στη συνέχεια έγινε παρουσίαση της *Οδηγίας Πλαίσιο (2000/60)* της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Τέλος, έγινε περιγραφή του μοντέλου DPSIR.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται ο ποταμός Καλαμάς, ως περίπτωση μελέτης στην Ελλάδα καθώς και η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε στην εργασία.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται η τυπολογία της περιοχής και επιχειρείται η εφαρμογή του μοντέλου ανάλυσης DPSIR.

### **1.1 Υδρολογική Λεκάνη: Έννοια – Ιστορικά Στοιχεία**

Η υδρολογική λεκάνη είναι μία περιοχή της επιφάνειας της γης, στην οποία συγκεντρώνονται ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα που στη συνέχεια καταλήγουν σε έναν αποδέκτη. Ο αποδέκτης μπορεί να είναι ένα ποτάμι που καταλήγει στη θάλασσα, ένας χείμαρρος ή μία λίμνη, όπου συγκεντρώνεται το νερό και εξατμίζεται, ή απορροφάται από το έδαφος. (Manariotis & Yannopoulos 2004)

Το 50% περίπου των λεκανών απορροής των ποταμών παγκοσμίως σήμερα είναι διακρατικές και σ' αυτές κατοικεί περισσότερο από το 40% του πληθυσμού της γης. Το γεγονός αυτό καθιστά τις λεκάνες αυτές χώρους συγκρούσεων αλλά και συνεργασίας για την χρήση των υδάτινων πόρων. Από την αρχαιότητα ακόμη έχουμε τις πρώτες συμφωνίες για τη διευθέτηση προβλημάτων σχετικών με τις χρήσεις του νερού. Από τις αρχές ωστόσο του προηγούμενου αιώνα αρχίζει η ανάπτυξη του νομικού πλαισίου που κατέληξε στη διαμόρφωση του Δικαίου των Ποταμών. (Mederith & Wolf 2002)

Η αποδοχή της έννοιας της λεκάνης απορροής οδήγησε στην αλλαγή της θεώρησης των ποταμών ως αυτόνομων μονάδων, δίνοντας ευρύτερη διάσταση στην

αντιμετώπιση των σχετικών προβλημάτων. Αποτέλεσμα της βασικής αυτής μεταβολής ήταν η παραγωγή μεγάλου αριθμού διμερών συμφωνιών, που κύριο χαρακτηριστικό τους είναι το ότι η λεκάνη αντιμετωπίζεται ως σύνολο και επομένως η διαχείρισή της γίνεται στα πλαίσια διακρατικής συνεργασίας. (Levis *et al.* 1989)

## 1.2 Διαχείριση Υδάτων Υδρολογικής Λεκάνης

Το νερό είναι ένας μοναδικός και αναντικατάστατος φυσικός πόρος, ο οποίος είναι απαραίτητος για την ανάπτυξη και τη συντήρηση της ζωής στον πλανήτη. Γενικά, όταν γίνεται αναφορά στη διαχείριση των υδάτινων πόρων, το νερό θεωρείται αφ' ενός ως περιβαλλοντολογικό στοιχείο, αφ' ετέρου ως οικονομικό αγαθό, ανάλογα πάντα με το κριτήριο που χρησιμοποιείται ή / και με το στόχο της διαχείρισης. Πρόκειται για ένα φυσικό αγαθό που όχι μόνο δε διατίθεται σε απεριόριστες ποσότητες, αλλά και που η διαθεσιμότητά του πολλές φορές είναι ανεπαρκής, τουλάχιστον σε κάποιες περιοχές και σε κάποιες χρονικές περιόδους, με τις όποιες συνέπειες μπορεί να έχει αυτό, στο βιοτικό επίπεδο και στην ανάπτυξη των κατά τόπων πληθυσμών (Biswas 1976).

Η ραγδαία ανάπτυξη που παρατηρείται στους διαφόρους τομείς της βιομηχανίας και της βιοτεχνίας αλλά και άλλων τομέων, με κυριότερο χαρακτηριστικό παράδειγμα τη γεωργία με τα ψηλά ποσοστά κατανάλωσης ύδατος για τα διάφορα αρδευτικά έργα, καθώς επίσης και τις υψηλές και συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις για την ύδρευση των αστικών πληθυσμών, συνεπάγεται την όλο και μεγαλύτερη δαπάνη και επομένως τη ζήτηση αυτού του φυσικού πόρου. Το πρόβλημα, όμως, που τίθεται είναι ότι η όλο και αυξανόμενη αυτή ζήτηση δεν είναι δυνατόν να ικανοποιείται πάντα, μιας και η ανάλογη προσφορά είναι περιορισμένη. Μάλιστα, αν μελετηθεί το θέμα με βάση τον ετήσιο

εποχιακό κύκλο, θα φανεί πως, κατά κανόνα, οι χρονικές περίοδοι κατά τις οποίες παρατηρείται η μέγιστη ζήτηση του νερού, συμπίπτουν με τις χρονικές περιόδους κατά τις οποίες η προσφορά είναι ελάχιστη και το αντίστροφο. Αναφερόμαστε φυσικά στις θερινές και τις χειμερινές περιόδους του έτους, κατά τις οποίες παρατηρούνται αντίστοιχα αυξημένα φαινόμενα ξηρασίας και συχνές βροχοπτώσεις ή χιονοπτώσεις. Εκτός αυτού, παρατηρείται συνήθως και μια επίσης αντίστροφη σχέση μεταξύ της πληθυσμιακής πυκνότητας (και επομένως και της οικονομικής δραστηριότητας) και της διαθεσιμότητας του νερού (Walling & Gregory 1983).

Όλα τα παραπάνω σχετικά με την αξία και την περιορισμένη διαθεσιμότητα σε συνάρτηση με την αυξημένη ζήτηση του νερού, καθιστούν απαραίτητη την ανάπτυξη αποτελεσματικών μεθόδων για τη διαχείρισή του, που θα αποτελούν βιώσιμες και όχι προσωρινές λύσεις (Goodman 1984).

### **1.2.1 Γενικές Αρχές Διαχείρισης**

Ως διαχείριση υδάτινων πόρων, νοείται μια δυναμική διαδικασία που αποβλέπει στην πληρέστερη δυνατή κάλυψη των σημερινών και των μελλοντικών αναγκών για κάθε χρήση, με βάση έναν ορθολογικό προγραμματισμό που στηρίζεται σε αντικειμενικά κριτήρια και διαδικασίες. Στα πλαίσια της διαχείρισης υδάτινων πόρων ετοιμάζονται σχέδια σε εθνικό και περιφερειακό επίπεδο που εξασφαλίζουν τη βέλτιστη χρήση του νερού σήμερα αλλά και στο μέλλον (Τσακίρης 1995).

Η διαχείριση υδάτινων πόρων είναι μια συνεχής διαδικασία με χρονικό ορίζοντα πολύ μεγαλύτερο από τη μελέτη, την κατασκευή και τη διάρκεια ζωής ενός υδραυλικού έργου. Επίσης, η διαχείριση υδάτινων πόρων αναφέρεται σε έκταση που καλύπτει περισσότερα του ενός υδραυλικά έργα. Άρα, παρά το γεγονός ότι χρονικά προηγήθηκαν

τα διάφορα υδραυλικά έργα, η διαχείριση υδάτινων πόρων υπερέχει όσον αφορά στο χρόνο και στο χώρο των υδραυλικών έργων και επομένως είναι ιεραρχικά υψηλότερα (Τσακίρης 1995).

### 1.2.2 Στόχοι και Κανόνες Διαχείρισης Υδάτινων Πόρων

Οι στόχοι της διαχείρισης υδάτινων πόρων είναι συνοπτικά οι εξής (Υπουργείο Ανάπτυξης 2003):

- Να προμηθεύσει νερό επαρκούς ποσότητας και κατάλληλης ποιότητας για την κατά το δυνατόν πληρέστερη ικανοποίηση των οικιακών, αγροτικών, βιομηχανικών, ενεργειακών και λοιπών αναγκών.
- Να προστατεύσει τους υδατικούς πόρους από τη ρύπανση και την μόλυνση.
- Να παρέχει ικανοποιητική προστασία από τα ακραία υδρολογικά φαινόμενα, όπως πλημμύρες, ξηρασίες κλπ.
- Να διασφαλίσει, τελικά, τις αναγκαίες και ικανές συνθήκες για διατήρηση της βιοποικιλότητας.

Οι βασικοί κανόνες διαχείρισης των υδάτινων πόρων βασίζονται στη βέλτιστη χρήση του νερού τώρα, αλλά και στο μέλλον με αρχές δικαίου και στόχο ασφαλώς τη διατήρηση των πόρων. Οι βασικοί κανόνες διαχείρισης είναι συνοπτικά οι εξής:

- Ισομερής κατανομή μεταξύ των χρηστών με βάση αντικειμενικά κριτήρια.
- Οικονομική βελτιστοποίηση της χρήσης νερού τώρα και στο μέλλον.
- Αποφυγή βλαβών και άλλων αρνητικών συνεπειών, όπως καταστροφή πόρων και περιβάλλοντος.
- Βιωσιμότητα της ανάπτυξης.

### 1.2.3 Φορείς Υλοποίησης Διαχείρισης Υδάτινων Πόρων

Για την υλοποίηση των προγραμμάτων διαχείρισης υδάτινων πόρων απαιτείται ένας φορέας αποκεντρωμένος σε υποοργανισμούς, οι οποίοι να μπορούν να υλοποιούν αποδοτικά τα προγράμματα διαχείρισης υδάτινων πόρων. Στην Ελλάδα, οι αρμοδιότητες ενός τέτοιου φορέα είναι:

- Να συγκεντρώνει όλα τα απαραίτητα στοιχεία (μετεωρολογικά, υδρολογικά, πληθυσμιακά κτλ).
- Να αναλύει την παρούσα κατάσταση και να κάνει προβλέψεις για το μέλλον.
- Να διαμορφώνει σενάρια βελτίωσης με βάση τα διοικητικά, τεχνικά και οικονομικά μέσα και περιορισμούς.
- Να παίρνει αποφάσεις, τις οποίες ανά τακτά χρονικά διαστήματα να διορθώνει και να βελτιώνει.

Αναλυτικότερα, η διαχείριση υδάτινων πόρων έχει τις ακόλουθες δραστηριότητες (Υπουργείο Ανάπτυξης 2003):

- Έρευνα και μελέτη των υδάτινων πόρων με οικονομικά και κοινωνικά κριτήρια.
- Συλλογή και ανάλυση ποσοτικών και ποιοτικών δεδομένων για τους υφιστάμενους υδατικούς πόρους, καθώς και τη ζήτηση σε όλους τους τομείς με βάση τα έργα που έχουν γίνει ή μπορούν να γίνουν.
- Ανάπτυξη στρατηγικής και προετοιμασίας σχεδίων.
- Απόφαση για σχέδια και εξασφάλιση αποδοχής και συμμετοχής των διαφόρων ενδιαφερομένων ομάδων.
- Εφαρμογή κάθε σχεδίου.

#### 1.2.4 Εξοικονόμηση Υδάτινων Πόρων

Όταν μιλάμε για εξοικονόμηση υδάτινων πόρων αναφερόμαστε αφ' ενός μεν στην ελάττωση της χρήσης του νερού και αφ' ετέρου στην ανακύκλωση του νερού για περαιτέρω χρήση του σε διάφορες εφαρμογές (Pearce 2006).

Ο τομέας που, κατά κανόνα, είναι αυτός που καταλαμβάνει το μεγαλύτερο ποσοστό κατανάλωσης ύδατος είναι ο αγροτικός τομέας, καθώς το νερό που απαιτείται για την άρδευση ανέρχεται σε σημαντικά ποσοστά. Πρόκειται για έναν τομέα, ο οποίος εμφανίζει σημαντικά περιθώρια εξοικονόμησης υδάτινων πόρων (Loucks *et al.* 1984).

Συνήθως, δεύτερος σε σημαντικότητα τομέας κατανάλωσης υδάτινων πόρων είναι ο αστικός τομέας, με ποσοστά όμως αρκετά χαμηλότερα από τον αγροτικό τομέα. Σ' αυτόν τον τομέα, όπως και στον αγροτικό, παρουσιάζονται σημαντικές δυνατότητες εξοικονόμησης (Pearce 2006).

Άλλος σημαντικός τομέας κατανάλωσης ύδατος είναι η βιομηχανία. Τα ποσοστά του καταναλωθέντος ύδατος, που αντιστοιχούν σ' αυτόν τον τομέα, μπορούν ασφαλώς να ποικίλλουν σε εθνικό επίπεδο, ανάλογα με το στάδιο στο οποίο βρίσκεται η βιομηχανική ανάπτυξη στην εν λόγω χώρα (Russell & Kindler 1984).

Η ηλεκτροπαραγωγή, κυρίως, και γενικότερα ο τομέας της παραγωγής ενέργειας μπορεί, επίσης, σε κάποιες περιπτώσεις να αποτελέσει εν δυνάμει παράγοντα εξοικονόμησης ύδατος, αν και τα ποσοστά κατανάλωσης που αντιστοιχούν σ' αυτόν είναι σχετικά μικρά σε σχέση με τους άλλους τομείς (Haith *et al.* 1981).

### 1.3 Οι Ανθρωπογενείς Πιέσεις που Δέχονται οι Υδρολογικές Λεκάνες

#### 1.3.1 Γεωργία

Η γεωργία αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους τομείς που ασκούν μεγάλη πίεση στα ποτάμια οικοσυστήματα, καθώς παράγει μεγάλη συγκέντρωση αποβλήτων όπως φυτοφάρμακα και ζιζανιοκτόνα καθώς και άλλα τοξικά υλικά. Επίσης, τα απόβλητα φθοριδίου (F<sup>-</sup>) που είναι υποπροϊόντα της παραγωγής λιπάσματος φωσφορικού άλατος και τα διαλυτά νιτρικά άλατα από το λίπασμα, μπορούν να επηρεάσουν τα υπόγεια νερά και να μολύνουν τα φρεάτια πόσιμου νερού (Abel La Calle 2009).

Το πρόβλημα, φυσικά, εμφανίζεται εντονότερο σε χώρες όπου η γεωργία καλύπτει σημαντικό ποσοστό του ΑΕΠ (στην Ελλάδα αυτό το ποσοστό φτάνει στο 10%). Η ευρεία και τις περισσότερες φορές ανεξέλεγκτη χρήση αγροχημικών σκευασμάτων, τα οποία χρησιμοποιούνται ευρέως από τους καλλιεργητές με κύριο στόχο την αύξηση της απόδοσης της αγροτικής παραγωγής τους, αλλά και την προστασία των προϊόντων αυτής από τη δράση επιβλαβών οργανισμών, έχει ως αποτέλεσμα την επιβάρυνση των υδάτων με υψηλές συγκεντρώσεις χημικών ουσιών, η παρουσία των οποίων τα καθιστούν ακατάλληλα για κάθε χρήση.

Η ρύπανση των επιφανειακών υδάτων είναι δυνατόν να γίνει είτε άμεσα, με εφαρμογή φυτό-προστατευτικών σκευασμάτων στην επιφάνεια υδάτινων όγκων (λίμνες, ποτάμια, παράκτιες περιοχές), είτε έμμεσα, από νερά αποστράγγισης και επιφανειακά ρέοντα νερά, τα οποία παρασύρουν εδαφικό υλικό με υπολείμματα φυτό-προστατευτικών σκευασμάτων με αποτέλεσμα να ρυπαίνονται οι φυσικοί αποδέκτες στους οποίους καταλήγουν. Η αλόγιστη εφαρμογή φυτό-προστατευτικών σκευασμάτων οδηγεί πολλές φορές σε διατάραξη της ισορροπίας του οικοσυστήματος της περιοχής,



στην οποία εφαρμόζονται, με αποτέλεσμα την καταστροφή και εξάλειψη μέρους της χλωρίδας και πανίδας της (Abel La Calle 2009).

Στον παρακάτω πίνακα (Πιν. 1) φαίνονται οι τιμές των καταλοίπων γεωργικών αποβλήτων που ανιχνεύθηκαν σε ελληνικούς ποταμούς και λίμνες. Οι χαμηλότερες τιμές νιτρικών καταλοίπων παρατηρούνται στη Μεγάλη Πρέσπα (0,05mg/l). Οι χαμηλότερες τιμές αμμωνιακών και φωσφορικών καταλοίπων παρατηρούνται στη Βόλβη (0,07mg/l και 0,06mg/l αντίστοιχα).

**Πίνακας 1.** Συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων που ανιχνεύθηκαν σε ελληνικούς ποταμούς και λίμνες (σε mg/l) (Tsouni *et al.* 2002).

	<b>Νιτρικά</b> mg/l	<b>Αμμωνιακά</b> mg/l	<b>Φωσφορικά</b> mg/l
<b>Αξιός</b>	47,5	19,33	1,55
<b>Αλιάκμονας</b>	19,1	1,88	3,27
<b>Εδεσσαίος</b>	38,2	15,69	1,35
<b>Γαλλικός</b>	11,3	2,1	0,74
<b>Λουδίας</b>	26,7	3,37	0,4
<b>Στρυμόνας</b>	16,8	1,61	0,27
<b>Βόλβη</b>	2,8	0,07	0,06
<b>Κορώνεια</b>	11	12,52	0,53
<b>Μεγάλη Πρέσπα</b>	0,05	0,42	0,08
<b>Μικρή Πρέσπα</b>	1,2	0,28	0,26
<b>Δοϊράνη</b>	2,3	1,5	0,13
<b>Τάφρος 66</b>	17,4	3,6	1,06
<b>Πέμα Σουλού</b>	100,5	65,3	5,05

### **1.3.2 Κτηνοτροφία**

Η εντατικοποίηση της κτηνοτροφίας, η οποία ασφαλώς συνεπάγεται υψηλή συγκέντρωση ζώων, σε συνδυασμό με τη μη ορθολογική διαχείριση των κτηνοτροφικών αποβλήτων, συνδέεται με την υποβάθμιση της ποιότητας των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων. Αποτέλεσμα της μη ορθολογικής διαχείρισης είναι η μόλυνση των επιφανειακών και των υπόγειων υδάτων με την παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών στα νερά, καθώς τα κτηνοτροφικά απόβλητα χαρακτηρίζονται από υψηλό οργανικό φορτίο, υψηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων, υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα και αυξημένη συγκέντρωση βορίου (Calow *et al.* 2009).

### **1.3.3 Βιομηχανία**

Διάφορα επιβλαβή απόβλητα παράγονται από, σχεδόν, κάθε βιομηχανία και δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις που αυτά καταλήγουν στον υδροφόρο ορίζοντα. Για παράδειγμα, η παραγωγή ενός πίνακα κυκλωμάτων υπολογιστών παράγει άλατα μετάλλων, οξέα, άλλες καυστικές χημικές ουσίες και διαλύτες. Άλλα επιβλαβή απόβλητα παράγονται στην κατασκευή οπτική ινών και καλωδίων χαλκού που χρησιμοποιούνται στην ηλεκτρονική μετάδοση, όπως και μαγνητικοί δίσκοι, έγγραφα για τα τεχνικά εγχειρίδια, φωτογραφίες για τη συσκευασία και τη διαφήμιση και φορτηγά για τη μεταφορά του ολοκληρωμένου προϊόντος (Garg 1987).

### **1.3.4 Αστικά Λύματα**

Πρόκειται για έναν παράγοντα στον οποίο οφείλεται μεγάλο μέρος της ρύπανσης των υδρολογικών λεκανών (Leopold 1994). Μπορούμε να πούμε πως σε γενικές γραμμές τα οικιακά ή αστικά λύματα προέρχονται από τις χρήσεις του νερού

που καταναλώνει ο άνθρωπος για τις ανάγκες του. Πολύ συχνά, αστικά λύματα που δεν έχουν υποστεί επεξεργασία μεταφέρονται μέσω των υπονόμων και του δικτύου αποχέτευσης σε υδάτινους αποδέκτες, που είναι επιφανειακοί (ρέματα, ποτάμια, λίμνες και θάλασσα) ή υπόγειοι. Οι δρόμοι του νερού γίνονται και δρόμοι της ρύπανσης. Τα επιφανειακά νερά, δηλαδή οι ποταμοί, οι λίμνες, οι λιμνοθάλασσες, οι κλειστοί θαλάσσιοι κόλποι και οι ανοιχτές θάλασσες είναι περισσότερο ή λιγότερο ευαίσθητα στη ρύπανση, ανάλογα με τη δυνατότητα ανανέωσής τους και το είδος των ρύπων που καταλήγει σε αυτά (Prakash *et al.* 2007).

#### **1.4 Προκαταρκτική Εφαρμογή της Οδηγίας Πλαίσιο 2000/60**

##### **1.4.1 Η Φιλοσοφία της Οδηγίας Πλαίσιο 2000/60**

Η *Οδηγία-Πλαίσιο 2000/60/EK* για τη θέσπιση ενός πλαισίου για την ανάληψη κοινοτικής δράσης στον τομέα του νερού, θέτει το ζήτημα του νερού στο σωστό επίπεδο, αναγνωρίζοντας πως οι υδρολογικές λεκάνες είναι οι βασικές γεωγραφικές ενότητες στο πλαίσιο των οποίων πρέπει να λύνονται τα προβλήματα που αφορούν στη ρύπανση και στην επάρκεια του νερού, τόσο για τις ανθρώπινες ανάγκες όσο και για τη διατήρηση των φυσικών οικοσυστημάτων. Επίσης, θέτει ως στόχο για την επόμενη πενταετία και συγκεκριμένα έως το 2015 την καλή οικολογική και χημική κατάσταση όλων των υδάτινων συστημάτων στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα. Η εφαρμογή της απαιτεί την συμμετοχή όλων των εμπλεκόμενων οικονομικών, επιστημονικών και κοινωνικών φορέων καθώς και του ενδιαφερόμενου κοινού, στη διαχείριση της ποιότητας και της ποσότητας του νερού σε επίπεδο υδρολογικής λεκάνης (Kaika 2003).

Ο στόχος της νέας *Οδηγίας-Πλαίσιο* για τα νερά είναι η επέκταση της προστασίας σε όλα τα νερά, επιφανειακά και υπόγεια, ώστε να αποκτήσουν «καλή

κατάσταση» έως το 2015. Η *Οδηγία-Πλαίσιο* δεν αναιρεί αλλά ενσωματώνει, διευρύνει και συνοψίζει, σε ένα και μόνο νομοθετικό κείμενο, όλη την προηγούμενη νομοθεσία για τα νερά. Η νομοθεσία αυτή αφορούσε την ποιότητα του πόσιμου νερού, του νερού που προορίζεται για ιχθυοκαλλιέργειες και οστρακοκαλλιέργειες, των νερών κολύμβησης, καθώς και των υπόγειων νερών. Αφορούσε, επίσης, την επεξεργασία των αστικών λυμάτων και τη ρύπανση των νερών από νιτρικά γεωργικής προελεύσεως. Η *Οδηγία-Πλαίσιο* για τα νερά ενσωματώνει επίσης, την *Οδηγία-Πλαίσιο* για την ολοκληρωμένη πρόληψη και τον έλεγχο της ρύπανσης (οδηγία IPPC) (Ioannou *et al.* 2008).

#### **1.4.2 Η Διαχείριση των Υδάτινων Πόρων Βάσει της Οδηγίας Πλαίσιο 2000/60**

Η βασικότερη καινοτομία της *Οδηγίας-Πλαίσιο* για τα νερά είναι η διαχείριση του νερού σε επίπεδο υδρολογικής λεκάνης. Είναι η πρώτη φορά που σε νομοθετικό κείμενο αναγνωρίζεται ότι τα φυσικά, και όχι τα διοικητικά όρια της κατανομής ενός φυσικού πόρου, όπως είναι το νερό, πρέπει να λαμβάνονται ως βάση για τη διαχείρισή του. Βασική καινοτομία αποτελεί επίσης, η αναγνώριση της σημασίας του νερού, όχι μόνο για την ικανοποίηση των ανθρώπινων αναγκών, αλλά και των αναγκών των οικοσυστημάτων. Για πρώτη φορά, ένα κοινοτικό νομοθετικό κείμενο προβλέπει τη χρήση οικονομικών μέτρων για την επίτευξη περιβαλλοντικών στόχων. Το τέλος του πολύ φθηνού ή δωρεάν νερού αναγνωρίζεται ως βασικό εργαλείο για τη μείωση της σπάταλης χρήσης του. Σημαντική καινοτομία είναι, επίσης, η θεσμοθέτηση της συμμετοχής των πολιτών στην διαχείριση του νερού και κατ' επέκταση στην επίτευξη

του βασικού στόχου της *Οδηγίας-Πλαίσιο* για τα νερά, που είναι η «καλή κατάσταση» όλων των νερών στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Fuerhacker 2009).

Όπως είναι γνωστό, το νερό εξυπηρετεί πολλές χρήσεις ταυτόχρονα. Πολλές φορές οι χρήσεις αυτές είναι αντικρουόμενες, στον βαθμό που, η μία να αποκλείει τις άλλες. Όσοι ζουν στα ψηλότερα σημεία μιας υδρολογικής λεκάνης, χρησιμοποιούν και ρυπαίνουν το νερό, με αποτέλεσμα να το στερούν από αυτούς που ζουν στα χαμηλότερα. Η ύδρευση των πόλεων, η άρδευση των καλλιεργειών, η βιομηχανία, ο τουρισμός ερίζουν για την εξασφάλιση επαρκών ποσοτήτων καλής ποιότητας νερού για να καλύψουν τις ανάγκες τους. Συχνό φαινόμενο είναι η μεταφορά νερού από μεγάλες αποστάσεις για την ύδρευση των μεγάλων πόλεων ή την άρδευση γεωργικών περιοχών. «Ολοκληρωμένη» είναι η διαχείριση του νερού που λαμβάνει υπ' όψιν και εξισορροπεί όλες αυτές της αντικρουόμενες χρήσεις (Kaika 2003).

Επίσης, στόχος της *Οδηγίας-Πλαίσιο* για τα νερά είναι να παύσει η αντίληψη που συνιστά τη χωριστή διαχείριση των επιφανειακών και των υπόγειων νερών, δεδομένου ότι συνιστούν ένα ενιαίο και δυναμικό σύστημα (Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής 2009).

Τα υπόγεια νερά, όπως και τα επιφανειακά, είναι μέρος του ίδιου υδρολογικού κύκλου και η διαχείρισή τους πρέπει να είναι ενιαία. Τα υπόγεια νερά έχουν ωστόσο, μια ιδιαιτερότητα που τα καθιστά ιδιαίτερα ευπαθή στην ρύπανση. Διαθέτουν ελάχιστη ικανότητα αυτοκαθαρισμού και η ανανέωσή τους είναι συχνά εξαιρετικά αργή. Κάθε είδους ρύπανση των υπογείων νερών, ακόμη και η πιο μικρή, πρέπει συνεπώς να αποφεύγεται. Η ποιότητά τους πρέπει, επίσης, να παρακολουθείται συνεχώς, ώστε κάθε αλλοίωσή τους να αντιμετωπίζεται εγκαίρως. Τα υπόγεια νερά έχουν και μια άλλη ιδιαιτερότητα: το θέμα της επαρκούς ποσότητας. Η ετήσια ανανέωσή τους είναι μικρή

και μέρος από την ποσότητα που ανανεώνεται χρησιμεύει για την τροφοδότηση υδάτινων οικοσυστημάτων όπως είναι τα ποτάμια, οι λίμνες, οι υγρότοποι. Η *Οδηγία-Πλαίσιο* για τα νερά θέτει ποσοτικά όρια στην άντληση υπογείου νερού, ώστε να εξασφαλίζεται ο οικολογικός του ρόλος (Gottardo *et al.* 2008).

Η καλή οικολογική κατάσταση αφορά στο σύνολο των επιφανειακών νερών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Στόχος της οικολογικής διαχείρισης του νερού είναι όμως και η διατήρηση των ειδικών ενδιαιτημάτων σε μια υδρολογική λεκάνη, η προστασία των περιοχών από τις οποίες αντλείται πόσιμο νερό, καθώς και των νερών που προορίζονται για κολύμπι. Για αυτές τις χρήσεις νερού ισχύουν αυστηρότερες προδιαγραφές. Ιδιαίτερα σημαντική είναι η διατήρηση των υγροτόπων, τόσο για λόγους προστασίας της άγριας πανίδας και χλωρίδας που φιλοξενούν, όσο και για τον ρόλο που παίζουν στην υδρολογική ισορροπία, την τροφοδότηση των υπόγειων νερών, την συγκράτηση των πλημμυρών και τον καθαρισμό των νερών και την τροφοδότηση των υπόγειων αποθεμάτων (Andreadakis *et al.* 2007).

Στα πλαίσια της *Οδηγίας (2000/60)* προβλέπεται ότι το κάθε διαχειριστικό σχέδιο πρέπει να περιλαμβάνει οικονομική ανάλυση των χρήσεων του νερού, σε επίπεδο υδρολογικής λεκάνης, προκειμένου να χρησιμεύσει ως βάση για την ορθολογική εκτίμηση της σκοπιμότητας των μέτρων. Η συμμετοχή των πολιτών έχει ουσιαστική σημασία για την τελική διαμόρφωση, την κοινωνική αποδοχή και την υλοποίηση του διαχειριστικού σχεδίου. Το διαχειριστικό σχέδιο είναι δυνατόν να λάβει νομοθετική μορφή ή να αποτελέσει τη βάση για προγραμματική συμφωνία μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων. Ένα διαχειριστικό σχέδιο δεν ισχύει για πάντα. Για να διατηρηθεί η ευελιξία και η επικαιροποίηση του σχεδιασμού, τα διαχειριστικά σχέδια

κάθε υδρολογικής λεκάνης πρέπει να αναθεωρούνται κάθε έξι χρόνια (Gottardo *et al.* 2008).

Επειδή το νερό είναι ένας ανανεώσιμος αλλά περιορισμένος πόρος και η προσφορά του είναι περιορισμένη και άρα δύσκολο να αυξηθεί με ρυθμούς τέτοιους ώστε να καλύψει την αυξανόμενη ζήτηση. Οι σημερινές τιμές του νερού στην Ελλάδα θεωρούνται πολύ χαμηλές και ουσιαστικά ενθαρρύνουν τη σπάταλη χρήση του. Ιδιαίτερα χαμηλές έως και μηδενικές είναι οι τιμές του αρδευτικού νερού. Η «ανάκτηση του κόστους», δηλαδή η διόρθωση των τιμών του νερού, ώστε να καλύπτουν το κόστος που απαιτείται για παροχή του (άντληση, ταμιευτήρες, δίκτυα διανομής, αποχετεύσεις, βιολογικός καθαρισμός) αναμένεται ότι θα αποτελέσει ισχυρό κίνητρο για την εξοικονόμηση νερού και, ως εκ τούτου, θα συμβάλει εμμέσως στην επίτευξη των στόχων της *Οδηγίας-Πλαίσιο* (Andreadakis *et al.* 2007).

Τέλος, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι υπάρχουν δύο λόγοι για τη συμμετοχή των πολιτών στη διαχείριση του νερού. Ο πρώτος είναι ότι οι αποφάσεις για τα καταλληλότερα μέτρα, για την επίτευξη των ποιοτικών και των ποσοτικών στόχων σε μια υδρολογική λεκάνη, απαιτούν την εξισορρόπηση των συμφερόντων διαφόρων κοινωνικών ομάδων. Τα συμφέροντα αυτά και οι αντιθέσεις που υπάρχουν πρέπει να γίνονται σε όλους γνωστά και να συζητούνται ανοικτά. Ο δεύτερος λόγος είναι η εφαρμογή των μέτρων. Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφάνεια κατά τον καθορισμό των στόχων και των μέτρων, τόσο ευκολότερη θα είναι η αποδοχή τους από τους πολίτες. Η γνώση των προβλημάτων θα βοηθήσει στην επίλυσή τους είτε συναινετικά ή, όποτε αυτό είναι αναγκαίο, με καταγγελίες στις αρμόδιες αρχές ή προσφυγή στα δικαστήρια. Η πλήρης ενημέρωση και η συμμετοχή των πολιτών, των ομάδων συμφερόντων και των μη κυβερνητικών οργανώσεων, στη λήψη αποφάσεων για τη διαχείριση των

υδάτινων πόρων σε μια υδρολογική λεκάνη, αναγνωρίζονται και προβλέπονται ρητά από την Οδηγία-Πλαίσιο για τα νερά (Fuerhacker 2009).

### **1.4.3 Παρουσίαση Οικολογικής Ποιότητας σύμφωνα με την Οδηγία Πλαίσιο 2000/60**

Η «καλή κατάσταση» του νερού έχει δύο διαστάσεις: την οικολογική και τη χημική. Η «καλή οικολογική κατάσταση» του νερού εξαρτάται από την καλή κατάσταση του οικοσυστήματος, αλλά αυτό δεν είναι δυνατόν να οριστεί ενιαία στο σύνολο της Ευρωπαϊκής Ένωσης λόγω των μεγάλων κλιματικών, γεωγραφικών και οικολογικών διαφορών. Γενικά «καλή οικολογική κατάσταση» έχουμε όταν τα οικοσυστήματα διαφέρουν λίγο από την κατάσταση που θα επικρατούσε, αν οι ανθρωπογενείς επιδράσεις ήσαν ελάχιστες. «Καλή χημική κατάσταση» έχουμε όταν η ποιότητα του νερού πληρεί τα ενιαία πρότυπα που έχουν καθοριστεί για τις χημικές ουσίες σε Ευρωπαϊκό επίπεδο (Fuerhacker 2009).

Οι τρόποι προσέγγισης στο πρόβλημα της ρύπανσης του νερού σε Ευρωπαϊκό επίπεδο είναι δύο. Ο ένας είναι ο περιορισμός των εκπομπών ρύπων με τη χρήση κατάλληλης τεχνολογίας και την τήρηση ορίων εκπομπών. Ο άλλος εστιάζει σε κριτήρια ποιότητας του νερού. Κάθε μια από τις δύο προσεγγίσεις έχει τις αδυναμίες της. Ο έλεγχος των εκπομπών δεν λαμβάνει υπόψη τις συνδυασμένες επιδράσεις τους. Από την άλλη πλευρά, ο έλεγχος της ποιότητας δεν λαμβάνει επαρκώς υπόψη τις επιπτώσεις από έναν συγκεκριμένο ρύπο σε ολόκληρο οικοσύστημα. Η *Οδηγία-Πλαίσιο για τα νερά* συνδυάζει τις δύο προσεγγίσεις. Αφενός ορίζει ότι, ως πρώτο βήμα, πρέπει να εφαρμοσθούν όλα τα ήδη προβλεπόμενα μέτρα για τον περιορισμό των εκπομπών επικίνδυνων ουσιών στα νερά. Αφετέρου επιδιώκει τη συντονισμένη υλοποίηση όλων



των περιβαλλοντικών στόχων που προβλέπει η υφιστάμενη νομοθεσία και θεσπίζει την «καλή κατάσταση» ως τον γενικό ποιοτικό στόχο για όλα τα νερά στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Η οικολογική κατάσταση βασίζεται σε ορισμένα ποιοτικά στοιχεία. Στην περίπτωση των ποταμών, τα βιολογικά στοιχεία αναφέρονται στη χλωρίδα, τη βενθική πανίδα μακροσπονδύλων και την ιχθυοπανίδα προκειμένου να κατατάξουν τα ύδατα σε μια από τις 5 κατηγορίες (υψηλή, καλή, μέτρια, ελλιπής, κακή). Τα φυσικοχημικά στοιχεία συνήθως καταγράφονται και οι τιμές τους δεν πρέπει να ξεπερνούν ένα συγκεκριμένο όριο που προτείνεται από διάφορες οδηγίες (οδηγία για το πόσιμο νερό), προκειμένου η κατάσταση να είναι καλή. Επίσης, τα υδρομορφολογικά στοιχεία είναι πολύ σημαντικά στον καθορισμό της οικολογικής κατάστασης, καθώς μπορεί να επηρεάζουν τα βιολογικά και τα χημικά στοιχεία και να είναι ο λόγος μη επίτευξης των περιβαλλοντικών στόχων. Η οικολογική ποιότητα των ρεόντων υδάτων θα πρέπει να παρουσιάζεται με πενταβάθμια κλίμακα.

Τα αποτελέσματα για την ταξινόμηση της οικολογικής κατάστασης κάθε σταθμού επιφανειακών υδάτων, σύμφωνα με το Άρθρο 1.4.1. του παραρτήματος V της *Οδηγίας -Πλαίσιο* πρέπει να εκφράζονται με βάση τον δείκτη οικολογικής ποιότητας (EQR), ο οποίος ορίζεται ως ο λόγος της απόκλισης των βιολογικών παραμέτρων από τις συνθήκες αναφοράς. Οι φυσικοχημικές - υδρομορφολογικές παράμετροι είναι τέτοιες που να υποστηρίζουν τα αποτελέσματα των βιολογικών ποιοτικών στοιχείων (Οδηγία -Πλαίσιο: Παράρτημα Οδηγίας V). Ο λόγος εκφράζεται ως η αριθμητική τιμή μεταξύ του μηδενός και του ενός, όπου η υψηλή οικολογική κατάσταση δηλώνεται με την τιμή ένα (1) και η κακή οικολογική κατάσταση αντιπροσωπεύεται από το μηδέν (0). Στον παρακάτω πίνακα (Πιν. 2) ακολουθεί η ταξινόμηση των ποιοτικών

χαρακτηριστικών, ενώ στον επόμενο πίνακα (Πιν. 3) πραγματοποιείται η χρωματική ταξινόμηση των υδάτινων σωμάτων.

**Πίνακας 2.** Ποιοτικά στοιχεία ταξινόμησης της οικολογικής κατάστασης των επιφανειακών υδάτων σύμφωνα με την Οδηγία – Πλαίσιο 2000/60

<b>ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ</b>
<b>A. Βιολογικά Στοιχεία</b>
1. Υδρόβιο χλωρίδα (φυτοπλαγκτόν και μακρόφυτα)
2. Μακροασπόνδυλα
3. Ιχθυοπανίδα
<b>B. Υδρολογικά Στοιχεία</b>
1. Υδρολογικό καθεστώς
2. Συνέχεια του ποταμού
3. Μορφολογία
<b>Γ. Φυσικοχημικά Στοιχεία</b>
1. Συνήθεις φυσικοχημικές παράμετροι (οξύγνο, pH, κ.α.)
2. Συγκεκριμένοι ρύποι

**Πίνακας 3.** Ταξινόμηση και χρωματισμός των υδάτινων σωμάτων σύμφωνα με την οδηγία 2000/60

<b>Κατάταξη οικολογικής κατάστασης</b>	<b>Χρωματισμός</b>
Υψηλή	Blue
Καλή	Green
Μέτρια	Yellow
Ελλιπής	Orange
Κακή	Red

## 1.5 Το Μοντέλο DPSIR

### 1.5.1 Περιβαλλοντικοί Δείκτες

Οι περιβαλλοντικοί δείκτες εκφράζουν την υφιστάμενη κατάσταση ή την ανάπτυξη μιας περιοχής, ποσοτικοποιώντας τα δεδομένα και μετατρέποντας τα σε μετρήσιμα μεγέθη. Οι περιβαλλοντικοί δείκτες δίνουν τη δυνατότητα σε μια περιοχή να καθορίσει το επίπεδο ανάπτυξης που ήδη βρίσκεται, το επιθυμητό επίπεδο που θα ήθελε να είναι (σύμφωνα με τους στόχους και τα προγράμματά της) και τη διαφορά μεταξύ των δύο καταστάσεων. Η αποδοτικότητα των δεικτών προσδιορίζεται από την ικανότητά τους να οριοθετούν τους δεσμούς της περιοχής σε σχέση με την οικονομία, την κοινωνία και το περιβάλλον, αναγνωρίζοντας τα προβλήματα σε κάθε περίπτωση (Mourao *et al.* 2004).

Οι δείκτες που έχουν αναπτυχθεί μπορούν να καταταχθούν σε τέσσερις βασικές κατηγορίες (Kristensen 2004):

- Οικονομικοί
- Κοινωνικοί
- Περιβαλλοντικοί
- Θεσμικοί

Ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη περιβαλλοντικών δεικτών αποτελεί μια πολύπλοκη διαδικασία και έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι και μοντέλα για την πραγματοποίησή της (Zacharias *et al.* 2008).

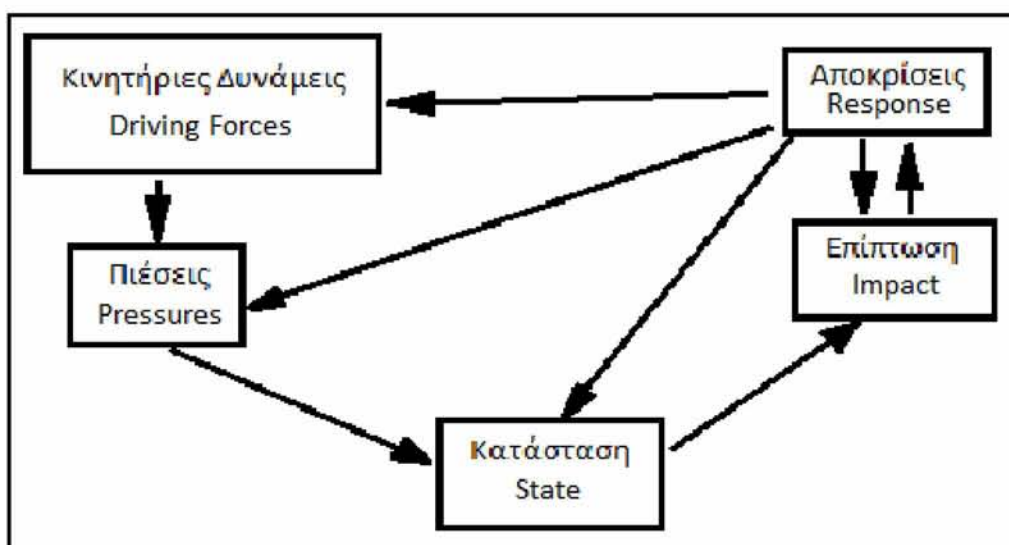
Οι περιβαλλοντικοί δείκτες χρησιμοποιούνται για τρεις κυρίως λόγους (Kristensen 2004):

- για να παρέχουν πληροφορίες αναφορικά με τα περιβαλλοντικά ζητήματα, με σκοπό να δίνουν τη δυνατότητα σε αυτούς που σχεδιάζουν την πολιτική (policy – makers) να εκτιμήσουν την σπουδαιότητά τους,
- για να υποστηρίζουν την ανάπτυξη της πολιτικής και να θέτουν προτεραιότητες, αναγνωρίζοντας εκείνους τους παράγοντες - κλειδιά οι οποίοι ασκούν πίεση στο περιβάλλον,
- να ελέγχουν τα αποτελέσματα από τις πολιτικές αντιδράσεις.

### 1.5.2 Περιγραφή του Μοντέλου DPSIR

Οι περισσότεροι δείκτες, σήμερα, στηρίζονται στη σχέση που αναπτύσσεται μεταξύ του περιβαλλοντικού και ανθρωπογενούς συστήματος. Σύμφωνα με αυτό το σύστημα ανάλυσης, η οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη θεωρούνται Κινητήριες Δυνάμεις (D: Driving Forces), οι οποίες ασκούν Πίεση (P: Pressure) στο περιβάλλον και ως αποτέλεσμα η κατάσταση του περιβάλλοντος (S: State) μεταβάλλεται. Κατά αυτό τον τρόπο, οδηγούμαστε σε Επιπτώσεις (I: Impact) στην υγεία, στα οικοσυστήματα και στους φυσικούς πόρους οι οποίοι μπορούν να δημιουργήσουν μια Απόκριση (R: Response) που οδηγεί είτε πίσω σε Κινητήριες Δυνάμεις (D: Driving Forces) είτε στην Κατάσταση (S: State) ή τις Επιπτώσεις απευθείας (Kristensen 2004).

Το προαναφερόμενο σύστημα αιτιολογικών σχέσεων, συμβολίζει το μοντέλο DPSIR. Με βάση το μοντέλο αυτό, οι περιβαλλοντικοί δείκτες μπορούν να απεικονίζουν όλα τα στοιχεία της αλυσίδας, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (Σχ. 1) η οποία ενώνει τις ανθρώπινες δραστηριότητες με τις τελικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις και τις αποκρίσεις που δημιουργούνται χάριν των επιπτώσεων (Kristensen 2004).



Σχήμα 1. Το μοντέλο DPSIR

Σύμφωνα με την *Οδηγία Πλαίσιο* για την ανάλυση των πιέσεων και των επιπτώσεων (IMPRESS Analysis) χρησιμοποιείται η μεθοδολογία DPSIR. Σύμφωνα με τους *Bořija et al.* (2006), το πλαίσιο εργασίας της μεθόδου DPSIR, παρέχει ένα γενικό μηχανισμό για την ανάλυση των περιβαλλοντικών προβλημάτων σε σχέση με την αειφόρο ανάπτυξη.

Το μοντέλο αυτό αναπτύχθηκε από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος και έχει χαρακτηριστεί ως ένα σημαντικό εργαλείο για την εφαρμογή της Οδηγίας 2000/60, δεδομένου ότι πολλές από τις ενέργειες που προβλέπονται από την Οδηγία προκύπτουν άμεσα από το DPSIR (*Rekolainen et al.* 2003).

Το Γραφείο Περιβάλλοντος της Ευρωπαϊκής Ένωσης (European Environment Agency - EEA) χρησιμοποιεί τη μέθοδο DPSIR ως εργαλείο ανάπτυξης και επιλογής δεικτών για την διαχείριση διαφόρων περιβαλλοντικών ζητημάτων (European Environment Agency 1999). Σύμφωνα με τους *Aerts et al.* (2003), η μέθοδος DPSIR

στηρίζεται στις σχέσεις αιτίας - αιτιατού των κοινωνικών, οικονομικών και περιβαλλοντικών συστημάτων.

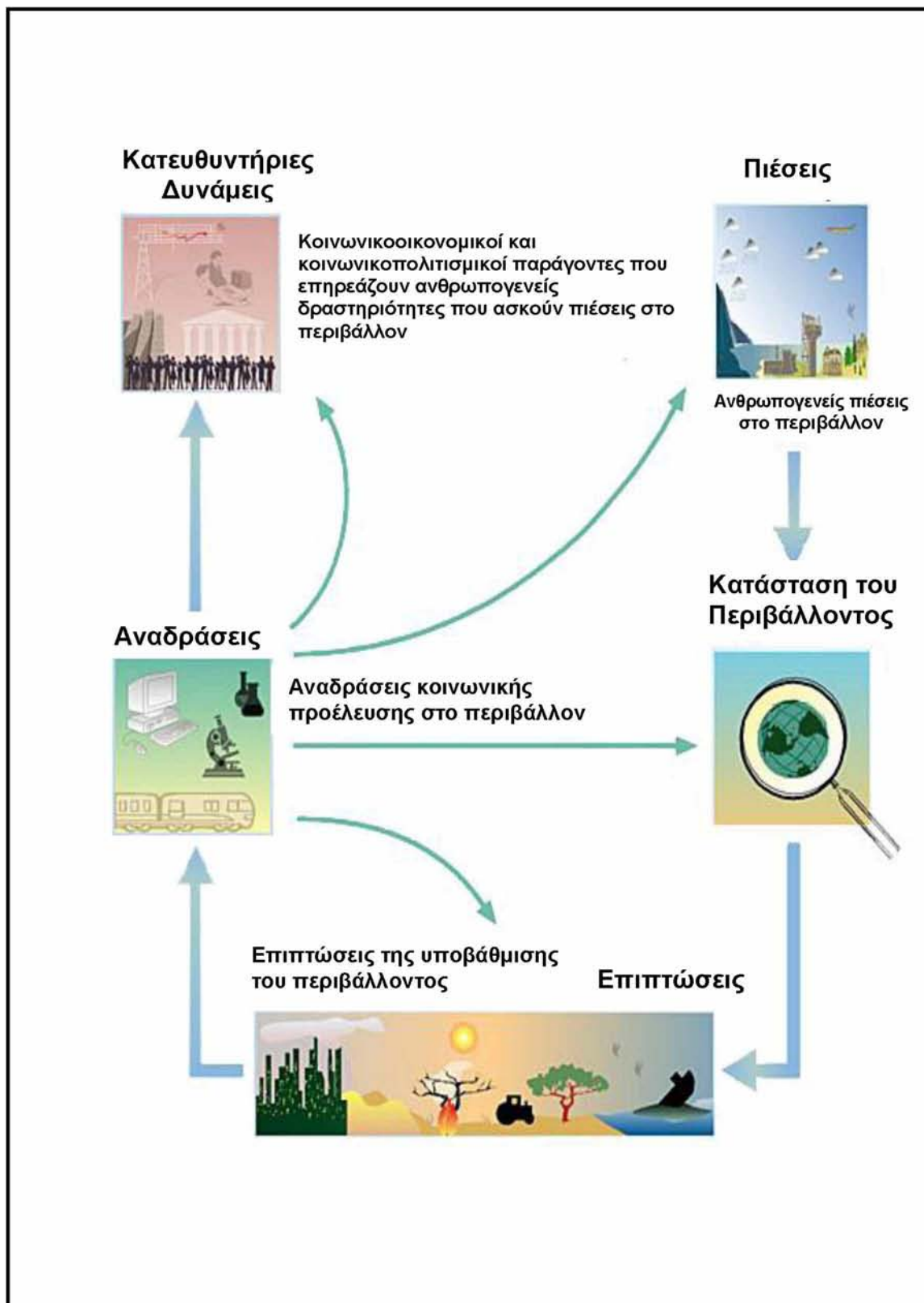
Τα χαρακτηριστικά της μεθόδου την καθιστούν ιδανική για εφαρμογή στη διαχείριση λεκανών απορροής ποταμών, όπου είναι δύσκολο να περιγραφεί η σχέση μεταξύ κοινωνικών, οικονομικών και περιβαλλοντικών συστημάτων (Aerts *et al.* 2003).

Η λέξη DPSIR προέρχεται, όπως είδαμε, από τα αρχικά των λέξεων **D**riving forces – **P**ressures – **S**tate – **I**mpacts – **R**esponse και η ακριβής μετάφραση στα Ελληνικά είναι: Κινητήριες Δυνάμεις - Πιέσεις - Κατάσταση - Επιπτώσεις - Απόκριση. Αυτά αποτελούν τα συστατικά ενός πλαισίου που συνδέει τους κοινωνικοοικονομικούς παράγοντες, τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες, τις προκύπτουσες περιβαλλοντικές συνθήκες (π.χ. συγκέντρωση των ρύπων, διαταραχή της υδρολογικής κατάστασης), τις περιβαλλοντικές συνέπειες ως αποτέλεσμα των προηγούμενων, (π.χ. ευτροφισμός, θάνατοι ψαριών, ακαταλληλότητα του πόσιμου νερού), καθώς επίσης και τα μέτρα που χρειάζεται να ληφθούν ώστε να βελτιώσουν την προκύπτουσα περιβαλλοντική κατάσταση (Guidance Document Nr. 3 - 2003).

Στον Πίνακα 4 δίνεται η ανάλυση των όρων του μοντέλου DPSIR σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Ένωση (WFD CIS Guidance Document Nr. 3 - Dec 2002), ενώ στο Σχήμα 2 περιγράφεται το μοντέλο DPSIR.

**Πίνακας 4.** Ανάλυση όρων μοντέλου DPSIR (πηγή: WFD CIS Guidance Document No. 3, Dec 2002)

<b>D (Driving)</b>	Κατευθυντήρια δύναμη (ανθρωπογενής δραστηριότητα που μπορεί να έχει περιβαλλοντικές επιδράσεις, (π.χ. γεωργία, βιομηχανία)
<b>P (Pressures)</b>	Πίεση (η άμεση επίδραση της γενεσιουργού αιτίας π.χ. επίδραση που προκαλεί αλλαγή στη ροή ή στη χημεία του νερού)
<b>S (State)</b>	Κατάσταση (η κατάσταση του υδάτινου σώματος που προκύπτει από φυσικούς και ανθρωπογενείς παράγοντες, π.χ. φυσικά, χημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά)
<b>I (Impact)</b>	Επίπτωση (η περιβαλλοντική επίπτωση της πίεσης, π.χ. θάνατος ψαριών, τροποποίηση περιβάλλοντος)
<b>R (Response)</b>	Ανάδραση (τα μέτρα που λαμβάνονται για τη βελτίωση της υφιστάμενης κατάστασης του υδάτινου σώματος, π.χ. περιορισμός αποβλήτων σημειακών πηγών, ανάπτυξη καλύτερων οδηγιών χρήσης για τη γεωργία)



Σχήμα 2. Σχηματική περιγραφή του μοντέλου DPSIR. (United Nations Environment Programme - GRID-Arendal 2010)



## 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1 Η περιοχή μελέτης - γενικά χαρακτηριστικά

Ως περιοχή μελέτης επιλέχθηκε η υδρολογική λεκάνη του Καλαμά (Ηπειρος), ως αντιπροσωπευτικό Μεσογειακό οικοσύστημα με μεγάλο ενδιαφέρον, όσον αφορά τη βιοποικιλότητά του.

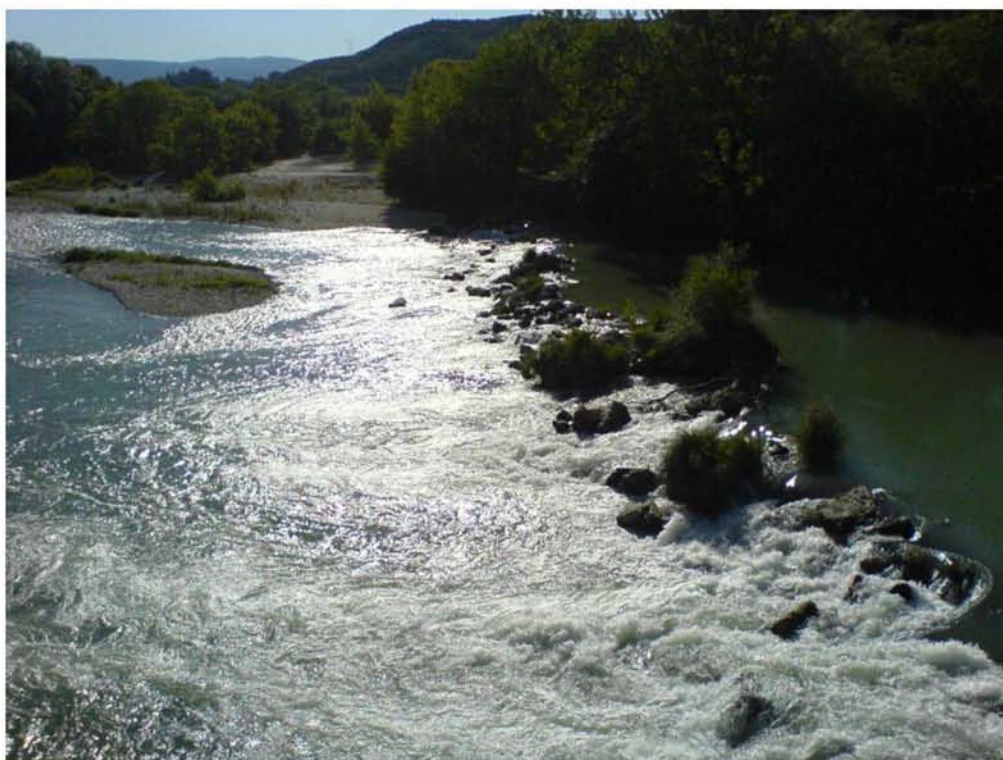
Η Ήπειρος, διασχίζεται από ποταμούς με υψηλό υδατικό δυναμικό και ομοιόμορφη σχετικά παροχή, λόγω των πολλών βροχοπτώσεων και της τροφοδοσίας τους από καρστικές πηγές. Οι ποταμοί αυτοί είναι : ο Άραχθος, ο Αχελώος, ο Αχέροντας, ο Αώος, ο Καλαμάς και Λούρος που πηγάζουν από τους ορεινούς όγκους, ενώ υπάρχουν και αρκετοί άλλοι που είναι χειμαροπόταμοι.

Η μεγαλύτερη λίμνη της Ηπείρου είναι η Παμβώτιδα με μήκος περίπου 7,5 km, πλάτος 5 km, μέσο βάθος 4,3 m και μέγιστο βάθος 7,5 m. Άλλες μικρότερες λίμνες είναι η Ζαραβίνα και η Δρακόλιμνη. Επίσης, βορειότερα της Παμβώτιδας βρίσκεται η τελατωδής έκταση της λίμνης Λαγίστα, η οποία αποξηράνθηκε με τεχνητή αποχέτευση των υδάτων της στον Καλαμά (Kagalou *et al.* 2008).

Οι κύριες υδρολογικές λεκάνες της Ηπείρου είναι του Αώου, του Καλαμά, του Άραχθου, του Λούρου, του Αχέροντα, του Δρίνου και η κλειστή λεκάνη των Ιωαννίνων (Sylaios & Theocharis 2002).

Ο ποταμός Καλαμάς πηγάζει από το βουνό Δούσκο και εκβάλλει στον Όρμο του Βάλτου της Κερκυραϊκής θάλασσας στο Ιόνιο Πέλαγος. Το συνολικό του μήκος είναι 115 km. Η μέση και μέγιστη παροχή του στη θέση Κιοτέκι είναι 65 και 75 m<sup>3</sup>/s, αντίστοιχα. Η συνολική έκταση της λεκάνης απορροής του είναι 1800 km<sup>2</sup> και σε ποσοστό 99% ανήκει στο ελληνικό έδαφος. Το μέγιστο υψόμετρο της είναι 2.198 m. Παραπόταμοι του Καλαμά είναι ο Σμόλιτσας, η Τύρια, ο Γορμός, ο Μέζερος, ο

Βελτσειστικός, ο Κούτσης, η Μπανιά, η Λαγκαβίστα και το Καλπακιώτικο ρέμα. Μέσα στη λεκάνη του Καλαμά υπάρχει η λίμνη Τζαραβίνα, έκτασης 22 km<sup>2</sup>, μέσης στάθμης 455 m και μέσου βάθους 35 m. Στην λεκάνη του Καλαμά οδηγούνται μέσω της σήραγγας Λαψίστας, οι απορροές της κλειστής λεκάνης Ιωαννίνων. Η σήραγγα Λαψίστας εκβάλλει στον παραπόταμο Βελτσειστικό, που συμβάλλει στον Καλαμά (Εικ. 1) κοντά στη θέση Σουλόπουλο.



**Εικόνα 1.** Ο ποταμός Καλαμάς

## 2.2 Μεθοδολογία

Για τη μελέτη συλλέχθηκαν στοιχεία για την υδρολογική λεκάνη του Καλαμά από προγενέστερες μελέτες, επιστημονικές εργασίες και επιστημονικές εκθέσεις. Τα συλλεχθέντα δεδομένα αφορούν υδρολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής και λήφθηκαν από τους Αράπης και συν. (2000), Albanis *et al.* (2002), Kagalou *et al.* (2008), Lekka *et al.* (2004), Stamoulis *et al.* (2008), το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής (2009), το Γενικό Χημείο του Κράτους (1997) και το Ecosystem Database Observatory (2007). Τα δεδομένα ομογενοποιήθηκαν έτσι ώστε να αντιπροσωπεύουν τη γενική κατάσταση του ποταμού, ενώ εξαιρέθηκαν τιμές οι οποίες αντιστοιχούν σε τυχαία και σημειακά περιστατικά. Αρχικά, έγινε αναφορά στην τυπολογία της περιοχής. Στη συνέχεια και με βάση τα συλλεχθέντα στοιχεία, έγινε εφαρμογή του μοντέλου DPSIR για την περιοχή μελέτης. Παρουσιάζονται οι κατευθυντήριες δυνάμεις και οι αντίστοιχες πιέσεις που αυτές ασκούν στην περιοχή μελέτης. Ύστερα παρατίθενται στοιχεία σχετικά με τις επιπτώσεις των παραπάνω πιέσεων και με την υδρολογική κατάσταση της περιοχής. Τέλος και με βάση την κατάσταση στην οποία διαπιστώθηκε ότι βρίσκεται η περιοχή μελέτης, παρουσιάζονται οι αποκρίσεις και τα προτεινόμενα μέτρα διαχείρισης.

### **3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ**

#### **3.1 Τυπολογία**

##### **3.1.1 Οριοθέτηση**

Η λεκάνη απορροής του Καλαμά επεκτείνεται σε εδαφικές περιοχές πέντε νέων Δήμων στο Νομό Θεσπρωτίας και εννέα νέων Δήμων και μίας νέας Κοινότητας στο Νομό Ιωαννίνων. Στο Νομό Θεσπρωτίας, η ευρύτερη περιοχή μελέτης καλύπτει εξ' ολοκλήρου ή μεγάλα τμήματα των νέων Δήμων Ηγουμενίτσας, Παραμυθιάς, Παραποτάμου, Σαγιάδας και Φιλιατών. Στο Νομό Ιωαννίνων, η λεκάνη απορροής καλύπτει εξ' ολοκλήρου ή σε μεγάλα τμήματα τις εδαφικές περιοχές των νέων Δήμων Άνω Καλαμά, Καλπακίου, Ζίτσας, Μολοσσών, Πασαρώνος, Σελλών και σε μικρά τμήματα τις περιοχές των νέων Δήμων Άνω Πωγωνίου, Δελβινακίων και Δωδώνης. Επίσης, εμπίπτει και στην περιοχή της νέας Κοινότητας Λάβδανης.

##### **3.1.2 Γεωμορφολογία**

Η λεκάνη απορροής του Καλαμά έχει υποστεί δύο κύρια επεισόδια ανύψωσης και διάβρωσης. Κατά τη διάρκεια του Κατωτέρου Πλειστόκαινου, η λεκάνη ήταν λίμνη και υπολείμματα των λιμναίων αυτών αποθέσεων, απαντώνται διάσπαρτα σε διάφορα σημεία, εκτός της λεκάνης απορροής αλλά και βόρεια από το φαράγγι του Σουλόπουλου. Οι τεκτονικές, όμως, κινήσεις που έλαβαν χώρα κατά το Μέσο Πλειστόκαινο είχαν σαν αποτέλεσμα το σχηματισμό της οροσειράς του Κασιδιάρη κατά μήκος του δυτικού άκρου της λεκάνης, γεγονός που συντέλεσε και στο άνοιγμα του φαραγγιού του Σουλόπουλου στο νότιο άκρο της λεκάνης.

Τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής ανήκουν στην Ιόνιο Γεωτεκτονική Ζώνη, η οποία εκτείνεται από την Αλβανία, καταλαμβάνει όλη τη Δυτική Ελλάδα και καταλήγει στη Βορειοδυτική Πελοπόννησο.

Τα αλπικά ιζήματα της Ιονίου ζώνης αρχίζουν με γύψο. Υπερκείμενα πετρώματα της γύψου είναι οι δολομίτες και οι ασβεστόλιθοι της σειράς της Βίγλας. Η ιζηματογένεση ολοκληρώθηκε με το φλύσχη και τα μεταλικά ιζήματα (Ecosystems Database Observatory 2007).

### **3.1.3 Υδρογεωλογία**

Στη λεκάνη απορροής του Καλαμά διακρίνονται πετρώματα με μεγάλη διαπερατότητα. Στην ευρύτερη περιοχή των εκβολών του Καλαμά, η στάθμη του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα είναι κοντά στην επιφάνεια του εδάφους. Επίσης υπάρχουν ασβεστολιθικά πετρώματα, νεογενή ιζήματα και αδιαπέραστα πετρώματα (Ecosystems Database Observatory 2007).

### **3.1.4 Υδρολογία**

Η έκταση της λεκάνης απορροής του ποταμού Καλαμά είναι 1747 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Η λεκάνη απορροής στην ορεινή ζώνη διατάσσεται σε διεύθυνση περίπου απ' το βορρά στο νότο και κατόπιν από τα όρια του νομού Θεσπρωτίας σε διεύθυνση απ' την ανατολή στη δύση. Ο ποταμός διαθέτει πολλούς μαιανδρισμούς και διέρχεται από πεδινές εκτάσεις. Σχηματίζει αρκετά φαράγγια στους ασβεστολιθικούς όγκους (Καραγεωργίου 2005).

Η μέση υπερετήσια παροχή του ποταμού Καλαμά κοντά στην εκβολή του φθάνει τα 57 κυβικά μέτρα ανά δευτερόλεπτο. Στην ευρύτερη λεκάνη απορροής του

ποταμού υπάρχουν πολλές μεγάλες πηγές νερού, οι οποίες τροφοδοτούνται από τα νερά, τα οποία πέφτουν στην λεκάνη απορροής και από νερά τα οποία προέρχονται εκτός αυτής. Τα υπόγεια νερά καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος της κοιλάδας του ποταμού στις χαμηλής υψομετρικής στάθμης περιοχές του. Στην κοίτη του ποταμού Καλαμά εκφορτίζονται υδρογεωλογικά συστήματα, όπως το σύστημα Σουλίου - Παραμυθιάς, το σύστημα που αναπτύσσεται στο βουνό Κουβάδι, το σύστημα που βρίσκεται στην περιοχή ανάμεσα στον Παραπόταμο, στο Νεοχώρι και στον Καλαμά και το σύστημα στο Μαυροβούνι που εκφορτίζεται από την πηγή Νταμάρι (Ecosystems Database Observatory 2007).

Στη λεκάνη του ποταμού Καλαμά εμφανίζονται οι παρακάτω καρστικές πηγές (Πιν. 5) στην κοίτη του ποταμού ή των παραποτάμων του (Ecosystems Database Observatory 2007).

**Πίνακας 5.** Πηγές λεκάνης Καλαμά. (Ανώνυμος, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης 2010)

Πηγή	Παροχή σε m <sup>3</sup> /sec	Πηγή	Παροχή σε m <sup>3</sup> /sec
Βρύσες	0,027	Πιτσινάρα	0,027
Σπύρου Μπαϊτά	0,069	Λίθινο	0,101
Καλπάκι	0,055	Μύλοι	0,074
Μ. Βελλά	0,289	Κεφαλόβρυσο	0,3
Ριάχοβο	0,088	Γκλάβα	0,694
Κληματιά	1,245	Σιταριά	0,504
Κοκκινόχωμα	0,253	Ιερομνήμη	0,277
Γκουρμούτση	1,75	Σουλόπουλο	0,285
Τσεραβίνα	0,377	Άσπρα Πηγάδια	0,583
Λίμνη	0,322	Νεράδα	0,138
Κοχλιοί	0,058	Ανακόλη	0,63
Καστρί Βελλά	0,097	Λίστας	1,12
Χαβούζι	0,076	Αναβρυστικά	0,905
Χρυσοράχη	0,102	Κακάβι	0,177
Μαυρονέρι	0,221	Ηγουμενίτσα	0,112

### 3.1.5 Κλιματολογία

Γενικά το ετήσιο θερμομετρικό εύρος είναι χαμηλό. Η μέση ετήσια θερμοκρασία ανέρχεται στους 17,47 βαθμούς Κελσίου. Την ίδια ετήσια πορεία παρουσιάζουν και οι μέσες τιμές των ελαχίστων και μεγίστων θερμοκρασιών του έτους. Το ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος ανέρχεται σε 16,4 βαθμούς Κελσίου. Με εξαίρεση τους θερινούς μήνες, η σχετική υγρασία των υπολοίπων μηνών υπερβαίνει το 70%. Η

ετήσια πορεία της βροχόπτωσης είναι απλή, με μέγιστο κατά το μήνα Δεκέμβριο και ελάχιστο τον Ιούλιο. Το ετήσιο ύψος βροχής υπερβαίνει τα 100mm.

Στο σχηματισμό της ομίχλης που παρατηρείται στην περιοχή, επιδρά η τοπογραφική διαμόρφωση του εδάφους, η γεινίαση υδάτινων όγκων, οι αίθριες και νήνεμες νύχτες στους ψυχρούς μήνες κλπ. Στις κοιλάδες ο ψυχρός αέρας των γύρω ορεινών όγκων κατέρχεται και αναμειγνύεται με θερμότερες και υγρότερες αέριες μάζες, σχηματίζοντας έτσι ομίχλες, οι οποίες γίνονται εντονότερες, όταν υπάρχουν λίμνες, ποταμοί ή έλη. Κατά την ψυχρή εποχή, όταν επικρατούν αίθριες νύχτες με νηνεμία, επέρχεται ψύξη του εδάφους, λόγω ακτινοβολίας, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ομίχλης τις πρωινές ώρες. Το ύψος της ομίχλης ποικίλλει και είναι μεγαλύτερο στις κοιλάδες, όπου μπορεί να φθάσει και να ξεπεράσει τα 300 μέτρα. Οι περισσότερες ομίχλες εμφανίζονται την ψυχρή περίοδο και κυρίως τον Νοέμβριο. Η ομίχλη που εμφανίζεται στα στενά του Καλαμά, αποτελεί τοπικό φαινόμενο που οφείλεται στην ιδιομορφία του φαραγγιού (Ecosystems Database Observatory 2007).

### **3.2 Εφαρμογή του Μοντέλου DPSIR**

#### **3.2.1 Κατευθυντήριες Δυνάμεις**

Οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες με αρνητικό περιβαλλοντικό αντίκτυπο στη λεκάνη απορροής του Καλαμά είναι η κτηνοτροφία, η γεωργία, η ιχθυοκαλλιέργεια, η λειτουργία μονάδων επεξεργασίας των προϊόντων της πρωτογενούς παραγωγής, ο τουρισμός, η μη αποτελεσματική διαχείριση των αποβλήτων, καθώς και η κατασκευή έργων υποδομής.

**Κτηνοτροφία:** Οι υγρότοποι ευνοούν την ανάπτυξη της κτηνοτροφίας λόγω της αυξημένης ποσότητας και της καλής ποιότητας της βοσκήσιμης ύλης και λόγω της



ύπαρξης νερού. Το συντριπτικό ποσοστό των κτηνοτροφικών ζώων της περιοχής είναι αιγοπρόβατα (Πιν. 6) που κατά κανόνα δε μετακινούνται σε άλλες περιοχές. Ο αριθμός των ποιμενικών αιγοπροβάτων είναι πολύ μεγάλος σε σχέση με τους διατιθέμενους βοσκότοπους.

**Πίνακας 6.** Κατανομή και διαχρονική εξέλιξη του κτηνοτροφικού κεφαλαίου στο Δέλτα Καλαμά για τα έτη 1988 – 1992. (Αράπης και συν. 2000)

Έτος	Βοοειδή	Πρόβατα	Αίγες	Χοίροι	Σύνολο ζώων
1988	4699	23915	4496	52	32662
1989	5055	22812	4374	22	32263
1990	5068	21228	4119	22	30437
1991	5890	23781	4681	11	34363
1992	5509	23667	5609	21	34806

**Γεωργία:** Η γεωργία αποτελεί σημαντική ανθρωπογενή δραστηριότητα με αρνητικό περιβαλλοντικό αντίκτυπο στην περιοχή. Το 33% της έκτασης που καταλαμβάνει η περιοχή των εκβολών του Καλαμά καλλιεργούνται γεωργικά, ενώ το 78% περίπου αυτών των εκτάσεων αρδεύεται από τον Καλαμά. Η ανάπτυξη δυναμικών καλλιεργειών στην περιοχή οφείλεται στο ευνοϊκό κλίμα, τα σχετικά καλά εδάφη και τη δυνατότητα άρδευσης (Αράπης και συν. 2000).

Στην περιοχή των εκβολών του Καλαμά έγιναν έργα βελτίωσης και αξιοποίησης των καλλιεργήσιμων εκτάσεων με σημαντικότερο την εκτροπή της κοίτης του Καλαμά

με φράγμα στην κοινότητα Ραγίου. Έγιναν, επίσης, αγροτικοί δρόμοι και εκτεταμένο δίκτυο αποστραγγιστικών και αρδευτικών έργων. Στις χαμηλότερες εκτάσεις, έγινε δίκτυο αποστραγγιστικών τάφρων με 4 αντλιοστάσια για την απομάκρυνση των νερών, αρδευτικά δίκτυα και αναχώματα (Αράπης και συν. 2000). Στους πίνακες που ακολουθούν (Πιν. 7,8) παρατίθενται οι χρήσεις των καλλιεργούμενων και αρδευόμενων εκτάσεων σε στρέμματα αντίστοιχα, ενώ στην εικόνα που ακολουθεί (Εικ. 2) απεικονίζεται η γεωργική δραστηριότητα στην περιοχή του Δέλτα Καλαμά.

**Πίνακας 7.** Χρήση καλλιεργούμενων εκτάσεων σε στρέμματα στην περιοχή Δέλτα Καλαμά (Αράπης και συν. 2000)

Έτος	Αροτραίες	Λαχανοκομικές	Δενδρώδεις
1988	17.277	1.023	6.587
1989	17.871	898	8.856
1990	18.109	895	7.052
1991	18.240	938	7.563

**Πίνακας 8.** Συνολικές καλλιεργούμενες και αρδευόμενες εκτάσεις σε στρέμματα στην περιοχή Δέλτα Καλαμά (Αράτης και συν. 2000)

	<i>Αροτραίες</i>		<i>Λαχανοκομικές</i>		<i>Δενδρώδεις</i>	
	Σύνολο	Αρδευόμενες	Σύνολο	Αρδευόμενες	Σύνολο	Αρδευόμενες
Ν. Σελεύκεια	6.820	5.100	685	685	2.000	230
Ράγιο	1.120	1.120	5	5	765	25
Σμέρτο	670	415	20	20	480	180
Ηγουμενίτσα	1.735	1.585	166	116	799	92
Κεστρίνη	3.502	3.502	17	17	1.228	1.205
Ασπροκκλήσι	3.060	3.056	21	21	1.540	1.430
Σαγιάδα	1.133	1.133	20	20	751	529



**Εικόνα 2.** Γεωργική δραστηριότητα στον ποταμό Καλαμά

**Μονάδες επεξεργασίας προϊόντων του πρωτογενούς τομέα:** Έχει παρατηρηθεί σημειακή ρύπανση από τις τοπικές μονάδες επεξεργασίας προϊόντων του πρωτογενούς τομέα και συγκεκριμένα από τις μονάδες επεξεργασίας αγροτικών προϊόντων, όπως τα ελαιοτριβεία και τα γαλακτοκομεία, που λειτουργούν εντός ή πολύ κοντά στην περιοχή μελέτης του δέλτα του Καλαμά και χρησιμοποιούν ανεξέλεγκτα τα πολύ ισχυρά λύματά τους σε κανάλια και τάφρους, που καταλήγουν είτε στον υγρότοπο είτε στη θάλασσα. Πολλές φορές οι τάφροι αυτοί διέρχονται και σε περιοχές των οικισμών, απειλώντας και τη δημόσια υγεία.

**Μη αποτελεσματική διαχείριση αποβλήτων:** Σημαντική κατευθυντήρια δύναμη που ασκεί πίεση στο προς μελέτη οικοσύστημα αποτελεί η ρύπανση από αστικά απόβλητα, καθώς και από απόβλητα που παράγονται από τις λοιπές ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Καμία από τις κοινότητες που βρίσκεται στις περιοχές μελέτης δε διαθέτει μονάδα επεξεργασίας αποβλήτων. Αποτέλεσμα της ρύπανσης των νερών με μεγάλες ποσότητες βιοαποικοδομήσιμης οργανικής ύλης (όπως είναι τα οικιακά λύματα που καταναλώνουν οξυγόνο για να οξειδωθούν βιοχημικά και να αποικοδομηθούν) είναι η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στα φυσικά νερά να παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις.

**Τουρισμός:** Η περιοχή της αμμώδους χερσονήσου του Δρέπανου συγκεντρώνει κάποια ευαίσθητα χαρακτηριστικά, όπως τα σημαντικά οικοσυστήματα των αμμωδών ακτών και των αμμόλοφων, καθώς και τη γειτνίαση με σημαντικές λιμνοθάλασσες. Στην ίδια περιοχή συγκεντρώνονται σημαντικές δραστηριότητες αναψυχής, κυρίως λόγω της αμμώδους παραλίας, η οποία είναι η μοναδική παραλία που προσφέρεται για θαλάσσια λουτρά σε μικρή απόσταση από την πόλη της Ηγουμενίτσας. Αντίστοιχα, στην περιοχή των εκβολών του Καλαμά έχει αναπτυχθεί δραστηριότητα αναψυχής με

εκδρομείς που φτάνουν με ναυλωμένα σκάφη από την Κέρκυρα και ασκούν θαλάσσια αθλήματα.

### 3.2.2 Πιέσεις

Σημαντική πίεση που ασκείται στην περιοχή μελέτης από τις κατευθυντήριες δυνάμεις είναι οι εκχερσώσεις που γίνονται είτε για τη δημιουργία νέων καλλιεργήσιμων εκτάσεων (γεωργία), είτε για τη δημιουργία νέων βοσκοτόπων (κτηνοτροφία), είτε για την κατασκευή τουριστικών εγκαταστάσεων, είτε ακόμα και για την κατασκευή αυθαίρετων κατοικιών. Ίσως οι εκχερσώσεις που έχουν γίνει κατά τις προηγούμενες δεκαετίες, είτε για την ενίσχυση της γεωργίας με τη δημιουργία νέων εκτάσεων είτε για οποιοδήποτε άλλο σκοπό να ωφέλησαν τους εν λόγω τομείς, όμως αυτή η τάση εκμετάλλευσης, με την μετατροπή των ελών και των παραποτάμιων εκτάσεων σε καλλιέργειες, έχει μειώσει και συνεχίζει να μειώνει τους οικοτόπους των πτηνών.

Το πρόβλημα των εκχερσώσεων είναι ιδιαίτερα έντονο στις όχθες του ποταμού Καλαμά, όπου η φυσική παραποτάμια βλάστηση αλλού έχει μειωθεί στο ελάχιστο, δηλαδή σε μόνο μια σειρά δένδρων και αλλού έχει εξαφανιστεί παντελώς.

Επίσης, σημαντική πίεση που ασκείται από τη γεωργία και οπωσδήποτε ασκεί επίδραση στην ποιότητα των υδάτων του Καλαμά είναι η χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων από τους καλλιεργητές.

Στους επόμενους πίνακες (Πιν. 9 – 16) παρατίθενται τα στοιχεία των πιέσεων που ασκούνται από τη γεωργία και την κτηνοτροφία στην περιοχή μελέτης.

**Πίνακας 9.** Συνολικές ποσότητες λιπασμάτων σε τόνους κατά καλλιέργεια στην περιοχή μελέτης (Αράπης και συν. 2000)

Είδη καλλιεργειών	Έκταση	Θεϊκή αμμωνία 21-0-0	Φωσφορική αμμωνία 20-10-0	Φωσφορική αμμωνία 16-20-0	Ασβεστού 7ος νιτρική αμμωνία 26-0-0	Νιτρική αμμωνία 33,5-0-0	Αραιό φωσφ/κό 0-20-0	Μικτού τύπου 11-15-15
καλαμπόκι	11,030	330,9	441,2		441,2	220,6		441,2
μηδική	10,120			101,2			506,0	
κηπευτικά	2,920	116,8				73,0		116,8
εσπεριδοειδή	3,950	158				118,5		118,5
ακτινίδια	2,000	150						150
σύνολο		755,7	441,2	101,2	441,2	412,1	506,2	826,5

**Πίνακας 10.** Συνολικές ποσότητες φυτοφαρμάκων κατά καλλιέργεια και ανά κατηγορία (Αράπης και συν. 2000)

Είδη καλλιεργειών	Έκταση (στρεμ).	Εντομοκτόνα (kg)	Ακαραιοκτόνα (kg)	Μυκητοκτόνα (kg)	Ζιζανιοκτόνα (kg)
καλαμπόκι	11,030	18,751			3,309
μηδική	10,120	5,060			3,036
κηπευτικά	2,920	2,920	1,460	20,440	1,460
εσπεριδοειδή	3,950	11,850	1,975	5,925	2,765
σύνολο	28,020	38,581	3,435	26,365	10,570

**Πίνακας 11.** Παραγόμενο φορτίο από κτηνοτροφικές μονάδες (Αράπης και συν. 2000)

	<b>Χοιροτροφεία</b>	<b>Βουστάσια</b>	<b>Ορνιθοτροφεία</b>	<b>Αιγοπρόβατα</b>
Βάρος ζώντος ζώου	460 Kg/χοιρομητέρα	450 Kg/αγελάδα		
Όγκος αποβλήτων	0,12 m <sup>3</sup> /ημ. X tn ζώντ. βάρους	190 lt/ημ. X κεφάλι	0,2 lt/ημ. X κεφάλι	7 lt/ημ. X κεφάλι
BOD <sub>5</sub>	18,33 Kg/m <sup>3</sup> αποβλήτων	1,8 Kg/ημ. X tn ζώντ. βάρους	7,2 gr/ημ X κεφάλι	54 gr/ημ. X κεφάλι
COD	60,33 Kg/m <sup>3</sup> αποβλήτων	7,2 X BOD <sub>5</sub>		
S	57,5 Kg/m <sup>3</sup> αποβλήτων	8,8 Kg/ημ. X tn ζώντ. βάρους		
N	3,25 Kg/m <sup>3</sup> αποβλήτων	0,36 Kg/ημ. X tn ζώντ. βάρους	2 gr/ημ X κεφάλι	26 gr/ημ. X κεφάλι
P	0,62 Kg/m <sup>3</sup> αποβλήτων	0,044 Kg/ημ. X tn ζώντ. βάρους	0,6 gr/ημ X κεφάλι	4 gr/ημ. X κεφάλι

**Πίνακας 12.** Ημερήσιο παραγόμενο φορτίο από κτηνοτροφικές μονάδες για το Δέλτα Καλαμά (Αράπης και συν. 2000)

	<b>Χοιροτροφεία</b>	<b>Βουστάσια</b>	<b>Αιγοπρόβατα</b>	<b>Σύνολο</b>
Βάρος ζώντος ζώου (tn)	1,8	1905		
Ογκος αποβλήτων (m <sup>3</sup> )	0,22	1046,7	205	1009,5
BOD <sub>5</sub> (Kg)	4	3429	1580	5103
COD (Kg)	13,3	24689	-	24702,3
S (Kg)	12,65	16764	-	16776,65
N (Kg)	0,7	685,8	761	1447,5
P (Kg)	0,14	83,82	119	203

**Πίνακας 13.** Ημερήσιο παραγόμενο φορτίο από κτηνοτροφικές μονάδες για τα Στενά Καλαμά (Αράπης και συν. 2000)

	<b>Χοιροτροφεία</b>	<b>Βουστάσια</b>	<b>Αιγοπρόβατα</b>
Βάρος ζώντος ζώου (tn)	0,92	37,35	-
Ογκος αποβλήτων (m3)	0,11	20,5	74,72
BOD5 (Kg)	2,02	67,23	576,45
COD (Kg)	6,64	484	-
S (Kg)	6,32	328,7	-
N (Kg)	0,36	13,45	277,5
P (Kg)	0,07	1,64	42,7

**Πίνακας 14.** Ρυπαντικό φορτίο από τη γεωργία Δέλτα Καλαμά (Αράπης και συν. 2000)

Είδος έκτασης	Έκταση (στρεμ. 1991)	Φορτίο (τόνοι/έτος)	
		<b>N</b>	<b>P</b>
Δάση	3.700	1,11	0,04
Αρδευόμενες εκτάσεις	20.486	163,9	1,02
Γεωργική γη	5.871	2,94	0,29
Βοσκότοποι	88.867	44,43	4,43
Σύνολο		212,38	5,78

**Πίνακας 15.** Ρυπαντικό φορτίο από τη γεωργία Στενά Καλαμά (Αράπης και συν. 2000)

Είδος έκτασης	Έκταση (σε στρεμ.)	Φορτίο (τόνοι/έτος)	
		<b>N</b>	<b>P</b>
Δάση	20.500	6,15	0,2
Αρδευόμενες εκτάσεις	4.800	38,4	0,24
Γεωργική γη	4.800	2,4	0,24
Βοσκότοποι	71.700	35,85	3,58
Σύνολο		82,8	4,26



Η έντονη κτηνοτροφία ασκεί πίεση στην περιοχή μελέτης τόσο με την απόθεση σημαντικού ρυπαντικού φορτίου, όσο και με την υποβάθμιση των βοσκότοπων.

**Πίνακας 16.** Παραγόμενο φορτίο από κτηνοτροφικές μονάδες (Αράπης και συν. 2000)

	<b>Χοιροτροφεία</b>	<b>Βουστάσια</b>	<b>Ορνιθοτροφεία</b>	<b>Αγγοπρόβατα</b>
Βάρος ζώντος ζώου	460 Kg/χοιρομητέρα	450 Kg/αγελάδα		
Όγκος αποβλήτων	0,12 m <sup>3</sup> /ημ. X tn ζώντ. βάρους	190 lt/ημ. X κεφάλι	0,2 lt/ημ. X κεφάλι	7 lt/ημ. X κεφάλι
BOD5	18,33 Kg/m <sup>3</sup> αποβλήτων	1,8 Kg/ημ. X tn ζώντ. βάρους	7,2 gr/ημ X κεφάλι	54 gr/ημ. X κεφάλι
COD	60,33 Kg/m <sup>3</sup> αποβλήτων	7,2 X BOD5		
SS	57,5 Kg/m <sup>3</sup> αποβλήτων	8,8 Kg/ημ. X tn ζώντ. βάρους		
N	3,25 Kg/m <sup>3</sup> αποβλήτων	0,36 Kg/ημ. X tn ζώντ. βάρους	2 gr/ημ X κεφάλι	26 gr/ημ. X κεφάλι
P	0,62 Kg/m <sup>3</sup> αποβλήτων	0,044 Kg/ημ. X tn ζώντ. βάρους	0,6 gr/ημ X κεφάλι	4 gr/ημ. X κεφάλι

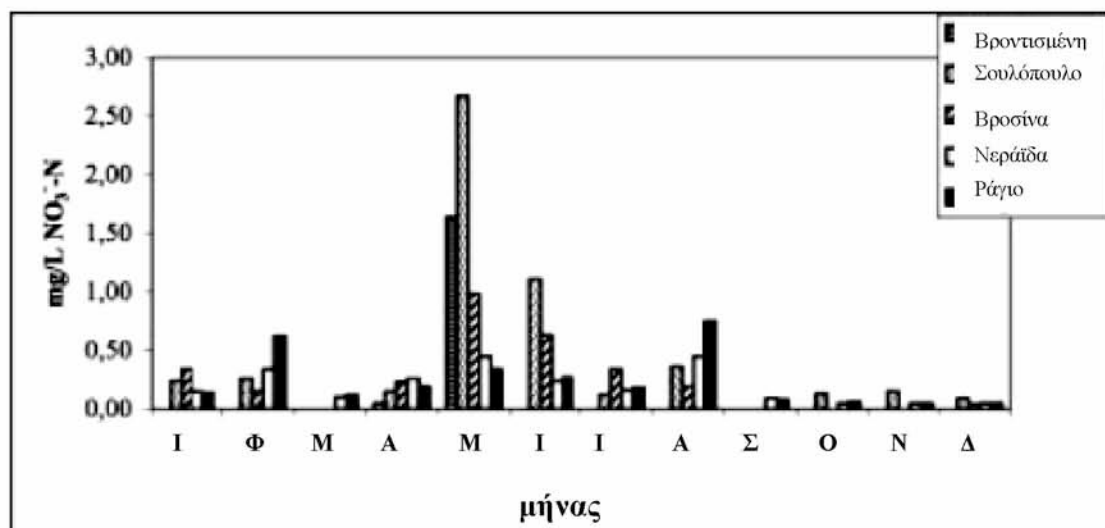
### 3.2.3 Κατάσταση και επιπτώσεις

Για την εκτίμηση της κατάστασης στην περιοχή μελέτης, χρησιμοποιήθηκαν κριτήρια ποιότητας του νερού που αφορούν σε συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων, οργανικών ουσιών, φυτοφαρμάκων, μικροβιολογικών παραμέτρων και βαρέων μετάλλων. Επίσης, παρατίθενται κάποια δεδομένα που αφορούν σε παρουσία ραδιενέργειας, αν και δεν έχει διαπιστωθεί κάποια συγκεκριμένη πηγή (πίεση).

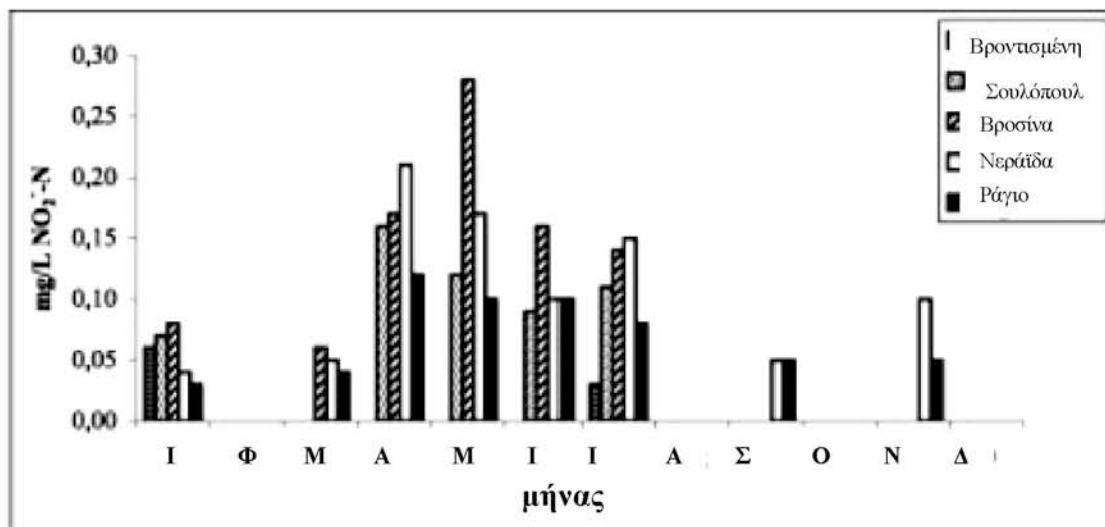
Στον πίνακα (Πιν. 17) και στα σχήματα (Σχ. 3a-3e) που ακολουθούν, παρουσιάζονται ορισμένα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των υδάτων του Καλαμά, που αφορούν είτε χρονική, είτε χωρική κατανομή.

Πίνακας 17. Χαρακτηριστικά υδάτων του Καλαμά (Albanis *et al.* 2002)

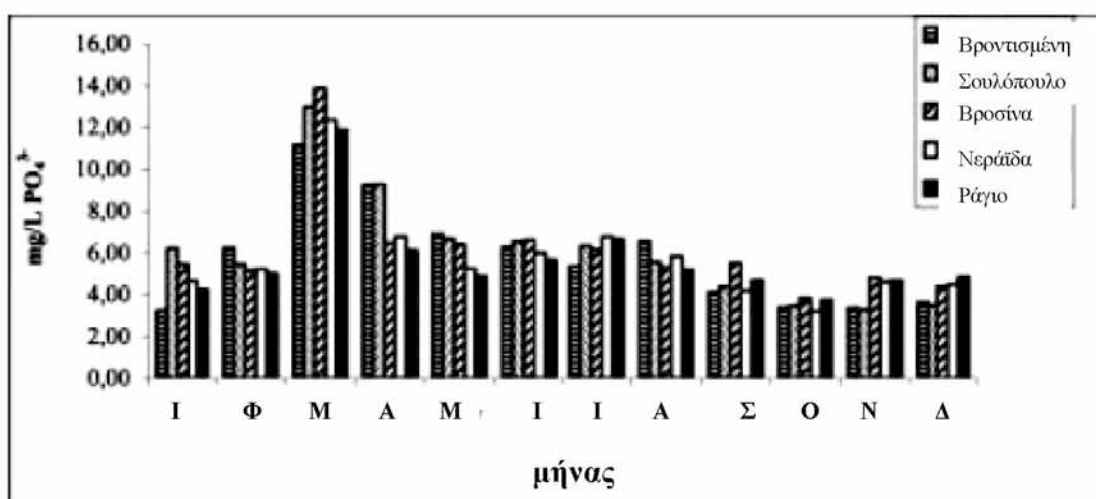
ρΗ	Αγωγιμότητα (μS/cm)	Σύνολο διαλυμένων στερεών (mg/L)	Σύνολο οργανικών ουσιών (mg/L)	Αλατότητα (%)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)
7,9	318	198	5,11	1,7	4,29



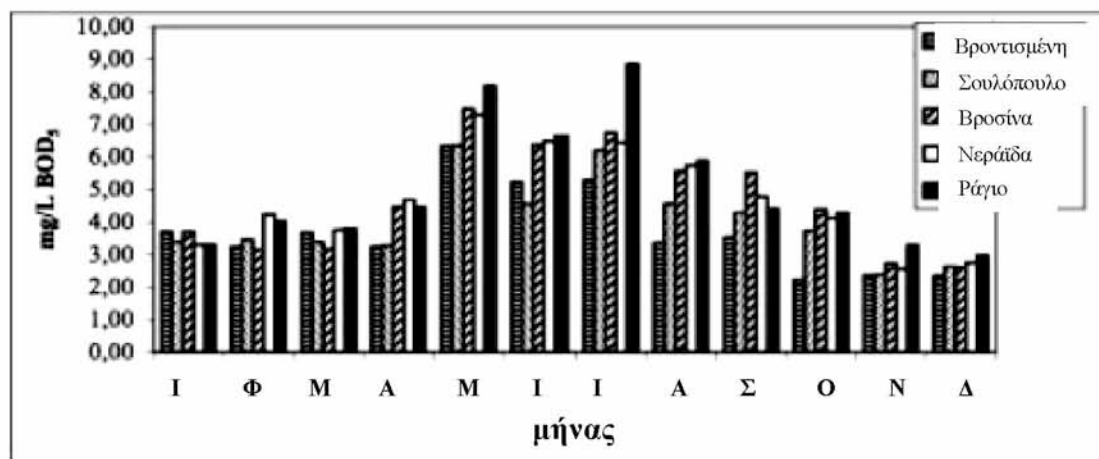
a



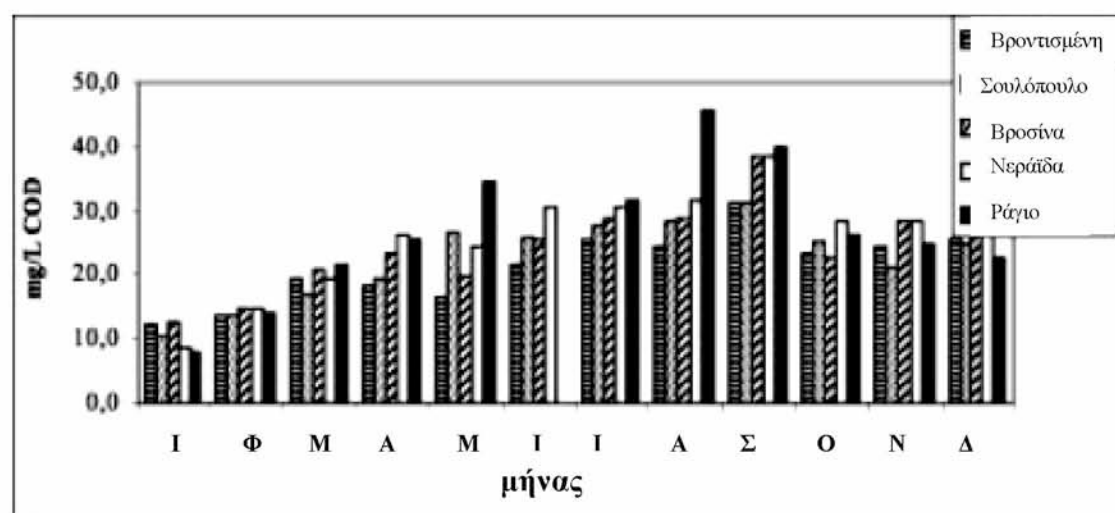
b



c



d



e

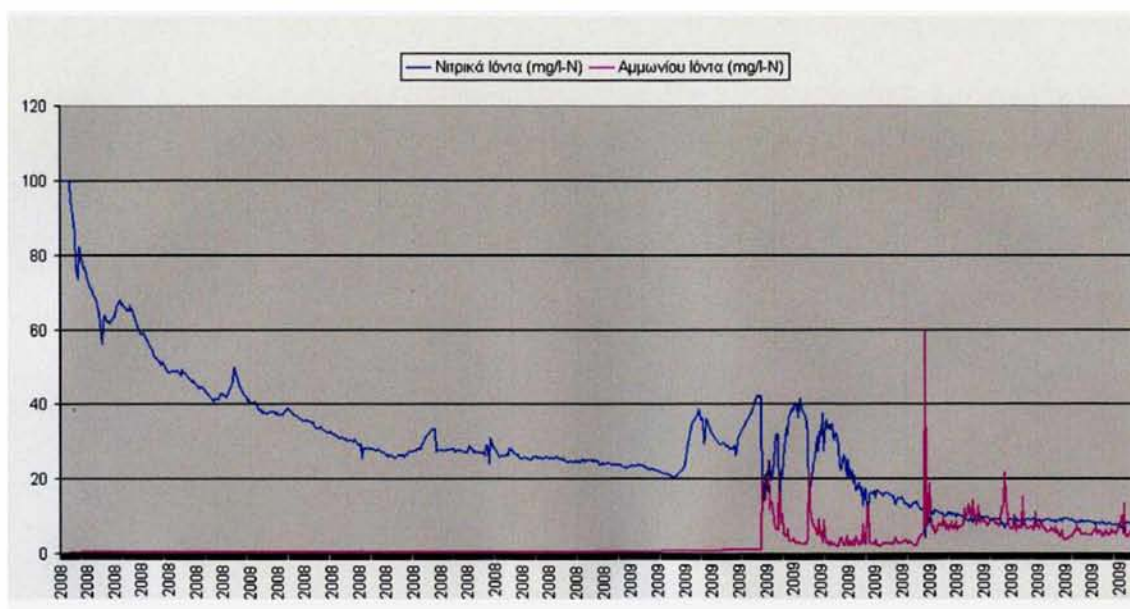
Σχήματα 3a-3e. Εποχιακή μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων  $\text{NO}_3^-$  (a),  $\text{NO}_2^-$  (b),  $\text{PO}_4^{3-}$  (c),  $\text{BOD}_5$  (d),  $\text{COD}$  (e) σε πέντε τοποθεσίες του ποταμού Καλαμά (Lekka *et al.* 2004)

Η μη σημειακή ρύπανση από τις γεωργικές καλλιέργειες με τη χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων έχει ως αποτέλεσμα, ποσότητες από τα χημικά αυτά, να καταλήγουν στον ποταμό Καλαμά και στα ευαίσθητα οικοσυστήματα του

υγροτόπου. Η χρήση φυτοφαρμάκων έχει αποδειχθεί ιδιαίτερα επιβλαβής για τους πληθυσμούς πολλών ειδών της ορνιθοπανίδας.

Η εντατική γεωργία που ασκείται στη πεδιάδα του Καλαμά επιβαρύνει το υδάτινο οικοσύστημα του ποταμού με μεγάλες ποσότητες αζώτου και φωσφόρου, που είναι δυνατόν να δημιουργήσουν φαινόμενα ευτροφισμού στα υδάτινα οικοσυστήματα του υγρότοπου και κυρίως στις λιμνοθάλασσες, τα κανάλια και την παράκτια θαλάσσια περιοχή. Οι κύριες αιτίες ευτροφισμού είναι τα νιτρικά και κυρίως τα φωσφορικά λιπάσματα που προέρχονται από τις καλλιέργειες.

Σημαντικές επιπτώσεις έχει, επίσης, η σημειακή ρύπανση από μονάδες ιχθυοκαλλιέργειας. Οι μονάδες εντατικής ιχθυοκαλλιέργειας είναι δυνατόν να επιβαρύνουν τα νερά με οργανικές ουσίες από τις τροφές για τα εκτρεφόμενα ψάρια και να οδηγήσουν το υδάτινο οικοσύστημα σε ευτροφισμό.



**Σχήμα 4.** Μετρήσεις αμμωνιακών και νιτρικών ιόντων στον ποταμό Καλαμά για τα έτη 2008-2009. (Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής 2009)

Η χρήση φυτοφαρμάκων (Πιν.18 – 19) έχει αποδειχθεί ιδιαίτερα επιβλαβής για τους πληθυσμούς πολλών ειδών της ορνιθοπανίδας. Εκτός από τον απευθείας θάνατο που μπορεί να προκαλέσουν, τα τελευταία έτη οι επιπτώσεις είναι έμμεσες, όπως η μειωμένη αναπαραγωγική επιτυχία αλλά και η μείωση των τροφικών διαθεσίμων για πολλά είδη, ιδιαίτερα για τα εντομοφάγα είδη πουλιών. Από τη χρήση των φυτοφαρμάκων εκτιμάται ότι έχουν έμμεσα επηρεαστεί αρνητικά τουλάχιστον το 25% των ειδών, των οποίων ο πληθυσμός τους μειώνεται στην Ευρώπη.

**Πίνακας 18.** Μετρήσεις ποιότητας υδάτων Καλαμά - φυτοφάρμακα (Γενικό Χημείο του Κράτους 1997)

Παράμετρος	Μονάδα	Γέφυρα Μαζαρακίου	Γέφυρα Κληματιάς	Φράγμα Κεστρίνης	Όριο ανίχνευσης
α - H CH	mg/l	0,006	0,005	0,004	0,003
β - HCH	mg/l	0,015	0,025	0,019	0,005
γ - HCH	mg/l	0,007	0,008	0,008	0,004
δ - HCH	mg/l	-	-	-	0,005
Heprachlor	mg/l	-	-	-	0,007
Alotrin	mg/l	-	-	-	0,003
Heptachlor Epoxide	mg/l	-	-	-	0,004
α - Endos	mg/l	0,005	0,003	-	0,003
4,4' - DDE	mg/l	0,01	0,006	-	0,003
Dieldrin	mg/l	-	-	-	0,016
Endrin	mg/l	-	-	-	0,005
b - Endos	mg/l	-	-	-	0,004
4,4,' - DDD	mg/l	-	-	-	0,003
Endrin ald	mg/l	0,004	0,015	0,028	0,003
4,4' - DDT	mg/l	0,140	-	0,015	0,012
Methoxychlor	mg/l	-	-	-	
Endrin Ketone	mg/l	-	-	-	
Endos Sulf	mg/l		--		0,006

**Πίνακας 19.** Μέσες ανιχνεύσιμες συγκεντρώσεις φυτοφαρμάκων (μg/L) και εύρος ανίχνευσης στον ποταμό Καλαμά (Albanis *et al.* 2002)

Φυτοφάρμακα	Ανίχνευση	Συγκέντρωση (μg/L)	
	(%) (n=72)	Μέση ανιχνεύσιμη	Εύρος ανίχνευσης
<b>Ζιζανιοκτόνα</b>			
EPTC	21	0,06	0,04-0,12
DEA	44	0,03	0,03-0,09
Trifluralin	56	0,1	0,02-0,3
Atrazine	46	0,05	0,02-0,23
Terbuthylazine	4	0,02	0,01-0,02
Alachlor	3	0,08	0,04-0,13
<b>Εντομοκτόνα</b>			
Carbofuran	21	0,05	0,03-0,15
Diazinon	47	0,11	0,04-0,25
Disulfoton	53	0,03	0,01-0,07
Parathion methyl	8	0,08	0,05-0,09
Parathion ethyl	13	0,02	0,02-0,04
Fenthion	4	0,02	0,01-0,03
Ethion	18	0,02	0,01-0,03

Οι περισσότερες κοινότητες δε διαθέτουν οργανωμένο δίκτυο συλλογής απορριμμάτων, ενώ συχνά η διάθεση των στερεών απορριμμάτων γίνεται στις όχθες του ποταμού Καλαμά ή σε άλλα μικρά υδατορεύματα, αποτελώντας σημαντική πηγή επιβάρυνσης του υδατικού οικοσυστήματος, αλλά και αισθητικής ρύπανσης.

Κατά τις μελέτες της σημειακής ρύπανσης από χώρους ανεξέλεγκτης απόρριψης απορριμμάτων, έχουν καταγραφεί τέτοιοι χώροι από τους οποίους, ο σημαντικότερος και ο περισσότερο επιβαρυντικός είναι ο χώρος ανεξέλεγκτης απόρριψης των απορριμμάτων της Σαγιάδας. Πέρα από την οπτική και ατμοσφαιρική ρύπανση, ο μεγαλύτερος κίνδυνος είναι αυτός της επιβάρυνσης των υδάτων τόσο των γειτονικών καναλιών όσο και της θάλασσας. Επίσης, υπάρχει σημαντικός κίνδυνος εισαγωγής

επικίνδυνων ρύπων στην τροφική αλυσίδα του υγροτόπου, είτε μέσω των στραγγισμάτων που καταλήγουν στον υγρότοπο, είτε λόγω της τροφοληψίας από τα απορρίμματα πολλών ειδών πανίδας, κυρίως δε, τρωκτικών και κάποιων οπορτουνιστικών ειδών πουλιών.

Για την εκτίμηση της τωρινής κατάστασης στον Καλαμά, παρατίθενται επίσης μετρήσεις των κυριότερων παθογόνων μικροοργανισμών που εμφανίζονται στα επιφανειακά νερά (Ecosystems Database Observatory 2007).

Ο Καλαμάς είναι δέκτης ενός γενικά υψηλού μικροβιακού φορτίου. Το μικροβιολογικό φορτίο του ποταμού εμφανίζεται ιδιαίτερα υψηλό σ' όλες τις μετρήσεις και ειδικότερα το καλοκαίρι. Πρόκειται για φορτίο από αστικά λύματα, κτηνοτροφικά απόβλητα ή και από λίπανση με κοπριά.

Στα επόμενα σχήματα (Σχ. 5-10) παρουσιάζεται η μικροβιολογική ποιότητα σε διάφορα σημεία κατά μήκος του ποταμού. Συγκεκριμένα, παρουσιάζεται η χωρική κατανομή των εξής μικροβιολογικών παραμέτρων ποιότητας:

- Συγκέντρωση Εντερόκοκκων
- Συγκέντρωση Μυκήτων
- Συγκέντρωση OMX 20°C
- Συγκέντρωση OMX 37°C
- Συγκέντρωση Σταφυλόκοκκων
- Συγκέντρωση Ψευδομονάδων

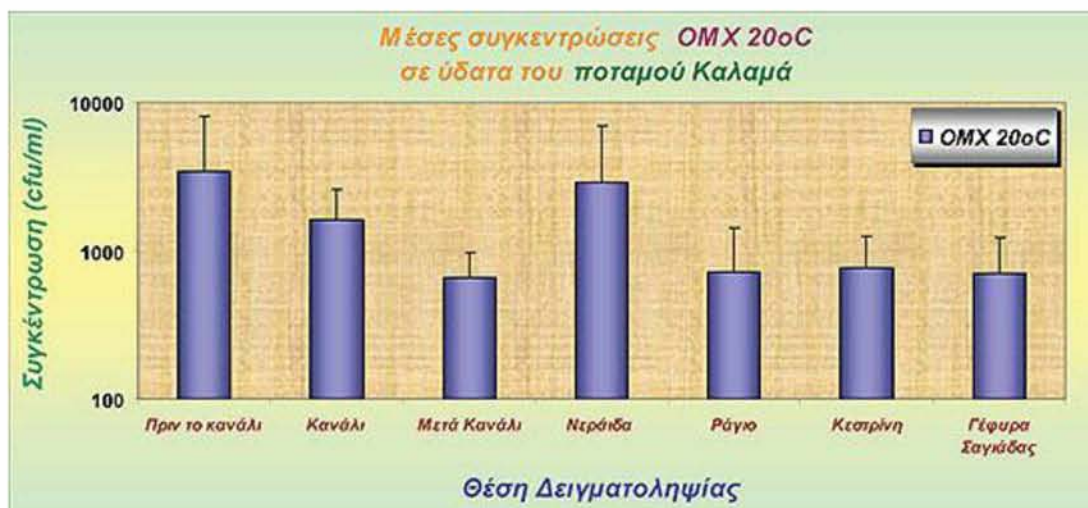




**Σχήμα 5.** Μέσες συγκεντρώσεις Εντερόκοκκου σε ύδατα του Καλαμά. (Ecosystems Database Observatory 2007)



**Σχήμα 6.** Μέσες συγκεντρώσεις Μυκήτων σε ύδατα του Καλαμά (Ecosystems Database Observatory 2007)



**Σχήμα 7.** Μέσες συγκεντρώσεις OMX 20°C σε ύδατα του Καλαμά (Ecosystems Database Observatory 2007)



**Σχήμα 8.** Μέσες συγκεντρώσεις OMX 37°C σε ύδατα του Καλαμά (Ecosystems Database Observatory 2007)



**Σχήμα 9.** Μέσες συγκεντρώσεις Σταφυλόκοκκου σε ύδατα του Καλαμά (Ecosystems Database Observatory 2007)



**Σχήμα 10.** Μέσες συγκεντρώσεις Ψευδομονάδων σε ύδατα του Καλαμά (Ecosystems Database Observatory 2007)

Το μικροβιολογικό φορτίο σύμφωνα με την διεθνή και ελληνική νομοθεσία θεωρείται άνω του μετρίου στις παραπάνω μετρήσεις. Πρόκειται για φορτίο από αστικά λύματα, κτηνοτροφικά απόβλητα ή και λιπάσματα. Η μικρή παρουσία παθογόνων οργανισμών μπορεί να εξηγηθεί με την αύξηση της παροχής των νερών, την εποχιακή

διακοπή κάποιων δραστηριοτήτων που ρυπαίνουν, χωρίς ωστόσο να αποτελεί αυτό εγγύηση για την αντιμετώπιση του προβλήματος και στο μέλλον (Kotti *et al.* 2005).

Στον παρακάτω πίνακα (Πιν. 20) φαίνεται η εκατοστιαία κατανομή βενθικών μακροασπόνδυλων, όπως αυτή εκτιμήθηκε σε πέντε τοποθεσίες της περιοχής μελέτης (Βροντισμένη, Σουλόπουλο, Βροσίνα, Νεράιδα, Ράγιο).

**Πίνακας 20.** Κατανομή (%) βενθικών μακροασπόνδυλων σε πέντε τοποθεσίες του ποταμού Καλαμά (Lekka *et al.* 2004)

<b>Ζωολογική διαίρεση</b>	<b>Τάξη</b>	<b>Βροντισμένη</b>	<b>Σουλόπουλο</b>	<b>Βροσίνα</b>	<b>Νεράιδα</b>	<b>Ράγιο</b>
Arthropoda	Trichoptera	15,59	33,53	3,86	9,64	3,69
	Diptera	15,53	15,1	39,63	46,43	70,97
	Ephemeroptera	52,13	34,45	23,26	31,59	14,75
	Plecoptera	5,62	5,34	4,53	1,88	0
	Odonata	0,17	0,2	0,71	0,78	0,23
	Coleoptera	6,77	7,43	1,47	3,95	0,08
	Heteroptera	0,01	0,01	0	0	0,08
	Lepidoptera	0,5	0	0	0,09	0
	Decapoda	0,07	0	0	0	0
	Amphipoda	0,03	0,24	0,11	0,08	0
Mollusca	Gastropoda	2,03	0,37	0,45	0,15	0
Annelida	Hirudinea	0	0,03	0,15	0	0
	Oligochaeta	0,49	1,75	22,35	3,36	7,22
Platyelminthes		0	0,69	0,02	0	0
Pupae		1,06	0,86	3,45	2,05	3

Στον παρακάτω πίνακα (Πιν. 21) φαίνονται μετρήσεις βαρέων μετάλλων και ραδιενέργειας, τα οποία θεωρείται ότι είναι αποτελέσματα απορροής γεωργικών λιπασμάτων.

**Πίνακας 21.** Μέγιστη, ελάχιστη και μέση συγκέντρωση βαρέων μετάλλων, σωματιδίων α, σωματιδίων β και ραδίου στον ποταμό Καλαμά (Stamoulis *et al.* 2008)

	<b>Ελάχιστη</b>	<b>Μέγιστη</b>	<b>Μέση</b>
<b>Στοιχείο (µg/L)</b>			
V	<0,1	3	1,1
Cr	0,1	3,8	0,9
Mn	0,3	7,1	2,3
Fe	6,5	206,4	46,4
Ni	0,6	6,2	2,5
Cu	0,1	9,9	2,3
Zn	0,6	20,4	4,7
Mo	0,5	61,9	15,4
Pb	0,1	2,1	0,6
<b>Ραδιενέργεια</b>			
Gross alpha (Bq/L)	<0,009	0,04	0,02
Gross beta (Bq/L)	<0,015	0,06	0,04
Ra (Bq/L)	0	0	0

**Πίνακας 22.** Φυσικά χαρακτηριστικά, ανθρωπογενείς δραστηριότητες και πηγές μόλυνσης σε πέντε τοποθεσίες του ποταμού Καλαμά (Lekka *et al.* 2004)

	<b>Υψόμετρο (m)</b>	<b>Κλίση (m/km)</b>	<b>Πηγές μόλυνσης</b>	<b>Ανθρωπογενείς τροποποιήσεις</b>
<b>Βροντισμένη</b>	390	2,5	γεωργία, αστικά και βιομηχανικά λύματα	Άντληση υδάτων, κανάλια ύδρευσης
<b>Σουλόπουλο</b>	160	1,72	παραπροϊόντα βιοαποκατάστασης Ιωαννίνων	Άντληση υδάτων
<b>Βροσίνα</b>	100	6,67	γεωργία, κτηνοτροφία, αστικά και βιομηχανικά λύματα	Αμμοληψία, κανάλια ύδρευσης
<b>Νεράιδα</b>	40	5,29	γεωργία, κτηνοτροφία	Αμμοληψία
<b>Ράγιο</b>	20	3,66	γεωργία, κτηνοτροφία	Φράγμα

Στον Πίνακα 22 φαίνονται οι πηγές μόλυνσης και οι ανθρωπογενείς τροποποιήσεις που έλαβαν χώρα στο προς μελέτη οικοσύστημα (Lekka *et al.* 2004).

Στους Πίνακες 23-27 παρατίθεται ο χαρακτηρισμός της ποιότητας των υδάτων για την κάθε τοποθεσία από όπου λήφθηκαν οι μετρήσεις. Η ανάλυση των μετρήσεων έγινε με βάση τις τιμές BMWP (Biological Monitoring Working Party) και HS (Hellenic Score) και χρησιμοποιήθηκαν οι υδρομορφολογικοί, χημικοί και βιολογικοί παράγοντες που προτείνονται από τη νέα *Οδηγία-Πλαίσιο 2000/60/EK* (Lekka *et al.* 2004).

**Πίνακας 23.** Χαρακτηρισμός της ποιότητας των υδάτων του Καλαμά με βάση μετρήσεις που λήφθηκαν στην τοποθεσία “Βροντισμένη” κατά την περίοδο Μαρτίου 2000 – Φεβρουαρίου 2001 (Lekka *et al.* 2004)

Μήνας	Χαρακτηρισμός της ποιότητας των υδάτων
Μάρτιος	Καλή
Απρίλιος	Καλή
Μάιος	Καλή
Ιούνιος	Υψηλή
Ιούλιος	Υψηλή
Αύγουστος	Υψηλή
Σεπτέμβριος	Κακή
Οκτώβριος	Υψηλή
Νοέμβριος	Υψηλή
Δεκέμβριος	Υψηλή
Ιανουάριος	Καλή
Φεβρουάριος	Μέτρια

**Πίνακας 24.** Χαρακτηρισμός της ποιότητας των υδάτων του Καλαμά με βάση μετρήσεις που λήφθηκαν στην τοποθεσία “Σουλόπουλο” κατά την περίοδο Μαρτίου 2000 – Φεβρουαρίου 2001 (Lekka *et al.* 2004)

Μήνας	Χαρακτηρισμός της ποιότητας των υδάτων
Μάρτιος	Υψηλή
Απρίλιος	Υψηλή
Μάιος	Υψηλή
Ιούνιος	Υψηλή
Ιούλιος	Υψηλή
Αύγουστος	Υψηλή
Σεπτέμβριος	Καλή
Οκτώβριος	Υψηλή
Νοέμβριος	Υψηλή
Δεκέμβριος	Υψηλή
Ιανουάριος	Υψηλή
Φεβρουάριος	Υψηλή

**Πίνακας 25.** Χαρακτηρισμός της ποιότητας των υδάτων του Καλαμά με βάση μετρήσεις που λήφθηκαν στην τοποθεσία “Βροσίνα” κατά την περίοδο Μαρτίου 2000 – Φεβρουαρίου 2001 (Lekka *et al.* 2004)

Μήνας	Χαρακτηρισμός της ποιότητας των υδάτων
Μάρτιος	Υψηλή
Απρίλιος	Καλή
Μάιος	Υψηλή
Ιούνιος	Υψηλή
Ιούλιος	Υψηλή
Αύγουστος	Καλή
Σεπτέμβριος	Ελλιπής
Οκτώβριος	Υψηλή
Νοέμβριος	Υψηλή
Δεκέμβριος	Μέτρια
Ιανουάριος	Καλή
Φεβρουάριος	Μέτρια

**Πίνακας 26.** Χαρακτηρισμός της ποιότητας των υδάτων του Καλαμά με βάση μετρήσεις που λήφθηκαν στην τοποθεσία “Νεράιδα” κατά την περίοδο Μαρτίου 2000 – Φεβρουαρίου 2001 (Lekka *et al.* 2004)

Μήνας	Χαρακτηρισμός της ποιότητας των υδάτων
Μάρτιος	Υψηλή
Απρίλιος	Καλή
Μάιος	Καλή
Ιούνιος	Καλή
Ιούλιος	Υψηλή
Αύγουστος	Υψηλή
Σεπτέμβριος	Ελλιπής
Οκτώβριος	Υψηλή
Νοέμβριος	Καλή
Δεκέμβριος	Καλή
Ιανουάριος	Μέτρια
Φεβρουάριος	Καλή

**Πίνακας 27.** Χαρακτηρισμός της ποιότητας των υδάτων του Καλαμά με βάση μετρήσεις που λήφθηκαν στην τοποθεσία “Ράγιο” κατά την περίοδο Μαρτίου 2000 – Φεβρουαρίου 2001 (Lekka *et al.* 2004)

Μήνας	Χαρακτηρισμός της ποιότητας των υδάτων
Μάρτιος	Κακή
Απρίλιος	Μέτρια
Μάιος	Κακή
Ιούνιος	Ελλιπής
Ιούλιος	Κακή
Αύγουστος	Κακή
Σεπτέμβριος	Κακή
Οκτώβριος	Κακή
Νοέμβριος	Κακή
Δεκέμβριος	Κακή
Ιανουάριος	Κακή
Φεβρουάριος	Κακή



Σε 4 από τις 5 παραπάνω τοποθεσίες (εκτός από το Σουλόπουλο) ασκείται πίεση από γεωργικές δραστηριότητες. Επίσης σε 3 από τις 5 παραπάνω τοποθεσίες (εκτός από το Σουλόπουλο και τη Βροντισμένη), ασκείται πίεση από την κτηνοτροφία.

Το Σουλόπουλο (στο οποίο δεν ασκείται πίεση από την κτηνοτροφία και τη γεωργία) αποτελεί την τοποθεσία όπου η ποιότητα των υδάτων βρίσκεται στην καλύτερη κατάσταση μεταξύ των 5 τοποθεσιών (η ποιότητα των υδάτων χαρακτηρίζεται ως υψηλή στους 11 από τους 12 μήνες και ως καλή μόνο κατά το μήνα Σεπτέμβριο).

Η τοποθεσία μεταξύ των 5 που εμφανίζει τη χειρότερη οικολογική κατάσταση είναι το Ράγιο, περιοχή όπου ασκείται πίεση από τη γεωργία και την κτηνοτροφία και επίσης όπου έχει γίνει το σημαντικότερο έργο βελτίωσης και αξιοποίησης των καλλιεργήσιμων εκτάσεων (το φράγμα στην κοινότητα Ράγιου). Η ποιότητα των υδάτων σ' αυτό το σημείο, χαρακτηρίζεται ως κακή στους 10 από τους 12 μήνες και μόνο κατά τους μήνες Απρίλιο και Ιούνιο η κατάσταση χαρακτηρίστηκε ως μέτρια και ελλιπής αντίστοιχα.

Η παραπάνω εικόνα δείχνει πως η μεγαλύτερη πίεση στην περιοχή μελέτης οφείλεται στη γεωργία και την κτηνοτροφία. Επίσης, αποδεικνύεται πως οι ανθρωπογενείς τροποποιήσεις στο οικοσύστημα, μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά την ποιότητα των υδάτων.

### **3.2.4 Ανάδραση – Απόκριση**

Μπορούμε να πούμε πως οι σημαντικότερες πιέσεις που ασκούνται στην περιοχή και που οδηγούν στην παρούσα κατάσταση του οικοσυστήματος είναι η υπερβόσκηση, η απόθεση ρυπαντικού φορτίου από τη γεωργία και την κτηνοτροφία, οι

εκχερσώσεις και η αλλοίωση των οικοσυστημάτων λόγω ανθρωπογενών τροποποιήσεων. Προκειμένου να βελτιωθεί η παρούσα κατάσταση, είναι απαραίτητη η εφαρμογή των προτεινόμενων μέτρων ανάδρασης.

Τα μέτρα που μπορούν και πρέπει να ληφθούν στα πλαίσια της ανάδρασης για το συγκεκριμένο οικοσύστημα είναι:

- Λήψη των κατάλληλων διαχειριστικών μέτρων στα πλαίσια του ορθολογικού σχεδιασμού της βόσκησης. Οι αρμόδιοι κρατικοί φορείς θα πρέπει να μεριμνούν για τη σωστή εφαρμογή αυτών των διαχειριστικών μέτρων και την αμερόληπτη επιβολή των κατάλληλων κυρώσεων σε περίπτωση παράβασής τους. Το ρυπαντικό φορτίο από τις διάφορες κτηνοτροφικές δραστηριότητες της περιοχής θα πρέπει να ελέγχεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα και με σύγχρονες μεθόδους. Η υπέρβαση των επιτρεπόμενων ορίων ρυπογόνων ουσιών που αποτίθενται στο οικοσύστημα θα πρέπει να επισύρει τις ανάλογες ποινές.
- Απαγόρευση της χρήσης ρυπογόνων αγροτικών σκευασμάτων. Εδώ, επίσης, τον κύριο ρόλο πρέπει να παίζει ο κρατικός φορέας, ο οποίος θα πρέπει να μεριμνήσει για την εφαρμογή των κατάλληλων ελέγχων των φυτοφαρμάκων, που χρησιμοποιούνται στις καλλιέργειες και την αμερόληπτη επιβολή των προβλεπόμενων κυρώσεων. Θα πρέπει να γίνεται σωστός έλεγχος των χημικών ουσιών που χρησιμοποιούνται από τους καλλιεργητές. Το ρυπαντικό φορτίο από τις διάφορες γεωργικές δραστηριότητες της περιοχής θα πρέπει να ελέγχεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα και με σύγχρονες μεθόδους. Η υπέρβαση των επιτρεπόμενων ορίων ρυπογόνων ουσιών που αποτίθενται στο οικοσύστημα θα πρέπει να επισύρει τις ανάλογες ποινές. Η χρήση σύγχρονων μεθόδων καλλιέργειας, φιλικών προς το περιβάλλον δεν είναι κάτι που δεν μπορεί να συμβαδίσει με το οικονομικό όφελος

των καλλιεργητών. Προτείνεται, λοιπόν, στο εγγύς μέλλον, η εφαρμογή βιολογικών καλλιεργειών στην περιοχή, ώστε η ικανότητα αυτοκαθαρισμού του ποταμού να αντισταθμίσει τις πιέσεις που δέχτηκε μέχρι τώρα από τις γεωργικές δραστηριότητες.

- Λήψη κατάλληλων μέτρων για την αποφυγή κατασκευής αυθαίρετων κτισμάτων (σοβαρότερες κυρώσεις και έλεγχος σωστής εφαρμογής τους).
- Πραγματοποίηση των απαραίτητων αναλύσεων προτού προχωρήσουν οι οποιοσδήποτε διαδικασίες για την κατασκευή έργων υποδομής (σημερινές και μελλοντικές ανάγκες ύδρευσης, δυνατότητα ύδρευσης παραπλήσιων κοινοτήτων, κατάσταση των υποδομών ύδρευσης και άλλα τεχνικά προβλήματα, καθώς και αναζήτηση εναλλακτικών μεθόδων εξεύρεσης νερού για αρδευτικούς σκοπούς).
- Επαναφορά της παραποτάμιας δενδρώδους βλάστησης κατά μήκος της κοίτης του Καλαμά. Σ' αυτό μπορεί να συμβάλλει η ευαισθητοποίηση των πολιτών (για την οποία προϋπόθεση είναι η επαρκής και σωστή ενημέρωση) τόσο για την οργάνωση ομάδων αναδάσωσης, όσο και για την αποφυγή νέων εκχερσώσεων. Η αδειοδότηση για την υλοποίηση των εκχερσώσεων, η οποία θα πρέπει να γίνεται μόνο σε ιδιαίτερες περιπτώσεις, όπου μια τέτοια ενέργεια κρίνεται απαραίτητη για την υλοποίηση έργων υποδομής κοινής ωφελείας, θα πρέπει να ελέγχεται αυστηρά από τον κρατικό φορέα.
- Αναφορά στους αρμόδιους φορείς διαχείρισης οποιασδήποτε εισροής ρύπων από σημειακή ή μη σημειακή πηγή. Κατάλληλες κυρώσεις θα πρέπει να επιβάλλονται σε κάθε περίπτωση που δεν τηρούνται τα προβλεπόμενα μέτρα διαχείρισης από ιδιώτες που ασχολούνται με τη γεωργία και την κτηνοτροφία, καθώς και στις περιπτώσεις ανέγερσης αυθαίρετων κτιρίων. Το θέμα της έκδοσης αδειών για εκχερσώσεις θα

πρέπει να λαμβάνει σοβαρά υπ' όψιν την υπάρχουσα κατάσταση της περιοχής. Η διενέργεια εκχερσώσεων που δεν προβλέπονται από το διαχειριστικό σχέδιο της περιοχής θα πρέπει να επισύρει τις ανάλογες ποινές.

Η λεκάνη απορροής του Καλαμά δεν ανήκει κατά 100% σε ελληνικό έδαφος. Κατά συνέπεια, θα πρέπει να γίνεται σωστός έλεγχος του ρυπαντικού φορτίου που δέχεται από ανθρωπογενείς δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα έξω από τα σύνορα της Ελλάδας. Θα πρέπει να γίνει αντιληπτό από την Ευρωπαϊκή Ένωση, πως η Ελλάδα είναι πρόθυμη να προβεί σε διακρατικές συμφωνίες με τις γειτονικές της χώρες για την εφαρμογή ορθών διαχειριστικών μέτρων, σχετικά με τα διακρατικά υδάτινα οικοσυστήματα.

Κατά την εφαρμογή του μοντέλου DPSIR (Πιν. 28) στην εν λόγω εργασία δε μελετήθηκε το κατά πόσο ο ποταμός Καλαμάς έχει επιβαρυνθεί από ρυπαντικό φορτίο που προέρχεται από ανθρωπογενείς δραστηριότητες εκτός των ελληνικών συνόρων, λόγω έλλειψης των σχετικών στοιχείων. Αυτές όπως επηρεάζουν σαφώς την οικολογική κατάσταση του οικοσυστήματα. Συνεπώς, πρέπει να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα από την Ευρωπαϊκή Ένωση για την προστασία τόσο του Καλαμά, όσο και των υπόλοιπων ποταμών της Βορείου Ελλάδος από τις βόρειες γειτονικές χώρες. Αυτό θα γίνει με τη συμμόρφωσή τους με τις διατάξεις που προβλέπονται από τις διεθνείς οδηγίες (οι οποίες δεν είναι πάντα σαφείς και χωρίς παραλείψεις) και τη συνειδητοποίησή τους πως η εφαρμογή των διαχειριστικών μέτρων θα πρέπει να γίνεται σε επίπεδο υδρολογικής λεκάνης.

Η ανάλυση των πιέσεων που ασκούνται στη λεκάνη απορροής του Καλαμά δείχνει πως υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης από διαχειριστικής απόψεως προκειμένου η

κατάσταση στην περιοχή να συμβαδίζει με τις ισχύουσες νομοθετικές συμβάσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

**Πίνακας 28.** Παρουσίαση εφαρμογής του μοντέλου DPSIR στον Καλαμά

<b>Driving Forces / Κινητήριες Δυνάμεις</b>	<b>Pressures / Πιέσεις</b>	<b>State / Κατάσταση</b>	<b>Impact / Επίπτωση</b>	<b>Response / Ανάδραση</b>
Γεωργία	Λιπάσματα, φυτοφάρμακα, εκχερσώσεις	Παρουσία θρεπτικών ουσιών, φωσφορικών ιόντων, νιτρικών ιόντων, αμμωνιακών ιόντων, βαρέων μετάλλων, ραδιενέργειας	Ευτροφισμός, μείωση βιοποικιλότητας	Μείωση λιπασμάτων, εφαρμογή βιολογικών καλλιεργειών
Κτηνοτροφία	Οργανικό φορτίο, υπερβόσκηση, εκχερσώσεις	Παρουσία μικροβιολογικού φορτίου	Ευτροφισμός, μείωση βιοποικιλότητας	Ορθολογικός σχεδιασμός βόσκησης, ορθολογική διαχείριση κτηνοτροφικών αποβλήτων
Αστικοποίηση	εισαγωγή αστικών αποβλήτων στην τροφική αλυσίδα	Παρουσία οργανικού φορτίου	μείωση βιοποικιλότητας	Κατασκευή μονάδων επεξεργασίας αστικών αποβλήτων
Κατασκευή έργων υποδομής	Μεταβολές στη φυσική ροή του ποταμού, εκχερσώσεις	Απώλεια φυσικών ενδιαιτημάτων	μείωση βιοποικιλότητας	Ορθολογικός σχεδιασμός έργων υποδομής, επαναφορά παραποτάμιας δενδρώδους βλάστησης

Τα προβλήματα σχετικά με τις πιέσεις που ασκούνται στη λεκάνη απορροής του Καλαμά, με κυριότερα παραδείγματα τους τομείς της γεωργίας και της κτηνοτροφίας, είναι όλα σαφώς αποτέλεσμα έλλειψης σωστής διαχείρισης σε επίπεδο υδρολογικής λεκάνης. Πρέπει όμως να έχουμε υπ' όψη μας, ότι δεν είναι πάντα εύκολο να επιτευχθεί μια αποτελεσματική διαχείριση για την εξάλειψη των προβλημάτων αυτών. Σ' αυτό το θέμα εμπλέκονται σύνθετοι κοινωνικοοικονομικοί παράγοντες, που καθιστούν την

εύρεση μιας διεξόδου ιδιαίτερα δύσκολη. Μάλιστα ίσως θα μπορούσε να πει κάποιος πως τα τυχόν νομοθετικά μέτρα που δύνανται να ληφθούν τόσο σε εθνικά όσο και σε κοινοτικά πλαίσια, πρέπει επίσης να μελετώνται και υπό το πρίσμα των προαναφερθέντων παραγόντων.

Τα μέτρα που προβλέπονται από την Ευρωπαϊκή Ένωση για την προστασία των υδάτινων οικοσυστημάτων έρχονται συχνά σε αντίθεση με τα οικονομικά συμφέροντα μεγάλων κεφαλαιούχων. Η μη εφαρμογή τους όμως, δεν μπορεί να αποτελέσει βιώσιμη λύση, καθώς κάτι τέτοιο θα οδηγούσε στην περαιτέρω υποβάθμιση των υδάτινων οικοσυστημάτων και στον περιορισμό και πιθανόν και στην εξάντληση ενός από τους σημαντικότερους φυσικούς πόρους.

Τα προτεινόμενα μέτρα ανάδρασης, λοιπόν, θα πρέπει να εφαρμόζονται σε όλους τους σχετικούς τομείς. Η εφαρμογή των μέτρων που προβλέπονται από την *Οδηγία Πλαίσιο (2000/60)* θα βελτιώσουν σαφώς την εικόνα της παραπάνω κατάστασης στον Καλαμά.

Ασφαλώς οι κυριότεροι φορείς που θα πρέπει να επωμιστούν την εφαρμογή των προτεινόμενων μέτρων ανάδρασης είναι αφ' ενός μεν ο κρατικός φορέας και αφ' ετέρου η τοπική αυτοδιοίκηση. Θα πρέπει να δοθεί μεγάλη προσοχή από αυτούς, τόσο για τη σωστή διεξαγωγή των προβλεπόμενων ελέγχων της ποιότητας των υδάτων του Καλαμά όσο και για την αμερόληπτη επιβολή των κατάλληλων κυρώσεων που προβλέπονται από την νομοθεσία.

#### 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με τα κριτήρια που επιβάλλει η νέα *Οδηγία Πλαίσιο 2000/60*, η ποιότητα των υδάτων του Καλαμά χαρακτηρίζεται ως μέτρια. Οι σημαντικότερες πιέσεις που ασκούνται στη λεκάνη απορροής του Καλαμά είναι η υπερβόσκηση, η απόθεση ρυπαντικού φορτίου από τη γεωργία και την κτηνοτροφία, οι εκχερσώσεις και η αλλοίωση των οικοσυστημάτων λόγω ανθρωπογενών τροποποιήσεων.

Ως απόκριση στις παραπάνω πιέσεις, θα προταθεί η εφαρμογή σωστότερων διαχειριστικών μέτρων σε επίπεδο υδρολογικής λεκάνης. Συγκεκριμένα, συνιστάται επαναφορά της παραποτάμιας δενδρώδους βλάστησης κατά μήκος της κοίτης του Καλαμά, ορθολογικότερος σχεδιασμός της βόσκησης, απαγόρευση της χρήσης ρυπογόνων αγροτικών σκευασμάτων, λήψη κατάλληλων μέτρων για την αποφυγή κατασκευής αυθαίρετων κτισμάτων, πραγματοποίηση των απαραίτητων αναλύσεων προτού προχωρήσουν οι οποιοσδήποτε διαδικασίες για την κατασκευή έργων υποδομής και τέλος, έγκαιρη αναφορά οποιασδήποτε παρατηρηθείσης εισροής ρύπων από σημειακή ή μη σημειακή πηγή.

Οι κυριότεροι φορείς που θα πρέπει να αναλάβουν την εφαρμογή των παραπάνω διαχειριστικών μέτρων είναι η πολιτεία και η τοπική αυτοδιοίκηση, οι οποίοι θα πρέπει να μεριμνούν για τη σωστή διεξαγωγή των προβλεπόμενων ελέγχων της ποιότητας των υδάτων του Καλαμά και για την αμερόληπτη επιβολή των κατάλληλων κυρώσεων που προβλέπονται από την νομοθεσία.

## 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ξένα Βιβλιογραφία

- Abel La Calle M. (2009) “An Environmental Focus on Drought: The Water Framework Directive”, *Advances in Natural and Technological Hazards Research*, Vol. 26, pp 43-54.
- Aerts S., van Loo P., Moreau Y., Moor B. (2003) “A genetic algorithm for the detection of new cis-regulatory modules in sets of coregulated genes”, *Bioinformatics*, Vol 20 (12), pp 1974-1976.
- Albanis T. A., Lambropoulou D. A., Sakkas V. A., Hela D. G. (2002) “Application of Solid-Phase Microextraction in the Monitoring of Priority Pesticides in the Kalamas River (N.W. Greece)”. *Journal of Chromatography A*, Vol 963 (1-2), pp 107-116.
- Albanis T. A., Pomonis P. J., Sdoukos A. Th. (2003) “Organophosphorous and carbamates pesticide residues in the aquatic system of Ioannina basin and Kalamas river (Greece)”. *Chemosphere*, Vol 15 (8), pp 1023-1034.
- Albanis T. A., Sakkas V. A., Konstantinou I. K. (2002) “Aquatic phototransformation study of the antifouling agent Sea-Nine 211: identification of byproducts and the reaction pathway by gas chromatography–mass spectroscopy”. *Journal of Chromatography A*, Vol 959, pp 215-227.
- Albanis T., Konstantinou I., Hela D. (2006) “The status of pesticide pollution in surface waters (rivers and lakes) of Greece. Part I. Review on occurrence and levels”. *Environmental Pollution*, Vol 141 (3), pp 555-570.
- Albanis T., Lambropoulou D. (2001) “Optimization of headspace solid-phase microextraction conditions for the determination of organophosphorus insecticides in natural waters”. *Journal of Chromatography A*, Vol 922 (1-2), pp 243-255.
- Albanis T., Pomonis P., Sdoukos A. (2003) “Seasonal fluctuations of organochlorine and triazines pesticides in the aquatic system of Ioannina basin (Greece)”. *The Science of The Total Environment*, Vol 58 (3), pp 243-253.
- Andreadakis E., Gavalakis L., Kaliakatsos C., Noutsopoulos A., Tzimas. (2007) “The implementation of the Water Framework Directive (WFD) at the river basin of Anthemountas with emphasis on the pressures and impacts analysis”, Elsevier B.V.
- Biswas(1976) “Systems Approach to Water Management”, McGraw-Hill Inc.
- Borja A., Galparsoro I., Solaun O., Muxika I., Tello E., Uriarte A., Valencia V. (2006) “The European Water Framework Directive and the DPSIR, a methodological



approach to assess the risk of failing to achieve good ecological status”, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Vol 66 (1-2), pp 84-96.

Calow P., Pets G., Sweeting R. (2009) “River Pollution”. *The River's Handbook: Hydrological and Ecological Principles*, Vol. 2.

Fuerhacker M. (2009) “EU Water Framework Directive and Stockholm Convention: Can we reach the targets for priority substances and persistent organic pollutants?”, *Environmental Science and Pollution Research*, Vol. 16, pp. 92-97.

Garg S. K. (1987) “Hydrology and Water Resources Engineering”, Khanna Publishers, New Delhi.

Goodman S. (1984) “Principles of Water Resources Planning”, Prentice Hall, Eaglewood Cliffs, New Jersey.

Gottardo S., Semenzin E., Agostini P., Critto A., Marcomini A. (2008) “Supporting Tools for Decisional Process Within Water Framework Directive: From EU Context to Model key Perspective”, Springer Publications.

Haith A., Loucks D. P. (1981) Stendinger J R, “Water Resources Systems Planning and Analysis”, Prentice Hall, Eaglewood Cliffs, New Jersey.

Ioannou A., Chatzinikolaou G., Lazaridou M. (2008) “A preliminary pressure–impact analysis applied in the Pinios river basin (Thessaly, Central Greece)”, *Water and Environment Journal*.

Kagalou I., Leonardos I., Tsoumani M., Economidis P. (2007) “Fish fauna in a Protected Greek lake: biodiversity, introduced fish species over a 80-year period and their impacts on the ecosystem”, *Ecology of Freshwater Fish.*, Vol 17 (1).

Kagalou I., Papagiannis I., Leonardos J., Petridis D., Kalfakakou V. (2003) “Copper and zinc in four freshwater fish species from Lake Pamvotis (Greece)”, *Environment International*, Vol 30 (3), pp 357-362.

Kagalou I., Papastergiadou E., Leonardos I. (2008) “Long term changes in the eutrophication process in a shallow Mediterranean lake ecosystem of W. Greece: Response after the reduction of external load”, *Journal of Environmental Management*, Vol 87 (3), pp 497-506.

Kagalou I., Papastergiadou E., Tsoumani M. (2002) “Monitoring of water quality of Kalamas River, Epirus Greece”. *Environmental Control and Policy*. Vol. 11, No. 10a, pp. 788-794.

Kagalou I., Tsimarakis G., Paschos I. (2001) “Water Chemistry and Biology in a Swallow Lake (Lake Pamvotis – Greece). Present Day and Perspectives”. *Global Nest: the International Journal*, Vol 3, No 2, pp 85-94.

- Kaika M. (2003) “The Water Framework Directive: A New Directive for a Changing Social, Political and Economic European Framework”, *European Planning Studies*, Vol. 11, Issue 3, p 299-316.
- Kotti M., Vlessidis A., Thanasoulas N., Evmiridis N. (2005) “Assessment of River Water Quality in Northwestern Greece”, *Water Resources Management*, Vol. 19, pp. 77-94.
- Kristensen P. (2004) “The DPSIR Framework”, National Environmental Research Institute, Denmark Department of Policy Analysis.
- Lekka M. E., Kagalou I., Lazaridou-Dimitriadou M., Albanis T., Dakos V., Lambropoulou D., Sakkas V. (2004) “Assessment of the Water and Habitat Quality of a Mediterranean River (Kalamas, Epirus, Hellas), in Accordance with the EU Water Framework Directive”. *Acta Hydrochimica et Hydrobiologica*, Vol 32, No 3, pp 175-188.
- Lekka M. E., Przybos E. (2000) “Studies on the Paramecium Aurelia Species Complex in Lake Pamvotis (Ioannina, N.W. Greece)”, *Folia Biologica*, Vol 48, No 1-2, pp 61-63.
- Leopold L. B. (1994) “A View of the River”, Harvard University Press, Massachusetts.
- Leopold L. B., Dunne T. (1978) “Water in Environmental Planning”, W. H. Freeman and Company, United States of America.
- Levis G. L., Knapp J. W., Viessman W. (1989) “Introduction to Hydrology”, Harper and Row Publishers, New York.
- Loucks P., Stendinger J. R., Shamir U. (1984) “Research in Water Resources and Environmental Policy Modelling: Some Historical Perspectives, Current Issues and Future Directions”, *Natural Resources Forum*, Vol. 8, No 3.
- Manariotis I., Yannopoulos P. (2004) “Adverse Effects on Alfeios River Basin and an Integrated Management Framework Based on Sustainability”, *Environmental Management*, Vol. 34, No. 2, pp. 261-269.
- Mederith G., Wolf A. (2002) “The World 's International Fresh Water Agreements”, United Nations Environment Programme.
- Mourão I., Caeiro S., Costa M. H., Ramos T. B., Painho M. (2004) “Application of the DPSIR model to the Sado Estuary in a GIS context – Social and Economical Pressures”, Crete University Press.
- Pearce F. (2006) “When the Rivers Run Dry: Water - The Defining Crisis of the Twenty - First Century” Beacon Press.

- Prakash R. K., Seockheon L., Young-Soo L., Sushil R. K., Siddhi P. K. (2007) "Application of Water Quality Indices and Dissolved Oxygen as Indicators for River Water Classification and Urban Impact Assessment", *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol. 132, pp. 93-110.
- Reena S. (2000) "International Frameworks of Environmental Statistics and Indicators", Inception Workshop on the Institutional Strengthening and Collection of Environment Statistics, Samarkand.
- Rekolainen S., Kamari J., Hiltunen M., Saloranta T. M. (2003) "A conceptual framework for identifying the need and role of models in the implementation of the Water Framework Directive". *International Journal of River Basin Manage*, Vol 1(4), pp 347-352.
- Russell S., Kindler J. (1984) "Modeling Water Demands", Academic Press, London.
- Skoulikidis N., Amaxidis Y., Bertahas I., Laschou S., Gritzalis K. (2006) "Analysis of factors driving stream water composition and synthesis of management tools—A case study on small/medium Greek catchments", *Science of The Total Environment*, Vol 362 (1-3), pp 205-241.
- Skoulikidis N., Bertahas I., Koussouris T. (1998) "The environmental state of freshwater resources in Greece (rivers and lakes)", *Environmental Geology*, Vol 36, No 1-2, pp 1-17.
- Stalikas C. D., Pilidis G. A., Karayannis M. I. (1994) "Heavy Metal Concentrations in Sediments of Lake Ioannina and Kalamas River in North-Western Greece". *Fresenius Environmental Bulletin*, Vol. 3, No. 9, pp. 575-579.
- Stalikas C., Mantalovas A., Pilidis G. (1997) Multielement concentrations in vegetable species grown in two typical agricultural areas of Greece., *Science of The Total Environment*, Vol 206 (1), pp 17-24.
- Stalikas C., Pilidis G., Tzouwara-Karayanni S. (1999) "Use of a sequential extraction scheme with data normalisation to assess the metal distribution in agricultural soils irrigated by lake water", *The Science of The Total Environment*, Vol 236, (1-3), pp 7-18.
- Stamoulis K., Karamanis D., Ioannides K. (2008) "Spatial and seasonal trends of natural radioactivity and heavy metals in river waters of Epirus, Macedonia and Thessalia", *Desalination*, Vol 224, (1-3), pp 250-260.
- Stamoulis K., Karamanis D., Ioannides K., Patridis D. (2011) "Assessment of tritium levels in rivers and precipitation in north-western Greece before the ITER operation", *Fusion Engineering and design*, Vol 86, pp 206-213.

- Sylaios G., Theocharis V. (2002) "Hydrology and Nutrient Enrichment at Two Coastal Lagoon Systems in Northern Greece", *Water Resources Management*, Vol. 16, pp. 171-196.
- Tsouni A., Zervos N., Hadjibiros K., Andreadakis A. (2002) "An Environmental Database for the Status of Freshwater in Greece". *Global Nest: the International Journal*, Vol. 4, No.1, pp 1-14.
- Walling D. E., Gregory K. J. (1983) "Drainage Basin. Form and Process. A Geological Approach." Fletcher and Son Ltd., United Kingdom.
- Water Framework Directive CIS (2002), Guidance Document No. 3.
- Zacharias I., Parasidou A., Bergmeier E., Kehayias G., Dimitriou E., Dimopoulos P. (2008) "A DPSIR model for Mediterranean temporary ponds: European, national and local scale comparisons".

### **Ελληνική Βιβλιογραφία**

- Αράπης Θ., Βασιλάκης Κ., Γεωργιάδης Θ., Δημητρέλλος Γ., Μιμίδης Θ., Λογοθέτης Α., Μιχελεκάκης Α., Μπίθας Κ., Πάγκας Ν., Παπαδοπούλου Τ., Παπαϊωάννου Δ., Ιωαννίδης Ι., Τσόγκα Κ., Φαρίδης Σ., Χατζηφωτιάδης Β., Οικονομίδης Δ. (2000). "Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη Δέλτα / Στενών Καλαμά και Έλους Καλοδικίου". Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων.
- Γενικό Χημείο του Κράτους (1997). «Μετρήσεις Ποιότητας Υδάτων Καλαμά - Φυτοφάρμακα».
- Καραγεωργίου Μ. (2005). «Διαχρονική Εκτίμηση των Μεταβολών της Ακτογραμμής του Δέλτα του Ποταμού Καλαμά», Αθήνα.
- Μιμίκου Μ. Α. (2004). "Εκτίμηση και Αξιοποίηση των Υδατικών Πόρων της Ηπείρου".
- Τσακίρης Γ. (1995). «Υδατικοί Πόροι, Τόμος 1: Τεχνική Υδρολογία», Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα, κεφάλαιο 17, σελ. 579-616.

### **Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία**

- Ecosystems Database Observatory (2007). : [http://www.ecodonet.gr/index\\_english.php](http://www.ecodonet.gr/index_english.php)
- European Environment Agency EEA (2003). Europe's water: an indicator-based assessment. : [http://reports.eea.eu.int/topic\\_report\\_2003\\_1](http://reports.eea.eu.int/topic_report_2003_1)
- Giannena- e (2010). : [http://www.giannena-e.gr/sygxrona\\_themata/perivallon/Εκτίμηση και Αξιοποίηση των Υδατικών Πόρων της Ηπείρου.aspx](http://www.giannena-e.gr/sygxrona_themata/perivallon/Εκτίμηση και Αξιοποίηση των Υδατικών Πόρων της Ηπείρου.aspx)

United Nations Environment Programme - GRID-Arendal (2010). :  
<http://www.grida.no/>

Ανώνυμος, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης (2010). :  
<http://diocles.civil.duth.gr/links/home/database/ioanina/>

Ελληνική Δημοκρατία – Υπουργείο Ανάπτυξης (2003). :  
[http://www.ypan.gr/fysikoi\\_poroι/emne\\_yd.htm](http://www.ypan.gr/fysikoi_poroι/emne_yd.htm)

Ελληνική Δημοκρατία – Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής (2009). : <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=248>

## 6. ABSTRACT

The new directive 2000/60 about water management in drainage basins emerged as the result of the need for a fundamental review of the policy followed so far by the States of the European Union concerning the problem of water management. The purpose of this work is the study and analyses of various human activities incurred and threaten the sustainability of river ecosystems according to the new Framework Directive.

The area selected as the case study for this work is the river Kalamas of Epirus. The methodology used and applied on this ecosystem is based on the model DPSIR.

In order to achieve the above purpose, an assessment of data collected from bibliographical sources has been made, based on the model DPSIR. The implementation of the model showed the need for a more effective management of the ecosystem regarding the hydrological basin, in order to achieve the objectives of the Framework Directive (2000/60).

### **Key words:**

basin, management, DPSIR, Kalamas - Greece