

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ ΣΧΟΛΗ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ

ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΤΜΗΜΑ: ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΤΙΤΛΟΣ: Ρύπανση του Πηνειού και
αντιρρυπαντικές τεχνολογίες**

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ: ΝΙΝΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ: ΚΑΡΑΧΑΛΙΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΑΜ: 5017

ΑΜ: 5004

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΘΕΩΔΩΡΟΠΟΥΛΟΥ ΜΑΡΙΑ

ΠΑΤΡΑ-ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2011

Πρόλογος

Το νερό μαζί με τον αέρα και το έδαφος αποτελούν τις κύριες πηγές απ' όπου ο άνθρωπος μπορεί να αντλήσει πόρους και αγαθά για να βελτιώσει τη ζωή του. Οι υδατικοί πόροι λοιπόν είναι βασικό αγαθό για τη ζωή και το περιβάλλον στον πλανήτη μας, αλλά και ρυθμιστικός παράγοντας της οικονομικής, τεχνολογικής, κοινωνικής και πολιτισμικής ανάπτυξης των χωρών. Επίσης, είναι ένα διεθνές ζήτημα και πρόβλημα το οποίο απασχολεί την παγκόσμια κοινότητα και δημιουργεί διενέξεις - πολλοί πιστεύουν ότι μπορεί ν' αποτελέσει την αιτία ενός μελλοντικού πολέμου - ανάμεσα σε χώρες που μοιράζονται νερά από διασυνοριακά ποτάμια, λίμνες και υπόγειους υδροφορείς.

Αν και το νερό φαίνεται να υπάρχει σε αφθονία στη γη, αφού το 70% της επιφάνειας της καλύπτεται απ' αυτό, η τελικά διαθέσιμη και κατάλληλη για χρήση ποσότητα είναι πολύ μικρή. Και αυτό γιατί το 98% του νερού της γης βρίσκεται στις θάλασσες, στους ωκεανούς και στους πάγους ενώ από το υπόλοιπο το μεγαλύτερο μέρος είναι τεχνικά μη εκμεταλλεύσιμο (π.χ. βρίσκεται σε βάθος μεγαλύτερο των 800 m) ή είναι υφάλμυρο και άρα δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον άνθρωπο. Μόνο το 0.6% του νερού σε παγκόσμια κλίμακα θεωρείται κατάλληλο και διατίθεται για χρήση. Αυτή η ήδη περιορισμένη ποσότητα των διαθέσιμων υδατικών πόρων είναι ανομοιόμορφα κατανομημένη στο χώρο. Υπάρχουν χώρες οι οποίες έχουν αφθονία νερού και άλλες που έχουν μεγάλες ελλείψεις ή είναι έρημοι. Ακόμα και στο εσωτερικό των χωρών οι υδατικοί πόροι δε διατίθενται ομοιόμορφα, γεγονός που προκαλεί σοβαρές τοπικές διενέξεις μεταξύ των χρηστών.

Η διαθεσιμότητα στο χρόνο είναι επίσης άνιση αφού το νερό του χειμώνα (που συχνά είναι πλημμυρικό) χρειάζεται περισσότερο το καλοκαίρι για συγκεκριμένες χρήσεις (άρδευση, τουρισμός, κλπ). Η εξαιρετικά περιορισμένη διαθεσιμότητα του νερού, η άνιση χωροχρονική κατανομή του, αλλά και η συνεχώς επιδεινούμενη ποιότητα του, καθιστούν τους υδατικούς πόρους αγαθό σε ανεπάρκεια.

Για να αξιοποιηθούν σωστά οι υδατικοί πόροι και να αντιμετωπισθούν στο μέτρο του δυνατού αυτά τα αρνητικά για τον καταναλωτή χαρακτηριστικά τους, χρειάζεται να γίνουν έργα. Τα υδραυλικά έργα είναι αυτά που διασφαλίζουν την επάρκεια του νερού σε κάποια περιοχή ανάλογα με τη ζήτηση, που ρυθμίζουν κατάλληλα την ποσότητά του στο χρόνο (π.χ. ταμιευτήρες), που διανέμουν το νερό στο χώρο (π.χ. δίκτυα ύδρευσης), που προστατεύουν από την πλημμυρική δράση του (αντιπλημμυρικά έργα) και που διατηρούν την ποιότητά του (π.χ. βιολογικοί καθαρισμοί). Μέσα απ' αυτά τα έργα εξυπηρετείται κυρίως η ζήτηση για τις διάφορες χρήσεις του νερού (αγροτική, αστική, βιομηχανική, ενεργειακή). Οι υδατικοί πόροι, τα υδραυλικά έργα και οι χρήσεις νερού είναι

συνιστώσες αλληλένδετες και επηρεαζόμενες που συγκροτούν τον συνολικό τομέα του νερού μιας χώρας και πρέπει να αντιμετωπίζονται με κοινή οπτική γωνία τουλάχιστον όσον αφορά στον τομέα της πολιτικής, της διαχείρισης και των αποφάσεων.

Το βασικότερο περιβαλλοντικό πρόβλημα του νομού Λάρισας ειδικά αλλά και της περιφέρειας Θεσσαλίας γενικότερα είναι, χωρίς αμφιβολία, η διαχείριση των υδατικών πόρων. Η Περιφέρεια Θεσσαλίας, μια κατά τεκμήριο αγροτική περιφέρεια, παρουσιάζει σημαντική απόκλιση από το μέσο όρο της χώρας ως προς την κατανομή χρήσεων ύδατος. Έτσι, στο Υδατικό διαμέρισμα της Θεσσαλίας καταναλώνεται το 18,5 % των συνολικών απαιτήσεων της χώρας σε νερό και από αυτό, το 95,8 % απορροφά η αγροτική παραγωγή, τη στιγμή που το αντίστοιχος ποσοστό όλης της χώρας είναι 86 %. Τα τελευταία χρόνια το πρόβλημα τείνει να παύσει να είναι μόνο ποσοτικό και γίνεται και ποιοτικό, με την υποβάθμιση της ποιότητας των υπόγειων και επιφανειακών υδατικών πόρων λόγω της ρύπανσης. Ο Πηνειός ποταμός, πλέον θεωρείτε ένα από τα πλέον μολυσμένα ποτάμια σε πανευρωπαϊκό επίπεδο καθώς δέχεται τεράστιες ποσότητες λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων, βιομηχανικών αποβλήτων, αστικών λυμάτων και άλλων ρύπων.

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία επιχειρείτε μια εκτενής βιβλιογραφική ανασκόπηση γύρω από ζητήματα που αφορούν τον Πηνειό ποταμό με στόχο να γίνουν κατανοητά τα προβλήματα που υπάρχουν στην περιοχή, οι βαθύτερες αιτίες τους αλλά και οι πιθανοί τρόποι αντιμετώπισης τους. Έτσι στο πρώτο μέρος γίνεται μια αποτύπωση της φυσικής και της κοινωνικοοικονομικής πραγματικότητας ενώ στη συνέχεια αναλύονται οι ρυπαντικοί παράγοντες της περιοχής και παρουσιάζονται μελέτες που αποτυπώνουν στοιχεία ρύπανσης από σημειακές και μη πηγές. Στη συνέχεια γίνεται παρουσίαση τόσο της ευρωπαϊκής όσο και της ελληνικής νομοθεσίας που διέπει τα ύδατα με ιδιαίτερη αναφορά στην οδηγία 2000/60 ΕΕ. Συμπερασματικά δίνονται κατευθύνσεις προς τις οποίες κατά τη γνώμη μας πρέπει να κινηθεί η περιβαλλοντική πολιτική σχετικά με τα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα.

Περιεχόμενα

Πρόλογος.....	2
Περίληψη	4
i. Εισαγωγή.....	7
ii. Φυσική πραγματικότητα περιοχής Πηνειού ποταμού	12
1. Γεωγραφική θέση.....	12
2. Γεωλογία-Υδρολογία	13
3. Μετεωρολογικά και κλιματολογικά στοιχεία.....	14
4. Βιοκλιματικά στοιχεία	17
5. Ιστορικό πλημμύρων	17
6. Έργα αντιπλημμυρικής προστασίας.....	18
iii. Κοινωνικοοικονομική πραγματικότητα.....	19
1. Γενικά ιστορικά στοιχεία	19
2. Δημογραφικά χαρακτηριστικά	20
3. Πρωτογενής τομέας	21
4. Δευτερογενής τομέας.....	22
5. Τριτογενής τομέας	23
6. Περιφερειακό Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν.....	24
7. Υποδομές μεταφορών	24
8. Αρμόδιες αρχές/ υπηρεσίες του Πηνειού	25
9. Φορείς που λειτουργούν σε Περιφερειακό επίπεδο.....	25
10. Χρήσεις γης ευρύτερης περιοχής Πηνειού	28
iv. Η ρύπανση υδάτινων οικοσυστημάτων	31
1. Φυσικές παράμετροι.....	33
2. Χημικές παράμετροι	36
3. Ρυπαντικοί παράγοντες.....	40
v. Διαχείριση Υδάτων.....	50

vi.	Πιέσεις και επιπτώσεις των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων στην κατάσταση των υδάτων	53
1.	Ποιότητα.....	53
I.	Στοιχεία ρύπανσης από σημειακές πηγές.....	53
	Αστικά Λύματα.....	54
	Βιομηχανίες – Βιοτεχνίες	57
	Ανεξέλεγκτοι χώροι διάθεσης απορριμμάτων	58
II.	Στοιχεία ρύπανσης από διάχυτες πηγές	59
	Η νιτρορύπανση στους υπόγειους υδροφορείς της Θεσσαλίας	59
	Νιτρικά και Αμμωνιακά.....	60
	Χλώριο - Νατριούχα άλατα	60
vii.	Το Νομικό Πλαίσιο Της Ευρωπαϊκής Ένωσης Για Την Προστασία Και Διαχείριση Των Υδατικών Πόρων.....	69
1.	Ιστορικό Προστασίας και Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων στην Ευρώπη	69
2.	Νομοθεσία για την ρύπανση των υδάτων	74
3.	Η Οδηγία Πλαίσιο για τα Νερά.....	82
4.	Ενσωμάτωση της Οδηγίας 2000/60 στο Εθνικό Δίκαιο	86
5.	Η παρούσα κατάσταση.....	87
6.	Δίκτυα παρακολούθησης των υδάτων.....	92
7.	Επιφανειακά ύδατα	92
8.	Υπόγεια ύδατα	93
viii.	Σχεδιασμός επίλυσης προβλήματος	94
ix.	Αντιρυπαντικές τεχνολογίες.....	96
x.	Συμπεράσματα – Πηνειός	104
xi.	Βιβλιογραφία	107

i. Εισαγωγή

Ο υδρολογικός κύκλος, αναφέρεται στις μεταβολές του νερού, το οποίο όπως είναι γνωστό αποτελεί ένα σημαντικό συστατικό της γης. Η βροχή, το χιόνι, το χαλάζι, η δρόσος, όλες οι μορφές των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, μεταφέρουν συμπυκνωμένους υδρατμούς από την ατμόσφαιρα στην γη. Στη γη ένα τμήμα μέσω των ποταμών, της απόπλυσης της γης κ.τ.λ., φτάνει στη θάλασσα παραμένοντας πάντα στην επιφάνεια της γης, ενώ ένα άλλο τμήμα απορροφάται και σχηματίζει τα υπόγεια ύδατα, πριν καταλήξει και αυτό αργά η γρήγορα στη θάλασσα.

Όπως προαναφέρθηκε, ο υδρολογικός κύκλος, απεικονίζει τις αλλαγές στη θέση και την φυσική κατάσταση του νερού, καθώς αυτό κυκλοφορεί μεταξύ υδρόσφαιρας, ατμόσφαιρας και λιθόσφαιρας. Η ηλιακή ενέργεια που φτάνει στην επιφάνεια της γης προκαλεί την εξάτμιση του υγρού νερού και του πάγου και την είσοδό του στην ατμόσφαιρα. Η γενική κυκλοφορία της ατμόσφαιρας μεταφέρει τους υδρατμούς σε άλλες θέσεις της ατμόσφαιρας όπου υγροποιούνται και επανέρχονται ως κατακρημνίσματα στη χέρσο ή/και στους ωκεανούς. Έχει υπολογισθεί ότι σε ετήσια βάση $36 \cdot 10^3 \text{ km}^3$ εξατμίζονται από την επιφάνεια των ωκεανών και $62 \cdot 10^3 \text{ km}^3$ νερού πάνω από τις ηπείρους ή αποβάλλονται από τα φυτά μέσω της διαπνοής. Αυτό που πρέπει να σημειωθεί εδώ είναι το γεγονός ότι μόνο το 8,83% του ολικού ύδατος ανακυκλώνεται κάθε χρόνο.

Υπάρχει μια ισορροπία στην κυκλοφορία του νερού. Έτσι, από το συνολικό ποσό νερού που εξατμίζεται κάθε χρόνο, 84% εξατμίζεται από τους ωκεανούς. Η ίδια συνολική ποσότητα νερού που εξατμίζεται ετησίως, συμπυκνώνεται για να σχηματίσει σύννεφα και πέφτει σαν βροχή, χαλάζι, ή χιόνι. Κατά την διεργασία αυτή το νερό ανακατανέμεται. Το 75% του συνόλου ξαναπέφτει στους ωκεανούς, και το υπόλοιπο 25% πάνω στις ηπείρους. Βλέποντας το ισοζύγιο, πρέπει να δεχτούμε, ότι το 9% του συνολικού ύδατος, έχει μεταφερθεί από τους ωκεανούς στις ηπείρους μέσω της ατμόσφαιρας, το οποίο ποσοστό επιστρέφει πάλι στους ωκεανούς, μέσω του επιφανειακού υδρογραφικού δικτύου (8%), ή μέσω της κυκλοφορίας του υπόγειου ύδατος (1%). Όλα τα παραπάνω ποσοστά δίνουν τον επί τοις εκατό όγκο του ολικού ετησίως ανακυκλωμένου ύδατος.

Ο κύκλος του νερού που περιγράφηκε, παρουσιάζει με διαφορετικές ταχύτητες. Έτσι, στα στάδια του έχουμε μια γρήγορη εναλλαγή και κυκλοφορία διαδικασιών, όπως είναι η εξάτμιση, η υγροποίηση και η κατακρήμνιση, και μια σχετικά γρήγορη απορροή στον τελικό αποδέκτη, που είναι ο ωκεανός. Στον κύκλο όμως, συμμετέχουν και αργότερες διαδικασίες. Μια από αυτές είναι η

τροφοδοσία των υπόγειων νερών, τα οποία τροφοδοτούν πολύ συντηρητικά τον υδρολογικό κύκλο σε σύγκριση με τα ποτάμια. Μια άλλη αργή διαδικασία διάθεσης του νερού στον υδρολογικό κύκλο, είναι η διαδικασία στερεοποίησης μέρους των υδάτινων όγκων και επαναχρησιμοποίησης τους από το σύστημα, σε μεταγενέστερα χρόνια (Χ. Αναγνώστου, Γ. Χρόνης, Λ. Σιούλα, 1998).



Με τον όρο "Υδατικοί Πόροι" ή "Υδατικά Αποθέματα" μιας χώρας νοείται κατά κύριο λόγο το σύνολο των Επιφανειακών και των Υπόγειων Υδάτων της. Ειδικότερα όμως, βάσει της Οδηγίας-Πλαίσιο για τα Ύδατα(ΟΠΥ) 2000/60/ΕΚ, "Επιφανειακά Ύδατα" είναι τα Εσωτερικά Ύδατα, πλην των Υπογείων Υδάτων, τα Μεταβατικά και τα Παράκτια Ύδατα. Αντίστοιχα ως "Υπόγεια Ύδατα" ορίζεται το σύνολο των Υδάτων που βρίσκονται στη ζώνη κορεσμού, κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και σε άμεση επαφή με το έδαφος ή το υπέδαφος. Οι παραπάνω όροι διευκρινίζονται στην Οδηγία Πλαίσιο ως εξής:

- "Εσωτερικά Ύδατα" είναι το σύνολο των στάσιμων ή των ρεόντων επιφανειακών υδάτων και όλα τα υπόγεια ύδατα που βρίσκονται προς την πλευρά της ξηράς σε σχέση με τη γραμμή βάσης από την οποία μετράται το εύρος των χωρικών υδάτων.
- "Μεταβατικά Ύδατα" είναι τα συστήματα Επιφανειακών Υδάτων, πλησίον του στομίου ποταμών, τα οποία είναι εν μέρει αλμυρά, λόγω της γειτνίασής τους με τα παράκτια ύδατα, αλλά και τα οποία επηρεάζονται σημαντικά από ρεύματα γλυκού νερού.
- "Παράκτια Ύδατα" είναι τα επιφανειακά ύδατα που βρίσκονται στην πλευρά της ξηράς μιας γραμμής, όπου το κάθε σημείο της οποίας βρίσκεται σε απόσταση ενός ναυτικού μιλίου προς τη θάλασσα από το πλησιέστερο σημείο της γραμμής βάσης από την οποία μετράται το εύρος των χωρικών υδάτων και

τα οποία κατά περίπτωση, επεκτείνονται μέχρι του απώτερου ορίου των μεταβατικών υδάτων.

Στην κατηγορία των Εσωτερικών Υδάτων περιλαμβάνονται τα οικοσυστήματα των Λιμνών και των Ρεόντων Υδάτων, ενώ στα Μεταβατικά και Παράκτια Ύδατα περιλαμβάνονται κατά κύριο λόγο οι Θάλασσες και οι Λιμνοθάλασσες. Ας εξετάσουμε όμως την κάθε κατηγορία αναλυτικότερα:

"Λίμνη" είναι ένα σύστημα στάσιμων εσωτερικών επιφανειακών υδάτων. Διευκρινίζεται ότι οι περισσότερες λίμνες στην χώρα μας είναι λίμνες γλυκού νερού και σχηματίζονται μακριά από τις ακτές της θάλασσας ως αποτέλεσμα τεκτονικών ή ηφαιστειακών δυνάμεων ή από τη δράση των παγετώνων. Επιπλέον υπάρχουν λίμνες με αλμυρό ή υφάλμυρο νερό, όταν το υπόστρωμά τους περιέχει πολλά διαλυτά άλατα ή όταν δέχονται εισροές αλμυρού νερού (ΕΚΒΥ, 1993). Ιδιαίτερη μνεία θα πρέπει να δοθεί στο γεγονός ότι οι λίμνες θεωρούνται ως προς την εξέλιξή τους ότι έχουν αρχή, μέση και τέλος στο γεωλογικό χρόνο. Αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στο γεγονός ότι στις Λίμνες ο ευτροφισμός αποτελεί μια φυσική διαδικασία. Έτσι λοιπόν η γεωλογική ιστορία της κάθε λίμνης αρχίζει από χαμηλή παραγωγικότητα(κατάσταση ολιγοτροφισμού), συνεχίζει με μέτρια παραγωγικότητα(κατάσταση μεσοτροφισμού) και καταλήγει σε υψηλή παραγωγικότητα(κατάσταση ευτροφισμού). Σημειώνεται ότι η συνολική διάρκεια των εν λόγω διεργασιών είναι δυνατόν να κυμαίνεται από μερικές εκατοντάδες χρόνια έως και χιλιετίες. Στη συνέχεια το φαινόμενο του ευτροφισμού επιταχύνει το φαινόμενο της πρόσχωσης της λίμνης και τείνει αρχικά να τη μετατρέψει σε έλος και εν τέλει να την εξαφανίσει. Εντούτοις, η ολοκληρωτική πρόσχωση της λίμνης δεν αποτελεί μοιραία εξέλιξη, αλλά είναι η συνηθέστερη και περισσότερο πιθανή πορεία εξέλιξης. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι αυτή η πορεία της φυσικής γήρανσης της λίμνης εξαρτάται από τις μορφομετρικές, τις εδαφικές και τις κλιματικές συνθήκες (Παναγιωτίδης, 2002).

Στην κατηγορία των "ρεόντων υδάτων" περιλαμβάνονται οι ποταμοί και οι χείμαρροι. Με τον όρο "ποταμός" νοείται μια επιμήκης υδατοσυλλογή με τρεχούμενο νερό, το οποίο ρέει προς τα κατάντη με τη βαρύτητα. Σημειώνεται ότι υπάρχουν ποταμοί με συνεχή ροή και άλλοι με περιοδική ροή. Στις ξηρές και ημίξηρες περιοχές μπορεί να συναντήσει κανείς πολλούς ποταμούς με περιοδική ροή, και μάλιστα εντελώς ακανόνιστη, ιδίως όταν το υπόστρωμά τους αποτελείται από ασβεστολιθικά υλικά. Το νερό των ποταμών προέρχεται κυρίως απευθείας από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα και από την επιφανειακή απορροή. Υπάρχουν βέβαια και περιπτώσεις τροφοδοσίας ποταμών με υπόγεια νερά ή με νερό λιμνών. Κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί ότι οι σημαντικότεροι φυσικοί παράγοντες που ρυθμίζουν την ποιότητα του νερού ενός ποταμού είναι η φύση της κοίτης του και της Λεκάνης Απορροής του (τύποι και κλίσεις

εδαφών, μορφές κάλυψης γης), καθώς και το καθεστώς των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων (ΕΚΒΥ, 1993). Ο "χείμαρρος" από την άλλη αποτελεί ένα υδάτινο ρεύμα παροδικής ροής.

Ο όρος "θάλασσα" υπό την ευρεία έννοια περιλαμβάνει το σύνολο των αλμυρών τμημάτων της υδρόσφαιρας, τα οποία επικοινωνούν μεταξύ τους και καλύπτουν σχεδόν τα 7/10 της επιφάνειας του Πλανήτη Γη. Ωστόσο με την γεωγραφική έννοια, ο όρος αναφέρεται σε σχετικά περιορισμένες εκτάσεις που περιβάλλονται από ξηρά, όπως είναι για παράδειγμα η Μεσόγειος Θάλασσα, σε αντίθεση με τους ανοικτούς ωκεανούς.

Οι "λιμνοθάλασσες" είναι οι παράκτιες υδατοσυλλογές με ήρεμα και αβαθή νερά, τα οποία επικοινωνούν με τη θάλασσα διαμέσου στενών διαύλων. Σημειώνεται ότι οι λιμνοθάλασσες σχηματίζονται είτε στις εκβολές ποταμών είτε σε κοραλλιογενείς υφάλους (Παναγιωτίδης, 2002).

Ιδιαίτερη μνεία θα πρέπει να δοθεί στην κατηγορία των Υγροτόπων (Wetlands), το γλυκό νερό των οποίων θεωρείται στη Διεθνή Βιβλιογραφία ότι αποτελεί Υδατικό Πόρο (UN World Water Development Report, International Water Resources Association, The Biennial Report on Freshwater Resources). Ωστόσο, από περιβαλλοντική σκοπιά οι υγρότοποι κατατάσσονται μεταξύ των υδατικών και χερσαίων οικοσυστημάτων. Ας δούμε όμως εκτενέστερα την εν λόγω κατηγορία:

"Υγρότοποι" είναι οι φυσικές ή τεχνητές περιοχές αποτελούμενες από έλη γενικώς, από μη αποκλειστικώς ομβροδίαιτα έλη με τυρφώδες υπόστρωμα από τυρφώδεις γαίες ή από νερό. Οι περιοχές αυτές είναι μονίμως ή προσωρινώς κατακλυζόμενες με νερό, το οποίο είναι στάσιμο ή ρέον, γλυκό, υφάλμυρο ή αλμυρό. Επιπλέον, οι εν λόγω περιοχές περιλαμβάνουν επιπρόσθετα εκείνες που καλύπτονται με θαλασσινό νερό, το βάθος του οποίου κατά την αμπώτιδα δεν υπερβαίνει τα έξι μέτρα. Στους υγρότοπους είναι δυνατόν να περιλαμβάνονται και οι παρόχθιες ή παράκτιες ζώνες που γειτονεύουν με υγρότοπους ή με νησιά ή με θαλάσσιες υδατοσυλλογές και οι οποίες είναι βαθύτερες μεν από έξι μέτρα κατά την αμπώτιδα, αλλά βρίσκονται εντός των ορίων του υγρότοπου όπως αυτός καθορίζεται παραπάνω (Τσιούρης και Γεράκης, 1991). Έμφαση θα πρέπει να δοθεί στο γεγονός ότι οι υγρότοποι αποτελούν σημαντικότερους φυσικούς πόρους, οι οποίοι ωστόσο περιλαμβάνονται μεταξύ των περισσότερο σοβαρά υποβαθμισμένων οικοσυστημάτων της Ευρώπης. Επιπλέον, θαυμαστή είναι η πληθώρα των υδρόβιων πουλιών που βρίσκουν σε αυτούς χώρους για αναπαραγωγή, φώλιασμα, τροφή και ξεκούραση.

Όσον αφορά τώρα τα Υπόγεια Ύδατα, διευκρινίζεται ότι αποτελούν ουσιαστικά εκείνη την κατηγορία υδάτων, τα οποία συγκεντρώνονται στα πορώδη στρώματα των υπόγειων πετρωμάτων που αποκαλούνται υδροφόροι ορίζοντες.

Σημειώνεται ότι παρόλο που ορισμένες ποσότητες των υπόγειων υδάτων ανανεώνονται διαμέσου της διήθησης του νερού της βροχής και των λιωμένων χιονιών, εντούτοις το μεγαλύτερο μέρος τους έχει συγκεντρωθεί στη διάρκεια των γεωλογικών εποχών και λόγω της τοποθεσίας στην οποία βρίσκεται, δεν μπορεί να αναπληρωθεί σε περίπτωση που εξαντληθεί. Έμφαση θα πρέπει να δοθεί στο γεγονός ότι η ποσότητα των υπόγειων υδάτων αντιμετωπίζει σοβαρότατο πρόβλημα σε Διεθνές Επίπεδο. Συγκεκριμένα αναφέρεται ότι εξαιτίας της υπέρμετρης άντλησης, το επίπεδο των υπόγειων υδάτων έχει αρχίσει τα τελευταία χρόνια να υποχωρεί σε αρκετές περιοχές της Γης. Στις ΗΠΑ μάλιστα οι μείζονες περιοχές της Νότιας Αριζόνας, των υψίπεδων από τη Νεμπράσκα μέχρι το Τέξας και της Καλιφόρνιας, έχουν υποστεί μεγάλη μείωση των υπόγειων υδάτων (Tietenberg, 2002).

Τέλος, κρίνεται απαραίτητο να επισημανθεί ότι η κατακρήμνιση και η εξατμισοδιαπνοή συνιστούν τις κύριες κλιματικές μεταβλητές, οι οποίες σε συνδυασμό με τα φυσικά χαρακτηριστικά των υπόγειων υδροφορέων καθορίζουν την ποσότητα των εσωτερικά παραγόμενων υδατικών πόρων μιας χώρας. Η κατακρήμνιση μάλιστα αποτελεί την ουσιωδέστερη συνιστώσα εμπλουτισμού των Επιφανειακών και των Υπόγειων Υδροφορέων (Μιμίκου και Φωτόπουλος, 2004).

Η Ελλάδα θεωρείται, γενικά, πλούσια σε υδατικούς πόρους χώρα. Η μέση ετήσια βροχόπτωση ανέρχεται στα 700 mm. Ωστόσο, οι υδατικοί της πόροι είναι άνισα κατανομημένοι, με τη δυτική πλευρά του ελλαδικού χώρου να εμφανίζει τα υψηλότερα επίπεδα βροχοπτώσεων και την ανατολική ενδοχώρα, την Κρήτη και τα νησιά του Αιγαίου να υποφέρουν από μεγάλες περιόδους ανομβρίας. Η κατανομή των υδατικών πόρων είναι άνιση, όχι μόνο χωρικά, αλλά και χρονικά. Κατά τη διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου ξηρασίας, η κατανάλωση νερού αυξάνεται δραστικά, εξαιτίας της τουριστικής δραστηριότητας και της άντλησης νερού για άρδευση. Συνεπώς, το νερό δεν είναι πάντα διαθέσιμο, όπου και όταν απαιτείται περισσότερη ποσότητα. Η αποταμίευση του νερού, καθώς και η ορθολογική διαχείρισή του αποτελούν προτεραιότητες της πολιτικής των υδάτων στην Ελλάδα (EKBY 2006).

ii. Φυσική πραγματικότητα περιοχής Πηνειού ποταμού

1. Γεωγραφική θέση

Ο Πηνειός ποταμός πηγάζει από την οροσειρά της Πίνδου, διασχίζει τη Θεσσαλική πεδιάδα, περνάει μέσα από την κοιλάδα των Τεμπών και εκβάλλει στο Αιγαίο πέλαγος. Η λεκάνη απορροής του Πηνειού υπάγεται σύμφωνα με το νόμο 1739/87 (Υπ. Ανάπτυξης 1987) στο υδατικό διαμέρισμα Θεσσαλίας.

Ο Χατζηνικολάου (2007) αναφέρει ότι ο Πηνειός έλαβε τη σημερινή του μορφή μετά την απομάκρυνση των υδάτων της μεγάλης Θεσσαλικής λίμνης πριν 500.000 χρόνια, από ρήγμα που δημιουργήθηκε στην κοιλάδα των Τεμπών. Ο Πηνειός σχηματίζεται από τη συμβολή του Καστανιώτικου ποταμού, που πηγάζει από την Κατάρα, του Μαλακασιώτικου ποταμού, που πηγάζει από το βουνό Λάκμος και του ρέματος Μουργκάνι (Ιων), που πηγάζει από τα Αντιχάσια. Μετά την είσοδο του στη Θεσσαλική πεδιάδα δέχεται από βόρεια όλα τα νερά των Χασίων, τα οποία φέρνουν σε αυτόν ο Ληθαίος και ο Νεοχωρίτης. Από τα νότια χύνονται σε αυτόν τα ρέματα της Πίνδου και της Όθρυος. Ο Πορταϊκός από τα νοτιοδυτικά των Τρικάλων, ο Πάμισος από τη χαράδρα του Μουζακίου, ο Καλέντζης -το ρέμα της Καρδίτσας- από τον Ίταμο, ο Σοφαδίτικος που μαζεύει όλα τα ποτάμια της σχιστολιθικής οροσειράς, ο Φαρσαλιώτης ο οποίος πηγάζει κοντά στη Φάρσαλο και ο οποίος δέχεται και τα νερά του μεγαλύτερου Ενιπέα. Επίσης, δέχεται τα νερά από την εκτροπή του Ταυρωπού μέσω της λίμνης Πλαστήρα. Τα νερά του Καλέντζη, του Σοφαδίτικου, του Φαρσαλιώτικου και του Ενιπέα μετά από μικρό κοινό ρου χύνονται όλα μαζί στον Πηνειό. Αφού μαζέψει ο Πηνειός όλα τα νερά της δυτικής πεδιάδας, διασχίζει τα μεσοθεσσαλικά βουνά στο στενό του Καλαμακίου. Το ποτάμι διασχίζει το δυτικό και ανατολικό άκρο των σκληρών ασβεστολιθικών βουνών και περνάει από τα στενά της Αμυγδαλέας. Αμέσως ανάντη της Λάρισας διχάζεται τεχνητά σε δύο κλάδους, ο δεξιός μαιανδροειδής κλάδος μήκους 6,2 km αποτελεί την ιστορική κοίτη του ποταμού και ο αριστερός κλάδος είναι ευθύγραμμος μήκους 2,3 km και κατασκευάστηκε το 1983 για την αντιπλημμυρική προστασία της πόλης.

Χαμηλότερα από τη Λάρισα ο Πηνειός επικοινωνούσε με τη λίμνη Κάρλα. Μετά την κατασκευή του αναχώματος στην κοίτη του Πηνειού, η Κάρλα απέκτησε δική της υδρολογική λεκάνη, ενώ το 1962 η λίμνη αποξηράθηκε προκειμένου να χρησιμοποιηθεί η έκταση της για καλλιέργεια. Ο Πηνειός συνεχίζοντας την κατάντη πορεία του δημιουργεί έντονους μαιανδρισμούς μέχρι να δεχτεί από τα βορειοδυτικά τα νερά του Τιταρίσιου, που πηγάζει από τις δυτικές πλαγιές του Ολύμπου, από το όρος Τίταρος. Στη συνέχεια το ποτάμι διέρχεται μια στενή κοιλάδα περνώντας από τα στενά της Ροδιάς ανάμεσα από

το Έρημον και τον Κάτω Όλυμπο. Διατρέχει την κοιλάδα των Γόννων και τα στενά των Τεμπών και εκβάλλει στο Αιγαίο ύστερα από μια διαδρομή 235 km σχηματίζοντας μικρό δέλτα. Η μέση ετήσια απορροή στις εκβολές του είναι 108 m³/s με μεγάλες μηνιαίες διακυμάνσεις (Fytianos *et al.* 2002). Τα στενά των Τεμπών καθώς και τα άλλα δύο στενά κατά μήκος του ποταμού (Καλαμακίου και Ροδιάς) αποτελούν την αιτία για τις περισσότερες πλημμύρες που εμφανίζονται στην πεδιάδα, κυρίως στις περιοχές Ζάρκου και Γόννων. Επιπλέον η παρουσία γεφυρών χαμηλού ύψους, η κατασκευή πρόχειρων φραγμάτων για άντληση νερού από τους αγρότες και το χαμηλό ύψος του αποστραγγιστικού δικτύου ενισχύουν την τάση για πλημμύρες (Mimikou & Koutsoyannis 1995).

2. Γεωλογία-Υδρολογία

Η περιοχή που διασχίζει ο Πηνειός ανήκει στην Πελαγονική Γεωτεκτονική ζώνη. Οι γεωλογικοί σχηματισμοί της βρίσκονται πάνω στην αυτόχθονη ενότητα του Ολύμπου. Αναλυτικά, τα πετρώματα που δομούν την περιοχή ενδιαφέροντος ανάλογα με την ηλικία τους από τα παλαιότερα προς τα νεότερα είναι τα εξής:

- Παλαιοζωικό-Μεσοτριαδικό. Περιλαμβάνει σύστημα μεταμορφωμένων πετρωμάτων της Πελαγονικής ζώνης όπως μοσχοβιτικούς σχιστόλιθους, γνεύσιους και γνευσιοσχιστόλιθους, που η ορυκτολογική τους παραγένεση συνδέεται με την πρασινοσχιστολιθική φάση μεταμόρφωσης. Τέτοια συστήματα αποτελούν το γεωλογικό υπόβαθρο της λεκάνης της Λάρισας και συναντώνται επιφανειακά κυρίως στις ημιορεινές περιοχές στα βόρεια της λεκάνης.

- Μέσο-Τριαδικό-Ιουρασικό. Περιλαμβάνει μάρμαρα και κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους πάχους 300 m περίπου.

- Ανώτερο μειόκαινο. Περιλαμβάνει επικλυσιογενή-πολυγενή-συμπαγή κροκαλοπαγή πάχους 80m περίπου. Εμφανίζεται στα δυτικά του νομού.

- Πόντιο-πλειο-πλειστόκαινο. Περιλαμβάνει ποταμοχερσαίους σχηματισμούς μέγιστου πάχους 100 m περίπου, που καλύπτουν το νοτιοδυτικό μέρος της λεκάνης της Λάρισας.

- Πλειστόκαινο. Περιλαμβάνει ποταμολιμναίες αποθέσεις που καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση των βορείων παρυφών της λεκάνης της Λάρισας και αποτελούνται κυρίως από αργίλους και άμμους.

- Ολόκαινο. Στην ευρύτερη περιοχή της Λάρισας περιλαμβάνει κυρίως αλλουβιακές αποθέσεις και πρόσφατων ποτάμιες αναβαθμίδες (ιδιαίτερα στην

ευρύτερη κοίτη του Πηνειού). Στα δυτικά της λεκάνης επίσης, παρατηρούνται παλιά και σύγχρονα πλευρικά κορήματα και κώνοι κορημάτων.

Το ανατολικό και δυτικό τμήμα της πεδιάδας της Θεσσαλίας διαχωρίζεται από μια σειρά αντρεισμάτων ημιορεινού ή λοφώδες ανάγλυφου, με ιδιαίτερη ανάπτυξη ανθρακικών πετρωμάτων στα βόρεια τμήματα. Τα τμήματα αυτά που αποτελούνται από μάρμαρα-κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους τους οποίους διατρέχουν ο Πηνειός και ο Τιταρήσιος, πριν την έξοδο τους στην Ανατολική Θεσσαλία.

Το πεδινό τμήμα της ανατολικής Θεσσαλίας αποτελείται από μια σειρά μαργών, μαργαϊκών ασβεστολίθων και κροκαλοπαγών στα παλαιότερα ιζήματα του, που επικάθονται στα δυτικά όρια της πεδιάδας. Σε αυτά επικάθονται σειρά ποταμολιμναίων και ποταμοχερσαίων αποθέσεων από ψαμμίτες, μάργες, αργιλοαμμώδη υλικά με κροκαλομιγείς διάσπαρτους ορίζοντες. Οι παλαιότερες αυτές προσχώσεις εμφανίζονται στην επιφάνεια νότια του Πηνειού και συνθέτουν τη λοφώδη περιοχή Ταουσάνης. Αποτελούν το άμεσο υπόβαθρο των νεότερων και σύγχρονων προσχώσεων του ποταμού που αποτελούνται από ανοικτότεφρα ως καστανότεφρα ασύνδετα υλικά από αργίλους ιλύς, άμμους και σε μικρό ποσοστό από κροκάλες. Το πάχος των παλαιότερων και νεότερων αυτών προσχώσεων ανέρχεται σε λίγες εκατοντάδες μέτρα (300 m κατά μέσο όρο στο δυτικό τμήμα της ανατολικής Θεσσαλίας). Το βραχώδες υπόβαθρο είναι, κατά περίπτωση, μάρμαρα ή γνευσιοσχιστόλιθοι, που εμφανίζονται στην επιφάνεια πάλι βόρεια και ανατολικά της Γυρτώνης, στην περιοχή της συμβολής του Πηνειού με τον Τιταρήσιο.

Η ποικιλία στη σύσταση των προσχώσεων εξαρτάται από τη διανομή στην πεδιάδα των υδρογραφικών μορφών του Πηνειού και του Τιταρήσιου τόσο σήμερα όσο και στο παρελθόν: κώνοι με πλέον αδρομερές υλικό, θέσεις παλαιών και εγκαταλειμμένων κοιτών, πλημμυρικές ζώνες.

Γενικά πάντως, ο κώνος του Τιταρήσιου έχει περισσότερα αδρομερή υλικά (κροκάλες, άμμοι) από ότι ο κώνος του Πηνειού μετά την έξοδο του από τα στενά Καλαμακίου. Οι αποθέσεις του Πηνειού εμφανίζουν στην επιφάνεια σύσταση αποτελούμενη από λεπτόκοκκη άμμο, αμμοϊλύ ή αργιλώδη ιλύ, ενώ η διαπερατότητά τους, είναι εν γένει χαμηλή.

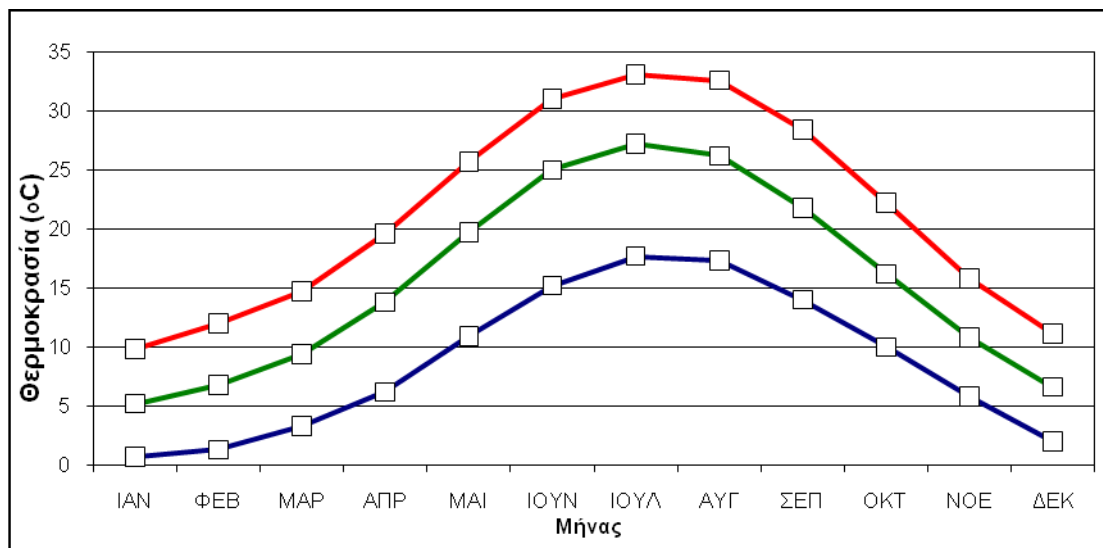
3. Μετεωρολογικά και κλιματολογικά στοιχεία

Τα μετεωρολογικά στοιχεία που παρουσιάζονται παρακάτω προέρχονται από τον πλησιέστερο σταθμό της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (Ε.Μ.Υ.) στη Λάρισα (συντεταγμένες σταθμού 22°25'1'' Γ. Μήκος και 39°37'58''

Γ.Πλάτος και Ύψος 74 m). Ο σταθμός διαθέτει μετεωρολογικά δεδομένα για χρονική περίοδο 42 ετών και συγκεκριμένα για το χρονικό διάστημα 1955-1997.

Εποχιακή διακύμανση θερμοκρασίας. Σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία του Μ.Σ. Λάρισας για την περίοδο 1955-1997, η μέση μηνιαία θερμοκρασία κυμαίνεται από 5,2°C τον Ιανουάριο έως 27,2°C τον Ιούλιο. Αντίστοιχα, η μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία κυμαίνεται από 9,8°C έως 33,1°C και η ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία από 0,7°C έως 17,7°C. Στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα θερμοκρασιακά δεδομένα του Μ.Σ. Λάρισας.

Από την εξέταση των θερμοκρασιακών δεδομένων προκύπτει πως ο θερμότερος μήνας είναι ο Ιούλιος , ενώ ο ψυχρότερος είναι ο Ιανουάριος.



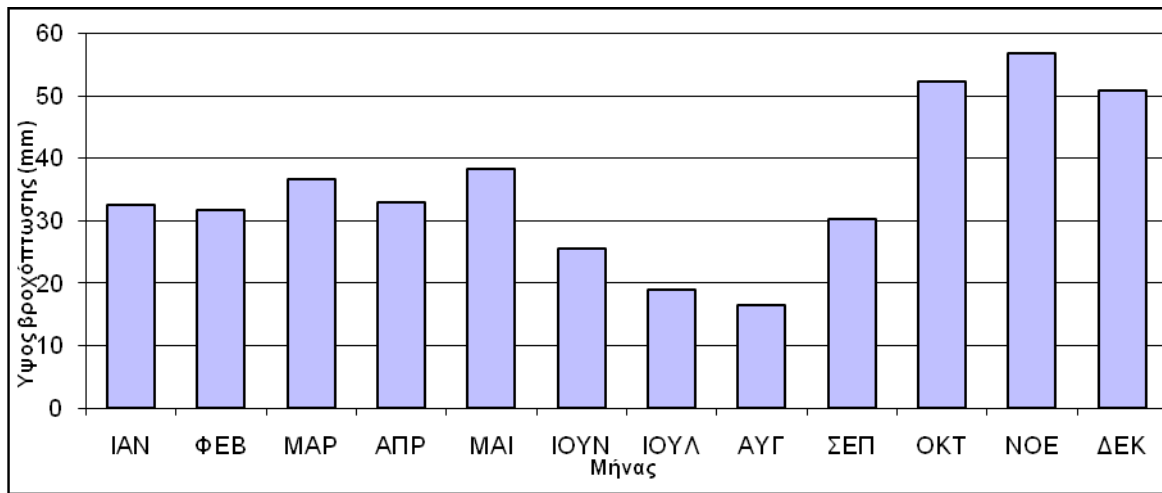
Κατανομή μέσης, μέσης μέγιστης και μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας

Εποχιακή διακύμανση υγρασίας και βροχοπτώσεων. Στα δύο παρακάτω σχήματα απεικονίζονται σε γράφημα το μέσο μηνιαίο συνολικό ύψος των κατακρημνισμάτων και η μέση μηνιαία σχετική υγρασία αντίστοιχα για τον Μ.Σ. Λάρισας.

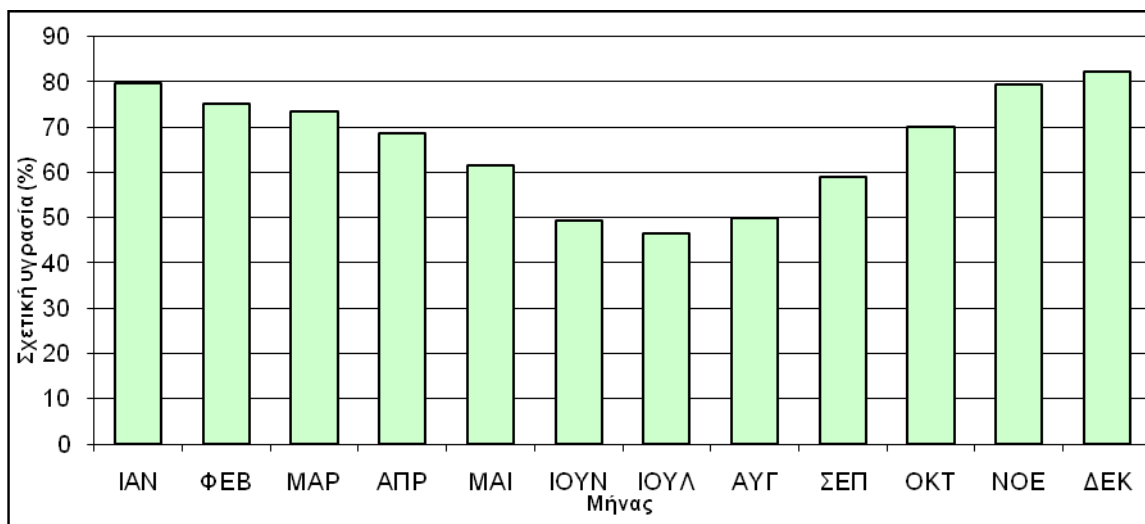
Από τα διαγράμματα εξάγονται τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Το μέσο ετήσιο ύψος κατακρημνισμάτων ανέρχεται σε 423,2 mm
- Ο ξηρότερος μήνας είναι ο Αύγουστος (16,4 mm), ενώ ο μήνας με το μεγαλύτερο ύψος βροχοπτώσεων είναι ο Νοέμβριος (56,9 mm).

Το ποσοστό της μέσης υγρασίας κυμαίνεται από 46,6 % τον Ιούλιο έως 82,2 % τον Δεκέμβριο.

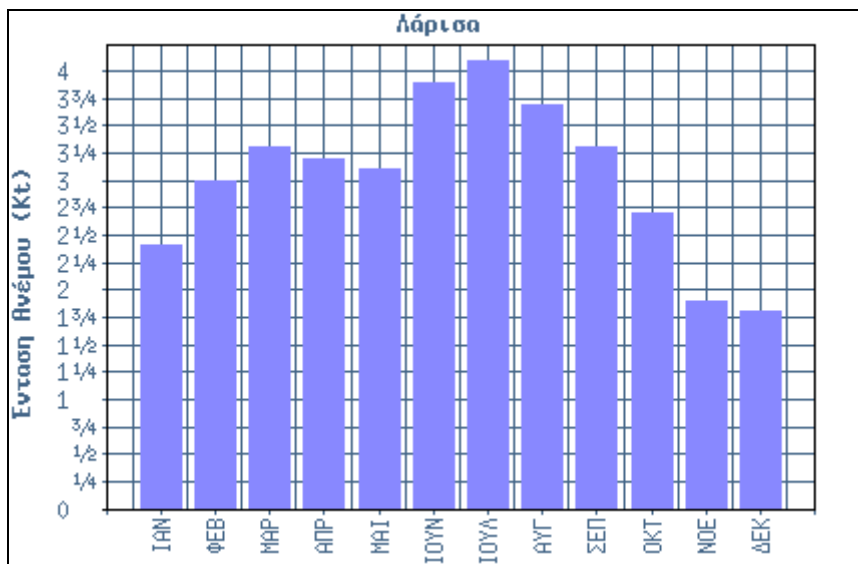


Μέσο μηνιαίο ύψος κατακρημνισμάτων



Μέση μηνιαία σχετική υγρασία

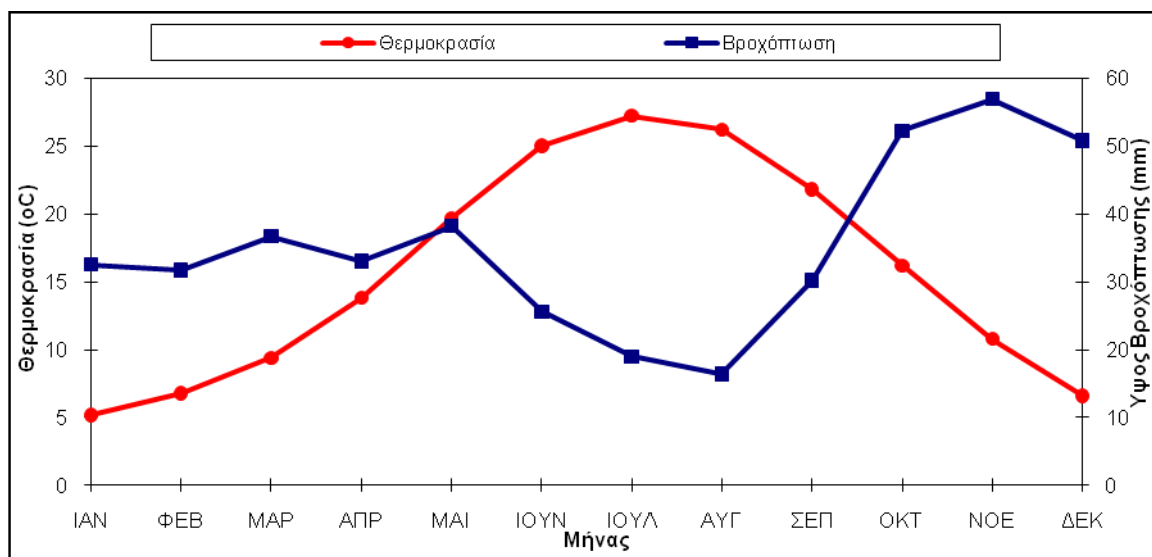
Ανεμολογικά στοιχεία. Σύμφωνα με τα ανεμολογικά στοιχεία του Μ.Σ. Λάρισας για την περίοδο 1955-1997 προκύπτει ότι στην περιοχή επικρατούν οι ανατολικοί άνεμοι. Το ποσοστό νηνεμίας στην περιοχή ανέρχεται σε 55,5 %, ενώ η ταχύτητα των ανέμων που πνέουν στην περιοχή σπάνια ξεπερνά τα 4 beaufort. Στο σχήμα που ακολουθεί απεικονίζεται η μέση μηνιαία ένταση των επικρατούντων ανέμων στην περιοχή μελέτης.



Μέση μηνιαία ένταση των ανέμων

4. Βιοκλιματικά στοιχεία

Με βάση τα διαθέσιμα μετεωρολογικά δεδομένα του Μ.Σ. Λάρισας καταρτίστηκε το ομβροθερμικό διάγραμμα BAGNOULS-GAUSSSEN που δίνεται στο παρακάτω σχήμα. Όπως φαίνεται στο εν λόγω σχήμα, η ξηροθερμική περίοδος ξεκινά τον Μάιο και διαρκεί έως τα μέσα Σεπτεμβρίου.



Ομβροθερμικό διάγραμμα ΜΣ Λάρισας

5. Ιστορικό πλημμύρων

Οι πλημμύρες του Πηνειού αποτελούσαν σύνηθες φαινόμενο για την περιοχή της Λάρισας. Οι συνοικίες που πλήττονταν περισσότερο ήταν ο Πέρα Μαχαλάς,

τα Ταμπάκικα (βυρσοδεψεία, οι σημερινοί Αμπελόκηποι) και η συνοικία Παράσχου, ενώ σημαντικές ήταν και οι ζημιές που προκαλούνταν στην καλλιεργήσιμη γη. Ιστορικές αναφορές για πλημμύρες του Πηνειού στην πόλη της Λάρισας υπάρχουν από το 1684, το 1729, το 1777, το 1811, το 1826 το 1836, το 1870, το 1872, το 1882, το 1881, το 1883, το 1897, το 1901, το 1931. Παρά τα αντιπλημμυρικά έργα των τελευταίων δεκαετιών, ο κίνδυνος πλημμύρας του Πηνειού εξακολουθεί να υφίσταται ακόμη και σήμερα (Ρούσκας, 2004).

6. Έργα αντιπλημμυρικής προστασίας

Προκειμένου να προστατευθεί η πόλη της Λάρισας από τις πλημμύρες διανοίχτηκε το 1939 η εξωτερική κοίτη του Πηνειού ποταμού, μέσω της οποίας διέρχεται και ο μεγαλύτερος όγκος του νερού. Η κατανομή της παροχής ανάμεσα στους δύο κλάδους γίνεται με τη βοήθεια χαμηλού φράγματος εκτροπής που έχει κατασκευαστεί επί του εξωτερικού κλάδου, αμέσως μετά τη διακλάδωση. Το φράγμα κατασκευάστηκε το 1956 και έχει ύψος στέψεως 64,6 m, μήκος στέψεως 72,9 m και ύψος πτώσεως 2 m. Έτσι, οι χαμηλές παροχές μέχρι 6,5 m³/sec διοχετεύονται στην παλαιά κοίτη. Στις μεγαλύτερες παροχές, η κύρια ροή γίνεται από το νέο εξωτερικό κλάδο του ποταμού. Έχει εκτιμηθεί ότι για συνολικές παροχές 100-1000 m³/sec, διοχετεύονται στον παλαιό κλάδο 25-150 m³/sec αντίστοιχα (Γκόφας κ.α., 1998).

Η ιστορία των αντιπλημμυρικών/υδραυλικών έργων της Θεσσαλίας, και κατ' επέκταση της περιοχής της Λάρισας, αρχίζει στα τέλη του 19^{ου} αιώνα. Το ζήτημα της μελέτης εκτέλεσης έργων στον Πηνειό ποταμό προκειμένου αφενός να μειωθεί ο κίνδυνος των πλημμύρων και αφετέρου να αποξηρανθούν τα έλη της περιοχής και να αρδευτεί η γεωργική γη, απασχόλησε όλες τις κυβερνήσεις μετά την προσάρτηση της Θεσσαλίας στο ελληνικό κράτος.

Η κυβέρνηση του Χαρίλαου Τρικούπη ανέθεσε για πρώτη φορά το 1887 την εκπόνηση μελέτης σχετικά με τα υδραυλικά έργα του Πηνειού, σε ομάδα Γάλλων μηχανικών με επικεφαλής τον αρχιμηχανικό Γκότλαντ. Από εκεί και πέρα αρχίζει μια μακροχρόνια περίοδος μελετών, προϋπολογισμών, υποσχέσεων και αναβολών. Όσπου το 1907, η τότε κυβέρνηση ζήτησε από την ιταλική κυβέρνηση την αποστολή μηχανικού, ο οποίος θα υπέβαλλε τις προτάσεις του για τα υδραυλικά έργα που θα έπρεπε να εκτελεστούν. Έτσι, επιλέχθηκε ο J. Nobile, η μελέτη του οποίου θεωρείται τεχνικά πολύ επαρκής για την εποχή του. Αυτή δεν ήταν και η τελευταία, καθώς το 1916 συντάχθηκαν νέες μελέτες από τους Κ. Βλάμο και Κ. Στυλιανίδη. Λίγο αργότερα, το 1919, εμφανίστηκε η αγγλική εταιρεία Jackson, στην οποία η ελληνική κυβέρνηση ανέθεσε εκ νέου τη διερεύνηση του θέματος.

Τελικά, το 1930, μετά από τριάντα και πλέον χρόνια μελετών και αναθεωρήσεών τους, υπογράφηκε σύμβαση μεταξύ των Υπουργών των Οικονομικών και της Συγκοινωνίας και εκπροσώπου της εταιρείας Henry Boot and Sons Limited. Σε εκτέλεση της σύμβασης ο Άγγλος μηχανικός της εταιρείας Boot, Sir MacDonald, υπέβαλε το 1931 προμελέτη που στηριζόταν στις αρχές της μελέτης του J. Nobile. Τον ίδιο χρόνο, το Υπουργείο Δημοσίων Έργων ανέθεσε στην εταιρεία Boot and Sons τη μελέτη και εκτέλεση «των υδραυλικών και εξυγιαντικών έργων της Θεσσαλίας», τα οποία εγκαινιάστηκαν στη Λάρισα στις 19 Δεκεμβρίου του 1936, παρουσία του βασιλιά Γεωργίου και του Ιωάννη Μεταξά. Με βάση τη μελέτη του MacDonald, η εταιρεία Boot από το 1936-1952 και έπειτα η ελληνική εταιρεία ΑΓΕΚ από το 1952-1961 κατασκεύασαν διάφορα έργα στην περιοχή, όπως αναχώματα στον Πηνειό και συλλεκτήρες που συγκεντρώνουν και κατευθύνουν τα νερά των ρεμάτων στον ποταμό (Ρούσκας, 2004).

Το 1998, εκπονήθηκε μελέτη, η οποία προέβλεπε την κατασκευή ενισχυτικών αντιπλημμυρικών έργων τόσο στην εξωτερική όσο και στην εσωτερική κοίτη του ποταμού. Εκτός από τα αντιπλημμυρικά έργα, όμως, προτάθηκε και η αξιοποίηση της πλημμυρικής κοίτης του εσωτερικού κλάδου του Πηνειού, έτσι ώστε να αναδειχθεί σε χώρο αναψυχής και περιπάτου (Γκόφας κ.α., 1998). Πράγματι, ένα αρκετά μεγάλο τμήμα της κοίτης του ποταμού έχει διαμορφωθεί κατάλληλα προς αυτήν την κατεύθυνση, ενώ τα έργα ανάπλασης καθώς και τα αντιπλημμυρικά έργα συνεχίζονται ακόμη.

iii. Κοινωνικοοικονομική πραγματικότητα

1. Γενικά ιστορικά στοιχεία

Ο Πηνειός στη μυθολογία ήταν ποτάμιος θεός, γιος του ωκεανού και της Τιθύος, από τον οποίο πήρε το όνομά του ο ομώνυμος ποταμός. Η Λάρισα ήταν νύμφη του ποταμού, η οποία πνίγηκε στα νερά του. Το πρόσωπό της αποτέλεσε σύμβολο των Λαρισαίων, όπως καταμαρτυρούν ασημένια νομίσματα του 4ου και 5ου π.Χ. αιώνα, τα οποία κοσμούν παραστάσεις με τη μορφή της.

Το όνομα του ποταμού Πηνειού αναφέρει ο Ηρόδοτος, ο Στράβωνας, ο Σουΐδας, ο Ησύχιος, ο Στέφανος Βυζάντιος και άλλοι. Ο ποταμός αναφέρεται και ως Πηνιός. Ο Στράβωνας αποκαλεί τον Πηνειό Αράξη, το ίδιο και Στέφανος Βυζάντιος. Οι Τούρκοι αποκαλούν τον ποταμό Κιοστέμ και Κουσέμ. Στο μεσαίωνα, αποκαλείται Σαλαμπριάς, Σαλαμπριά, Σαλάμπρα, Σαλαμβριάς, Σαλαμβριά, Σαλαμβρίας, Σαλαμβρία και Σαλαβρία. Λέγεται ότι η ονομασία

Σαλαμβρία προέρχεται από τη λέξη σαλάμβη, που σημαίνει οπή, πύλη, θυρίδα. Η ετυμολογία αυτή θα μπορούσε να θεωρηθεί κατάλληλη για το κομμάτι του Πηνειού που διατρέχει την κοιλάδα των Τεμπών, γνωστή και ως «πύλη του ποταμού», για να βρει διέξοδο στο Αιγαίο (Ρούσκας, 2004).

2. Δημογραφικά χαρακτηριστικά

Ο πληθυσμός στη λεκάνη του Πηνειού ήταν το 2001 529.244 (Ε.Σ.Υ.Ε. 2002). Τα κυριότερα αστικά κέντρα στη λεκάνη είναι η Λάρισα (126.076 κάτοικοι), τα Τρίκαλα (51.862 κάτοικοι) και η Καρδίτσα (37.768 κάτοικοι). Σταθμοί επεξεργασίας αστικών λυμάτων εξυπηρετούν τα κυριότερα αστικά κέντρα (40,6% του πληθυσμού της λεκάνης).

Το εργατικό δυναμικό του Θεσσαλίας ανέρχεται σε 307.000 άτομα ενώ οι απασχολούμενοι είναι 274.700 (ΕΣΥΕ, 2001). Η διαχρονική εξέλιξη του ενεργού πληθυσμού και της απασχόλησης τα τελευταία χρόνια παρουσιάζεται αύξουσα. Το 38,7% των απασχολούμενων εργάζεται στον πρωτογενή τομέα, το 17,4% στον δευτερογενή τομέα και το 43,9% στον τριτογενή τομέα, ενώ τα αντίστοιχα εθνικά ποσοστά είναι 19,8%, 22,5% και 57,7% (1997). Κατά την περίοδο 1993-1997 φαίνεται μια σαφής τάση ενίσχυσης του τριτογενή τομέα και μείωσης του δευτερογενή, ενώ ο πρωτογενής τομέας παραμένει στο ίδιο επίπεδο.

Στην Περιφέρεια παράγεται το 14,2% της αγροτικής παραγωγής της χώρας (η δεύτερη μεγαλύτερη συμμετοχή μετά την Κεντρική Μακεδονία), 6,5% της μεταποιητικής παραγωγής και 5,2% των υπηρεσιών. Η Θεσσαλία είναι πρώτη παραγωγός περιφέρεια βαμβακιού με 40% της συνολικής παραγωγής, η δεύτερη παραγωγός μήλων, τυριού και γάλακτος με 29%, 15% και 14% αντίστοιχα και η τρίτη τομάτας και σιταριού με 17%, το 2001. Το εργατικό δυναμικό του νομού Λαρίσης υπερέχει και στους τρεις τομείς απασχόλησης, γεγονός που συμβαίνει διότι ο συγκεκριμένος νομός έχει και τον μεγαλύτερο πληθυσμό σε σύγκριση με τους υπόλοιπους τρεις νομούς. Στον πρωτογενή τομέα ο δεύτερος νομός σε απασχόληση είναι αυτός της Καρδίτσας, ενώ στον δευτερογενή και τον τριτογενή ο νομός του Βόλου¹.

¹ Ανακτημένο από <http://www.thessalia.gov.gr/contents.asp?id=167>

3. Πρωτογενής τομέας

Ο τομέας αυτός εξακολουθεί να είναι σημαντικός για τις οικονομικές εξελίξεις στην Περιφέρεια, αλλά και σε κάθε Νομό ξεχωριστά, τόσο από άποψη συμμετοχής στο Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν (ΑΕΠ) και την απασχόληση, όσο και επειδή παρέχει πρώτες ύλες σε σημαντικό μέρος της μεταποίησης. Στα συγκριτικά πλεονεκτήματα συγκαταλέγονται ο Θεσσαλικός κάμπος (μεγαλύτερη πεδιάδα της χώρας) και η προσαρμοστικότητα των παραγωγών στις νέες εξελίξεις της τεχνολογίας και της αγοράς. Είναι χαρακτηριστικό ότι στη γεωργία, που συνεισφέρει κατά 66% στο εισόδημα της Περιφέρειας από τον πρωτογενή τομέα, υπήρξαν κατά τα τελευταία 10-15 χρόνια σημαντικές μεταβολές τόσο στον όγκο της παραγωγής, όσο και στη διάρθρωση των καλλιεργειών (με πρώτα τα προϊόντα από άποψη αύξησης το σκληρό σιτάρι και το βαμβάκι).

Ο τύπος της αναδιάρθρωσης των καλλιεργειών που συνέβη επέτρεψε την άμεση μεγιστοποίηση του γεωργικού εισοδήματος, αλλά όχι και την προσαρμογή στις μέσο και μακροπρόθεσμες προοπτικές της ισορροπίας προσφοράς και ζήτησης. Η κτηνοτροφία παρουσιάζει επίσης αναπτυξιακές τάσεις, που εκφράστηκαν με την αύξηση της ζωικής παραγωγής και του ζωικού κεφαλαίου χοίρων και βοοειδών κατά την προηγούμενη δεκαετία, αλλά έχει μεγάλα περιθώρια βελτίωσης, κυρίως στον τομέα της αιγοπροβατοτροφίας.

Η δασοπονία έχει σημαντικά περιθώρια περαιτέρω ανάπτυξης. Το ότι οι περιοχές στις οποίες υπάρχουν δάση συμπίπτουν κυρίως με τις προβληματικές ζώνες της Περιφέρειας, είναι ένας από τους παράγοντες της μη επαρκούς ανάπτυξης του τομέα (κυρίως λόγω ελλείψεων σε υποδομές), αλλά ταυτόχρονα επιτρέπουν τη χρησιμοποίησή του στο πλαίσιο προσπαθειών για τη βελτίωση της κατάστασης στις ζώνες αυτές.

Οι νεώτερες μορφές αλιείας (ιχθυοκαλλιέργειες) δεν έχουν ιδιαίτερη ανάπτυξη παρότι υπάρχουν οι προϋποθέσεις για την ανάπτυξη του τομέα. Σημαντικό μέρος των αλιευμάτων προέρχεται από τον Παγασητικό, η μείωση της ρύπανσης του οποίου μπορεί να συνδυάσει την περιβαλλοντική και οικονομική².

² Ανακτημένο από <http://www.thessalia.gov.gr/contents.asp?id=167>

4. Δευτερογενής τομέας

Επίκεντρο της ανάπτυξης της μεταποίησης στη Θεσσαλία είναι οι περιοχές της Μαγνησίας και της Λάρισας, ιδίως για τις μεγαλύτερες μονάδες, οι οποίες συγκεντρώνονται περισσότερο στον πρώτο νομό. Οι μικρές παραγωγικές μονάδες όμως και κυρίως οι οικογενειακές που λειτουργούν σε παραδοσιακούς κλάδους είναι διάσπαρτες σε όλη τη Θεσσαλία και κυρίως στις μεγάλες αστικές συγκεντρώσεις και στους οδικούς άξονες. Η πορεία της βιομηχανίας στη Θεσσαλία ήταν ιδιαίτερα θετική στην περίοδο 1970-1985, όπου οι ρυθμοί αύξησης του προϊόντος και της απασχόλησης ήταν υψηλότεροι από αυτούς της χώρας.

Ωστόσο, κατά τα τελευταία χρόνια και ιδίως στην περίοδο 1988-1995, η γενικότερη αποβιομηχάνιση έχει γίνει ιδιαίτερα αισθητή στην Περιφέρεια, και ιδιαίτερα στους δυο πιο ανεπτυγμένους Νομούς. Η μείωση αυτή της απασχόλησης, αν και σε κάποιο βαθμό αντισταθμίστηκε από την αύξηση των δραστηριοτήτων του τριτογενή τομέα, δημιουργεί σοβαρά προβλήματα επανακατάρτισης του εργατικού δυναμικού που παρουσιάζουν ή προβλέπεται να παρουσιάσουν αυξημένη ζήτηση.

Η βιομηχανική βάση της Περιφέρειας περιλαμβάνει τρεις ομάδες δραστηριοτήτων: α) βιομηχανίες που είναι εγκατεστημένες στην Περιφέρεια λόγω γειτνίασης με τις πρώτες ύλες, β) μονάδες προσανατολισμένες τόσο στην εσωτερική αγορά όσο και στις αγορές του εξωτερικού, κυρίως της Ευρώπης και των Βαλκανίων, και γ) βιομηχανίες που εγκαταστάθηκαν στην Περιφέρεια λόγω γεωγραφικών ή άλλων πλεονεκτημάτων (λιμάνι Βόλου, εργατικό δυναμικό), αλλά δεν έχουν σχέση με τις τοπικές αγορές πρώτων υλών ή τελικών προϊόντων. Το μέλλον των δύο πρώτων ομάδων είναι ευκολότερα προβλέψιμο. Οι αλλαγές που πρέπει να αναμένονται στην πρωτογενή παραγωγή θα δημιουργήσουν νέες δυνατότητες μεταποίησης προϊόντων, κυρίως του αγροδιατροφικού τομέα, ενώ η εσωτερική και εξωτερική ζήτηση θα μεγαλώσει με αντίστοιχες προοπτικές για τις σχετικές μονάδες. Όσον αφορά την τρίτη ομάδα, οι προοπτικές τους θα εξαρτηθούν από τη γενικότερη πορεία του κλάδου στον οποίο ανήκουν και γενικότερα, από τις συνολικές βιομηχανικές εξελίξεις³.

³ Ανακτημένο από <http://www.thessalia.gov.gr/contents.asp?id=167>

5. Τριτογενής τομέας

Η συνιστώσα «υπηρεσίες προς τις επιχειρήσεις» δεν είναι ανεπτυγμένη σε σημαντικό βαθμό, παρά τη συνολική αυξητική τάση του τριτογενούς τομέα. Θα πρέπει να σημειωθεί όμως ότι στον τομέα αυτό αναμένεται σημαντική βελτίωση, καθώς η ανάπτυξη του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και κυρίως του τεχνολογικού κύκλου του, αποτελεί ένα σημαντικό πόλο παροχής παραγωγικών υπηρεσιών ο οποίος θα πρέπει να ενισχυθεί. Αυτή τη στιγμή το Πανεπιστήμιο διαθέτει 103 εργαστήρια εκ των οποίων τα 70 περίπου ήδη παρέχουν υπηρεσίες προς ιδιωτικούς και δημόσιους φορείς τοπικής και εθνικής κλίμακας. Πέρα από το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας που έχει σημαντική ερευνητική δραστηριότητα, λειτουργούν στην Θεσσαλία και Τεχνολογικά Εκπαιδευτικά Ιδρύματα.

Επίσης, σημαντικό είναι και το ποσοστό των ερευνητικών κέντρων και ινστιτούτων που φτάνει το 7% του συνόλου των ερευνητικών κέντρων και ινστιτούτων της χώρας (1993), κατατάσσοντάς τη στην 4η θέση μεταξύ των 13 Περιφερειών της χώρας.

Η Περιφέρεια διαθέτει σημαντικούς τουριστικούς πόρους (φυσικό περιβάλλον, παραδοσιακούς οικισμούς, αρχαιολογικούς χώρους) που συγκεντρώνονται κυρίως στην ανατολική παραλιακή ζώνη, τα νησιά και τις ορεινές ζώνες. Η μεγαλύτερη τουριστική ανάπτυξη παρατηρείται στην ευρύτερη περιοχή του Βόλου (Πήλιο και Σποράδες, με φαινόμενα κορεσμού στην περίπτωση της Σκιάθου και λιγότερο της Σκοπέλου), την περιοχή των Τεμπών και στην παράκτια ζώνη του Ν. Λάρισας, την περιοχή της Καλαμπάκας – Μετεώρων και τη Λίμνη Πλαστήρα.

Τα τελευταία χρόνια σημειώθηκε αύξηση των κλινών των ξενοδοχειακών καταλυμάτων. Παρόλα αυτά η ανάπτυξη του τουρισμού στην Περιφέρεια παραμένει συνολικά περιορισμένη (σε σύγκριση με τις υπάρχουσες δυνατότητες) και ταυτόχρονα άνισα κατανομημένη στο χώρο και έντονα εποχιακή. Κύριοι ανασταλτικοί παράγοντες είναι: α) οι ανεπάρκειες των υπερτοπικών συνδέσεων, β) το χαμηλό επίπεδο των προσφερόμενων τουριστικών υπηρεσιών, γ) η ανεπαρκής τουριστική υποδομή και δ) η απουσία ανάπτυξης νέων μορφών τουρισμού, παρά την καταλληλότητα της Περιφέρειας γι' αυτούς (ιαματικός τουρισμός, περιηγητικός τουρισμός, οικοτουρισμός, ορεινός τουρισμός, συνεδριακός τουρισμός κλπ.) για την άμβλυνση της εποχικότητας και την ποιοτική αναβάθμιση του τομέα⁴.

⁴ Ανακτημένο από <http://www.thessalia.gov.gr/contents.asp?id=167>

6. Περιφερειακό Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν

Το κατά κεφαλήν Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν (ΑΕΠ) της Περιφέρειας Θεσσαλίας είναι χαμηλότερο του αντίστοιχου μέσου κατά κεφαλήν ΑΕΠ της χώρας. Η Περιφέρεια παράγει το 6,6% του συνολικού Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος της χώρας. Στον πρωτογενή τομέα παράγεται το 35,5%, στον δευτερογενή το 22,4% και στον τριτογενή τομέα το 43,1% του περιφερειακού Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος. Τα αντίστοιχα ποσοστά για τη χώρα είναι 15% για τον πρωτογενή τομέα, 25% για τον δευτερογενή και 60% για τον τριτογενή. Διαχρονικά, παρατηρείται, μικρή τάση στροφής της περιφερειακής οικονομίας προς τον τριτογενή τομέα, αφού αυξάνεται η συμμετοχή του τομέα αυτού στο συνολικό περιφερειακό ΑΕΠ και μικρή κάμψη του πρωτογενή και δευτερογενή τομέα. Όσον αφορά την παραγωγικότητα, η Περιφέρεια βρίσκεται σε χαμηλότερο επίπεδο από τη χώρα. Σε σχέση με την Ευρωπαϊκή Ένωση η παραγωγικότητα της Περιφέρειας βρίσκεται στο 68% του μέσου όρου της Ε.Ε. για το 1996, ενώ το 1993 βρισκόταν στο 69%, σημειώνοντας μικρή μείωση⁵.

7. Υποδομές μεταφορών

Το εθνικό οδικό δίκτυο κατατάσσεται σε πρωτεύον, δευτερεύον και τριτεύον. Από την Περιφέρεια Θεσσαλίας διέρχεται ο οδικός άξονας Πατρών – Αθηνών – Θεσσαλονίκης – Ευζώνων (ΠΑΘΕ) που ανήκει στο πρωτεύον δίκτυο. Στο δευτερεύον δίκτυο ανήκει η Εθνική Οδός 13 (Ε.Ο.) που ενώνει την Ελευσίνα – Θήβα – Λιβαδειά – Χάνι – Λαμία – Δομοκό – Φάρσαλα – Λάρισα – Ελασσόνα – Κοζάνη – Πτολεμαΐδα με Φλώρινα - Νίκη και τέλος τα σύνορα. Ακόμη στο δευτερεύον δίκτυο ανήκει η Ε.Ο. 6 που ενώνει Βόλο – Λάρισα – Τρίκαλα – Κατάρρα – Μέτσοβο – Ιωάννινα – Ηγουμενίτσα. Ως μέρος του τριτεύοντος δικτύου είναι η Ε.Ο. 26 «Ελασσών-Δεσκάτη- συνάντηση με την Ε.Ο. 15», όλα τα τμήματα των Εθνικών Οδών που έχουν εγκαταλειφθεί χωρίς να αποχαρακτηρισθούν και οι οδοί παρόδιας εξυπηρέτησης (SR) αξόνων του Δευτερεύοντος Οδικού Δικτύου (Μαριολάκος κ.α. 2003). Το υφιστάμενο δίκτυο του ΟΣΕ που εξυπηρετεί την Περιφέρεια Θεσσαλίας περιλαμβάνει τις εξής γραμμές: (α) Σιδηροδρομική γραμμή Αθήνα-Λάρισα-Θεσσαλονίκη (β) Σιδηροδρομική γραμμή Λάρισα-Βόλος (γ) Σιδηροδρομική γραμμή Παλαιοφάρσαλος-Καλαμπάκα.

Οι θαλάσσιες μεταφορές της Περιφέρειας εξυπηρετούνται σήμερα, σχεδόν αποκλειστικά από το λιμένα του Βόλου. Η γεωγραφική θέση του λιμανιού είναι

⁵ Ανακτημένο από <http://www.thessalia.gov.gr/contents.asp?id=167>

ιδιαίτερα πλεονεκτική, κεντροβαρική, τόσο ως προς το θαλάσσιο χώρο του Αιγαίου όσο και προς το χερσαίο Ελλαδικό χώρο. Τοποθετείται στο μέσο περίπου του σημαντικότερου άξονα ανάπτυξης της χώρας, είναι συνδεδεμένο με το διευρωπαϊκό και κύριο εθνικό οδικό δίκτυο αλλά και με το βασικό εθνικό σιδηροδρομικό δίκτυο.

Όσον αφορά τις αεροπορικές μεταφορές, λειτουργούν τα αεροδρόμια Σκιάθου (πολιτικό), Ν. Αγχιάλου (στρατιωτικό – πολιτικό), Λάρισας (στρατιωτικό – πολιτικό) και Στεφανοβικείου (στρατιωτικό).

8. Αρμόδιες αρχές/ υπηρεσίες του Πηνειού

9. Φορείς που λειτουργούν σε Περιφερειακό επίπεδο

Η Μαντούζα (2008) στοιχειοθετώντας τους φορείς ή και οργανισμούς που λειτουργούν σε περιφερειακό επίπεδο και ασχολούνται με γενικά υδατικά θέματα είναι οι ακόλουθοι κατά χρήση αναφέρει:

Υδρευση: Οι Διευθύνσεις Αυτοδιοίκησης και Αποκέντρωσης ή Τοπικής Αυτοδιοίκησης και Διοίκησης σε κάθε νομό όπου λειτουργούν οι ΤΥΔΚ ως υπηρεσίες της περιφέρειας. Οι ΔΕΥΑ των κυριότερων δήμων των νομών (Αγιάς, Αλοννήσου, Βόλου, Καρδίτσας, Λάρισας, Λιλάντιων, Τρικάλων, Καλαμπάκας, Μελίροιας, Σκιάθου, Σκοπέλου, Φερών, Αιθίων, Ελασσόνας, Αλμυρού, Εστιαιώτιδας, Μουλασίου, Μουρεσίου, Παλαμά, Πύλης, Φαρσάλων, Αμπέλων, Γόμφων, Πελινναίων, Πολυδάμαντα, Σοφάδων, Τυρνάβου, Φαλάνης, Φαρκαδόνας).

Άρδευση: Η Διεύθυνση ή Τμήμα Εγγείων Βελτιώσεων που συναντάται ανάλογα με τη Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση και ως Τμήμα Διαχείρισης Υδάτινων Πόρων & Εκμηχάνισης της Γεωργίας ή Υδροοικονομίας & Εκμηχάνισης Γεωργίας, ή Εγγείων Βελτιώσεων & Υδάτινων Πόρων, ή Υδροοικονομίας. Οι Οργανισμοί Εγγείων Βελτιώσεων, δηλαδή ΓΟΕΒ (π.χ. Λάρισας) και ΤΟΕΒ (Καρδίτσας, Λάρισας, Μαγνησίας, Τρικάλων).

Βιομηχανία: Η Διεύθυνση ή Τμήμα Βιομηχανίας ή Διεύθυνση ή Τμήμα Ορυκτού Πλούτου και Βιομηχανίας, σε επίπεδο νομού, η ΒΙΠΕ Βόλου, Λάρισας και Καρδίτσας.

Περιβάλλον: Η Αναπτυξιακή Καρδίτσας

Υδροηλεκτρική ενέργεια: Η ΔΕΗ

Εκτός από τους παραπάνω φορείς, σε κάθε περιφέρεια υπάρχουν οι ακόλουθες διευθύνσεις που εμπλέκονται γενικότερα σε θέματα υδατικών πόρων: Διεύθυνση Δημοσίων Έργων, όπου λειτουργεί Τμήμα Υδραυλικών Έργων με τις παρακάτω αρμοδιότητες: α) Θέματα σχετικά με τις μελέτες υδραυλικών έργων, κατασκευές υδραυλικών έργων καθώς και κάθε θέμα που αφορά μελέτες και κατασκευές εργασιών συντήρησης υδραυλικών και επειγόντων έργων και β) εποπτεία της λειτουργίας υδρολογικών σταθμών.

Τμήμα Εγγείων Βελτιώσεων Έργων με τις παρακάτω αρμοδιότητες: α) Κατάρτιση προγραμμάτων εγγειοβελτιωτικών έργων, κατάρτιση των αναγκαστικών προκαταρκτικών εκθέσεων όλων των εγγειοβελτιωτικών έργων, έγκριση ανάθεσης εκπόνησης μελετών. β) Εκπόνηση προμελετών και μελετών έργων και εκτέλεσή τους, επιμέλεια λειτουργίας, συντήρησης και διοίκησης των έργων, συγκρότηση επιτροπής παραλαβής δημόσιου έργου, έγκριση των αντίστοιχων πρωτοκόλλων.

Διεύθυνση Ελέγχου Κατασκευής Έργων (Δ.Ε.Κ.Ε.), όπου λειτουργεί το Τμήμα Εποπτείας Υδραυλικών Έργων και η Διεύθυνση Περιβάλλοντος και Χωροταξίας.

ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.: το Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας είναι ο εθνικός φορέας για την Αγροτική Έρευνα & Τεχνολογία στην Ελλάδα και λειτουργεί ως Νομικό Πρόσωπο Ιδιωτικού Δικαίου (Ν.Π.Ι.Δ.), εποπτευόμενο από το Υπ. Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων.

Στην περιοχή της Θεσσαλίας λειτουργούν τρεις Ερευνητικές Μονάδες, το Ινστιτούτο Χαρτογράφησης & Ταξινόμησης Εδαφών Λάρισας, το Ινστιτούτο Κτηνοτροφικών Φυτών & Βοσκών Λάρισας και το Ινστιτούτο Προστασίας Φυτών Βόλου και οι δύο σταθμοί γεωργικής έρευνας, ο Καπνικός Σταθμός Έρευνας Καρδίτσας και ο Σταθμός Γεωργικής Έρευνας Παλαμά Καρδίτσας.

Το ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε. είναι υπεύθυνο για τη διεξαγωγή και ανάπτυξη της αγροτικής έρευνας και τεχνολογίας στην Ελλάδα. Διεξάγει εφαρμοσμένη έρευνα και αναπτύσσει τεχνολογία για τη γεωργική, δασική, ζωική και αλιευτική παραγωγή, την προστασία των καλλιεργειών, την κτηνιατρική, τη διαχείριση αλιευτικών πόρων, την εδαφολογία, τις έγγειες βελτιώσεις, την μεταποίηση και συντήρηση αγροτικών προϊόντων καθώς και την αγροτική οικονομία και κοινωνιολογία.

ΕΚΒΥ: Το Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων ιδρύθηκε ως παράρτημα του Μουσείου Γουλιανδρή Φυσικής Ιστορίας με έδρα τη Θέρμη του Νομού Θεσσαλονίκης, το 1991, με χρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης και του Παγκόσμιου Ταμείου για τη Φύση. Ο γενικός σκοπός του ΕΚΒΥ είναι να

προωθήσει την αειφορική διαχείριση των ανανεώσιμων φυσικών πόρων στην Ελλάδα και σε άλλες περιοχές της Μεσογειακής Λεκάνης και της Ευρωπαϊκής Ηπείρου. Ενδεικτικά έργα του ΕΚΒΥ:

- Σχέδια διαχείρισης φυσικών περιοχών: πιλοτική εκπόνηση διαχειριστικών σχεδίων στη βάση ειδικών δεσμεύσεων που απορρέουν από την Οδηγία για τους Οικοτόπους.
- Παρακολούθηση οικολογικών μεταβολών
- Δημιουργία λογισμικού καταχώρησης και επεξεργασίας δεδομένων
- Η λεκάνη απορροής ως μονάδα διαχείρισης υδατικών, εδαφικών και γενετικών πόρων:
Προώθηση του θέματος μέσω παραδειγμάτων στην Ελλάδα και εκπόνησης μελετών.
- Υδρολογία υγροτόπων: ανάπτυξη λογισμικού για προσομοίωση υγροτόπου, λεκάνης απορροής και ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, αυτόματη ρύθμιση λογισμικού με τη χρήση δορυφορικών εικόνων.
- Εξοικονόμηση αρδευτικού νερού υγροτόπων: ανάπτυξη λογισμικού διανομής του αρδευτικού νερού σύμφωνα με τη ζήτηση.
- Πρακτικές καλλιέργειας φυτών
- Αποκατάσταση (ανόρθωση, αναδημιουργία) υγροτόπων
- Κατασκευή τεχνητών υγροτόπων για επεξεργασία λυμάτων
- Προδιαγραφές σχεδίων διαχείρισης: σύνταξη γενικών προδιαγραφών, με βάση την ξένη και την ελληνική πείρα, για διαχειριστικές μελέτες βιοτόπων-υγροτόπων.
- Διατήρηση και διαχείριση περιοχών Κοινοτικού ενδιαφέροντος στην Ελλάδα (Οδηγία 92/43/ΕΟΚ): στα πλαίσια του έργου αυτού εκπονήθηκαν ειδικά διαχειριστικά σχέδια για 10 περιοχές που έχουν προταθεί για ένταξη στο Δίκτυο "Φύση 2000".
- Συντονισμένες δράσεις για τη διαχείριση της παράκτιας ζώνης του Στρυμονικού Κόλπου: Οι δράσεις του έργου αφορούν την περιγραφή της περιοχής, ένα διετές πρόγραμμα παρακολούθησής της, τον εντοπισμό των κυριότερων περιβαλλοντικών προβλημάτων και την ανάδειξη μέσων

αντιμετώπισής τους, την ενθάρρυνση συμμετοχής των τοπικών κοινωνιών σε προσπάθειες για την προστασία της περιοχής, τη δημιουργία συντονιστικών σχημάτων μεταξύ των αρμοδίων υπηρεσιών και την ευαισθητοποίηση του κοινού.

Αποκατάσταση υγροτόπων: Πρώην Λίμνη Κάρλα: Σχεδιασμός ενός ιδεοτύπου του προς αναδημιουργία υγροτόπου. Κατασκευή τρισδιάστατου κινούμενου ομοιώματος της ευρύτερης περιοχής της λίμνης, πριν από την αποξήρανσή της, με τεχνικές φωτορεαλισμού.

Πρώην Λίμνη Μαυρούδα: διαμόρφωση πρότασης, ύστερα από αίτημα των παραλίμνιων πληθυσμών, για να αναδημιουργηθεί η λίμνη ως υγρότοπος πολλαπλών χρήσεων. Λιμνοθάλασσα Δράνα (Δέλτα Εβρου): Εκπόνηση εδαφολογικής μελέτης, η οποία αποτελεί προϋπόθεση για την αποκατάσταση.

10.Χρήσεις γης ευρύτερης περιοχής Πηνειού

Κύριες καλλιέργειες είναι το βαμβάκι, ο αραβόσιτος, τα τεύτλα, τα κηπευτικά, οι δενδροκαλλιέργειες, τα σιτηρά και τα αμπέλια. Οι εντατικές αυτές καλλιέργειες έχουν ως αποτέλεσμα τη μεγάλη κατανάλωση νερού και τη χρήση μεγάλων ποσοτήτων αζωτούχων κυρίως λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων. Συγκεκριμένα 96% του νερού που αντλείται από επιφανειακά και υπόγεια ύδατα στη Θεσσαλία προορίζεται για άρδευση, ενώ το 3,3% προορίζεται για ύδρευση (Υπουργείο Ανάπτυξης 2003). Σύμφωνα με τους Bellos & Sawidis (2005) η παροχή νερού του Πηνειού το καλοκαίρι λόγω της υπεράντλησης είναι μειωμένη. Σε αντίθεση με τη γεωργία, η βιομηχανία δεν είναι ιδιαίτερος αναπτυγμένη καθώς λειτουργούν δύο βιομηχανικές περιοχές, της Καρδίτσας και της Λάρισας. Η πλειονότητα των βιομηχανιών είναι μονάδες συσκευασίας-μεταποίησης αγροτικών προϊόντων (κονσερβοποιία, τυροκομία, οινοποιία) και μερικές υφαντουργικές μονάδες. Άλλη σημαντική οικονομική δραστηριότητα είναι η κτηνοτροφία.

Επίπεδο 1	Επίπεδο 3	Κωδικός	Έκταση (km ²)	% Κάλυψης	% Κάλυψης
Αγροτικές Περιοχές	Μη αρδεύσιμη-αρόσιμη γη	211	2432708026	17.63	44.75
	Μόνιμα αρδευόμενη γη	212	2071027562	15.01	
	Ορυζώνες	213	1595028.297	0.01	
	Εύθρατα συστήματα καλλιέργειας	242	375779172.5	2.72	
	Γη που καλύπτεται κυρίως από γεωργία με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης	243	856338074.1	6.21	
	Λιβάδια	231	168013910.6	1.22	
	Οπωροφόρα δέντρα και φυτείες με σαρκώδεις καρπούς	222	103995003.3	0.75	
	Ελαιώνες	223	128930490.7	0.93	
	Αμπελιώνες	221	22106125.7	0.16	
Τεχνητές επιφάνειες	Περιοχές αστικού πρασίνου	141	380939.7393	0.00	2.03
	Εγκαταστάσεις αθλητισμού & αναψυχής	142	5603413.235	0.04	
	Αεροδρόμια	124	13506009.09	0.10	
	Βιομηχανικές ή εμπορικές ζώνες	121	39208026.18	0.28	
	Ζώνες λιμένων	123	405373.4406	0.00	
	Οδικά και σιδηροδρομικά δίκτυα και γεινιαζουσα γη	122	13868731.86	0.10	
	Χώροι οικοδόμησης	133	6970516.956	0.05	
	Χώροι απόρριψης απορριμμάτων	132	302451.1377	0.00	
	Χώροι εξόρυξης ορυκτών	131	5508465.172	0.04	
	Συνεχής αστική οικοδόμηση	111	6137513.533	0.04	
Διακεκομμένη αστική οικοδόμηση	112	190436564.1	1.38		
Δάση και ημι-φυσικές περιοχές	Δάσος πλατύφυλλων	311	1230694601	8.92	52.76
	Δάσος κωνοφόρων	312	642687237	4.65	
	Μικτό δάσος	313	434941796.9	3.15	
	Απογυμνωμένοι βράχοι	332	4310384.202	0.03	
	Παραλίες, αμμόλοφοι, αμμουδιές	331	40419788.64	0.29	
	Αποτεφρωμένες εκτάσεις	334	7548780.116	0.05	
	Εκτάσεις με αραιή βλάστηση	333	182321326.2	1.32	
	Θάμνοι και χερσότοποι	322	138084256.3	1.00	
	Φυσικοί βοσκότοποι	321	1242047467	9.00	
	Εκληροφυλλική βλάστηση	323	2206768986	15.99	
Μεταβατικές δασιώδεις-θαμνώδεις εκτάσεις	324	1137285160	8.24		
Υδάτινες επιφάνειες	Ευλλαγές υδάτων	512	21675894.11	0.16	0.35
	Ροές υδάτων	511	25879019.46	0.19	
Υγρές ζώνες	Βάλτοι στην ενδοχώρα	411	8271640.206	0.06	0.10
	Παραθαλάσσιοι βάλτοι	421	5322868.545	0.04	

Η επιφάνεια που καλύπτουν οι εκτάσεις των θεσμικά προστατευόμενων περιοχών στη Θεσσαλία είναι σχετικά μικρή. Στην ευρύτερη περιοχή της λεκάνης απορροής του Πηνειού υπάρχουν 12 περιοχές Natura 2000, ενώ ολόκληρη η Θεσσαλική πεδιάδα βάσει των διατάξεων της Οδηγίας 91/676 περί νιτρορρύπανσης (EC Directorate- General for Environment 2002), έχει χαρακτηριστεί ως ευπρόσβλητη (Πίνακας).

Νομός	Όνομασία περιοχής	Κωδικός Natura	Καθεστώς/τα προστασίας
Όλοι	Δυτική και Ανατολική Θεσσαλία	-	Ευπρόσβλητη περιοχή σύμφωνα με την Οδηγία 91/676
Τρικάλων	Όρος Κόζιακας	GR1440002	Τόπος κοινοτικής σημασίας
Τρικάλων	Πηνεϊός - Αντιχάσια όρη	GR1440005	Ζώνη ειδικής προστασίας
Τρικάλων	Αντιχάσια ορη - Μετέωρα	GR1440003	Τόπος κοινοτικής σημασίας - Τοπίο Ιδιαίτερου Φυσικού Κάλλους - Διατηρητέο Μνημείο της Φύσης - Μνημείο Παγκόσμιας κληρονομιάς της UNESCO
Καρδίτσας	Άγραφα	GR1410002	Τόπος κοινοτικής σημασίας
Καρδίτσας	Περιοχή Λίμνης Ταυρωπού	GR1410001	Τόπος κοινοτικής σημασίας - Ζώνη Οικιστικού Ελέγχου
Λάρισας	Όρος Όλυμπος	GR1250001	Ζώνη ειδικής προστασίας
Λάρισας	Κάτω Όλυμπος - Καλλιπευκη	GR1420001	Τόπος κοινοτικής σημασίας
Λάρισας	Όρος Τίταρος	GR1250003	Τόπος κοινοτικής σημασίας
Λάρισας	Αισθητικό δάσος Όσσας	GR1420003	Τόπος κοινοτικής σημασίας - Αισθητικό δάσος - Ζώνη Οικιστικού Ελέγχου
Λάρισας	Κοιλάδα Τεμπών	GR1420005	Ζώνη ειδικής προστασίας - Αισθητικό δάσος - Τοπίο Ιδιαίτερου Φυσικού Κάλλους
Λάρισας	Στενά Καλαμακίου	GR1440004	Τόπος κοινοτικής σημασίας
Λάρισας	Κάρλα - Μαυροβούνι - Κεφαλόβρυσο Βελεστίνου	GR1420004	Τόπος κοινοτικής σημασίας
Λάρισας	Δέλτα Πηνεϊού	-	Επιστημονικός Κατάλογος NATURA 2000 - CORINE Biotopes

iv. Η ρύπανση υδάτινων οικοσυστημάτων

Η ποιότητα των υδάτων επιβαρύνεται δυσμενώς από τη διοχέτευση σε αυτά ουσιών ανόργανης και οργανικής προέλευσης. Η διοχέτευση των ουσιών γίνεται είτε μέσω ανθρωπογενών δραστηριοτήτων (ανεξέλεγκτη ή ημι-ελεγχόμενη απόρριψη αποβλήτων) είτε με φυσικές διεργασίες (π.χ. επιφανειακή απορροή υδάτων στα οποία εκχυλίζονται ή διαλύονται ρυπαντικά συστατικά, χημικές αντιδράσεις και έκπλυση νερού σε κατασκευαστικά υλικά με αποτέλεσμα τη διαλυτοποίηση μετάλλων σε αυτό, διαβρωτική δράση του νερού σε μεταλλικές κατασκευές κ.λπ.).

Οι ποταμοί είναι δυναμικά συστήματα που αποτελούν μαζί με τους παραποτάμους τους ένα ενιαίο σύνολο. Μεταφέρουν οριζόντια, σταθερά και αποκλειστικά προς μία κατεύθυνση, σημαντικές ποσότητες υδάτων και διαλελυμένων ουσιών, φυσικής ή ανθρωπογενούς προέλευσης. Η μετακινούμενη μάζα υπόκειται σε διαρκείς χημικές, βιολογικές και φυσικές αλλαγές οι οποίες μπορούν να αλλάξουν δραματικά τα δεδομένα μιας περιοχής (Admiraal et al. 1992). Οι αλλαγές αυτές επηρεάζονται από μορφολογικές και υδρογραφικές παραμέτρους.

Η σταθερότητα του ποτάμιου οικοσυστήματος εξαρτάται από εξωτερικούς παράγοντες, η κατάσταση των υδάτων σε κάθε σημείο του ποταμού αντικατοπτρίζει τις συνθήκες του περιβάλλοντος συμπεριλαμβανομένων των εδαφολογικών, ατμοσφαιρικών, κλιματολογικών αλλά και των ανθρωπογενών επιδράσεων (Bricker and Jones 1995). Ο εντοπισμός και η εκτίμηση αυτών των επιδράσεων είναι καθοριστικής σημασίας για την διαχείριση των εδαφικών και υδάτινων πόρων μιας περιοχής (Petts and Calow 1996). Ρύπανση ανθρωπογενούς προέλευσης ορίζεται κάθε άμεση ή έμμεση εισαγωγή ουσιών, η οποία έχει βλαπτική επίδραση στους ζωντανούς οργανισμούς, είναι επικίνδυνη για την ανθρώπινη υγεία ή παρεμποδίζει τη χρήση των υδάτων (συμπεριλαμβανομένης και της αλιείας) ή αλλοιώνει την ποιότητα του νερού ή υποβιβάζει τις δυνατότητες χρησιμοποίησής τους για ψυχαγωγικούς σκοπούς. Οι κυριότερες πηγές ρύπανσης του οικοσυστήματος Πηνειού και των παραποτάμων του είναι τα βιομηχανικά και τα αστικά λύματα και οι γεωργικές καλλιέργειες.

Η χρήση χημικών λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων στη γεωργία αποτελούν τους κύριους παράγοντες γεωργικής ρύπανσης που έχει σαν συνέπεια τη ρύπανση και υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος, των υπογείων υδάτων και επιφανειακών υδατορευμάτων όπως ποτάμια και λίμνες. Η ρύπανση των επιφανειακών νερών από τη γεωργία αναγνωρίζεται παγκοσμίως ότι αποτελεί

ένα σημαντικό ποσοστό της ολικής ρύπανσης των φυσικών υδατορευμάτων. Η γεωργική ρύπανση οφείλεται κυρίως στις αζωτούχες και φωσφορικές ενώσεις που προέρχονται από τα λιπάσματα, στις οργανικές ύλες από τις κοπριές, καθώς και στα διάφορα φυτοφάρμακα. Αυτές οι πηγές ρύπανσης είναι διάχυτες σε αντίθεση με τις σημειακές πηγές όπως είναι συνήθως η βιομηχανική ρύπανση και τα αστικά λύματα.

Η γεωργική ρύπανση γίνεται ιδιαίτερα αισθητή στη λεκάνη της Θεσσαλίας η οποία καλλιεργείται εντατικά και γίνεται σημαντική χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων. Τα περισσότερο χρησιμοποιούμενα λιπάσματα στο Νομό είναι τα σύνθετα 20-10-0, 24-12-0, 16-20-0 και 11-15-5-15 σε ποσοστό περίπου 60% του συνόλου. Ένα άλλο 30% αποτελούν τα επιφανειακά λιπάσματα (Γκόφας 1996). Η λεκάνη απορροής του Ποταμού Πηνειού καταλαμβάνεται από εντατικές γεωργικές καλλιέργειες με τη χρήση μεγάλων ποσοτήτων λιπασμάτων και γεωργικών φαρμάκων. Τα τελευταία 20 χρόνια στο επίκεντρο της προσοχής ήλθαν τα νιτρικά λιπάσματα τα οποία χρησιμοποιούνται σε μεγάλες ποσότητες παρά το γεγονός ότι η ετήσια πρόσληψή τους από τις καλλιέργειες φθάνει μόνο το 50 % (Nielsen et al. 1987).

Από την άλλη πλευρά ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν και τα εντομοκτόνα εξ' αιτίας της μεγάλης τους ποικιλότητας, αλλά και της αυξημένης τοξικότητας. Οι λόφοι που περιστοιχίζουν την πεδιάδα της Θεσσαλίας εξασφαλίζουν την είσοδο αυτών των ουσιών στον ποταμό Πηνειό με τελικό αποδέκτη τον ευρύτερο Θερμαϊκό κόλπο. Η σύγχρονη γεωργία παρασύρεται ολοένα και περισσότερο στην αλόγιστη χρήση χημικών τόσο σε ανόργανη όσο και σε οργανική μορφή. Έτσι η γεωργία κατέληξε να αποτελεί την μεγαλύτερη πηγή ρύπανσης των υδάτινων οικοσυστημάτων. Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, υπάρχει μεγάλος αριθμός μελετών για την ρύπανση ποτάμιων οικοσυστημάτων στις βόρειες χώρες. Για τις παραμεσόγειες όμως περιοχές τα δεδομένα είναι ελάχιστα.

Τα νερά του Πηνειού ρυπαίνονται σε μεγάλο βαθμό από την εντατικοποίηση της αγροτικής καλλιέργειας, τα αστικά λύματα των πόλεων Λάρισας και Τρικάλων, τις Βιομηχανίες (Σακχάρεως), τα σφαγεία, και τα ελαιοπιεστήρια. Τα νερά του Ποταμού μέχρι πρόσφατα είχαν χρησιμοποιηθεί για την ύδρευση της πόλης της Λάρισας. Η κύρια χρήση του υδατικού δυναμικού του ποταμού Πηνειού είναι η άρδευση των αγροτικών εκτάσεων και η βιομηχανία. Η επιβάρυνση της ποιότητας των υδάτων εξαρτάται από μια μεγάλη ποικιλία ρύπων και μπορεί να επιφέρει τις εξής κατηγορίες επιπτώσεων:

- Οικολογικές: όταν οι ρύποι προκαλούν δυσμενείς διαταραχές στη λειτουργία των υδατικών οικοσυστημάτων

- Αισθητικές: όταν η ρύπανση γίνεται αιτία για την ανάπτυξη δυσάρεστων οσμών, χρωματισμού και θολότητας του υδάτινου αποδέκτη
- Υγιεινολογικές: όταν το νερό γίνεται φορέας παθογένειας και τοξικότητας για τον άνθρωπο και τα ζώα που χρησιμοποιούν είτε το ίδιο για πόση είτε τους υδρόβιους οργανισμούς για τροφή

Στη συνέχεια, δίδονται οι κύριες παράμετροι που εξετάζονται προκειμένου να προσδιορισθεί η ποιότητα και ο βαθμός ρύπανσης των υδάτων.

1. Φυσικές παράμετροι⁶

I. ΡΗ

Ο συνήθης τρόπος έκφρασης της συγκέντρωσης των ιόντων υδρογόνου γίνεται με τον προσδιορισμό της τιμής του ρΗ, που ορίζεται ως ο αρνητικός δεκαδικός λογάριθμος της συγκέντρωσης των υδρογονοϊόντων, δηλαδή $\text{pH} = -\log_{10} (\text{H}^+)$. Το ρΗ μετράται σε κλίμακα από 0 – 14, με ουδέτερο σημείο την τιμή 7, όπου τα ιόντα υδρογόνου και υδροξυλίου βρίσκονται σε ίσες συγκεντρώσεις. Ύδατα με τιμές ρΗ μικρότερες από 7 ορίζονται ως όξινα και με τιμές μεγαλύτερες από 7, ως αλκαλικά. Η τιμή του ρΗ στα ύδατα: ι. είναι σε άμεση συνάρτηση με το είδος των χημικών ουσιών που περιέχονται σε αυτά, ιι. ρυθμίζει τους μηχανισμούς των αντιδράσεων και ιιι. επιταχύνει ή παρεμποδίζει τις βιοχημικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα. Έντονα όξινα ή αλκαλικά ύδατα και απόβλητα δημιουργούν προβλήματα κατά την επεξεργασία και πρέπει να γίνεται ρύθμιση του ρΗ στα επιθυμητά ανά περίπτωση όρια (π.χ. οι βιολογική επεξεργασία πρέπει να γίνεται σε τιμές ρΗ που κυμαίνονται στην ουδέτερη περιοχή, μεταξύ 6 – 8).

II. Χρώμα

Για να είναι το νερό αισθητικά ευχάριστο θα πρέπει να είναι πρακτικώς απαλλαγμένο από χρώμα. Επιπλέον, ο χρωματισμός των υδάτων εμποδίζει την διέλευση του φωτός και επομένως τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης των αυτότροφων οργανισμών.

Η μέτρηση του χρώματος στα ύδατα πραγματοποιείται μετά την απομάκρυνση των αιωρούμενων σωματιδίων και της θολότητας, μετά από κατάλληλη διήθηση. Στις περιπτώσεις που η μέτρηση γίνεται σε ύδατα που δεν έχουν

⁶ Λοϊζίδου 2006

υποστεί διήθηση, τότε η μέτρηση αφορά στον προσδιορισμό του φαινομενικού χρώματος.

Η εμφάνιση χρώματος στα ύδατα και τα υγρά απόβλητα είναι αποτέλεσμα της παρουσίας μεταλλικών αλάτων, οργανικών ενώσεων και άλλων διαλυτών κολλοειδών στερεών και έμμεσος δείκτης του βαθμού ρύπανσής τους και καθιστά τα ύδατα ακατάλληλα για πόση αλλά και για άλλες χρήσεις (βιομηχανία, ιχθυοκαλλιέργεια κ.λπ.).

III. Οσμή

Η οσμή του νερού οφείλεται σε πτητικές ενώσεις που δημιουργούνται ως αποτέλεσμα της αποδόμησης της οργανικής ύλης, της παρουσίας αλγών, προϊόντων διάβρωσης μετάλλων και χημικών βιομηχανικής και γεωργικής προέλευσης.

IV. Διαλυμένο οξυγόνο

Το διαλυμένο οξυγόνο διαδραματίζει πρωταρχικό ρόλο για τα υδατικά οικοσυστήματα. Μείωση της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου σε επίπεδα μικρότερα από την τιμή κορεσμού οδηγεί σε αποδόμηση της οργανικής ύλης και νιτροποίηση του αμμωνιακού αζώτου. Τα αστικά λύματα όπως και συγκεκριμένες κατηγορίες υγρών βιομηχανικών αποβλήτων περιέχουν σημαντικές συγκεντρώσεις οργανικού φορτίου, αμμωνιακού και οργανικού αζώτου. Η μη αποτελεσματική επεξεργασία τους πριν την τελική τους διάθεση, οδηγεί σε αντίστοιχη αύξηση των συγκεντρώσεων των ενώσεων αυτών στα φυσικά ύδατα όπου λαμβάνουν χώρα οι εξής διεργασίες: Το οργανικό άζωτο μετατρέπεται σε αμμωνιακά ιόντα τα οποία είναι άμεσα διαθέσιμο για νιτροποίηση (μετατροπή σε νιτρικά). Η διαδικασία αυτή απαιτεί την κατανάλωση σημαντικών ποσοτήτων διαλυμένου οξυγόνου. Επίσης, το άζωτο και ο φώσφορος που περιέχονται στα λύματα, ως θρεπτικά συστατικά, ενεργοποιούν την παραγωγή νέας ζωντανής οργανικής ύλης στον υδάτινο αποδέκτη η οποία μετά την ολοκλήρωση του κύκλου ζωής της αποσυντίθεται καταναλώνοντας διαλυμένο οξυγόνο.

Επομένως, η μείωση της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου στα ύδατα είναι δείκτης της ρυπαντικής επιβάρυνσης που έχει επέλθει σε αυτά. Λόγω κυρίως της παρουσίας οργανικών ενώσεων και ενώσεων του αζώτου.

Ο βαθμός ελάττωσης της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου εξαρτάται επίσης από την υφιστάμενη σχέση των ρυθμών αποξυγόνωσης και οξυγόνωσης του συγκεκριμένου οικοσυστήματος (συχνά η αναπλήρωση του οξυγόνου γίνεται μόνο από εισρέουσες μάζες νερού πλουσιότερες σε διαλυμένο οξυγόνο). Σύμφωνα με τις κατευθύνσεις της Ευρωπαϊκής νομοθεσίας, η ενδεικνυόμενη

ελάχιστη μέση τιμή διαλυμένου οξυγόνου για τη διαβίωση σαλμονίδων πρέπει να είναι τα 9 mg/l και η οριακή ελάχιστη τιμή τα 7 mg/l, ενώ για τις κυπρινίδες 7 mg/l και 5 mg/l, αντίστοιχα. Για οικοσυστήματα καλλιέργειας οστρακοειδών η ελάχιστη συγκέντρωση στο 95 % του χρόνου πρέπει να είναι ίση με 70% της τιμής κορεσμού, ενώ για περιοχές κολύμβησης συνιστάται ελάχιστη τιμή στο 90% του χρόνου ίση με τα 80% της τιμής κορεσμού.

V. Στερεά

Τα στερεά που απαντώνται στα ύδατα μπορούν να ταξινομηθούν σε επιμέρους κατηγορίες όπως αιωρούμενα, διαλυμένα, ολικά, καθιζάνοντα κ.λπ.

Αιωρούμενα στερεά

Τα αιωρούμενα στερεά (λεπτομερή σωματίδια και κολλοειδή) είναι ανόργανης ή οργανικής φύσης και έχουν είτε φυσική προέλευση είτε προέρχονται από τη χρήση του νερού από τον άνθρωπο. Η παρουσία τους στα ύδατα οδηγεί στη δημιουργία θολότητας η οποία εκτρέπει ή απορροφά το ηλιακό φως. Ως συνέπεια του γεγονότος αυτού είναι πέρα από την αισθητική υποβάθμιση του νερού, η παρεμπόδιση της διέλευσης του ηλιακού φωτός και ο περιορισμός των διαδικασιών φωτοσύνθεσης και παραγωγής του φυτοπλαγκτόν. Ακόμη, τα αιωρούμενα στερεά μπορούν να επηρεάσουν δυσμενώς την ανάπτυξη των υδρόβιων οργανισμών και να παρέχουν προστασία στους παθογόνους μικροοργανισμούς έναντι των διαδικασιών καταστροφής τους. Επιπλέον, τα αιωρούμενα στερεά επηρεάζουν τη μεταφορά συστατικών, όπως του οξυγόνου, μεταξύ ατμόσφαιρας και νερού. Η παράμετρος των αιωρούμενων στερεών είναι σημαντική στη διαχείριση των υγρών αποβλήτων, αφού αποτελεί μέτρο ελέγχου του βαθμού απόδοσης των μονάδων επεξεργασίας αστικών λυμάτων και υγρών βιομηχανικών αποβλήτων.

Διαλυμένα στερεά

Τα διαλυμένα στερεά οφείλονται στην παρουσία κυρίως ευδιάλυτων ανόργανων αλάτων όπως χλωριούχα, θειικά, νιτρικά, νιτρώδη, αμμωνιακά κ.λπ. Η προέλευσή τους είναι είτε φυσική είτε οφείλεται σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Μερικοί κανονισμοί πόσιμου νερού συνιστούν ή επιβάλλουν ανώτατο όριο για την ολική συγκέντρωση των διαλυμένων στερεών, όμως τα προβλήματα που δημιουργούν τα στερεά αυτά οφείλονται περισσότερο στα ειδικά χημικά χαρακτηριστικά των ενώσεων που τα αποτελούν παρά στην ολική συγκέντρωσή τους.

Καθιζάνοντα στερεά

Τα καθιζάνοντα στερεά σχηματίζουν πυθμενική ιλύ η οποία μπορεί να δημιουργήσει δυσμενείς επιπτώσεις για τους πληθυσμούς των ασπόνδυλων οργανισμών και να φράξει πυθμενικά στρώματα χαλικιού όπου τα ψάρια αποθέτουν τα αυγά τους. Επίσης, τα στερεά αυτά όταν υπάρχουν στο αρδευτικό νερό, αποτίθενται στις δεξαμενές και τους αγωγούς, φράσσουν το επιφανειακό στρώμα του εδάφους εμποδίζοντας έτσι την διείσδυση του νερού και του ατμοσφαιρικού αέρα και μπορούν να σχηματίζουν επιστρώματα στα φύλλα των φυτών, γεγονός που εμποδίζει τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης.

Ολικά στερεά

Το σύνολο των στερεών που υπάρχουν στα ύδατα (αιωρούμενα, διαλυμένα, καθιζάνοντα) αποτελούν τα ολικά στερεά, η μέτρηση των οποίων παρέχει σημαντικές πληροφορίες σχετικά με το επίπεδο επιβάρυνσης που έχει υποστεί ο υδατικός αποδέκτης.

2. Χημικές παράμετροι ⁷

I. Οργανικές παράμετροι

Ένας μεγάλος αριθμός οργανικών ενώσεων εμφανίζεται στα ύδατα και τα απόβλητα. Η διοχέτευσή τους στους φυσικούς αποδέκτες προκαλεί σημαντικά προβλήματα ρύπανσης, αφού δεσμεύουν το οξυγόνο και δημιουργούν ανοξικές συνθήκες. Ακόμη, σε συνδυασμό με την ύπαρξη θρεπτικών συστατικών συντελούν στην επικράτηση αναερόβιων συνθηκών που συνεπάγεται τη θανάτωση των υδρόβιων οργανισμών.

Ο ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός κάθε οργανικής ένωσης ξεχωριστά είναι δύσκολος και ιδιαίτερα δαπανηρός, λόγω της ύπαρξης μεγάλου αριθμού οργανικών συστατικών. Για το λόγο αυτό, χρησιμοποιείται ο προσδιορισμός τριών παραμέτρων οι οποίες μπορούν να παρέχουν σημαντικές πληροφορίες για το είδος και το επίπεδο του οργανικού φορτίου στα ύδατα και τα απόβλητα. Συγκεκριμένα:

II. Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο

Το Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (Biochemical Oxygen Demand – BOD), αποτελεί την παράμετρο που προσδιορίζει έμμεσα το οργανικό φορτίο το οποίο μπορεί να διασπασθεί από πληθυσμούς μικροοργανισμών που υπάρχουν στα

⁷ Λοϊζίδου 2006

ύδατα και τα απόβλητα (προσδιορίζεται το οξυγόνο που απαιτείται για τη διάσπαση του δυνητικά βιοαποδομήσιμου κλάσματος του συνολικού οργανικού φορτίου, με τη βοήθεια των μικροοργανισμών, BOD_u). Δεδομένου ότι η βιοχημική αποδόμηση είναι βραδεία διαδικασία η οποία ολοκληρώνεται σε μεγάλα χρονικά διαστήματα, μετράται συνήθως το οξυγόνο που καταναλώνεται εντός των πρώτων πέντε ημερών από την έναρξή της (προσδιορισμός του BOD₅).

Το BOD₅ αποτελεί βασική παράμετρο για το σχεδιασμό και έλεγχο της λειτουργίας μονάδων βιολογικής επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, ενώ το BOD_u χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του βαθμού αποξυγόνωσης (μείωσης του διαλυμένου οξυγόνου) των υδατικών αποδεκτών.

III. Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο

Το Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (Chemical Oxygen Demand - COD) είναι η παράμετρος που προσδιορίζει έμμεσα το συνολικό οργανικό φορτίο που υπάρχει στα ύδατα ή τα απόβλητα (βιοαποδομήσιμο και μη). Συγκεκριμένα, προσδιορίζει το οξυγόνο που απαιτείται για την πλήρη διάσπαση-οξείδωση του συνολικού οργανικού φορτίου προς νερό και διοξείδιο του άνθρακα. Η οξείδωση πραγματοποιείται με ισχυρά οξειδωτικά μέσα, υπό όξινες συνθήκες και λόγω του γεγονότος ότι ορισμένες οργανικές ενώσεις είναι ιδιαίτερα ανθεκτικές στις διαδικασίες πλήρους οξείδωσής τους (π.χ. αρωματικές ενώσεις), η διεργασία αναπτύσσεται παρουσία καταλύτη. Το COD αποτελεί επίσης βασική παράμετρο για το σχεδιασμό και έλεγχο της λειτουργίας μονάδων βιολογικής επεξεργασίας υγρών αποβλήτων

IV. Ολικός Οργανικός Άνθρακας

Ο Ολικός Οργανικός Άνθρακας (Total Organic Carbon – TOC) είναι παράμετρος άμεσης μέτρησης του συνολικού οργανικού άνθρακα που περιέχεται στα ύδατα και τα απόβλητα, ανεξάρτητα από το είδος των ενώσεων στις οποίες περιέχεται. Ως εκ τούτου παρέχει σημαντικές πληροφορίες σχετικά με την ποιότητα και το επίπεδο ρύπανσης των υδάτων ως προς την παρουσία οργανικών συστατικών.

V. Σκληρότητα

Η σκληρότητα του νερού αποτελεί την παράμετρο προσδιορισμού της συγκέντρωσης κυρίως των αλάτων ασβεστίου και μαγνησίου και είναι συνάρτηση της φύσης και της σύστασης των γεωλογικών σχηματισμών με τους οποίους έχει έρθει σε επαφή το νερό κατά την κίνησή του. Ανάλογα με τη μορφή στην οποία βρίσκονται τα άλατα ασβεστίου και μαγνησίου, η σκληρότητα του νερού διακρίνεται σε παροδική και μόνιμη.

Η παροδική σκληρότητα οφείλεται στην παρουσία ευδιάλυτων ανθρακικών αλάτων του ασβεστίου και του μαγνησίου και αίρεται με το βρασμό του νερού, αφού κατά τη διεργασία αυτή, τα διαλυμένα όξινα ανθρακικά άλατα των δύο μετάλλων καταβυθίζονται ως αδιάλυτα ανθρακικά άλατα, με παράλληλη αποδέσμευση διοξειδίου του άνθρακα, κατά τις αντιδράσεις:



Η μόνιμη σκληρότητα οφείλεται στην παρουσία χλωριούχων και θεικών αλάτων του ασβεστίου και του μαγνησίου και δεν αίρεται με το βρασμό, αφού κατά τη διεργασία αυτή δεν είναι δυνατόν να καταβυθισθούν τα αντίστοιχα άλατα των δύο μετάλλων.

VI. Νιτρικά – νιτρώδη – αμμωνιακά

Η παρουσία αμμωνίας και νιτρικών στα ύδατα αποτελεί ένδειξη ρύπανσης των υδάτων από γεωργικές και βιομηχανικές δραστηριότητες. Πιο συγκεκριμένα, η ύπαρξη υψηλών συγκεντρώσεων αμμωνίας υποδηλώνει πρόσφατη ρύπανση ενώ οι υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών που αποτελούν και το τελικό προϊόν της οξείδωσης της αμμωνίας και γενικά των αζωτούχων ενώσεων, υποδηλώνει ρύπανση μεγαλύτερης διάρκειας.

Η αμμωνία με τη μορφή NH_4^+ , NH_4OH και NH_3 , βρίσκεται σε χαμηλές συγκεντρώσεις σε όλα τα επιφανειακά ύδατα και σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στα αστικά λύματα και σε απόβλητα συγκεκριμένων βιομηχανικών κλάδων ως αποτέλεσμα της υδρόλυσης της ουρίας και της αποδόμησης αζωτούχων ενώσεων).

Τα νιτρώδη προέρχονται από την αναγωγή των νιτρικών και είναι ενώσεις ασταθείς και βραχύβιες. Βρίσκονται σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις στα φυσικά ύδατα και η συγκέντρωσή τους συνεχώς μειώνεται λόγω οξείδωσής τους προς νιτρικά. Επίσης απαντώνται στα νερά ψύξης βιομηχανικών μονάδων, όπου προστίθενται ως αντιδιαβρωτικό μέσο, σε απόβλητα συγκεκριμένων βιομηχανικών κλάδων και στα αστικά λύματα. Θεωρούνται επικίνδυνα για τους οργανισμούς δεδομένου ότι σε όξινο περιβάλλον, αντιδρούν με τις δευτεροταγείς αμίνες σχηματίζοντας νιτροζαμίνες που είναι δυνητικά καρκινογόνες.

Τα νιτρικά αποτελούν την ανώτατη οξειδωτική βαθμίδα των ενώσεων του αζώτου, είναι θερμοδυναμικώς σταθερά και οι μεταβολές της συγκέντρωσής τους στα ύδατα οφείλονται κυρίως σε βιοχημικές δράσεις. Η συγκέντρωσή τους στα φυσικά ύδατα είναι πολύ μικρή, ενώ σε ορισμένα υπόγεια ύδατα

εμφανίζουν αυξημένες συγκεντρώσεις. Όταν το νερό που προορίζεται για πόσιμο περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών και υπόκειται σε καθαρισμό με ενεργό άνθρακα, τότε είναι δυνατό να παρατηρηθεί αναγωγή των νιτρικών σε νιτρώδη που όπως αναφέρθηκε είναι επικίνδυνα για την υγεία. Επίσης, ανάγονται στον οργανισμό σε νιτρώδη και στη συνέχεια απορροφώνται από το αίμα και οξειδώνουν το σίδηρο της αιμογλοβίνης. Αυξημένες συγκεντρώσεις νιτρικών στα ύδατα παρουσιάζουν τον κίνδυνο πρόκλησης στα βρέφη της νόσου της κυάνωσης, ενώ στο όξινο περιβάλλον του στομάχου των οργανισμών ενδέχεται να μετατραπούν όπως και τα νιτρώδη, σε νιτροζαμίνες που είναι δυνητικά καρκινογόνες ουσίες.

VII. Φωσφορικά

Ο φώσφορος απαντάται σε τρεις μορφές, τα ορθοφωσφορικά, τα συμπυκνωμένα φωσφορικά και τα φωσφορικά που είναι δεσμευμένα με οργανικές ενώσεις και εμφανίζεται στα φυσικά ύδατα και τα απόβλητα σε διάφορες ενώσεις. Τα φωσφορικά στα ύδατα προέρχονται από γεωργικές δραστηριότητες (κυρίως από τη χρήση λιπασμάτων) καθώς και από την απόρριψη αστικών λυμάτων και υγρών βιομηχανικών αποβλήτων. Καθορισμένες ποσότητες φωσφορικών είναι απαραίτητες

για την ανάπτυξη των φυτών και των ζώων, σε μεγάλες όμως συγκεντρώσεις και σε συνδυασμό με την παρουσία νιτρικών προκαλείται το φαινόμενο του ευτροφισμού.

VIII. Χλωριόντα

Τα χλωριόντα αποτελούν μία από τις κύριες κατηγορίες ανόργανων συστατικών των φυσικών υδάτων και η συγκέντρωσή τους ποικίλει ανάλογα με την κατηγορία και την προέλευσή τους. Ο έλεγχος της παρουσίας των χλωριόντων στα ύδατα (πόσιμο, άρδευσης, νερό για βιομηχανική χρήση) είναι απαραίτητος προκειμένου να καθορισθεί η ενδεικνυόμενη χρήση τους. Αυξημένες συγκεντρώσεις χλωριούχων συστατικών στα υπόγεια ύδατα είναι σοβαρή ένδειξη ρύπανσης των υδάτων αυτών από χώρους τελικής διάθεσης στερεών αποβλήτων. Σημειώνεται επίσης ότι η συγκέντρωση των χλωριόντων στους φυσικούς αποδέκτες δεν επηρεάζεται από τους μηχανισμούς απορρύπανσης που λαμβάνουν χώρα.

IX. Θειικά

Από τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα αντιδραστήρια στη βιομηχανία είναι το θειικό οξύ, ο θειούχος σίδηρος και άλλα θειούχα και θειικά άλατα. Το γεγονός αυτό οδηγεί στην παρουσία σημαντικών ποσοτήτων θειούχων και θεικών στα παραγόμενα απόβλητα και στην περίπτωση που δεν λαμβάνει χώρα

αποτελεσματική απομάκρυνσή τους, ρυπαίνουν τα φυσικά ύδατα στα οποία καταλήγουν άμεσα ή έμμεσα. Τονίζεται ότι η ύπαρξη αερόβιων συνθηκών ευνοεί τη μετατροπή των θεικών σε θειικά, ενώ η ύπαρξη αναερόβιων συνθηκών την αντίστροφη αντίδραση (μετατροπή θεικών προς θειώδη).

3. Ρυπαντικοί παράγοντες

I. Φυτοφάρμακα

Στη Θεσσαλία παρατηρείται μεγάλη κατανάλωση πολλών τύπων φυτοφαρμάκων για την κάλυψη της χημικής προστασίας των καλλιεργειών. Τα ποσοτικά στοιχεία κατανάλωσης των φυτοφαρμάκων είναι πολύ δύσκολο να υπολογισθούν, καθ' όσον αυτά διακινούνται κυρίως από το ελεύθερο εμπόριο, ενώ κυκλοφορούν διαφορετικοί εμπορικοί τύποι για κάθε δραστική ουσία.

Η χρήση των φυτοφαρμάκων στις γεωργικές καλλιέργειες τα τελευταία χρόνια έχει αυξηθεί κατακόρυφα με τον εκσυγχρονισμό των παραγωγικών διαδικασιών στη γεωργία. Το γεγονός αυτό εγκυμονεί κινδύνους για πιθανή ρύπανση του περιβάλλοντος (έδαφος, νερό) και προκαλεί φόβους για επιβαρημένη γεωργική παραγωγή. Η επίδραση των φυτοφαρμάκων στο οικοσύστημα εξαρτάται από τις ιδιότητες του υπολείματος, τη διαλυτότητα των ενώσεων τους, την αντοχή στις διασπάσεις (χημικές, φωτοχημικές, βιολογικές) και την τοξικότητά τους (Κουϊμτζής και συν. 1993).

Η αντοχή και η παραμονή των υπολειμμάτων των φυτοφαρμάκων (εντομοκτόνα, ζιζανιοκτόνα, μυκητοκτόνα κ.λ.π.) και η μεταφορά τους από και διαμέσου του εδάφους αποτελεί τον πρώτο παράγοντα της ρύπανσης του περιβάλλοντος. Οι χημικές αντιδράσεις και η φυσική μεταφορά των μορίων των φυτοφαρμάκων καθορίζουν επίσης τον βαθμό της ρύπανσης. Οι ενώσεις μεγάλης διαλυτότητας στο νερό και αντοχής στις διασπάσεις (χημικές, φωτοχημικές και βιολογικές) είναι αυτές που πολύ γρήγορα φτάνουν στα οικοσυστήματα σε μεγάλες ποσότητες. Αν οι παραπάνω ιδιότητες τους συνδυάζονται με την τοξικότητα και πιθανή καρκινογένεση, τότε συνιστούν ένα μεγάλο κίνδυνο για το περιβάλλον.

Τα στατιστικά από τις χρήσεις των φυτοφαρμάκων στη Ελλάδα τα τελευταία χρόνια (Δ/ση Φυτοπροστασίας, Υπουργείο Γεωργίας) δείχνουν ότι από τις τρεις βασικές κατηγορίες φυτοφαρμάκων, χρησιμοποιούνται σε καθαρή ουσία περίπου 3.250 τόνοι εντομοκτόνων, 3.440 τόνοι ζιζανιοκτόνων και 2.800 τόνοι οργανικών μυκητοκτόνων. Από το σύνολο των φυτοφαρμάκων που χρησιμοποιούνται στη χώρα μας αυτά που εφαρμόζονται περισσότερο, έχουν ταχύτατη μεταφορά στο οικοσύστημα και συνδιάζουν σοβαρές επιπτώσεις όπως τοξικότητα, καρκινογένεση κ.ά. (Κουϊμτζής και συν. 1993).

Εντομοκτόνα: Η κυριότερη χημική κατηγορία εντομοκτόνων που χρησιμοποιείται σήμερα στην Ελλάδα είναι τα οργανοφωσφορικά (50% του συνόλου των εντομοκτόνων) τα οποία έχουν αντικαταστήσει τη χρήση των οργανοχλωριωμένων (5%). Μια άλλη σημαντική ομάδα εντομοκτόνων είναι τα καρβαμιδικά (7%). Τα περισσότερα εντομοκτόνα είναι νευροτοξικά και χαρακτηρίζονται από μεγάλη τοξικότητα. Έχει αποδειχθεί, ότι τα χλωριωμένα εντομοκτόνα διατηρούνται στο έδαφος δεκαετίες και ότι η συγκέντρωσή τους από τρισεκατομμυριοστά (ppt) στο υδάτινο περιβάλλον, μπορεί να βιομεγεθυνθεί 1.000.000 – 100.000.000 στους ιστούς των ασπόνδυλων, ψαριών, πτηνών και θηλαστικών και να φτάσει σε εκατομμυριοστά (ppm) σε ζωικούς οργανισμούς (Κουϊμτζής και συν. 1993).

Ζιζανιοκτόνα: Η κυριότερη κατηγορία των ζιζανιοκτόνων που χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα είναι οι τριαζίνες (27% του ολικού ποσού των ζιζανιοκτόνων). Η επόμενη κατηγορία είναι τα υποκατεστημένα παράγωγα της ουσίας (3%) και τα όξινα ζιζανιοκτόνα (8%). Τα περισσότερα ζιζανιοκτόνα θεωρούνται ήπια τοξικά, καθώς το LC50 κυμαίνεται μεταξύ 10 – 100 mg/l. Παρ' όλα αυτά δεν πρέπει να διαφεύγει της προσοχής ότι όλα είναι ειδικά τοξικά για τους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς, επειδή ακριβώς έχουν σχεδιασθεί ειδικά να καταστρέφουν φυτά και να εμποδίζουν την ανάπτυξή τους. Έτσι, είναι συνήθως πολύ τοξικά στα φυτά και σε όλους τους υπόλοιπους οργανισμούς (Κουϊμτζής και συν. 1993).

Μυκητοκτόνα: Τα οργανικά μυκητοκτόνα από διάφορες χημικές κατηγορίες είναι συνήθως μέτρια τοξικά, εκτός του brenomyl και του captan που παρουσιάζονται άκρως τοξικά. Όλα τα μυκητοκτόνα είναι ειδικά τοξικά και τα κριτήρια της ποιότητας των νερών που έχουν διεθνώς θεσπισθεί τα θεωρούν ως πολύ τοξικά για τους οργανισμούς στα υδάτινα περιβάλλοντα.

II. Ευτροφισμός

Ο όρος ευτροφισμός προτάθηκε αρχικά, για να περιγράψει το φυσικό φαινόμενο της αύξησης της παραγωγής στις λίμνες. Ο εμπλουτισμός των νερών με θρεπτικά άλατα, υπεύθυνα για την πρωτογενή παραγωγή από φυσικές διαδικασίες ή ανθρωπογενείς επιδράσεις, ονομάζεται φυσικός ή τεχνητός ευτροφισμός, αντίστοιχα. Τα θρεπτικά άλατα που μεταφέρονται δια των ποταμών επηρεάζουν τις βιοτικές δραστηριότητες στα υδάτινα οικοσυστήματα και προκαλούν σημαντική μείωση στην πρωτογενή παραγωγή (Howarth et al. 1996).

Κατά την αποικοδόμηση των αστικών λυμάτων από τα βακτήρια, εκτός από το διοξείδιο του άνθρακα και νερό, απελευθερώνονται άζωτο και φωσφόρος με

ανόργανη μορφή. Τα στοιχεία αυτά προέρχονται από τα πρωτεϊνικά συστατικά των φυτικών και ζωικών οργανισμών. Όπως είναι γνωστό, τα νιτρικά, φωσφορικά και άλλα ιόντα αποτελούν απαραίτητα θρεπτικά συστατικά για την ανάπτυξη των φυτών. Η ανακύκλωση της ύλης στη φύση, λειτουργεί μόνο όταν τα θρεπτικά άλατα απελευθερώνονται σε αδιάκοπη βάση. Η εισαγωγή τους όμως σε υπερβολικές ποσότητες δημιουργεί προβλήματα.

Ο υπερτροφισμός επιφέρει μεταβολές, οι οποίες αφορούν αλλαγές στη σύνθεση και την αφθονία της μακροφυτικής βλάστησης και οδηγούν πολλές φορές στη μονοεπικράτηση ορισμένων ανθεκτικών ειδών. Αυτή η υπεραύξηση των μακρόφυτων δημιουργεί προβλήματα φράζοντας αρδευτικά κανάλια, τάφρους απορροής, φράγματα ή εμποδίζοντας σε λίμνες την κίνηση με βάρκες, την αλιεία ή άλλες δραστηριότητες. Από οικολογική άποψη η πυκνή υπερανάπτυξη των μακροφύτων έχει μεγάλη σημασία γιατί αυτά:

α. εμποδίζουν το φώς να φτάσει στα βαθύτερα στρώματα.

β. εμποδίζουν την επαφή του νερού με την ατμόσφαιρα με αποτέλεσμα τη δημιουργία κάτω από το νερό αναερόβιων συνθηκών και

γ. καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες οξυγόνου κατά την αποικοδόμηση της. Αυτό οδηγεί σε αναερόβιες αποικοδομητικές διαδικασίες, έκλυση τοξικών αερίων (μεθάνιο, υδρόθειο κ.ά.) και δημιουργία ανοξικών καταστάσεων. Σε μερικές περιπτώσεις τα φαινόμενα αυτά προκαλούν τελικά μαζικό θάνατο των ψαριών.

Σε πολύ εύτροφα νερά όμως είναι δυνατόν να παρατηρηθεί μείωση της υδρόβιας βλάστησης (των μακροφύτων) η οποία είναι συνέπεια της υπερβολικής ανάπτυξης, λόγω του ευτροφισμού κυρίως των επιφύτων (epiphytes) και του φυτοπλαγκτού, τα οποία στην παράκτια ζώνη δρουν ανταγωνιστικά (για φώς και ανόργανο άνθρακα) με τα μακρόφυτα (Balls et. al. 1989). Οι ανθρώπινες δραστηριότητες όπως η χρήση λιπασμάτων και απορρυπαντικών, ή η διάθεση λυμάτων και αποβλήτων, επιταχύνουν τη φυσική αυτή διεργασία, γιατί επιβαρύνουν το υδάτινο περιβάλλον με μεγάλες ποσότητες φωσφορικών και νιτρικών αλάτων. Ο καθαρισμός των αποβλήτων στις εγκαταστάσεις καθαρισμού έχει μερική μόνο αποτελεσματικότητα, όσον αφορά την μεταφορά των θρεπτικών συστατικών.

Ο βιολογικός καθαρισμός κατακρατά περίπου το 1/3 του φωσφόρου, επειδή τα βακτήρια απελευθερώνουν ενώσεις του φωσφόρου σε διαλυμένη μορφή. Μόνο η χρησιμοποίηση χημικών μεθόδων με καταβύθιση με θειϊκό σίδηρο ή αργίλιο, μπορεί να το απομακρύνει αποτελεσματικά από τα απόβλητα, αλλά ο

τριτοβάθμιος καθαρισμός εφαρμόζεται μόνο σε νέες εγκαταστάσεις καθαρισμού αποβλήτων. Υπάρχει η ελπίδα ότι ο ευτροφισμός των παράκτιων νερών από τα φωσφορικά προέρχεται από τα φωσφορικά των απορρυπαντικών που χρησιμοποιούνται για την ελλάτωση της σκληρότητας του νερού, με δέσμευση των ιόντων του ασβεστίου.

III. Μικροβιολογική μόλυνση

Βακτήρια και μικρομύκητες υπάρχουν σε όλα σχεδόν τα υδάτινα οικοσυστήματα. Στην πλειονότητα οι οργανισμοί αυτοί είναι ετερότροφοι. Εξάιρεση αποτελούν ορισμένες κατηγορίες βακτηρίων που μπορούν να δεσμεύσουν το διοξείδιο του άνθρακα και να συνθέσουν οργανικές ενώσεις. Η μεγάλη σπουδαιότητα των ετερότροφων μικροοργανισμών έγκειται στις λειτουργικές τους δραστηριότητες μέσα στο μικροοικοσύστημα, όπου με την αποικοδόμηση της νεκρής βιομάζας συμβάλλουν από τη μια στον καθαρισμό του νερού, από την άλλη στον εμπλουτισμό του με ανόργανα θρεπτικά άλατα, τα οποία είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτικών οργανισμών.

Η πιο ουσιαστική λειτουργία τους είναι η αξιοποίηση ενέργειας από νεκρή βιομάζα. Έτσι διατηρείται το ενεργειακό δυναμικό σε ένα οικοσύστημα. Υψηλές τιμές στον αριθμό των ετερότροφων μικροοργανισμών στο υδάτινο οικοσύστημα είναι ένδειξη αυξημένων ποσοτήτων οργανικών ουσιών δηλαδή ρύπανσης.

Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί προέρχονται από τα λύματα και τα απόβλητα που ακατέργαστα ή μετά από μερική κατεργασία αποχύνονται στα ποτάμια και τις ακτές. Άλλες πηγές παθογόνων οργανισμών είναι τα απόβλητα από σφαγεία, κτηνοτροφικές μονάδες και τα τρωκτικά που ζούν στους υπονόμους. Αποτελέσματα της μικροβιολογικής μόλυνσης των υδάτων είναι, εκτός από τον κίνδυνο για την υγεία των κολυμβητών, και η ακαταλληλότητα πολλών παράκτιων περιοχών για διάφορες δραστηριότητες.

Άλλες επιπτώσεις, ίσης σπουδαιότητας, είναι η διαταραχή ισορροπίας και ο αφανισμός υδάτινων κοινοτήτων και οικοσυστημάτων, ο περιορισμός αλιείας και καλλιέργειας οστρακοειδών και η αισθητική αλλοίωση του υδάτινου περιβάλλοντος. Τα οικιακά λύματα που εκβάλλονται στα ποτάμια και στις λίμνες, περιέχουν κυρίως τις περιττωματικές ουσίες του ανθρώπου όπου η μικροβιακή χλωρίδα τους περιέχει μεγάλη ποικιλία μικροοργανισμών παθογόνων και μη. Μετά την είσοδο τους στα υδάτινα οικοσυστήματα, διάφοροι παράγοντες του νέου περιβάλλοντος δρουν και καθορίζουν τη συγκέντρωση, διασπορά και καταστροφή των μικρο-οργανισμών. Έτσι, η ηλιακή ακτινοβολία

έχει καταστρεπτική επίδραση, ενώ χαμηλές θερμοκρασίες συμβάλλουν στην επιβίωσή τους.

Γενικά πιστεύεται ότι οι επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου, λόγω μικροβιολογικής μόλυνσης σε παράκτια νερά, εξαρτάται από ένα μεγάλο αριθμό παραγόντων και συνθηκών που ποικίλλουν γεωγραφικά και κλιματολογικά και εξαρτώνται από την παρουσία και το βαθμό της ενδημικότητας των διαφόρων παθήσεων, καθώς και από τις συνήθειες των πληθυσμών που ζούν εκεί. Οι κυριότεροι παθογόνοι οργανισμοί με μεγάλη σημασία για την ανθρώπινη υγεία είναι:

Βακτήρια: *Vibrio cholerae*, *Salmonell sp.*, *Shigella*, *Clostridium*, *Staphylococcus aureus*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Leptospira* κ. ά.

Πρωτόζωα: Κυρίως *Entamoeba histolytica*.

Μετάζωα: *Nematode ova*, *cestade ova* κ. ά.

Ιοί: *Poliorirus*, *infectius hepatitis*, *adenoviruses*, *coxsackie viruses*, *echoviruses*, *reoviruses*.

Η αναζήτηση παθογόνων μικροοργανισμών, όπως σαλμονέλλων κ.τ.λ. μπορεί βέβαια να γίνει, αλλά είναι πολύπλοκη, χρονοβόρα και εξαρτάται από την ευαισθησία της μεθόδου. Ακόμη δε η μη ανεύρεση κάποιου παθογόνου αιτίου δεν αποκλείει την παρουσία άλλου. Η κατάταξη για την καταλληλότητα των κολυμβητικών περιοχών γίνεται σύμφωνα με το μέσο όρο του αριθμού των κολοβακτηριδίομορφων (*E. Coli*) σε μια κολυμβητική περίοδο και περιλαμβάνει 4 κατηγορίες:

- 1η. Κατάλληλο (0-50),
- 2η. Παραδεκτό με επιφύλαξη (51-500),
- 3η. Ύποπτο μη συνιστώμενο (501-1000) και
- 4η. Ακατάλληλο (>1000).

Όλοι οι αριθμοί αναφέρονται σε 100 ml νερού.

IV. Βαρέα μέταλλα

Ο όρος βαρέα μέταλλα (heavy metals) αναφέρεται σε εκείνα τα χημικά σταθερά ανόργανα μεταλλικά στοιχεία που έχουν ειδικό βάρος μεγαλύτερο από αυτό του σιδήρου ή της τιμής των 5 g/cm^3 και τα οποία μπορούν να βρίσκονται στην αβιοτική ύλη και σε όλους τους βιοτικούς οργανισμούς. Βαρέα μέταλλα,

όπως ο μόλυβδος, το κάδμιο, ο υδράργυρος, το χρώμιο, το αρσενικό, το σελήνιο κ.α. αποτελούν μια μεγάλη κατηγορία ανόργανων τοξικών ουσιών οι οποίες δρουν βλαβερά και επικίνδυνα στον άνθρωπο, στα ζώα και στα φυτά.

Τα κυριότερα από τα μέταλλα αυτά είναι ο μόλυβδος, ο υδράργυρος και το κάδμιο. Παρά το γεγονός ότι σε κατάλληλες συγκεντρώσεις ορισμένα βαρέα μέταλλα, όπως ο χαλκός, ο ψευδάργυρος κ.α., είναι απαραίτητα για τις ενζυμικές λειτουργίες, σε συγκεντρώσεις που υπερβαίνουν τις κανονικές γίνονται τοξικά και επικίνδυνα με σοβαρές επιπτώσεις για το περιβάλλον. Σ' αυτό συντελεί και το γεγονός ότι δεν αποικοδομούνται όπως οι οργανικοί ρύποι και παραμένουν για μεγάλο χρονικό διάστημα στο περιβάλλον ακολουθώντας έναν καθορισμένο βιογεωχημικό κύκλο με αποτέλεσμα τη βιοσυσσώρευσή τους στα φυτά και συνεπώς στην ανθρώπινη τροφική αλυσίδα (Κουιμτζής, 1997, σελ.126).

Μερικά από τα βαρέα μέταλλα όχι μόνο δεν είναι απαραίτητα για τη ζωή αλλά αντίθετα δρουν βλαβερά και επικίνδυνα στον άνθρωπο, στα ζώα και στα φυτά (Sawidis 1997c). Το κυριότερο από αυτά τα μέταλλα είναι ο μόλυβδος. Τα βαρέα μέταλλα θεωρούνται από τους πιο επικίνδυνους ρύπους του περιβάλλοντος και οι ενώσεις τους, σε αντίθεση με τις οργανικές τοξικές ουσίες, δεν αποικοδομούνται αλλά παραμένουν στο περιβάλλον για μεγάλο χρονικό διάστημα. Εισέρχονται απλώς σε κάποιο μικρό ή μεγάλο βιογεωχημικό κύκλο. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες πολλές φορές διαταράσσουν την ισορροπία τέτοιων κύκλων και προκαλούν υπέρμετρες συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων σε ζώντες οργανισμούς. Στις περιπτώσεις αυτές έχουμε εμφάνιση διάφορων διαταραχών στις βιολογικές δράσεις, που μπορούν να οδηγήσουν ακόμα και στο θάνατο των οργανισμών.

Η ισορροπία ανάμεσα στις διάφορες μορφές, με τις οποίες εμφανίζονται τα βαρέα μέταλλα στη βιόσφαιρα, είναι δυναμική και όχι στατική. Προσδιορισμός της συγκέντρωσης των βαρέων μετάλλων σε διάφορα μέρη της βιόσφαιρας (ύδατα, ιζήματα, φυτά, ζώα κ.λ.π.) επιβεβαίωσε την άποψη αυτή σε αρκετές περιπτώσεις. Η συγκέντρωση των μετάλλων στα διάφορα δείγματα αναφέρεται κατά κανόνα στην ολική συγκέντρωση του κάθε μετάλλου, ανεξάρτητα με τη μορφή στην οποία βρίσκονται αυτά (Sawidis and Reiss 1995).

Οι κίνδυνοι από την παρουσία των τοξικών και άλλων επιβλαβών ουσιών στο περιβάλλον μεγαλώνουν, επειδή οι οργανισμοί έχουν την ιδιότητα να συσσωρεύουν τις ουσίες αυτές σε διάφορα όργανα του σώματος τους. Αυτό συμβαίνει σ' όλες τις βαθμίδες της τροφικής αλυσίδας. Δηλαδή, ένας αρχικός «καταναλωτής» τρώγοντας το φυτό θα αποβάλλει ορισμένες ουσίες και θα ενσωματώσει άλλες στους ιστούς του. Ένας επόμενος καταναλωτής τρώγοντας τον αρχικό καταναλωτή θα διαλέξει πάλι ορισμένα συστατικά τα οποία και θα

ενσωματώσει. Αν ανάμεσα στις ουσίες που ενσωματώνονται συνυπάρχουν και τοξικές, αυτές κάποτε θα φθάσουν σε τέτοια συγκέντρωση που θα είναι επικίνδυνες για τον οργανισμό στον οποίο συσσωρεύονται. Από την άλλη μεριά καθώς ανεβαίνουμε την τροφική αλυσίδα, η συγκέντρωση των τοξικών ουσιών όλο και μεγαλώνει. Το φαινόμενο αυτό, να συσσωρεύονται δηλαδή οι χημικές ουσίες στα διάφορα μέλη της τροφικής αλυσίδας σε συνεχώς αυξανόμενες συγκεντρώσεις, ονομάζεται βιοσυσσώρευση (bioaccumulation).

Ο λόγος της συγκέντρωσης της ουσίας στον «καταναλωτή» προς την συγκέντρωση της ουσίας στην τροφή (νερό, στερεά ή υγρή τροφή, ή άλλος φυτικός ή ζωικός οργανισμός) ονομάζεται συντελεστής βιοσυσσώρευσης. Οι τιμές του συντελεστή βιοσυσσώρευσης από βαθμίδα σε βαθμίδα της τροφικής αλυσίδας κυμαίνονται κατά κανόνα στην περιοχή 0-20. Αντίθετα, όταν η συσσώρευση γίνεται απ' ευθείας από το νερό, ο συντελεστής βιοσυσσώρευσης φθάνει μέχρι και 100.000. Οι ρύποι εισέρχονται στον οργανισμό των ζώων και φυτών μέσω του επιθηλιακού ιστού με την αναπνοή και τη διατροφή και κατακρατούνται στους ιστούς.

Η συσσώρευση των χημικών ουσιών στους ιστούς των διαφόρων οργανισμών οφείλεται κατά κανόνα στη λιποδιαλυτότητα τους. Όσο δηλαδή πιο λιποδιαλυτή είναι μια ουσία, τόσο ο συντελεστής βιοσυσσώρευσης είναι πιο μεγάλος. Ένας άλλος λόγος είναι οι παραπλήσιες χημικές ή φυσικές ιδιότητες..

Η βιοσυσσώρευση εξαρτάται από πολλούς παράγοντες που χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

Περιβαλλοντικούς: το είδος και η συγκέντρωση του ρύπου, ο χρόνος έκθεσης, μετεωρολογία, το φυσικό υπόβαθρο και η υδροδυναμική περιοχής

Βιολογικούς: είδος, ηλικία, φύλο, ιστός/ όργανο, βιολογικός κύκλος

Σημαντικές καταστροφές σε διάφορα οικοσυστήματα, από βαρέα μέταλλα, ενίσχυσαν την εντύπωση, ότι πρόκειται για μια από τις πιο επικίνδυνες μορφές ρύπανσης του περιβάλλοντος. Ο λόγος είναι ότι, σε αντίθεση με τις περισσότερες οργανικές βλαβερές ενώσεις, τα βαρέα μέταλλα και οι ενώσεις τους δεν αποικοδομούνται με φυσικές διεργασίες στα υδάτινα οικοσυστήματα, αλλά με διάφορους μηχανισμούς συσσωρεύονται στους οργανισμούς όπου και παραμένουν για μεγάλο χρονικό διάστημα. Τοξικά μέταλλα όπως υδράργυρος, μόλυβδος, κάδμιο και πολλά άλλα, καταλήγουν διαμέσου της βιολογικής τροφικής αλυσίδας, στα ανώτερα της μέλη και τέλος στον άνθρωπο, όπου και προκαλούν χρόνιες και οξείες βλάβες.

Η ρύπανση των υδάτων μπορεί να αξιολογηθεί με την μέτρηση των βαρέων μετάλλων στο ίζημα και τους υδρόβιους οργανισμούς. Οι κυριότερες

πηγές ρύπανσης είναι τα βιομηχανικά απόβλητα, τα αστικά λύματα, οι γεωργικές δραστηριότητες, ενώ δεν αποκλείονται και οι φυσικές πηγές όπως η διάβρωση πετρωμάτων. Η μέτρηση των βαρέων μετάλλων σε διάφορους υγρότοπους μας δίνει πληροφορίες για την κατάστασή τους, δηλαδή οι τιμές των βαρέων μετάλλων που μετρούνται αντικατοπτρίζουν τον βαθμό ρύπανσης της περιοχής.

Τα φύκη αλλά και άλλοι υδρόβιοι οργανισμοί είναι καλοί δείκτες για τον έλεγχο της ποιότητας των υδάτων σε ότι αφορά ρύπανση από βαρέα μέταλλα ή άλλους ρυπαντές. Η επιλεκτική πρόσληψη ορισμένων ιόντων συνδυαζόμενη με την μόνιμη θέση τους σε ένα τόπο όπου υφίσταται αναγκαστικά την επίδραση των ρυπαντών τα καθιστά άριστο εργαλείο για περιβαλλοντικές μελέτες.

Η μεταφορά βαρέων μετάλλων μέσω ποταμών και της ατμόσφαιρας στις παράκτιες περιοχές είναι κυρίως φυσική. Άμεσες απορρίψεις από βιομηχανίες εγκατεστημένες κοντά σε ακτές μπορεί να αποτελέσουν σημαντικές πηγές σε τοπικό επίπεδο. Η δημοσιότητα που δόθηκε στα λίγα σημαντικά περιστατικά ρύπανσης στα οποία συμμετέχουν τα βαρέα μέταλλα, όπως αυτά στην Ιαπωνία, δημιούργησε μία ευρεία αντίληψη, ότι τα βαρέα μέταλλα αποτελούν μία σημαντική απειλή για το θαλάσσιο περιβάλλον. Δεν υπάρχει επιστημονική απόδειξη ότι έτσι συμβαίνει, εκτός από ειδικές τοπικές περιοχές που δέχονται ανεπεξέργαστες βιομηχανικές απορρίψεις όπως αυτές που μνημονεύθηκαν παραπάνω. Αυτές οι εσφαλμένες αντιλήψεις έχουν ενισχυθεί από ανεπάρκειες στις τεχνικές για τη διάκριση της ανθρωπογενούς αύξησης των επιπέδων των μετάλλων ως προς αυτά που υπάρχουν φυσικά σε παράκτιες περιοχές. Πιο συχνά, εντούτοις, προκύπτουν από ανακριβή δεδομένα. Η ιστορία της διεθνούς δειγματοληψίας και των αναλυτικών συγκρίσεων κατά τις τελευταίες 2 δεκαετίες έδειξε ότι μόνο κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας πολλά εργαστήρια κατέστησαν ικανά να προσδιορίζουν με ακρίβεια μεταλλικές συγκεντρώσεις σε θαλασσινό νερό. Εντούτοις, ανακριβή δεδομένα αφθονούν ακόμη και προκαλούν αδικαιολόγητες ανησυχίες σχετικά με την έκταση και τη σοβαρότητα της ρύπανσης από μέταλλα. Αν δοθεί επαρκής προσοχή στον κανονισμό των βιομηχανικών απορρίψεων στην παράκτια ζώνη, είναι εξαιρετικά απίθανο τα μέταλλα στον ωκεανό να αποτελέσουν σημαντική απειλή είτε για το θαλάσσιο περιβάλλον είτε για την ανθρώπινη υγεία.

Οι κυριότερες πηγές μετάλλων συνδέονται με τη βιομηχανική ρύπανση. Η εξώρυξη και επεξεργασία μεταλλευμάτων ίσως είναι η κυριότερη πηγή, που συμπληρώνεται από τις βιομηχανίες παραγωγής, επεξεργασίας και μορφοποίησεως μετάλλων όπως οι χαλυβουργίες, επιμεταλλευτήρια κτλ.

Άλλες πηγές είναι τα διάφορα φυτοφάρμακα που περιέχουν μέταλλο, τα διάφορα χρώματα, ιδιαίτερα υφαλοχρώματα, η βενζίνη των αυτοκινήτων (για το μόλυ-

βδο) και η άντληση και επεξεργασία πετρελαίου και ατυχήματα που σχετίζονται με πετρελαιοειδή, οπότε ταυτόχρονα με τη ρύπανση από υδρογονάνθρακες έχουμε εισαγωγή στο θαλάσσιο σύστημα μερικών μετάλλων όπως βανάδιο, μαγγάνιο, κοβάλτιο, νικέλιο και κάδμιο που στο αργό πετρέλαιο βρίσκονται σε μορφή μη πτητικών συμπλοκών συνήθως με πορφυρίνες. Ασφαλώς όλα τα μέταλλα βρίσκονται σε σημαντικά αυξημένες συγκεντρώσεις και στα αστικά λύματα.

Βασικό χαρακτηριστικό της ρυπάνσεως από μέταλλα είναι η μη ομοιόμορφη αλλά μάλλον ιδιότυπη συμπεριφορά κάθε μετάλλου στα υδατικά και θαλάσσια οικοσυστήματα που είναι συχνά απρόβλεπτη όχι μόνο στις βιολογικές-τοξικολογικές ιδιότητες αλλά και σε καθαρά γεω- ή φυσικό-χημικές, π.χ.: Έχει αποδειχθεί ότι μεγάλες ποσότητες μετάλλων προστίθενται με τις εκροές των ποταμών στις θάλασσες, αποπροσροφούνται από τη σωματιδιακή φάση και εισέρχονται στη διαλυτή μόλις η αλατότητα αυξηθεί. Η αποπροσρόφηση αυτή ποικίλει από 90% περίπου για το Hg μέχρι πρακτικά 0% για το Sm, Mn, Sc και La. Μεταξύ των ακραίων αυτών τάσεων, μελέτες στην περιοχή του Ρήνου και αλλού έχουν δείξει μια φθίνουσα τάση αποπροσροφήσεως κατά τη σειρά:



Η ερμηνεία αυτής της συμπεριφοράς δεν είναι ακόμα απόλυτα ασφαλής. Άλλοι την αποδίδουν στις προσροφητικές ικανότητες των ορυκτών, ενώ πολλοί θεωρούν υπεύθυνη τη δράση, (αποσύνθεση και συμπλεκτική ικανότητα) της οργανικής ύλης ιδιαίτερα των χουμικών και φουλβικών συστατικών,

Ο εντοπισμός ανθρωπογενών επεμβάσεων στις συγκεντρώσεις των μετάλλων είναι μάλλον δύσκολος στις αχανείς μάζες νερού των ωκεανών, αν και για μερικά μέταλλα (βλέπε μόλυβδο) δεν είναι και τόσο δύσκολος πλέον. Στα παραλιακά όμως νερά κοντά στις εκβολές ποταμών, οχετών, άλλων εγκαταστάσεων κτλ. η παρουσία αυτή είναι ευκολότατα αντιληπτή.

Οι σημειακές πηγές που υποδεικνύονται από τις επιφανειακές κατανομές ανταποκρίνονται συχνά σε εκβολές βιομηχανικών ή αστικών οχετών, ποταμών ή χειμάρρων χωρίς όμως αυτό να είναι πάντοτε αναγκαίο. Τεράστια ποσά μετάλλων διακινούνται ατμοσφαιρικά και οι αποθέσεις τους στη θάλασσα (ή στην ξηρά και με την απόπλυση των νερών της βροχής στη θάλασσα) μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά τις διάφορες κατανομές. Η ταχύτατη εξέλιξη της ρυπάνσεως από μέταλλα σε παγκόσμια κλίμακα επιτρέπει τη/μελέτη της με χρήση στηλών (καρότων) ιζημάτων ή πάγου από διάφορες περιοχές ιδιαίτερα από περιοχές μικρής σχετικά κυκλοφορίας με μεγάλο ρυθμό κατα-κρημνίσεως σωματιδιακής ύλης.

Ανώτατες επιτρεπτές συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων στο πόσιμο νερό

Μέταλλο	EPA (U.S. Environmental Protection Agency)	Καναδός	WHO Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας	Ευρωπαϊκή Ένωση
	As	2 ppm	25 ppm	10 ppm
Cd	5 ppm	5 ppm	5 ppm	5
Pb	20 ppm	10 ppm	10 ppm	50
Hg	2 ppm	1 ppm	1 ppm	1

Πηγή: Καντάς κ.α., 2004

Οριακές τιμές συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων
στο έδαφος και στην ιλύ σε mg/kg Ξηράς Ουσίας (pH 6-7)

Βαρέα μέταλλα	έδαφος	ιλύ
Κάδμιο	1 έως 3	20 έως 40
Χαλκός	50 έως 140	1000 έως 1750
Νικέλιο	30 έως 75	300 έως 400
Μόλυβδος	50 έως 300	750 έως 1200
Ψευδάργυρος	150 έως 300	2500 έως 4000
Υδράργυρος	έως 1.5	16 έως 25
Χρώμιο	-	-

Πηγή: Καντάς κ.α., 2004

Παραδείγματα τιμών ADI

Ενδείξεις σε mg/ημέρα και άνθρωπο (70kg)	
Υδράργυρος	0,05
Κάδμιο	0,07
Μόλυβδος	0,5

Πηγή: Βιολογία Τεχνολογία & Περιβάλλον, 1997

Η ισορροπία ανάμεσα στις διάφορες μορφές, με τις οποίες εμφανίζονται τα βαρέα μέταλλα στη βιόσφαιρα, είναι δυναμική και όχι στατική. Προσδιορισμός της συγκέντρωσης των βαρέων μετάλλων σε διάφορα μέρη της βιόσφαιρας (ύδατα, ιζήματα, φυτά, ζώα κ.λ.π.) επιβεβαίωσε την άποψη αυτή σε αρκετές περιπτώσεις. Η συγκέντρωση των μετάλλων στα διάφορα δείγματα αναφέρεται κατά κανόνα στην ολική συγκέντρωση του κάθε μετάλλου, ανεξάρτητα με τη μορφή στην οποία βρίσκονται αυτά (Sawidis and Reiss 1995).

Η ρύπανση των υδάτων μπορεί να αξιολογηθεί με την μέτρηση των βαρέων μετάλλων στο ίζημα και τους υδρόβιους οργανισμούς. Οι κυριότερες πηγές ρύπανσης είναι τα βιομηχανικά απόβλητα, τα αστικά λύματα, οι γεωργικές δραστηριότητες, ενώ δεν αποκλείονται και οι φυσικές πηγές όπως η διάβρωση πετρωμάτων. Η μέτρηση των βαρέων μετάλλων σε διάφορους υγρότοπους μας δίνει πληροφορίες για την κατάστασή τους, δηλαδή οι τιμές των βαρέων μετάλλων που μετρούνται αντικατοπτρίζουν τον βαθμό ρύπανσης της περιοχής (Hutcinson et al. 1975, Mayes et al. 1977, Harding and Whitton 1978, Newman and McIntosh 1982, Pip 1990).

Τα φύκη αλλά και άλλοι υδρόβιοι οργανισμοί είναι καλοί δείκτες για τον έλεγχο της ποιότητας των υδάτων σε ότι αφορά ρύπανση από βαρέα μέταλλα ή άλλους ρυπαντές. Η επιλεκτική πρόσληψη ορισμένων ιόντων συνδυαζόμενη με την μόνιμη θέση τους σε ένα τόπο όπου υφίσταται αναγκαστικά την επίδραση των ρυπαντών τα καθιστά άριστο εργαλείο για περιβαλλοντικές μελέτες (Sawidis et al 2001, Stratis et al. 1996).

v. Διαχείριση Υδάτων

Το βασικότερο περιβαλλοντικό πρόβλημα του Νομού ειδικά αλλά και της περιφέρειας Θεσσαλίας γενικότερα είναι, χωρίς αμφιβολία, η διαχείριση των υδατικών πόρων. Η Περιφέρεια Θεσσαλίας, μια κατά τεκμήριο αγροτική περιφέρεια, παρουσιάζει σημαντική απόκλιση από το μέσο όρο της χώρας ως προς την κατανομή χρήσεων ύδατος. Έτσι, στο Υδατικό διαμέρισμα της Θεσσαλίας καταναλώνεται το 18,5 % των συνολικών απαιτήσεων της χώρας σε νερό και από αυτό, το 95,8 % απορροφά η αγροτική παραγωγή, τη στιγμή που το αντίστοιχος ποσοστό όλης της χώρας είναι 86 %.



Κάθε παραποτάμιο χωριό στη Θεσσαλία κάνει και το δικό του φράγμα

Τα τελευταία χρόνια το πρόβλημα τείνει να παύσει να είναι μόνο ποσοτικό και γίνεται και ποιοτικό, με την υποβάθμιση της ποιότητας των υπόγειων και επιφανειακών υδατικών πόρων λόγω της ρύπανσης. Χαρακτηριστικό αυτής της πορείας είναι το γεγονός ότι σε υδρευτικές γεωτρήσεις Δημοτικών Διαμερισμάτων του Δήμου Νίκαιας Λάρισας ανιχνεύτηκαν υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών με αποτέλεσμα το νερό να καθίσταται ακατάλληλο προς πόση. Ο Πηνειός ποταμός, επίσης, θεωρείτε ένα από τα πλέον μολυσμένα ποτάμια σε πανευρωπαϊκό επίπεδο καθώς δέχεται τεράστιες ποσότητες λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων, βιομηχανικών αποβλήτων, αστικών λυμάτων και άλλων ρύπων.



Φαινόμενο ευτροφισμού στον Πηνειό

Η παροχή του ποταμού μειώνεται αισθητά κατά τους μήνες Ιούλιο, Αύγουστο, Σεπτέμβριο. Αν θεωρηθεί ότι για τη διατήρηση ικανοποιητικής ποιότητας νερού στον Πηνειό απαιτείται παροχή $10\text{m}^3/\text{sec}$, τότε φαίνεται ότι υπάρχουν περίοδοι που δεν πρέπει να επιτρέπεται η άντληση από τον ποταμό.



Μηδενική παροχή. Σεπτέμβριος 2007

Χαρακτηριστικά της σημερινής κατάστασης:

- 1· Συνεχής μείωση των υπόγειων υδατικών αποθεμάτων λόγω υπεράντλησης από νόμιμες και πλήθος παράνομες γεωτρήσεις.

- 2· Ρύπανση υπόγειων υδάτων σε ευάλωτες περιοχές από επιφανειακούς ρύπους κυρίως αγροτικής προέλευσης.
- 3· Ανυπαρξία κεντρικής διαχείρισης υδάτινων πόρων.
- 4· Ρύπανση επιφανειακών υδάτων.
- 5· Κατασπατάληση πόρων από αλόγιστη χρήση σε υδροβόρες καλλιέργειες και λόγω χρήσης ασύμβατων τεχνικών άρδευσης.
- 6· Μη εφαρμογή των κοινοτικών οδηγιών και της εθνικής νομοθεσίας.

Η όχληση από την κτηνοτροφία εντοπίζεται κυρίως στην επιβάρυνση των υδάτινων αποδεκτών με υψηλά οργανικά φορτία και του αέρα με έντονες οσμές και μεθάνιο. Ωστόσο, από διαθέσιμα στοιχεία, προκύπτει ότι η συμβολή της ρύπανσης από κτηνοτροφικές δραστηριότητες στη διαμόρφωση της ποιότητας των υδάτινων αποδεκτών της Θεσσαλίας (ρεμάτων κλπ.) είναι μικρότερη.

vi. Πιέσεις και επιπτώσεις των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων στην κατάσταση των υδάτων

1. Ποιότητα

I. Στοιχεία ρύπανσης από σημειακές πηγές

Ρύπανση, καλείται η συνέπεια ανθρωπίνων δραστηριοτήτων, άμεση ή έμμεση εισαγωγή στον αέρα, στο νερό ή στο έδαφος, ουσιών ή θερμότητας που μπορούν να είναι επιζήμια για την υγεία του ανθρώπου ή για την ποιότητα των υδατικών οικοσυστημάτων ή των χερσαίων οικοσυστημάτων που εξαρτώνται άμεσα από υδατικά οικοσυστήματα, συντελούν στη φθορά υλικής ιδιοκτησίας, ή επηρεάζουν δυσμενώς ή παρεμβαίνουν σε λειτουργίες αναψυχής ή σε λοιπές νόμιμες χρήσεις του περιβάλλοντος. Οι ρύποι που συμβάλλουν στην υποβάθμιση των ποιοτικών χαρακτηριστικών είναι διαφορετικής φύσης και αυτό συμβαίνει διότι στον υδάτινο ορίζοντα εκτός από τους ρύπους που διοχετεύονται επιτηδευμένα, καταλήγουν και οι ρύποι από την ρύπανση της ατμόσφαιρας και του εδάφους μέσω των βροχών και της απορροής (Fytianos et al. 2001).

ΣΗΜΕΙΑΚΗ ΠΗΓΗ	ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ
Σταθμοί επεξεργασίας αστικών λυμάτων	Μείωση οξυγόνου Μικροβιολογικό φορτίο Ευτροφισμός
Ανεξέλεγκτοι χώροι διάθεσης απορριμμάτων	Επικίνδυνες ουσίες Άζωτο, φώσφορος, άλατα Βαρέα Μέταλλα
Βιομηχανίες Λατομεία/Μεταλλεία	Μείωση οξυγόνου, άλατα Ευτροφισμός Βαρέα μέταλλα Επικίνδυνες ουσίες
Ιχθυοκαλλιέργειες	Μείωση οξυγόνου Μικροβιολογικό φορτίο Ευτροφισμός

Σημειακές πηγές και επιπτώσεις στο περιβάλλον

Οι σημειακές πηγές ρύπανσης, οι οποίες υφίστανται στην περιοχή προέρχονται από βιομηχανίες, την απόρριψη αστικών λυμάτων με ή δίχως επεξεργασία, από λατομεία/ μεταλλεία, ιχθυοκαλλιέργειες στον ποταμό και τυχόν ανεξέλεγκτους χώρους διάθεσης απορριμμάτων. Ο παραπάνω Πίνακας δείχνει την αντιστοιχία μεταξύ των πηγών και των επιπτώσεων τους.

Αστικά Λύματα

Η ποιότητα των υδάτων του Πηνειού υποβαθμίζεται ολοένα και περισσότερο λόγω των ποσοτήτων αστικών λυμάτων και βιομηχανικών απόβλητων που διοχετεύονται σε αυτόν. Ο Πηνειός ξεκινά από τη δυτική – βορειοδυτική πλευρά του διαμερίσματος της Θεσσαλίας και διαγράφει μια πορεία που περνά από το πεδινό τμήμα της Θεσσαλίας και τέλος καταλήγει στις εκβολές του στο Αιγαίο Πέλαγος μέσω της κοιλάδας των Τεμπών. Τα επιβαρυντικά φορτία που δέχεται προέρχονται από σημειακές πηγές που βρίσκονται στον ίδιο τον ποταμό αλλά και σε παραποτάμους που τον τροφοδοτούν. Περίπου 25.000 m³/d επεξεργασμένων λυμάτων της πόλης της Λάρισας απορρίπτονται στον Πηνειό, εκτός από αυτή την ποσότητα διοχετεύονται αστικά απόβλητα που προέρχονται από την πόλη των Τρικάλων και από οικισμούς και χωριά που βρίσκονται σε μια ακτίνα μικρή γύρω από τον ποταμό. Τα στοιχεία για την επεξεργασία των λυμάτων σε οικισμούς με ισοδύναμο πληθυσμό κατοίκων άνω των 2000 στην περιοχή μελέτης επιδεικνύονται στον παρακάτω Πίνακα.

ΟΙΚΙΣΜΟΣ	Πληθυσμός αιχμής	Πληθυσμός με ΕΕΛ	Κατάσταση ΕΕΛ	Πληθυσμός βόθροι	Αποδέκτης	Κατηγορία αποδεκτή	Χαρακτηρισμός αποδεκτή (91/271/ΕΟΚ)	Προτεραιότητα
ΜΕΓΑΛΑ ΚΑΛΥΒΙΑ	2151	0		2151	ΛΗΘΑΙΟΣ	Γλυκά	Κανονικός	Γ
ΜΟΥΖΑΚΙ	2190	0	ΥΩ	2190		Γλυκά	Κανονικός	Γ
ΓΟΝΝΟΙ	2190	0		2190		Γλυκά	Κανονικός	Γ
ΚΑΡΔΙΤΣΟ- ΜΑΓΟΥΛΑ	2259	0		2259	ΚΑΛΕΤΖΗΣ	Γλυκά	Κανονικός	Γ
ΣΥΚΟΥΡΙΟΝ	2379	0		2379		Γλυκά	Κανονικός	Γ
ΦΑΡΚΑΔΟΝΑ	2387	0		2387		Γλυκά	Κανονικός	Γ
ΤΣΑΡΙΤΣΑΝΗ	2507	0		2507	ΧΕΙΜΑΡΡΟΣ ΕΛΑΣΣΟΝΙΤΙΚΟΣ (ΤΙΤΑΡΗΣΙΟΣ)	Γλυκά	Κανονικός	Γ
ΖΑΓΟΡΑ	2627	0		2627		Γλυκά	Κανονικός	Γ
ΛΙΒΑΔΙ	2766	0	ΧΩ	2766		Γλυκά	Κανονικός	Γ
ΟΙΧΑΛΙΑ	2936	0		2936		Γλυκά	Κανονικός	Γ
ΚΡΑΝΕΑ ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ	3021	0	ΥΩ			Γλυκά	Κανονικός	Γ
ΑΓΙΑ	3027	0		3027	ΑΜΥΡΟΣ	Γλυκά	Κανονικός	Γ
ΝΙΚΑΙΑ	3149	0		3149		Γλυκά	Κανονικός	Γ
ΦΑΛΑΝΗ	3327	0	ΥΩ	3327		Γλυκά	Κανονικός	Γ
ΔΕΣΚΑΤΗ	4050	0	ΥΚ	4050	ΡΕΜΑ ΠΟΤΑΜΙΑ	Γλυκά	Κανονικός	Γ
ΠΛΑΜΑΣ	5807	0	ΥΩ	5807		Γλυκά	Κανονικός	Γ
ΑΜΠΕΛΩΝΑΣ	5820	0	ΥΩ	5820		Γλυκά	Κανονικός	Γ
ΠΑΝΝΟΥΛΗ	5836	2078	Λ(2ΝΡ)	3858	ΠΗΝΕΙΟΣ	Γλυκά	Κανονικός	Γ
ΣΟΦΑΔΕΣ	6045	0	ΥΩ	6045		Γλυκά	Κανονικός	Γ
ΕΛΑΣΣΟΝΑ	7233	0	ΥΚ	7233	ΧΕΙΜΑΡΡΟΣ ΕΛΑΣΣΟΝΙΤΙΚΟΣ (ΤΙΤΑΡΗΣΙΟΣ)	Γλυκά	Κανονικός	Γ
ΦΑΡΣΑΛΑ	9801	0	ΥΚ	9801	ΑΠΙΔΑΝΟΣ	Γλυκά	Κανονικός	Γ
ΚΑΛΑΜΠΑΚΑ	10010	8271	Λ(2ΝΡ)	1739	ΠΗΝΕΙΟΣ	Γλυκά	Κανονικός	Γ
ΤΥΡΝΑΒΟΣ	11116	11116	Λ(2Ν)	0	ΤΙΤΑΡΗΣΙΟΣ	Γλυκά	Κανονικός	Γ
ΚΑΡΔΙΤΣΑ	42000	37800	Λ(2ΝΡ)	4200	ΚΑΛΕΤΖΗΣ	Γλυκά	Κανονικός	Β
ΤΡΙΚΑΛΑ	60000	46200	Λ(2ΝΡ)	13800	ΛΗΘΑΙΟΣ	Γλυκά	Κανονικός	Β
ΛΑΡΙΣΑ	145000	133400	Λ(2Ν)	11600	ΠΗΝΕΙΟΣ	Γλυκά	Κανονικός	Β

Λ: Λειτουργεί, ΥΚ: Υπό κατασκευή, ΥΩ: Υψηλή ωρίμανση, ΧΩ: Χαμηλή ωρίμανση, 2Ν: Δευτεροβάθμια επεξεργασία με απομάκρυνση αζώτου, 2ΝΡ: Δευτεροβάθμια επεξεργασία με απομάκρυνση αζώτου και φωσφόρου

Στοιχεία επεξεργασίας λυμάτων της περιοχής της Θεσσαλίας

Κατά μήκος του Πηνειού υπάρχουν 8 θέσεις δειγματοληψίας – καταγραφής των ποιοτικών χαρακτηριστικών του ποταμού, 5 θέσεις του ποταμού Ληθαίου και 1 θέση για την παρακολούθηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών της λίμνης Πλαστήρα. Οι θέσεις παρακολούθησης έχουν εγκατασταθεί από το Υπουργείο Γεωργίας και υπάρχουν στοιχεία για τα έτη 1980 – 1997 και 1998 – 2001. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που μετρώνται είναι τα εξής: θερμοκρασία νερού, ηλεκτρική αγωγιμότητα, φερτά υλικά, pH, χλωριόντα, θειικά, όξινα και ουδέτερα ανθρακικά, νάτριο, μαγνήσιο, ασβέστιο, υπολειπόμενο νάτριο, ολική παροδική και μόνιμη σκληρότητα, σκληρότητα ασβεστίου, διαλυμένο οξυγόνο, νιτρικά νιτρώδη, αμμωνιακά, ολικός φώσφορος, κάδμιο, υδράργυρος, ολικός οργανικός άνθρακας κ.α.

Οι θέσεις στις οποίες λαμβάνουν χώρα οι μετρήσεις των χαρακτηριστικών του ποταμού είναι: ο Υδατόπυργος του Δήμου Λαρίσης, η γέφυρα Τρικάλων – Καρδίτσας, η Γέφυρα Τρικάλων – Πύλης και η Γέφυρα Εφέντη – Κεραμίδι, και

4 θέσεις στο αντλιοστάσιο ΤΟΕΒ Πηνειού. Στον Ληθαίο ποταμό οι θέσεις δειγματοληψίας είναι: η γέφυρα Σωτήρα, η γέφυρα Τρικαίογλου, το εργοστάσιο γάλακτος Τρικάλων και η γέφυρα Τρικάλων – Ιωαννίνων. Μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών ποταμών διενεργούνται και μέσω του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Δημοσίων Έργων. Οι θέσεις όπου πραγματοποιείται λήψη δειγμάτων είναι: η γέφυρα Φωτάδας, η γέφυρα Μεγάλα Καλύβια, η γέφυρα της Πηνειάδας, η ΔΕΥΑΛ, η γέφυρα Πυργετού, η γέφυρα Καλαμπάκας και το Κουλούρι. Οι παράμετροι που μετρώνται στην προκειμένη περίπτωση είναι: BOD, COD, TOC, διαλυμένο οξυγόνο, οξυγόνο κορεσμού, νιτρικά, νιτρώδη, ολικό αμμώνιο, ολικό οξείδ. αζώτου, ορθοφωσφορικά, ολικός φώσφορος και pH.

Στον ποταμό Τιταρήσιο διενεργούνται δειγματοληψίες στην Ελασσόνα και το Κουτσόχερο, στον Ληθαίο στη Θεόπετρα και το Καλαμάκι και στον Ενιπέα στον Βλοχό, στην Υπέρεια και το Μακρυχώρι. Η περίοδος των δειγματοληψιών είναι για τα έτη από 2000 έως 2003, εκτός από τις περιπτώσεις των σταθμών Καλαμπάκας και Υπέρειας όπου τα έτη δειγματοληψίας είναι από 2001 έως 2003. Τέλος έχουν πραγματοποιηθεί δειγματοληψίες στη λίμνη Κάρλα για το έτος 2000.

Τέλος υπάρχουν στοιχεία που παραχωρήθηκαν από το ΕΚΘΕ με μετρήσεις για διάφορες θέσεις στον Ενιπέα, τον Τιταρήσιο και το Σκαμνιά, ακόμη μετρήσεις που διενεργήθηκαν από το Πανεπιστήμιο Αθηνών και το Πανεπιστήμιο Πατρών σε θέσεις της περιφέρειας Θεσσαλίας.

Ένα ακόμα σύνολο μετρήσεων στον ποταμό Πηνειό διενεργήθηκε από το Πανεπιστήμιο Αιγαίου για το έτος του 1999 (στις 4 εποχές του έτους και μια τον Οκτώβρη του 1998). Οι μετρήσεις στην προκειμένη περίπτωση περιλαμβάνουν μετρήσεις μικροοργανισμών και μετάλλων σε δύο θέσεις.

Οι τιμές των ποιοτικών χαρακτηριστικών του Πηνειού ποταμού και κάποιων παραποτάμων του δίνουν μια εικόνα της ποιοτικής κατάστασης των υδάτων. Τα όρια που θεσπίστηκαν για τη σύγκριση των χαρακτηριστικών αυτών υπάρχουν στην ΚΥΑ 46399/1352/1986 (ΦΕΚ 438B/3-7-1986) η οποία περιέχει τα επιθυμητά και τα επιτρεπόμενα όρια για την ποιότητα νερών που προορίζονται για πόση, κολύμβηση, διαβίωση ψαριών σε γλυκά νερά και για την καλλιέργεια και την αλιεία οστρακοειδών. Ακόμη χρησιμοποιήθηκε η Οδηγία 2006/118/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 12ης Δεκεμβρίου 2006, σχετικά με την προστασία των υπόγειων υδάτων από τη ρύπανση και την υποβάθμιση.

Στις θέσεις δειγματοληψίας παρατηρήθηκε πως με βάση τα ανώτατα όρια τα αμμωνιακά υπερβαίνουν τα ανώτατα όρια για την κατηγορία Α1 αλλά όχι της

κατηγορίας A2, δηλαδή τα νερά που υπάρχουν στις θέσεις αυτές είναι κατάλληλα για ύδρευση κατόπιν συνήθους φυσικής, χημικής επεξεργασίας και απολύμανσης. Η θέση Κουλούρι αποτελεί παρουσιάζει τιμές που ξεπερνούν τα όρια όσον αφορά τις τιμές των αμμωνιακών, των νιτρικών αλλά και των φωσφορικών που περιέχονται στο νερό. Με βάση μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν για βαρέα μέταλλα που περιέχονται στο νερό παρατηρήθηκε πως επί το πλείστον τα περισσότερα ξεπερνούν το όριο ανίχνευσης. Συγκεκριμένα οι μετρήσεις σε περιεκτικότητα αρσενικού, μόλυβδου, χαλκού, ψευδαργύρου, χρωμίου ξεπερνούν το όριο ανίχνευσης και τις περισσότερες φορές με μεγάλη διαφορά. Για παράδειγμα οι τιμές του χρωμίου (με βάση τις μετρήσεις του Πανεπιστήμιου Αιγαίου) όταν το όριο ανίχνευσης είναι η τιμή 0.18 $\mu\text{g/L}$ και οι τιμές που παρουσιάζονται λαμβάνουν ένα εύρος από 2.74 έως και 79 $\mu\text{g/L}$. Τέλος οι τιμές των μικροοργανικών που μετρήθηκαν βρίσκονται σε μη ανιχνεύσιμα επίπεδα.

Βιομηχανίες – Βιοτεχνίες

Στην περιοχή αναπτύσσεται σημαντικός αριθμός βιομηχανιών. Η σωστή πρακτική από μέρους των βιομηχανιών είναι η επεξεργασία των αποβλήτων σε εγκαταστάσεις που θα έπρεπε να διαθέτουν οι ίδιες ή η μεταφορά των αποβλήτων στην αρμόζουσα εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων. Δυστυχώς η εφαρμοσμένη πρακτική στην περίπτωση της Ελλάδας είναι επί το πλείστον η διοχέτευση των αποβλήτων σε αρδευτικές τάφρους ή κατευθείαν στον πλησίον ποταμό χωρίς τη σωστή ή και καθόλου επεξεργασία. Η ρύπανση που προκαλείται είναι ιδιαίτερα έντονη τους καλοκαιρινούς μήνες, όταν η παροχή του Πηνειού και των παραποτάμων του μειώνεται λόγω έλλειψης βροχοπτώσεων και αυξημένης ζήτησης νερού για άρδευση. Το πρόβλημα εντείνεται κι από το γεγονός ότι το καλοκαίρι λειτουργούν πολλές εποχιακές βιομηχανίες που απορρίπτουν τα απόβλητά τους στον Πηνειό. Αυτό έχει ως συνέπεια την μείωση του διαλυμένου οξυγόνου στον αποδέκτη τόσο εξαιτίας της μείωσης του όγκου των υδάτων, όσο και από την μείωση της διαλυτότητας του οξυγόνου με την αύξηση της θερμοκρασίας (Sawidis et al, 2003). Είναι γεγονός, όπως κατά καιρούς έχουν δώσει στη δημοσιότητα οικολογικές οργανώσεις, πως ο Πηνειός αποτελεί αποδέκτη των υγρών αποβλήτων διαφόρων βιομηχανιών και βιοτεχνιών που λειτουργούν στους νομούς Τρικάλων και Λάρισας.

Οι βιομηχανίες που συναντώνται στην περιοχή είναι: βιομηχανίες διέλασης και βαφής αλουμινίου, βιομηχανία τροφίμων, βιομηχανία ηλεκτροστατικής βαφής αλουμινίου, γαλακτοβιομηχανίες, τυροκομικές μονάδες, μονάδα επεξεργασίας και τυποποίησης κατεψυγμένων αλιευμάτων, εργαστήρια τυποποίησης και συσκευασίας γεωργικών προϊόντων, πλυντήρια – βαφεία υφασμάτων, εργοστάσιο οινοπνεύματος, βιομηχανία επεξεργασίας ελαίων και λιπών της,

βιομηχανία επεξεργασίας βιομηχανικής τομάτας, βιομηχανία ζάχαρης, βιομηχανία επεξεργασίας αλουμινίου, σφαγεία, σπορελαιουργείο κ.α. (Αργυρόπουλος, 2008).

Υπάρχουν καταγεγραμμένα στοιχεία για την παράνομη δράση αρκετών από τις παραπάνω βιομηχανίες – βιοτεχνίες που δραστηριοποιούνται στο χώρο και οι ιδιοκτήτες των οποίων απορρίπτουν υγρά απόβλητα σε παραποτάμους του Πηνειού, στον Πηνειό, σε αρδευτικές τάφρους ή αποστραγγιστικά κανάλια που καταλήγουν στον κυρίως ποταμό ή τα παρακλάδια του. Παρατίθενται στοιχεία μέσω του Δικτύου Επιθεωρητών Περιβάλλοντος. Όλες οι προαναφερθέντες εγκαταστάσεις πρέπει να ελέγχονται ως προς την παραγωγή των υγρών και στερεών αποβλήτων τους, τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των αποβλήτων, την τυπική διάθεση των αποβλήτων τους σε σωστούς χώρους και στη συνέχεια να ελέγχεται η σωστή και επιτυχημένη εξυγίανση των αποβλήτων. Οποιαδήποτε επιχείρηση - βιομηχανία πρέπει να υπόκειται συγκεκριμένους περιβαλλοντικούς όρους έτσι ώστε να είναι αποδεκτή η λειτουργία της ως προς το περιβάλλον, τους ανθρώπους και τα υπόλοιπα όντα που διατηρούνται – ζουν σε αυτή.

Ανεξέλεγκτοι χώροι διάθεσης απορριμμάτων

Σημαντικές εστίες ρύπανσης - μόλυνσης είναι οι ανεξέλεγκτοι χώροι διάθεσης απορριμμάτων που έχουν δημιουργηθεί σε θέσεις κοντά στον ποταμό. Στη βιομηχανική περιοχή Λάρισας και συγκεκριμένα στο Δήμο Μακρυχωρίου υπάρχει ένα παλιό μικρό λατομείο το οποίο έχει μετατραπεί σε ανεξέλεγκτη χωματερή, η οποία αποτελεί μεγάλο κίνδυνο για το περιβάλλον. Στερεά αλλά και υγρά βιομηχανικά απόβλητα κατακλύζουν το λατομείο (πρώην χώρος ανόρυξης αμμοχάλικων) και δημιουργούν εστία ρύπανσης - μόλυνσης αλλά και αιτία πυρκαγιών. Επακόλουθα της ανεξέλεγκτης διάθεσης απορριμμάτων είναι η ρύπανση του υδροφόρου ορίζοντα από τα διασταλάγματα που παράγονται, η ρύπανση των επιφανειακών υδάτων πλησίον των χωματερών, η παραγωγή δυσάρεστων οσμών και στην περίπτωση καύσης των απορριμμάτων η παραγωγή διοξινών.

Δεν έχει πραγματοποιηθεί καταγραφή των ανεξέλεγκτων χωματερών της περιοχής παρά μόνο δημοσιοποίηση κάποιων στοιχείων από οικολογικές οργανώσεις τις περιοχής και άρθρα που έχουν γραφτεί στον τύπο ανά περιόδους.

II. Στοιχεία ρύπανσης από διάχυτες πηγές

Οι διάχυτες πηγές ρύπανσης που επιβαρύνουν το περιβάλλον στην ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλίας είναι η γεωργία, η κτηνοτροφία και οι σηπτικοί βόθροι. Οι κύριες μορφές ρύπανσης του ποταμού και των παραποτάμων του λόγω της γεωργίας δημιουργούνται λόγω της εκτεταμένης χρήσης λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων (Πίνακας).

ΔΙΑΧΥΤΗ ΠΗΓΗ	ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ
Γεωργία	Μείωση οξυγόνου, φυτοφάρμακα, άζωτο, φώσφορος, άλατα, βόριο Ευτροφισμός, μικρόβια
Κτηνοτροφία	Μείωση οξυγόνου, φυτοφάρμακα, άζωτο, φώσφορος, άλατα, βόριο Ευτροφισμός, μικρόβια
Βόθροι	Άζωτο, φώσφορος, άλατα, βόριο, οργανικά

Διάχυτες πηγές ρύπανσης και επιπτώσεις στο περιβάλλον

Η νιτρορρύπανση στους υπόγειους υδροφορείς της Θεσσαλίας

Το νερό των υδροφόρων σχηματισμών (φρεάτιου και υπόγειου) ως διαλυτό μέσο, εμπλουτίζεται από διάφορες χημικές ενώσεις και χημικά στοιχεία που υπάρχουν στους γεωλογικούς σχηματισμούς και που προέρχονται από το εξωτερικό περιβάλλον.

Οι ενδογενείς παράγοντες που επηρεάζουν τα χημικά χαρακτηριστικά του νερού είναι:

- Η λιθολογία και η γεωλογική δομή του υδροφορέα αλλά και της λεκάνης απορροής, τα νερά της οποίας τροφοδοτούν τους υπόγειους υδροφορείς.
- Το μήκος της διαδρομής της υπόγειας ροής.
- Ο τύπος της υδροφορίας
- Συνθήκες δημιουργίας του υδροφορέα, δηλαδή: ποταμο-χερσαία φάση, λιμνοθαλάσσια φάση, ποταμο-λιμναία φάση.

Οι εξωγενείς παράγοντες είναι:

- χωρο - χρονική καλλιεργητική δραστηριότητα σε ζώνες υδροφορίας και λεκάνες απορροής.
- Η χωρο - χρονική βιομηχανική δραστηριότητα (βιομηχανικά απόβλητα κλπ.).
- Οι κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις.
- Ο βαθμός εκμετάλλευσης του υπόγειου υδάτινου δυναμικού.

- Η δυναμικότητα του υπόγειου νερού.
- Οι θαλάσσιες διεισδύσεις δια μέσου των καρστ αλλά και των κοκκωδών προσχωματικών σχηματισμών στις ενδότερες ζώνες υδροφορίας.

Όλοι οι παραπάνω παράγοντες, μεμονωμένοι ή σε συνδυασμό μεταξύ τους, συνθέτουν προβλήματα επιβάρυνσης του υπόγειου και φρεάτιου υδάτινου δυναμικού και σε μερικές περιπτώσεις σε καταστάσεις μη αναστρέψιμες (θαλάσσιες διεισδύσεις στις παράκτιες ζώνες).

Η αναφορά γίνεται σε τρεις ομάδες χημικών ενώσεων, στα νιτρικά και αμμωνιακά, χλωριο- νατριούχα άλατα και θειικά άλατα, διότι αυτά παρουσιάζουν μεγάλη κινητικότητα και διασπορά στον κύκλο του νερού.

Νιτρικά και Αμμωνιακά

Επιβάρυνση από νιτρικά – αμμωνιακά παρουσιάζουν οι ζώνες υδροφορίας με τα εξής χαρακτηριστικά:

- Τύπο υδροφορέα: ελευθέρας ή ημι-ελευθέρας επιφάνειας ροής (αφορά τους καρστικούς υδροφορείς και τους σχηματισμούς με αδρομερή υλικά).
- Καλλιεργητική δραστηριότητα: έντονη και διαρκής με πολλές αζωτούχες λιπάνσεις τόσο στη ζώνη υδροφορίας όσο και στη λεκάνη απορροής τα νερά της οποίας τροφοδοτούν τους υδροφορείς της.
- Δυναμικότητα υπόγειου νερού: πτωχής υδροφορίας και με αρνητικό ισοζύγιο.
- Συνθήκες δημιουργίας του υδροφορέα: αφορά την λιμναία φάση δημιουργίας του

υδροφορέα.

Τέτοιες ζώνες υδροφορίας με τα παραπάνω χαρακτηριστικά συναντώνται σε πολλές περιοχές της Θεσσαλίας και ειδικότερα σε κώνους κορημάτων που αναπτύσσονται στις περιοχές αμέσως μετά την έξοδο των ποταμών χειμάρρων και ρεμάτων στην πεδινή ζώνη καθώς και στα κράσπεδα των ορεινών όγκων που περιβάλλουν την υδρογεωλογική λεκάνη.

Χλώριο - Νατριούχα άλατα

Περιοχές για επιβάρυνση από χλωριο - νατριούχα άλατα και κατά συνέπεια με υφάλμυρο νερό, είναι οι ζώνες υδροφορίας όπου επικρατεί:

- Η δημιουργία της ζώνης υδροφορίας να προήλθε από αποθέσεις σε λιμνοθαλάσσια φάση.

- Η γειτνίαση καρστικών και προσχωματικών σχηματισμών με τη θάλασσα, όπου υπάρχουν θαλάσσιες διεισδύσεις διαμέσου των καρστ, των κοκκωδών σχηματισμών στις ενδότερες ζώνες υδροφορίας.
- Η δυναμικότητα και ο βαθμός εκμετάλλευσης του υπογείου υδάτινου δυναμικού. Τέτοιες περιοχές υπάρχουν: Ανατολικά της Λάρισας έως το Μελισσοχώρι, στην περιοχή Ελευθερίου – Μαρμαρίνης (σε μεγάλο βάθος), στο κεντρικό τμήμα της πρώην λίμνης Κάρλας από Μέλισσα - Λοφίσκο έως Ριζόμυλο - Κανάλια, κ.λ.π., στο Δέλτα Πηνειού, κ.λπ.

Θειικά άλατα

Υπόγεια νερά με θειικά ανευρίσκονται σε γεωλογικούς σχηματισμούς όπου επικρατούν τα ασβεστολιθικά κροκαλοπαγή του Νεογενούς και παλιότερης ηλικίας και σε μεγάλο βάθος. Τα υπόγεια αυτά νερά έχουν χαρακτήρα περισσότερο αποθεματικό (απολιθωμένα νερά) δηλαδή έχουν περάσει όλο τον κύκλο του χημισμού από τα πετρώματα των υδροφόρων. Βρέθηκαν Νότιο Ανατολικά του οικισμού των Δένδρων και σε ορισμένες περιοχές της Νίκαιας.

Γενική αξιολόγηση των χημικών αναλύσεων (Νιτρικά – Αμμωνιακά)

Μέσα από τα στοιχεία που προέκυψαν από τις χημικές αναλύσεις που καταγράφηκαν σε όλες τις θέσεις των γεωτρήσεων, κατασκευάστηκαν ιστογράμματα περιεκτικότητας νιτρικών για τις περισσότερες ζώνες υδροφορίας και από την αξιολόγησή τους, σε γενικές γραμμές, διαπιστώνεται:

- Οι ζώνες υδροφορίας που συνιστούν οι κώνοι κορημάτων στις περιοχές Αργυροπούλιου και Μαρμαρίνης, Τσαριτσάνης, Δολίχης παρουσιάζουν πρόβλημα νιτρορρύπανσης.
- Ανοδική τάση παρουσιάζουν επίσης και οι ζώνες υδροφορίας Χάλκης, Κιλελέρ, Τυρνάβου, Φαρσάλων και λιγότερο στην Καλαμπάκα.
- Αντίθετα στους υπό πίεση υδροφορείς και σε μεγάλο βάθος δεν έχουμε σήμερα με το υπάρχον σύστημα παρακολούθησης εμφανίσεις νιτρικών και αμμωνιακών όπως είναι οι ζώνες υδροφορίας: του κεντρικού τμήματος της Ανατολικής Θεσσαλίας (Γυρτώνη, Ομορφοχώρι, Πλατύκαμπος), του ΝΑ τμήματος της Ανατολικής Θεσσαλίας, στην περιοχή της πρώην λίμνης Κάρλας, της Δυτικής Θεσσαλίας, στις περιοχές Σελάνων, Θεσσαλιώτιδος, κ.λ.π. Επίσης δεν μπορεί να προβλεφθεί με ακρίβεια το επίπεδο επιβάρυνσης και αυτό οφείλεται στην ενιαία υδραυλική σύνδεση που υπάρχει με άλλες ζώνες της ίδιας λεκάνης που είναι επιβαρυνμένες. (ΕΘΙΑΓΕ, 2001)

Υδρογεωλογική λεκάνη Δυτικής Θεσσαλίας

Στην Υδρογεωλογική λεκάνη της Δυτικής Θεσσαλίας έχουν καταγραφεί 8 ζώνες υδροφορίας με δύο περιφερειακές λεκάνες⁸.

I Ζώνη Υδροφορίας (Καλαμπάκα - Βασιλική - Μεγάρχη)

Διαπιστώθηκε από τα ιστογράμματα της περιεκτικότητας των νιτρικών (Σχήμα 5.1) ότι: α) για την αρδευτική περίοδο 2000 παρατηρείται μια ανοδική τάση συγκέντρωσης νιτρικών λιγότερο στην αρχή της αρδευτικής περιόδου και περισσότερο στο τέλος, σε ποσοστό 70 % των σημείων δειγματοληψίας, β) σε ποσοστό 27-30 % των σημείων δειγματοληψίας (Σ.Δ.)

παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση NO_3 της τάξης των 25-45 mg/l, γ) η υπάρχουσα συγκέντρωση NO_3 είναι συμβατή με τον τύπο του υδροφορέα και της έντονης καλλιεργητικής δραστηριότητας από καλαμπόκια και βαμβάκια, πλην όμως παραμένει σε γενικές γραμμές χαμηλή λόγω της πλούσιας υδροφορίας.

II Ζώνη Υδροφορίας (Κεφαλόβρυσο – Τρίκαλα – Πηνειός έως Πηνειάδα)

Είναι αρκετά χαμηλή και συμβατή η συγκέντρωση των νιτρικών με τον τύπο των υδροφόρων σχηματισμών (υπό πίεση). Τα αυξημένα NO_3 στα δύο Σ.Δ. έχουν περισσότερο σημειακό χαρακτήρα

III Ζώνη Υδροφορίας (Παλαιομονάστηρο - Γόμφοι - Λυγαριά - Καλύβια)

Παρατηρείται μια ανοδική τάση συγκέντρωσης νιτρικών κατά την αρδευτική περίοδο του 2000, δηλαδή βαίνει αυξανόμενη από την αρχή της αρδευτικής περιόδου προς το τέλος. Αν και υπάρχει ελεύθερη υδροφορία η συγκέντρωση των νιτρικών χαρακτηρίζεται αρκετά χαμηλή.

Στους Γόμφους παρατηρήθηκε μία τάση αύξησης των νιτρικών, η οποία οφείλεται στην ελεύθερη υδροφορία της περιοχής και στις μεγάλες εκτάσεις από καλλιέργειες καλαμποκιού.

Η περίπτωση του Ελληνόπυργου, αφορά μικρή γεώτρηση (15 μέτρων) στη χαμηλή ζώνη των κορημάτων του Πάμισου, με έντονη υδροφορία του φρεάτιου ορίζοντα. Κατά συνέπεια η αυξημένη συγκέντρωση νιτρικών είναι δικαιολογημένη. Αντίθετα στο Σ.Δ. N36T, αφορά βαθιά γεώτρηση στη ζώνη

⁸ Μαντούζα 2008

του Πάμισου με αρκετά μεγάλη παροχή νερού (200 m³/h) αλλά με μειωμένη συγκέντρωση νιτρικών

IV Ζώνη Υδροφορίας περιοχή Σελάνων (Αγναντερό- Σερβωτά – Πεδινό κλπ.)

Η νιτρορρύπανση που υπολογίστηκε είναι αρκετά χαμηλή και συμβατή με την υδρογεωλογική κατάσταση της περιοχής (υπό πίεση υδροφόρο).

V Ζώνη Υδροφορίας (Μαγουλίτσα-Μαγούλα- Ανάντη Καρδίτσας – Καλίθηρο – Ζαΐμη και τα υπόγεια καρστικά Ματαράγκας - Πύργου Κιερίου)

Στις δύο αυτές υποζώνες λόγω της γεωλογικής δομής ευνοείται η νιτρορρύπανση του υπόγειου νερού η οποία παρουσιάζει μία ανοδική τάση, κάτω από το όριο των 50 mg/l.

VI Ζώνη Υδροφορίας (Παλαμάς με τα καρστικά Μεταμόρφωσης & Ορφανών)

Το καρστικό της Μεταμόρφωσης παρουσιάζει χαμηλούς δείκτες νιτρικών, αντίθετα με το καρστικό των Ορφανών που παρουσιάζει κάποια ανοδική τάση. Αντίθετα στην πεδινή έκταση του Παλαμά εμφανίζονται πολλά αμμωνιακά που προέρχονται από τους ορίζοντες σαπροπηλών που υπάρχουν στους Τεταρτογενείς σχηματισμούς.

VII Ζώνη Υδροφορίας Θεσσαλιώτιδα (Σοφάδες - Ανάβρα - Μαυραχάδες - Καπαδοκικό)

Με τα στοιχεία που προέκυψαν παρατηρήθηκε ότι η συγκέντρωση των νιτρικών είναι συμβατή με την κοκκομετρία των αμμοχαλίκων όπως καθορίστηκε στη γεωλογική δομή της περιοχής. Δηλαδή η συγκέντρωση των νιτρικών βαίνει μειωμένη από την περιφέρεια προς την πεδινή έκταση όπως και η κοκκομετρία των αμμοχαλίκων.

VIII Ζώνη Υδροφορίας (πεδινά Φαρσάλων, καρστικά Υπέρειας – Βρυσιά, Οχτούρι)

Γενικά παρατηρείται μία αυξημένη συγκέντρωση των νιτρικών η οποία προσιδιάζεται με την υδρογεωλογική κατάσταση της περιοχής (ελεύθερη έως ημιελεύθερη υδροφορία και έντονη καλλιεργητική δραστηριότητα κυρίως βαμβάκια) με εξαίρεση στον Σταυρό – Πολυνέρι όπου έχουμε υπό πίεση υδροφόρα.

Περιφερειακή λεκάνη Ραξάς - Ρίζωμα – Αρδάνι

Τα σημεία δειγματοληψίας είναι λίγα παρόλα αυτά φαίνεται ότι υπάρχει πρόβλημα.

Περιφερειακές υπολεκάνες Νεοχωρίου - Φαρκαδώνας - Ζάρκου

Παρατηρούνται διαφοροποιημένες οι συγκεντρώσεις των νιτρικών από αρκετά μεγάλες έως μικρές. Φαίνεται ότι ο σημειακός χαρακτήρας της νιτρορρύπανσης είναι έντονος και απαιτείται πύκνωση του δικτύου παρακολούθησης.

Υδρογεωλογική λεκάνη Ανατολικής Θεσσαλίας

Η υδρογεωλογική λεκάνη της Ανατολικής Θεσσαλίας είναι μικρότερη της Δυτικής Θεσσαλίας αλλά με περισσότερες περιφερειακές λεκάνες (σύνολο 7) και με 4 καρστικά συστήματα.

I Ζώνη Υδροφορίας το ΒΔ τμήμα (ευρύτερη περιοχή Τυρνάβου έως Πηνειό ποταμό)

- μία σταθερότητα της συγκέντρωσης των νιτρικών στα Σ.Δ. και στα τρία δείγματα. μία τάση αύξησης που παρουσιάζεται στην περιοχή Τυρνάβου καθώς και στην περιοχή Πλατανουλίων και Δένδρων και στους χειμαρρώδεις κώνους του Αργυροπούλιου.
- οι μεγάλες συγκεντρώσεις στη περιοχή Πλατανουλίων και στο Αργυρούλι είναι σημειακές και οφείλονται στις πολλές σταυλικές κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις ανάντη του Σ.Δ.

II Ζώνη Υδροφορίας το Κεντρικό τμήμα (Κουλούρα - Γυρτώνη - Ομορφοχώρι - Πλατύκαμπος)

Η επιβάρυνση από νιτρικά και αμμωνιακά χαρακτηρίζεται χαμηλή και οι συγκεντρώσεις NO₃ σε όλα τα σημεία δειγματοληψίας παρουσιάζουν μία ακανόνιστη συμπεριφορά.

III Ανατολικό τμήμα

α. Ζώνη Υδροφορίας (Μαρμαρίνη - Δήμητρα - Καλαμάκι - Κανάλια)

Η περιεκτικότητα σε νιτρικά παρουσίασε μία τάση ανοδική όχι βέβαια ανησυχητική. Πάντως κατά θέσεις λόγω της ελεύθερης υδροφορίας θα πρέπει να υπάρχει πρόβλημα συγκέντρωσης NO₃ η οποία δεν έχει επισημανθεί με το

υπάρχον δίκτυο παρακολούθησης και γι' αυτό χρειάζεται πυκνωση του δικτύου παρακολούθησης. Με τη νέα πυκνωση προκύπτει ότι η νιτρορρύπανση με αυξημένες συγκεντρώσεις εμφανίζεται στον άξονα Καστρί - Πλασιά - Δήμητρα.

β. Ζώνη Υδροφορίας (Κυψέλη - Καραντάου)

Παρατηρείται μία κατιούσα τάση της συγκέντρωσης των νιτρικών κατά την αρδευτική περίοδο του 2000, δηλαδή η συγκέντρωση στην αρχή της αρδευτικής περιόδου είναι μεγαλύτερη από την συγκέντρωση NO_3 στο τέλος της αρδευτικής περιόδου. Οι τιμές της συγκέντρωσης των νιτρικών δεν είναι υψηλές αλλά δεν χαρακτηρίζονται και χαμηλές. Αξίζει να σημειωθεί ότι η θέση της N 36 Λ με την αυξημένη συγκέντρωση NO_3 βρίσκεται πολύ κοντά σε κάποιο εδαφικό ρήγμα από τα πολλά που υπάρχουν στην περιοχή, το οποίο διασχίζει κάθετα μία αποστραγγιστική τάφρο. Η χειμερινή ροή της τάφρου της τάξης των $150 \text{ m}^3/\text{h}$ σταματούσε στο εδαφικό ρήγμα και χάνονταν στους υπόγειους υδροφορείς (υπόψη ότι τα νερά της τάφρου προέρχονται από το ορεινό σύμπλεγμα του Καραντάου όπου το μεγαλύτερο τμήμα των πρανών του καλλιεργείται από βαμβάκι). Έτσι λοιπόν η αυξημένη συγκέντρωση μπορεί να οφείλεται στο εμπλουτισμό των υπογείων υδροφορέων από τα επιφανειακά νερά της τάφρου.

γ. Ζώνη Υδροφορίας (Χάλκη)

Οι συγκεντρώσεις του NO_3 είναι αυξημένες και εδώ παρατηρείται μία κατιούσα τάση των τιμών της συγκέντρωσης του NO_3 , όπως και στην ζώνη της Κυψέλης.

Οι αυξημένες τιμές οφείλονται:

- στον τύπο της υδροφορίας (ημιελεύθερης επιφάνειας υπόγειας ροής).
- στην υπεράντληση του υπόγειου υδάτινου δυναμικού.
- στις δυναμικές και επί πολλά χρόνια καλλιεργητικές δραστηριότητες και
- στα επιβαρυνόμενα νερά του Κουσμπασανιώτη ο οποίος τροφοδοτείται από μία μεγάλη και με λοφώδες ανάγλυφο λεκάνη απορροής (Μύρα – Καλό Νερό – Ζάππειο – Δίλοφο κ.λ.π.) με μεγάλη καλλιεργητική δραστηριότητα στο μεγαλύτερο μέρος της λεκάνης.

δ. Ζώνη Υδροφορίας (Στεφανοβίκειο - Βελεστίνο - Άγιος Γεώργιος)

Γενικά έχουμε μικρές συγκεντρώσεις NO_3 στην πεδινή έκταση της περιοχής Κάρλας. Ένα σημείο δειγματοληψίας παρουσιάζει αυξημένη συγκέντρωση που οφείλεται στις ειδικές υδρογεωλογικές συνθήκες γιατί όπως προαναφέρθηκε η υδροφορία της ζώνης αυτής παρουσιάζει μεγάλη ποικιλότητα. Επίσης σε κάποια σημεία που βρίσκονται στην πεδινή έκταση του Βελεστίνου η οποία συνδέεται

υδραυλικά με την ευρύτερη ζώνη της Κάρλας αλλά έχει διαφορετικά υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά που ευνοούν την νιτρορρύπανση των υπογείων της υδροφορέων, με συνέπεια να παρατηρείται μία ανοδική τάση στην περιοχή.

Περιφερειακές υδρογεωλογικές λεκάνες Ανατολικής Θεσσαλίας⁹

1. Υπολεκάνη Αγιάς

Παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση NO_3 στα δύο σημεία δειγματοληψίας η οποία προσιδιάζεται με τις υδρογεωλογικές συνθήκες (ημιελεύθεροι υδροφορείς) και με την έντονη χρήση λιπασμάτων στις δένδρῳδεις και άλλες καλλιέργειες

2. Υπολεκάνη Συκουρίου - Μακρυχωρίου - Γόννων

Παρατηρείται μία αυξημένη συγκέντρωση NO_3 αλλά όχι ανησυχητική.

3. Υπολεκάνη - Δέλτα Πηνειού

Οι συγκεντρώσεις των νιτρικών στα σημεία δειγματοληψίας του φρεάτιου ορίζοντα είναι αρκετά μικρές αλλά με αυξημένα τα NO_4 που πιθανόν να οφείλονται στην ύπαρξη της τύρφης και του μεθανίου. Αντίθετα στο σημείο δειγματοληψίας Δ1 εμφανίζονται αυξημένα νιτρικά. Το σημείο αυτό αφορά γεώτρηση σε αμμοχάλικα με ημιελεύθερη υδροφορία.

4. Υπολεκάνη Ποταμιάς Ελασσόνας

Οι συγκεντρώσεις των νιτρικών είναι χαμηλές και οφείλονται: στην πλούσια υδροφορία, στην καθαρότητα του νερού από νιτρικά του Τιταρήσιου διότι η λεκάνη απορροής είναι κυρίως ορεινή και στη μικρή καλλιεργητική δραστηριότητα.

5. Υπολεκάνη Τσαριτσάνης Ελασσόνας

Το ιστόγραμμα της συγκέντρωσης NO_3 δείχνει μία ακανόνιστη συμπεριφορά της συγκέντρωσης των NO_3 στα τρία δείγματα και σε όλα τα σημεία δειγματοληψίας παρατηρείται μία ανοδική τάση της συγκέντρωσης NO_3 της τάξης από 20 mg/l έως 45 mg/l.

⁹ Μαντούζα 2008

6. Υπολεκάνη Δολίχης - Πυθείου - Σαρνταπόρου

Στην προκειμένη υπολεκάνη υπάρχει ένα σημείο δειγματοληψίας συνεπώς δεν μπορεί να αξιολογηθεί η νιτρορρύπανση της περιοχής. Τα στοιχεία των χημικών αναλύσεων του ενός σημείου έδειξαν μία πτωτική τάση της συγκέντρωσης NO_3 για την αρδευτική περίοδο 2000, αλλά με ανεβασμένες τις τιμές των NO_3 και στις τρεις δειγματοληψίες. Γενικά οι τιμές των NO_3 είναι υψηλές.

7. Υπολεκάνη Κουτσόχερου - Μάνδρας

Στην ζώνη αυτή οι συνθήκες νιτρορρύπανσης του υπόγειου νερού είναι αρκετά ευνοϊκές και έχει τεθεί υπό έρευνα προ πολλού από το Ι.Γ.Μ.Ε. Στον έλεγχο της νιτρορρύπανσης του 2001 συμπεριελήφθηκε η υπολεκάνη της Μάνδρας - Κουτσόχερου με ένα σημείο δειγματοληψίας στο οποίο η συγκέντρωση NO_3 είναι μεγάλη.

8. Υπολεκάνη Αερινού - Περιβλεπτου

Η συγκέντρωση NO_3 στα τρία σημεία δειγματοληψίας είναι αρκετά μεγάλη και συμβατή με την πτωχή υδροφορία και με τις πολλές καλλιέργειες (βαμβάκι).

9. Υδατικό διαμέρισμα των λοφωδών εξάρσεων του νεογενούς στα διοικητικά όρια ανάντη των Δ.Δ. Δασόλοφου - Θετιδίου, Άνω και Κάτω Βασιλικών

Η επιβάρυνση είναι χαμηλή έως μηδαμινή, με εξαίρεση το σημείο δειγματοληψίας στα Άνω Βασιλικά όπου και υπάρχει μεγάλη συγκέντρωση νιτρικών. Η θέση αφορά τη μοναδική αρδευτική γεώτρηση στο κέντρο μιας στρογγυλής μικρής λεκάνης σαν ένα μικρό οροπέδιο όπου η αποστράγγιση καταλήγει στο σημείο που βρίσκεται η γεώτρηση, στην οποία διηθούνται τα επιβαρυσμένα νερά της αποστράγγισης. Γι' αυτό παρουσιάζονται μεγάλες συγκεντρώσεις νιτρικών.

Συμπερασματικά

Η χρήση ανόργανων αζωτούχων λιπασμάτων και ειδικά της νιτρικής μορφής, μπορεί να οδηγήσει στην έκπλυση, με συνέπεια τη ρύπανση των υδροφόρων οριζόντων. Την περίοδο άρδευσης του 2000 το ΕΘΙΑΓΕ πραγματοποίησε μία καταγραφή των νιτρικών και αμμωνιακών μορφών του αζώτου, σε συνάρτηση με την εποχιακή διακύμανση, η οποία αφορούσε 302 γεωτρήσεις.

Αποτέλεσμα της επιβάρυνσης του επιφανειακού νερού αλλά και του υπόγειου, από νιτρικά κυρίως ιόντα, ήταν η εμφάνιση του φαινομένου του ευτροφισμού

δηλαδή η υπέρμετρη ανάπτυξη του πλαγκτού (μονοκύτταροι φυτικοί οργανισμοί) στις παράκτιες θαλάσσιες περιοχές, φαινόμενο που εμφανίζεται αρκετά οξύ σε χρονιές με μεγάλο βροχομετρικό ύψος και κατά συνέπεια με μεγάλη αποστράγγιση. Ένα ακόμη αποτέλεσμα ήταν η ακαταλληλότητα του υπόγειου νερού για ύδρευση όταν οι συγκεντρώσεις των νιτρικών είναι πάνω από τα 50mg/l νερού. Εάν ληφθεί υπόψη ότι η ύδρευση των κατοίκων της Θεσσαλίας στηρίζεται σε μεγαλύτερο ποσοστό στα υπόγεια νερά, γίνεται κατανοητή η σημασία της έρευνας για τον έλεγχο της νιτρορύπανσης σε ότι αφορά στην εξάπλωσή της και στο βαθμό της συγκέντρωσης των νιτρικών.

Η ρύπανση στα επιφανειακά ύδατα του Πηνειού

Σε όλες τις θέσεις δειγματοληψίας έχουν καταγραφεί σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών που περιστασιακά παραβιάζουν την μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή της Οδηγίας 75/440/ΕΟΚ (50 mg/L NO₃). Ενδεικτικά αναφέρεται ότι την περίοδο 1980 - 1997 στη θέση του υδατόπυργου Δ. Λαρίσης έχει καταγραφεί συγκέντρωση νιτρικών της τάξης των 53.51 mg/L, ενώ αντίστοιχες τιμές έχουν καταγραφεί στις θέσεις γέφυρας Τρικάλων - Καρδίτσας (32.78 mg/L NO₃) και γέφυρας Εφέντη - Κεραμίδι (27.64 mg/L NO₃). Πιο πρόσφατα στοιχεία του Υπουργείου Γεωργίας για την περίοδο 1998 - 2001 στον υδατόπυργο Δ. Λαρίσης καταδεικνύουν τιμές νιτρικών της τάξης των 54 mg/L NO₃, με τη μέγιστη τιμή του 95% των τιμών (48.6 mg/L σε σύνολο 23 μετρήσεων) να βρίσκεται οριακά κάτω από την επιτακτική τιμή της Οδηγίας για την παραγωγή πόσιμου νερού (50 mg/L NO₃). Οι σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών παρατηρούνται κυρίως κατά τους θερινούς μήνες και εκτιμάται ότι οφείλονται σε μεγάλο βαθμό στην απορροή από τις εκτεταμένες καλλιεργούμενες εκτάσεις της λεκάνης του ποταμού και των παραποτάμων του. Στις υπόλοιπες θέσεις δειγματοληψίας, σύμφωνα με στοιχεία του ΥΠΕΧΩΔΕ, έχουν καταγραφεί την περίοδο 2000 - 2003 τιμές νιτρικών της τάξης των 15 mg/L που δεν υπερβαίνουν όμως τα συνιστώμενα όρια της Οδηγίας 75/440/ΕΟΚ για την κατηγορία Α1. (ΥΠΑΝ, 2003)

vii. Το Νομικό Πλαίσιο Της Ευρωπαϊκής Ένωσης Για Την Προστασία Και Διαχείριση Των Υδατικών Πόρων

Το νομοθετικό πλέγμα της Ε.Ε. στον τομέα του περιβάλλοντος, και ειδικότερα στον κλάδο των υδατικών πόρων είναι εξαιρετικά σύνθετο και πολύπλοκο και έχει ως αφετηρία του τη χρονολογία του 1975, μέσω της θέσπισης της Οδηγίας 75/440/ΕΟΚ *"Περί της Απαιτούμενης Ποιότητας των Υδάτων Επιφάνειας που Προορίζονται για την Παραγωγή Πόσιμου Ύδατος"* στις 25 Ιουλίου του 1975. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία της ιστοσελίδας της Ε.Ε., από το έτος 1975 έως το 2006 έχουν εκδοθεί περισσότερες από **51 Νομικές Δεσμεύσεις**, οι οποίες διακρίνονται ως ακολούθως:

- 23 Οδηγίες
- 2 Κανονισμοί
- 11 Αποφάσεις
- 5 Συμβάσεις
- 3 Πρωτόκολλα
- 6 Ψηφίσματα και
- 1 Συμφωνία

1. Ιστορικό Προστασίας και Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων στην Ευρώπη

Η διαδικασία της ανάπτυξης ενός κοινοτικού θεσμικού πλαισίου για τους υδατικούς πόρους είναι δυνατόν να ταξινομηθεί χρονικά σε τρεις βασικές περιόδους. Συγκεκριμένα, η πρώτη περίοδος ξεκινά το έτος 1975 με τη θέσπιση της Οδηγίας 75/440/ΕΟΚ για τα επιφανειακά ύδατα, καθώς και την Οδηγία 79/869/ΕΟΚ για την ποιότητα του πόσιμου νερού. Διευκρινίζεται ότι οι πρώτες αυτές Οδηγίες στόχευαν κατά κύριο λόγο στον καθορισμό προτύπων ποιότητας του νερού, καθώς και στην προστασία των επιφανειακών υδάτων, τα οποία προορίζονταν για άντληση.. Η δεύτερη περίοδος της Κοινοτικής Νομοθεσίας για το νερό ξεκινάει το έτος 1991, όπου για πρώτη φορά δεν επικεντρώνεται μόνο στον ορισμό αποδεκτών προτύπων ποιότητας του νερού, αλλά και στον έλεγχο της ρύπανσης ως μέσο επίτευξης των προτύπων αυτών. Σημειώνεται ότι

το νέο νομικό πλαίσιο περιλαμβάνει την Οδηγία 91/271/ΕΟΚ για τη διαχείριση των αστικών υγρών αποβλήτων, την Οδηγία για την ποιότητα του πόσιμου νερού, την Οδηγία 91/676/ΕΟΚ για τα νιτρικά, καθώς και τη Οδηγία 96/61/ΕΚ για την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης.

Ακολουθώς, η Οδηγία Πλαίσιο για το Νερό (Water Framework Directive-WFD) αποτελεί το λεγόμενο "τρίτο κύμα" της Ευρωπαϊκής Νομοθεσίας για τους υδατικούς πόρους, δεδομένου ότι συνδυάζει με ποικίλους τρόπους τα δύο προηγούμενα νομοθετικά πλαίσια. Πρώτα απ' όλα είναι άξιο αναφοράς το γεγονός ότι εισάγει μια ολοκληρωμένη μεθοδολογική προσέγγιση στη διαδικασία διαχείρισης των υδατικών πόρων, η οποία επιτυγχάνεται εντός των ορίων των λεκανών απορροής ποταμού και συνδέεται με αυτόν τον τρόπο για πρώτη φορά με γεωγραφικά και γεωμορφολογικά όρια, και όχι με διοικητικά. Επιπρόσθετα, ορίζεται ότι είναι αδύνατο να εξετάζεται το θέμα της ποιότητας του νερού, ξεχωριστά από άλλα θέματα, όπως είναι ο έλεγχος της ρύπανσης και η προστασία των υπόγειων υδάτων. Έμφαση θα πρέπει να δοθεί στο γεγονός πως όταν η Οδηγία 2000/60/ΕΚ τεθεί σε πλήρη εφαρμογή, θα αντικαταστήσει όλες τις προηγούμενες Οδηγίες που σχετίζονται με τη διαχείριση των υδάτων, οι οποίες είναι οι κάτωθι:

- Η Οδηγία για τη διαχείριση των αστικών υγρών αποβλήτων.
- Η Οδηγία για τα Νιτρικά.
- Η Οδηγία της ρύπανσης, που προκαλείται από ορισμένες επικίνδυνες ουσίες.
- Η Οδηγία για την ποιότητα των υδάτων κολύμβησης.
- Η Οδηγία για την απαιτούμενη ποιότητα των επιφανειακών υδάτων που προορίζονται για την παραγωγή πόσιμου νερού.
- Η Οδηγία για τις μεθόδους μέτρησης και τη συχνότητα δειγματοληψιών και ανάλυσης των επιφανειακών υδάτων που προορίζονται για την παραγωγή πόσιμου νερού.
- Η Οδηγία για την προστασία των υπόγειων υδάτων από τη ρύπανση που προέρχεται από ορισμένες επικίνδυνες ουσίες.
- Η Οδηγία για την ποιότητα των υδάτων που έχουν ανάγκη προστασίας ή βελτίωσης για τη διατήρηση της ζωής των ψαριών.
- Η Οδηγία για την απαιτούμενη ποιότητα των υδάτων για οστρακοειδή.
- Η Οδηγία για την ποιότητα του πόσιμου νερού.
- Η Οδηγία για την καθιέρωση κοινής διαδικασίας ανταλλαγής πληροφοριών για την ποιότητα των υδάτων.

- Η Οδηγία για την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης.
- Η Οδηγία για την προτεινόμενη οικολογική ποιότητα των υδάτων (European Commission, 2000).

Οι αρχικές διαδικασίες για τη σύνταξη της Οδηγίας-Πλαισίου για τα Ύδατα ξεκίνησαν το έτος 1995 με τη Συμφωνία της Περιβαλλοντικής Επιτροπής του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, του Συμβουλίου των Υπουργών Περιβάλλοντος της Ε.Ε. και της Ευρωπαϊκής Επιτροπής να αποτολμήσουν μια συνολική και ολιστική προσέγγιση στην πολιτική διαχείρισης των υδατικών πόρων (WWF, 2000). Μετά τη Συμφωνία αυτή, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή συνέταξε μια αρχική ανακοίνωση για τη νέα νομοθεσία στη διαχείριση των υδατικών πόρων. Σύμφωνα με την εν λόγω ανακοίνωση, οι πρωταρχικοί στόχοι της νέας νομοθεσίας συνοψίζονται στους εξής:

- Αντικατάσταση της υφιστάμενης νομοθεσίας με ένα πλήρες θεσμικό πλαίσιο.
- Καθιέρωση κοινών όρων στην ευρωπαϊκή πολιτική για το νερό.
- Ολοκληρωμένη διαχείριση των υδατικών πόρων²⁴.
- Ολοκληρωμένη Διαχείριση, η οποία θα λαμβάνει υπόψη, τόσο την ποιότητα, όσο και την ποσότητα των υδατικών πόρων.
- Ολοκληρωμένη Διαχείριση, η οποία θα λαμβάνει υπόψη, τόσο τους επιφανειακούς, όσο και τους υπόγειους υδατικούς πόρους.
- Αντιστοιχία των περιβαλλοντικών μέτρων και μεθόδων (για παράδειγμα έλεγχος της ρύπανσης) με περιβαλλοντικούς στόχους (για παράδειγμα διασφάλιση της ποιότητας του νερού).

Αξίζει να ειπωθεί ότι η απόφαση για την ολοκληρωτική μεταρρύθμιση της σχετικής με το νερό νομοθεσίας της Ε.Ε., έλαβε χώρα εντός ενός πλαισίου γρήγορων πολιτικών, οικονομικών και κοινωνικών εξελίξεων. Η αλλαγή του τρόπου θεώρησης, χρήσης και διαχείρισης του νερού, κατά τη διάρκεια των τελευταίων δύο δεκαετιών, οφείλεται κατά κύριο λόγο όπως αναφέρει ο (Τάτσης 2008) σε τρεις βασικούς παράγοντες:

- Ο πρώτος βασικός παράγων ήταν η ταχύτερη αύξηση του αριθμού των ατόμων που εμπλέκονται στη διαδικασία διαχείρισης των υδατικών πόρων, καθώς και η αναδιαμόρφωση του ρόλου καθενός από αυτούς. Ειδικότερα, οι

κοινωνικές σχέσεις ισχύος, οι διαμάχες και οι συγκρούσεις σε θέματα προσφοράς και ζήτησης νερού γίνονται ολοένα και περισσότερο σύνθετες και πολυεπίπεδες. Συχνά μάλιστα περιβάλλονται από ισχυρά οικονομικά συμφέροντα και έχουν άμεσες κοινωνικές και πολιτικές επιπτώσεις.

Έτσι λοιπόν η ανάπτυξη των αστικών περιοχών, με τη συνεπακόλουθη επέκταση της περιβαλλοντικής υποβάθμισης και την ανάγκη αξιοποίησης των υδατικών πόρων από ολοένα και μεγαλύτερες αποστάσεις (οι οποίες σημειώνεται ότι αρκετές φορές ξεπερνούν ακόμη και τα εθνικά σύνορα των κρατών-μελών), οδήγησε, τόσο σε τοπικές, όσο και σε διακρατικές συμφωνίες για την κοινή χρήση και διαχείριση των υδατικών πόρων. Πέραν αυτού, αποτέλεσε την αφορμή για τη δημιουργία νέων οργανισμών, που θα είναι αρμόδιοι για την τήρηση και επίβλεψη των εν λόγω συμφωνιών. Το σημαντικότερο όμως αποτέλεσμα της απελευθέρωσης, και κατά συνέπεια της συνεπακόλουθης διεθνοποίησης της αγοράς του νερού, πιθανώς να ήταν η εισαγωγή του ιδιωτικού τομέα, με τη μορφή ενός ισχυρού "παίκτη", στο αντικείμενο της διαχείρισης των υδατικών πόρων. Ακριβώς αυτή η διαδικασία της ιδιωτικοποίησης, έκανε αναγκαία μια ριζική θεσμική μεταρρύθμιση από την οποία προέκυψε ένα διαρκώς αυξανόμενο και περισσότερο σύνθετο σύστημα ενδιαφερόμενων φορέων και οργανισμών(κυρίως κυβερνητικών και βιομηχανικών), μέσω των οποίων θα πρέπει να ρυθμίζεται και να ελέγχεται η αγορά του νερού. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση της Μ. Βρετανίας, όπου η δομή του συστήματος διαχείρισης των υδατικών πόρων έγινε αρκετά πιο πολύπλοκη μετά την ιδιωτικοποίηση του ύδατος, το έτος 1989.

Οι επενδύσεις πλέον σε έργα υποδομής για την προσφορά του νερού δεν αποτελούν απλώς ένα τμήμα των κρατικών σχεδίων για την εκάστοτε αύξηση της κατανάλωσης του νερού, αλλά αποτελούν συγχρόνως ευκαιρίες για τη δημιουργία νέων αγορών, οι οποίες θα βασίζονται στους νόμους της αγοράς και θα ρυθμίζονται από νέες θεσμικές δομές.

- Ο *δεύτερος παράγοντας* της αλλαγής στον τρόπο θεώρησης, χρήσης και διαχείρισης του νερού αποτέλεσε ουσιαστικά άμεση συνέπεια και προέκταση του πρώτου, και συγκεκριμένα ήταν η σημαντική αύξηση των κέντρων εξουσίας και των επιπέδων λήψης αποφάσεων. Το πολυσύνθετο σύστημα των ενδιαφερόμενων φορέων και οργανισμών, οι οποίοι ήταν αρμόδιοι για τη διαχείριση των υδατικών πόρων σε εθνικό, υπερεθνικό (ευρωπαϊκό) και πλανητικό επίπεδο, μετατόπισε την πολιτική και οικονομική προσέγγιση, καθώς και τον τρόπο διαχείρισης από το τοπικό στο διεθνές επίπεδο. Σημειώνεται ότι αυτή η μετατόπιση απεικονίζει και ενισχύει την τάση σε διεθνές επίπεδο, για τον επαναπροσδιορισμό και τη μεταβολή της

διαβάθμισης των κέντρων εξουσίας, με την Ε.Ε. να συμπεριλαμβάνεται μεταξύ αυτών.

Η διαβάθμιση των κέντρων εξουσίας και αποφάσεων, οφείλεται με τη σειρά της σε μια ευρύτερη τάση μετατόπισης από το κεντρικό υπόδειγμα της κεντρικής, κρατικά καθοδηγούμενης και ελεγχόμενης διοίκησης, σε ένα μετα-κεντρικό υπόδειγμα διοίκησης, το οποίο βασίζεται σε κατακερματισμένες ομάδες λήψης αποφάσεων. Οι ομάδες αυτές σχηματίζουν μεταξύ τους επίσημους και άτυπους θεσμούς, οι οποίοι κατά τη διαδικασία λήψης των αποφάσεων, ξεπερνούν μερικές φορές τα εθνικά σύνορα. Εντούτοις, θα πρέπει να διευκρινισθεί ότι αυτό δε συνεπάγεται πως η κάθε ομάδα δεν έχει καθορισμένες αρμοδιότητες και δικαιοδοσίες, αλλά αντίθετα ότι οι συσχετισμοί των αρμοδιοτήτων σε κάθε θεσμό δεν είναι κάτι το στατικό, αλλά διαμορφώνονται και εξελίσσονται μέσα από τη συνεργασία των διαφόρων ομάδων.

Έτσι λοιπόν με τη Συνθήκη του Άμστερνταμ για παράδειγμα, πραγματοποιήθηκε πρόσφατα μια σημαντικότερη μετατόπιση των αρμοδιοτήτων μεταξύ του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου, των Υπουργών και του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου.

- Ο τελευταίος σημαντικός παράγοντας είναι η αυξημένη ευαισθητοποίηση για το περιβάλλον. Σημειώνεται ότι η προστασία του περιβάλλοντος αποτελούσε μια έννοια, σχεδόν ανύπαρκτη κατά τα πρώτα στάδια της βιομηχανικής αστικοποίησης, η οποία ωστόσο έχει μετεξελιχθεί σε μια εξέχουσα έννοια την τελευταία δεκαετία, στις περισσότερες συζητήσεις που αφορούν τα ζητήματα προσφοράς και διαχείρισης των υδατικών πόρων, σε όλα τα επίπεδα διακυβέρνησης (European Commission, 1992). Σε αυτή την κατεύθυνση, αξίζει να ειπωθεί ότι η κατασκευή ενός φράγματος σε μια χώρα της Ε.Ε. δεν μπορεί να γίνει αποδεκτή, παρά μόνο εάν συνοδεύεται από την αντίστοιχη μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων του έργου.

Στις μέρες μας έχει συσσωρευτεί μια ανεξάντλητη ποσότητα "κοινωνικού κεφαλαίου", η οποία επενδύεται στην αειφορική διαχείριση και προστασία του περιβάλλοντος. Το εν λόγω "κεφάλαιο" περιλαμβάνει Μη Κυβερνητικές Οργανώσεις (Non Governmental Organisations-NGOs), οργανισμούς και ομάδες πολιτών, οι οποίες δραστηριοποιούνται στην περιοχή της περιβαλλοντικής προστασίας.

Η εμφάνιση όλων των παραπάνω είχε ως επακόλουθο τη δημιουργία μιας παγκόσμιας ομάδας "διακεκριμένων περιβαλλοντολόγων", η οποία προσαρτήθηκε σε κυβερνητικές και μη κυβερνητικές οργανώσεις, καθώς και στον ιδιωτικό τομέα. Η θεματολογία και οι διαβουλεύσεις, μεταξύ των

διαφόρων περιβαλλοντικών ομάδων και οργανισμών έρχονται διαρκώς σε αντιπαράθεση με τα οικονομικά και πολιτικά ζητήματα που βρίσκονται στην ημερήσια διάταξη σε τοπικό, εθνικό και πλανητικό επίπεδο, Ιδιαίτερη μνεία θα πρέπει να δοθεί στο γεγονός ότι η ανάδειξη των εμπλεκόμενων φορέων, καθώς και των νέων θεσμών και τρόπων διακυβέρνησης είχαν σημαντικότερες συνέπειες στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων, καθώς και στις μεθόδους έκφρασης της πολιτικής συμφωνίας ή διαφωνίας. Με αυτόν τον τρόπο, μια νέα τακτική "πολιτικών πράξεων"(doing politics) προέκυψε, μέσω της οποίας η πολιτική δράση με την παραδοσιακή της μορφή (συγκεντρώσεις, οδοφράγματα και απεργίες) έδωσε τη θέση της στις διαδικασίες συμμετοχικού σχεδιασμού (Kearns, 1995).

2. Νομοθεσία για την ρύπανση των υδάτων

2008 Αποφ. 392
(ΦΕΚ479/Β/18.4.2008)

Απαγορευτικά, περιοριστικά και λοιπά ρυθμιστικά μέτρα για την προστασία και διαχείριση επιφανειακών και υπογείων υδάτων του Νομού Φωκίδας.

2007 Αποφ. 148 Περ. Κρήτης
(ΦΕΚ 303/Β/7.3.2007)

Περιοριστικά και λοιπά ρυθμιστικά μέτρα, στις χρήσεις και τη λειτουργία των έργων αξιοποίησης υδατικών πόρων, με στόχο την προστασία και τη διαχείριση του υδατικού δυναμικού της λεκάνης απορροής της Κρήτης.

2007 ΥΑ Αποφ. 8668
(ΦΕΚ 287/Β/2.3.2007)

Έγκριση Εθνικού Σχεδιασμού Διαχείρισης Επικίνδυνων Αποβλήτων (ΕΣΔΕΑ), σύμφωνα με το άρθρο 5 (παρ. Α) της υπ' αριθμ. 13588/725 κοινή υπουργική απόφαση «Μέτρα, όροι και περιορισμοί για τη διαχείριση επικίνδυνων αποβλήτων κ.λπ.» (Β' 383) και σε συμμόρφωση με τις διατάξεις του άρθρου 7 (παρ. 1) της υπ' αριθμ. 91/156/ΕΚ οδηγίας του Συμβουλίου της 18^{ης} Μαρτίου 1991. Τροποποίηση της υπ' αριθμ. 13588/725/2006 κοινή υπουργική απόφαση «Μέτρα όροι και περιορισμοί για την διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων... κ.λπ.» (Β' 383) και της υπ' αριθμ. 24944/1159/206 κοινή υπουργικής απόφασης «Έγκριση Γενικών Τεχνικών Προδιαγραφών για την διαχείριση επικίνδυνων αποβλήτων... κ.λπ.» (Β' 791).

2007 Π.Δ. 51/2007
(ΦΕΚ 54/Α/8.3.2007)

Καθορισμός μέτρων και διαδικασιών για την ολοκληρωμένη προστασία και διαχείριση των υδάτων σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ «για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων» του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23^{ης} Οκτωβρίου 2000.

2007 Αποφ. 2633
(ΦΕΚ 1591/Β/17.8.2007)

Απαγορευτικά, περιοριστικά και λοιπά ρυθμιστικά μέτρα για την προστασία και διαχείριση επιφανειακών και υπόγειων υδάτων του Νομού Σερρών.

2007 Αποφ.2358
(ΦΕΚ 1305/Β/26.7.2007)

Απαγορευτικά, περιοριστικά και λοιπά ρυθμιστικά μέτρα για την προστασία και διαχείριση επιφανειακών και υπογείων υδάτων του Νομού Θεσσαλονίκης.

2007 ΥΑ Αριθμ. ΥΠΕΧΩΔΕ/ΕΥΠΕ/οικ. 126880
(ΦΕΚ435/Β/29.3.2007)

Συμπλήρωση της υπ' αριθμ. Η.Π. 15393/2332/2002 (ΦΕΚ 1022/Β/5.8.2002) κοινής υπουργικής απόφασης, κατάταξη δημόσιων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες, σύμφωνα με το άρθρο 4 του ν. 1650/1986 (Α160) όπως αντικαταστάθηκε με το άρθρο 1 του ν. 3010/2002.

2007 ΥΑ ΔΥΓ2/Γ.Π. οικ. 38295
(ΦΕΚ 630/Β/26.4.2007)

Τροποποίηση της Υγειονομικής Διάταξης κοινής υπουργικής απόφασης Υ2/2600/2001 «Ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης», σε συμμόρφωση προς την οδηγία 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου της ΕΕ της 3^{ης} Νοεμβρίου 1998.

2006 ΥΑ 218642
(ΦΕΚ 985/Β/25.7.2006)

Λεπτομέρειες Εφαρμογής της υπ'αριθμ. 141608/20.12.2005 Απόφαση των Υπουργών Οικονομίας & Οικονομικών, Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης και Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων σε εφαρμογή του Γεωργοπεριβαλλοντικού Μέτρου 3.10 «Διαχείριση παραλίμνιων εκτάσεων της περιοχής του δικτύου ΦΥΣΗ 2000 Λίμνες Βόλβη-Κορώνεια (Α1220001)» του

Άξονα 3 του Εγγράφου Προγραμματισμού Αγροτικής Ανάπτυξης (ΕΠΑΑ) 2000-2006 (ΦΕΚ Β' 1996).

2006 ΥΑ 16175/824
(ΦΕΚ 530/Β/28.4.2006)

Πρόγραμμα Δράσης για την περιοχή του κάμπου θεσσαλονίκης- Πέλλας- Ημαθίας, που έχει χαρακτηριστεί ως ευπρόσβλητη ζώνη από τη νιτρορρύπανση γεωργικής προέλευσης σύμφωνα με το άρθρο 2 της υπ' αριθμ. 19652/1906/1999 κοινής υπουργικής απόφασης (Β' 1575), όπως αυτό συμπληρώθηκε με το άρθρο 2 (παραγ. β-.5) της υπ' αριθμ. 20419/2522/2001 κοινής υπουργικής απόφασης (Β' 1212).

2006 Αριθμ. Η.Π. 50982/2309
(ΦΕΚ 1894/Β/29.12.2006)

Πρόγραμμα Δράσης για την περιοχή της λεκάνης του Στρυμόνα, που έχει χαρακτηριστεί ως ευπρόσβλητη ζώνη από τη νιτρορρύπανση γεωργικής προέλευσης σύμφωνα με το άρθρο 2 της υπ. αρ. 19652/1906/1999 κοινής υπουργικής απόφασης (Β' 1575), όπως αυτό συμπληρώθηκε με το άρθρο 2 (παραγ. β-.5) της υπ. αριθ. 20419/2522/2001 κοινής υπουργικής απόφασης (Β'1212).

2006 Αριθμ. Η.Π. 24944/1159
(ΦΕΚ 791/Β/30.6.2006)

Έγκριση Γενικών Τεχνικών Προδιαγραφών για την διαχείριση επικίνδυνων αποβλήτων σύμφωνα με το άρθρο 5 (παρ. Β) της υπ' αριθμ. 13588/725 κοινή υπουργική απόφαση «Μέτρα όροι και περιορισμοί για την διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων κ.λπ.» (Β'383) και σε συμμόρφωση με τις διατάξεις του άρθρου 7 (παρ.1) της οδηγίας 91/156/ΕΚ του Συμβουλίου της 18^{ης} Μαρτίου 1991.

2006 Αποφ. ΓΥΓ2/53320
(ΦΕΚ 1255/Β/8.9.2006)

Χορήγηση παρεκκλίσεων σύμφωνα με την υπ' αριθμ. Υ2/2600/2001 κοινή υπουργική απόφαση για την «ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης».

2006 Αποφ. Η.Π 50981/2308
(ΦΕΚ1895/Β/29.12.2006)

Πρόγραμμα Δράσης για την περιοχή της πεδιάδας Άρτας - Πρέβεζας, που έχει χαρακτηριστεί ως ευπρόσβλητη ζώνη από τη νιτρορρύπανση γεωργικής προέλευσης σύμφωνα με το άρθρο 2 της υπ' αριθμ. 19652/1906/1999 κοινής υπουργικής απόφασης (Β' 1575), όπως αυτό συμπληρώθηκε με το άρθρο 2 (παραγ. β-5) της υπ' αριθμ. 20419/2522/2001 κοινής υπουργικής απόφασης (Β' 1212)».

2006 Αποφ. ΓΥΓ2/31265
(ΦΕΚ 1221/Β/5.9.2006)

Χορήγηση παρεκκλίσεων σύμφωνα με την Υ2/2600/2001 Κοινή υπουργική απόφαση για την «ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης».

2006 Αποφ. ΓΥΓ2/26414
(ΦΕΚ 1132/Β/21.8.2006)

Χορήγηση παρεκκλίσεων σύμφωνα με την υπ' αριθμ. Υ2/2600/2001 κοινή υπουργική απόφαση για την «ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης».

2005 Ν. 3393/2005
(ΦΕΚ 242/Α/4.10.2005)

Κύρωση της Διεθνούς Σύμβασης για την αστική ευθύνη για ζημία ρύπανσης από πετρέλαιο κίνησης, 2001.

2005 Αποφ. Η.Π. 35308/1838
(ΦΕΚ 1416/Β/12.10.2005)

Ειδικό πρόγραμμα μείωσης της ρύπανσης των νερών της λίμνης Κορώνειας από απορρίψεις ορισμένων επικίνδυνων ουσιών που υπάγονται στο Παράρτημα Ι παραγ. Β του άρθρου 6 της υπ' αριθμ. 2/1.2.2001 Πράξης Υπουργικού Συμβουλίου «Καθορισμός των κατευθυντήριων και οριακών τιμών ποιότητας των νερών από απορρίψεις ορισμένων επικίνδυνων ουσιών που υπάγονται στον κατάλογο ΙΙ της Οδηγίας 76/464/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 4^{ης} Μαΐου 1976» όπως τροποποιήθηκε με την υπ' αριθμ. 50388/2003 κοινή υπουργική απόφαση.

2005 Ν.3399/2005
(ΦΕΚ 255/Α/17.10.2005)

Ρυθμίσεις θεμάτων αρμοδιότητας του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων - Προσαρμογή στην νέα Κ.Α.Π. και άλλες διατάξεις.

2004 ΥΑ 37
(ΦΕΚ 1389/Β/10.9.2004)

Έγκριση του «Περιβαλλοντικού Κανονισμού Λειτουργίας Λιμένα Πειραιώς».

2003 Ν.3199/2003
(ΦΕΚ 280/Α/9.12.2003)

Προστασία και διαχείριση των υδάτων - Εναρμόνιση με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23^{ης} Οκτωβρίου 2000.

2003 ΥΑ Αριθ. 50388/2704/Ε
103 (ΦΕΚ866/Β/12.12.2003)

Τροποποίηση και συμπλήρωση της Πράξης ς Υπουργικού Συμβουλίου 2/1.2.2001 «Καθορισμός των κατευθυντήριων και οριακών τιμών ποιότητας των νερών από απορρίψεις ορισμένων επικίνδυνων ουσιών που υπάγονται στον Κατάλογο ΙΙ της οδηγίας 76/464/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 4^{ης} Μαΐου 1976».

2002 ΥΑ Αριθ. 2/14306/0022
(ΦΕΚ405/Β/3.4.2002)

Συμπλήρωση της 19661/1982/1999 κοινής υπουργικής απόφασης "Τροποποίηση της 5673/400/1997 κοινής υπουργικής απόφασης... κ.λπ." Κατάλογος ευαίσθητων περιοχών για την διάθεση αστικών λυμάτων σύμφωνα με το άρθρο 5 (παρ.1) της απόφασης αυτής (Β' 1811) και ειδικότερα του άρθρου 2 (παραγ.Β) αυτής.

2001 ΠΥΣ Αρ. Πράξης
2/1.2.2001 (ΦΕΚ 15/Α/2.2.2001)

Καθορισμός των κατευθυντήριων και οριακών τιμών ποιότητας των νερών από απορρίψεις ορισμένων επικίνδυνων ουσιών που υπάγονται στον Κατάλογο ΙΙ της οδηγίας 76/464/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 4^{ης} Μαΐου 1976.

2001 (ΦΕΚ 892/Β/11.7.2001)

Ποιότητα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης σε συμμόρφωση προς την Οδηγία 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου της ΕΕ της 3^{ης} Νοεμβρίου 1998.

2001 ΥΑ Αριθμ. Οικ. 4859/726
(ΦΕΚ 253/Β/9.3.2001)

Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία του υδατικού περιβάλλοντος από απορρίψεις και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών ορισμένων επικίνδυνων ουσιών που υπάγονται στον Κατάλογο ΙΙ της οδηγίας 76/464/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 4^{ης} Μαΐου 1976.

1997 ΥΑ Αριθ. Οικ.
16190/1335 (ΦΕΚ 519/Β/25.6.1997)

Μέτρα και όροι για την προστασία των νερών από τη νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης.

1996 Ν.2425/1996
(ΦΕΚ 148/Α/4.7.1996)

Κύρωση της Σύμβασης του ΟΗΕ για την προστασία και τη χρήση των διασυνοριακών υδάτων και των διεθνών λιμνών.

1996 Ν.2402/1996
(ΦΕΚ98/Α/4.6.1996)

Κύρωση Συμφωνίας μεταξύ της Κυβέρνησης της Ελληνικής Δημοκρατίας και της Κυβέρνησης της Δημοκρατίας της Βουλγαρίας για τα ύδατα του ποταμού Νέστου.

1995 ΠΔ 68/95
(ΦΕΚ48/Α/7.3.1995)

Αποδοχή τροποποιήσεων των Παραρτημάτων της Διεθνούς Σύμβασης 1972 «Περί προλήψεως ρυπάνσεως της θαλάσσης εξ' απορρίψεως καταλοίπων και άλλων υλών και άλλων τινών διατάξεων».

1994 Πράξη 255 Υπουργικού
Συμβουλίου της 13^{ης} Ιουλίου 1994 (ΦΕΚ 123/Α/21.7.1994)

Συμπλήρωση του Παραρτήματος του άρθρου 6 της υπ' αριθ. 73/29.6.1990 πράξης Υπουργικού Συμβουλίου «Καθορισμός των κατευθυντήριων και οριακών τιμών ποιότητας των νερών από απορρίψεις ορισμένων επικίνδυνων ουσιών που υπάγονται στον κατάλογο Ι του Παραρτήματος Α του άρθρου 6 της υπ' αριθμ. 144/2.11.1987 πράξης του Υπουργικού Συμβουλίου.

1994 ΥΑ Αριθ. 90461/2193
(ΦΕΚ843/Β/11.11.1994)

Συμπλήρωση του παραρτήματος του άρθρου 12 της υπ' αριθ. 55648/2210/1991 Κοινής Υπουργικής Απόφασης «Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών των επικίνδυνων ουσιών στα υγρά απόβλητα.

1994 Αριθ. ΔΥ/22374/91
(ΦΕΚ 82/Β/10.2.1994)

Όροι διαθέσεως των λυμάτων και υγρών βιομηχανικών αποβλήτων σε φυσικούς αποδέκτες και καθορισμός της ανώτερης τάξεως χρήσεως των υδάτων τους στο Νομό Θεσσαλονίκης.

1991 Αριθ. 55648/2210
(ΦΕΚ323/Β/13.5.1991)

Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών των επικίνδυνων ουσιών στα υγρά απόβλητα.

1990 Πράξη 73 της 29^{ης} Ιουνίου 1990
(ΦΕΚ90/Α/11.7.1990)

Καθορισμός των κατευθυντήριων και οριακών τιμών ποιότητας των νερών από απορρίψεις ορισμένων επικίνδυνων ουσιών, που υπάγονται στον κατάλογο Ι του Παραρτήματος Α του άρθρου 6 της αριθ. 144/2.11.1987 Πράξης του Υπουργικού Συμβουλίου.

1989 ΠΔ 256/89
(ΦΕΚ 121/Α/11.5.1989)

Άδεια χρήσης νερού.

1988 Απόφαση 5662/88
(ΦΕΚ464/Β/7.7.88)

Τροποποίηση όρων διάθεσης λυμάτων και υγρών βιομηχανικών αποβλήτων σε φυσικούς αποδέκτες: α) Θαλάσσια περιοχή Νομού Πιερίας, β) Αλιάκμονα ποταμό και καθορισμός των ανωτάτων επιτρεπτών ορίων ρυπαντών στο Νομό Πιερίας.

1988 ΚΥΑ18186/271
(ΦΕΚ 126/Β/3.3.1988)

Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών των επικίνδυνων ουσιών στα υγρά απόβλητα.

1987 Πράξη ΥΣ 144/2.11.1987
(ΦΕΚ 197/Α/11.11.1987)

Προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος από τη ρύπανση που προκαλείται από ορισμένες επικίνδυνες ουσίες που εκχέονται σ' αυτό και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών ποιότητας του νερού σε κάδμιο, υδράργυρο και εξαχλωροκυκλοεξάνιο.

1987 Ν. 1739/87
(ΦΕΚ201/Α/20.11.1987)

Διαχείριση των υδάτινων πόρων και άλλες διατάξεις.

986 ΥΑ 46399/1352/86
(ΦΕΚ438/Β/3.7.86).

Απαιτούμενη ποιότητα των επιφανειακών νερών που προορίζονται για: «πόσιμα», «κολύμβηση», «διαβίωση ψαριών σε γλυκά νερά» και «καλλιέργεια και αλιεία οστρακοειδών», μέθοδοι μέτρησης, συχνότητα δειγματοληψίας και ανάλυση των επιφανειακών νερών που προορίζονται για πόσιμα, σε συμμόρφωση με τις οδηγίες του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 75/440/ΕΟΚ, 76/160/ΕΟΚ, 78/659/ΕΟΚ, 79/293/ΕΟΚ και 79/869/ΕΟΚ.

686
ΦΕΚ 53/Β/20.2.1986

Ποιότητα του πόσιμου νερού, σε συμμόρφωση προς την οδηγία 80/778 οδηγία του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων της 15.7.80.

1986 Ν. 1650/86
702 (ΦΕΚ160/Α/16.10.1986)

Για την προστασία του περιβάλλοντος.

1983 ΥΑ Α5/2280/1983
(ΦΕΚ 720/Β/13.12.1983)

Προστασία των νερών που χρησιμοποιούνται για την ύδρευση της περιοχής Πρωτεύουσας από ρυπάνσεις και μολύνσεις.

1977 Ν. 743/1977
ΦΕΚ 319/Α/17.10.1977)

Περί προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος και ρυθμίσεως συναφών θεμάτων.

3. Η Οδηγία Πλαίσιο για τα Νερά

Με την Οδηγία Πλαίσιο 2000/60 τίθενται οι βάσεις, από θεσμική άποψη, για την ολοκληρωμένη διαχείριση των υδάτων ως προς την ποσότητα και την ποιότητα. Η 2000/60/ΕΚ αποτελεί σταθμό για τη βιώσιμη χρήση των υδάτων στην Ευρώπη. Πρόκειται για ένα τολμηρό και προοδευτικό κείμενο που επιδιώκει μακροπρόθεσμο όφελος, όχι μόνο για τους υδάτικούς πόρους, αλλά γενικότερα για την προστασία του περιβάλλοντος και τη βιώσιμη ανάπτυξη.

Η Οδηγία αναπτύχθηκε μέσα από την ανάγκη για ολοκληρωμένη διαχείριση του νερού που θα βασίζεται στις οικολογικές ανάγκες των υδάτινων οικοσυστημάτων και δε θα εξαντλείται στον καθορισμό ορίων ρύπων όπως ίσχυε με την παλαιότερη νομοθεσία. Συγκεκριμένα, η Οδηγία 2000/60:

- Εισάγει στο ευρωπαϊκό δίκαιο την έννοια της διαχείρισης του νερού με βάση τη Λεκάνη Απορροής Ποταμού (όχι διοικητικά όρια) καθώς και τον προσδιορισμό σε κάθε Κράτος – Μέλος ενοτήτων διαχείρισης των υδάτων επιμέρους περιοχών λεκανών απορροής με βάση υδρολογικά και υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά
- Εισαγεί τη λογική θέσπισης μετρήσιμων περιβαλλοντικών στόχων που βασίζονται στον καθορισμό συνθηκών αναφοράς για την επίτευξη της καλής οικολογικής κατάστασης, η οποία στηρίζεται όχι μόνο σε φυσικοχημικά και υδρομορφολογικά χαρακτηριστικά, και η οποία πρέπει με κατάλληλα μέτρα να διατηρηθεί ή να επανέλθει η ποιότητα των υδάτων με παράλληλη συστηματική παρακολούθηση της ποιότητας αυτής.
- Εισάγει την αρχή της συνδυασμένης προσέγγισης και της ανάκτησης του κόστους του νερού μέσω της υιοθέτησης πολιτικής τιμολόγησης της χρήσης του νερού, ενσωματώνοντας το περιβαλλοντικό κόστος λαμβάνοντας υπόψη και κοινωνικά δεδομένα

- Προβλέπει την υιοθέτηση διαδικασιών δημόσιας διαβούλευσης και κοινωνικής συμμετοχής στη φάση διαμόρφωσης των σχεδίων διαχείρισης των υδάτων

Αναλυτικότερα, τα κύρια θέματα που εισάγει η Οδηγία 2000/60 στη διαχείριση των υδάτων είναι τα ακόλουθα:

Η σαφής εισαγωγή της αντίληψης της προστασίας των υδάτων σε μια σειρά υδάτινων σωμάτων με γεωμορφολογική οντότητα όπως οι λίμνες, τα ποτάμια, τα μεταβατικά ύδατα, ο υδροφόρος ορίζοντας και η λεκάνη απορροής (άρθρο 4 «Περιβαλλοντικοί στόχοι» και άρθρο 2 «Ορισμοί»). Το νερό αυτό καθαυτό δεν αντιμετωπίζεται ως μεμονωμένος φυσικός πόρος, αλλά εκλαμβάνεται στα φυσικά πλαίσια στα οποία απαντάται. Σημαντική είναι η εισαγωγή των «παράκτιων υδάτων» σε ενιαίο σύστημα αντιμετώπισης («επιφανειακά ύδατα») μαζί με τις λίμνες, τα ποτάμια και τα μεταβατικά ύδατα: αν και τα παράκτια ύδατα σύμφωνα με τον ορισμό της § 7 του άρθρου 2 σαφώς δεν σχετίζονται με την ανθρωπογενή χρήση του νερού που υπονοείται στο άρθρο 5, η Οδηγία τα τοποθετεί στην ίδια κλίμακα σπουδαιότητας με τα εσωτερικά και μεταβατικά ύδατα εφόσον απαιτεί να ενταχθούν στις «πλησιέστερες ή προσφορότερες» λεκάνες απορροής ποταμού (άρθρο 3, §1).

Η θέσπιση ενός χρονικού ορίου («.....το αργότερο δεκαπέντε έτη μετά την ημερομηνία έναρξης ισχύος της παρούσας Οδηγίας...») εντός του οποίου τα συγκεκριμένα υδάτινα σώματα πρέπει να έχουν φτάσει σε «καλή οικολογική κατάσταση» (άρθρο 4 «Περιβαλλοντικοί στόχοι»).

Η οργάνωση της διαχείρισης του νερού σε επίπεδο υδρολογικής λεκάνης ποταμού (άρθρο 3 «Συντονισμός διοικητικών ρυθμίσεων σε περιοχές λεκάνης απορροής ποταμού»).

Η συνδυασμένη αντιμετώπιση της ποιότητας τόσο ως απόρροια «φυσικοχημικών» και «υδρομορφολογικών» παραμέτρων, όσο και βιολογικών ποιοτικών στοιχείων (άρθρο 4 «Περιβαλλοντικοί στόχοι» και Παράρτημα V/Πίνακας 1.2).

Η διαδικασία πολιτικής τιμολόγησης της χρήσης του νερού (άρθρο 9 «Ανάκτηση κόστους για υπηρεσίες ύδατος»).

Η συμμετοχή των πολιτών (άρθρο 14 «Πληροφόρηση του κοινού και διαβουλεύσεις»).

Ο βασικός λοιπόν στόχος της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Νερά που αφορά στην επίτευξη των διαχειριστικών στόχων σε όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης μέσω εφαρμογής κατάλληλων προγραμμάτων ορθής διαχείρισης των υδατικών πόρων σε κάθε υδατική περιφέρεια, προϋποθέτει την υλοποίηση διακριτών

ενδιάμεσων σταδίων, που ρητά αναφέρονται στην Οδηγία, με πρώτο βήμα την εναρμόνιση του εθνικού θεσμικού πλαισίου (Άρθρο 24).

Η υλοποίηση της οδηγίας σχετίζεται με δύο διακριτές φάσεις:

Φάση Α: Αναγκαίες ενέργειες και στάδια για τη σύνταξη των διαχειριστικών σχεδίων σε κάθε Υδατική Περιφέρεια (Χρονικός ορίζοντας βάσει του χρονοδιαγράμματος της Οδηγίας το έτος 2009)

Φάση Β: Σύνταξη και εφαρμογή πρώτου διαχειριστικού σχεδίου σε κάθε Υδατική Περιφέρεια – Έλεγχος επίτευξης των στόχων της Οδηγίας για πρώτη φορά (Χρονικός ορίζοντας βάσει του χρονοδιαγράμματος της Οδηγίας το έτος 2015)

Με την ολοκλήρωση του πρώτου διαχειριστικού σχεδίου και τον αρχικό έλεγχο για την επίτευξη των στόχων, οι επόμενες φάσεις υλοποίησης της Οδηγίας αφορούν σε εξαετείς κύκλους εφαρμογής επικαιροποιημένων διαχειριστικών σχεδίων και ελέγχου επίτευξης των στόχων.

Έτος	Υποχρέωση	Περιεχόμενο
2003	<i>Διοικητικές ρυθμίσεις</i>	Προσδιορισμός αρμόδιας αρχής διαχείρισης σε εθνικό επίπεδο και για κάθε περιοχή λεκάνης απορροής ποταμού
2004	<i>Ανάλυση χαρακτηριστικών λεκάνης απορροής ποταμού</i>	→ Ανάλυση χαρακτηριστικών λεκάνης απορροής ποταμού → Επισκόπηση των επιπτώσεων των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στην κατάσταση των επιφανειακών και των υπόγειων υδάτων → Οικονομική ανάλυση της χρήσης του νερού

Έτος	Υποχρέωση	Περιεχόμενο
	<i>Δημιουργία Μητρώου προστατευομένων περιοχών</i>	Υδατικά συστήματα που χρησιμοποιούνται (ή προορίζονται) για υδροληψία με σκοπό την ανθρώπινη κατανάλωση με μέση ημερήσια παροχή άνω των 10 m ³ (ή εξυπηρετούν άνω των 50 ατόμων) Περιοχές για την προστασία υδρόβιων ειδών με οικονομική σημασία Ύδατα αναψυχής Ευάλωτες ζώνες της 91/676 και ευαίσθητες περιοχές της 91/271 (ή άλλες ευαίσθητες σε θρεπτικές ουσίες) Περιοχές για την προστασία οικοτόπων ή ειδών (συμπεριλαμβανομένων εκείνων των 79/409 και 92/43)
2006	<i>Εφαρμογή προγραμμάτων παρακολούθησης της κατάστασης των υδάτων</i>	Επιφανειακά ύδατα: Όγκος και στάθμη (ή ρυθμός ροής), Οικολογική και χημική κατάσταση Υπόγεια ύδατα: Χημική και ποσοτική κατάσταση Προστατευόμενες περιοχές Συμπλήρωση με ειδικές προδιαγραφές που ισχύουν
	<i>Διαδικασία πληροφόρησης</i>	Έναρξη της διαδικασίας πληροφόρησης του κοινού και των διαβουλεύσεων στο πλαίσιο της διαμόρφωσης του σχεδίου διαχείρισης λεκάνης απορροής ποταμού (Χρονοδιάγραμμα & Πρόγραμμα εργασιών)
2007	<i>Διαδικασία πληροφόρησης</i>	Ενδιάμεση επισκόπηση των σημαντικών ζητημάτων διαχείρισης των υδάτων
2008	<i>Διαδικασία πληροφόρησης</i>	Αντίγραφο του προσχεδίου διαχείρισης λεκάνης απορροής ποταμού
2009	<i>Σχέδια Διαχείρισης λεκανών απορροής ποταμού</i>	Ολοκλήρωση και δημοσίευση Σχεδίων Διαχείρισης λεκανών απορροής ποταμού
	<i>Προγράμματα μέτρων</i>	Κατάρτιση προγραμμάτων μέτρων: για την εφαρμογή της νομοθεσίας για την προστασία των υδάτων, για την ανάκτηση κόστους, για την προαγωγή της βιώσιμης και αποτελεσματικής χρήσης νερού, για το πόσιμο νερό, για έλεγχο των αντλήσεων και της ανατροφοδότησης των συστημάτων

Έτος	Υποχρέωση	Περιεχόμενο
		υπόγειων υδάτων κλπ.
2010	<i>Ανάκτηση κόστους για υπηρεσίες ύδατος</i>	Εφαρμόζεται ανάκτηση κόστους των υπηρεσιών ύδατος, συμπεριλαμβάνοντας το κόστος για το περιβάλλον και τους φυσικούς πόρους, στη βάση της αρχής «ο ρυπαίνων πληρώνει». Οι στόχοι είναι οι πολιτικές τιμολόγησης να παρέχουν επαρκή κίνητρα στους χρήστες για να χρησιμοποιούν αποτελεσματικά τους υδάτινους πόρους και το κόστος να επιμερίζεται κατάλληλα στις διάφορες χρήσεις (βιομηχανία, νοικοκυριά, γεωργία).
2012	<i>Προγράμματα μέτρων Συνδυασμένος έλεγχος σημειακών και διάχυτων πηγών</i>	Εφαρμογή προγραμμάτων μέτρων Έλεγχος εκπομπών βάσει καλύτερων διαθέσιμων τεχνικών, οριακές τιμές εκπομπής, έλεγχοι για διάχυτες επιπτώσεις, συμπεριλαμβανομένων των βέλτιστων περιβαλλοντικών πρακτικών
2015	<i>Ολοκλήρωση Α' φάσης εφαρμογής της Οδηγίας</i>	Επίτευξη καλής κατάστασης Αναθεώρηση προγραμμάτων μέτρων Αναθεώρηση Σχεδίων Διαχείρισης λεκανών απορροής ποταμού

Συνοπτικό χρονοδιάγραμμα υλοποίησης των απαιτήσεων της Οδηγίας 2000/60

4. Ενσωμάτωση της Οδηγίας 2000/60 στο Εθνικό Δίκαιο

Η καταρχήν μεταφορά των απαιτήσεων της Οδηγίας 2000/60 στο εθνικό νομικό πλαίσιο γίνεται με τον Ν. 3199/03 (ΦΕΚ 280/Α/9-12-2003) με τον οποίο πραγματοποιούνται ορισμένα σημαντικά βήματα. Πιο συγκεκριμένα:

- Με το άρθρο 3 ιδρύεται η Εθνική Επιτροπή Υδάτων και συστήνεται το Εθνικό Συμβούλιο Υδάτων (το τελευταίο συγκροτήθηκε με την Απόφαση ΥΠΕΧΩΔΕ αρ. 34685/ 6.12.2005)
- Με το άρθρο 4 δημιουργείται Κεντρική Υπηρεσία Υδάτων (ΚΥΥ) σε επίπεδο Ειδικής Γραμματείας στο Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. (ΚΥΑ αρ. οικ. 49139 (ΦΕΚ 1695/Β/2.12.2005))

- Με το άρθρο 5 συγκροτούνται οι Περιφερειακές Διευθύνσεις Υδάτων, οι οποίες θεσμοθετήθηκαν με την ΚΥΑ αρ. οικ. 47630 (ΦΕΚ 1688/Β/1.12.2005).
- Με το άρθρο 12, τίθεται σαφώς το ζήτημα της ανάκτησης κόστους των υπηρεσιών ύδατος στις διάφορες χρήσεις
- Με το άρθρο 14, προβλέπονται ποινικές κυρώσεις «σε όποιον προκαλεί κυρώσεις ή υποβαθμίζει με άλλον τρόπο τα ύδατα»

5. Η παρούσα κατάσταση

Από τη μέχρι σήμερα πορεία προσαρμογής της εθνικής νομοθεσίας στις απαιτήσεις της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Νερά 2000/60, προκύπτουν ορισμένα συμπεράσματα σχετικά με αποκλίσεις ή καθυστερήσεις που επισημαίνονται στη συνέχεια:

1. Ως αρμόδιες αρχές σε κάθε περιοχή λεκάνης απορροής ποταμού έχουν ορισθεί οι Διευθύνσεις Υδάτων της κάθε διοικητικής Περιφέρειας, στην περίπτωση δε που μια λεκάνη απορροής ποταμού εκτείνεται στα διοικητικά όρια περισσότερων Περιφερειών οι αρμοδιότητες ασκούνται από κοινού. Η επιλογή αυτή, να ορισθούν δηλαδή αρχές με βάση όχι φυσικά γεωγραφικά αλλά διοικητικά όρια, δεν είναι, κατά την εκτίμηση του μελετητή, σε απόλυτη αρμονία με το πνεύμα της Οδηγίας και μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις να οδηγήσει σε άσκοπες γραφειοκρατικές εμπλοκές.
2. Δεν έχει γίνει η ανάλυση των χαρακτηριστικών για κάθε περιοχή λεκάνης απορροής ποταμού, η επισκόπηση των επιπτώσεων των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στην κατάσταση των επιφανειακών και των υπόγειων υδάτων και η οικονομική ανάλυση της χρήσης του νερού, που θα έπρεπε να έχει ολοκληρωθεί το αργότερο 4 έτη από την ημερομηνία έναρξης ισχύος της Οδηγίας, δηλαδή μέχρι τις 22-12-2004. Στο πλαίσιο της συγκεκριμένης εργασίας καλύπτεται σε μεγάλο αυτό η απαίτηση αυτή.
3. Δεν έχει δημιουργηθεί το Μητρώο προστατευόμενων περιοχών. Η ολοκλήρωση του Μητρώου προστατευόμενων περιοχών έπρεπε να είχε γίνει μέχρι τις 22-12-2004. Την προθεσμία αυτή υπενθυμίζει και ο Ν3199 στο άρθρο 4 (παρ. 1ι): ...«Η Κεντρική Υπηρεσία Υδάτων καταρτίζει το Εθνικό Μητρώο προστατευόμενων περιοχών έως 22.12.2004». Επίσης, ο Ν3199 αναφέρει ρητά ότι: ...«Με το ΠΔ που προβλέπεται στην παρ.1 του Άρθρου 15 (το οποίο ακόμα δεν έχει εκδοθεί) καθορίζεται αναλυτικά το

περιεχόμενο του Μητρώου». Στο πλαίσιο της συγκεκριμένης εργασίας καλύπτεται η απαίτηση αυτή.

4. Δεν έχουν καθορισθεί τα ύδατα που χρησιμοποιούνται για την απόληξη πόσιμου ύδατος και δεν έχουν προσδιορισθεί σαφή κριτήρια καθορισμού των «ζωνών ασφαλείας», υποχρέωση που απορρέει και από την Οδηγία 98/83.
5. Δεν έχει διαμορφωθεί καμία μεθοδολογία διενέργειας «οικονομικής ανάλυσης». Ο Ν. 3199 (άρθρο 12γ) αναφέρει ότι πραγματοποιείται οικονομική ανάλυση, που διενεργείται σύμφωνα με όσα ορίζονται στο ΠΔ της παρ. 1 του άρθρου 15 του Νόμου που θα ενσωματώσει στο εθνικό δίκτυο όλα τα παραρτήματα της Οδηγίας 2000/60 και θα εξειδικεύει το περιεχόμενο των Σχεδίων Διαχείρισης των λεκανών απορροής ποταμών. Το ίδιο Προεδρικό Διάταγμα οφείλει να διευκρινίζει επιπλέον βασικούς όρους όπως «οικολογική κατάσταση», «καλή οικολογική κατάσταση» και «καλό οικολογικό δυναμικό». Στην παρούσα φάση βρίσκεται σε διαδικασία διαβούλευσης μεταξύ των συναρμόδιων υπουργείων Σχέδιο Προεδρικού Διατάγματος για την εφαρμογή διατάξεων του Ν. 3199/2003.

Η Οδηγία Πλαίσιο για τα Νερά 2000/60/ΕΕ αποτελεί μία ολιστική και καινοτόμο προσπάθεια προστασίας και διαχείρισης των Υδατικών Πόρων που προέκυψε μετά από μία μακροχρόνια περίοδο συζητήσεων και διαπραγματεύσεων μεταξύ των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Οι «νεωτερισμοί» της οδηγίας είναι:

- Η εφαρμογή ολοκληρωμένης διαχείρισης των υδατικών πόρων σε επίπεδο λεκάνης απορροής.
- Η εφαρμογή της αρχής της αυτονομίας.
- Η εφαρμογή μιας συνδυασμένης προσέγγισης για τον έλεγχο της ρύπανσης καθορίζοντας τόσο όρια εκπομπών ρύπων όσο και στόχους για την επίτευξη της επιθυμητής ποιότητας των υδατινών σωμάτων (επιφανειακών, μεταβατικών, παράκτιων και υπόγειων).
- Η εφαρμογή τιμολογιακής πολιτικής στις διαφορετικές χρήσεις του νερού.
- Η συμμετοχή του κοινού στη λήψη αποφάσεων για την διαχείριση υδατινών πόρων.

Η Οδηγία δημιουργεί ένα πλαίσιο για την προστασία όλων των υδατινών σωμάτων, (επιφανειακών, μεταβατικών, παράκτιων και υπόγειων), όπως διαφαίνονται από το πρώτο άρθρο της, ώστε:

- Να αποτρέπεται η περαιτέρω υποβάθμιση της ποιότητας των υδάτων και να προστατεύονται και βελτιώνονται οι υδατικοί πόροι.
- Να προωθείται η βιώσιμη διαχείριση των υδάτων, μέσω της μακροπρόθεσμης προστασίας των υδατικών πόρων.
- Να υποβοηθείται η βελτίωση του υδατινού περιβάλλοντος μέσω εφαρμογής συγκεκριμένων μέτρων για τη σταδιακή μείωση της απόρριψης ρυπαντικών ουσιών προτεραιότητας και την εξάλειψη της απόρριψης επικίνδυνων ρυπαντικών ουσιών προτεραιότητας.
- Να εξασφαλίζεται η προοδευτική μείωση της ρύπανσης των υπόγειων υδάτων και να αποτρέπεται η περαιτέρω ρύπανσή τους.
- Να υποβοηθείται η αντιμετώπιση των επιπτώσεων ακραίων φαινομένων πλημμυρών και ξηρασίας.

Ο βασικός λοιπόν στόχος της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Νερά που αφορά στην επίτευξη των διαχειριστικών στόχων σε όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης μέσω εφαρμογής κατάλληλων προγραμμάτων ορθής διαχείρισης των υδατικών πόρων σε κάθε υδατική περιφέρεια, προϋποθέτει την υλοποίηση διακριτών ενδιάμεσων σταδίων, που ρητά αναφέρονται στην Οδηγία, με πρώτο βήμα την εναρμόνιση του εθνικού θεσμικού πλαισίου (Άρθρο 24).

Η υλοποίηση της οδηγίας σχετίζεται με δύο διακριτές φάσεις:

Φάση Α: Αναγκαίες ενέργειες και στάδια για τη σύνταξη των διαχειριστικών σχεδίων σε κάθε Υδατική Περιφέρεια (Χρονικός ορίζοντας βάσει του χρονοδιαγράμματος της Οδηγίας το έτος 2009)

Φάση Β: Σύνταξη και εφαρμογή πρώτου διαχειριστικού σχεδίου σε κάθε Υδατική Περιφέρεια – Έλεγχος επίτευξης των στόχων της Οδηγίας για πρώτη φορά (Χρονικός ορίζοντας βάσει του χρονοδιαγράμματος της Οδηγίας το έτος 2015)

Με την ολοκλήρωση του πρώτου διαχειριστικού σχεδίου και τον αρχικό έλεγχο για την επίτευξη των στόχων, οι επόμενες φάσεις υλοποίησης της Οδηγίας αφορούν σε εξαετείς κύκλους εφαρμογής επικαιροποιημένων διαχειριστικών σχεδίων και ελέγχου επίτευξης των στόχων.

Για λόγους που σχετίζονται με την πρακτική εφαρμογή και τον έλεγχο εφαρμογής της Οδηγίας, όλα τα νερά θα πρέπει να συγκροτηθούν σε «υδάτινα σώματα» (ΥΣ) (κατά τη μετάφραση της Οδηγίας, ο όρος «water body», αποδόθηκε στα ελληνικά ως «σύστημα υδάτων»), τα οποία αποτελούν

«διακριτά και σημαντικά» στοιχεία νερού, για τα οποία θα πρέπει να επιτευχθούν οι περιβαλλοντικοί στόχοι της Οδηγίας.

Η διακριτοποίηση των υδατινών σωμάτων γίνεται μέσω εφαρμογής κριτηρίων σχετικών με τα γεωγραφικά και υδρομορφολογικά χαρακτηριστικά τους και με το αν το υδάτινο σώμα είναι τεχνητό (ΤΥΣ) ή ιδιαιτέρως τροποποιημένο (ΙΤΥΣ). Μία άλλη ομάδα κριτηρίων σχετίζεται με την κατάσταση των υδατινών σωμάτων, η οποία έχει άμεση σχέση με την ανάλυση πιέσεων και επιπτώσεων, ενώ παράλληλα προστατευόμενες περιοχές ή υδάτινα σώματα τα οποία έχουν σαφώς διαφορετική χρήση, αποτελούν επίσης διακριτά στοιχεία νερού.

Διακριτότητα και σημαντικότητα: Ένα διακριτό τμήμα ποταμού, ρέματος, ή τμήμα παράκτιων υδάτων είναι δυνατόν να αποτελεί ένα υδάτινο σώμα. Οι έννοιες της διακριτότητας και της σημαντικότητας δίνουν μια αρχική κατεύθυνση για την διάκριση αυτή, που είναι σαφές ότι δεν πρέπει να είναι αυθαίρετη.

Σύμφωνα με τα καθοδηγητικά κείμενα της οδηγίας, διακριτά είναι τα επιφανειακά υδάτινα σώματα όταν:

- Δεν επικαλύπτονται μεταξύ τους
- Δεν αποτελούνται από στοιχεία επιφανειακών υδατινών σωμάτων τα οποία δεν είναι διαδοχικά
- Ανήκουν σε μία κατηγορία υδατινού σώματος (δηλ. λίμνη, ποταμός, παράκτια νερά, μεταβατικά νερά)
- Ανήκουν σε ένα τύπο με βάση την τυπολογία

Το τελευταίο κριτήριο που είναι και το σημαντικότερο, προκύπτει από τους στόχους της ίδιας της διάκρισης υδατινών σωμάτων, βάσει των οποίων ένα υδάτινο σώμα πρέπει να ανήκει σε ένα τύπο με βάση την τυπολογία που θα προταθεί για την διαφοροποίησή των υδατινών σωμάτων σε διαφορετικούς τύπους. (παράρτημα II 1.1 (ii) της οδηγίας).

Γεωμορφολογικά και Υδρομορφολογικά χαρακτηριστικά: Τα εν λόγω χαρακτηριστικά πρέπει να αξιοποιούνται κατά την διάκριση των υδατινών σωμάτων. Ενδεικτικά αναφέρεται πως η συμβολή δύο τμημάτων ενός ποταμού (παραποτάμων) μπορεί να είναι ένα σαφές σημείο διάκρισης των επιφανειακών υδατινών σωμάτων. Όμως, αν και δεν αναφέρεται καθαρά στον ορισμό του υδατινού σώματος διαφαίνεται από άλλα στοιχεία της οδηγίας ότι και τμήματα λιμνών ή τμήματα μεταβατικών υδάτων μπορεί να αποτελέσουν διακριτά υδάτινα σώματα, για παράδειγμα, εφόσον ανήκουν σε διαφορετικούς τύπους. Μια λίμνη για παράδειγμα που αποτελείται από ένα σαφώς διακριτό ρηχό

τμήμα και ένα βαθύτερο με διαφορετικά τυπολογικά χαρακτηριστικά μπορεί να διακριθεί σε δύο υδάτινα σώματα.

ITYΣ και TYΣ: Η ύπαρξη ισχυρώς τροποποιημένων ή τεχνητών υδατίνων σωμάτων, μπορεί επίσης να αποτελέσει κριτήριο για την διάκριση επιμέρους υδατίνων σωμάτων. Για παράδειγμα, (όπως αναφέρεται και στο καθοδηγητικό κείμενο) εξαιτίας της ύπαρξης ενός «διευθετημένου» τμήματος στο μήκος ενός ποταμού προκύπτει η ανάγκη της διάκρισης επιμέρους υδατίνων σωμάτων, ώστε το «ισχυρώς τροποποιημένο» να αποτελεί διακριτό υδάτινο σώμα.

Οικολογική κατάσταση: Ειδικότερα σε ότι αφορά την κατάσταση των υδατίνων σωμάτων, η αδυναμία διάκρισής τους βάσει του κριτηρίου αυτού, δυσκολεύει την παρακολούθηση της επιτυχίας της εφαρμογής της οδηγίας συνολικά. Ενδεικτικά αναφέρεται πως αν ένας ποταμός έχει τρία διακριτά τμήματα το καθένα από τα οποία παρουσιάζει σημαντικά διαφορετική κατάσταση που μπορεί με σαφήνεια να διακριθεί, (δηλαδή ένα τμήμα με υψηλή οικολογική κατάσταση, ένα τμήμα με καλή οικολογική κατάσταση και ένα τμήμα με μέτρια οικολογική κατάσταση), αντιμετωπιστεί ως ενιαίο υδάτινο σώμα, τότε χάνεται η δυνατότητα παρακολούθησης και διατήρησης της υψηλής οικολογικής κατάστασης στο αντίστοιχο τμήμα. Αντίθετα, αν επιλεγεί σε αυτή την περίπτωση ως διαχειριστικός στόχος για όλο το ποτάμι η μέση τιμή της οικολογικής κατάστασής του, τότε χάνεται ξανά η δυνατότητα προστασίας του τμήματος με την υψηλότερη οικολογική κατάσταση, ενώ ταυτόχρονα καταστρατηγείται μία από τις βασικές αρχές της Οδηγίας περί διατήρησης της ποιότητας των υδάτων.

Με βάση την λογική της διάκρισης υδατίνων σωμάτων εξαιτίας της διαφορετικής οικολογικής τους κατάστασης προκύπτει μια σειρά «παράγωγων» κριτηρίων, τα οποία αφορούν στην ύπαρξη προστατευόμενων περιοχών (διαφορετικοί διαχειριστικοί στόχοι - απαίτηση για επιμέρους διαχειριστικά μέτρα), στην ύπαρξη διαφορετικών – θεσμοθετημένων ή κυρίαρχων χαρακτηριστικών χρήσεων νερού (διαφοροποίηση ποιοτικών και διαχειριστικών στόχων) και στην διαφοροποίηση των πιέσεων (άμεση σχέση με την οικολογική κατάσταση του υδατινού σώματος).

Η διάκριση σε υδάτινα σώματα, ως το πρώτο ουσιαστικό βήμα για την θέσπιση των στόχων και την οργάνωση των διαχειριστικών σχεδίων των λεκανών, αποτελεί ουσιαστικά μια επαναληπτική διαδικασία με την δυνατότητα αναθεωρήσεων. Αξίζει να επισημανθεί πως η διάκριση επιμέρους υδατίνων σωμάτων για κάθε διαφορετική καταγεγραμμένη κατάσταση, θα δημιουργούσε

διαχειριστικά προβλήματα, καθώς θα είχε ως αποτέλεσμα πολλαπλάσιο αριθμό υδατίνων σωμάτων, χωρίς να βοηθά στην γενικότερη επίτευξη των στόχων της οδηγίας. Στις περιπτώσεις αυτές προτείνεται η ομαδοποίηση υδατίνων σωμάτων με αποτέλεσμα την αποφυγή τέτοιων προβλημάτων, ιδιαίτερα για πολύ μικρά υδάτινα σώματα.

6. Δίκτυα παρακολούθησης των υδάτων

Σύμφωνα με την Οδηγία Πλαίσιο για τα Ύδατα, σε λεκάνη απορροής ποταμού πρέπει να υπάρχει συνεκτική και συνολική εικόνα για την κατάσταση στην οποία βρίσκονται τα ύδατα της. Η κατάσταση των υδάτων μπορεί να δοθεί με την εγκατάσταση και την κατ' επέκταση χρήση δικτύων παρακολούθησης των υδάτων. Η επίτευξη της ολοκληρωμένης παρακολούθησης επιτυγχάνεται μέσω της παρακολούθησης των επιφανειακών υδάτων, των υπογείων υδάτων και των προστατευόμενων περιοχών.

7. Επιφανειακά ύδατα

Το Εθνικό δίκτυο παρακολούθησης της ποιότητας των επιφανειακών νερών της Ελλάδας οργανώθηκε και λειτουργεί για τη συστηματική παρακολούθηση της ποιότητας του συνόλου των επιφανειακών νερών της χώρας. Για την παρακολούθηση αυτή, λειτουργούν συνολικά 15 εργαστήρια στα 14 Υδατικά Διαμερίσματα. Η δειγματοληψία γίνεται μια φορά το μήνα και ελέγχονται 157 παράμετροι σε 196 σταθμούς δειγματοληψίας.

Τα σημεία του δικτύου παρακολούθησης των επιφανειακών υδάτων της περιφέρειας της Θεσσαλίας είναι 34 τον αριθμό, εκ των οποίων τα 31 βρίσκονται στον Πηνειό, τους παραποτάμους του και τη λίμνη Κάρλα.

Ειδικότερα τα σημεία κατά μήκος του Πηνειού είναι τα εξής: οι γέφυρες Φωτάδας, Καραβοπορου, Μεγάλων Καλυβίων, Αγναντερού, Κεραμιδίου, της Πηνειάδας, Ιτέας, Πυργετού, η ΔΕΥΑΛ, το φράγμα Ζάχαρης, το Κουλούρι και η Κουλούρα. Σημεία κατά μήκος του Τιταρήσιου είναι: το Κεφαλόβρυσο, η Ελασσόνα, το Κουτσόχερο και η Ροδιά. Σημεία κατά μήκος του Ενιπέα και του Καλεντζη έχουν τοποθετηθεί: στον Βλοχό, το Κεραμίδι, την Καρδίτσα και το Μακρυχώρι. Σημεία κατά μήκος του Ληθαίου ποταμού έχουν τοποθετηθεί στην Θεόπετρα, στα Τρίκαλα και στις Καρυές. Από τα υπόλοιπα 8 σημεία του δικτύου παρακολούθησης, τα 7 έχουν τοποθετηθεί στην περιοχή Ασμάκι και 1 στον ταμιευτήρα της Κάρλας.

Το Εθνικό Δίκτυο Παρακολούθησης της Ποιότητας των Επιφανειακών Νερών, το οποίο λειτουργεί από το 1988 και έχει οργανωθεί από το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, παρακολουθεί την ποιότητα των επιφανειακών νερών της Χώρας, κυρίως ως προς τη χημική τους κατάσταση.

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που μετρώνται είναι παράμετροι όπως: το pH, η παροχή, η θερμοκρασία, τα χλωριόντα, τα θειικά, τα ανθρακικά, το νάτριο, το μαγνήσιο, το ασβέστιο, η σκληρότητα, το διαλυμένο οξυγόνο, τα νιτρικά, τα αμμωνιακά, ο φώσφορος, BOD, COD, TOC και κάποια βαρέα μέταλλα.

Το βασικό πρόβλημα που παρουσιάζει το δίκτυο παρακολούθησης υδάτων της χώρας είναι το γεγονός ότι οι μετρήσεις πραγματοποιούνται από πολλούς και διαφορετικούς φορείς. Το ΥΠΕΧΩΔΕ λαμβάνει μετρήσεις από το Υπουργείο Γεωργίας, από το Ελληνικό Κέντρο Θαλασσίων Ερευνών, από Πανεπιστημιακά Ιδρύματα και άλλους φορείς. Συνεπώς ο μεγάλος αριθμός των φορέων οδηγεί σε συλλογή πλήθους πληροφοριών μέχρι τώρα που λαμβάνεται σε ετεροχρονισμένα χρονικά διαστήματα, και επίσης οδηγεί στη διάθεση χρονοσειρών διαφορετικών και μερικώς ή καθόλου συγκρίσιμων τιμών.

Ένα ακόμη πρόβλημα που πιθανότατα παρουσιάζεται στα αποτελέσματα των αναλύσεων είναι οι διαφορετικοί τρόποι ανάλυσης των δειγμάτων αλλά και το προσωπικό που επιλέγεται για την εργασία αυτή. Το γεγονός ότι δεν υπάρχει προσωπικό κατάλληλα εκπαιδευμένο οδηγεί πολλές φορές σε λάθη και συνεπώς αποτελέσματα αμφιβόλου ποιότητας.

8. Υπόγεια ύδατα

Κατά την περίοδο άρδευσης του 2000 το ΕΘΙΑΓΕ πραγματοποίησε μία καταγραφή των νιτρικών και αμμωνιακών μορφών του αζώτου, σε συνάρτηση με την εποχιακή διακύμανση, η οποία αφορούσε 302 γεωτρήσεις. Όμως, κρίθηκε αναγκαίο να βελτιωθεί ο συνταχθείς χάρτης επικινδυνότητας της νιτρορρύπανσης των υπόγειων νερών της Θεσσαλίας, επειδή ο προηγούμενος αντίστοιχος χάρτης αν και στηριζόταν σε ένα δίκτυο με ικανό αριθμό θέσεων παρατήρησης, έπρεπε σε ορισμένες περιοχές να γίνει πυκνότερο. Συνεπώς το έτος 2001 προστέθηκαν άλλα 42 σημεία δειγματοληψίας. Λήφθηκαν δείγματα στην αρχή και το τέλος της αρδευτικής περιόδου και αξιοποιήθηκαν δεδομένα του ΙΧΤΕΛ (ανήκει στο ΕΘΙΑΓΕ) και της ΔΕΥΑΛ για να υπάρξει μεγαλύτερη ακρίβεια και αξιοπιστία ως προς την εξέταση των υπογείων υδάτων σε σχέση με το φαινόμενο της νιτρορρύπανσης στην περιοχή της Θεσσαλίας.

viii. Σχεδιασμός επίλυσης προβλήματος

Η Οδηγία Πλαίσιο για τα ύδατα αποτελεί την πλέον ολοκληρωμένη προσέγγιση για τη διαχείριση των υδατικών πόρων. Το γεγονός ότι η εφαρμογή αυτής εστιάζεται σε επίπεδο λεκάνης απορροής συμβάλλει στην ορθολογική διαχείριση των διεργασιών που λαμβάνουν χώρα στο σύστημα της υδρολογικής λεκάνης με γνώμονα τη διαχρονική συντήρηση της ζωής σε αυτή.

Βέβαια, η Οδηγία – Πλαίσιο για τα ύδατα δεν αποτελεί πανάκεια για την επίλυση προβλημάτων που άπτονται της διαχείρισης ενός υδατικού συστήματος. Η εφαρμογή της απαιτεί τη συνεργασία μεταξύ ενός μεγάλου αριθμού επιστημόνων διαφορετικού επιστημονικού υποβάθρου, του συνόλου των εμπλεκόμενων φορέων καθώς και του κοινού. Ο συντονισμός όλων των προηγούμενων θα εξασφαλίσει τη διατήρηση και την προστασία του υδατικού οικοσυστήματος καθώς και θα θέσει τις βάσεις για την αιεφόρο ανάπτυξη της ευρύτερης περιοχής.

Η προσέγγιση των υδατικών συστημάτων μέσα από την Οδηγία - Πλαίσιο θα συμβάλει ώστε να δημιουργηθεί μια πλήρης εικόνα της υφιστάμενης κατάστασης των υδατικών συστημάτων. Αυτό επετεύχθη με τη δημιουργία βάσεων δεδομένων για κάθε λεκάνη απορροής, οι οποίες περιέχουν πληροφορίες για τα φυσικά, κοινωνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά της λεκάνης αλλά και στοιχεία που σχετίζονται με τις εξωγενείς πιέσεις που δέχεται αυτή. Η κατασκευή μιας βάσης δεδομένων αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα στη διαχείριση μιας λεκάνης. Όσο το δυνατόν πληρέστερη είναι η εκάστοτε βάση δεδομένων τόσο αποτελεσματικότερη είναι η χρήση αυτής. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα ύπαρξης μιας βάσης δεδομένων έγκειται στο γεγονός της δημιουργίας διαχειριστικών σεναρίων βάσει αξιόπιστων δεδομένων τόσο σε επίπεδο λεκάνης απορροής όσο και σε έργα μεγαλύτερης κλίμακας.

Επιπρόσθετα, οι μελλοντικές μελέτες που πρόκειται να εκπονηθούν θα βασίζονται στο σύνολο των στοιχείων που περιέχονται στις βάσεις αυτές. Με τον τρόπο αυτόν δεν θα χρειάζεται να επαναλαμβάνεται η συλλογή και η επεξεργασία των στοιχείων, πράγμα που συμβαίνει συνεχώς στην Ελλάδα, αλλά θα μπορεί κανείς να συνεχίζει κατευθείαν στην υλοποίηση της μελέτης. Το άμεσο κέρδος που αποκομίζεται με αυτόν τον τρόπο είναι η αποφυγή σπατάλης χρόνου και χρημάτων στην εύρεση των στοιχείων και στην επεξεργασία τους καθώς και η εξάλειψη της αμφιβολίας για την αξιοπιστία των δεδομένων προς χρήση.

Παράλληλα, τα αποτελέσματα των διαφόρων μελετών θα μπορούν πλέον να ελέγχονται και να συνδυάζονται αφού τα δεδομένα προέλευσης θα προέρχονται από ένα κοινό σημείο αναφοράς, τη βάση δεδομένων. Ένα επιπλέον

πλεονέκτημα της δημιουργίας βάσεων δεδομένων αποτελεί η δυνατότητα σύγκρισης της εξέλιξης των χαρακτηριστικών της λεκάνης απορροής στην πάροδο του χρόνου. Αυτό σημαίνει πως τα υφιστάμενα χαρακτηριστικά της λεκάνης θα μπορούν να συγκριθούν με προηγούμενες καταστάσεις έτσι ώστε να βρεθούν οι φυσικές και μη επιδράσεις που συνέβαλαν στη βελτιστοποίηση ή την αλλοίωση του φυσικού περιβάλλοντος. Κατά συνέπεια θα διευκολύνεται η λήψη μέτρων για τη διατήρηση της φυσικής κατάστασης του περιβάλλοντος, καθώς και για τον περιορισμό της υποβάθμισης του.

Η συνεχής παρακολούθηση των επιφανειακών και των υπογείων υδάτων, καθώς και των προστατευόμενων περιοχών της λεκάνης αποτελεί το μοναδικό τρόπο επικαιροποίησης της βάσης δεδομένων αλλά και εμπλουτισμού αυτής. Προκειμένου να επιτευχθεί αυτό απαιτούνται νέα δίκτυα παρακολούθησης τα οποία πρέπει να εναρμονίσουν τον τρόπο δειγματοληψίας και ανάλυσης βάση των Ευρωπαϊκών προτύπων για να υπάρχει όσο το δυνατόν μεγαλύτερη πιστότητα στα αποτελέσματα. Η σωστή παρακολούθηση απαιτεί κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό το οποίο θα ασχολείται με την καταγραφή, την ανάλυση των δειγμάτων αλλά και την επίβλεψη του δικτύου παρακολούθησης για τυχόν βλάβες.

Με αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται θέσεις απασχόλησης για τους κατοίκους της περιοχής και επιπλέον διασφαλίζεται η ποιότητα της δειγματοληψίας των δεδομένων. Η διατήρηση του δικτύου παρακολούθησης και των δεδομένων που προέρχονται από τις αναλύσεις σε υψηλά επίπεδα, θα διευκολύνει την τροφοδοσία της επιστημονικής κοινότητας με έγκυρα δεδομένα και κατά συνέπεια η περαιτέρω χρήση αυτών θα οδηγήσει σε ασφαλή συμπεράσματα.

Ένα πραγματικά καινοτόμο στοιχείο της Οδηγίας - Πλαίσιο αποτελεί το γεγονός ότι προωθείται η συμμετοχή όλων των χρηστών του νερού, συνεπώς και των πολιτών στην διαδικασία διαχείρισης των υδατικών πόρων. Το κέρδος που αποκομίζεται μέσω αυτής της πρωτοποριακής ιδέας είναι ότι θα αυξηθεί η ενημέρωση του κοινού και συνεπώς η γνώση και το ενδιαφέρον του προς το περιβάλλον της λεκάνης απορροής και της προστασίας του.

Επίσης, η μετακύλιση των γνώσεων που λήφθηκαν μέσω της Οδηγίας, δηλαδή των προτάσεων της, της εφαρμογής της αλλά και των αποτελεσμάτων που σχηματίστηκαν από τα δεδομένα, θα μπορούσε να αξιοποιηθεί ως μέσο περιβαλλοντικής αγωγής των νεότερων γενεών.

Από την άλλη μεριά, αν και η Οδηγία – Πλαίσιο εστιάζεται στη βιώσιμη διαχείριση των υδάτων, ο τρόπος υλοποίησης της βιωσιμότητας αυτής δεν είναι ιδιαίτερα ξεκάθαρος. Πιο συγκεκριμένα αν και στις μέρες μας ο πλέον

αποτελεσματικός τρόπος δημιουργίας βάσεων δεδομένων που να περιέχουν γεωγραφικά χαρακτηριστικά είναι τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, η Οδηγία δεν παροτρύνει τη δημιουργία μιας ολοκληρωμένης βάσης δεδομένων Γ.Σ.Π. Επίσης η Οδηγία δεν καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να γίνεται η αναπαράσταση των δεδομένων με τη χρήση Γ.Σ.Π. Το μόνο πράγμα που ορίζει είναι πως απαιτείται μια ξεκάθαρη απεικόνιση του περιεχομένου των χαρτών. Οπότε η απεικόνιση μετατρέπεται σε υποκειμενική αντίληψη της παρουσίας των χαρτών της περιοχής. Το γεγονός αυτό πιθανότατα μπορεί να δημιουργήσει λανθασμένες εντυπώσεις, σύγχυση προς το περιεχόμενο το οποίο αντιπροσωπεύεται αλλά και δυσκολία σύγκρισης στοιχείων σε γειτονικές περιοχές.

Η Οδηγία είναι σχεδιασμένη ώστε να φέρει ένα γενικό πλαίσιο για την αντιμετώπιση των υδατικών προβλημάτων. Ειδικότερα όμως κάθε χώρα έχει τις δικές της ιδιαιτερότητες και δεν είναι δυνατόν να προσαρμοστεί πλήρως στις απαιτήσεις της Οδηγίας. Στην περίπτωση αυτή πιστεύεται ότι πρέπει να βρεθούν εναλλακτικοί τρόποι εφαρμογής της Οδηγίας. Επιπρόσθετα, αν και στην Οδηγία γίνεται μνεία για τη συμμετοχή του κοινού, των τοπικών και κοινωνικών φορέων και γενικότερα όλων των ενδιαφερόμενων χρηστών στην διαχείριση των υδατικών πόρων, αυτό δεν συμβαίνει στην πραγματικότητα.

Στις ημερίδες που πραγματοποιούνται ως προς την ενημέρωση της διαχείρισης των υδατικών πόρων, οι συμμετέχοντες σε αυτές δεν προέρχονται από τον διευρυμένο κοινωνικό ιστό αλλά από φορείς που ανέκαθεν εμπλέκονταν σε ζητήματα διαχείρισης υδατικών πόρων. Είναι επομένως αναγκαίο να βρεθούν οι τρόποι ενημέρωσης των απλών πολιτών, καθώς και οι τρόποι παρότρυνσης αυτών στις συμμετοχικές διαδικασίες. Όσον αφορά την Ελλάδα σημαντικός ανασταλτικός παράγοντας στην ενημέρωση του κοινού αποτελεί η γενικότερη τάση άρνησης διάχυσης των πληροφοριών. Οι πληροφορίες που θα συλλεχθούν στη βάση δεδομένων είναι πληροφορίες που επιβάλλεται να γίνονται ευρέως γνωστές και να είναι εύκολα προσβάσιμες από το κοινό. Μέσω του τρόπου αυτού οι απλοί πολίτες θα αρχίσουν να γνωρίζουν περισσότερα πράγματα για την περιοχή τους, να αξιολογούν προτεινόμενες δραστηριότητες και να εκφέρουν ελεύθερα τη γνώμη τους.

ix. Αντιρυπαντικές τεχνολογίες

Για τη μείωση/απομάκρυνση του ρυπαντικού φορτίου των υγρών αποβλήτων είναι απαραίτητη η εφαρμογή των κατάλληλων μεθόδων επεξεργασίας. Ο απαιτούμενος βαθμός επεξεργασίας εξαρτάται από τον τελικό αποδέκτη του επεξεργασμένου αποβλήτου (λίμνη, ποτάμι, έδαφος, θάλασσα, αποχετευτικό δίκτυο) και τα αντίστοιχα αποδεκτά όρια για τελική διάθεση (καθορισμός ανώτατων επιτρεπτών ορίων απόρριψης).

Η επιλογή της μεθόδου πρέπει να γίνεται πολύ προσεκτικά και ύστερα από ανάλυση των προβλημάτων της κάθε περίπτωσης ξεχωριστά. Η μέθοδος ή ο συνδυασμός μεθόδων που μπορούν να εφαρμοσθούν εξαρτάται από τις συγκεντρώσεις και το είδος του προς απομάκρυνση ρυπαντικού φορτίου. Οι κυριότερες μέθοδοι οι οποίες χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία των αποβλήτων (μεμονωμένα ή σε συνδυασμό) συνοψίζονται, κατά κατηγορία στον πίνακα¹⁰.

Πίνακας: Κύριες μέθοδοι υγρών αποβλήτων

1. Βιολογική επεξεργασία

(α) Αερόβια

- Ενεργός ιλύς (activated sludge)
- Αεριζόμενες λίμνες (aerated lagoons)
- Βιολογικά φίλτρα (trickling filters)
- Περιστρεφόμενοι βιολογικοί δίσκοι (rotating biological discs)

(β) Αναερόβια

- Αναερόβια φίλτρα (anaerobic filters)
- Αναερόβιος χωνευτήρας (conventional anaerobic digester)
- Αναερόβια μονάδα ενεργού ιλύος (anaerobic activated sludge plant)

2. Χημική/Φυσικοχημική επεξεργασία

- Χημική κατακρήμνιση
- Χημική οξείδωση
- Απορρόφηση σε ενεργό άνθρακα
- Αντίστροφη ώσμωση
- Απαέρωση αμμωνίας

1. Αερόβια βιολογική επεξεργασία

Στις περιπτώσεις που τα περισσότερα από τα οργανικά συστατικά που περιέχονται σε ένα απόβλητο είναι βιοαποδομήσιμα (υψηλές τιμές του λόγου BOD/COD), επιδέχονται ευκολότερα βιολογική επεξεργασία. Με κατάλληλη ρύθμιση του pH και προσθήκη των απαιτούμενων θρεπτικών, μπορεί να επιτευχθεί η δημιουργία υγιούς πληθυσμού μικροοργανισμών που θα διασπών το οργανικό φορτίο των αποβλήτων (μέσω ανάπτυξης βιοχημικών δράσεων). Τα βιοαποδομήσιμα οργανικά, τα οποία χρησιμεύουν ως πηγή άνθρακα και ενέργειας, μετατρέπονται σε αιωρούμενα συστατικά τα οποία συσσωματώνονται και καθιζάνουν ή μετατρέπονται σε αέρια προϊόντα.

¹⁰ Λοϊζίδου 2006

Συμπληρωματικά, μπορεί να απομακρυνθούν και μέταλλα (Fe, Mg, κ.ά.), χωρίς αυτό να αποτελεί τον κύριο στόχο της βιολογικής επεξεργασίας.

Κατά την αερόβια βιολογική επεξεργασία, ο βακτηριακός πληθυσμός μπορεί να βρίσκεται σε αιώρηση ή να είναι προσκολλημένος σε κάποια επιφάνεια. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν η μέθοδος της ενεργού ιλύος και οι αεριζόμενες λίμνες, ενώ στη δεύτερη τα βιολογικά φίλτρα και οι περιστρεφόμενοι βιολογικοί δίσκοι. Ο αερισμός ο οποίος εφαρμόζεται σε όλες τις μεθόδους παρέχει το οξυγόνο που χρειάζονται οι μικροοργανισμοί για την οξειδωση, επιτυγχάνει την κατάλληλη ανάδευση του αποβλήτου, διατηρεί τα συσσωματώματα σε αιώρηση και βοηθά στην απομάκρυνση των παραγόμενων αερίων.

2.1 Επεξεργασία με ενεργό ιλύ

Κατά την επεξεργασία με την εφαρμογή της μεθόδου της ενεργού ιλύος (activated sludge), χρησιμοποιείται δεξαμενή αερισμού στην οποία το απόβλητο αναμιγνύεται και αερίζεται με παροχή του απαιτούμενου οξυγόνου. Η έξοδος της δεξαμενής αερισμού καταλήγει σε δεξαμενή καθίζησης όπου το επεξεργασμένο απόβλητο αφήνεται σε ηρεμία για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Η υπερχειλίση της δεξαμενής καθίζησης αποτελεί την έξοδο του επεξεργασμένου αποβλήτου. Από τον πυθμένα της δεξαμενής αυτής απομακρύνεται η ενεργός λάσπη, μέρος της οποίας ανακυκλώνεται στη δεξαμενή αερισμού.

2.2. Αεριζόμενες λίμνες

Οι αεριζόμενες λίμνες (aerated lagoons) είναι αβαθείς λίμνες (βάθους μέχρι 3 μέτρα) πολύ απλής κατασκευής, η οποία επιτυγχάνεται με εκσκαφή του εδάφους και στεγανοποίηση του πυθμένα με άργιλο, μπετόν ή πλαστικά φύλλα PVC. Το απόβλητο οξυγονώνεται με τη βοήθεια επιφανειακών επιπλεόντων αεριστήρων ή διαχυτήρων. Η μέθοδος αυτή προσεγγίζει τον τύπο της επεξεργασίας με ενεργό ιλύ χωρίς όμως να υπάρχει δεξαμενή καθίζησης. Η καθίζηση της λάσπης επιτυγχάνεται, διακόπτοντας τον αερισμό για μικρό χρονικό διάστημα επιτρέποντας έτσι στα αιωρούμενα στερεά να κατακαθίσουν. Με τη χρήση αεριζόμενων λιμνών, για χρόνους παραμονής 30 - 60 ημέρες επιτυγχάνεται απομάκρυνση BOD μεγαλύτερη από 90%, ενώ με προσθήκη των κατάλληλων ποσοτήτων θρεπτικών, είναι δυνατόν ο χρόνος παραμονής να μειωθεί στις 10 έως 20 ημέρες για το ίδιο ποσοστό απομάκρυνσης. Όπως παρατηρείται, ο χρόνος παραμονής στις αεριζόμενες λίμνες είναι κατά πολύ μεγαλύτερος από το χρόνο παραμονής σε σύστημα ενεργού ιλύος (με αποτέλεσμα οι αεριζόμενες λίμνες να έχουν μεγαλύτερο μέγεθος από τις δεξαμενές αερισμού ενεργού ιλύος) και εξαρτάται από τη βιοαποδομησιμότητα

του οργανικού φορτίου, την ανεπάρκεια ή όχι θρεπτικών, τις θερμοκρασιακές μεταβολές και την παρουσία ή όχι τοξικών μετάλλων στα απόβλητα

2.3 Βιολογικά φίλτρα

Η λειτουργία των βιολογικών φίλτρων (trickling filters) περιγράφεται ως ένας πνεύμονας που εισπνέει απόβλητα και εκπνέει καθαρό νερό, δεσμεύοντας ρύπους για την ανάπτυξη της κυτταρικής ύλης. Τα φίλτρα είναι βιολογικοί αντιδραστήρες σταθερής κλίνης, συνεχούς τροφοδοσίας χωρίς ανάμιξη και αποτελούνται από σύστημα κυλινδρικής διατομής που περιέχει αδρανή υλικά. Το απόβλητο εισέρχεται στην πάνω επιφάνεια του φίλτρου και εξέρχεται από τον πυθμένα αφού διαπεράσει το υλικό πλήρωσης. Από τον πυθμένα τροφοδοτείται και ο αέρας που είναι απαραίτητος για τη λειτουργία των φίλτρων.

Η απομάκρυνση του ρυπαντικού φορτίου των αποβλήτων στηρίζεται σε διαδικασίες προσρόφησης και αποδόμησης του ρυπαντικού φορτίου από το μικροβιακό πληθυσμό που αναπτύσσεται προσκολλημένος στα αδρανή πληρωτικά υλικά και τα οποία προσφέρουν μεγάλες επιφάνειες για την ανάπτυξη της βιομάζας. Στον πίνακα 2 παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της χρήσης των βιολογικών φίλτρων έναντι της επεξεργασίας με ενεργό ιλύ.

2.4. Περιστρεφόμενοι βιολογικοί δίσκοι

Οι περιστρεφόμενοι βιολογικοί δίσκοι (rotating biological discs) βασίζονται στην ίδια αρχή λειτουργίας με τα αερόβια φίλτρα, με τη διαφορά ότι έρχονται σε επαφή με το απόβλητο και τον αέρα περιοδικά. Οι βιοδίσκοι είναι βυθισμένοι στο απόβλητο κατά 40-45% και περιστρέφονται πολύ αργά. Κατά την περιστροφή αυτή, λαμβάνεται και το απαιτούμενο για τη δράση των μικροοργανισμών οξυγόνο. Επιπλέον, η αργή περιστροφή ευνοεί την ανάπτυξη του ζελατινώδους στρώματος στην επιφάνεια του δίσκου και στο οποίο βρίσκονται οι μικροβιακοί πληθυσμοί που οξειδώνουν το απόβλητο. Η μέθοδος των περιστρεφόμενων δίσκων απαιτεί μικρή κατανάλωση ενέργειας, εξασφαλίζει σταθερότητα στη λειτουργία του συστήματος, οδηγεί στη δημιουργία μικρής ποσότητας ιλύος και έχει ικανοποιητικό βαθμό απόδοσης (μείωση BOD κατά 80-90%).

Μέχρι σήμερα δεν έχουν αναφερθεί περιπτώσεις εφαρμογής των βιολογικών δίσκων για την επεξεργασία αποβλήτων σε ευρεία κλίμακα, παρά μόνο πιλοτικές εφαρμογές τους, σε συνδυασμό με σύστημα ενεργού ιλύος. Στην περίπτωση αυτή, η βιολογική επεξεργασία βασίζεται σε ένα σταθερό βακτηριακό πληθυσμό που αναπτύσσεται στην επιφάνεια των δίσκων και ένα αιωρούμενο πληθυσμό που υπάρχει στη δεξαμενή ενεργού ιλύος.

3. Αναερόβια βιολογική επεξεργασία

Η αναερόβια επεξεργασία βασίζεται στην παρουσία μικροοργανισμών οι οποίοι αναπτύσσονται απουσία οξυγόνου, μετατρέποντας το οργανικό φορτίο κυρίως σε μεθάνιο, διοξείδιο του άνθρακα και άλλα προϊόντα μεταβολισμού. Η επεξεργασία αποτελείται από δύο φάσεις: Στην πρώτη κυριαρχεί η παραγωγή οξέων (οξυγενές στάδιο), όπου αναερόβια βακτήρια διασπούν σύνθετες οργανικές ενώσεις σε απλούστερες π.χ. οξικό οξύ και άλλα οξέα χαμηλού μοριακού βάρους. Στη δεύτερη φάση (μεθανογένεση), τα μεθανογενή βακτήρια παράγουν μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα με τη διάσπαση των απλών οργανικών οξέων. Η παραγωγή οξέων κατά το οξυγενές στάδιο οδηγεί σε πτώση του pH, ενώ το στάδιο της μεθανογένεσης απαιτεί pH από 6.5 έως 7. Για το σκοπό αυτό, πρέπει να εξασφαλίζεται η επιθυμητή περιοχή pH έτσι ώστε να είναι σταθεροποιημένη η παραγωγή μεθανίου. Η επεξεργασία γίνεται με αργούς ρυθμούς και σε ελεγχόμενο θερμοκρασιακό περιβάλλον, αφού η ανάπτυξη και η δράση των αναερόβιων μικροοργανισμών ευνοείται σε μεσόφιλες περιοχές (T=35o C).

Γενικά, οι αναερόβιες επεξεργασίες είναι κατάλληλες για την επεξεργασία αποβλήτων που έχουν υψηλό ρυπαντικό φορτίο. Μια τυπική εγκατάσταση αναερόβιας επεξεργασίας δύο σταδίων έχει ως εξής: Στο πρώτο στάδιο, η δεξαμενή είναι κλειστή, υπάρχει πλήρης ανάμιξη λάσπης σε αυτή και γίνεται ανακύκλωση του αποβλήτου ή/και του παραγόμενου αερίου. Η δεξαμενή θερμαίνεται και το παραγόμενο αέριο συλλέγεται και χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του συστήματος. Στο δεύτερο στάδιο, η δεξαμενή είναι ανοικτή, δε θερμαίνεται και χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό του επεξεργασμένου αποβλήτου από την παραγόμενη λάσπη. Ένας τρόπος μείωσης του απαιτούμενου χρόνου παραμονής, είναι η ανακύκλωση μέρους της λάσπης που καθιζάνει στη δεύτερη δεξαμενή.

Για μείωση του κόστους με εφαρμογή αναερόβιας βιολογικής επεξεργασίας, χρησιμοποιούνται αντιδραστήρες U.A.S.B. (Upflow Anaerobic Sludge Blanket Digester) καθώς και αναερόβια φίλτρα. Όπως και στην περίπτωση του αερόβιου φίλτρου, έτσι και στο αναερόβιο η επεξεργασία στηρίζεται στην ύπαρξη ενός στρώματος βακτηρίων (αναερόβιων) το οποίο αναπτύσσεται πάνω στην επιφάνεια του υλικού πλήρωσης. Βασικό πλεονέκτημα της χρήσης του αναερόβιου φίλτρου είναι η παραγωγή μικρής ποσότητας νέας βιομάζας και έτσι δεν απαιτείται συχνή έκπλυση του μέσου πλήρωσης, ούτε εμφανίζονται σημαντικά προβλήματα φραξίματος του. Παρ' όλα αυτά, όμως, ελάχιστα στοιχεία υπάρχουν για την εφαρμογή της μεθόδου των αναερόβιων φίλτρων σε ευρεία κλίμακα.

4. Κροκίδωση – Συσσωμάτωση – Χημική κατακρήμνιση

Η χημική κατακρήμνιση βασίζεται στη λειτουργία της συσσωμάτωσης και κροκίδωσης των κολλοειδών σωματιδίων που υπάρχουν αρχικά ή δημιουργούνται κατά την επεξεργασία. Για να απομακρυνθούν τα κολλοειδή πρέπει να εξασφαλιστεί η συνένωσή τους και ο σχηματισμός μεγαλύτερων μορίων με πιο αποτελεσματική καθίζηση. Η αυθόρμητη συνένωση των σωματιδίων, η οποία αναμένεται βάση των δυνάμεων έλξης Van der Waals, εξουδετερώνεται από ηλεκτρικές απωστικές δυνάμεις. Οι δυνάμεις αυτές αυξάνονται όσο μικρότερα είναι τα τεμάχια ύλης (διάμετρος κολλοειδούς 1 μm), λόγω της μεγάλης ειδικής επιφάνειας και των κολλοειδών ιδιοτήτων που αυτά παρουσιάζουν. Η συσσωμάτωση και κροκίδωση είναι οι διεργασίες που αποσταθεροποιούν τα κολλοειδή διαλύματα και συνενώνουν τα λεπτά τεμάχια με αποτέλεσμα την καθίζηση τους. Για να γίνει κατανοητή η διεργασία συσσωμάτωσης- κροκίδωσης, θεωρείται αναγκαία η αναφορά στα κολλοειδή και τις ιδιότητές που αυτά παρουσιάζουν:

Τα κολλοειδή χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τα υδρόφοβα και τα υδρόφιλα. Η σταθερότητα των υδροφόβων κολλοειδών οφείλεται στις απωστικές ηλεκτρικές δυνάμεις, ενώ των υδρόφιλων οφείλεται περισσότερο στη συγγένειά τους με το νερό (διασκορπίζονται εύκολα στη μάζα του) και λιγότερο στα ηλεκτρικά φορτία που διαθέτουν. Ένας επιπλέον λόγος σταθερότητας των κολλοειδών είναι η προστασία που τους παρέχουν ορισμένες ουσίες που προσροφώνται σε αυτά.

Σαν αποτέλεσμα της διάλυσης, τα κολλοειδή σωματίδια θεωρούνται ως μερικώς ιονισμένα επιφανειακά. Απόδειξη αποτελεί η εφαρμογή ηλεκτρικού πεδίου, η οποία προκαλεί κίνηση των σωματιδίων. Η θεωρητική ερμηνεία αυτών των ηλεκτροκινητικών φαινομένων οδήγησε στην υπόθεση κατά την οποία, όταν ένα κολλοειδές σωματίδιο φορτιστεί τότε προσκολλώνται στην επιφάνεια του ιόντα με αντίθετο φορτίο, σχηματίζοντας ένα συμπαγές στρώμα (στρώμα Stern). Γύρω από το συμπαγές αυτό στρώμα σχηματίζεται ένα πιο χαλαρό, που αποτελείται από ένα διάχυτο νέφος ιόντων. Η διαφορά δυναμικού που αναπτύσσεται μεταξύ του στρώματος Stern και της κυρίως μάζας του διαλύματος ορίζεται ως δυναμικό Ζήτα (Zeta potential) ή ηλεκτροκινητικό δυναμικό. Το δυναμικό αυτό δρα παρεμποδίζοντας την συνένωση των κολλοειδών. Άρα για να γίνει συνένωση των κολλοειδών πρέπει το διάλυμα να αποσταθεροποιηθεί είτε με ελάττωση του δυναμικού-Z είτε με παρεμπόδιση της δράσης του.

Η αποσταθεροποίηση βασίζεται σε δύο βασικές λειτουργίες, τη συσσωμάτωση και την κροκίδωση: Συσσωμάτωση (coagulation) είναι η διεργασία κατά την οποία τα κολλοειδή και λεπτομερή αιωρούμενα υλικά ενός υδατικού διαλύματος προετοιμάζονται με κατάλληλα μέσα για συνένωση. Πρακτικά, η συσσωμάτωση αποτελεί τη διεργασία αποσταθεροποίησης του σταθερού κολλοειδούς διαλύματος. Κροκίδωση (flocculation) είναι η συνένωση των

αποσταθεροποιημένων κολλοειδών και η δημιουργία μεγάλων σχηματισμών (κροκίδων, flocs). Οι μηχανισμοί με τους οποίους επιτυγχάνεται η συσσωμάτωση και κροκίδωση των κολλοειδών είναι οι εξής:

i) Αμοιβαία Συσσωμάτωση:

Με την προσθήκη, συνήθως, μεταλλικών οξειδίων (π.χ. θεικού αργιλίου) παρουσιάζονται πολυσθενή θετικά ιόντα τα οποία εξουδετερώνουν τα αρνητικά φορτισμένα κολλοειδή.

ii) Ηλεκτροστατική συσσωμάτωση:

Με την προσθήκη ηλεκτρολυτών, προκαλείται αποσταθεροποίηση των κολλοειδών λόγω μείωσης της ηλεκτροστατικής άπωσης (μείωση του δυναμικού-Z). Η ποσότητα του προστιθέμενου ηλεκτρολύτη είναι ανάλογη του δυναμικού-Z και όχι της ποσότητας των κολλοειδών και εξαρτάται από το σθένος των ιόντων του κροκιδωτικού μέσου. Η ικανότητα κροκίδωσης αυξάνει γεωμετρικά με το σθένος του προστιθέμενου ιόντος π.χ. $\text{Na}^{+1} : \text{Mg}^{+2} : \text{Al}^{+3} = 1 : 60 : 600$.

Η πιο αποτελεσματική κροκίδωση πραγματοποιείται όταν το δυναμικό-Z γίνεται μηδέν (ισοηλεκτρικό σημείο), ωστόσο είναι αρκετά ικανοποιητική και για τιμές του δυναμικού $\pm 0.5 \text{ mV}$.

iii) Συσσωμάτωση με προσρόφηση

Στην περίπτωση αυτή, η αποσταθεροποίηση του κολλοειδούς διαλύματος γίνεται με την προσθήκη πολυηλεκτρολυτών οι οποίοι μεταβάλλουν το φορτίο των κολλοειδών, μέσω του μηχανισμού της προσρόφησης.

iv) Συσσωμάτωση με γεφύρωση:

Στην περίπτωση αυτή η αποσταθεροποίηση του κολλοειδούς διαλύματος είναι αποτέλεσμα της προσθήκης μακρομορίων ή πολυηλεκτρολυτών, που προσροφώνται στην επιφάνεια των κολλοειδών, δημιουργώντας γεφυρώσεις.

v) Συσσωμάτωση με σάρωση:

Η σάρωση των κολλοειδών σωματιδίων γίνεται από τα αδιάλυτα υδροξείδια των μετάλλων τα οποία καθώς καθιζάνουν αργά, συμπαρασύρουν τα αιωρούμενα σωματίδια.

5. Χημική οξείδωση

Σε πολλές περιπτώσεις, οι οργανικές ενώσεις (κυρίως αρωματικές) που περιέχονται σε υγρά απόβλητα είναι δύσκολο να υποστούν βιολογική επεξεργασία εξαιτίας της μεγάλης σταθερότητας ή τοξικότητας που παρουσιάζουν. Επιπρόσθετα, ορισμένα από τα οργανικά συστατικά των αποβλήτων παρουσιάζουν μεγάλους χρόνους εγκλιματισμού με αποτέλεσμα να καθίσταται δύσκολη και χρονοβόρα η βιολογική αποδόμησή τους με τη μέθοδο της ενεργού ιλύος. Μια αποτελεσματική μέθοδος αποδόμησης τέτοιων οργανικών συστατικών είναι η χημική οξείδωσή τους. Τα οξειδωτικά μέσα που συνήθως χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία αυτή είναι:

- i. μοριακό χλώριο (Cl_2)
- ii. υποχλωριώδες ασβέστιο ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$)
- iii. υπερμαγγανικό κάλιο (KMnO_4)
- iv. όζον (O_3)
- v. υπεροξείδιο του υδρογόνου (H_2O_2).

6. Προσρόφηση σε ενεργό άνθρακα

Ο ενεργός άνθρακας απομακρύνει αποτελεσματικά τα διαλυμένα οργανικά συστατικά ακόμα και όταν αυτά βρίσκονται στα απόβλητα σε χαμηλές συγκεντρώσεις. Η απομάκρυνση αυτή γίνεται με το μηχανισμό της προσρόφησης. Οι οργανικές ουσίες προσροφώνται στη μεγάλη ειδική επιφάνεια του άνθρακα ενώ, παράλληλα, η βιολογική αποδόμηση ανοίγει ξανά τους πόρους και τις διόδους μεταξύ των κόκκων.

Λόγω αυτής της συμβολής της βιολογικής δράσεως, η παρουσία τοξικών ουσιών στα απόβλητα οδηγεί σε μείωση της απόδοσης του συστήματος.

Για τη μείωση του ρυπαντικού φορτίου αποβλήτων, χρησιμοποιείται συνήθως ο κοκκώδης ενεργός άνθρακας, είτε για τριτοβάθμια επεξεργασία μετά το βιολογική καθαρισμό, είτε σαν δεύτερο στάδιο επεξεργασίας στις εγκαταστάσεις φυσικοχημικού καθαρισμού. Οι μονάδες επαφής του άνθρακα με τα απόβλητα αποτελούνται είτε από κλίνες με καθοδική ροή που προσροφούν και διυλίζουν ταυτόχρονα τα αιωρούμενα στερεά είτε από στήλες με ανοδική ή καθοδική ροή. Ο χρόνος επαφής πρέπει να είναι όσο το δυνατό περιορισμένος, διότι οι αυξημένοι χρόνοι παρόλο που δεν βελτιώνουν ουσιαστικά την απόδοση, οδηγούν στη δημιουργία ανεπιθύμητων αναερόβιων συνθηκών (παραγωγή υδροθείου). Ο ενεργός άνθρακας μετά την εξάντληση του, αναγεννάται και ενεργοποιείται με θερμική επεξεργασία.

Ο σχεδιασμός των μονάδων επεξεργασίας γίνεται με βάση έξι σημαντικές παραμέτρους και οι οποίες είναι: α) ποσότητα ενεργού άνθρακα (απαίτηση αναγέννησης), β) χρόνος επαφής, γ) υδραυλικό φορτίο, δ) ρυθμός καθαρισμού, ε) διάταξη ροής (ανοδική ή καθοδική, ένα ή πολλά στάδια) και στ) λειτουργία και είδος δεξαμενής επαφής (με βαρύτητα ή πίεση, χαλύβδινη ή από σκυρόδεμα). Γενικά, έχει παρατηρηθεί ότι με τη χρήση του ενεργού άνθρακα για την απομάκρυνση του οργανικού φορτίου από τα απόβλητα, τα οργανικά συστατικά μικρού μοριακού βάρους δεν δεσμεύονται από το σύστημα του ενεργού άνθρακα.

7. Αντίστροφη ώσμωση

Η επεξεργασία των αποβλήτων με τη μέθοδο της αντίστροφης ώσμωσης στηρίζεται στη χρήση κυρίως μεμβρανών οξικής κυτταρίνης και οι βασικότερες παράμετροι που λαμβάνονται υπόψη είναι ο τύπος της μεμβράνης και το pH. Για την αποφυγή φραξίματος των πόρων της μεμβράνης από κολλοειδή σωματίδια, είναι απαραίτητη η προεπεξεργασία του αποβλήτου με σκοπό τη μείωση της θολερότητας και την απομάκρυνση ορισμένων μετάλλων (π.χ. σίδηρος).

Η μέθοδος της αντίστροφης ώσμωσης, απομακρύνει τα υψηλού μοριακού βάρους οργανικά συστατικά και όχι τα ελεύθερα πτητικά οξέα. Επίσης παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα όπως οι μεγάλες τιμές απομάκρυνσης ρυπαντικού φορτίου, ο μικρός χώρος εγκατάστασης, η μεγάλη ευελιξία ως προς τις μεταβαλλόμενες ροές του αποβλήτου και τις μεταβαλλόμενες συγκεντρώσεις διαλυμένων ουσιών σε αυτό καθώς και το σχετικά χαμηλό κόστος.

8. Ιοντοεναλλαγή

Η ιοντοεναλλαγή, είναι μια αρκετά διαδεδομένη μέθοδος επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων και βασίζεται στην ικανότητα κάποιων υλικών - ορυκτών (ζεόλιθοι) ή συνθετικών (ρητίνες)- να δεσμεύουν εκλεκτικά διάφορα ιόντα. Η επεξεργασία με τη μέθοδο αυτή, πραγματοποιείται με χρήση καταλλήλων στηλών οι οποίες πληρώνονται με ιοντοεναλλάκτη. Μέσα από τις στήλες περνούν τα απόβλητα, ο ιονοεναλλάκτης δεσμεύει τα προς απομάκρυνση ιόντα και στο τέλος αναγεννάται για να επαναχρησιμοποιηθεί.

Η ιοντοεναλλακτική συμπεριφορά του ζεόλιθου εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, οι σημαντικότεροι από τους οποίους είναι οι εξής:

- Το είδος και το μέγεθος του ιόντος που εναλλάσσεται, καθώς και το φορτίο του.
- Η θερμοκρασία
- Η συγκέντρωση των ιόντων στο διάλυμα
- Το είδος των άλλων ιόντων που υπάρχουν στο διάλυμα
- Το διαλυτικό μέσο (καλύτερα αποτελέσματα σε υδατικά παρά σε οργανικά διαλύματα).
- Η δομή του συγκεκριμένου ζεόλιθου.

x. Συμπεράσματα – Πηνειός

Στην περίπτωση της λεκάνης απορροής του ποταμού Πηνειού και της προσπάθειας εφαρμογής της Οδηγίας - Πλαίσιο στη συγκεκριμένη λεκάνη, η συλλογή των δεδομένων είναι μια χρονοβόρα και απαιτητική διαδικασία. Αυτό οφείλεται στο γεγονός του μεγάλου πλήθους φορέων υπεύθυνων για τη συλλογή

των πρωτογενών δεδομένων, όπως η ΔΕΒ Λάρισας, το ΕΘΙΑΓΕ, η Νομαρχία Λάρισας, η ΔΕΥΑΛ κ.α. Επιπλέον, η υφιστάμενη έλλειψη οργάνωσης και συντονισμού μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων στο θέμα παρακολούθησης των χαρακτηριστικών παραμέτρων του ποταμού απαιτεί τη σύγκριση των δεδομένων προκειμένου να γίνει έλεγχος της αξιοπιστίας τους. Το γεγονός αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα πως υπάρχει μερική συνεργασία μεταξύ των φορέων και πως γενικότερα δεν υπάρχει διάχυση των πληροφοριών με αποτέλεσμα να μην υπάρχει σωστή πληροφόρηση αλλά αντιθέτως να παρατείνεται το φαινόμενο της έλλειψης υλικού για τη σωστή εκπόνηση μελετών.

Παρόλο που επετεύχθη η ανεύρεση μεγάλου όγκου στοιχείων για την περιοχή υπήρξαν συγκεκριμένες κατηγορίες δεδομένων, όπως παραδείγματος χάρη η εξατμισοδιαπνοή, για τις οποίες οι μετρηθείσες τιμές δεν θεωρήθηκαν ικανοποιητικές. Στην προκειμένη περίπτωση η συμπλήρωση των στοιχείων έγινε μέσα από μελέτες που έχουν εκπονηθεί, ώστε να δημιουργηθεί μια όσο το δυνατόν πληρέστερη εικόνα της περιοχής. Όσον αφορά τα δίκτυα παρακολούθησης των επιφανειακών, υπογείων υδάτων και των προστατευόμενων περιοχών, βάσει των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν φαίνεται πως τα δίκτυα αυτά λειτουργούν για τις δύο πρώτες περιπτώσεις. Παρόλα αυτά οι φορείς που διαχειρίζονται τα δίκτυα αυτά λειτουργούν ανεξάρτητα ο ένας με τον άλλον. Στην περίπτωση του δικτύου παρακολούθησης των προστατευόμενων περιοχών δεν βρέθηκαν πληροφορίες επ' αυτού.

Πιο συγκεκριμένα, τα στοιχεία που βρέθηκαν για το δίκτυο των επιφανειακών υδάτων αφορούν τις γεωγραφικές θέσεις του δικτύου παρακολούθησης. Από την άλλη μεριά δεν βρέθηκαν σειρές μετρήσεων που να δύναται να αξιολογηθούν και να αξιοποιηθούν, παρά μόνο κάποιες αναφορές – περιλήψεις είτε με επεξεργασμένα στοιχεία (δηλαδή μέσους όρους σε διάστημα 5ετίας) είτε με γενικές αναφορές που χαρακτηρίζουν απευθείας την ποιότητα των νερών. Επίσης, αξίζει να τονισθεί πως λείπουν σημαντικά στοιχεία ως προς την παρακολούθηση και αξιολόγηση της ποιοτικής και ποσοτικής κατάστασης των υδάτων.

Η παρακολούθηση των υπογείων υδάτων γίνεται υπό την επίβλεψη του ΕΘΙΑΓΕ που έχει πραγματοποιήσει εκτεταμένες προσπάθειες ως προς την εκτίμηση της στάθμης των υδροφόρων οριζόντων. Η βάση δεδομένων του συγκεκριμένου δικτύου χαρακτηρίζεται από επικαιροποιημένα δεδομένα των υπό παρακολούθηση υπογείων υδάτων της περιοχής. Παράλληλα ο συγκεκριμένος φορέας κάνει προσπάθειες επέκτασης του υφιστάμενου δικτύου.

Τέλος πιστεύουμε ότι τα στοιχεία των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων σε συνδυασμό με τα στοιχεία των προστατευόμενων περιοχών και τα στοιχεία των

υπόλοιπων φυσικών χαρακτηριστικών, μπορούν να οδηγήσουν στην αντιμετώπιση της λεκάνης απορροής του Πηνειού ως ένα ενιαίο σύστημα όπου θα είναι δυνατό να επιτευχθεί ολοκληρωμένη προσέγγιση ως προς την υδρολογική και οικολογική ανάλυση της λεκάνης με βάση την Οδηγία 2000/60.

xi. Βιβλιογραφία

Admiraal W., Jacobs D.M.L.H.A., Breugem P. and de Reuter van Stevenick E.D. (1992). Effects of phytoplankton on the elemental composition (C, N, P) of suspended particulate material in the lower river Rhine. *Hydrobiologia*, 235\236: 479 – 489.

Balls H. R. , Moss B. and Irvine K. A. (1989). The loss of submerged plant with eutrophication I. Experimental design, water chemistry, aquatic plant and phytoplankton biomass in experiments carried out in ponds in the Norfolk Broadland. *Fresh Water Biology*, 22: 71-87.

Bricker O. P. and Jones B. F. (1995). Main factors affecting the composition of natural waters. In: Salbu, B., E. Steinnes, (Eds). *Trace elements in natural waters*. Boca Raton: CRC Press, 1-5.\

Fytianos K., Siumka A., Zachariadis G.A., Beltsios S. (2001), Assessment of the quality characteristics of Pinios river, Greece, *Water Air and Soil Pollution* 136: 317 -329, 2002 Kluwer Academic Publishers, Netherlands).

Howarth R. W., Billen G., Swaney D., Townsend A., Jaworski N., Lajtha K., Downing J. A., Elmgren R., Caraco N., Jordan T., Berendse F., Freney J., Kudeyarov V., Murdoch P. and Zhu Z. (1996). Regional nitrogen budgets and riverine N & P fluxes for the drainages to the North Atlantic: natural and human influences. *Biogeochemistry*, 35: 75-139 .

Mimikou, M. & Koutsoyannis, D., (1995). 1994 Extreme floods in Greece. U.S. – Italy Research Workshop on *the Hydrometeorology, Impacts, and Management of Extreme Floods*, Perugia.

Nielsen N. E., Schjorring J. and Jensen K. (1987). Efficiency of fertiliser uptake by spring barley. In: *Nitrogen Efficiency in Agricultural Soils* (Jekinson D. S. and Smith K. A. (Eds.). Elsevier Applied Science.

Petts G. and Galow P. (1996). *River restoration*. Oxford: Black-well Science

Sawidis T. (1997c). Accumulation and effects of heavy metals in *Lilium* pollen. *Proc. Int. Symp. on pollination. Acta Hort.* 437: 153-157.

Sawidis T. and Reiss H. – D. (1995). Effects of heavy metals on pollen tube growth and ultrastructure. *Protoplasma*, 185: 113 – 122.

Sawidis T., Heinrich G. and Brown M. T. (2003). Cesium-137 concentrations in marine macroalgae from different biotopes in the Aegean Sea (Greece). *Ecotox. Environ. Safety*, 54: 249-254

Tietenberg, T. (2002). *Οικονομική του Περιβάλλοντος-Τόμος Α*. (Β' Έκδοση-Μετάφραση Π. Γρεβενίτης). Αθήνα:Gutenberg.

Αναγνώστου Χ., Χρόνης Γ., & Σιούλας Α.: Δομή, Λειτουργία και Διαχείριση του Θαλάσσιου Συστήματος. Μαθήματα στο Τμήμα Περιβάλλοντος Πανεπιστημίου Αιγαίου, Ιούνιος 1998, σελ. 158.Α.

Αργυρόπουλος, Ζ., Σαμαρά, Τ., (2008), *Μελέτη εξυγίανσης – αποκατάστασης της αρδευτικής τάφρου 813T – Ασμάκι, Λάρισα*

Γκόφας Θ. και συνεργάτες Α.Ε., Πέτρα Συνεργατική ΕΠΕ, Γ. Καφετζόπουλος- C. Μπενάκης, Ελληνική Μελετητική ΕΠΕ, C. Κουτσουδάκης, (1998). Προμελέτη υδραυλικού έργου παλαιάς και νέας κοίτης ποταμού Πηνειού Λάρισας, Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων. Υ.ΠΕ.Χ_ C.Ε. – Cιεύθυνση Εγγειοβελτιωτικών Έργων

EKBY (1993). *Υγρότοποι*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις EKBY.

ΕΣΥΕ, (2001): Πραγματικός πληθυσμός. Νομοί, δήμοι, κοινότητες, δημοτικά και κοινοτικά διαμερίσματα και οικισμοί, Απογραφή.

Κουϊμτζής Θ., Σαμαρά Κ., Σκλαβούνος Σ., Αλμπάνης Τ., Βουτσά Δ. και Ζαχαριάδης Γ. (1993). Αναλυτικοί προσδιορισμοί και χαρακτηρισμός της ποιότητας επιφανειακών νερών-Περίπτωση Αλιάκμονα. Συνολική έκθεση πεπραγμένων ερευνητικού έργου του Εργαστηρίου Ελέγχου Ρύπανσης Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

Κουϊμτζής,Θ. (1997) Χημεία Περιβάλλοντος Εκδοτικός Οίκος: ΖΗΤΗ, σελ.126

Λοϊζίδου Μ. (2006). Υγρά Απόβλητα. Πανεπιστημιακές σημειώσεις. ΕΜΠ

Μαντούζα Α. (2008), Ανάλυση της Λεκάνης του Ποταμού Πηνειού στα Πλαίσια της Οδηγίας 2000/60 με Χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων

Πληροφοριών. Διπλωματική Εργασία Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Ειδίκευσης "Προστασία Περιβάλλοντος Και Βιώσιμη Ανάπτυξη"

Μιμίκου, Μ. Α. και Φωτόπουλος, Φ. Σ. (2004). *Υδατικό Περιβάλλον και Ανάπτυξη*. Αθήνα. Ε.Μ.Π. Σημειώσεις του Δ.Π.Μ.Σ. "Περιβάλλον και Ανάπτυξη".

Παναγιωτίδης, Π. (2002). *Τύποι Υδατικών Οικοσυστημάτων*. Αθήνα. Ε.Μ.Π. Διάλεξη του Δ.Π.Μ.Σ. "Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων".

Ρούσκας Γ., (2004). Ο αργυροδίνης Πηνειός. Λάρισα

Τάτσης Λ. (2008) Κοινοτική Νομοθεσία για την Προστασία και Διαχείριση των Υδατικών Πόρων. Διπλωματική Εργασία Δ.Π.Μ.Σ. "Περιβάλλον και Ανάπτυξη" Ε.Μ.Π.

Τσιούρης Σ. Γεράκης Π. (1991) Υγρότοποι της Ελλάδος. Αξία-Αλλοιώσεις-Προστασία. Α.Π.Θ. - W.W.F.).

ΥΠΑΝ (2003), *Σχέδιο προγράμματος διαχείρισης των υδατικών πόρων της χώρας*

Χατζηνικολάου Γ. (2007): Επίδραση διαχειριστικών πρακτικών στην ποιότητα νερού και στην οικολογία των ποταμών της Ελλάδας. Ο Πηνειός (Θεσσαλίας) ως ειδική περίπτωση μελέτης. Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τόμος Α: σελ. 229 και τόμος Β: σελ. 470

Χρυσοπολίτου, Β. και Τσιαούση Β. (2006). Κατευθύνσεις για τον σχεδιασμό προγραμμάτων παρακολούθησης των εσωτερικών επιφανειακών υδάτων. Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας/Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων. Θέρμη. 128 σελ.