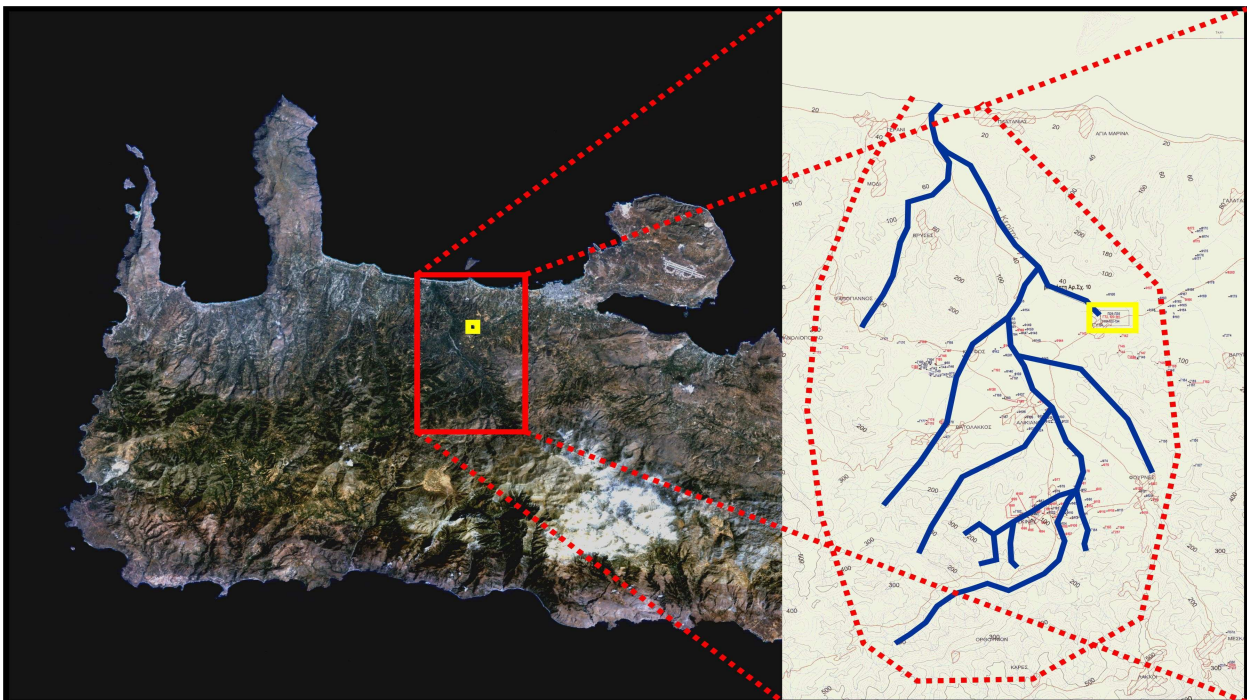




**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΤΟΥΣ
ΥΔΑΤΙΚΟΥΣ ΠΟΡΟΥΣ ΤΗΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΟΥ
ΠΟΤΑΜΟΥ ΚΕΡΙΤΗ**



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΒΟΥΔΟΥΡΗ ΣΩΤΗΡΙΑ

ΣΤΡΩΜΑΤΙΑ ΕΙΡΗΝΗ

ΧΑΝΙΑ 2006



ΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ & ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ



**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΤΟΥΣ ΥΔΑΤΙΚΟΥΣ ΠΟΡΟΥΣ
ΤΗΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΚΕΡΙΤΗ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΒΟΥΔΟΥΡΗ ΣΩΤΗΡΙΑ

ΣΤΡΩΜΑΤΙΑ ΕΙΡΗΝΗ

Επιβλέπουσα: ΠΑΠΑΦΙΛΙΠΠΑΚΗ ΑΝΔΡΟΝΙΚΗ

Επιτροπή αξιολόγησης: ΣΤΑΥΡΟΥΛΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
ΣΟΥΠΙΟΣ ΠΑΝΤΕΛΗΣ
ΠΑΠΑΦΙΛΙΠΠΑΚΗ ΑΝΔΡΟΝΙΚΗ

Ημερομηνία παρουσίασης : 7 Μαρτίου 2006
Αύξων Αριθμός Πτυχιακής Εργασίας: 7

Αφιερωμένη

**Στην οικογένεια μου
Στον πατέρα μου Ηλία**

Η παρούσα πτυχιακή εκπονήθηκε στα πλαίσια του προγράμματος «ΑΡΧΙΜΗΔΗΣ ΙΙ – ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ-Ενίσχυση Ερευνητικών Ομάδων ΤΕΙ» υποέργο 6: «Πολυπαραμετρικό σύστημα ταυτοποίησης συγγένειας υδατικών πόρων σε καρστικές λεκάνες: Λεκάνη απορροής ποταμού Κερίτη (Natura 2000-Χανιά) »



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΕΑΕΚ



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Η ΠΑΙΔΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΟΡΥΦΗ
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Εκπαίδευσης και Αρχικής
Επαγγελματικής Κατάρτισης

Abstract

The purpose of this study is to estimate the pollution of the hydrological basin of Keritis consisting from human activities. The main sources of pollution in the region coming from agricultural, animal farming activities, from municipal and hotel sewages, litter and from industrial activities (olive mills, wineries and other agricultural factories).

Especially we calculate the constitution of N (nitrogen), P (phosphorus), and K (potassium), in the fertilizers and in the animal waste per municipal apartment and per year. Finally we evaluate the annual production of organic and inorganic components of washing water in the industrial wastes.

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η εκτίμηση της μόλυνσης στους υδατικούς πόρους της υδρολογικής λεκάνης του Κερίτη ποταμού, πηγή της οποίας είναι ο ανθρώπινος παράγοντας. Οι κύριες αιτίες μόλυνσης πηγάζουν από την αγροτική ανάπτυξη, την κτηνοτροφία, τα απόβλητα βιομηχανιών (ελαιουργίων, συσκευαστήρια οίνου και αγροτικές επιχειρήσεις), αλλά και τα απόβλητα των ξενοδοχείων.

Ιδιαίτερη σημασία δίνεται στην ύπαρξη του N (αζώτου), P (Φωσφόρου), και K (Κάλιο) στα λιπάσματα και στα απόβλητα από ζωικές εγκαταστάσεις, ανά μονάδα ελέγχου, και ανά χρονικό διάστημα ενός χρόνου. Τέλος γίνεται αποτίμηση της ετήσιας ποσότητας οργανικών και ανόργανων στοιχείων στα υγρά απόβλητα των βιομηχανιών. Συμπερασματικά, σε αυτή την περιοχή εκτιμάται ότι δεν υπάρχει μόλυνση.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1

1. ΥΔΑΤΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ-ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ.....	8
1.1 Εισαγωγή.....	8
1.1.1 Διαθεσιμότητα Υδατικών Πόρων.....	8
1.1.2 Παγκόσμια Ισορροπία Νερού.....	9
1.1.3 Ο υδρολογικός κύκλος.....	10
1.1.4 Βροχή και απορροή.....	11
1.1.5 Η επιφανειακή απορροή.....	15
1.1.6 Η απορροή αποτελεί γενικά το συνολικό όγκο του νερού.....	15
1.1.7 Παράγοντες που επηρεάζουν την απορροή.....	16
1.2 Υδρολογική λεκάνη.....	16
1.2.1 Εισαγωγή.....	16
1.2.2 Μορφομετρικά χαρακτηριστικά λεκάνης απορροής.....	18
1.2.2.1 Μέγεθος Λεκάνης Απορροής.....	18
1.2.2.2 Σχήμα της Λεκάνης Απορροής.....	20
1.2.2.3 Υψόμετρο της Λεκάνης Απορροής.....	21
1.2.2.4 Ανάγλυφο και Κλίσεις Εδάφους της Λεκάνης Απορροής.....	21
1.3 Το υδατικό ισοζύγιο.....	22
1.3.1 Γενικά.....	22
1.3.2 Ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα	25
1.4 Εξατμισοδιαπνοή.....	25
1.5 Άρδευση	26
1.5.1 Ανάγκες των καλλιεργειών σε νερό	26
1.5.1.1 Μέθοδοι άρδευσης.....	26

Κεφάλαιο 2

2. ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.....	27
2.1 Εισαγωγή.....	27
2.2 Ρύπανση της ατμόσφαιρας.....	29
2.3 Ρύπανση του εδάφους.....	30
2.4 Ρύπανση των υδάτινων πόρων.....	32
2.4.1 Το νερό.....	32
2.4.2 Η ρύπανση του νερού.....	32
2.4.2.1 Ρύπανση των επιφανειακών νερών.....	33
2.4.2.2 Ρύπανση υπόγειων νερών.....	34
2.4.3 Παράμετροι οργανικής ρύπανσης των νερών.....	35
2.4.3.1 Διαλυμένο οξυγόνο-DO (Dissolved Oxygen).....	35
2.4.3.2 Διαλυμένο οξυγόνο-DO (Dissolved Oxygen).....	35
2.4.3.3 Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο-COD (Chemical Oxygen Demand).....	36
2.4.3.4 Ολικός οργανικός άνθρακας-TOC (Total Organic Carbon).....	36
2.4.4 Ρύπανση των υδάτινων πόρων από αγροχημικά.....	36
2.4.4.1 Τα αγροχημικά – Ορισμός.....	36
2.4.4.2 Αγροχημικά στο περιβάλλον.....	37
2.4.4.3 Αγροχημικά στο έδαφος.....	38
2.4.4.4 Αγροχημικά στα επιφανειακά νερά.....	39
2.4.4.5 Αγροχημικά στα υπόγεια νερά.....	41
2.4.5 Ρύπανση υδάτινων πόρων από την κτηνοτροφία.....	41

2.4.5.1 Ζωϊκά λύματα.....	42
2.4.5.2 Ζωϊκά λύματα και νερά.....	42
2.4.6 Ρύπανση των υδάτινων πόρων από οικιακά λύματα-απορρίμματα.....	42
2.4.6.1 Οικιακά λύματα.....	42
2.4.6.2 Οικιακά απορρίμματα.....	43
2.4.6.3 Οικιακά λύματα-απορρίμματα και υδάτινοι πόροι.....	44
2.4.7 Ρύπανση των υδάτινων πόρων από βιομηχανικά απόβλητα.....	48
2.4.7.1 Βιομηχανικά απόβλητα.....	48
2.4.7.2 Βιομηχανικά απόβλητα και νερά.....	50

Κεφάλαιο 3

3. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ.....

3.1 Εισαγωγή.....	51
3.2 Επιπτώσεις της ρύπανσης των υδάτων από αγροχημικά.....	52
3.2.1 Γενικά.....	52
3.2.2 Αγροχημικά και περιβάλλον.....	53
3.2.2.1 Βιολογική μεγένθυση και ευτροφισμός.....	54
3.2.2.2 Θάνατοι ψαριών.....	55
3.2.2.3 Επίδραση της ρύπανσης των υδάτων από αγροχημικά στο έδαφος.....	56
3.2.3 Επιδράσεις της ρύπανσης των υδάτων από αγροχημικά στην ανθρώπινη υγεία.....	56
3.2.3.1 Γενικά.....	56
3.2.3.2 Επικυνηδονότητα των νιτρικών	57
3.2.3.3 Επιπτώσεις - Επίδραση στο περιβάλλον	57
3.2.3.4 Επιπτώσεις – Επίδραση στην ανθρώπινη υγεία	58
3.2.3.5 Μεθαιμογλοβιναιμία ή blue-baby syndrome.....	59
3.2.3.6 Καρκίνος στομάχου.....	61
3.2.3.7 Επιπτώσεις στην υγεία των ζώων	61
3.2.3.8 Επιδράσεις στο ενζυμικό σύστημα.....	62
3.2.3.9 Επιδράσεις στο ανοσοποιητικό σύστημα.....	63
3.2.3.10 Επιδράσεις στην αναπαραγωγική ικανότητα.....	63
3.2.3.11 Εμβρυοτοξικότητα – τερατογένεση.....	63
3.2.3.12 Καρκινογένεση – Μεταλλαξιγένεση.....	63
3.3 Επιπτώσεις της ρύπανσης των υδάτων από την κτηνοτροφία.....	64
3.4 Επιπτώσεις της ρύπανσης των υδάτων από οικιακά λύματα- απορρίμματα.....	64
3.4.1 Εισαγωγή.....	64
3.4.2 Οικιακά λύματα και περιβάλλον.....	64
3.4.2.1 Επίδραση της οργανικής ρύπανσης	65
3.4.2.2 Επίδραση των τοξικών οργανικών ουσιών.....	65
3.4.2.3 Επίδραση των ανόργανων ρυπαντών.....	65
3.4.3 Οικιακά λύματα και άνθρωπος.....	65
3.5 Επιπτώσεις της ρύπανσης των υδάτων από τα βιομηχανικά απόβλητα.....	66
3.5.1 Εισαγωγή.....	66
3.5.2 Επιπτώσεις στο περιβάλλον.....	66
3.5.2.1 Επιπτώσεις της θερμικής αλλοίωσης των νερών στο περιβάλλον.....	68
3.5.3 Επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία.....	68

Κεφάλαιο 4	
4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	70
4.1 Εισαγωγή.....	70
4.1.1 Προσδιορισμός περιοχής μελέτης.....	71
4.1.2 Ιστορικά.....	72
4.2.2 Οικολογία.....	74
4.2.2.1 Ορνιθοπανίδα.....	74
4.2.2.2 Λοιπή Πανίδα	75
4.2.2.3 Χλωρίδα.....	75
4.2 Εξέλιξη της περιοχής	75
4.3 Γεωλογία της περιοχής.....	76
4.3.1 Υδρολογικές – Υδρογεωλογικές Συνθήκες	81
4.3.2 Κλιματολογικά στοιχεία.....	84
4.3.3 Υδρολογικά μετεωρολογικά δεδομένα	85
4.3.3.1 Θερμοκρασία.....	85
4.3.3.2 Υγρασία.....	86
4.3.3.3 Βροχόπτωση.....	86
4.3.3.4 Άνεμοι.....	87
4.3.3.5 Νέφωση-ηλιοφάνεια-ομίχλη.....	87
4.5 Υδατικό δυναμικό.....	88
Κεφάλαιο 5	
5. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΟΤΑΜΟΥ ΚΕΡΙΤΗ.....	89
Κεφάλαιο 6	
6. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΡΥΠΑΝΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΤΗΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ	
ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΟΥ ΚΕΡΙΤΗ.....	131
6.1 Ρύπανση από χρήση αγροχημικών.....	131
6.2. Ρύπανση από κτηνοτροφία.....	134
6.3. Ρύπανση από ξενοδοχειακά & οικιακά λύματα-απορρίμματα.....	135
6.4 Ρύπανση από βιοτεχνικά λύματα.....	139
Κεφάλαιο 7	
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ & ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	150
Κεφάλαιο 8	
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	151

1. ΥΔΑΤΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ-ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ

1.1 Εισαγωγή

Τα επιφανειακά νερά που περιέχονται στα ποτάμια, στις λίμνες και στην ακόρεστη σε νερό ανώτερη εδαφική ζώνη αποτελούν ένα ποσοστό 2%, τα υπόγεια νερά αποτελούν το 23% και τα νερά με την μορφή των πολικών πάγων το 75% του συνόλου των γλυκών νερών σε παγκόσμια κλίμακα. Το μικρό αυτό ποσοστό του γλυκού νερού(2%) έπαιξε σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη και στην ιστορία του ανθρώπου, αφού οι πρώτοι πολιτισμοί αναπτύχθηκαν στις όχθες ποταμών και λιμνών (Νείλος, Τίγρης, Ευφράτης, Ινδός κλπ.). Η ανάγκη χρησιμοποίησης του νερού (πόσιμο, πότισμα και μεταφορές) συντέινε στην προτίμηση αυτή. Αργότερα χρησιμοποίησε το νερό για οικιακούς σκοπούς, στη βιομηχανία ως πηγή ενέργειας και για ψυχαγωγία –αναψυχή.

Από πολύ παλιά ο άνθρωπος αντιλήφθηκε ότι έπρεπε να διαχειριστεί κατάλληλα το νερό, ώστε να εξασφαλίζει την επιβίωση του. Ακραία καιρικά φαινόμενα όπως οι πλημμύρες αλλά και οι ξηρασίες επιδρούν καταστροφικά και επιφέρουν δεινά όχι μόνο στον άνθρωπο αλλά και στα ζώα. Αναρίθμητες προσπάθειες έχουν γίνει για να τιθασευτούν ή να ελεγχθούν ή ακόμα και να προβλέπουν τα ανεπιθύμητα επακόλουθα αυτών των φαινομένων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα υπήρξε ο έλεγχος και η διαχείριση των νερών του Νείλου πριν από 5000 χρόνια όπου κατασκευάστηκαν τεράστια έργα διευθέτησης και διανομής των νερών για τις ανάγκες της άρδευσης, όπως επίσης και μελέτη των ετήσιων διακυμάνσεων της στάθμης του ποταμού για πρόγνωση της ποσότητας του νερού άρα και της γεωργικής παραγωγής [1].

1.1.1 Διαθεσιμότητα Υδατικών Πόρων

Οι ποσότητες του νερού που θεωρούνται υδατικοί πόροι δεν είναι κατανεμημένοι στην επιφάνεια της γης σύμφωνα με την κατανομή του (παγκόσμιου) πληθυσμού γι' αυτό και υπάρχει πρόβλημα νερού στον πλανήτη. Και επιπλέον οι υδατικοί πόροι δεν είναι ομοιόμορφα κατανεμημένοι στο χρόνο. Στις περισσότερες περιπτώσεις και πάντως στη χώρα μας, η χρονική κατανομή της διαθέσιμης ποσότητας νερού είναι αντίθετη από τη χρονική κατανομή της απαίτησης. Σε παγκόσμιο επίπεδο τον Μάρτιο 6.600 km^3 περισσότερο νερό είναι αποθηκευμένο στο έδαφος απ' ότι τον Οκτώβριο και τον Οκτώβριο 6.000 km^3 περισσότερο νερό είναι αποθηκευμένο στους ωκεανούς απ' ότι το Μάρτιο. Το Σεπτέμβριο 600 km^3 περισσότερο νερό είναι αποθηκευμένο στην ατμόσφαιρα απ' ότι το Μάρτιο.

Υπάρχει μια γεωγραφική και χρονική κατανομή των υδατικών πόρων στον πλανήτη που δε βρίσκεται σε αντιστοιχία με τη γεωγραφική και χρονική κατανομή της ζήτησης του νερού.

Οι σημαντικότερες ανθρώπινες προσπάθειες επέμβασης στον υδρολογικό κύκλο είναι κατά κύριο λόγο η εξομάλυνση της χρονικής κατανομής της διάθεσης του νερού. Αυτό που επιτυγχάνεται με τη χρήση ταμιευτηρίων για την αποθήκευση του νερού κατά την "υγρά" και χρήση κατά την "ξηρά" περίοδο και λιγότερο με την επέμβαση στη γεωγραφική κατανομή, παρ' όλο που έχουν γίνει μερικά αξιόλογα έργα που αφορούν εκτροπές ποταμών και μεταφορά νερού σε μεγάλες αποστάσεις.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η αποθήκευση νερού στους ταμιευτήρες δεν εξασφαλίζει μόνο την τροφοδοσία της κατανάλωσης, αλλά βοηθά και στην αναβάθμιση της ποιότητας του.

Ένα σημαντικό στοιχείο στον υδρολογικό κύκλο που πρέπει πλέον να λαμβάνεται υπόψη, είναι ο καθαρισμός των υγρών αποβλήτων και η "παραγωγή" νερού αποδεκτής περιβαλλοντικής κατ' αρχήν ποιότητας.

1.1.2 Παγκόσμια Ισορροπία Νερού

Ο υδρολογικός κύκλος του νερού περιλαμβάνει διάφορες ανεξάρτητες διεργασίες και ειδικότερα την κατακρήμνιση (βροχή, χιόνι, κ.λπ.), την εξάτμιση, την απορροή της κατείδυσης την επαναφόρτωση του υδροφορέα, τη συμπύκνωση των υδρατμών, την πήξη και την τήξη των πάγων.

Ο υδρολογικός κύκλος κινείται αενάως χωρίς αρχή και τέλος. Η παγκόσμια ποσότητα νερού είναι σταθερή και η χημική απώλεια ή κέρδος μέσω υδρατμών θεωρείται αμελητέα.

Η κινητήρια δύναμη του υδρολογικού κύκλου είναι η ηλιακή ενέργεια.

Έχει αναφερθεί ότι :

- $174,000 \times 10^{12}$: θερμικά Watts /έτος φθάνουν στην επιφάνεια της γης λόγω της ηλιακής ακτινοβολίας.
- 32×10^{12} : θερμικά Watts /έτος άγονται από τον πυρήνα της γης στην επιφάνεια της.
- 3×10^{12} : θερμικά Watts /έτος απορροφώνται από την επιφάνεια της γης, προερχόμενα από την συνδυασμένη δυναμική ενέργεια του συστήματος Γη - Σελήνη - Ήλιος.

Από την ολική εισαγωγή ηλιακής ενέργειας το :

- 23% ή $40,000 \times 10^{12}$: θερμικά Watts /έτος απορροφώνται στην κίνηση του υδρολογικού κύκλου.
- 30% :αντανακλάται κατ' ευθείαν και διασκορπίζεται στο εξωτερικό διάστημα.
- 47%:απορροφάται κατ' ευθείαν από την επιφάνεια της γης και μετατρέπεται σε θερμότητα.
- 0.2%: απορροφάται από τους ανέμους και τα ρεύματα της υδρόσφαιρας και
- 0.02% ή 40×10^{12} : θερμικά Watts/έτος δεσμεύονται χημικά στη βιόσφαιρα μέσω της φωτοσύνθεσης.

Η ολική ποσότητα του νερού στην υδρόσφαιρα υπολογίζεται σε 1.45×10^9 km³ και κατ' άλλους σε μικρότερη ποσότητα 1.36×10^9 km³. Η κατανομή του νερού, δίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 1.1. Παγκόσμια ισορροπία νερού. Καταμερισμός ποσοτήτων στις διάφορες αποθήκες νερού [2].

Αποθήκη νερού	Όγκος (Km ³)	Όγκος(%)	Στοιχείο ισορροπίας (Km ³ /έτος)	Χρόνος αντικατάστασης
Πολικοί	24*10 ⁶	2	3*10 ³	8*10 ³
Θάλασσα	137*10 ⁷	94	452*10 ³	3*10 ³
Υπόγειοι Υδροφορείς	6*10 ⁷	4	12*10 ³	5*10 ³
Επιφανειακές Λίμνες	28*10 ⁴	0.02	39*10 ³	7
Ζώνη ριζών	8*10 ⁴	0.01	80*10 ³	1
Πόταμοί	12*10 ²	0.0001	39*10 ³	11
Ατμόσφαιρα	14*10 ³	0.001	525*10 ³	10
Υδροσφαιρα	145*10 ⁷	100	525*10 ³	28*10 ³

Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι το 94% του νερού βρίσκεται στη θάλασσα και το 6% είναι γλυκό νερό, που βρίσκεται στην επιφάνεια της γης, ή στους υπόγειους υδροφορείς.

- Τα 2/3 του γλυκού νερού 60x10⁶ km³ και είναι δυνητικοί υδατικοί πόροι.
- Το 1/3 του γλυκού νερού 24 x10⁶ km³ είναι πάγοι και δεν είναι δυνατόν να τους εκμεταλλευτούμε με τη σημερινή τεχνολογία.
- Από τους δυνητικούς υδατικούς πόρους όλο το νερό εκτός μια μικρής ποσότητας βρίσκεται στους υπόγειους υδροφορείς.

Υπάρχουν μόνιμα και ανανεώσιμα αποθέματα νερού στους υπόγειους υδροφορείς. Το περιεχόμενο των μόνιμων αποθεμάτων των υδροφόρων στρωμάτων αλλάζει σε μια περίοδο πολλών χιλιάδων ετών. Αυτοί οι υδατικοί πόροι αποτελούν αποθέματα, όπως π.χ. τα μεταλλεύματα, σε αντίθεση με τους ανανεώσιμους υδατικούς πόρους. Οι τελευταίοι υπάρχουν τόσο στο έδαφος όπου ανανεώνουν τα αποθέματα τους μέσα στον ετήσιο υδρολογικό κύκλο, όσο και στην ατμόσφαιρα και στους ποταμούς, όπου ο χρόνος ανανέωσης τους είναι δέκα ημέρες [2].

1.1.3 Ο υδρολογικός κύκλος

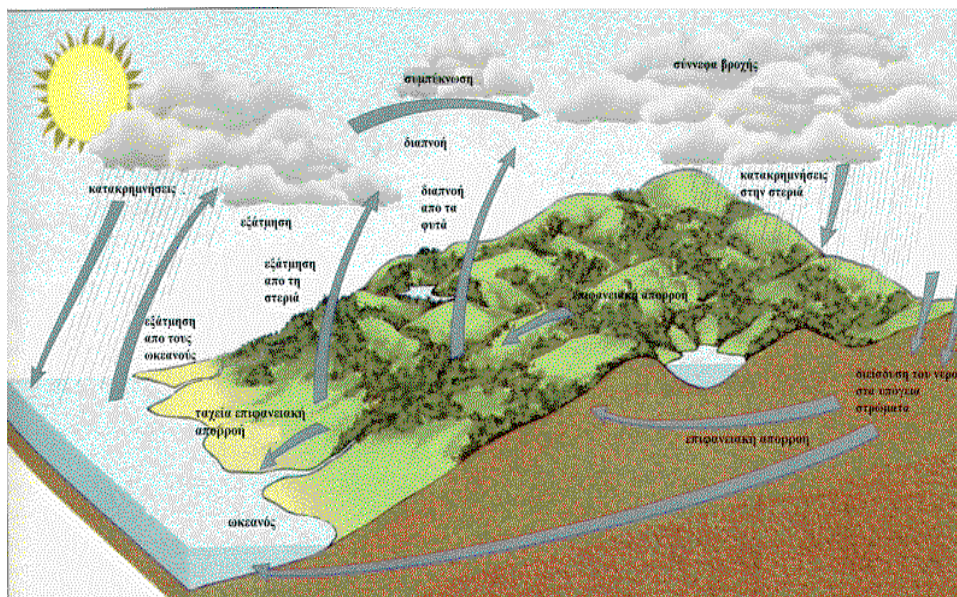
Πρακτικά, όλα τα νερά που καταλαμβάνουν μέρος του ανθρώπινου περιβάλλοντος ανακυκλώνονται συνεχώς εξαιτίας των δυνάμεων που εξασκούνται πρωταρχικά από την ηλιακή ενέργεια και τη βαρύτητα της γης.

Το νερό, πάνω ή κοντά στην επιφάνεια της λιθόσφαιρας, έχει την τάση να κινείται ανοδικά προς την ατμόσφαιρα, με τη διαδικασία της **εξάτμισης** και της **διαπνοής**. Η υγρασία αυτή στη συνέχεια επανέρχεται στην επιφάνεια της γης, με τη διαδικασία της **συμπύκνωσης** και **κατακρήμνισης**. Αυτή η συνεχής ανακύκλωση του νερού αποτελεί το υδρολογικό κύκλο (*Εικόνα 1.1*).

Έτσι, μπορεί να πει κανείς ότι ο υδρολογικός κύκλος περιλαμβάνει τις συνολικές διαδικασίες από τη στιγμή που τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα (αθροιστικά η βροχή, το χιόνι και το χαλάζι) πέφτουν στην επιφάνεια του πλανήτη μας, μέχρι την με οποιοδήποτε τρόπο επιστροφή τους στην ατμόσφαιρα.

Σ' αυτό το συνεχή κύκλο της κίνησης του νερού, οι ωκεανοί αποτελούν την κύρια πηγή νερού, η ατμόσφαιρα δρα σαν το «μέσο» της κίνησης και η ξηρά αποτελεί τον αποδέκτη της ωφέλιμης για τον άνθρωπο ποσότητας νερού. Από το νερό που πέφτει στην ξηρά ένα μέρος επιστρέφει αμέσως στην ατμόσφαιρα με τη διαδικασία της εξάτμισης, ένα μέρος παραμένει στην επιφάνεια της ξηράς και ένα μέρος εισέρχεται στο υπέδαφος. Το νερό που παραμένει στην επιφάνεια της ξηράς συνεισφέρει άμεσα στη διαίτα των τοπικών επιφανειακών νερών[3].

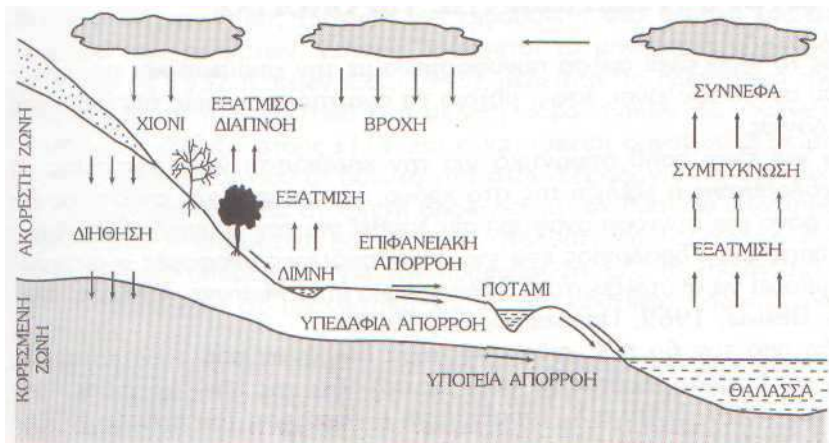
Δύο, λοιπόν γενικοί τρόποι εμφάνισης νερού πάνω και μέσα στη λιθόσφαιρα συνδέονται άμεσα με την κίνηση του νερού στον υδρολογικό κύκλο, πρόκειται για το **επιφανειακό** και το **υπόγειο** νερό. Το υπόγειο νερό περιλαμβάνει το νερό τόσο στην κορεσμένη όσο και στην ακόρεστη ζώνη.



Εικόνα 1.1. Σχηματικό διάγραμμα του υδρολογικού κύκλου [8].

Η θεωρία και η παρατήρηση έδειξαν ότι η συμπύκνωση των υδρατμών σε σύννεφα συμβαίνει, γύρω από υγροσκοπικά σωματίδια, που ονομάζονται **πυρήνες συμπύκνωσης**.

Απ' αυτού του είδους τη συμπύκνωση, το νερό που εξατμίζεται επιστρέφει, με τη μορφή ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων στην επιφάνεια του πλανήτη μας. Έτσι, οι ωκεανοί δέχονται κάθε χρόνο 320.000 Km^2 . Περίπου νερό που έχει τη μορφή ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων και η ξηρά μόνον 105.000 Km^2 περίπου. Απ' αυτά ένα μέρος ξαναγυρίζει στην ατμόσφαιρα (εξάτμισοδιαπνοή) και ένα άλλο μέρος ρέει στην επιφάνεια και υπόγεια προς τη θάλασσα για να κλείσει έτσι ο κύκλος του νερού, που επαναλαμβάνεται χωρίς τέλος(Εικόνα 1.2).



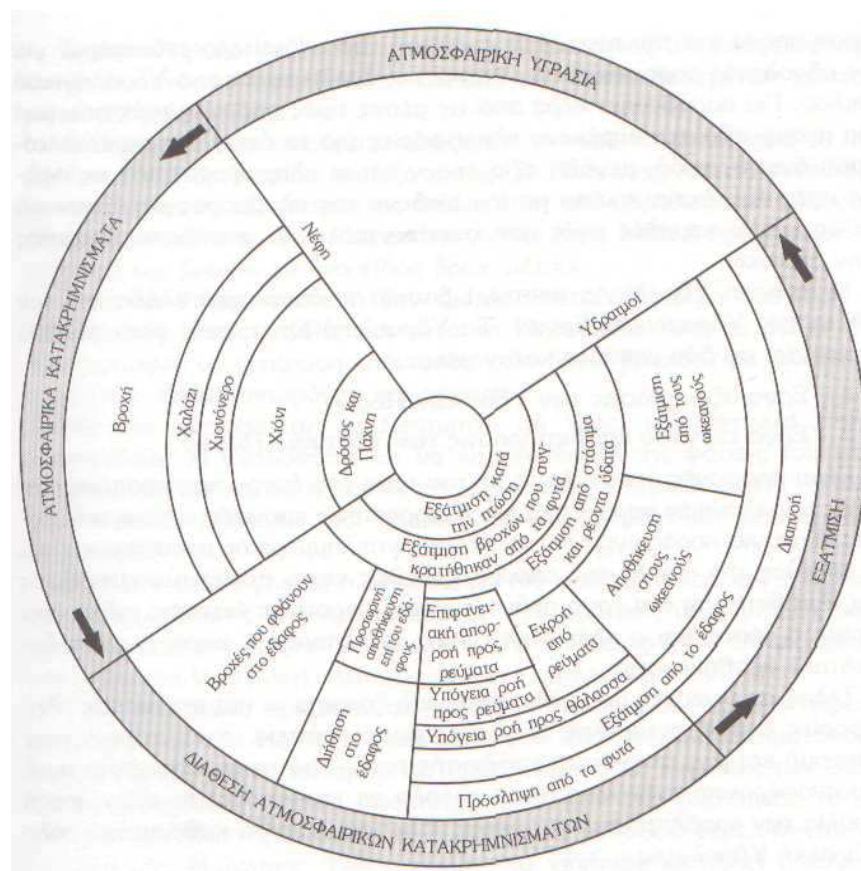
Εικόνα 1.2. Απλοποιημένη γραφική απεικόνιση του υδρολογικού κύκλου[3].

Ο καθένας είναι λίγο πολύ, γνώστης η εξοικειωμένος με τη διαίτα των επιφανειακών νερών, γιατί συχνά είναι μάρτυρας είτε της ροής ενός υδρορεύματος, χειμάρρου ή ποταμού, είτε πλημμύρας μετά από μια καταιγίδα.

Αντίθετα το υπόγειο νερό δεν πέφτει πάντα στην αντίληψη του ανθρώπου σαν ξεχωριστή εμφάνιση. Κατά την αξιοποίηση των υδατικών πόρων οι συνέπειες από μια τέτοια αντιμετώπιση είναι συχνά αποφασιστικά αρνητικές.

Αξίζει τέλος να σημειωθεί ότι μέσα στον υδρολογικό κύκλο μπορεί να συμβεί:

- α. Μεταφορά νερού.
- β. Προσωρινή αποθήκευση.
- γ. Μεταβολή της κατάστασης νερού [3].



Σχήμα 1.1. Ποιοτική παρουσίαση του υδρολογικού κύκλου σύμφωνα με τον Horton [3].

Πρέπει όμως να τονίσουμε το ρόλο του ανθρώπου και την επιρροή που έχουν οι ανθρώπινες δραστηριότητες στον υδρολογικό κύκλο.

Επιρροή ανθρωπίνων δραστηριοτήτων στον υδρολογικό κύκλο

Μετατροπή εδαφών σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις



Επιρροή στο μικροκλίμα της περιοχής



Πλημμύρες-διάβρωση-συσσώρευση στερεών στους υδατικούς όγκους



Επιτάχυνση κυκλοφορίας θρεπτικών



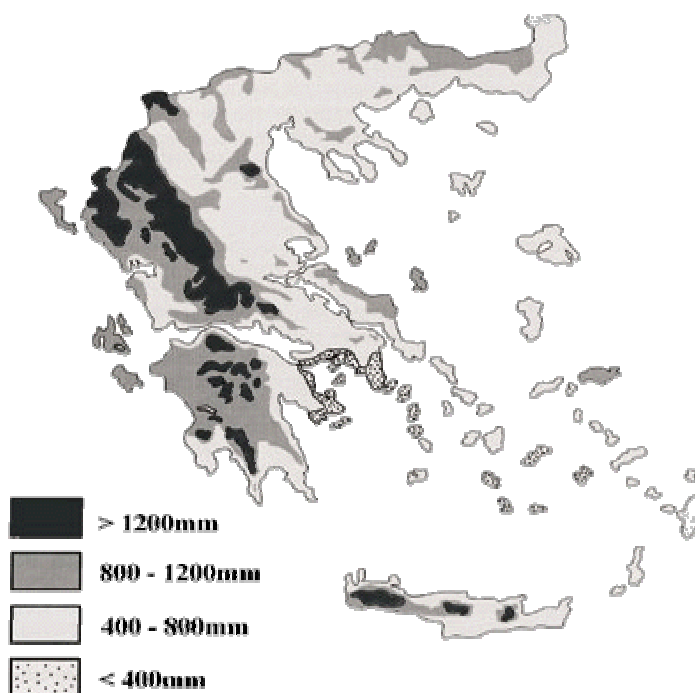
Συσσώρευση στα επιφανειακά ύδατα - ευτροφισμός



Αλλοίωση των χημικών και βιολογικών χαρακτηριστικών των υδάτων [4].

1.1.4 Βροχή και απορροή

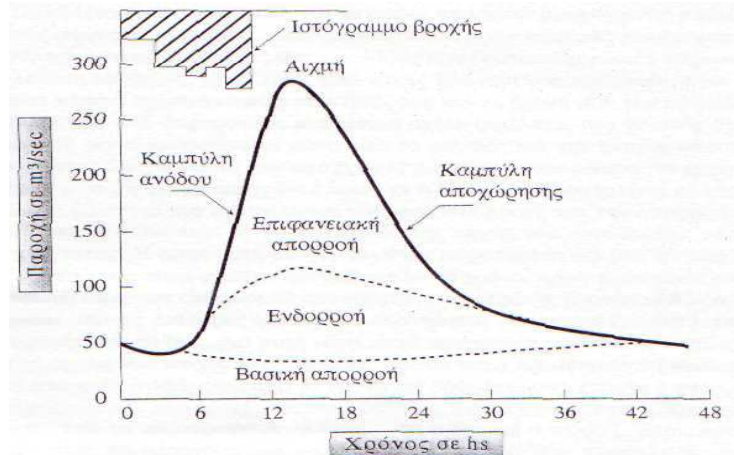
Βασικά χαρακτηριστικά της βροχής είναι το μέγεθος και η κατανομή της στο χώρο και το χρόνο. Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε πως κατανέμονται γεωγραφικά οι βροχοπτώσεις στην χώρα μας.



Εικόνα 1. 3. Γεωγραφική κατανομή των βροχοπτώσεων στην Ελλάδα [5].

Η Ελλάδα διακρίνεται για τη μεγάλη ανισοκατανομή αυτών των χαρακτηριστικών. Οι πεδινές της περιοχές κατά μήκος των δυτικών ακτών έχουν σχεδόν διπλάσια ετήσια βροχόπτωση από ότι οι αντίστοιχες στα ανατολικά παράλια. Οι ορεινές περιοχές, με κύριο άξονα την Πίνδο και την προς νότο προέκτασή της, και οι ορεινοί όγκοι στα βόρεια όρια της χώρας, έχουν πολλαπλάσια βροχόπτωση από πεδινές περιοχές που βρίσκονται σε απόσταση λίγων μόλις χιλιομέτρων από αυτές. Στα νότια, το μέσο ετήσιο ύψος της βροχής μόλις φτάνει τα 400-800mm, ενώ στα δυτικά της Πίνδου και άλλα ορεινά συγκροτήματα υπερβαίνει τα 1200 mm.

Σχετικά με την κατανομή των βροχών στο χρόνο, σε γενικές γραμμές, το μεγαλύτερο ύψος παρατηρείται κατά τους ψυχρούς μήνες του έτους. Μέσα στα πλαίσια αυτά παρατηρούνται σημαντικές διαφοροποιήσεις από περιοχή σε περιοχή. Έτσι, στα νότια και τα νησιά φθινόπωρο και χειμώνας συγκεντρώνουν το μέγιστο της βροχής ενώ το καλοκαίρι και μέρος της άνοιξης είναι σχεδόν ξερά. Στα βόρεια η χρονική αυτή κατανομή αλλάζει σημαντικά, όπου φθινόπωρο-χειμώνας-άνοιξη έχουν σχεδόν ισοκατανομή της βροχής, με το καλοκαίρι να παραμένει σχεδόν ξερό. Είναι φυσικό ότι, κάτω από αυτές τις συνθήκες, για να γίνει δυνατή η ανάπτυξη των καλλιεργειών από τα μέσα της άνοιξης μέχρι το τέλος τουλάχιστο του καλοκαιριού χρειάζεται η εφαρμογή αρδεύσεων. Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται τα τρία στοιχεία της απορροής από μια βροχόπτωση.



Σχήμα 1.2. Υδρογράφημα που δημιουργήθηκε από μεμονωμένη βροχή που δείχνει την σύνθεση του από τα τρία στοιχεία της απορροής [5].

Όπως αναφέρθηκε, προηγούμενα ένα μέρος από το νερό των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων βρίσκει διέξοδο μέσα στα υδάτινα ρεύματα, η παροχή των οποίων διαμορφώνεται από το άθροισμα της επιφανειακής απορροής, της ενδορροής και της βασικής απορροής. Η επιφανειακή απορροή και η ενδορροή είναι το άμεσο αποτέλεσμα κάποιας βροχής, έχουν μικρή σχετικά διάρκεια, και συμπεριλαμβάνονται στον κοινό όρο άμεση απορροή. Το μέρος της βροχής που αντιστοιχεί στην άμεση απορροή λέγεται απορροϊκή βροχή. Η βασική απορροή είναι το αποτέλεσμα βροχών που έπεσαν στο απώτερο παρελθόν και της τήξης του χιονιού, είναι σχετικά σταθερή και έχει μεγάλη διάρκεια.

Η διακύμανση της παροχής ενός υδάτινου ρεύματος ακολουθεί σε γενικές γραμμές τη διακύμανση των βροχών που πέφτουν στη λεκάνη απορροής του [5].

1.1.5 Η επιφανειακή απορροή

Μεγάλο μέρος από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα που φτάνουν στο υπέδαφος προέρχεται από το υδρογραφικό κυρίως δίκτυο. Ο όγκος του επιφανειακού νερού σε μία λεκάνη είναι συνάρτηση της έντασης της βροχής, της υδροπερατότητας του εδάφους, της διάρκειας της βροχής, του είδους της χλωρίδας, των φυσιογραφικών παραμέτρων της λεκάνης απορροής, της διανομής της βροχής, της γεωμετρίας του υδρογραφικού δικτύου και του βάθους της επιφάνειας του φρεάτιου υδροφόρου ορίζοντα.

Στην περίπτωση του υδατορεύματος που η επιφανειακή του απορροή διαρκεί πολύ χρόνο μετά την πτώση της βροχής, στον υπολογισμό της επιφανειακής απορροής συμπεριλαμβάνεται και η απόγεια απορροή (πηγές).

Η επιφανειακή απορροή, σαν μετρούμενο φυσικό μέγεθος που είναι, συνδέεται πάντα στενά με το σημείο και το χρόνο μέτρησης, εκφράζεται δε με το συντελεστή της απορροής.

1.1.6 Η απορροή αποτελεί γενικά το συνολικό όγκο του νερού

Ο συνολικός όγκος του νερού αντιστοιχεί:

(i) στο κλάσμα των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων που πέφτουν απευθείας πάνω στην υγρή επιφάνεια των υδρορευμάτων,

(ii) σ' εκείνο που πέφτει στην επιφάνεια του εδάφους και απορρέει πάνω σ' αυτή, χωρίς να κατεισδύει ή να διηθείται προς το υπέδαφος,

(iii) στην υποδερμική ροή και

(iv) στο κλάσμα του υπόγειου νερού που ανεβαίνει στην επιφάνεια του εδάφους με τη μορφή πηγών.

Η **υποδερμική ροή** παριστάνει το ποσό του νερού που κατεισδύει σε μικρό βάθος μέσα στο έδαφος και που μόλις συναντήσει στρώμα υδατοστεγανό, κυλάει παράλληλα μ' αυτό, συχνά δε ξαναεμφανίζεται στην επιφάνεια.

Η απορροή έχει θεωρηθεί από μερικούς ερευνητές ως ένας κύκλος που περιλαμβάνει τις εξής πέντε φάσεις :

α' φάση: αρχίζει από το τέλος της ξηράς περιόδου μέχρι πριν να αρχίσουν οι βροχοπτώσεις. Σ' αυτή τη φάση η ροή μέσα στους κλάδους του υδρογραφικού δικτύου τροφοδοτείται από το στράγγισμα των υδροφόρων οριζόντων που κατεβαίνουν από ψηλά ή από πηγές των ορεινών κυρίως περιοχών. Στο ελληνικό χώρο, αυτοί την περίοδο οι διάφοροι κλάδοι του υδρογραφικού δικτύου συμπύπτον, κατά κανόνα, με τους άξονες της αποστράγγισης των υδροφόρων οριζόντων, όταν σ' αυτούς η υδροστατική επιφάνεια είναι υψηλή.

β' φάση: συμπύπτε με την αρχή των βροχοπτώσεων. Τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα σ' αυτή τη φάση μοιράζονται μεταξύ της απορροής στους υδροφόρους κλάδους του υδατογραφικού δικτύου, της κατακράτησης από βλάστηση, της κατείσδυσης στο έδαφος, της παροδικής συγκέντρωσης σε μορφολογικές ταπεινώσεις και τις εξάτμισης.

Σ' αυτή τη φάση η απορροή στην πεδινή περιοχή είναι μικρή, εκτός από τις περιοχές που αποτελούνται από υδατοστεγή πετρώματα.

γ' φάση: συνδέεται με τη περίοδο που συνεχίζεται η πτώση των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων και που η έντασή της παρουσιάζει μεταβολές. Σ' αυτή την περίοδο προσεγγίζεται η «δυνητική» κατακράτηση του νερού από τα φυτά και η συγκέντρωση σε μορφολογικές ταπεινώσεις. Το περίσσειμα των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων τροφοδοτεί την απορροή. Η απορροή στην πεδινή περιοχή παρουσιάζεται, όταν το ποσό των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων

είναι μεγαλύτερο από την ένταση της κατείσδυσης. Αυτό όμως το περίσσειμα του νερού φτάνει στους κλάδους του υδρογραφικού δικτύου μόνον όταν δεν κατακρατείται από τα πετρώματα πάνω στα οποία ρέει.

Σ' αυτή τη φάση αρχίζει εμπλουτισμός των υδροφόρων οριζόντων με το νερό της κατείσδυσης, καθώς και η τροφοδότηση τους από μερικούς κλάδους του υδρογραφικού δικτύου.

δ' φάση: συνδέεται με τη συνέχιση των βροχοπτώσεων μέχρι να κορεστεί με νερό η φυσική αποταμίευση. Τώρα υπάρχει πλεόνασμα σε νερό, μετά την εξάντληση της δυνατότητας να εμπλουτισθούν περισσότερο οι υδροφόροι ορίζοντες και γι' αυτό κατευθύνεται προς τους κλάδους του υδρογραφικού δικτύου.

ε' φάση: αντιστοιχεί στην περίοδο που τελειώνουν οι βροχοπτώσεις και αρχίζει η πρώτη φάση (ξηρά περίοδος). Η ροή μέσα στους κλάδους του υδρογραφικού δικτύου συντηρείται από το στράγγισμα των υδροφόρων οριζόντων και των πηγών. Η φάση αυτή επικαλύπτεται κατά μεγάλο μέρος με την πρώτη [5].

1.1.7 Παράγοντες που επηρεάζουν την απορροή

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την απορροή διακρίνονται στους:

α)κλιματικούς, δηλαδή:

(i) ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα : είδος (βροχή, χιόνι παγετός), τύπος, ένταση, διάρκεια, χωροχρονική κατανομή, συχνότητα κ.λπ.

(ii) κατακράτηση κωμοστέγης : που είναι συνάρτηση του είδους της βλάστησης, της σύνθεσής της, της ηλικίας της, της πυκνότητάς της και της εποχής του έτους.

(iii) εξάτμιση: που το μέγεθός της επηρεάζεται από επί μέρους κλιματικά στοιχεία (θερμοκρασία, άνεμοι, ατμοσφαιρική πίεση) από την μορφολογία της επιφάνειας εξάτμισης κ.λπ.)

(iv) διαπνοή : που επηρεάζεται ειδικότερα από πολλούς παράγοντες (θερμοκρασία, άνεμοι, ηλιακή ακτινοβολία, υγρασία του νερού και του εδάφους, είδη βλάστησης κ.λπ.)

β)φυσιογραφικούς, δηλαδή:

(i) τα χαρακτηριστικά της λεκάνης : γεωμετρικά χαρακτηριστικά(μέγεθος, σχήμα, κλίση, προσανατολισμός, υψόμετρο, πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου), φυσικά χαρακτηριστικά (χρήση γαιών, κατείσδυση, τύπος του εδάφους, γεωλογικές συνθήκες, καθώς και παρουσία λιμνών και τελμάτων, τεχνητή στράγγιση κ.λπ.)

(ii) τα χαρακτηριστικά του υδρογραφικού δικτύου : (μεταφορική ικανότητα, γεωμετρικά χαρακτηριστικά, κλίση, διακλάδωση, δυνατότητα αποταμίευσης κ.λπ.)[5].

1.2 Υδρολογική λεκάνη

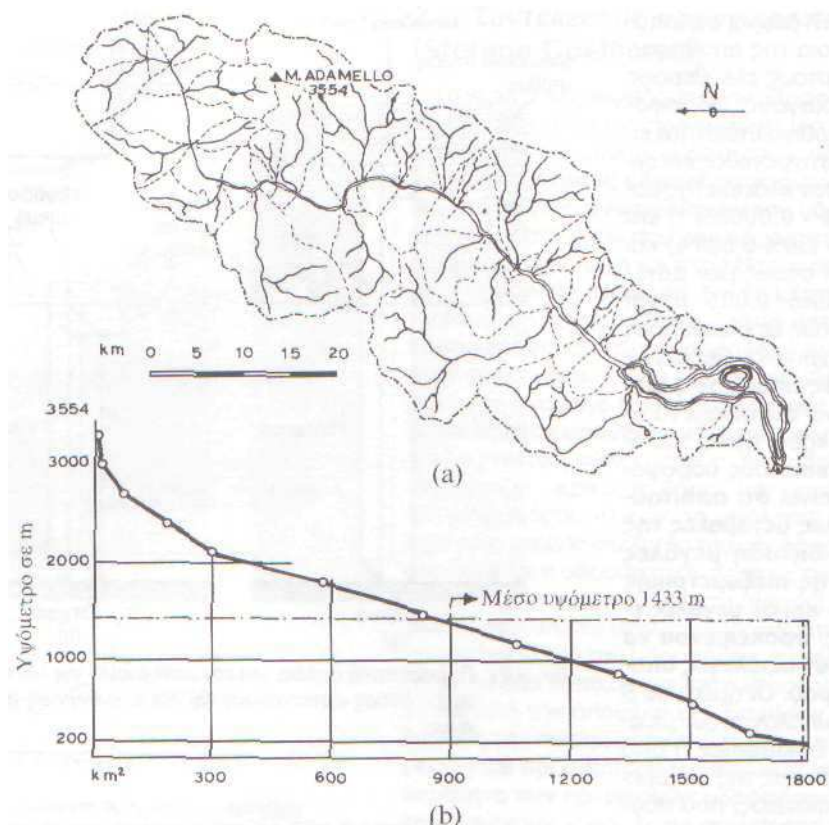
1.2.1 Εισαγωγή

Η υδρολογική λεκάνη είναι μία υδρολογική ενότητα που περιέχει ένα μεγάλο ή περισσότερους υδροφόρους. Μια υδρολογική λεκάνη είναι μια περιοχή που περιλαμβάνει υπόγεια αποθήκη νερού ικανή να δώσει αξιόλογη ποσότητα νερού. Τέτοια λεκάνη μπορεί να συμπίπτει ή όχι με μια φυσιογραφική μονάδα (physiographic unit), σε μία υδρολογική λεκάνη (drainage basin), να συμπίπτει δηλαδή με τη λεκάνη ενός υδρορεύματος που ορίζεται από την υδροκριτική γραμμή ή τον υδροκρίτη (water divide), που είναι η γραμμή εκατέρωθεν της οποίας τα επιφανειακά νερά ρέουν προς αντίθετες κατευθύνσεις. Η *λεκάνη απορροής* είναι η φυσιογραφική ενότητα που

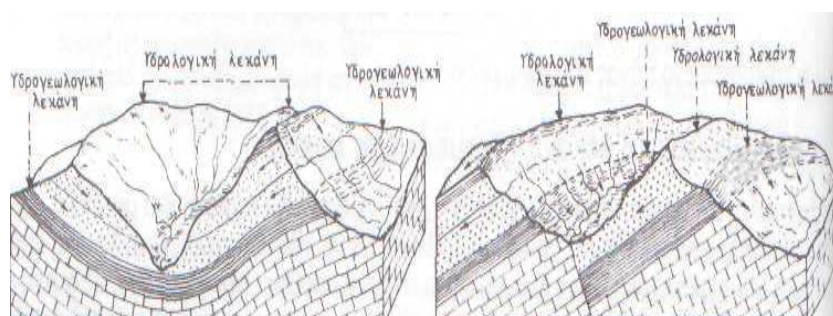
τροφοδοτεί με επιφανειακό νερό ένα υδρόρευμα, ενώ η υδρογεωλογική λεκάνη είναι η γεωλογική ενότητα που τροφοδοτεί με υπόγειο νερό έναν υδροφόρο ή ένα υδροφόρο σύστημα.

Η λεκάνη απορροής και η υδρογεωλογική λεκάνη μπορεί να συμπίπτουν ή όχι. Σε μια κοιλάδα που διαμορφώνεται ανάμεσα σε βουνά, η υδρογεωλογική λεκάνη είναι δυνατό να κατέχει μόνο το κεντρικό τμήμα της λεκάνης απορροής. Αντίθετα, στους καρστικούς σχηματισμούς και στους αμμόλοφους οι δύο λεκάνες είναι τελείως διαφορετικές και συχνά ανεξάρτητες μεταξύ τους.

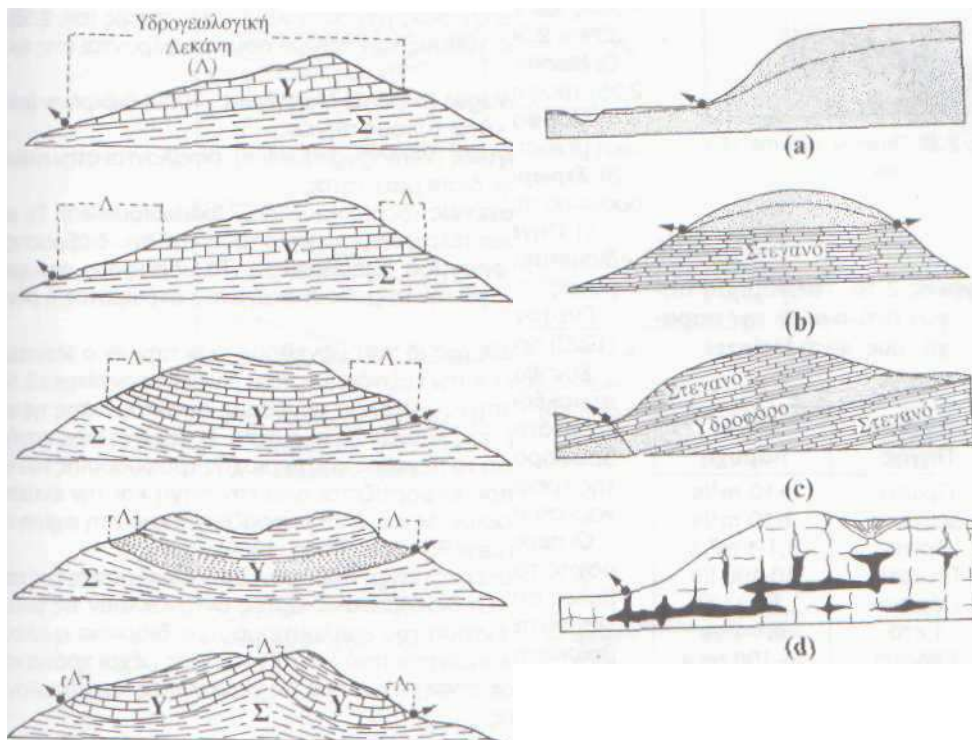
Μια φυσιογραφική (υδρολογική) λεκάνη μαζί με την υψογραφική της καμπύλη δείχνει το σχήμα 1.3. Το σχήμα 1.4 δίνει παράδειγμα όπου υδρολογική και υδρογεωλογική λεκάνη δεν συμπίπτουν. Τέλος, το σχήμα 1.5 δείχνει διάφορες περιπτώσεις υδρολογικών λεκανών [3].



Σχήμα 1.3. Παράδειγμα υδρολογικής λεκάνης με το υδρογραφικό δίκτυο (a) και την υψογραφική της καμπύλη(b) [6].



Σχήμα 1.4. Δύο παραδείγματα στα οποία δεν συμπίπτουν η υδρολογική και υδρογεωλογική λεκάνη. Τα σικτά στρώματα είναι διαπερατά, εκείνα με συνεχή γραμμή στεγανά [6].



Σχήμα 1.5. Διάφορες μορφές υδρογεωλογικών λεκανών [3].

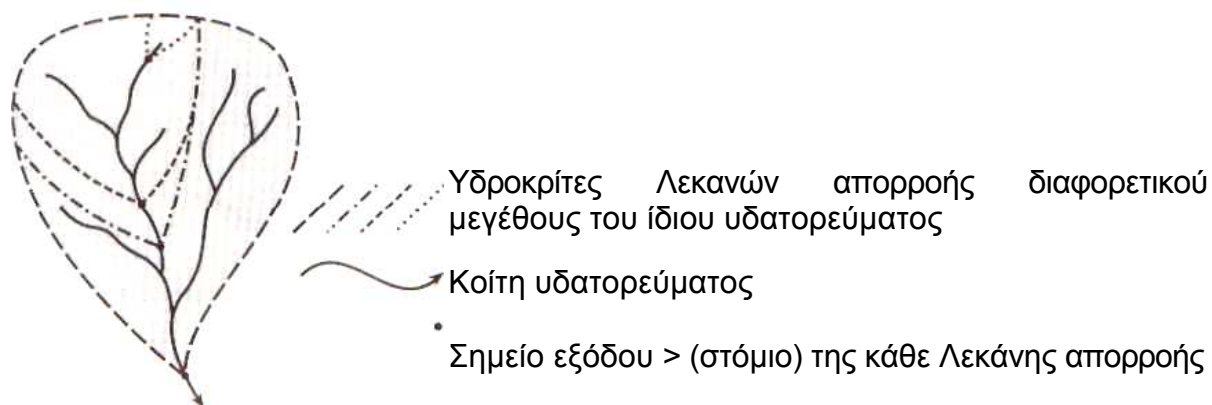
1.2.2 Μορφομετρικά χαρακτηριστικά λεκάνης απορροής

1.2.2.1 Μέγεθος Λεκάνης Απορροής

Το μέγεθος της Λεκάνης απορροής έχει σημασία αφού επηρεάζει γενικά τόσο τη συνολική απορροή (water yield) στην έξοδο της, όσο και το χρόνο συγκέντρωσης της απορροής και κατά συνέπεια και το σχήμα του υδρογραφήματος. Η παραπάνω σχέση δεν είναι βέβαια γραμμική αφού τα γεωλογικά, εδαφικά και άλλα χαρακτηριστικά της λεκάνης κατά κανόνα διαφέρουν.

Η σχέση «μεγέθους λεκάνης και απορροής» χρειάζεται επιπλέον ιδιαίτερη προσοχή, αφού το μέγεθος αυτής (της λεκάνης) επηρεάζει όλους τους άλλους παράγοντες της λεκάνης. Πιο συγκεκριμένα, η κλίση της λεκάνης αυξάνει όσο μειώνεται το μέγεθος αυτής, ενώ η ειδική παροχή ($m^3/s/Km^2$) μειώνεται με την αύξηση του μεγέθους της λεκάνης. Για τους λόγους αυτούς η σχέση μεγέθους λεκάνης και απορροής δεν έχει διευκρινισθεί πλήρως και έτσι η παράμετρος αυτή δίκαια είχε χαρακτηριστεί από τον Anderson (Gregory και Walling, 1983) ως η παράμετρος του διαβόλου (The devil's own variable).

Το μέγεθος της λεκάνης μπορεί να κυμαίνεται από μερικές χιλιάδες Km^2 (όπως π.χ. το μέγεθος των λεκανών μεγάλων ποταμών) μέχρι και λίγα m^2 . Βέβαια πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι το μέγεθος της λεκάνης μεταβάλλεται και εξαρτάται από το σημείο της κοίτης το οποίο ορίζεται ως στόμιο της Λεκάνης. Έτσι το μέγεθος μειώνεται όσο προχωρούμε από τις εκβολές του ρεύματος προς τις πηγές του σχήματος 1.6.



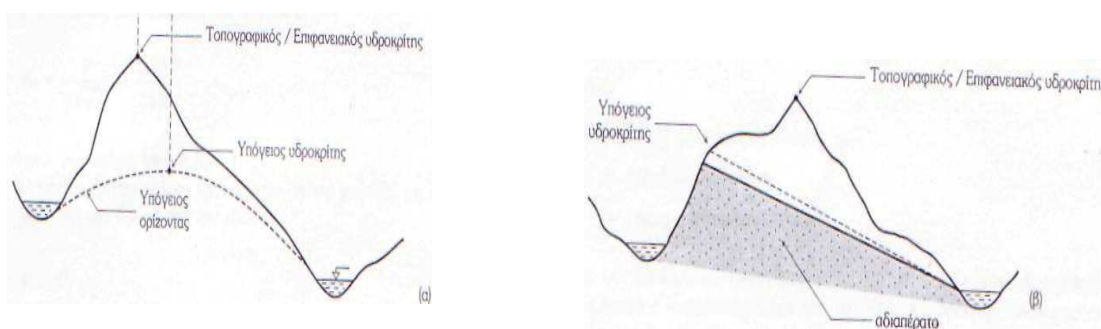
Σχήμα1.6: Μεταβολή του μεγέθους της λεκάνης απορροής με τη μετακίνηση του στομίου κατά μήκος της κοίτης του ίδιου ρεύματος [6].

Για την εκτίμηση του μεγέθους μιας λεκάνης απορροής απαραίτητη προϋπόθεση είναι ο καθορισμός του υδροκρίτη της Λεκάνης δηλαδή της νοητής εκείνης γραμμής που διαχωρίζει δύο ή και περισσότερες υδρολογικές Λεκάνες. Μετά τον καθορισμό του υδροκρίτη, το μέγεθος μπορεί να υπολογισθεί με τη χρήση τοπογραφικών χαρτών ή αεροφωτογραφιών ή άλλων σύγχρονων μέσων. Πολύ συχνά όμως ο καθορισμός του επιφανειακού υδροκρίτη της λεκάνης δεν είναι αρκετός για τον υπολογισμό του μεγέθους της. Και αυτό συμβαίνει γιατί η απορροή του υδατορεύματος δεν δημιουργείται μόνο από την επιφανειακή απορροή (των πλαγιών της λεκάνης), αλλά και από την υπεδάφια /υπόγεια απορροή. Έτσι είναι δυνατόν:

(α) Το ψηλότερο σημείο του υπόγειου ορίζοντα να μην συμπίπτει με τον τοπογραφικό /επιφανειακό υδροκρίτη και

(β) Λόγω της διάταξης των γεωλογικών σχηματισμών να υπάρχει απόκλιση του υπόγειου υδροκρίτη από τη θέση του τοπογραφικού υδροκρίτη.

Οι περιπτώσεις αυτές απεικονίζονται παρακάτω και πρέπει να λαμβάνονται πάντοτε υπόψη κατά τον υπολογισμό του μεγέθους της Λεκάνης απορροής των υδατορευμάτων.



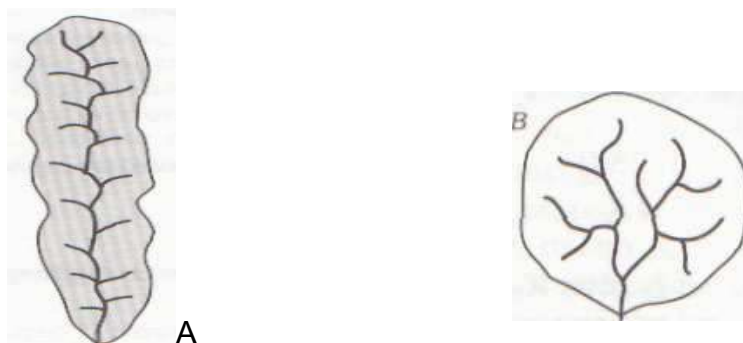
Σχήμα 1.7: Περιπτώσεις απόκλισης στην εκτίμηση της λεκάνης απορροής που γίνεται με βάση τον τοπογραφικό /επιφανειακό υδροκρίτη: **α)** Το ψηλότερο σημείο του υπόγειου ορίζοντα δεν συμπίπτει με τον τοπογραφικό υδροκρίτη **β)** Η διάταξη των γεωλογικών σχηματισμών δημιουργεί συνθήκες κατάλληλες για τον υπόγειο υδροκρίτη να βρίσκεται σε διπλανή λεκάνη απορροής [6].

Λεκάνες απορροής για καλύτερη συνεννόηση μεταξύ των επιστημόνων και σύγκριση των αποτελεσμάτων ιεραρχούνται -ταξινομούνται σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με το μέγεθος, Η ιεράρχηση -ταξινόμηση- όμως αυτή γίνεται σύμφωνα με το υδρογραφικό δίκτυο.

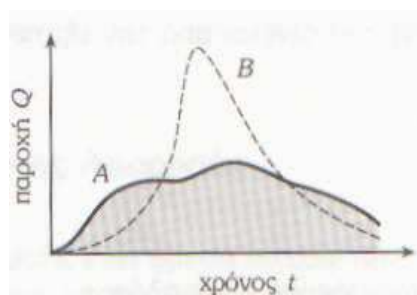
Γενικά το μέγεθος της Λεκάνης απορροής χρησιμοποιείται ευρύτατα όχι μόνο γιατί επηρεάζει άμεσα τις υδρολογικές διεργασίες αλλά και για το γεγονός ότι μπορεί να προσδιορισθεί συνήθως αρκετά ευκολότερα από άλλες παραμέτρους που είναι επίσης σημαντικές. Στην περίπτωση που ένα σημαντικό μέρος της λεκάνης καλύπτεται από νερά (π.χ. λίμνες, ταμιευτήρες) ενδιαφέρον παρουσιάζει το καθαρό μέγεθος της λεκάνης που προκύπτει με την αφαίρεση από τη συνολική έκταση της έκτασης κατάλυσης [6].

1.2.2.2 Σχήμα της Λεκάνης Απορροής

Πιο συγκεκριμένα, επιμήκεις λεκάνες απορροής έχουν μεγαλύτερο χρόνο συγκέντρωσης από ριπιδοειδείς ή κυκλικές και κατά συνέπεια, κάτω από τις ίδιες συνθήκες, οι πρώτες εμφανίζουν μικρότερες παροχές (Σχήμα 1.8).



Σχήμα 1.8 α) Ριπιδοειδείς λεκάνη απορροής, β) Κυκλικές λεκάνες απορροής



Σχήμα 1.9. Επίδραση του σχήματος της λεκάνης απορροής στη μορφή του υδρογραφήματος (απορροής) [6].

Το σχήμα της λεκάνης επηρεάζει επίσης την παροχή όταν η βροχή δεν καλύπτει ολόκληρη την επιφάνεια της λεκάνης αλλά μετακινείται από το ένα άκρο προς το άλλο. Έτσι στη λεκάνη Α του Σχήματος 1.8 για παράδειγμα, όταν η βροχή μετακινείται από το στόμιο προς τα ανάντη, ο χρόνος που απαιτείται για να φθάσει η απορροή από το πιο απομακρυσμένο σημείο της λεκάνης στο στόμιο, είναι πολύ μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο χρόνο αν η βροχή μετακινείται προς τα κατάντη. Επομένως στην πρώτη περίπτωση η παροχή είναι μικρότερη από τη δεύτερη. Σε λεκάνες απορροής όμως που έχουν σχήμα ριπιδοειδές ή κυκλικό, η

επίδραση της μετακίνησης της βροχής στην παροχή είναι σημαντικά μικρότερη από εκείνη που παρατηρείται σε επιμήκεις λεκάνες.

Το σχήμα της λεκάνης, παρά τη σπουδαιότητα που έχει για το μέγεθος της παροχής, δύσκολα προσδιορίζεται και εκφράζεται αριθμητικά με σαφήνεια και ακρίβεια. Για το λόγο αυτό έχουν χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς διάφοροι δείκτες για την απόδοση του σχήματος αυτής [6].

1.2.2.3 Υψόμετρο της Λεκάνης Απορροής

Το υψόμετρο της λεκάνης απορροής έχει άμεση σχέση τόσο με τα κατακρημνίσματα που δέχεται όσο και με τις θερμοκρασίες που επικρατούν σ' αυτή. Πιο συγκεκριμένα, τα κατακρημνίσματα αυξάνουν, ως γνωστό, με το υψόμετρο της Λεκάνης. Η θερμοκρασία όμως, σε αντίθεση με τα κατακρημνίσματα, μειώνεται με το υψόμετρο. Η άμεση σχέση του υψομέτρου της λεκάνης με ία κατακρημνίσματα και τη θερμοκρασία συντελεί και στον επηρεασμό της απορροής από το υψόμετρο. Έτσι πιο αναλυτικά, μεγαλύτερο ύψος κατακρημνισμάτων συντελεί στην αύξηση της απορροής και χαμηλότερες ή υψηλότερες θερμοκρασίες συνεπάγονται ελάττωση ή αύξηση της εξάτμισης αντίστοιχα. Η θερμοκρασία καθορίζει επιπλέον και το ποσοστό των κατακρημνισμάτων που πέφτουν υπό μορφή χιονιού, καθώς και τη διάρκεια παραμονής του στο έδαφος. Οι συνθήκες αυτές με τη σειρά τους επηρεάζουν σημαντικά την απορροή στο στόμιο της Λεκάνης.

Από τα διάφορα υψόμετρα της λεκάνης πιο σημαντικά θεωρούνται το μέσο, η μέση τιμή, το μέγιστο και το ελάχιστο. Το ελάχιστο και μέγιστο προσδιορίζονται εύκολα με τη χρήση τοπογραφικών χαρτών ή με και ευθείαν μετρήσεις. Για τον προσδιορισμό της μέσης τιμής του υψομέτρου είναι αναγκαία η χάραξη της υψομετρικής καμπύλης της λεκάνης. Αυτή ορίζεται ως η καμπύλη που χαράσσεται σε σύστημα συντεταγμένων με τεταγμένη κάθε φορά το υψόμετρο και τετμημένη την επιφάνεια των εκτάσεων που βρίσκονται πάνω από το υψόμετρο.

Η μέση τιμή του υψομέτρου λαμβάνεται από την υψομετρική καμπύλη και είναι εκείνη όπου το 50% της έκτασης της λεκάνης απορροής βρίσκεται πάνω από αυτό το υψόμετρο.

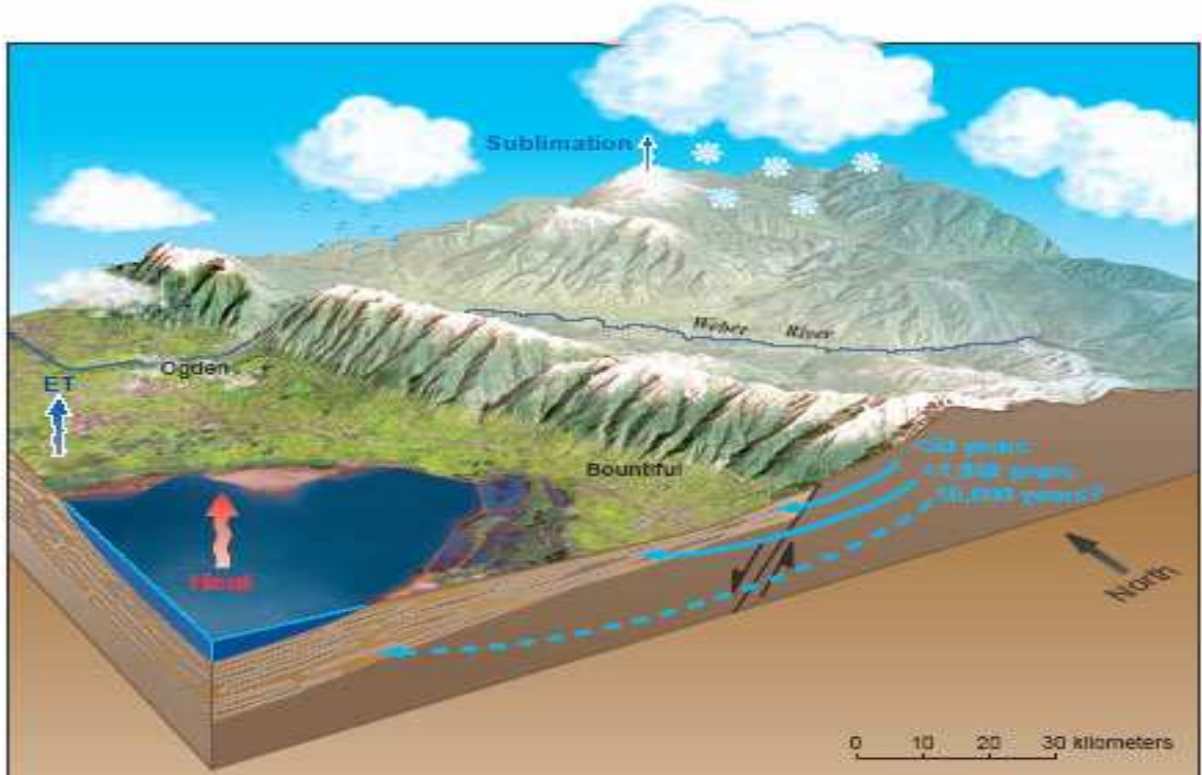
Μέσο υψόμετρο της λεκάνης είναι η μέση τεταγμένη της υψομετρικής καμπύλης. Για τον προσδιορισμό του απαιτείται πρώτα η διαίρεση της λεκάνης σε υποπεριοχές και ο υπολογισμός του μέσου υψομέτρου κάθε μιας από αυτές[6]

1.2.2.4 Ανάγλυφο και Κλίσεις Εδάφους της Λεκάνης Απορροής

Το ανάγλυφο της Λεκάνης απορροής και οι κλίσεις των διαφόρων επιφανειών της επηρεάζουν σημαντικά τις διεργασίες βροχής-απορροής. Πιο συγκεκριμένα σε λεκάνες με ομαλό ανάγλυφο και μεγάλες κλίσεις, ο χρόνος συγκέντρωσης του περισεύματος βροχής είναι μικρός και κατά συνέπεια και η πιθανότητα διήθησης αυτής μειώνεται σημαντικά. Έτσι τα υδρογραφήματα στο στόμιο της λεκάνης χαρακτηρίζονται από μικρή χρονική βάση, απότομες καμπύλες ανόδου και καθόδου και υψηλές πλημμυρικές αιχμές. Ακόμα ομαλό ανάγλυφο και μεγάλες κλίσεις των λεκανών συντελούν και στην αύξηση των φερτών υλών στο στόμιο τους, ενώ τα αντίθετα χαρακτηριστικά από αυτά που αναφέρθηκαν παραπάνω παρατηρούνται στα υδρογραφήματα λεκανών με ομαλό ανάγλυφο και μικρές κλίσεις.

Η έκφραση του ανάγλυφου και των κλίσεων της λεκάνης παρουσιάζει σημαντικές δυσκολίες που απορρέουν από την επιδίωξη έκφρασης τρισδιάστατων μεταβολών με απλούς δείκτες. Προς την κατεύθυνση αυτή έγιναν πολλές προσπάθειες και σήμερα τα χαρακτηριστικά αυτά των λεκανών

εκφράζονται με απλούς δείκτες, με συνδυασμένους, καθώς και με επιλεγμένες μετρήσεις των κλίσεων [6].



Εικόνα 1.4. Χαρακτηριστικά της υδρολογικής λεκάνη [9]

1.3 Το υδατικό ισοζύγιο

1.3.1 Γενικά

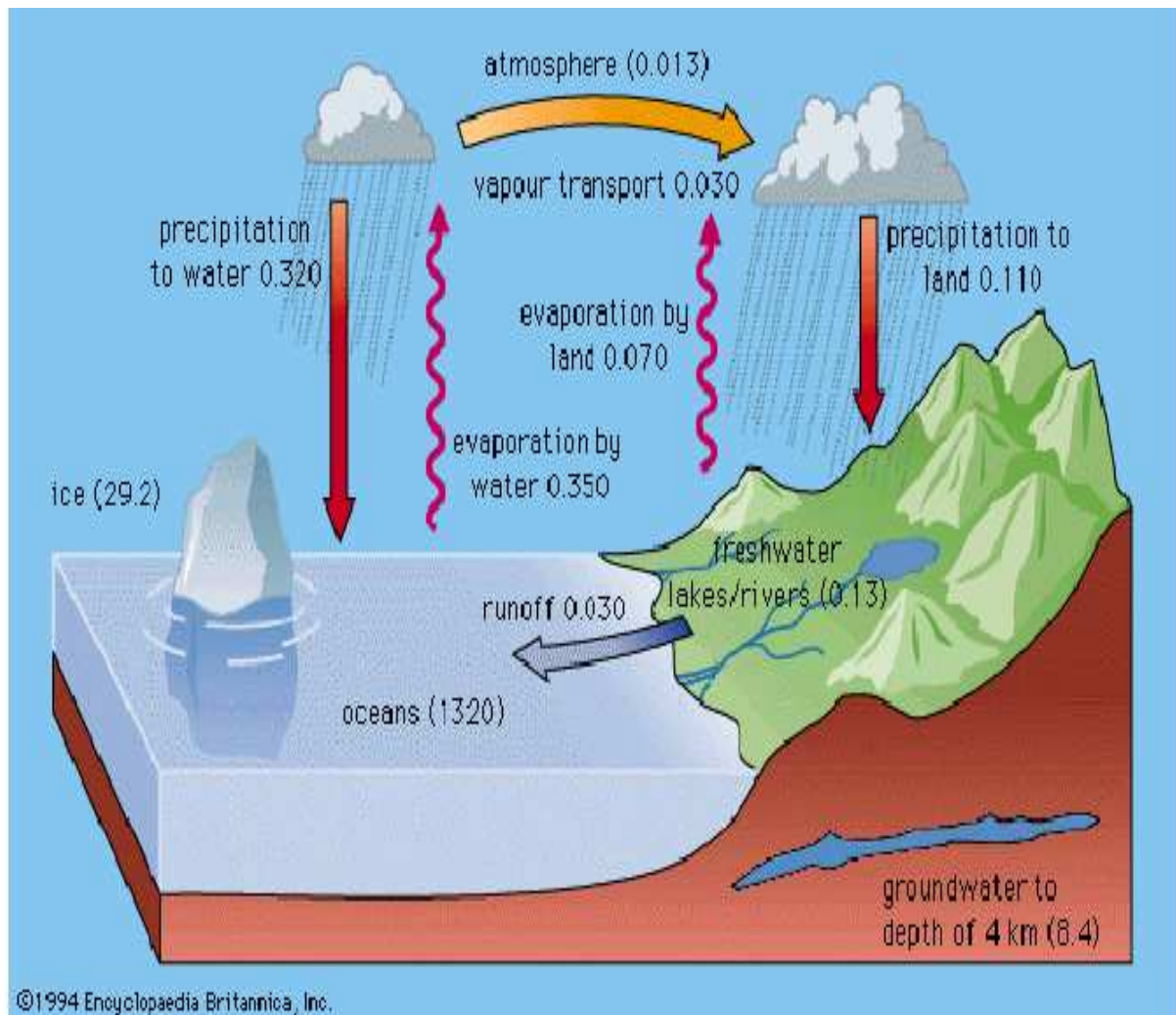
Όπως αναφέραμε οι κυριότερες φυσικές δεξαμενές υδάτων στον πλανήτη μας είναι: Οι ωκεανοί, οι παγετοί, οι ποταμοί και οι λίμνες και οι υπόγειοι υδροφορείς (βάθους ως 4 km).

Γνωρίζουμε ότι $0,5 \cdot 10^6 \text{ km}^3$ νερού εξατμίζονται από τη γη και τη θάλασσα προς την ατμόσφαιρα, όπου παραμένουν περίπου 10 μέρες και κατόπιν κατακρημνίζονται πίσω στη γη (είτε με βροχή, είτε με χιόνι). Για να συντελεστεί αυτή η εξάτμιση χρειάζεται το 1/2 του ηλιακού φωτός που φθάνει στη γη.

Το 1/3 των υγρών κατακρημνίσεων που φθάνει στη γη επανέρχεται στη θάλασσα μέσω ποταμών. Το 0,6% των υπογείων υδάτων μεταφέρεται επίσης στη θάλασσα.

Το

συνολικό ισοζύγιο του υδρολογικού κύκλου φαίνεται στην Εικόνα 1.5.



Εικόνα 1.5. Ισοζύγιο υδρολογικού κύκλου [4].

Η γενική μορφή του υδρολογικού ισοζυγίου εκφράζει την ισότητα εισροών και εκροών στην λεκάνη, όπως προέρχεται από μακροχρόνιες εκτιμήσεις :

$$P = R + E + I$$

Όπου P= ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα σε mm.

R = απορροή σε mm.

E = πραγματική εξατμισοδιαπνοή σε mm.

I = κατείσδυση σε mm.

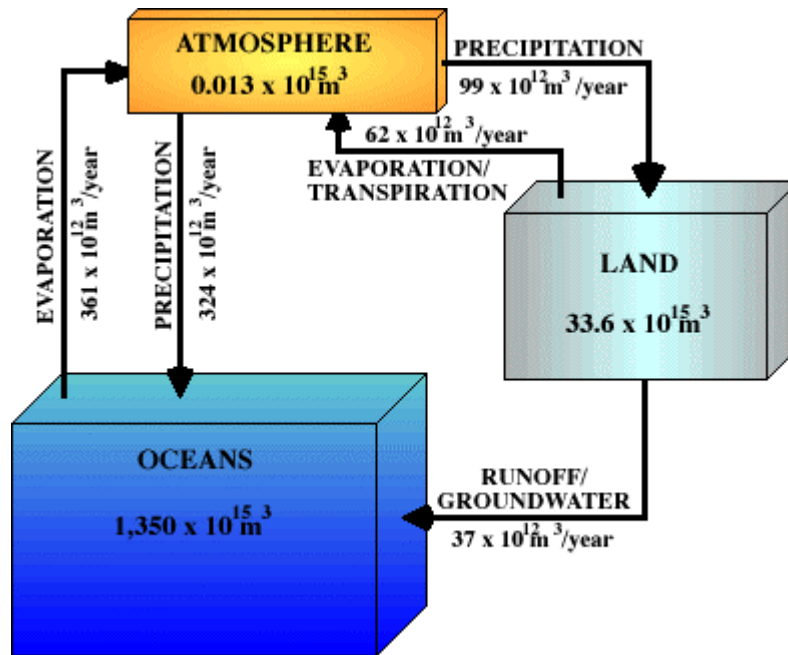
Η κατείσδυση αποτελείται από το κλάσμα εκείνο του νερού ΔI το οποίο χρησιμοποιείται για την αναπλήρωση του υπόγειου νερού που υπόκειται σε μεταβολές οι οποίες ελέγχονται από διάφορους παράγοντες – ο κυριότερος από τους οποίους είναι η εξατμισοδιαπνοή – και από τα κλάσμα I_w που αντιπροσωπεύει την υποερμική ροή.

Δηλαδή :

$$I = \Delta I + I_w$$

Έτσι η εξίσωση του υδρολογικού ισοζυγίου γράφεται

$$P = E + R + \Delta I + I_w$$



Σχήμα 1.10. Χρόνος παραμονής του νερού στις φυσικές δεξαμενές [10].

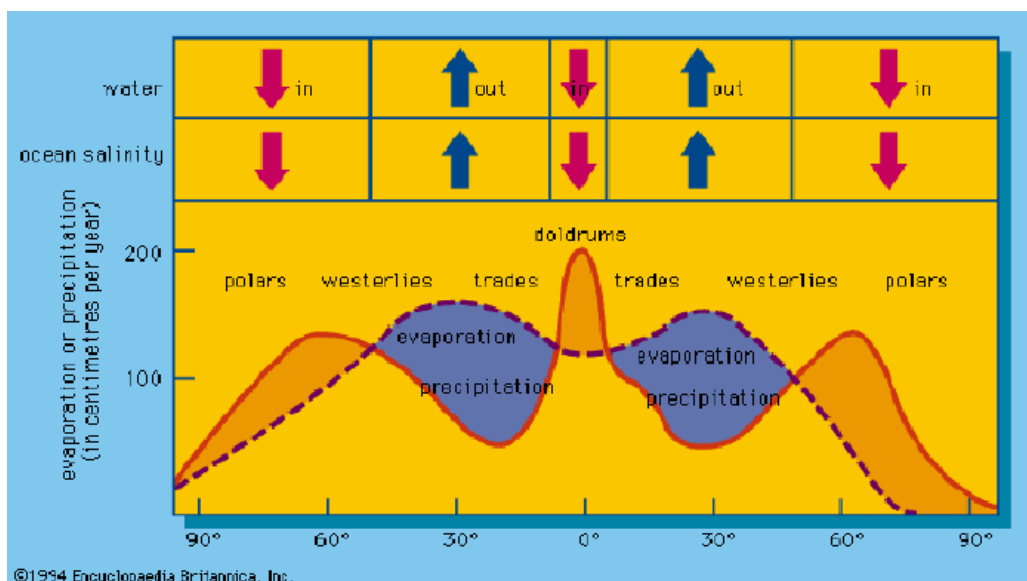
Ο χρόνος παραμονής του νερού σε κάθε φυσική δεξαμενή (reservoir) υπολογίζεται ως ακολούθως:

$$R_t = Q_{\text{reservoir}} / Q_{\uparrow \downarrow}$$

Όπου Q είναι ο όγκος του νερού στην αναφερόμενη φυσική δεξαμενή (reservoir) ή αντιστοίχως ο όγκος που εξατμίζεται (↑) ή κατακρημνίζεται (↓). Στους ωκεανούς ο χρόνος παραμονής του νερού υπολογίζεται στα 37.000 έτη (y) ενώ στην ατμόσφαιρα 19 ημέρες (d). Οι χρόνοι παραμονής στους ποταμούς, στις λίμνες στους παγετώνες και στα υπόγεια ύδατα κυμαίνονται μεταξύ 10 ημερών και 37.000 ετών.

Οι διαφορές έντασης εξάτμισης και υγρής κατακρήμνισης αλλάζουν γεωγραφικά. Για να βρέξει χρειάζεται ικανή ποσότητα υδρατμών να μεταφερθεί, μέσω ανέμων σε μεγάλο υψόμετρο, όπου θα συμπυκνωθεί και θα κατακρημνιστεί.

Στην Εικόνα 1.6 φαίνεται η μεταβολή της έντασης της εξάτμισης και της κατακρήμνισης γεωγραφικά καθώς και οι γεωγραφικές μεταβολές της αλατότητας.



Εικόνα 1.6. Μεταβολή έντασης εξάτμισης και κατακρήμνισης γεωγραφικά [4].

Οι άνεμοι στην αρχή είναι ψυχροί (από τους πολικούς), κατόπιν προς τον ισημερινό ζεσταίνονται και παρασέρνουν στο πέρασμά τους υδρατμούς από την επιφάνεια του ωκεανού (αύξηση της εξάτμισης ακολουθούμενη από αντίστοιχη αύξηση της αλατότητας στον ωκεανό). Στους υποτροπικούς έχουμε αύξηση της κατακρήμνισης (και μείωση της αλατότητας) [4].

1.3.2 Ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα

Με τον όρο αυτό εννοείται η κάθε είδους μεταφορά νερού από την ατμόσφαιρα προς την επιφάνεια της Γης με τη μορφή βροχής, χαλάζιου, χιονιού, πάχνης κ.τ.λ.

Όταν ο αέρας δεν μπορεί να κρατήσει όλη του την υγρασία, τότε παρατηρείται **συμπύκνωση**. Αυτό συμβαίνει όταν μια μάζα αέρα ψύχεται και η τιμή της υγρασίας κορεσμού μειώνεται. Αν η απόλυτη υγρασία παραμένει σταθερή, η σχετική υγρασία αυξάνεται. Όταν αυτή φτάσει την τιμή 100% οποιαδήποτε περαιτέρω ψύξη οδηγεί σε συμπύκνωση. Το **σημείο δρόσου** για μια μάζα αέρα είναι η θερμοκρασία εκείνη όπου αρχίζει η συμπύκνωση. Ο σχηματισμός των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων προϋποθέτει τα εξής:

-Ψύξη μιας υγρής αέριας μάζας κάτω από το σημείο δρόσου. Αυτό επιτυγχάνεται είτε με απευθείας ακτινοβολία προς τα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, είτε με επαφή - ανάμειξη με ψυχρές μάζες αέρα, είτε με αδιαβατική εκτόνωση κατά τη μετακίνηση προς ζώνες χαμηλής βαρομετρικής πίεσης.

-Υπαρξη πυρήνων συμπυκνώσεως. Τους πυρήνες αυτούς αποτελούν κατά κανόνα αργιλικά σωματίδια, άλατα και προϊόντα ατμοσφαιρικής ρύπανσης με μέγεθος που κυμαίνεται από 0.1-10μm.

-Σχηματισμός σταλίδων νερού με μέγεθος τέτοιο που να τους επιτρέπει να φτάσουν στην επιφάνεια της Γης χωρίς να υποστούν ολική εξάτμιση [7].

1.4 Εξατμισοδιαπνοή

Γενικά, η εξατμισοδιαπνοή είναι ένα φαινόμενο εξάτμισης που γίνεται κάτω από κάποιες ειδικές συνθήκες. Για να υπάρξει εξάτμιση χρειάζεται ενέργεια και, συγκεκριμένα, για την εξάτμιση ενός γραμμαρίου νερού χρειάζεται ενέργεια ίση περίπου με 590cal . Στη φύση η πηγή που προμηθεύει, την ενέργεια αυτή στις καλλιέργειες είναι ο ήλιος. Όταν οι υδρατμοί εγκαταλείψουν την καλλιέργεια γίνονται μέρος της ατμόσφαιρας και υπόκεινται σε όλες τις διαδικασίες ανάμιξης που αποσκοπούν στην ομογενοποίηση σε ότι αφορά την πυκνότητα, τη σύνθεση και τη θερμοκρασία του αέρα που περιβάλλει το φύλλωμα. Το μέγεθος και ο ρυθμός της εξατμισοδιαπνοής είναι συνάρτηση της κινητικότητας των υδρατμών που, κατά κύριο λόγο, διαμορφώνεται από την ταχύτητα του ανέμου, τη σχετική υγρασία και τη θερμοκρασία της ατμόσφαιρας.

Τα παραπάνω δείχνουν ότι η εξατμισοδιαπνοή μιας καλλιέργειας διαμορφώνεται:

α) από τα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας και το ποσοστό κάλυψης του εδάφους από το φύλλωμα της και

β) από κλιματικούς παράγοντες, κυριότεροι από τους οποίους είναι η καθαρή ηλιακή ακτινοβολία, η ταχύτητα του ανέμου, η σχετική υγρασία και η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας. Κάθε σχέση υπολογισμού της εξατμισοδιαπνοής, για να είναι αξιόπιστη, πρέπει να βασίζεται στην ποσοτική εκτίμηση των παραμέτρων που έχουν σχέση με την καλλιέργεια και το κλίμα.[5].

1.5 Άρδευση

1.5.1 Ανάγκες των καλλιεργειών σε νερό

Με τον όρο «Άρδευση» εννοούμε την τεχνητή προσθήκη νερού στο έδαφος και με τον όρο «Στράγγιση» εννοούμε την τεχνητή απομάκρυνση του νερού από την εδαφική μάζα και την εδαφική επιφάνεια.

Αντικειμενικός σκοπός τόσο της άρδευσης όσο και της στράγγισης είναι να διατηρήσουν της ανώτερη εδαφική στρώση, όπου αναπτύσσεται το ριζικό σύστημα των φυτών, συνθήκες υγρασίας, που εξασφαλίζουν την κανονική ανάπτυξη των φυτών και μεγιστοποίηση της απόδοσης τους, σε συνδυασμό με την υψηλή ποιότητα των προϊόντων και το μικρότερο δυνατό κόστος.

Το νερό αποτελεί έναν από τους πιο βασικούς παράγοντες για την ανάπτυξη και επέκταση της γεωργίας. Όπως γνωρίζουμε το νερό είναι απαραίτητο σε όλα τα στάδια ανάπτυξης των φυτών και για όλες τις λειτουργίες τους.

Τα φυτά καλύπτουν τις ανάγκες τους σε νερό από την υγρασία του εδάφους, η οποία στη φύση εξασφαλίζεται από το νερό της βροχής. Στις περισσότερες όμως περιπτώσεις αυτή η εδαφική υγρασία στην ανώτερη εδαφική στρώση, όπου αναπτύσσεται το ριζικό σύστημα των φυτών, δεν είναι επαρκής για να καλύψει τις ανάγκες των φυτών σε νερό, οπότε απαιτείται η συμπλήρωση του νερού με άρδευση.

Η διατήρηση κατάλληλων συνθηκών υγρασίας για την ανάπτυξη των φυτών στην ανώτερη εδαφική στρώση, σε μερικές περιπτώσεις απαιτεί την απομάκρυνση του νερού δηλ. στράγγιση [1].

1.5.1.1 Μέθοδοι άρδευσης

- **Επιφανειακή άρδευση**

Στην επιφανειακή άρδευση, δηλ. την άρδευση με παράλληλες λωρίδες ή αυλάκια, το νερό παροχετεύεται στο επάνω άκρο του αγρού, όπου, αφού διηθηθεί μία ποσότητα, το υπόλοιπο κινείται προς τα κάτω με συνεχώς μειωμένη παροχή, σαν συνέπεια της συνεχιζόμενης διήθησης.

- **Τεχνητή βροχή**

Στην τεχνητή βροχή ή καταιονισμό, το νερό εφαρμόζεται σε όλη την επιφάνεια του αγρού σαν τεχνητή απομίμηση της βροχής και διηθείται στο έδαφος κατακόρυφα. Αν το σύστημα σχεδιαστεί σωστά, η κατανομή του νερού πάνω στο χωράφι γίνεται ομοιόμορφα, χωρίς βαθιά διήθηση και επιφανειακή απορροή.

- **Άρδευση με σταγόνες**

Το νερό εφαρμόζεται σε μέρος του εδάφους και μάλιστα στην περιοχή του ριζοστρώματος. Η παροχή των σταλλακτήρων είναι πολύ μικρή της τάξεως των 2-3 l/h με αποτέλεσμα όλο το εφαρμοζόμενο νερό να διηθείται στο έδαφος και να μην υπάρχει επιφανειακή απορροή. Επιπλέον η άρδευση επαναλαμβάνεται καθημερινά επί δύο ή τρεις ώρες ώστε να καλύπτει το νερό που, εξατμίστηκε, δεν υπάρχουν απώλειες νερού ή θρεπτικών στοιχείων στα βαθύτερα στρώματα, μέθοδος αυτής της άρδευσης είναι ιδανική για περιοχές με μικρές ποσότητες διαθέσιμου νερού [11].

2. ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

2.1 Εισαγωγή

Η λέξη «περιβάλλον» έχει ποικίλες εννοιολογικές διαστάσεις, ανάλογα με τη σκοπιά από την οποία μελετάται. Από τη σκοπιά των θετικών επιστημών «περιβάλλον» θεωρείται το σύνολο των φυσικών και ανθρωπογενών παραγόντων που αλληλεπιδρώντας επηρεάζουν την ποιότητα ζωής, την ανάπτυξη της κοινωνίας και γενικά την οικολογική ισορροπία.

Το περιβάλλον αποτελούν το έδαφος, το υπέδαφος, τα υπόγεια και επιφανειακά νερά, η θάλασσα, ο αέρας, η χλωρίδα, η πανίδα, οι φυσικοί πόροι και τα στοιχεία πολιτισμού, έτσι όπως διαμορφώθηκαν από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Τα παραπάνω στοιχεία, με την πάροδο των αιώνων, έχουν έρθει σε μια πολύπλοκη κατάσταση αλληλοεπιδράσεων και ισορροπιών και έχουν διαφοροποιηθεί σε πολλά μικρά και μεγάλα οικοσυστήματα.

Με το όρο «οικοσύστημα» αναφερόμαστε σε ένα καθορισμένο χώρο που περιλαμβάνει το σύνολο της μη ζωντανής ύλης, των ζωντανών οργανισμών και των φυσικών παραγόντων, όπως οι άνεμοι, η ακτινοβολία, η βροχή κ.α., που δρουν στο χώρο αυτό και βρίσκονται σε αλληλοεπίδραση μεταξύ τους. Οικοσύστημα μπορεί να θεωρηθεί ένα δάσος, μία λίμνη, ένας βάλτος. Η γη θεωρείται ένα μεγάλο οικοσύστημα.

«Οικολογική ισορροπία» είναι η σταθερή σχέση που έχει διαμορφωθεί μέσα από τους αιώνες, ανάμεσα στα διάφορα σύνολα φυτών, μικροοργανισμών και ζώων, καθώς και ανάμεσα στις αλληλεπιδράσεις τους με το περιβάλλον. Με την πάροδο του χρόνου τα οικοσυστήματα είναι δυνατόν να αλλάζουν, είτε εξελισσόμενα, είτε υποβαθμιζόμενα.

Ο άνθρωπος από την ύπαρξή του στη γη επιδρά στο περιβάλλον με διάφορες δραστηριότητες, οι οποίες όταν ξεπεράσουν ορισμένα όρια, διαταράσσουν τις ισορροπίες που διέπουν τα οικοσυστήματα.

Η ισορροπία που έχει αποκατασταθεί στους βιογαιοχημικούς κύκλους και στα οικοσυστήματα είναι δυνατό να διαταραχθεί από την εισαγωγή ανεπιθύμητων στοιχείων (διάφορες μορφές ενέργειας ή διάφορες ουσίες). Η ανεξέλεγκτη εισαγωγή τέτοιων στοιχείων σε ένα οικοσύστημα συνήθως μειώνει τις ικανότητες του να αντιδρά ή να κινεί τους μηχανισμούς ανακύκλωσης, αναπαραγωγής και αυτοκαθαρισμού. Η ένταση που προκαλείται στο οικοσύστημα μπορεί να φτάσει στην καταστροφή της αρμονίας ανάμεσα στη ζωή και το περιβάλλον.

Οι ενέργειες που χαρακτηρίζονται βλαπτικές για το περιβάλλον εκφράζονται με όρους όπως:

- Καταστροφή
- Μόλυνση
- Ρύπανση
- Βλάβη
- Υποβάθμιση

Ο Ελληνικός Νόμος για την προστασία του περιβάλλοντος Ν 1650/1986, περιέχει τρεις ρητούς ορισμούς εννοιών που συνθέτουν τη γενικότερη έννοια της προσβολής του περιβάλλοντος.

- **Ρύπανση του περιβάλλοντος:** η παρουσία στο περιβάλλον ρύπων, δηλαδή κάθε είδους ουσιών, θορύβου, ακτινοβολίας ή άλλων μορφών ενέργειας σε ποσότητα, συγκέντρωση ή διάρκεια που μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία, τους ζωντανούς οργανισμούς και στα οικοσυστήματα ή

υλικές ζημιές και γενικά να καταστήσουν το περιβάλλον ακατάλληλο για τις επιθυμητές χρήσεις του.

- **Μόλυνση του περιβάλλοντος:** η μορφή ρύπανσης που χαρακτηρίζεται από την παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών στο περιβάλλον ή δεικτών που υποδηλώνουν την πιθανότητα παρουσίας τέτοιων μικροοργανισμών.
- **Υποβάθμιση του περιβάλλοντος:** η πρόκληση από ανθρώπινες δραστηριότητες ρύπανσης ή οποιασδήποτε άλλης μεταβολής στο περιβάλλον, η οποία είναι δυνατόν να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην οικολογική ισορροπία, στην ποιότητα ζωής και στην υγεία των κατοίκων, στην ιστορική και πολιτιστική κληρονομιά και στις αισθητικές αξίες.

Ανάλογα με τη φύση των στοιχείων που εκπέμπονται και προσβάλουν το περιβάλλον διακρίνουμε τις παρακάτω κατηγορίες ρύπανσης:

- Χημική
- Θερμική
- Βιολογική
- Ηχητική
- Αισθητική

Η ρύπανση του περιβάλλοντος οφείλεται τόσο σε φυσικές διεργασίες (ηφαίστεια, πυρκαγιές, βιολογικές δραστηριότητες κ.α.) όσο και σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες (βιομηχανία, τροχοφόρα οχήματα, παραγωγή ενέργειας, θέρμανση, οικοδόμηση, κ.α.).

Σε ό,τι αφορά τις φυσικές πηγές, η ίδια η φύση έχει αναπτύξει διάφορους μηχανισμούς αυτοκαθαρισμού που εξισορροπούν την ρύπανση που προκαλείται από αυτές. Αντίθετα η ρύπανση που προκαλείται από ανθρώπινες δραστηριότητες είναι επικίνδυνη, επειδή συγκεντρώνεται συνήθως σε περιορισμένους χώρους (βιομηχανικά και αστικά κέντρα), όπου οι υψηλές συγκεντρώσεις ρύπων προκαλούν μη αντιστρεπτές καταστάσεις.

Παρακάτω αναφέρονται οι κυριότερες κατηγορίες των ανθρωπογενών πηγών χημικής ρύπανσης του περιβάλλοντος.

1. **Βιομηχανίες.** Τα βιομηχανικά απόβλητα, αέρια, στερεά και υγρά, δημιουργούν σε πολλές περιπτώσεις σοβαρά προβλήματα στην υγεία των ανθρώπων, καθώς και καταστροφές σε μικρά ή μεγάλα οικοσυστήματα.
2. **Αστικές δραστηριότητες.** Τα αστικά λύματα και τα στερεά απόβλητα δημιουργούν σοβαρά προβλήματα ρύπανσης του περιβάλλοντος.
3. **Συγκοινωνία – Κεντρική θέρμανση.** Οι πηγές αυτές προκαλούν κυρίως ρύπανση της ατμόσφαιρας και επειδή είναι συγκεντρωμένες σε πυκνοκατοικημένες περιοχές, έχουν άμεση επίπτωση στην υγεία των κατοίκων.
4. **Κτίρια.** Κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής των κτιρίων, που μπορεί να ποικίλει από μερικούς μήνες έως εκατοντάδες έτη, καταναλώνουν φυσικούς πόρους, παράγουν μεγάλες ποσότητες αέριων ρύπων και έχουν επιπτώσεις στο οικοσύστημα με πολλούς διαφορετικούς τρόπους.
5. **Γεωργικές δραστηριότητες.** Λιπάσματα, βελτιωτικά εδάφους, παρασιτοκτόνα, εντομοκτόνα, κ.α., προκαλούν έντονα προβλήματα ρύπανση κυρίως στους υδάτινους αποδέκτες.
6. **Τυχαία περιστατικά.** Ατυχήματα που συμβαίνουν σε χημικές βιομηχανίες, πυρηνικά εργοστάσια, δεξαμενόπλοια, κ.α., δημιουργούν περιβαλλοντικά προβλήματα με συχνά απρόβλεπτες συνέπειες. [12].

Τα κύρια αίτια της ρύπανσης του περιβάλλοντος είναι:

1. Η αύξηση του πληθυσμού της γης. Η ραγδαία αύξηση του πληθυσμού της γης έρχεται αντιμέτωπη με τη φέρουσα ικανότητα¹ του οικοσυστήματος.
2. Η βιομηχανική ανάπτυξη. Αυτή χαρακτηρίζεται από την προσπάθεια για πρόοδο, για νέες μεθόδους παραγωγής και τεχνολογίας καθώς και βιομηχανική επέκταση. Σαν συνέπεια έχουμε τη δημιουργία νέων αυξανόμενων πυκνοκατοικημένων περιοχών, που παρεμβαίνουν άμεσα στις οικολογικές συνθήκες.
3. Γεωργική και Δασολογική ανάπτυξη. Το περιβάλλον δεν κινδυνεύει μόνο στις πυκνοκατοικημένες περιοχές, αλλά και στις αραιοκατοικημένες (γεωργικές, δασολογικές), τόσο από τους ρύπους βιομηχανιών που μεταφέρονται εκεί, όσο και τις γεωργικές και δασολογικές πρακτικές που υποβαθμίζουν σοβαρά το περιβάλλον. [13].

Η αντίληψη για το μέγεθος της ρύπανσης και η εμφάνιση των αρνητικών επιπτώσεων στους ζώντες οργανισμούς και ιδιαίτερα στην υγεία των ανθρώπων προκάλεσε και προκαλεί συνεχώς διάφορες κινητοποιήσεις για την προστασία του περιβάλλοντος. Η επιστημονική έρευνα τις τελευταίες δεκαετίες έστρεψε τις υπηρεσίες της στην αντιμετώπιση των προβλημάτων που σχετίζονται με το περιβάλλον και το σπουδαιότερο, άρχισαν να διαμορφώνουν νέες αντιληψεις και κανόνες που σηματοδοτούν την παραπέρα πορεία και εξέλιξη.

Παρακάτω θα εξετάζουμε αναλυτικά τη ρύπανση στην ατμόσφαιρα, στο έδαφος, στους υδάτινους πόρους, επικεντρώνοντας το ενδιαφέρον μας στη ρύπανση των υδάτων.

2.2 Ρύπανση της ατμόσφαιρας

Η εκπομπή ρύπων στην ατμόσφαιρα οφείλεται τόσο σε φυσικές διεργασίες (βιολογικές δραστηριότητες, ηφαίστεια, πυρκαγιές, κ.α.) όσο και σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες (βιομηχανία, παραγωγή ενέργειας, θέρμανση, αυτοκίνητα, κτίρια, κ.α.). Παρά το γεγονός ότι οι εκπομπές αέριων ρύπων από την ίδια τη φύση είναι μεγαλύτερες από τις ανθρωπογενείς, ωστόσο οι τελευταίοι είναι πιο επιβλαβείς διότι συγκεντρώνονται στις αστικές και βιομηχανικές περιοχές ξεπερνώντας τα επιτρεπτά όρια. [12].

Ατμοσφαιρική ρύπανση ονομάζεται η παρουσία ρύπων στην ατμόσφαιρα, δηλαδή η συγκέντρωση κάθε είδους ουσιών, θορύβου, ακτινοβολίας ή άλλων μορφών ενέργειας σε ποσότητα ή διάρκεια που μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία των ζωντανών οργανισμών και γενικότερα να διαταράξουν την οικολογική ισορροπία σε μεγάλη ή μικρή γεωγραφική κλίμακα.

Υπό ορισμένες συνθήκες η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι πιθανό να φτάσει σε επίπεδα που δημιουργούν ανεπιθύμητες συνθήκες διαβίωσης. Για την περιγραφή της κατάστασης αυτής έχει επικρατήσει ο όρος «νέφος».

Το νέφος παρουσιάζεται με δύο μορφές:

- **Το νέφος καπνομίχλης** [smog, σύντμηση των λέξεων smoke (καπνός) και fog (ομίχλη)], που σχηματίζεται όταν στην ατμόσφαιρα υπάρχει υψηλή συγκέντρωση ρύπων, όπως το διοξείδιο του θείου (SO₂) και αιωρούμενα σωματίδια, σε συνδυασμό με σχετικά χαμηλή θερμοκρασία και υψηλή υγρασία.

¹ Φέρουσα ικανότητα οικοσυστήματος (Carrying capacity) είναι ο μέγιστος αριθμός ατόμων που μπορεί να διατηρηθεί επ' αόριστον σ' ένα οικοσύστημα κάτω από ορισμένες συνθήκες περιβάλλοντος.

- **Το φωτοχημικό νέφος**, που παρουσιάζεται όταν επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες, μεγάλη ηλιοφάνεια, μικρή σχετικά υγρασία και υψηλή συγκέντρωση συγκεκριμένων ενώσεων, όπως τα οξειδία του αζώτου, το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), οι υδρογονάνθρακες και τα προϊόντα των αντιδράσεών τους. Ονομάζεται και ρύπανση «τύπου Λος Αντζελες», καθώς εκεί εμφανίστηκε πρώτη φορά το 1943 [14,15,16].

Οι ρύποι που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- Σε πρωτογενείς ρύπους (π.χ. SO₂, NO, υδρογονάνθρακες, κ.α.) που εκπέμπονται απ' ευθείας στην ατμόσφαιρα.
- Σε δευτερογενείς ρύπους, που δεν εκπέμπονται από κάποια πηγή αλλά σχηματίζονται στην ατμόσφαιρα σαν αποτέλεσμα χημικού μετασχηματισμού πρωτογενών ρύπων (για παράδειγμα το SO₃ σχηματίζεται στην ατμόσφαιρα με οξείδωση του πρωτογενούς εκπεμπόμενου SO₂) ή σαν προϊόντα διαφόρων αντιδράσεων (π.χ. το όζον, το θειικό αμμώνιο, κ.α.).

2.3 Ρύπανση του εδάφους

Ο όρος «ρύπανση του εδάφους» αναφέρεται στη δυσλειτουργία του εδαφικού οικοσυστήματος, ως αποτέλεσμα της εναπόθεσης σ' αυτό οργανικών ή ανόργανων ουσιών. Η ρύπανση του εδάφους είναι μια ειδική περίπτωση της ευρύτερης έννοιας του όρου υποβάθμιση του εδάφους. Οι διάφορες χημικές ουσίες που προκαλούν τη ρύπανση του εδάφους μπορεί να προέρχονται είτε από διάφορες φυσικές διεργασίες (φυσικοί ρύποι) είτε να είναι αποτέλεσμα ανθρωπογενών δραστηριοτήτων (ανθρωπογενείς ρύποι).

Οι πηγές των διαφόρων οργανικών και ανόργανων χημικών ουσιών που ρυπαίνουν το εδαφικό οικοσύστημα μπορεί να είναι σημειακές ή μη σημειακές. Οι σπουδαιότερες είναι τα αστικά λύματα, τα βιομηχανικά και γεωργικά απόβλητα. Η ύπαρξη μόνο των διαφόρων χημικών ουσιών στο έδαφος δε συνιστά από μόνη της ρύπανση. Οι χημικές αυτές οργανικές ή ανόργανες ουσίες για να χαρακτηρισθούν ως ρύποι και να προκαλέσουν ρύπανση στο εδαφικό οικοσύστημα, πρέπει να παρεμποδίζουν τις διάφορες φυσικοχημικές ή βιολογικές λειτουργίες του εδάφους.

Όπως κάθε οργανική ουσία έτσι και οι οργανικοί ρύποι από τη στιγμή που εναποτίθενται στο έδαφος υφίστανται μια σειρά από φυσικοχημικές και βιολογικές δράσεις, οι οποίες καθορίζουν τη δυναμική συμπεριφορά και τη χωροκατανομή τους [17].

Μπορούμε να διακρίνουμε τέσσερις κατηγορίες ρύπανσης εδαφών:

1. Περιοχές που το έδαφος δέχεται στερεά και υγρά απόβλητα.
2. Εγκαταλελειμμένες εκτάσεις που κάποτε στο παρελθόν χρησιμοποιήθηκαν για κάποιους σκοπούς (λατομεία, δρόμοι, κανάλια, ορυχεία, σκάματα απ' όπου παραλήφθη χώμα κλπ.).
3. Περιοχές απόθεσης επικύνδωνων βιομηχανικών αποβλήτων (τοξικών ραδιενεργών, κλπ.).
4. Εντατικά καλλιεργούμενη γεωργική και κτηνοτροφική γη χωρίς μέτρα προστασίας ή βελτίωσης της ποιότητάς της. (π.χ. μετά από διάβρωση, αλάτωση, ρύπανση με όξινες ουσίες, μέταλλα, φυτοφάρμακα, λιπάσματα, κλπ.).

Δισεκατομμύρια τόνοι στερεών αποβλήτων που αυξάνονται συνεχώς ρυπαίνουν ή υποβαθμίζουν τα εδάφη του πλανήτη. Πολλά από αυτά τα απόβλητα είναι πηγές μόλυνσης του αέρα και των υπόγειων νερών. [13].

2.4 Ρύπανση των υδάτινων πόρων

2.4.1 Το νερό

Το νερό είναι πολύ σημαντικό στοιχείο για τη ζωή, είναι ένας από τους κυριότερους παράγοντες αποσάθρωσης πετρωμάτων και σχηματισμού ιζημάτων.

Ιδιότητες νερού: Βράζει στους 100 °C και πήζει στους 0 °C, εφόσον είναι χημικώς καθαρό. Στη φύση βρίσκεται σε τρεις μορφές, υγρή, στερεά και αέρια. Η πυκνότητα του νερού μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία και η μεγαλύτερη πυκνότητα είναι στη θερμοκρασία των 3,94 °C. Αυτό έχει μεγάλη σημασία διότι έχει σαν αποτέλεσμα να επιπλέουν οι πάγοι πάνω στο νερό και έτσι μπορούν και λιώνουν.

Επίσης οι χημικές ιδιότητες και ιδιαίτερα οι διαλυτικές είναι πολύ σημαντικές για το οικοσύστημα. Το νερό έχει την ικανότητα να διαλύει μεγάλη ποικιλία ουσιών. Πολλά χημικά στοιχεία και χημικές ενώσεις διαλύονται στο νερό και ορισμένες από αυτές μεταφέρονται με την επίγεια και υπόγεια κίνηση του νερού σε διάφορα σημεία της επιφάνειας της γης. Με παρόμοιο τρόπο οι θρεπτικές ουσίες διαλυμένες μέσα στο νερό προσροφούνται από τις ρίζες και διαχέονται σε ολόκληρο τον ιστό του φυτού. Δυστυχώς όμως με τη διάλυση αυτή μεταφέρονται και βλαβερές ουσίες.

Η σημασία του νερού είναι τεράστια. Το νερό είναι το βασικό στοιχείο ανάπτυξης και διατήρησης της ζωής στον πλανήτη μας αλλά και το βασικό υλικό για τη σύγχρονη βιομηχανική ανάπτυξη. Με τους φυσικούς του χαρακτήρες ως διαλυτικό, έχει οδηγήσει στη σύγχρονη ανάπτυξη της χημικής βιομηχανίας και της μεταλλουργίας, ενώ οι φυσικές και χημικές του ιδιότητες αποτελούν την βάση των βιολογικών κύκλων και οι θερμικές του ιδιότητες εκέγχουν τις κλιματολογικές συνθήκες και στηρίζουν το μέγιστο των δραστηριοτήτων του ανθρώπου [25].

2.4.2 Η ρύπανση του νερού

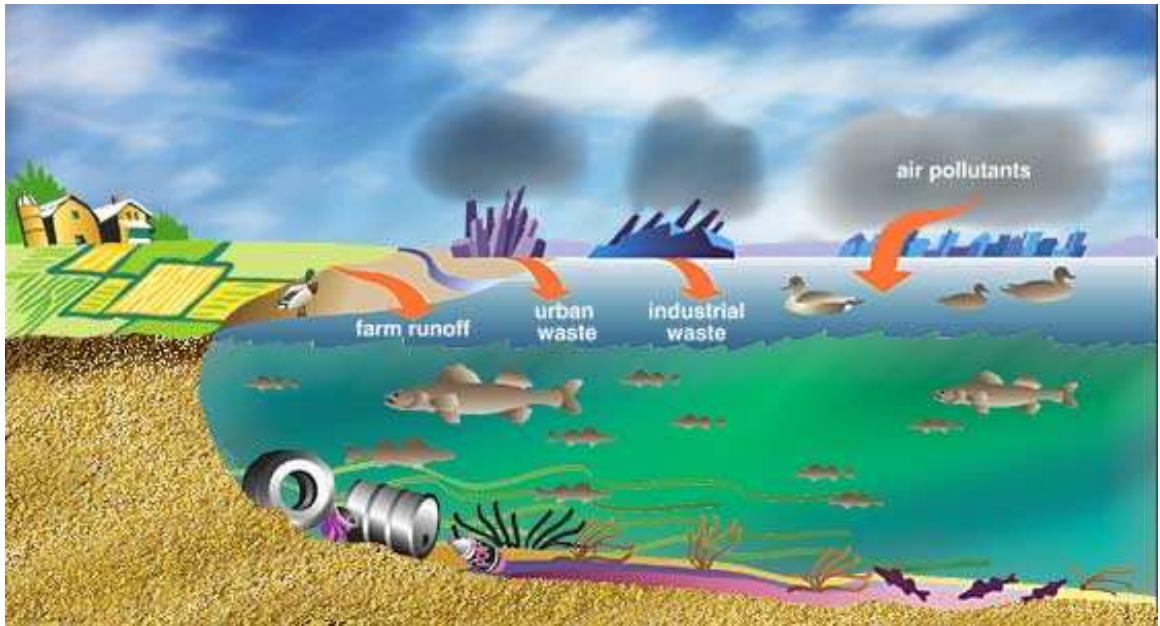
Ως ρύπανση του νερού ορίζεται *«η οποιαδήποτε υποβάθμιση της φυσικής ποιότητάς του, που είναι αποτέλεσμα των δραστηριοτήτων του ανθρώπου»*. Αναλύοντας το παραπάνω ορισμό θα μπορούσαμε να πούμε ότι με τον όρο ρύπανση του νερού εννοούμε την οποιαδήποτε ανεπιθύμητη αλλαγή στα φυσικά, χημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά του νερού των θαλασσών, λιμνών ή ποταμών, η οποία είναι ή μπορεί υπό προϋποθέσεις να γίνει ζημιόγonos για τον άνθρωπο, τους υπόλοιπους φυτικούς και ζωϊκούς οργανισμούς αλλά και τις βιομηχανικές διαδικασίες και τις συνθήκες ζωής.

Τα βασικά αίτια της ρύπανσης των υδροτόπων (με αξιολογική σειρά) είναι:

- Επιβάρυνση από γεωργικά φάρμακα και λιπάσματα.
- Ρύπανση από οικιστικά απορρίμματα και λύματα.
- Ρύπανση από απόβλητα βιομηχανιών.
- Ρύπανση από κτηνοτροφικά απόβλητα.

Πιο συγκεκριμένα προβλήματα, με σειρά ποσοστού υδροτόπων που επηρεάζονται στην Ελλάδα, είναι:

- Ρύπανση από αστικά λύματα ή απορρίμματα (75%)
- Ρύπανση από γεωργικές δραστηριότητες (62,5%)
- Ρύπανση από βιομηχανίες-βιοτεχνίες (46%)
- Ανεξέλεγκτη βόσκηση (33%)
- Ρύπανση από κτηνοτροφικές δραστηριότητες (12,5%) [26,27].



Σχήμα 2.1. Αίτια ρύπανσης υδάτινων πόρων [15].

2.4.2.1 Ρύπανση των επιφανειακών νερών

Η ρύπανση των επιφανειακών υδάτων δημιουργείται με την απελευθέρωση ουσιών σε λίμνες, ποτάμια και θάλασσες, οι οποίες είτε διαλύονται, είτε κατακάθονται στον πυθμένα. Το μέγεθος των ρύπων αυτών είναι μεγάλο, αφού στον υδάτινο ορίζοντα καταλήγουν επίσης οι ρύποι από την ρύπανση της ατμόσφαιρας και του εδάφους μέσω των βροχών και της απορροής.



Σχήμα 2.2. Επιπλέον ρύπανση σε ποταμό[18].

Με την απελευθέρωση ενέργειας στο νερό, υπό μορφή θερμότητας ή ραδιενέργειας, δημιουργείται «θερμική ρύπανση των υδάτων», η οποία προκαλεί άνοδο στην θερμοκρασία του νερού. Ρύπανση των υδάτων είναι δυνατόν να δημιουργηθεί από μικροοργανισμούς των οικιακών αποβλήτων, από οργανικές ουσίες όπως το πετρέλαιο (και τα προϊόντα του) και από τοξικά μέταλλα.

Επιπρόσθετα η βιομηχανική ανάπτυξη συνεπάγεται με όλο και μεγαλύτερη απαίτηση για ενέργεια, πηγή της οποίας αποτελεί και το νερό. Βιομηχανικές διεργασίες, όπως ψύξη και πλύση, απαιτούν συνεχώς μεγαλύτερες ποσότητες νερού, ενώ ο αυξανόμενος πληθυσμός, ιδιαίτερα στις μεγάλες πόλεις, χρειάζεται άφθονο, καθαρό νερό. Η βιομηχανική χρήση του νερού για ψύξη καταλήγει στη θερμική ρύπανση του νερού. Κατά τη θερμική ρύπανση, μειώνεται το διαλυμένο οξυγόνο στο νερό, αυξάνεται η τοξικότητα των χημικών ρυπαντών, επιταχύνεται ο ρυθμός των φυσιολογικών λειτουργιών στους οργανισμούς, που συχνά καταλήγουν στο θάνατο.

Σοβαρότερη, όμως είναι η χημική ρύπανση του νερού από βιομηχανικά απόβλητα, αστικά λύματα και γεωργικές απορροές. [18].

Η ρύπανση του νερού γενικά οφείλεται σε ένα συνδυασμό των διαφόρων ρυπαντών οι οποίοι μπορεί να είναι:

- Οργανικές ενώσεις που προέρχονται κυρίως από τα αστικά λύματα και ορισμένες βιομηχανίες.
- Διάφοροι παθογόνοι μικροοργανισμοί που συνήθως εισέρχονται στην υδρόσφαιρα από τα λύματα της ανθρώπινης δραστηριότητας.
- Μέταλλα διαλυμένα π.χ. Pb (προϊόν κυρίως καύσης βενζίνης), Hg, Cd, (προέρχονται από λιπάσματα) κ.α. Χαρακτηριστικά των μετάλλων αυτών είναι ότι δεν αποβάλλονται από τους ζωντανούς οργανισμούς αλλά «βιοσυσσωρεύονται» και «βιομεγενθύνονται» φθάνοντας σε συγκεντρώσεις ιδιαίτερα τοξικές για τον άνθρωπο.
- Συνθετικές οργανικές ενώσεις όπως φυτοφάρμακα, απορρυπαντικά, κ.α.
- Θρεπτικά συστατικά – ρυθμιστές της ανάπτυξης των φυτών. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν ο φωσφόρος και το άζωτο, τα οποία προέρχονται από τα λιπάσματα και τις εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού αστικών λυμάτων. Τα στοιχεία αυτά θεωρούνται ρυπαντές επειδή διαταράσσουν τη φυσική ισορροπία, με συνέπεια την σε υπερβολικό βαθμό ανάπτυξη διαφόρων φυκιών, μέρος των οποίων σαπίζει και αποδομείται, καταναλώνοντας το οξυγόνο του νερού. Το φαινόμενο αυτό καλείται και «ευτροφισμός» (eutrofication). Ο ευτροφισμός παρουσιάζεται σε λίμνες ή σε κλειστούς αβαθείς κόλπους κάτω από ορισμένες συνθήκες. Το αποτέλεσμα είναι να μεταβάλλεται η πανίδα και η χλωρίδα των νερών, η θέα τους να είναι ιδιαίτερα αντιαισθητική και να δυσκολεύεται η αλιεία. Επακόλουθο του ευτροφισμού είναι η προοδευτική επιδείνωση της ποιότητας του νερού και η μείωση της αισθητικής του αξίας. Ρύπανση και ευτροφισμός δεν είναι το ίδιο πράγμα. Μία περιοχή μπορεί να είναι ρυπασμένη χωρίς να έχει γίνει ευτροφική. Οπωσδήποτε, όμως, ο ευτροφισμός μπορεί να οδηγήσει και σε ρύπανση, προξενώντας έλλειψη οξυγόνου στο νερό, μαζική ανάπτυξη φυκιών κ.ά.
- Ραδιενεργά απόβλητα, πετρέλαια, φερτές ύλες. [25].

2.4.2.2 Ρύπανση υπόγειων νερών

Η αυξανόμενη ρύπανση των επιφανειακών νερών οδήγησε σε μεγαλύτερη συνειδητοποίηση των περιπτώσεων ρύπανσης του εδάφους και των υπόγειων νερών. Έτσι τα τελευταία χρόνια γίνεται ορατή η σπουδαιότητα και οι επιπτώσεις της ρύπανσης του εδάφους-υπόγειων νερών σε παγκόσμια κλίμακα.

Είναι γνωστό ότι υπάρχει μεγάλη ποικιλία στερεών βιομηχανικών αποβλήτων, για την απαλλαγή των οποίων χρησιμοποιούνται διάφοροι τρόποι εναπόθεσης, όπως σωροί στα εδάφη, φυσικά χαμηλόματα εδαφών (λεκάνες), ρέματα, κοιλώματα ορυχείων, κατασκευασμένα τεχνικά σκάματα εδαφών.

Στους χώρους εναπόθεσης, που δεν είναι καλυμμένοι, η βροχή μπορεί να εισέλθει, είτε από την επιφάνεια είτε από τα τοιχώματα, να διαλύσει και να παρασύρει διάφορους ρύπους και να ρυπάνει εκτός από τα επιφανειακά νερά και τα υπόγεια νερά.

Οι πιο σημαντικοί ρύποι των υπόγειων νερών είναι οι παθογόνοι μικροοργανισμοί, οι ανόργανοι και οι οργανικοί ρύποι.

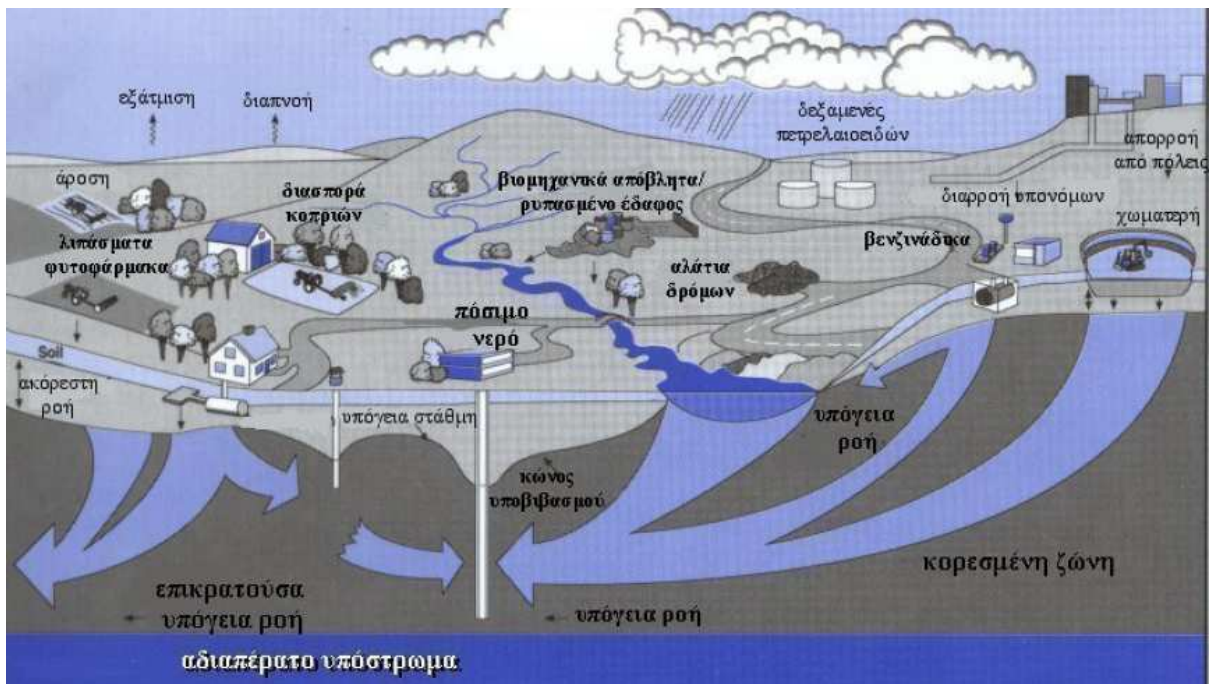
Μόλυνση υπόγειων νερών με παθογόνους μικροοργανισμούς μπορεί να συμβεί σε περιπτώσεις ιδιωτικών πηγών ή κακώς κατασκευασμένων σηπτικών βόθρων. Λόγω της ικανότητας διήθησης του εδάφους, η πλειονότητα των παθογόνων μικροοργανισμών που είναι παρόντες στα λύματα, περιλαμβανομένων βακτηρίων, ιών, πρωτοζώων και παρασιτικών σκουληκιών, απομακρύνεται αποτελεσματικά. Οι ιοί, εξαιτίας του μικρού τους μεγέθους, εισχωρούν σε μεγαλύτερη έκταση στην υδατική φάση, ή δε απομάκρυνσή τους από αυτή γίνεται με προσρόφηση. Οι προσροφημένοι ιοί, εντούτοις, δεν απονεκρώνονται και μπορεί να δημιουργήσουν προβλήματα υγείας στη συνέχεια.

Ρυπασμένα υπόγεια νερά παρουσιάζουν γενικά αυξημένα επίπεδα ιόντων χλωρίου, νατρίου και θεικών. Υψηλά επίπεδα νιτρικών και αμμωνίας έχουν αναφερθεί ανάλογα με τα δυναμικά οξειδοαναγωγής. Επίσης οι συγκεντρώσεις των μετάλλων σε ρυπασμένο έδαφος και υπόγεια νερά φθάνουν σε υψηλές τιμές κοντά σε σκουπιδοτόπους.

Αναφερόμενοι στις πηγές ρύπων των υπόγειων νερών, οι χωμετερές και οι χώροι συλλογής υγρών αποβλήτων μπορεί να είναι τα περισσότερο φανερά σημεία, όχι όμως και οι μοναδικές πηγές ρύπων. Άλλες πηγές είναι:

- Οι βιομηχανικές πηγές ρύπανσης: Περιλαμβάνουν διαρροές χημικών από περιοχές αποθήκευσης, διαρροές λόγω ατυχημάτων και συμπύκνωση ατμών από συστήματα ανάκτησης διαλυτών.
- Οι μη βιομηχανοποιημένες πηγές ρύπανσης: Περιλαμβάνουν τα εκπλύματα των δρόμων, τις χωματερές, τους σκουπιδοτόπους και τα αστικά λύματα. Τα προϊόντα του νοικοκυριού περιέχουν πολλές διαλυτές ενώσεις που καταλήγουν στους σηπτικούς βόθρους και στα δίκτυα των υπονόμων και πιθανώς στον υδροφόρο ορίζοντα, επίσης σ' αυτήν την ομάδα περιλαμβάνεται η ρύπανση από αγροχημικά ή φυτοπροστατευτικά προϊόντα που περιλαμβάνει φυτοφάρμακα και λιπάσματα.
- Εμπορικές επιχειρήσεις, όπως συντήρησης και επισκευής αυτοκινήτων, εκτυπώσεις και στεγνό καθάρισμα συμβάλλουν σε πολλές περιπτώσεις στη ρύπανση των υπόγειων νερών.

Παρά το γεγονός ότι ο όγκος του ρυπασμένου υπόγειου νερού μπορεί να είναι μόνο ένα μικρό ποσοστό του συνολικού όγκου του φυσικού πόρου, ο αντίκτυπος αυτής της ρύπανσης μπορεί να είναι πολύ μεγάλος. [12,13].



Σχήμα 2.3. Πηγές ρύπανσης υπόγειων νερών [28].

2.4.3 Παράμετροι οργανικής ρύπανσης των νερών

Οι παράμετροι που χρησιμοποιούμε για να εκτιμήσουμε την έκταση της οργανικής ρύπανσης των νερών είναι:

- Η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου (DO).
- Το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD).
- Το χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD).
- Ο ολικός οργανικός άνθρακας (TOC).

Στη συνέχεια γίνεται μια σύντομη περιγραφή των παραμέτρων αυτών, εφόσον αναφέρονται στα επόμενα κεφάλαια και είναι βασικής σημασίας για τον έλεγχο της ρύπανσης των νερών.

2.4.3.1 Διαλυμένο οξυγόνο-DO (Dissolved Oxygen)

Μεγάλες τιμές διαλυμένου οξυγόνου που φτάνουν τις τιμές κορεσμού δείχνουν νερά καθαρά, ενώ μικρές τιμές φανερώνουν νερά έντονα ρυπασμένα με οργανικές ουσίες. Ο προσδιορισμός του διαλυμένου οξυγόνου στα νερά γίνεται χημικά (κατά Winkler) ή ηλεκτροχημικά με ειδικά όργανα.

2.4.3.2 Διαλυμένο οξυγόνο-DO (Dissolved Oxygen)

Σαν βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο, ορίζεται η ποσότητα οξυγόνου που χρησιμοποιείται από τους αερόβιους μικροοργανισμούς του περιβάλλοντος για τη βιοξείδωση ενός λίτρου αποβλήτου στη θερμοκρασία των 20° C. Το BOD είναι η παράμετρος που χρησιμοποιείται συχνά για τον καθαρισμό του οργανικού ρυπαντικού φορτίου των αποβλήτων. Υπολογίζεται συνήθως για χρόνο διάρκειας 5 ημερών (BOD₅).

2.4.3.3 Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο-COD (Chemical Oxygen Demand)

Σαν χημικά απαιτούμενο οξυγόνο ορίζεται η ποσότητα οξυγόνου που απαιτείται για την πλήρη χημική οξείδωση της οργανικής ύλης σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Οι τιμές του COD έχουν ιδιαίτερη αξία για απόβλητα που περιέχουν τοξικές ουσίες, έτσι ώστε να είναι δυνατό να προσδιοριστεί το BOD επειδή νεκρώνονται οι μικροοργανισμοί.

Η ένδειξη του COD σε συνδυασμό με τη μέτρηση του BOD μπορεί να αποτελέσει ένδειξη για την ύπαρξη τοξικών συνθηκών και την παρουσία οργανικών ουσιών που δεν αποικοδομούνται. Ο λόγος COD/ BOD₅ αποτελεί έναν δείκτη τοξικότητας του αποβλήτου.

2.4.3.4 Ολικός οργανικός άνθρακας-TOC (Total Organic Carbon)

Η τιμή του TOC εκφράζει την ολική φόρτιση των νερών σε οργανικές ενώσεις. Τα αποτελέσματα εκφράζονται σε mg C/l νερού.

Η ανάλυση του ολικού οργανικού άνθρακα μπορεί να εκτελεστεί πολύ γρήγορα με τις ειδικές συσκευές που υπάρχουν (αναλυτές άνθρακα). Οι μετρήσεις του TOC θεωρούνται σαν μια πρόσθετη παράμετρος στην εκτίμηση ποιότητας των αποβλήτων μαζί με τις μετρήσεις του BOD και COD τις οποίες και δεν αντικαθιστά. [12,29].

2.4.4 Ρύπανση των υδάτινων πόρων από αγροχημικά

2.4.4.1 Τα αγροχημικά – Ορισμός

Στον όρο «αγροχημικά» περιλαμβάνουμε -χάριν συντομίας- το σύνολο των χημικών σκευασμάτων που χρησιμοποιεί ο καλλιεργητής στην καθημερινή γεωργική πρακτική. Αυτά είναι τα γεωργικά φάρμακα, τα λιπάσματα και οι φυτορυθμιστικές ουσίες. Παρακάτω ακολουθεί μια συνοπτική περιγραφή των κατηγοριών των αγροχημικών:

- **Γεωργικά Φάρμακα:** Σύμφωνα με το Ν.2538/97 που τροποποιεί την κείμενη νομοθεσία (Ν.721/77) αντικαθίσταται ο όρος «γεωργικά φάρμακα» με τον όρο «φυτοπροστατευτικά προϊόντα». Τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα είναι οι δραστικές ουσίες και τα σκευάσματα τα οποία περιέχουν μία ή περισσότερες δραστικές ουσίες με τη μορφή με την οποία προσφέρονται στο χρήστη και προορίζονται:
 - Να προστατεύουν τα φυτά ή τα φυτικά προϊόντα από κάθε είδους επιβλαβείς οργανισμούς.
 - Να επηρεάζουν τις βιολογικές διεργασίες των φυτών.
 - Να διατηρούν τα φυτικά προϊόντα.
 - Να καταστρέφουν τα ανεπιθύμητα φυτά ή μέρη των φυτών.
- **Λίπασμα:** ονομάζουμε κάθε ουσία που χρησιμεύει στη διατροφή του φυτού και η οποία προστιθέμενη στο έδαφος αυξάνει τη γονιμότητά του, επιτυγχανομένης με τον τρόπο αυτό της βελτίωσης και της αύξησης της παραγωγής.

- **Φυτορυθμιστική ουσία:** είναι μια οργανική ουσία που δεν είναι θρεπτικό συστατικό, δεν παρέχει δηλαδή στο φυτό ενέργεια ή απαραίτητα μεταλλικά στοιχεία και που σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις προάγει, παρεμποδίζει ή τροποποιεί ποιοτικά την αύξηση και την ανάπτυξη του φυτού [25].
Στον Πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι κατηγορίες αγροχημικών.

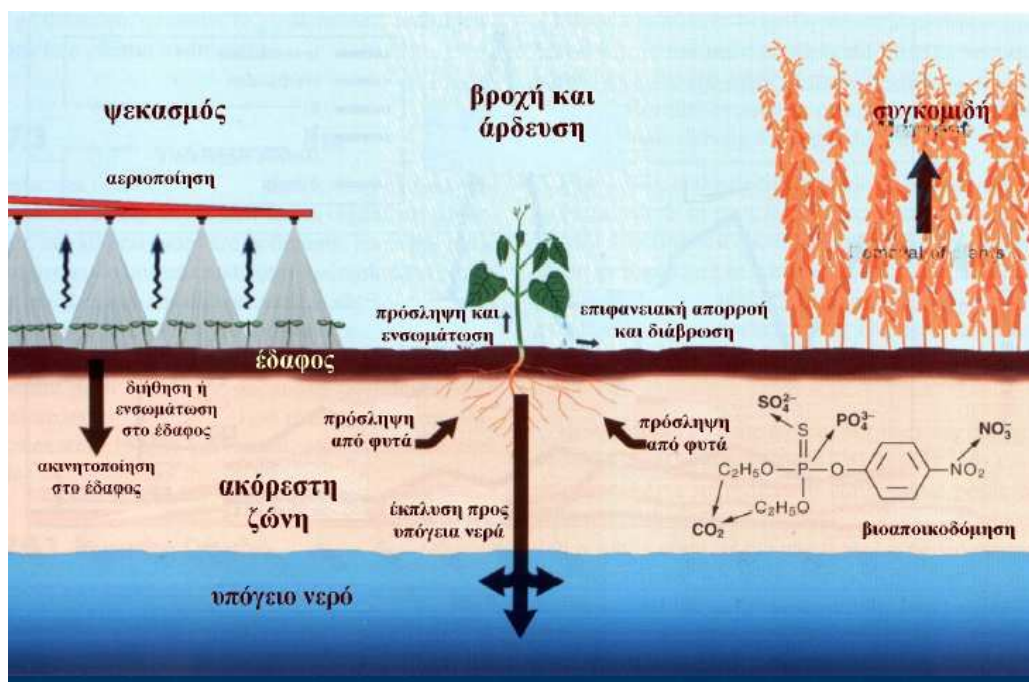
Πίνακας 2.1. Οι κατηγορίες αγροχημικών

ΑΓΡΟΧΗΜΙΚΑ		
Γεωργικά φάρμακα	Εντομοκτόνα	Ανόργανα εντομοκτόνα
		Ορυκτέλαια
		Χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες
		Οργανοφωσφορούχα εντομοκτόνα
		Καρβαμιδικά εντομοκτόνα
		Ασφυκτικά εντομοκτόνα
		Εντομοκτόνα φυτικής προελεύσεως
	Ακαρεοκτόνα	
	Τρωκτικοκτόνα	Παράγωγα Κουμαρίνης-Ινδανδιόνης
		Παράγωγα πυριμιδίνης
		Παράγωγα θειουρίας
		Τρωκτικοκτόνα φυτικής προελεύσεως
		Ανόργανα τρωκτικοκτόνα
	Μυκητοκτόνα	Προστατευτικά μυκητοκτόνα
		Εξοντοτικά μυκητοκτόνα
	Ζιζανιοκτόνα	Ανόργανα ζιζανιοκτόνα
		Οργανικά ζιζανιοκτόνα
Λιπάσματα	Οργανικά λιπάσματα	
	Ανόργανα λιπάσματα	
Φυτορυθμιστικές ουσίες	Φυτικές φυτορυθμιστικές ουσίες	
	Συνθετικές φυτορυθμιστικές ουσίες	

2.4.4.2 Αγροχημικά στο περιβάλλον

Όταν εφαρμόζεται ένα γεωργικό φάρμακο με στόχο τα φυτά και το έδαφος, μικροποσότητες μπορεί να παρασυρθούν από τον άνεμο και να ρυπάνουν ακόμη και πολύ απομακρυσμένες περιοχές. Έχουν βρεθεί υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων ακόμη και στην Ανταρκτική δηλαδή στα χιόνια και σε διάφορους οργανισμούς αυτής. Μέρος της εφαρμοζόμενης ουσίας μπορεί να διασπασθεί φωτοχημικά προτού φθάσει στο φυτό ή το έδαφος. Από την ουσία που θα φθάσει τελικά στο φυτό και έδαφος, ένα μέρος αυτής θα χαθεί προς την ατμόσφαιρα εξαιτίας εξάτμισης. Ένα ποσοστό του γεωργικού φαρμάκου μπορεί να διασπασθεί φωτοχημικά. Η υπόλοιπη ποσότητα θα εισέλθει στο φυτό και στο έδαφος οπότε ή θα διασπασθεί εκεί ή θα παραμείνει αμετάβλητη για κάποιο χρονικό διάστημα. Τα οργανοχλωριωμένα παραμένουν για

μακρό χρόνο ή επ'άοριστον. Το πόσο θα παραμείνει η ουσία στο φυτό και έδαφος θα εξαρτηθεί από τη χημική δομή της ουσίας και από μεγάλο αριθμό αλληλεπιδρώντων παραγόντων (π.χ. θερμοκρασία, μικροοργανισμοί υγρασία, κοκκομετρική σύσταση του εδάφους).



Σχήμα 2.4. Γεωργικές πηγές ρύπανσης [28].

2.4.4.3 Αγροχημικά στο έδαφος

Όταν τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα βρεθούν στο έδαφος, είτε λόγω απευθείας εγναρμογής είτε λόγω κατάληξης σε αυτό ύστερα από επεμβάσεις διαφόρων τύπων, υφίστανται τις ακόλουθες διεργασίες:

- **Εξάτμιση:** Τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα εισχωρούν στο έδαφος και το απολυμαίνουν από τα διάφορα εδαφοπαράσιτα.
- **Προσρόφηση:** Εξαρτάται από την παρουσία ή μη στο μόριό τους δραστικών ομάδων (-CH, NH₂, NHR, -CONH₂, COOR, NH₃), από τους δεσμούς υδρογόνου και την πρωτονίωση των μορίων του σκευάσματος.
- **Έκπλυση:** Διεργασία αντίθετη της προσρόφησης. Προυπόθεση για την έκπλυση αποτελεί η καθοδική κίνηση του νερού.
- **Μικροβιακή αποσύνθεση:** Αποτελεί τον κυριότερο τρόπο απομάκρυνσης των φυτοπροστατευτικών προϊόντων από το εδαφικό περιβάλλον.

Συνέπεια των παραπάνω διεργασιών που υφίσταται τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα στο έδαφος είναι η υπολειμματικότητά τους, δηλαδή η διάρκεια παραμονής και δράσης τους στο έδαφος. Υπάρχουν μεγάλες διαφορές στην υπολειμματικότητα των γεωργικών φαρμάκων.

Κατά τη διάρκεια της παραμονής τους στο έδαφος τα γεωργικά φάρμακα ασκούν δυσμενή επίδραση μικρής ή μεγάλης διάρκειας στη σύνθεση και το ύψος των μικροβιακών πληθυσμών, στη δράση των μικροβίων, στην ταχύτητα διάσπασης της οργανικής ουσίας, στους κύκλους των στοιχείων N, S και P, καθώς και στη μικροβιακή σύνθεση της ριζόσφαιρας.

Παράλληλα με τα γεωργικά φάρμακα, η γεωργική έρευνα ασχολείται με τις επιπτώσεις που έχουν τα λιπάσματα στις φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους. Για παράδειγμα συντελούν στη μεταβολή της αντίδρασης του εδάφους (pH), στην

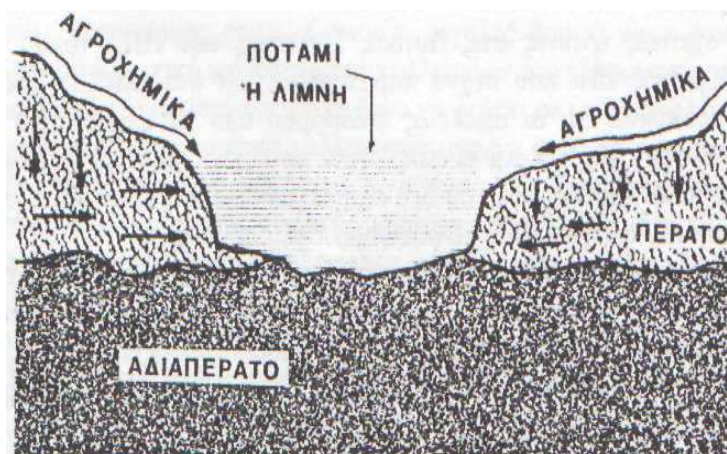
ελάττωση της σταθερότητας της δομής του και κατά συνέπεια στη μείωση της γονιμότητας του εδάφους και την υποβάθμιση της ποιοτικής αξίας των παραγόμενων προϊόντων. Η ρύπανση του εδάφους είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την ρύπανση των υδάτινων πόρων, τόσο των επιφανειακών όσο και των υπογείων, όπως θα δούμε στις ενότητες που ακολουθούν.

2.4.4.4 Αγροχημικά στα επιφανειακά νερά

Η παρουσία γεωργικών φαρμάκων στη θάλασσα, ποταμούς, λίμνες και άλλες υδατοσυλλογές μπορεί να προέρχεται από επιφανειακή απορροή, απόβλητα βιομηχανιών, οικισμών και κτηνοτροφικών εγκαταστάσεων, διάφορες τυχαίες εισροές εξαιτίας διαφόρων ατυχημάτων, προγραμματισμένη απευθείας εφαρμογή σ' αυτή καθεαυτή την υδατοσυλλογή, μεταφορά από τον άνεμο, τροφική αλυσίδα κλπ.

Αν χρειάζεται να αναφέρουμε ποια από τις παραπάνω πηγές ρυπάνσεως είναι η σπουδαιότερη τότε θα έπρεπε να πούμε ότι γενικά είναι η επιφανειακή απορροή. Μία άλλη σοβαρή πηγή είναι τα ανεπεξέργαστα απόβλητα που εισρέουν κατευθείαν στην υδατοσυλλογή από βιομηχανίες παρασκευής ή συσκευασίας γεωργικών φαρμάκων ή ουσιών και υλικών που περιέχουν γεωργικά φάρμακα.

Απευθείας εφαρμογή γεωργικών φαρμάκων σε υδατοσυλλογές συμβαίνει όταν χρειάζεται να καταπολεμηθούν υδρόβια ζιζάνια και έντομα για σκοπούς γεωργικούς (π.χ. σε ορυζώνες, αρδευτικά και στραγγιστικά δίκτυα), ναυσιπλοϊκούς (π.χ. απαλλαγή πλωτών ποταμών από υδρόβια ζιζάνια) και υγειονομικούς (π.χ. καταπολέμηση κουνουπιών). Τα απόβλητα οικισμών, αν και περιέχουν πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις γεωργικών φαρμάκων από οικιακή χρήση, μπορεί σε μερικές περιπτώσεις να αποτελούν αιτία ανησυχίας λόγω του μεγάλου συνολικού όγκου των αποβλήτων αυτών.



Σχήμα 2.5. Είσοδος αγροχημικών με επιφανειακή απορροή ή βαθιά διήθηση του νερού άρδευσης σε ποτάμι, λίμνη, πηγάδι ή γεώτρηση [25].

Το γεωργικό φάρμακο που θα εισέλθει τελικά στο νερό της υδατοσυλλογής ενδέχεται να ακολουθήσει μία ή περισσότερες από τις εξής πορείες: να εισέλθει στην ατμόσφαιρα λόγω εξατμίσεως, να παραμείνει στο νερό σε διάλυση ή αιώρηση, να εισέλθει στη τροφική αλυσίδα και να κατακρημνισθεί αποτελώντας έτσι μέρος του ιζήματος του πυθμένα. Το γεωργικό φάρμακο που φθάνει στον πυθμένα προέρχεται είτε από απευθείας κατακρήμνιση, είτε από θνήσκοντα φύκη και άλλους οργανισμούς που έχουν προσλάβει την ουσία από το νερό.

Η συσσώρευση ενός γεωργικού φαρμάκου στα ιζήματα του πυθμένα είναι παράγοντας που επηρεάζει καίρια τη συγκέντρωση του υπερκείμενου νερού στο φάρμακο αυτό. Η συγκέντρωση γεωργικών φαρμάκων στα αιωρούμενα σωματίδια και ιζήματα μπορεί να είναι πολύ υψηλότερη από ότι στο νερό. (Πίνακας 2.2). Πάντως, αναμένει κανείς ότι αφού περάσει αρκετός χρόνος από την είσοδο του γεωργικού φαρμάκου στην υδατοσυλλογή να επέλθει κάποια δυναμική ισορροπία ως προς τη συγκέντρωση του στο υπερκείμενο νερό και τη συγκέντρωση του στα ιζήματα του πυθμένα, όπου είναι προσροφημένο.

Πίνακας 2.2. Κατανομή του DDT σε διάφορα συστατικά λίμνης [25].

Συστατικό λίμνης	Αριθμός δειγμάτων	Διακύμανση Συγκέντρωσης (ppb)	Μέσος όρος
Νερό	82	0-22,0	6,2
Σωματίδια	33	1800-78000	14740
Ίζημα πυθμένα	39	10 - 94000	4440

Είναι γεγονός ότι η είσοδος των φυτοπροστατευτικών προϊόντων στο υδάτινο περιβάλλον γενικά, είναι δυνατόν να συμβεί πριν ακόμη το νερό της άρδευσης ή της βροχής έλθει σε επαφή με μια ψεκασμένη επιφάνεια. Και αυτό επειδή υπάρχουν περιπτώσεις όπου στο νερό της βροχής ανιχνεύονται υπολείμματα φυτοπροστατευτικών προϊόντων τα οποία προέρχονται από την εξάτμιση ή την εξάχνωση της δραστικής ουσίας μετά την εφαρμογή του σκευάσματος στο οποίο περιεχόταν, ή από τη διασπορά σταγονιδίων του ψεκαστικού υγρού ή κόκκων σκόνης στο περιβάλλον.

Οι κύριοι όμως τρόποι εισόδου φυτοπροστατευτικών προϊόντων στο υδάτινο περιβάλλον είναι η απευθείας εφαρμογή τους σε αυτό (λίμνες, ποτάμια κλπ), μέσω των νερών αποστράγγισης των εδαφών τα οποία περιέχουν υπολείμματα φυτοπροστατευτικών προϊόντων καθώς και με νερά τα οποία ρέουν επιφανειακά σε εδάφη με υπολείμματα και παρασύρουν εδαφικό υλικό. [25].

Η ρύπανση των νερών από τα λιπάσματα μπορεί να γίνει κατά τρόπο ανάλογο με εκείνο των φυτοφαρμάκων δηλαδή απευθείας ή με επιφανειακή απορροή ή με βαθιά διήθηση των νερών και κυρίως των νερών άρδευσης.

Κυρίως όταν το έδαφος παρουσιάζει κάποια κλίση τα υπολείμματα των χημικών λιπασμάτων οδηγούνται από τα νερά που ρέουν επιφανειακά -προκαλώντας ταυτόχρονα έκπλυσή του- στους φυσικούς τους αποδέκτες (θάλασσες, ποτάμια, λίμνες). Το φαινόμενο της έκπλυσης των χωραφιών πέρα από τη σημαντική υποβάθμιση της γονιμότητας του εδάφους, αποτελεί και μια σοβαρή πηγή ρύπανσης των νερών. Τα θρεπτικά στοιχεία των χημικών αλλά και των οργανικών λιπασμάτων και κυρίως το N και ο P που καταλήγουν στα επιφανειακά νερά αυξάνουν τη «γονιμότητα» των νερών αυτών και εντείνουν με τον τρόπο αυτό το ρυθμό ανάπτυξης της υδρόβιας βλάστησης (ευτροφισμός - eutrofication). Η αποδόμηση της οργανικής ύλης συνεχίζεται κάτω από αναερόβιες συνθήκες, δημιουργώντας τοξικά και δύσσομα αέρια και καθιστώντας δύσκολες τις συνθήκες για τη διαβίωση των υδρόβιων οργανισμών. Αυτή είναι η βασική αιτία που λίμνες και νερά «βραδείας ροής» γενικά είναι σε πολλές περιοχές σήμερα, ουσιαστικά «νεκρά νερά». Από πλευράς P η διαδικασία του ευτροφισμού αρχίζει από μια συγκέντρωση 0.3 mg P₂ O₅/l. [13].

2.4.4.5 Αγροχημικά στα υπόγεια νερά

Όπως είδαμε και παραπάνω, η ρύπανση των υπόγειων νερών γενικά, συνδέεται συχνά και προέρχεται –περισσότερο ή λιγότερο- από τη ρύπανση των επιφανειακών νερών, του εδάφους και του αέρα.

Οι κίνδυνοι ρύπανσης των υπόγειων νερών με γεωργικά φάρμακα ή υπολείμματα αυτών εξαρτώνται από τις ιδιότητες των φαρμάκων, τους τύπους των εδαφών όπου αυτά εφαρμόζονται και το ύψος βροχής ή νερού άρδευσης των αγρών.

Για να μετακινηθεί ένα γεωργικό φάρμακο σε βάθος θα πρέπει να είναι υδατοδιαλυτό, να μη προσροφάται ισχυρώς από τα σωματίδια του εδάφους, να αντέχει σε βιοτικές και αβιοτικές ανοικοδομήσεις και να μην είναι πτητικό.

Αποτελέσματα ερευνών έδειξαν ότι οι πιθανότητες ρύπανσης υπογείων νερών συσχετίζονται θετικά με πλήθος παραγόντων που αφορούν τις φυσικοχημικές, ιδιότητες των δραστικών ουσιών των φυτοπροστατευτικών προϊόντων, τις κλιματικές συνθήκες και τα εδαφικά και γεωλογικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής. Οι παράγοντες αυτοί είναι:

- Η μεγάλη διαλυτότητα της δραστικής ουσίας.
- Η μικρή προσροφητικότητα της δραστικής ουσίας από τα εδαφικά κolloειδή.
- Η ημιπερίοδος ζωής κατά την υδρόλυση της δραστικής ουσίας μεγαλύτερης των 2 εβδομάδων.
- Η ημιπερίοδος ζωής στη φωτόλυση μεγαλύτερη από μία εβδομάδα.
- Η ημιπερίοδος παραμονής στο έδαφος μεγαλύτερη από 2-3 εβδομάδες.
- Η ποσότητα νερού έκπλυσης μεγαλύτερη των 250 mm/έτος.
- Η μεγάλη ταχύτητα έκπλυσης.
- Το pH του εδάφους που εμποδίζει την αποδόμηση της δραστικής ουσίας ή των μεταβολιτών της.
- Ο αβαθής υπόγειος υδροφορέας και χωρίς κάλυψη με στρώσεις από υλικό αδιαπέραστο στο νερό. [25].

2.4.5 Ρύπανση υδάτινων πόρων από την κτηνοτροφία

2.4.5.1 Ζωϊκά λύματα

Ο όρος ζωϊκά λύματα περιλαμβάνει μια μεγάλη ποικιλία χρησιμοποιηθέντων και απορριφθέντων υποπροϊόντων όπως η ζωϊκή κόπρος, λύματα από το παρασκευαστήριο των ζωοτροφών ή από πιθανό σφαγείο ή ακόμη τα υγρά εκχυλίσματα των ενσιρωμάτων.

Τα ζωϊκά λύματα ανάλογα με το είδος των ζώων είναι:

- Λύματα αιγοπροβατοστασίων
- Λύματα πτηνοτροφίων
- Λύματα βουστασίων
- Λύματα χοιροστασίων

Τα υποπροϊόντα αυτά συγκεντρώνονται σε πολύ μεγάλες ποσότητες καθημερινά και θεωρούνται ένα από τα πιο βασικά αίτια περιβαλλοντικών προβλημάτων τόσο μέσα στο χώρο παραγωγής του (την κτηνοτροφική μονάδα) όσο και στη γύρω περιοχή.

Τα εκκρίματα των ζώων (κόπρος και ούρα) μπορεί να είναι ανακατεμένα με άχυρο στρωμένης σε μεγάλη αναλογία οπότε σχηματίζουν προϊόν με μεγάλη αναλογία σε ξηρά ουσία και καλείται «στερεά ή ξηρή κόπρος» ή είναι αναμεμειγμένα με νερά

καθαρισμού σε μεγάλη αναλογία νερού και σχηματίζουν ένα υδαρές προϊόν (σαν λάσπη) και καλείται «ημίρρευση κόπρος».

Η ποσότητα της κόπρου που παράγεται και κατά συνέπεια το ρυπαντικό φορτίο των ζωικών λυμάτων εξαρτάται από το είδος των ζώων, την ηλικία, το είδος της τροφής και τη μέθοδο σταυλισμού. Η μορφή των ζωικών αποβλήτων εξαρτάται από το είδος σταυλισμού, το είδος των εκτρεφόμενων ζώων, τον τρόπο συλλογής και απομάκρυνσης των αποβλήτων από τους χώρους εκτροφής, τον τρόπο αποθήκευσης και την περιεκτικότητά τους σε ολικά στερεά.

Στα καθαρά απόβλητα κατά τη λειτουργία μιας κτηνοτροφικής μονάδας προστίθενται και άλλα υλικά (νερά πλύσεως, στρωμνή κ.λ.π.), που αυξάνουν την τελική ποσότητα των αποβλήτων [30].

2.4.5.2 Ζωικά λύματα και νερά

Σύμφωνα με επιστημονικές έρευνες, η συνεχώς αυξανόμενη ρύπανση του νερού από τα νιτρικά ιόντα οφείλεται κατά κύριο λόγο στην υπέρμετρη χρήση της κόπρου και των χημικών λιπασμάτων.

Η ρύπανση των υδάτων (επιφανειακών και υπόγειων) από τα κτηνοτροφικά απόβλητα μπορεί να προκληθεί από:

- Τη βόσκηση των ζώων στις όχθες ποταμών μόνιμης ροής και λιμνών με κλήσεις μεγαλύτερες του 40% και σε μικρή απόσταση από τις όχθες.
- Το προστιθέμενο νερό καθαρισμού, διαφυγής υδροδότησης και βροχής στους ακάλυπτους χώρους.
- Την προσθήκη νερού στα μη υγρά απόβλητα και την αποστράγγιση του νερού της βροχής, των στεγών, των προαυλίων στις δεξαμενές αποβλήτων.
- Τη διήθηση του νερού της βροχής από την κοπρσωρό προς το έδαφος.
- Την εφαρμογή κτηνοτροφικών αποβλήτων όταν το έδαφος είναι πλημμυρισμένο, έντονα παγωμένο ή καλυμμένο με χιόνι.
- Την εφαρμογή οργανικής κόπρου σε έντονα κεκλιμένα εδάφη, όπου ο κίνδυνος απορροής είναι μεγάλος και αυξάνεται ανάλογα με το βαθμό κλίσης.
- Την εφαρμογή κτηνοτροφικών αποβλήτων σε ζώνη περίπου 10m από τα επιφανειακά νερά (λίμνες, ποτάμια, ρέματα, αποστραγγιστικές τάφροι).
- Την εφαρμογή κτηνοτροφικών αποβλήτων σε ζώνη περίπου 50m από πηγές, πηγάδια ή γεωτρήσεις που χρησιμοποιούνται για ύδρευση.

2.4.6 Ρύπανση των υδάτινων πόρων από οικιακά λύματα-απορρίματα

2.4.6.1 Οικιακά λύματα

Τα οικιακά λύματα αποτελούνται από το νερό, που έχει χρησιμοποιηθεί βιολογικά από τους ανθρώπινους οργανισμούς και απορρίπτεται σαν έκκριμα ή απόκριμα (κόπρανα, ούρα, κλπ.) και από το νερό που έχει χρησιμοποιηθεί στις συνηθισμένες οικιακές χρήσεις (πλύσιμο, καθαριότητα, κλπ.).

Η μέση ποσότητα που αποχετεύει ο άνθρωπος την ημέρα εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, κυριότεροι από τους οποίους είναι η αφθονία ή έλλειψη νερού στο σπίτι και την περιοχή, το κόστος του νερού, το πολιτιστικό επίπεδο και η οικονομική κατάσταση.

Ως αναφορά στη σύσταση των οικιακών λυμάτων, τα λύματα παρουσιάζονται σαν πολυφασικό μίγμα, στο οποίο συνυπάρχουν στερεά, τέλεια διαλύματα, ελλαιώδη υγρά και κολλοειδείς διασπορές.

Η κύρια μάζα των λυμάτων είναι νερό. Το οργανικό περιεχόμενο των λυμάτων αποτελείται από πρωτεΐνες (40-60%), υδατάνθρακες (25-50%) και λιπαρές ενώσεις (5-10%). Οι οργανικές ενώσεις συνυπάρχουν με τα προϊόντα αποικοδόμησης που είναι: αμινοξέα, αμμωνία, υδροθείο, αλκοόλες, λιπαρά οξέα, φαινόλες, ινδόλη, διοξειδίο του άνθρακα, μεθάνιο, υδρογόνο, νιτρικά και νιτρώδη άλατα, θείο και θειικά άλατα καθώς και διάφορες άλλες οργανικές ενώσεις, όπως απορρυπαντικά και άλατα (ορθοφωσφορικά, πολυφωσφορικά κ.α.). [31].

2.4.6.2 Οικιακά απορρίμματα

Με τον όρο οικιακά απορρίμματα εννοούμε όλα τα άχρηστα στερεά υλικά που προκύπτουν από τις αστικές κοινότητες και περιλαμβάνουν ετερογενείς μάζες όπως υπολείματα φαγητών, υλικά συσκευασίας, υλικά νοικοκυριού, κ.α.

Η ποσότητα των οικιακών απορριμμάτων κατ' άτομο είναι μεταβλητή και εξαρτάται κυρίως:

- Από τη στάθμη της ζωής του πληθυσμού.
- Από την εποχή.
- Από τον τρόπο διαβίωσης των κατοίκων.
- Τις μετακινήσεις των πληθυσμών κατά τη διάρκεια των διακοπών ή το τέλος της εβδομάδας.
- Από το κλίμα.

Οι τυπικές τιμές παραγωγής απορριμμάτων στον Ελληνικό χώρο σύμφωνα με στοιχεία της ΕΕΤΑΑ απεικονίζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 2.3. Τυπικές τιμές παραγωγής απορριμμάτων στην Ελλάδα [32].

Ομάδα (Βιοτικό Επίπεδο)	Δήμοι	Παραγωγή απορριμμάτων Kg/άτομο ημέρα		
		1985	1990	1996
I	N. Λιόσια	0.64	0.74	0.86
II	Αθήνα	0.92	1.08	1.22
III	Κηφισιά	1.07	1.48	1.72

Τα σημαντικότερα φυσικά χαρακτηριστικά των στερεών απορριμμάτων είναι η σύσταση, το φαινόμενο βάρος, το ποσοστό υγρασίας, η κατανομή κατά μέγεθος, η ιδατοϊκανότητα και το πορώδες [32].

Πίνακας 2.4. Σύνθεση οικιακών απορριμμάτων στην Ελλάδα – Ποσοστιαία κατανομή κατά βάρος. [33].

Συστατικό	Αθήνα (1985)	Αθήνα (1990)	Μαρκόπουλο (1985)	Θεσ/νίκη (1987)	Ηράκλειο (1987)	Ρόδος (1988)	Χανιά (1991)	Κώς	Νάξος (1994)	Καλαμάτα
Ζυμώσιμα	58.8	48.5	60.4	51.7	52.5	43	55.2	37	47	47
Χαρτί	19.2	22	17.8	17.7	17.2	17	18.9	25	21.5	25
Γυαλί	2.5	3.5	2.3	4.1	1.4	14	3.8	12	5.4	3
Πλαστικά	7	10.5	6.8	7	14.3	10	8.6	11	10.2	7.5
Μέταλλα	3.75	4.2	4.1	5.9	2.8	10	3.8	5	3.4	3.5
Ράκη	3.5	3.5	4.1	7.6	-	4	4	5	0	6
Αδρανή	5.55	7.8	4.5	6	11.8	2	5.7	5	12.5	8

2.4.6.3 Οικιακά λύματα-απορρίμματα και υδάτινοι πόροι

Οι απορρίψεις που αφορούν ανθρώπινες χρήσεις είναι δραστηριότητες που εμπλουτίζουν ή ρυπαίνουν υδάτινους αποδέκτες. Τα ακάθαρτα νερά χαρακτηρίζονται από τη μεγάλη τους περιεκτικότητα σε οργανικά συστατικά και συνήθως αποχετεύονται σε θαλάσσιους, λιμναίους ή ποτάμιους αποδέκτες ή και απορροφητικούς βόθρους, ρυπαίνοντας έτσι και τα υπόγεια νερά.

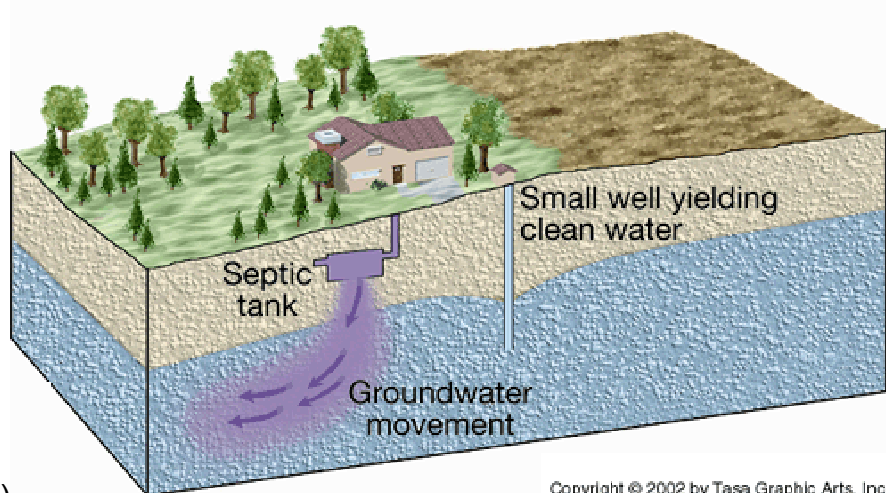


Σχήμα 2.6. Ρύπανση ποταμού από οικιακά λύματα [35]



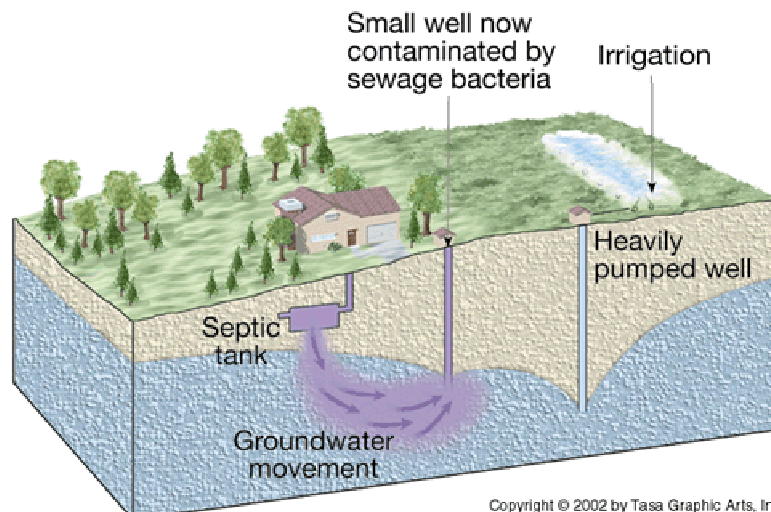
Σχήμα 2.7. Ρύπανση επιφανειακών υδάτων από αστικά απορρίμματα [44]

Στη χώρα μας, οι απορροφητικοί βόθροι που εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται σε μεγάλο ποσοστό, αποτελούν το χειρότερο μέσο διάθεσης των ακάθαρτων νερών, αφού ρυπαίνουν το φυσικό αποδέκτη, το έδαφος και τα υπόγεια νερά. Επίσης πιθανή διαρροή σηπτικής δεξαμενής μπορεί να αποτελέσει πηγή ρύπανσης υπόγειων νερών.



(Σχήμα 2.8)

Copyright © 2002 by Tasa Graphic Arts, Inc.



Copyright © 2002 by Tasa Graphic Arts, Inc.

Σχήμα 2.8. Ρύπανση υπόγειων νερών από διαρροή σηπτικής δεξαμενής[32].

Προβλήματα ρύπανσης νερών προκαλούνται από την καύση των απορριμμάτων, στη θέση εξαγωγής των σκουριών (νερά ψύξης) και την αποθήκευσή τους έξω (νερά διήθησης).

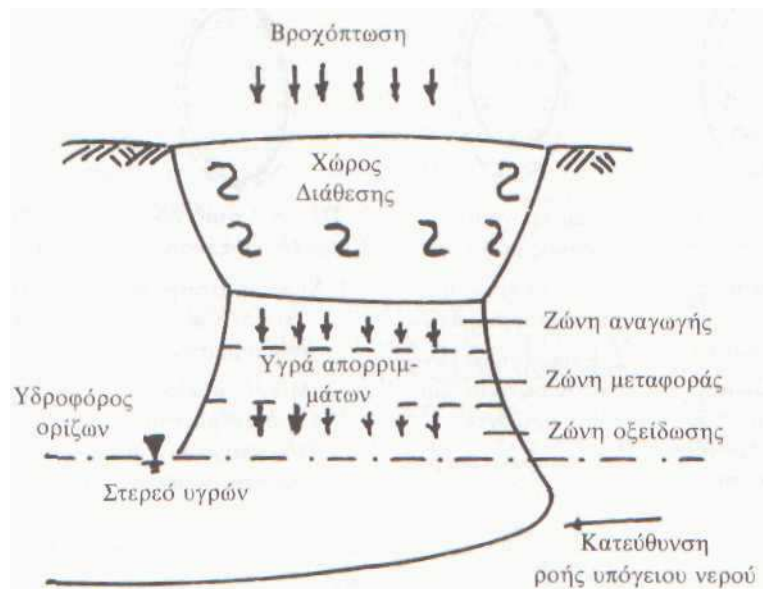
Σημαντικός παράγοντας της ρύπανσης των υδάτων από τα οικιακά απορίμματα είναι τα «διασταλάζοντα υγρά». Τα διασταλάζοντα υγρά, δημιουργούνται από τη διήθηση των βρόχινων νερών, όταν ξεπερασθεί η απορροφητικότητα των απορριμμάτων. Αποτελούνται από μίγμα του διηθουμένου νερού και των υγρών που παράγονται από τη διάσπαση των οργανικών ουσιών κλπ. λόγω της δράσης των μικροβίων. Τα υγρά ακολούθως κατεισδύουν και φθάνουν τους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες τους οποίους ρυπαίνουν. Η ρύπανση του υπόγειου νερού και του υπόγειου περιβάλλοντος, παραμένει απαρατήρητη για μεγάλο χρονικό διάστημα και διαπιστώνεται μόλις γίνει λήψη νερού, από υπόγεια γεώτρηση ή κατά την έξοδο του στην επιφάνεια μέσω πηγών. Το υπόγειο νερό για να απομακρυνθεί μέσω του συστήματος, χρειάζεται δεκάδες έως εκατοντάδες ετών.

Στον Πίνακα 2.5 δίδεται μια τυπική ανάλυση όσον αφορά τη σύνθεση των διασταλαζόντων υγρών.

Πίνακας 2.5. Τυπική ανάλυση διασταλαζόντων υγρών από οικιακά απορρίμματα [32].

Συστατικά	Τιμή σε mg/l	
	Διακύμανση	Τυπική
BOD ₅	2000-30000	10000
TOC (Ολικός οργανικός	1500-20000	6000
COD (Chemical Oxygen	3000-45000	18000
Ολικά Αιωρούμενα Στερεά	200-1000	500
Οργανικό Άζωτο	10-600	200
Αμμωνιακό Άζωτο	10-800	200
Νιτρικά	5-40	25
Ολικός φώσφορος	1-70	30
Ορθοφώσφορος	1-50	20
Αλκαλικότητας ως CaCO ₃	1000-10000	3000
PH	5,3-8,5	6
Ολική Σκληρότης ως CaCO ₃	300-10000	3500
Ασβέστιο	200-3000	1000
Μαγνήσιο	50-1500	250
Κάλιο	200-2000	300
Νάτριο	200-2000	500
Χλώριο	100-3000	500
Θειικά	100-1500	300
Ολικός Σίδηρος	50-600	60

Τα διασταλάζοντα υγρά, παρουσιάζουν μεταβολές στη σύνθεση τους από διάφορες αιτίες όπως, η σύνθεση των απορριμμάτων, η ηλικία του χώρου πλήρωσης, η υδρολογία του χώρου, το κλίμα, η εποχή, η υγρασία. Επίσης τα υγρά των απορριμμάτων επηρεάζονται από τη συγκράτηση του εδάφους και την αραίωση από τα υπεδάφια νερά.



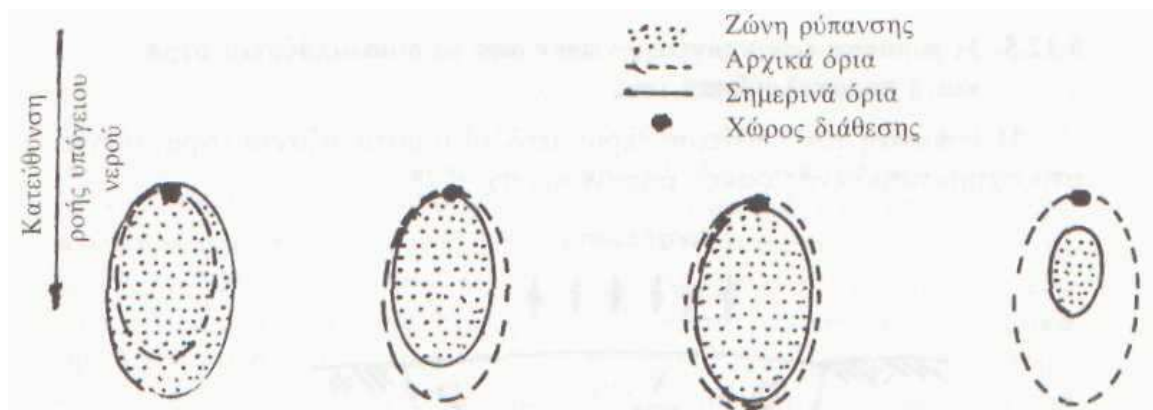
Σχήμα 2.9. Ρύπανση υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα από υγρά απορριμμάτων [32].

Για την εκτίμηση των προβλημάτων διασκορπισμού της ρύπανσης, αραίωσης κλπ. πρέπει να εξετασθεί η ταχύτητα κίνησης του υπόγειου νερού και η παροχή.

Μια μεγάλη ταχύτητα κίνησης του υπόγειου νερού, οδηγεί σε μεγαλύτερο διασκορπισμό προς την κατεύθυνση ροής του υπόγειου νερού και μικρότερο πλευρικά. Έτσι ο φακός των υγρών των απορριμμάτων, γίνεται ένας στενός κώνος ρύπανσης προς την διεύθυνση της ροής. Μια μικρότερη ταχύτητα υπόγειου νερού οδηγεί σε μεγαλύτερο πλευρικό διασκορπισμό, με βάση όμως πάντοτε τη ροή του υπόγειου νερού. Άλλες μεταβολές και παράγοντες που τις επηρεάζουν φαίνονται στο Σχήμα 2.10. Η εύρεση της ροής των υγρών των απορριμμάτων στο υπόγειο νερό, μπορεί να γίνει με χρήση ιχνηλατών με ιόντα καλίου και με ραδιενεργούς ιχνηλάτες.

Η οργανική ύλη που βρίσκεται στα υγρά των απορριμμάτων, βιοαποδομείται πολύ βραδέως όταν τα υγρά φθάσουν το υπόγειο νερό, διότι η ζήτηση οξυγόνου αποξυγονώνει γρήγορα το υπόγειο νερό. Όταν επικρατήσουν αναερόβιες συνθήκες, σίδηρος και μαγγάνιο διαλύονται στο υπόγειο νερό και δημιουργούνται περαιτέρω προβλήματα.

Η πιο σοβαρή επίδραση των διασταλαζόντων υγρών, είναι η αύξηση της μεταλλικότητας που προκαλούν στο υπόγειο νερό. Η μεταλλικοποίηση του υπόγειου νερού, οφείλεται σε ανόργανα ιόντα, όπως τα χλωριούχα, τα οποία διανύουν ικανές αποστάσεις μέσα στο έδαφος ή το διαπερατό πέτρωμα, χωρίς συγκράτηση. Η αύξηση της μεταλλικότητας στο υπόγειο νερό, μπορεί να το καταστήσει μη πόσιμο, ενώ η αύξηση της τοξικότητας να το κάνει επικίνδυνο για τη δημόσια υγεία [32].



Διευρυνόμενος φακός ρύπανσης	Σμικρυνόμενος φακός ρύπανσης	Περίπου σταθερός φακός ρύπανσης	Συρυκνωμένος φακός ρύπανσης
1. αύξηση της ποσότητας των απορριμμάτων	1. ελάττωση των απορριμμάτων 2. επίδραση αλλαγών του υπόγειο υδρ. ορίζοντα	1. σταθερή εισαγωγή ποσότητας απορριμμάτων	τέλος διάθεσης απορριμμάτων
2. επίδραση αλλαγών στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα	3. αποδοτικότερη αραίωση 4. βραδύτερη κίνηση	2. μικρές αλλαγές στη διακύμανση του υπόγειο υδρ. ορίζοντα	

Σχήμα 2.10. Μεταβολές στο φακό της ρύπανσης από τη διάθεση απορριμμάτων. (Τροποποιημένο σχέδιο EPA Ground Water Handbook 1989) [32].

2.4.7 Ρύπανση των υδάτινων πόρων από βιομηχανικά απόβλητα

2.4.7.1 Βιομηχανικά απόβλητα

Με τον όρο βιομηχανικά υγρά απόβλητα αναφερόμαστε σε οποιαδήποτε υγρά απόβλητα που απορρίπτονται από κτίρια και χώρους που χρησιμοποιούνται για οποιαδήποτε εμπορική ή βιομηχανική δραστηριότητα και τα οποία δεν είναι οικιακά λύματα ή όμβρια ύδατα.

Τα βιομηχανικά απόβλητα διακρίνονται σε:

- Αέρια απόβλητα
- Υγρά απόβλητα
- Στερεά απόβλητα
- Τοξικά και επικίνδυνα απόβλητα

Τα βιομηχανικά απορρίματα διακρίνονται στα κατωτέρω:

- **Αδρανή απορρίματα** από μπάζα διαφόρων ορυκτών, που προέρχονται από τις διαδικασίες εξαγωγής.
- **Απορρίματα εξομοιούμενα με τα οικιακά.**
- **Ειδικά απορρίματα** χαρακτηριστικά της βιομηχανικής δραστηριότητας, που περιέχουν βλαπτικά στοιχεία σε συγκεντρώσεις μικρές ή μεγάλες.
- **Τοξικά και επικίνδυνα απορρίματα**, των οποίων η διάθεση απαιτεί ειδικούς ελέγχους. [32].

Οι ιδιαιτερότητες των βιομηχανικών αποβλήτων είναι οι ακόλουθες:

- Διαφορετική χημική σύνθεση (π.χ. ύπαρξη χημικών ρύπων, υψηλό οργανικό φορτίο).
- Διαφορετική επικινδυνότητα (π.χ ύπαρξη και τοξικών ρύπων).
- Μεγάλη διακύμανση υδραυλικών και ρυπαντικών φορτίων (π.χ ανάλογα με την παραγωγική διαδικασία του εργοστασίου είναι δυνατόν η παραγωγή αποβλήτων να πραγματοποιείται σε διάστημα λίγων ωρών).
- Ακανόνιστη συχνότητα εκπομπών (φύση της παραγωγικής διαδικασίας, εποχικότητα λειτουργίας, ανυπαρξία αγοράς για τα τελικά προϊόντα σε όλο το χρόνο).

Το συμπέρασμα που προκύπτει από τις παραπάνω ιδιαιτερότητες είναι ότι η μελέτη των βιομηχανικών αποβλήτων είναι ένα πολύπλοκο πρόβλημα διότι κάθε βιομηχανία αποτελεί μία ξεχωριστή περίπτωση [34].

2.4.7.2 Βιομηχανικά απόβλητα και νερά

Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός βιομηχανικών αποβλήτων που εναποτίθενται με διάφορους τρόπους στο περιβάλλον, σε λεκάνες, ρέματα, σκάμματα εδαφών κ.α. Στους μη καλυμένους χώρους εναπόθεσης, η βροχή εισέρχεται από την επιφάνεια ή από τα τοιχώματα, ρυπαίνοντας τα επιφανειακά και τα υπόγεια νερά.



Σχήμα 2.11. Ρύπανση ποταμού από βιομηχανικά απόβλητα [34]

Τα ανεπιθύμητα χαρακτηριστικά των βιομηχανικών αποβλήτων, που ευθύνονται κυρίως για την ρύπανση των επιφανειακών και υπόγειων νερών είναι τα ακόλουθα:

- Διαλυμένες οργανικές ενώσεις. Προκαλούν αποξυγόνωση στα επιφανειακά νερά, (π.χ Βιομηχανίες τροφίμων).
- Αιωρούμενα στερεά. Η απόθεση τους στον πυθμένα υδατορευμάτων εμποδίζει την ανάπτυξη των ψαριών, (Π.χ Χαρτοποιεία).
- Ρυπαντές προτεραιότητας όπως φαινόλες και άλλοι οργανικοί ρυπαντές προκαλούν μεταξύ άλλων χρωματισμό και ανεπιθύμητες γεύσεις στο νερό. Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να είναι και καρκινογόνες, (π.χ Βιομηχανίες πετρελαιοειδών, χημικές βιομηχανίες).
- Βαριά μέταλλα, κυανιούχα και τοξικά οργανικά. Για τους ρυπαντές αυτούς υπάρχουν ειδικά όρια εκπομπής στα επιφανειακά νερά, (Π.χ Βιομηχανίες κατεργασίας μετάλλων).
- Χρώμα και θολότητα. Ακόμα και αν παρουσιάζουν ιδιαίτερη τοξικότητα οι παράγοντες αυτοί είναι ανεπιθύμητοι στα επιφανειακά νερά, (Π.χ Υφαντουργεία, χαρτοποιεία).
- Άζωτο και φωσφόρος. Προκαλούν ευτροφισμό των αποδεκτών. (Π.χ. Βιομηχανίες τροφίμων, λιπασμάτων, χημικών).
- Μη βιοδιασπάσιμες οργανικές ενώσεις. Είναι ανεπιθύμητες για ορισμένες χρήσεις του νερού. Μη βιοδιασπάσιμες αζωτούχες ενώσεις βρίσκονται στα απόβλητα υφαντουργίας.
- Έλαια, λίπη και επιπλέοντα υλικά. Η διάθεση τους στα νερά ελέγχεται στους περισσότερους κανονισμούς, (Π.χ Ελαιουργεία, βιομηχανίες πετρελαιοειδών).
- Πτητικές ενώσεις, π.χ υδρόθειο ή πτητικά οργανικά. Προκαλούν προβλήματα αέριας ρύπανσης.
- Τοξικότητα στους υδρόβιους οργανισμούς. Πολλά απόβλητα είναι τοξικά στους υδρόβιους οργανισμούς. [34].

Γενικά τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των βιομηχανικών αποβλήτων είναι πολύ μεταβλητά ανάλογα με το είδος της βιομηχανίας, τις πρώτες ύλες και τα τελικά προϊόντα, την παραγωγική διαδικασία, την ανάκτηση υλικών, την ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων και τέλος την κατάλληλη οργάνωση για τον περιορισμό των διαρροών και απωλειών και την εξοικονόμηση των υδατικών πόρων.

Η βιομηχανική ρύπανση που επιβαρύνει τα νερά της Ελλάδας είναι:

- Οργανική, με επιπτώσεις στην κατανάλωση οξυγόνου των νερών, όπως από τις βιομηχανίες τροφίμων που είναι ανεπτυγμένες στην Ελλάδα (βιομηχανίες παστερίωσης γάλατος, σφαγεία).
- Ρύπανση με θρεπτικά, με επιπτώσεις την εμφάνιση ευτροφισμού στα νερά όπως από βιομηχανίες λιπασμάτων ή άλλες βιομηχανίες.
- Ρύπανση με βαρέα μέταλλα, όπως από χημικές βιομηχανίες και βυρσοδεψεία.
- Θερμική ρύπανση από νερά ψύξης. Η μορφή αυτή ρύπανσης είναι περιορισμένη στην Ελλάδα.

3. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ

3.1 Εισαγωγή

Η ρύπανση των υδάτων έχει μεγάλες επιπτώσεις στην ζωή του ανθρώπου και των υπόλοιπων ζωικών και φυτικών οργανισμών, αφού η υποβάθμιση της ποιότητας του νερού υπονομεύει την υγεία τους αλλά και γίνεται ακατάλληλο για άλλες γεωργικές ή βιομηχανικές χρήσεις. Η άνοδος της θερμοκρασίας για παράδειγμα από την θερμική ρύπανση έχει τραγικές συνέπειες για τους υδρόβιους οργανισμούς, οι οποίοι έχουν μικρές ανοχές στις αλλαγές της θερμοκρασίας.

Ρύπανση υδάτινων πόρων, όπως είδαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο, ονομάζεται οποιαδήποτε μεταβολή των φυσικών, χημικών και βιολογικών παραμέτρων του νερού, λόγω της παρουσίας σε αυτό ουσιών σε ποσότητα που υπερβαίνει τα φυσιολογικά όρια. Η μεταβολή αυτή μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις στον άνθρωπο σε άλλους ζωικούς ή φυτικούς οργανισμούς και γενικότερα να διαταράξει την ισορροπία των οικοσυστημάτων, σε μικρή ή μεγάλη γεωγραφική κλίμακα. Οι εν λόγω ουσίες διαλύονται στο νερό, επιπλέουν ή κατακάθονται στον πυθμένα και προέρχονται κυρίως από ανθρωπογενείς δραστηριότητες, όπως η άντληση πετρελαίου και η χρήση λιπασμάτων.

Σύμφωνα με επίσημα στοιχεία του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (WHO), σε πολλές περιοχές του πλανήτη το νερό θα εκλείψει, ενώ σε άλλες θα σημειωθούν πλημμύρες εξαιτίας της τήξης των πάγων στον αρκτικό κύκλο. Ταυτόχρονα, το διαθέσιμο νερό ρυπαίνεται όλο και περισσότερο από τα αστικά και βιομηχανικά λύματα. Επικίνδυνες ουσίες από τα λύματα περνούν στην τροφική αλυσίδα, ενώ πολλές ασθένειες μεταδίδονται μέσω του πόσιμου νερού, το οποίο γίνεται όλο και λιγότερο ασφαλές.

Ο συνδυασμός των μολυσμένων υδάτων με την αύξηση της θερμοκρασίας και οι επιπτώσεις αυτών στην αλυσίδα παραγωγής τροφίμων (γεωργία, κτηνοτροφία, ιχθυοκαλλιέργειες) θέτουν σε σοβαρό κίνδυνο την υγεία όλων μας.

Κάθε χρόνο 3,4 εκατομμύρια άνθρωποι πεθαίνουν από ασθένειες που σχετίζονται με την κατανάλωση μολυσμένου νερού, ενώ περισσότεροι από ένα δισεκατομμύριο άνθρωποι δεν έχουν πρόσβαση σε καθαρό πόσιμο νερό [31].

Η έλλειψη ασφαλούς νερού κοντά στον τόπο κατοικίας καταδικάζει ενήλικες και παιδιά σε ασθένειες και κακής ποιότητας διαβίωση.

Γενικά, η ρύπανση των υδάτων απειλεί πολλά είδη ζώων και φυτών και τον άνθρωπο, στον οποίο φτάνουν πολλές τοξικές ουσίες μέσω της τροφικής αλυσίδας, επηρεάζοντας δυσμενώς την υγεία του [35].



Σχήμα 3.1. Θάνατοι ψαριών από μόλυνση υδάτων[35].

Στη συνέχεια θα μελετήσουμε τις επιπτώσεις της ρύπανση των υδάτινων πόρων στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία ξεχωριστά για κάθε πηγή ρύπανσης. Θα δούμε πως επιδρά στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος και πως απειλείται ο άνθρωπος από τα αγροχημικά, τα κτηνοτροφικά απόβλητα, τα οικιακά λύματα και τα βιομηχανικά απόβλητα, όταν αυτά προσβάλουν τα επιφανειακά και υπόγεια νερά.

3.2 Επιπτώσεις της ρύπανσης των υδάτων από αγροχημικά

3.2.1 Γενικά

Τα αγροχημικά ή φυτοπροστατευτικά προϊόντα (όπως ήδη τονίστηκε στο Κεφάλαιο 2), είναι χημικές ενώσεις που καταπολεμούν τα επιβλαβή έντομα, ακάρεα, μύκητες, βακτήρια, τρωκτικά και άλλους εχθρούς των καλλιεργειών που περιορίζουν την παραγωγή των τροφίμων, με μια συνεχή αύξηση στην κατανάλωση τους. Εν τούτοις, οι ιδιότητες τους που τα καθιστούν απαραίτητα για την επίτευξη των παραπάνω στόχων, είναι ταυτόχρονα υπεύθυνες και για δυσμενείς επιδράσεις στο περιβάλλον. Έχει αποδειχθεί ότι μετά την εφαρμογή τους υφίστανται μια σειρά διαδικασιών, χημικών, φυσικών και βιολογικών (υδρόλυση, οξειδωση, διάσπαση, μεταφορά, εξάτμιση, εξάχνωση κλπ) και αρχίζουν να ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα, το έδαφος, τα νερά, να διαταράσσουν την οικολογική ισορροπία των οικοσυστημάτων και να εμφανίζουν κάποια από αυτά επικίνδυνες συγκεντρώσεις στα τρόφιμα αλλά και στον ανθρώπινο οργανισμό. Είναι χαρακτηριστική η περίπτωση των εντομοκτόνων parathion και methyl parathion τα οποία υδρολύονται σε υδάτινο περιβάλλον προς π-νιτροφαινόλη, μια ουσία που μπορεί πολύ εύκολα παρουσία χλωρίου να μετατραπεί στα πόσιμα νερά σε π-νιτροχλωροφαινόλη η οποία είναι άκρως επικίνδυνη για την υγεία.

Τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα, ενώ στην πράξη χρησιμοποιούνται ως ένα παροδικό μέσον που να ανταποκρίνεται στις ανάγκες ενός δεδομένου τόπου, χρόνου και αιτίου, στην πραγματικότητα η δράση τους επεκτείνεται και πέρα του χρόνου χρησιμοποίησής τους (αθροιστικά εντομοκτόνα, βιοσυσσώρευση, βιομεγέθυνση), εναντίον αιτίων διαφορετικών του αρχικού στόχου και σε τόπους πιο μακρινούς από εκείνους στον οποίο εφαρμόστηκαν (ανίχνευση οργανοχλωριωμένων εντομοκτόνων στο λιπώδη ιστό πιγκουΐνων της Ανταρκτικής). Τα μέσα αυτά για να είναι αποτελεσματικά πρέπει να είναι τοξικά στους εχθρούς και τα παθογόνα των καλλιεργειών.

Οι τρόποι με τους οποίους η χρήση των αγροχημικών επιδρούν στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία συνοψίζονται παρακάτω:

- Όταν πραγματοποιούνται ψεκασμοί από εδάφους ρυπαίνονται η άγρια χλωρίδα και τα επιφανειακά νερά στις παρυφές των χωραφιών. Τα φυτοφάρμακα πριν προλάβουν να διασπασθούν περνούν στον οργανισμό των εκτρεφόμενων ζώων μέσω της λήψης τροφής και νερού, για να καταλήξουν τελικά στον ανθρώπινο οργανισμό με την κατανάλωση κρεάτων και γαλακτοκομικών προϊόντων.
- Η πραγματοποίηση από τους χρήστες επεμβάσεων με φυτοφάρμακα όταν πλησιάζει η περίοδος της συγκομιδής δεν δίνει την δυνατότητα στα φυτοφάρμακα να διασπασθούν με φυσικό επακόλουθο την προώθηση στην αγορά προϊόντων με υψηλά επίπεδα υπολειμμάτων.

- Η εφαρμογή υψηλών δόσεων επιμηκύνει την χρονική διάρκεια διάσπασης με αποτέλεσμα επίσης την διάθεση προϊόντων βεβαρυμένων με υψηλά υπολείμματα.

Η ασύδοτη διασπορά των ειδών συσκευασίας (στα χωράφια, τα κανάλια, τους δρόμους τα ρυάκια, τα ποτάμια, κ.λ.π.) βάζει σε άμεσο κίνδυνο τα άγρια και εκτρεφόμενα ζώα, ρυπαίνει τα επιφανειακά νερά και επομένως έχει καταστρεπτικές επιδράσεις στην υδρόβια και αμφίβια πανίδα.

Ομοίως, η ρύπανση του περιβάλλοντος από τα λιπάσματα αναφέρεται κυρίως στην επικρατούσα τακτική της υπερλίπανσης η οποία όμως οδηγεί σε γρήγορη αλλοίωση των καλλιεργούμενων εδαφών και σε ρύπανση των νερών γενικά. Σήμερα ειδικά, έχει αναπτυχθεί εκτεταμένη ρύπανση υπόγειων και επιφανειακών νερών από τα αζωτούχα λιπάσματα τα οποία σε μορφή νιτρικών αλάτων εισάγουν μέγιστη τοξικότητα στα νερά. Εν τούτοις η λίπανση με χημικά λιπάσματα θα συνεχιστεί και η υπερλίπανση θα είναι (ίσως) δύσκολο να ελεγχθεί. Όπως και για τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα, έτσι και για τα λιπάσματα υπάρχει ανάγκη προώθησης τους σε ελεγχόμενη μορφή και ποιότητα έτσι ώστε να λειτουργούν διορθωτικά σε σχέση με τις σημερινές καταστρεπτικές συνέπειες [24].

Σήμερα το πρόβλημα των συνεπειών της αλόγιστης χρήσης αγροχημικών είναι υπαρκτό ως απόρροια της άγνοιας του παρελθόντος ή (και) της αδιαφορίας του παρόντος, παρά την παγκόσμια ευαισθητοποίηση και αφύπνιση στο θέμα της περιβαλλοντικής διαχείρισης τους.

Οι δυσμενείς επιδράσεις των αγροχημικών στα οικοσυστήματα γενικά, θα αναλυθούν παρακάτω [25].

3.2.2 Αγροχημικά και περιβάλλον

3.2.2.1 Βιολογική μεγένθυση και ευτροφισμός

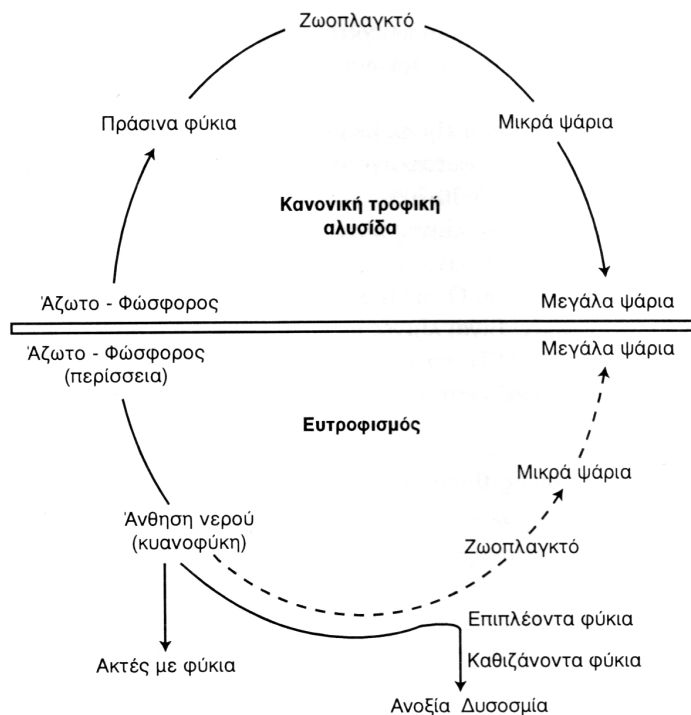
Η χρήση βιοκτόνων και χημικών λιπασμάτων είναι πηγή ρύπανσης και ευθύνεται για τα φαινόμενα του ευτροφισμού και της βιολογικής μεγέθυνσης.

Η σημαντικότερη συνέπεια από την χρήση των βιοκτόνων είναι η βιολογική μεγέθυνση την οποία υφίστανται, δηλαδή η αύξηση της συγκέντρωσης τους δια μέσου των τροφικών αλυσίδων, με αποτέλεσμα την δημιουργία επιβλαβών ποσοτήτων για την υγεία του ανθρώπου.

Σε πολλές περιπτώσεις οι επιβλαβείς οργανισμοί εναντίον των οποίων χρησιμοποιούνται αλόγιστα τα βιοκτόνα, παρουσιάζουν αυξημένη ανθεκτικότητα σε αυτά, με αποτέλεσμα να χρησιμοποιούνται συνεχώς μεγαλύτερες δόσεις για την καταπολέμηση τους.

Η σημαντικότερη συνέπεια από την αλόγιστη χρήση χημικών λιπασμάτων είναι η ρύπανση που δημιουργείται στο έδαφος, στον αέρα και στις θάλασσες. Η αύξηση της συγκέντρωσης των θρεπτικών ουσιών σε λιμναία περιβάλλοντα προκαλεί το φαινόμενο του ευτροφισμού.

Όπως είδαμε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, ο εμπλουτισμός των νερών σε θρεπτικά συστατικά αζώτου και φωσφόρου ανατρέπει τη φυσιολογική ροή της τροφικής αλυσίδας και δημιουργούν εκρηκτική αύξηση των άλγων. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται ευτροφισμός. Τα είδη των άλγων (κυανοφύκη) που κατά κανόνα σχηματίζονται είναι ακατάλληλα ως τροφή του ζωοπλαγκτόν και παράλληλα καταπνίγουν την ανάπτυξη άλλων οργανισμών (Σχήμα 3.2).



Σχήμα 3.2. Ευτροφισμός [12].

Οι οικολογικές συνέπειες του ευτροφισμού στους υδρόβιους οργανισμούς είναι οι εξής:

- Αυξημένη πρωτογενής παραγωγικότητα φυτοπλαγκτόν.
- Αυξημένη δευτερογενής παραγωγικότητα οργανισμών, που χρησιμοποιούνται ως τροφή για τα ψάρια σε περιπτώσεις χαμηλών επιπέδων ευτροφισμού και μια ταυτόχρονη μείωση των πιο σπάνιων ειδών ψαριών.
- Εμποδίζεται η εξάλειψη των επιβλαβών ουσιών λόγω βιοσυσσώρευσης και μεταφορά τους στον πυθμένα.
- Αύξηση των βακτηρίων.
- Μείωση της διαπερατότητας και συνθήκες ελλιπούς φωτισμού λόγω εκρηκτικής αύξησης των αλγών.
- Ελάττωση του διαλελυμένου οξυγόνου και ανάπτυξη αναερόβιων ζωνών και παραγωγή υδρόθειου στο νερό και τον πυθμένα. Εμφανίζονται θάνατοι ψαριών.
- Μείωση του χώρου ανάπτυξης των ψαριών και των οργανισμών που χρησιμοποιούνται για την τροφή τους.
- Τα είδη των αλγών (κυανοφύκη) που αναπτύσσονται είναι ακατάλληλα ως τροφή του ζωοπλαγκτού και παράλληλα καταπνίγουν την ανάπτυξη άλλων οργανισμών [12].

3.2.2.2 Θάνατοι ψαριών

Η παρουσία φυτοπροστατευτικών προϊόντων στο υδάτινο περιβάλλον είχε διαπιστωθεί έμμεσα από ειδικούς της χημικής φυτοπροστασίας, από της αρχές της δεκαετίας του 1950. Παρατηρήθηκαν δηλαδή σε πολλές περιπτώσεις θάνατοι ψαριών σε ποταμούς, λίμνες, ρυάκια ή σε εκβολές ποταμών, ύστερα από τη χρήση εντομοκτόνων για την προστασία καλλιεργειών. Οι θάνατοι αυτοί αποδόθηκαν στη ρύπανση των νερών από τα εντομοκτόνα που χρησιμοποιήθηκαν απευθείας στο

υδάτινο περιβάλλον ή μέσω των νερών αποστράγγισης ή μέσω επιφανειακών νερών προερχομένων από γειτονικούς αγρούς. Σε ορισμένες περιπτώσεις η ανάλυση δειγμάτων νερού και νεκρών ψαριών, αποκάλυψε την παρουσία υπολειμμάτων των εντομοκτόνων που είχαν χρησιμοποιηθεί (Πίνακας 3.1).

Πίνακας 3.1. Θάνατοι ψαριών από εντομοκτόνα [25].

Έτος	Ηντομοκτόνο	Αριθμός νεκρών	Περιοχή
1951	DDT	Δεν εκτιμήθηκε	Αλαμπάμα
1952	«	«	Φλώριδα
1957	«	«	«
1958	Dieldrin	«	«
1960	DDD	«	Καλιφόρνια
1963	Endrin	5×10^6	Μισισιπή
1964	DDT	Δεν εκτιμήθηκε	Ν. Υόρκη
1969	Endosulfan	«	Ρήνος
1963-69	Toxaphen	93×10^3	Καλιφόρνια
1970-74	«	48×10^3	«
1975-79	«	65×10^3	«
1980-83	«	7×10^3	«

Στη λεκάνη απορροής του Πηνειού αποβάλλονται περίπου 1800 τόνοι φυτοπροστατευτικών προϊόντων κάθε χρόνο. Από αυτά περί τους 1000 τόνους είναι εντομοκτόνα, 100 τόνοι είναι μυκητοκτόνα, 700 τόνοι είναι ζιζανιοκτόνα, στον δε Παγασητικό κόλπο καταλήγουν περί τους 200 τόνους φυτοπροστατευτικών προϊόντων κάθε χρόνο. Νεκρά ψάρια παρατηρούνται συχνά στο Λουδία και στον Αλιάκμονα ενώ στη λίμνη Βιστωνίδα εμφανίστηκε μαζικός θάνατος ψαριών παλαιότερα που αποδόθηκε σε φυτοπροστατευτικά προϊόντα.

Παρόμοια περιστατικά συναντώνται κατά δεκάδες στη διεθνή βιβλιογραφία των τελευταίων δεκαετιών που αναφέρονται σε θανάτους ψαριών, πουλιών, θηλαστικών και άγριων ζώων λόγω ρύπανσης από φυτοπροστατευτικά προϊόντα λιμνών, θαλασσών κλπ και ως συνέπεια της τροφικής εξάρτησης των ειδών στο οικοσύστημα.

3.2.2.3 Επίδραση της ρύπανσης των υδάτων από αγροχημικά στο έδαφος

Όπως γνωρίζουμε τα αγροχημικά που μολύνουν τα επιφανειακά και υπόγεια νερά μεταφέρονται στο έδαφος, με αποτέλεσμα ποικίλες μολύνσεις τόσο της μικροχλωρίδας όσο και της μικροπανίδας του εδάφους.

Κατά τη διάρκεια της παραμονής τους στο έδαφος τα αγροχημικά προϊόντα ασκούν δυσμενή επίδραση μικρής ή μεγάλης διάρκειας στη σύνθεση και το ύψος των μικροβιακών πληθυσμών, στη δράση των μικροβίων, στην ταχύτητα διάσπασης της οργανικής ουσίας, στους κύκλους των στοιχείων N, S και P, καθώς και στη μικροβιακή σύνθεση της ριζόσφαιρας.

Αξίζει να αναφέρουμε ορισμένα παραδείγματα της δυσμενούς επίδρασης των αγροχημικών στο έδαφος.

- Το εξαχλωριούχο βενζόλιο και το Carbaryl ελαττώνουν σημαντικά τον πληθυσμό των ωφέλιμων μικροαρθροπόδων του εδάφους και αλλάζουν τη σύνθεση του πληθυσμού των εντόμων του εδάφους.

- Τα μυκητοκτόνα επιδρούν βλαπτικά στους πληθυσμούς γαιοσκωλήκων.
- Τα ίδια τα μυκητοκτόνα πολλές φορές αποτελούν υπόστρωμα υποδόμησης από τους μικροοργανισμούς του εδάφους, γεγονός επιθυμητό μέχρι ενός ορίου, πέραν του οποίου υπάρχει περίπτωση να πολλαπλασιασθεί υπερβολικά η αποδομική μικροχλωρίδα. Μια τέτοια αποδόμηση σε ορισμένες περιπτώσεις είναι δυνατόν να προκαλέσει φαινόμενο φυτοτοξικότητας² στα προϊόντα.
- Η ζημιά στη μικροπανίδα και χλωρίδα του εδάφους είναι δυνατόν να έχει επιπτώσεις στη γονιμότητα του εδάφους [25].

3.2.3 Επιδράσεις της ρύπανσης των υδάτων από αγροχημικά στην ανθρώπινη υγεία

3.2.3.1 Γενικά

Είναι γεγονός ότι χωρίς τη χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων στις δεκαετίες που προηγήθηκαν, οι επιπτώσεις στην οικονομία και την υγεία του ανθρώπου θα ήταν σημαντικές. Ο ρόλος των εντομοκτόνων για παράδειγμα στην πρόληψη ασθενειών του ανθρώπου όπως η ελονοσία, ο κίτρινος πυρετός, ο επιδημικός τύφος, η βουβωνική πανούκλα, δυσεντερία, η χολέρα, κ.α. με την καταπολέμηση των εντομον-φορέων των ασθενειών αυτών ήταν και είναι ανεκτίμητης αξίας. Υπολογίζεται ότι μόνο το DDT έσωσε τη ζωή 5 εκατομμυρίων ανθρώπων και εμπόδισε την εκδήλωση σοβαρών ασθενειών σε 100 εκατομμύρια άτομα σε ολόκληρο τον κόσμο από το 1942, που χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά μέχρι το 1959.

Η προσφορά όμως αυτή των φυτοπροστατευτικών φαρμάκων στον άνθρωπο δεν ήταν χωρίς συνέπειες. Ωφέλησαν και έβλαψαν ταυτόχρονα (τον άνθρωπο και τα έμβια γενικώς), εξαφάνισαν αλλά και δημιούργησαν νοσηρά φαινόμενα και καταστάσεις όχι μόνο στο χώρο των οξέων δηλητηριάσεων (άμεσων) αλλά και στο χώρο των χρονίως εμφανιζομένων επιδράσεων (long term effects) στην υγεία του ανθρώπου που είναι πλέον ανησυχητικές (Πίνακας 3.2).

Πίνακας 3.2. Επιπτώσεις γεωργικών φαρμάκων στον άνθρωπο [25].

Επιπτώσεις γεωργικών φαρμάκων στον άνθρωπο
Προσβολή κεντρικού νευρικού συστήματος
Δερματίτιδες εγκαύματα
Στομαχικές διαταραχές και ελαφρές δηλητηριάσεις
Αδυναμία, ζαλάδες, παράληση κάτω άκρων
Βλάβες στο αναπνευστικό
Βλάβες συκωτιού και νεφρών
Τοξικοί μεταβολίτες στο αίμα
Μεταλλάξεις, καρκίνος
Καρκίνοι (προστάτη, στομαχιού, λέμφωμα οισοφάγου, πνευμόνων, στόματος, δέρματος και αναπνευστικού συστήματος)

² Φυτοτοξικότητα ή φυτοτοξική ενέργεια είναι η μερική ή ολική νέκρωση φυτικών οργάνων (φύλλων, ανθέων, καρπών, κλαδίσκων, κλάδων) που σε ορισμένες περιπτώσεις εξελίσσεται σε ξήρανση ολόκληρου του φυτού.

Την πρώτη θέση στις δυσμενείς επιδράσεις στην υγεία του ανθρώπου κατέχουν τα ζιζανιοκτόνα με ποσοστό 46%. Ακολουθούν τα εντομοκτόνα με 31% και τα μυκητοκτόνα με 18%. Το υπόλοιπο 5% αφορά στα μυοκτόνα, ακαρεοκτόνα και νηματωδοκτόνα.

Η ρύπανση του περιβάλλοντος από τα χημικά λιπάσματα δημιουργείται κατά κανόνα από τις ποσότητες που δεν χρησιμοποιούνται από τα φυτά και αναλύθηκε στην παραπάνω ενότητα. Η επίδραση στην ανθρώπινη υγεία από τη χρήση λιπασμάτων γίνεται μεγαλύτερη και οι κίνδυνοι εντονότεροι όταν τα υπόγεια ή επιφανειακά νερά στα οποία καταλήγουν, χρησιμοποιούνται για ανθρώπινη χρήση. Για παράδειγμα τα NO_2^- και τα NO_3^- που μπορεί να περιέχονται στο πόσιμο νερό (αλλά και στην τροφή) από τη χρήση N-ούχων λιπασμάτων, έχουν μεγάλη σημασία στην ανθρώπινη υγεία.

3.2.3.2 *Επικινδυνότητα των νιτρικών*

Η εμφάνιση μεγάλων συγκεντρώσεων νιτρικών στα υδατικά συστήματα αποτελεί σημαντική ρύπανση. Βέβαια, η ύπαρξη νιτρικών σε ποτάμια, λίμνες, υπόγεια νερά, έδαφος κ.α. είναι μια φυσιολογική κατάσταση που οφείλεται στην ύπαρξη αζώτου σε ενώσεις που εμπεριέχονται στους αποδέκτες που προαναφέρθηκαν. Η έντονη, όμως, αύξηση των νιτρικών και ιδιαίτερα στα υπόγεια νερά, που οφείλεται κυρίως σε ανθρώπινη παρέμβαση, μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα τόσο στο περιβάλλον, όσο και στην υγεία των ανθρώπων και των ζώων μέσω του πόσιμου νερού αλλά και των τροφών [21]. Οι δυσμενείς επιπτώσεις της παρουσίας νιτρικών είναι αρκετές και κρίνονται ιδιαίτερα επικίνδυνες, καθιστώντας πλέον αναγκαία την αντιμετώπιση του προβλήματος της νιτρορύπανσης. Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικότερα οι κυριότερες επιπτώσεις και συνέπειες που προκαλούνται από την αύξηση των νιτρικών.

3.2.3.3 *Επιπτώσεις - Επίδραση στο περιβάλλον*

Οι μεγάλες συγκεντρώσεις των νιτρικών ιόντων στα υδατικά συστήματα σε συνδυασμό με την ύπαρξη φωσφορικών ιόντων αποτελούν την κύρια αιτία δημιουργίας του φαινομένου του ευτροφισμού.

Ο ευτροφισμός εμφανίζεται ως η υπέρμετρη αύξηση της πρωτογενούς παραγωγικότητας μιας «κλειστής» υδάτινης μάζας, με δυσμενή αποτελέσματα στα φυσικοχημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά των νερών της. Ως πρωτογενής παραγωγικότητα νοείται η φυτική βιομάζα (φυτοπλαγκτόν, υδρόβια και υδροχαρής βλάστηση), ενώ ως κλειστή υδάτινη μάζα θεωρούνται οι λίμνες, οι λιμνοθάλασσες, ποτάμια χαμηλής ροής, ορισμένες παράκτιες περιοχές και γενικά, κλειστά συστήματα με περιορισμένη ανανέωση των υδάτων τους. Ο ευτροφισμός, δηλαδή, οφείλεται στην ανάπτυξη μονοκύτταρων φυκών που προκαλεί η αύξηση της συγκέντρωσης των θρεπτικών στοιχείων στο υδάτινο περιβάλλον [20].

Ο ευτροφισμός οφείλεται στη διοχέτευση, στην υδάτινη μάζα, μεγάλης ποσότητας θρεπτικών αλάτων και κυρίως αζώτου και φωσφόρου. Οι κύριες πηγές εμπλουτισμού των φυσικών υδάτων σε θρεπτικά άλατα είναι τα αστικά λύματα (τα οποία οδηγούνται μέσω υπονόμων ή του δικτύου ομβρίων στα επιφανειακά νερά), τα οργανικής σύστασης κτηνοτροφικά και βιομηχανικά απόβλητα, οι αποπλύσεις γεωργικών εδαφών (μέσω της επιφανειακής απορροής) καθώς και τα ρυπασμένα με νιτρικά και φωσφορο υπόγεια νερά [21].

Ο ευτροφισμός οδηγεί στην εξαφάνιση της μακροφυτικής υδρόβιας βλάστησης και τελικά στην θανάτωση των ενάλιων ζωικών πληθυσμών. Μετά από μια σε υψηλό επίπεδο ανάπτυξη των φυκών ακολουθεί η νέκρωση και η αποσύνθεση της τεράστιας αυτής βιομάζας η οποία δημιουργεί αναερόβιες συνθήκες [20]. Πιο συγκεκριμένα, τα συμπτώματα με τα οποία εμφανίζεται ο ευτροφισμός είναι η άνθηση του φυτοπλαγκτόν την άνοιξη και το φθινόπωρο, η υπέρμετρη ανάπτυξη υδρόβιων μακρόφυτων (γρήγορος πολλαπλασιασμός των φυκιών σε όλο το βάθος του νερού και των υδροχαρών φυτών στην επιφάνεια λόγω της αυξημένης συγκέντρωσης θρεπτικών ουσιών) και συχνά η δυσσομία τις πρώτες πρωινές ώρες της ημέρας, ιδίως τους ζεστούς μήνες του έτους. Στην επιφάνεια του νερού εμφανίζεται ένας βρώμικος πράσινος αφρός, που περιορίζει την ποσότητα του φωτός που εισέρχεται στα κατώτερα στρώματα του νερού και η ικανότητα των κυττάρων των φυκιών να φωτοσυνθέτουν και να απελευθερώνουν οξυγόνο στο νερό περιορίζεται, μεταβάλλοντας τις αερόβιες συνθήκες με μεγάλη επίπτωση στους υπόλοιπους οργανισμούς του οικοσυστήματος. Η ακραία μείωση οξυγόνου μπορεί να οδηγήσει ακόμα και στο θάνατο επιθυμητών ειδών ψαριών. Επιπλέον, όταν τα φύκια πεθάνουν, τα οργανικά τους υπολείμματα παραμένουν μέσα στα στρώματα του νερού ή κατακρημνίζονται στον πυθμένα, όπου αποσυντίθενται ακόμη περισσότερο από τους μικροοργανισμούς.

Οι μικροοργανισμοί αυτοί δημιουργούν σοβαρές αναερόβιες συνθήκες στο νερό εκκρίνοντας ανεπιθύμητα προϊόντα βιολογικών διεργασιών αναγωγής. Επιπροσθέτως, κάτω από ορισμένες συνθήκες, η άνθηση μερικών ειδών φυκιών προκαλεί την έκκριση μιας χρωστικής καστανού χρώματος στο νερό, που δεν μπορεί εύκολα να απομακρυνθεί με κανονικές διεργασίες καθαρισμού. Η πυκνότητα του νερού αυξάνει (μοιάζει με πυκνή σούπα), επηρεάζοντας αρνητικά τις πιθανές χρήσεις του (πόση, αναψυχή κλπ.), ενώ δημιουργούνται προβλήματα στη μέσση αγωγών μεταφορά του (συχνές εμφράξεις).

Η ιχθυοπαραγωγή στο κλειστό υδάτινο σύστημα συχνά αυξάνει, αλλά μειώνεται η ποικιλία των ειδών. Γενικά, η δυσσομία και ο αποχρωματισμός του ύδατος, ως συνέπειες του ευτροφισμού, παρεμποδίζουν τις λειτουργικές, ψυχαγωγικές και αισθητικές χρήσεις του ύδατος, ενώ με τον ευτροφισμό σε παράκτιες περιοχές έχουν συνδεθεί και τα τοξικά άλγη που μπορούν να οδηγήσουν σε παραλυτική δηλητηρίαση των οστρακόδερμων [24].

Ο ευτροφισμός στις λίμνες δεν εξαρτάται, όμως, μόνο από τις εισροές θρεπτικών αλάτων αλλά και από τα γεωγραφικά, γεωμορφολογικά, κλιματολογικά, μορφομετρικά, υδροδυναμικά και άλλα χαρακτηριστικά της ίδιας της λίμνης [21].

3.2.3.4 Επιπτώσεις – Επίδραση στην ανθρώπινη υγεία

Η τροφή και το πόσιμο νερό αποτελούν τις δύο κύριες πηγές από τις οποίες ο ανθρώπινος οργανισμός προσλαμβάνει νιτρικά. Η μεγαλύτερη έμφαση δίνεται από πολλούς ερευνητές στη λήψη των νιτρικών μέσω του πόσιμου νερού, αλλά σύμφωνα με μελέτες δεν είναι το νερό η κύρια πηγή των νιτρικών στον ανθρώπινο οργανισμό αλλά οι τροφές και ιδιαίτερα τα νωπά λαχανικά (υπενθυμίζεται εδώ ότι τα φυτά, που αποτελούν τον πρώτο κρίκο στην τροφική αλυσίδα, προσλαμβάνουν το άζωτο που χρειάζονται με τη μορφή των νιτρικών). Επίσης, νιτρικά προστίθενται ως συντηρητικά στα προϊόντα παρασκευής τροφών. Έτσι λήψη νιτρικών μπορεί να γίνει μέσω της κατανάλωσης κρεάτων (και ειδικότερα σαλαμιών), λόγω της χρήσης νιτρικών για τη συντήρησή τους, καθώς προστατεύουν από βακτηριακή μόλυνση, αναστέλλουν τη δράση των μικροβίων της αλλαντίασης και διατηρούν το ερυθρορόδινο χρώμα των

κρεάτων [23]. Τα νιτρικά είναι δυνατόν επίσης να παραχθούν σε μικρές ποσότητες ενδογενώς κατά τις μεταβολικές διεργασίες.

Η ολική ποσότητα των νιτρικών που προσλαμβάνεται από τον άνθρωπο εξαρτάται, επομένως, από τις διαιτητικές προτιμήσεις του και από την ποιότητα του πόσιμου νερού που καταναλώνει. Επίσης, έχει προκύψει ότι το 80 – 90% της προσλαμβανόμενης ποσότητας νιτρικών από τον άνθρωπο μέσω τροφών, προέρχεται από την κατανάλωση νωπών λαχανικών και ειδικότερα από τα πράσινα φυλλώδη λαχανικά (σέλινο, σπανάκι, μαρούλι κ.λ.π.).

Τα νιτρικά δεν είναι τοξικά και όταν εισέλθουν στην κυκλοφορία του αίματος δεν παίρνουν μέρος στις κανονικές βιολογικές διεργασίες, αλλά αντίθετα αποβάλλονται σχετικά γρήγορα από τον οργανισμό με τα ούρα (80%) ή τα περιττώματα (1-2%) και ανακυκλώνονται στο σάλιο (18%) [16].

Η τοξικότητα, όμως, των νιτρικών στους ανθρώπους οφείλεται στην αναγωγή των νιτρικών ιόντων σε νιτρώδη μέσα στον οργανισμό ή στην ύπαρξη νιτρώδη ιόντων σε κάποιες συντηρημένες τροφές [19]. Πριν την κατάποση η αναγωγή των νιτρικών σε νιτρώδη μπορεί να λάβει χώρα με τη δράση μικροοργανισμών που βρίσκονται στο νερό, τα φυτά ή τις τροφές κατά την συντήρηση ή λόγω βακτηριακής μόλυνσης των τροφών σε ανοιχτά δοχεία [23]. Κατά την πέψη των τροφών τα νιτρικά είναι δυνατό να αναχθούν εν μέρει, με τη βοήθεια των μικροοργανισμών, σε νιτρώδη (NO_2^-), στο στόμα (από το σάλιο) και τα έντερα. Τα νιτρώδη, από βιολογικής άποψης, είναι περισσότερο δραστικά και επομένως είναι δυναμικά τοξικά. Ως εκ τούτου, η πηγή των ανησυχιών για την ανθρώπινη υγεία είναι τα νιτρώδη που βρίσκονται στις τροφές ή παράγονται με το μετασχηματισμό των νιτρικών ή παράγονται ενδογενώς (η ενδογενής παραγωγή στο σάλιο του ανθρώπου μπορεί να είναι έως 20 φορές μεγαλύτερη από την πρόσληψη με τις τροφές ανάλογα με την ηλικία).

Οι κύριες πιθανές κλινικές – παθολογικές επιδράσεις των νιτρικών στην υγεία του ανθρώπου είναι η μεθαιμογλοβιναιμία ή σύνδρομο της κυάνωσης των βρεφών (blue baby syndrome) και ο κίνδυνος προσβολής από καρκίνο του γαστρο-εντερικού συστήματος.

Επιπλέον, διάφορες μελέτες έχουν εμπλέξει την έκθεση νιτρικών ως πιθανό παράγοντα κινδύνου που συνδέεται με την υπέρταση, την αναταραχή θυροειδή και τις ατέλειες γέννησης. Μια πρόσφατη έρευνα που διεξήχθη από τους τοπικούς ανώτερους υπαλλήλους δημόσιας υγείας στο νομό La Grange, Ινδιάνα ενέπλεξε το μολυσμένο πόσιμο νερό ως πιθανή αιτία διάφορων αποβολών [23].

3.2.3.5 Μεθαιμογλοβιναιμία ή blue-baby syndrome

Η ασθένεια που έχει συνδεθεί άμεσα με την ύπαρξη αυξημένων συγκεντρώσεων νιτρικών στο πόσιμο νερό και τις τροφές είναι η μεθαιμογλοβιναιμία ή σύνδρομο κυάνωσης των βρεφών (blue-baby syndrome).

Το απαραίτητο για την επιβίωση οξυγόνο μεταφέρεται από τους πνεύμονες με τη βοήθεια της αιμογλοβίνης των ερυθρών αιμοσφαιρίων, σχηματίζοντας την οξυαιμογλοβίνη. Μετά την απελευθέρωση του οξυγόνου, κατά την κυκλοφορία του αίματος, παράγεται η δεσοξυαιμογλοβίνη, που επιστρέφεται, μέσω της ροής του αίματος, στους πνεύμονες, για την εκ νέου ένωση με το οξυγόνο. Η αιμογλοβίνη, για να ενωθεί με το οξυγόνο και να μπορεί να ενεργεί ως μέσο μεταφοράς του οξυγόνου σε διάφορα μέρη του σώματος, πρέπει ο σίδηρος που περιέχει να είναι δισθενής (Fe^{++}). Αν ο σίδηρος οξειδωθεί σε τρισθενή (Fe^{+++}), η αιμογλοβίνη μετατρέπεται σε μεθαιμογλοβίνη, που δεν μπορεί να μεταφέρει το οξυγόνο και έτσι εμποδίζεται η μεταφορά του σε όλο το κυκλοφορικό σύστημα [19,20].

Τα νιτρώδη που παράγονται με την μικροβιολογική αναγωγή των νιτρικών είναι ικανά να μετατρέπουν την αιμογλοβίνη του αίματος σε μεθαιμογλοβίνη. Αν η ποσότητα της μεθαιμογλοβίνης αυξηθεί στο αίμα, τότε παράγονται στον οργανισμό κλινικά συμπτώματα έλλειψης οξυγόνου κάτι το οποίο οδηγεί στην αργή ασφυξία και τελικά το θάνατο. Η ανωμαλία αυτή λέγεται μεθαιμογλοβιναιμία με κύριο σύμπτωμα μια μπλε ή μωβ απόχρωση στα χείλη και στα άκρα του ατόμου, γεγονός που σε συνδυασμό με το ότι παρατηρείται κυρίως σε βρέφη έδωσε στην ασθένεια το πιο γνωστό όνομά της, σύνδρομο των μπλε βρεφών ή blue-baby syndrome. Άλλα συμπτώματα της μεθαιμογλοβιναιμίας των βρεφών είναι γαστρεντερικές διαταραχές όπως εμετός και διάρροια και η σχετική απώλεια ευαισθησίας σε προχωρημένα στάδια κυάνωσης (σε αντίθεση με τα πρώτα στάδια όπου ο μικρός ασθενής είναι ιδιαίτερα ευαίσθητος).

Έχει αποδειχτεί ότι περισσότερο (σχεδόν αποκλειστικά) ευάλωτα στην ασθένεια είναι τα βρέφη κάτω των 6 μηνών. Αυτό εξηγείται από το ότι τα βρέφη έχουν λίγα οξέα στα γαστρικά υγρά (χαμηλή οξύτητα στο στομάχι) και θεωρητικά επιτρέπουν σε περισσότερους νιτρικο-αναγωγικούς μικροοργανισμούς να αναπτύσσονται στον εντερικό σωλήνα ευνοώντας τη μετατροπή των νιτρικών σε νιτρώδη, τα οποία έχουν επιπτώσεις στην αιμογλοβίνη. Περίπου 10% των απορροφούμενων νιτρικών από βρέφη μετατρέπονται σε νιτρώδη στον οργανισμό τους. Επιπλέον, το σύστημα των ενζύμων τους που μετατρέπει αμέσως την αιμογλοβίνη σε οξυαιμογλοβίνη δεν έχει πλήρως αναπτυχθεί, ενώ παράλληλα η πρόσληψη υγρού ανά μονάδα βάρους του σώματος είναι περίπου 3 φορές μεγαλύτερη από των ενηλίκων. Ακόμα, η μεθαιμογλοβίνη δεν μπορεί να μετατραπεί ξανά σε αιμογλοβίνη, όπως συμβαίνει φυσιολογικά στους ενήλικες, ενώ η αιμογλοβίνη των νεογέννητων μετατρέπεται πολύ πιο εύκολα σε μεθαιμογλοβίνη από ότι σε μεγαλύτερες ηλικίες [20]. Επίσης τα νεφρά των βρεφών έχουν μικρότερη ισχύ στο να καθαρίζουν το αίμα κάτι που μπορεί να ευνοήσει τη διατήρηση των νιτρωδών για μεγαλύτερες χρονικές περιόδους. Η εμφάνιση της μεθαιμογλοβιναιμίας στα βρέφη μπορεί να ειπωθεί ότι οφείλεται και στην αυξημένη αναγωγή των νιτρικών σε νιτρώδη από βακτήρια όταν το πόσιμο νερό ή τα σκεύη διατροφής ή και οι τροφές των νεογνών δεν πληρούν βασικές προϋποθέσεις υγιεινής [19].

Οι επιπτώσεις της μεθαιμογλοβιναιμίας αυξάνονται σε βρέφη με γαστροεντερικά προβλήματα, τα οποία συχνά προκαλούνται με τη χρήση ποιοτικά υποβιβασμένου πόσιμου νερού. Επίσης, έγκυες γυναίκες, ενήλικες με μειωμένη οξύτητα στο στομάχι και άτομα με έλλειψη του ενζύμου που μετατρέπει την μεθαιμογλοβίνη πάλι σε αιμογλοβίνη είναι όλοι ευάλωτοι στην ασθένεια. Το πιο εμφανές σύμπτωμα είναι και πάλι το μελανό χρώμα του δέρματος, ειδικά γύρω από το στόμα και τα μάτια. Άλλα συμπτώματα είναι πονοκέφαλος, ζαλάδα, αδυναμία ή δυσκολία στην αναπνοή. Βέβαια, πρέπει να σημειωθεί ότι συνήθως άτομα ηλικιακά άνω των 6 μηνών δεν κινδυνεύουν άμεσα από την ασθένεια, εκτός από όταν καταναλώνονται πολύ υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών [21,23].

Κανονικά, η μεθαιμογλοβίνη αποτελεί το 1-2% της γλοβίνης στον ανθρώπινο οργανισμό. Ένα επίπεδο μεγαλύτερο από 3% ορίζεται ως μεθαιμογλοβιναιμία. Πρέπει, ακόμα, να σημειωθεί ότι οι έγκυες γυναίκες έχουν συχνά πιο υψηλά επίπεδα μεθαιμογλοβίνης κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης, ειδικά μετά από την 30^η εβδομάδα. Τα επίπεδα αυτά, όμως, μειώνονται γρήγορα μετά την γέννηση του νηπίου [24]. Επίσης, έχει προκύψει ότι η νόσος της μεθαιμογλοβιναιμίας είναι πιθανόν να εμφανιστεί από έκθεση και προσβολή σε νιτρικά σε συγκεντρώσεις πάνω από 10mg/L, ενώ σπάνια παρουσιάζεται αν η συγκέντρωση των νιτρικών δεν ξεπερνά τα 20mg/L.

Εάν διαγνωστεί έγκαιρα, η μεθαιμογλοβιναιμία θεραπεύεται εύκολα, αφού οι επιπτώσεις της είναι γρήγορα αναστρέψιμες και δεν είναι αθροιστικές. Από το 1945

έχουν εντοπιστεί 2000 περιπτώσεις βρεφικής μεθαιμογλοβιναϊμίας στην Ευρώπη και στη Βόρεια Αμερική με ποσοστό θνησιμότητας 7-8% [23].

3.2.3.6 Καρκίνος στομάχου

Η χρόνια έκθεση του οργανισμού του ανθρώπου σε υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών έχει θεωρηθεί ως πιθανό αίτιο του γαστρο-εντερικού καρκίνου. Η άποψη, όμως, ότι τα νιτρικά στο πόσιμο νερό μπορούν να προκαλέσουν καρκίνο του στομάχου δείχνει να στερείται επιστημονικών αποδείξεων και γενικά, αν και πολλές μελέτες έχουν γίνει προσπαθώντας να συνδέσουν τον καρκίνο του στομάχου και του γαστρεντερικού συστήματος με τα νιτρικά, δεν υπάρχουν ικανά αποδεικτικά στοιχεία που να ισχυροποιούν αυτή τη θεωρία [21].

Η σύνδεση του κινδύνου καρκίνου του στομάχου με τα νιτρικά επικράτησε, κυρίως, εξαιτίας της πιθανότητας τα νιτρώδη που λαμβάνονται από τις τροφές ή σχηματίζονται με την αναγωγή των νιτρικών ή ενδογενώς, να αντιδράσουν με αμίνες και να οδηγήσουν στον σχηματισμό νιτροζαμινών, που αποτελούν καρκινογενείς ενώσεις και έχουν θεωρηθεί υπεύθυνες για την πρόκληση καρκίνου στα ζώα [23,20].

Ωστόσο, η πρόσληψη νιτρικών δεν οδηγεί απαραίτητα στο σχηματισμό νιτροζαμινών στον οργανισμό, εκτός αν έχει προηγηθεί λήψη υπερβολικής ποσότητας νιτρικών. Επίσης, είναι γνωστό ότι χρειάζεται να λάβουν χώρα πολύπλοκες βιοχημικές μεταβολές, πριν οι νιτροζαμίνες προκαλέσουν καρκινογόνες αντιδράσεις με το DNA. Ακόμα, πολλοί διαιτητικοί παράγοντες που καταναλώνονται από τον άνθρωπο, όπως τροφικές ουσίες με αντιοξειδωτική δράση, εμποδίζουν τον σχηματισμό των νιτροζαμινών και παρέχουν προστασία κατά του καρκίνου του στομάχου.

Προς το παρόν, η επιστημονική κοινότητα είναι σε θέση να υποστηρίξει ότι η παρουσία των νιτρικών στα υπόγεια νερά σε μεγάλες συγκεντρώσεις δεν έχει άλλες τοξικές επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων, πλην της μεθαιμογλοβιναϊμίας. Τα αυξημένα περιστατικά καρκίνου του γαστρεντερικού συστήματος δεν μπορούν να αποδοθούν μόνο στα νιτρικά αλλά στη συνδυασμένη δράση τους με άλλους παράγοντες, όπως υψηλά επίπεδα ζιζανιοκτόνων και παρασιτοκτόνων και διαφόρων άλλων ρυπαντών στο πόσιμο νερό και τις τροφές .

3.2.3.7 Επιπτώσεις στην υγεία των ζώων

Τα επίπεδα των νιτρικών που είναι δυνατόν να έχουν τοξικές επιδράσεις στα ζώα είναι πολύ υψηλότερα απ' ό τι στον άνθρωπο. Η δηλητηρίαση από νιτρικά στην κτηνοτροφία σχετίζεται περισσότερο με τη λήψη τους μέσω της τροφής παρά μέσω του νερού. Συνήθως το νερό που είναι ρυπασμένο από νιτρικά μόνο στην περίπτωση που συνδυάζεται με τροφή υψηλής συγκέντρωσης αζώτου και με παράλληλη σωματική πίεση του ζώου, μπορεί να δημιουργήσει σοβαρό πρόβλημα [21].

Σύμφωνα με έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί, η ύπαρξη νιτρικών στο πόσιμο νερό σε επίπεδα κάτω από 10 mg/L είναι ασφαλές για τα ζώα. Μεταξύ 10-20 mg/L, το νερό είναι ασφαλές για τους ζωικούς οργανισμούς, εκτός αν η τροφή τους εμφανίζει υψηλά επίπεδα νιτρικών. Τα προβλήματα για τα ζώα μπορούν να εμφανιστούν για συγκεντρώσεις νιτρικών 20 - 40 mg/L και αν η τροφή περιέχει περισσότερα από 1.000 PPM. Εάν τα επίπεδα των νιτρικών στο πόσιμο νερό είναι μεταξύ 40-100 mg/L, η τροφή πρέπει να είναι χαμηλή σε νιτρικά, που ισορροπείται καλά και που ενισχύεται με τη βιταμίνη Α. Σε επίπεδα μεταξύ 100 - 200 mg/L στο πόσιμο νερό, παρατηρείται μείωση της όρεξης των ζώων.

Παρόλο που ο προσδιορισμός της οξείας θανατηφόρας δόσης νιτρικών για τα ζώα είναι σχετικά εύκολη υπόθεση, είναι δύσκολη η εξακρίβωση της δόσης που προκαλεί χρόνια συμπτώματα, όπως δύσκολη είναι και η απόδειξη ότι κάποια χρόνια συμπτώματα είναι αποτέλεσμα δηλητηρίασης από νιτρικά. Διάφορα συμπτώματα, όπως η περιορισμένη όρεξη, η αργή ή προβληματική ανάπτυξη, καθώς και οι αποβολές και τα προβλήματα στο σύστημα αναπαραγωγής συχνά αποδίδονται αποκλειστικά και μόνο στα νιτρικά. Επίσης, κυάνωση μέσα και γύρω από το στόμα και τα μάτια, δυσκολία στην αναπνοή, ταχυκαρδία, δυσκολία στο βάδισμα και συχνοουρία είναι άλλα συμπτώματα που έχουν παρατηρηθεί. Σε σοβαρές περιπτώσεις προκαλούνται σπασμοί, κώμα και θάνατος σε λίγες ώρες. Ακόμη, η μείωση στην παραγωγή γάλακτος είναι ένδειξη δηλητηρίασης από νιτρικά. Όμως, ενδέχεται άλλες ασθένειες, η φτωχή διατροφή και η σκληρή μεταχείριση του ζώου να είναι υπεύθυνα εξ' ολοκλήρου ή σε συνδυασμό με τη λήψη νιτρικών για ορισμένα από τα συμπτώματα.

Όσον αφορά τους υδρόβιους οργανισμούς, τα νιτρικά δεν εμφανίζονται να είναι έντονα τοξικά στα ενήλικα ψάρια εκτός από την περίπτωση ύπαρξης εξαιρετικά υψηλών συγκεντρώσεων νιτρικών όπου η θνησιμότητα οφείλεται στα αποτελέσματα αλατότητας. Κατά την εκτροφή κάποιων ειδών ψαριών συστήνεται τα επίπεδα νιτρικών αλάτων να μην υπερβαίνουν τα 3 mg/L. Τα αμφίβια και οι υδρόβιοι οργανισμοί που εκτίθενται στα νιτρικά στο πόσιμο νερό τυποποιημένο παρουσιάζει τη μειωμένες όρεξη, sluggishness και παράλυση πριν από το θάνατο [19].

3.2.3.8 Επιδράσεις στο ενζυμικό σύστημα

Οι ογανοφωσφορικοί και οι καρβαμιδικοί εστέρες έχουν σαφή αντιχολινεστερασική ενέργεια. Ειδικά για τους ογανοφωσφορικούς εστέρες, θα πρέπει να τονισθεί ότι η δέσμευση της ακετυλοχολινεστεράσης είναι μη αντιστρεπτή με συνέπεια την ιδιαίτερα βραδεία αναγέννηση του ενζύμου. Έτσι η χρόνια έκθεση στους εστέρες αυτούς έχει ως αποτέλεσμα την σταδιακή ελάττωση του ποσού της ενεργού χολινεστεράσης στον ορατισμό. Έτσι η χρόνια έκθεση στους εστέρες αυτούς έχει ως αποτέλεσμα τη σταδιακή ελάττωση του ποσού της ενεργού χολινεστεράσης στον οργανισμό με συνέπεια την εμφάνιση συμπτωμάτων όταν μετά την πάροδο κάποιου χρόνου αντιστρόφως ανάλογου του βαθμού της έκθεσης η δραστητικότητα πέσει κάτω από το 50% (Πίνακας 3.3)

Πίνακας 3.3. Δραστηκότητα επιπέδων χολινεστεράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό [25]

Δραστηκότητα χολινεστεράσης	Βαρύτητα της δηλητηρίασης
50%	Κανένα σύμπτωμα
20-50%	Ελαφρά συμπτώματα
10-20%	Μέτρια «
10%	Βαριά «

Από τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα μπορεί επίσης να επηρεασθούν τα ένζυμα του ηπατικού μικροσωματικού κλάσματος, τα οποία παρεμβαίνουν καθοριστικά στις διάφορες μεταβολικές διαδικασίες του οργανισμού.

3.2.3.9 Επιδράσεις στο ανοσοποιητικό σύστημα

Οι ανοσοκατασταλτικές ιδιότητες των εντομοκτόνων προσδιορίζονται από την ικανότητά τους να επιδρούν στα ταχέως διαιρούμενα κύτταρα του οργανισμού και ιδιαίτερα στα κύτταρα του αναπαραγωγικού, του αιμοποιητικού και του λεμφικού συστήματος. Συνέπεια της επίδρασης αυτής είναι η αυξημένη πιθανότητα εμφάνισης λοιμώξεων λόγω ελαττωμένης αντίστασης του οργανισμού, η εμφάνιση αυτόματων μεταλλάξεων ή η καρκινογένεση σε χρόνια εκτεθέμενα σε φυτοπροστατευτικά προϊόντα άτομα.

3.2.3.10 Επιδράσεις στην αναπαραγωγική ικανότητα

Τα χλωριωμένα εντομοκτόνα αλλά και οι διθειοκαρβαμιδικό εστέρες έχει αποδειχθεί ότι ασκούν δυσμενή επίδραση στην αναπαραγωγική ικανότητα τόσο των ανδρών όσο και των γυναικών. Έτσι στους μεν άνδρες η επίδραση αφορά στην καταστολή της σπερματογένεσης με συνέπεια ολιγοσπερμία ή αζωοσπερμία, στις δε γυναίκες αφορά στις ορμονικές διαταραχές και διαταραχές στην ωορρηξία.

3.2.3.11 Εμβρυοτοξικότητα – τερατογένεση

Από τη πληθώρα των φυτοπροστατευτικών προϊόντων που έχουν ελεγχθεί, ελάχιστα έχουν αποδειχθεί ότι έχουν τερατογόνο και εμβρυοτοξική δράση σε πειραματόζωα, ενώ επιδημιολογικά στοιχεία που να αφορούν στην εμφάνιση εμβρυοτοξικής ή τερατογόνου δράσης στον άνθρωπο δεν υπάρχουν. Ωστόσο τα πειράματα σε ζώα δείχνουν ότι πολλοί περιβαλλοντικοί παράγοντες ή περιβαλλοντικοί ρυπαντές σε χαμηλές δόσεις μπορεί να έχουν συνεργιστική δράση με τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα στην πρόκληση εμβρυοτοξικότητας ή τερατογένεσης.

3.2.3.12 Καρκινογένεση – Μεταλλαξιογένεση

Πολλά φυτοπροστατευτικά προϊόντα έχουν αναφερθεί κατά καιρούς ως καρκινογόνα για τουλάχιστον ένα είδος θηλαστικού, τα περισσότερα όμως από αυτά έχουν αποδειχθεί αρνητικά σε δοκιμές για μεταλλαξιογένεση.

Ιδιαίτερη αναφορά θα πρέπει να γίνει στα οργανοχλωριωμένα εντομοκτόνα τα οποία έχουν μεγάλη υπολειμματική διάρκεια αλλά και μεγάλη λιποδιαλυτότητα. Τα εντομοκτόνα αυτά εισέρχονται στον οργανισμό, αποθηκεύονται στο υποδόριο λίπος και ανιχνεύονται σε αυτό αρκετό χρόνο μετά την επαφή. Εάν μάλιστα η επαφή είναι συνεχής, τα εντομοκτόνα αθροίζονται και όταν σταδιακά απελευθερώνονται στο αίμα είναι δυνατόν να εκδηλώσουν καρκινογόνο δράση που βασικά πρέπει να αποδοθεί στο μεγάλο αριθμό των ιόντων χλωρίου που περιέχουν στο μόριό τους τα εντομοκτόνα αυτά

[25].

3.3 Επιπτώσεις της ρύπανσης των υδάτων από την κτηνοτροφία

Οι φυσικοί βοσκότοποι δεν δημιουργούν προβλήματα ρύπανσης και μόλυνσης. Αντίθετα η ενσταβλισμένη κτηνοτροφία μπορεί να επιδράσει αρνητικά στο περιβάλλον και την υγεία του ανθρώπου.

Η κτηνοτροφία ρυπαίνει το περιβάλλον μέσω ορισμένων άπεπτων στοιχείων της κόπρου όπως το N αλλά και ο P. Τα 2/3 του P των ζωοτροφών φυτικής προέλευσης βρίσκονται συνδεδεμένα υπό μορφή συμπλόκου μετά του φυτικού οξέος, δεσμός ο οποίος δεν διασπάται από τα ένζυμα των μονογαστρικών ζώων, χοίρων και πτηνών, για να απορροφηθεί ο P από το ζώο, και έτσι εκκρίνεται στο περιβάλλον συντελώντας στη εμφάνιση του φαινομένου του ευτροφισμού στα υδάτινα οικοσυστήματα. Τα παραπάνω προβλήματα δημιουργούνται όταν τα κτηνοτροφικά απόβλητα καταλήγουν σε αγωγούς αρδευτικών δικτύων, οπότε προκαλούν τοξικά φαινόμενα στις γεωργικές εκμεταλλεύσεις ή στους γειτονικούς υγρότοπους.

Προβλήματα επίσης δημιουργούνται όταν τα ούρα των ζώων καταλήγουν στο σύστημα ύδρευσης των πόλεων, με αποτέλεσμα την πρόκληση διαφόρων ασθενειών σε ανθρώπους, όπως αναπνευστικές και εντερικές λοιμώξεις, ηπατίτιδα, δηλητηριάσεις, τέτανο, βλάβες στο συκώτι και τα νεφρά [15,36].

3.4 Επιπτώσεις της ρύπανσης των υδάτων από οικιακά λύματα-απορρίμματα

3.4.1 Εισαγωγή

Τα αστικά απορρίμματα δημιουργούν σοβαρά προβλήματα όταν διατίθενται ανεξέλεγκτα στο υδάτινο περιβάλλον. Τα προβλήματα αυτά διογκώνονται καθώς είναι συνυφασμένα με το γιγάντωμα των μεγαλουπόλεων.

Η ρύπανση των υπόγειων νερών με ανεπιθύμητες ουσίες που προέρχεται από την ανάμειξή του με υγρά απορριμμάτων, δημιουργεί επιπτώσεις στο περιβάλλον και ασθένειες στους κατοίκους γειτονικών περιοχών, που κάνουν κατανάλωση ρυπανθέντος υπογείου νερού.

Για παράδειγμα η αύξηση του οργανικού άνθρακα, αυξάνει το BOD του υπόγειου νερού και κατά συνέπεια αυξάνεται η αναπαραγωγή των παθογόνων βακτηρίων. Η οργανική ύλη που βρίσκεται στα υγρά των απορριμμάτων, βιοαποδομείται πολύ βραδέως όταν τα νερά φθάσουν το υπόγειο νερό, διότι η ζήτηση του οξυγόνου αποοξυγονώνει γρήγορα το υπόγειο νερό. Όταν επικρατήσουν αναερόβιες συνθήκες, σίδηρος και μαγγάνιο διαλύονται στο υπόγειο νερό και δημιουργούνται περαιτέρω προβλήματα.

3.4.2 Οικιακά λύματα και περιβάλλον

Τα οικιακά λύματα και τα εκπλύματα των στερεών αποβλήτων είναι δυνατόν να επηρεάσουν την ποιότητα του εδάφους, του υπεδάφους και των υπόγειων αποθεμάτων νερού. Συστατικά όπως τα βαρέα μέταλλα, τα φωσφορικά ιόντα, οργανικές ενώσεις σταθερές στην αποικοδόμηση, κ.α., φορτίζουν τα εδάφη πάνω από τα ανεκτά όρια. Έτσι είναι πιθανό να έχουμε ρύπανση της τροφικής αλυσίδας, φυτοτοξικότητα κ.α. Αναφερόμενοι στους υδάτινους πόρους, θα δούμε στη συνέχεια πως επηρεάζεται το υδάτινο περιβάλλον και ειδικότερα τα ψάρια από την οργανική

ρύπανση, τις τοξικές οργανικές ουσίες και τους ανόργανους ρυπαντές, που προέρχονται από τα οικιακά λύματα [12].

3.4.2.1 Επίδραση της οργανικής ρύπανσης

Η ρύπανση των επιφανειακών νερών από τα οικιακά λύματα διαταράσσει την οικολογική ισορροπία. Η οργανική ρύπανση που διοχετεύεται σε ένα επιφανειακό αποδέκτη, μπορεί να αυτοκαθαρισθεί μέσω του αυτিকাθαρισμού του. Εάν η ικανότητα αυτοκαθαρισμού του αποδέκτη (νερού) ξεπερασθεί, το νερό υπερφορτίζεται σε οργανικό υλικό και ελαττώνεται ουσιαστικά το DO. Κάτω όμως από 2 mg/l DO κανένα ψάρι δεν μπορεί να ζήσει. Η οργανική ρύπανση του αποδέκτη συντελεί στην αύξηση των μικροοργανισμών.

3.4.2.2 Επίδραση των τοξικών οργανικών ουσιών

Οι επικίνδυνες οργανικές ουσίες που περιέχονται στις εκπλήσσεις όπως φαινόλη κ.λ.π. πέφτοντας σε ένα ποταμό, δημιουργούν ανεπιθύμητες καταστάσεις ακόμη και σε μικρές συγκεντρώσεις, προκαλώντας τη θνησιμότητα των ψαριών.

3.4.2.3 Επίδραση των ανόργανων ρυπαντών

Οι κυριότεροι ανόργανοι ρυπαντές από τα οικιακά λύματα που μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα στα διασταλάζοντα υγρά, είναι η αμμωνία, ο σίδηρος, τα βαρέα μέταλλα και σε μικρότερη έκταση τα χλωριούχα, θειούχα, φωσφορούχα και η άσβεστος. Επίδραση ασκεί η εισροή ακάθαρτων νερών σε μεγάλη συγκέντρωση αμμωνίας. Η αμμωνία δημιουργεί μεγάλη ζήτηση οξυγόνου, καθώς οξυγονούται σε νιτρικά. Η αμμωνία είναι τοξική για τα ψάρια. Οι μοιραίες συγκεντρώσεις κυμαίνονται από 2.5 – 25 mg/l. Οι τιμές αυτές μεταβάλλονται ανάλογα με το είδος των ψαριών, το PH, τη θερμοκρασία και άλλα χημικά που βρίσκονται στο νερό [32].

3.4.3 Οικιακά λύματα και άνθρωπος

Τα αστικά λύματα που καταλήγουν μέσω των αγωγών αποχέτευσης στα υδάτινα οικοσυστήματα περιέχουν παραπροϊόντα του ανθρώπινου μεταβολισμού (περιττώματα, σωματικές εκκρίσεις) και διάφορες ουσίες καθημερινής χρήσης όπως απορρυπαντικά, προϊόντα καθαρισμού κ.ά. Στις διαταραχές που προκαλούν τα αστικά λύματα στα υδάτινα οικοσυστήματα περιλαμβάνονται η αύξηση του μικροβιακού φορτίου τους, που μπορεί να γίνει αιτία για τη διάδοση σοβαρών νοσημάτων, και το φαινόμενο του ευτροφισμού. Όσον αφορά το φαινόμενο αυτό, το υδάτινο οικοσύστημα, αφού δεχτεί τα αστικά λύματα, αλλά και τα λιπάσματα που εκπλένονται από το νερό της βροχής, εμπλουτίζεται με τα νιτρικά και τα φωσφορικά άλατα που αυτά περιέχουν.

Τα αστικά λύματα, όταν διοχετεύονται στο υπό κατανάλωση νερό προκαλούν σημαντικές ασθένειες στον ανθρώπινο οργανισμό όπως χολέρα, τύφο και παρατυφοϊκούς πυρετούς, ελονοσία, διάρροια και λεπτοσπύρωση [33].

Επίσης η εκκένωση λυμάτων σε λίμνες, ποτάμια και θάλασσα μπορεί να προκαλέσουν δερματικές και άλλες ασθένειες σε λουόμενους.

3.5 Επιπτώσεις της ρύπανσης των υδάτων από τα βιομηχανικά απόβλητα

3.5.1 Εισαγωγή

Σοβαρή πηγή ρύπανσης των υδάτων, όπως είδαμε στο Κεφάλαιο 2, είναι και η βιομηχανική δραστηριότητα. Στα απόβλητά της περιέχεται ένα πλήθος από διαφορετικές χημικές ουσίες-όπως είναι τα βαρέα μέταλλα (ο μόλυβδος, ο υδράργυρος, ο ψευδάργυρος κ.ά.), οι οργανικοί διαλύτες και τα πετρελαιοειδή, οι οποίες, όταν εισάγονται στα υδάτινα οικοσυστήματα διαταράσσουν την ισορροπία τους και εγκυμονούν κινδύνους για τη ζωή των υδρόβιων οργανισμών. Ιδιαίτερα τα βαρέα μέταλλα και οι σύνθετες οργανικές ουσίες που δε διαλύονται στο νερό μπορούν να περάσουν μέσω των τροφικών αλυσίδων στον άνθρωπο, με δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία του.

3.5.2 Επιπτώσεις στο περιβάλλον

Οι επιπτώσεις από την απόρριψη στους αποδέκτες των βιομηχανικών αποβλήτων στο περιβάλλον, ιδιαίτερα όταν αυτά δεν έχουν υποβληθεί σε καθαρισμό, παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 3.4.

Σημαντική και κοινή για τα περισσότερα απόβλητα είναι η μείωση στη συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στον αποδέκτη, η οποία οφείλεται στη διάσπαση του οργανικού υλικού από μικροοργανισμούς του αποδέκτη που αφαιρεί οξυγόνο το οποίο μόνο κατά ένα μέρος αναπληρώνεται με τη διαλυτοποίηση ατμοσφαιρικού οξυγόνου. Όταν το φορτίο ρύπανσης είναι αρκετό, το επίπεδο διαλυμένου οξυγόνου παραμένει πάνω από το 50% της τιμής κορεσμού που απαιτείται για την παρουσία ψαριών και ο αποδέκτης έχει την δυνατότητα αυτοκαθαρισμού. Όταν όμως το φορτίο είναι μεγάλο, όχι μόνο θα παρεμποδιστεί η παρουσία ψαριών, αλλά είναι δυνατόν να επικρατήσουν και ανοξικές - αναερόβιες συνθήκες με συνεπακόλουθη έκλυση οσμηρών αερίων. Αύξηση στη θερμοκρασία του αποδέκτη από την εκφόρτωση θερμών αποβλήτων επιδρά αρνητικά τον αυτοκαθαρισμό του, ενώ μπορεί να επηρεάσει και το βιόκοσμο του και να συντελέσει στη θερμική του στρωμάτωση.

Πίνακας 3.4. Επιπτώσεις από την διάθεση υγρών αποβλήτων σε υδάτινους αποδέκτες [37].

Κατηγορία ρύπων	Επιπτώσεις
Οργανικές ύλες	Βιολογικά οξειδούμενες προκαλούν την μείωση του διαλυμένου οξυγόνου, θανή ψαριών και σηπτικές συνθήκες στον αποδέκτη μπορεί να είναι τοξικές ή να προσδώσουν οσμή και γεύση στο νερό.
Ανόργανες ύλες	Προκαλούν επιταχυνόμενο ευτροφισμό σε λίμνες και κλειστούς θαλάσσιους κόλπους (ενώσεις φωσφόρου και αζώτου) και μείωση του διαλυμένου οξυγόνου(αμμωνία)ή είναι τοξικές
Τοξικές ουσίες	Υπεύθυνες για τη θανή ψαριών.
Οξέα και αλκάλια	Προκαλούν προβλήματα στον αυτοκαθαρισμό του αποδέκτη και τη χρήση του νερού, για αναψυχή, δυσκολίες στην ανάπτυξη ψαριών και άλλων υδρόβιων οργανισμών.
Αιωρούμενες και επιπλέουσες ύλες	Έχουν δυσμενή αισθητική επίδραση στους αποδέκτες, προκαλούν θανή ψαριών με εναπόθεση στα σπάραχνα (αιωρούμενες), αποτελούν κίνδυνο πυρκαγιάς και προκαλούν δυσκολίες στο ζωικό και φυτικό κόσμο του αποδέκτη, ρυπαίνουν τις ακτές και εναποτίθενται στον πυθμένα.
Χρωστικά και αφρίζοντα υλικά	Είναι εύκολα ορατά και προκαλούν αισθητικά προβλήματα στους αποδέκτες.
Ραδιενεργές ουσίες	Υπάρχει κίνδυνος βιολογικής συμπύκνωσης από πανίδα και χλωρίδα στα ψάρια, πτηνά και άνθρωπο
Μικροοργανισμοί	Προβληματίζουν οι παθογόνοι μικροοργανισμοί.
Θερμική ενέργεια	Υψώνει τη θερμοκρασία του αποδέκτη και επιδρά δυσμενώς στον αυτοκαθαρισμό του (επιταχύνει τη βιολογική δραστηριότητα ενώ ελαττώνει την διαλυτότητα του οξυγόνου). Η αυξημένη θερμοκρασία του αποδέκτη μπορεί να επιταχύνει το ρυθμό παραγωγής ορισμένων ειδών ψαριών ή να βιάσει άλλα.

3.5.2.1 Επιπτώσεις της θερμικής αλλοίωσης των νερών στο περιβάλλον

Όπως είδαμε μία από τις μορφές ρύπανσης των νερών είναι και η θερμική τους ρύπανση (αλλοίωση), η οποία κατά κύριο λόγο οφείλεται στα βιομηχανικά απόβλητα. Ο όρος αυτός χρησιμοποιείται για τις περιπτώσεις όπου μεγάλες ποσότητες αποβλήτων υψηλής θερμοκρασίας αποβάλλονται στους φυσικούς αποδέκτες.

Η θερμική αλλοίωση αναφέρεται κυρίως στα νερά ποταμών ή λιμνών, που χρησιμοποιούνται στους πύργους ψύξης θερμοηλεκτρικών και πυρηνικών εγκαταστάσεων. Το νερό αντλείται από τον παρακείμενο ποταμό ή λίμνη και επιστρέφει στο ίδιο μέρος θερμότερο.

Η αύξηση της θερμοκρασίας των νερών δημιουργεί τα παρακάτω προβλήματα:

- Μειώνεται η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου. Αυτό οφείλεται τόσο στην ελάττωση της διαλυτότητας του οξυγόνου, όσο και στο γεγονός ότι το αποβαλλόμενο θερμό νερό, ως ελαφρότερο, παραμένει στην επιφάνεια και εμποδίζει τη διάχυση του οξυγόνου στα κατώτερα στρώματα.
- Αυξάνονται οι ταχύτητες των χημικών αντιδράσεων. Παράλληλα αυξάνεται και ο ρυθμός του μεταβολισμού, ο οποίος διπλασιάζεται για κάθε αύξηση της θερμοκρασίας.
- Ελαττώνεται η ικανότητα αντίστασης των υδροχαρών οργανισμών και των ψαριών στις ασθένειες και τις τοξικές ουσίες και επηρεάζονται σημαντικά διάφορες βιολογικές λειτουργίες τους (μείωση του χρόνου επώασης των αβγών). Υπέρμετρη αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί το θάνατο των υδρόβιων οργανισμών.
- Πολλαπλασιάζονται υπέρμετρα τα βακτηρίδια που καταναλώνουν την υπόλοιπη ποσότητα του οξυγόνου. Το νερό αποκτά δυσάρεστη οσμή και γεύση.

Τα προβλήματα που δημιουργεί η θερμική ρύπανση των νερών έγιναν αντιληπτά και πάρθηκαν τα κατάλληλα μέτρα. Οι προδιαγραφές που καθορίζονται για τα βιομηχανικά απόβλητα περιλαμβάνουν και ανώτατες επιτρεπτές θερμοκρασίες [12].

3.5.3 Επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία

Τα βιομηχανικά απόβλητα αυξάνουν τη ρύπανση του περιβάλλοντος με αρσενικό, γεγονός που επηρεάζει την ανθρώπινη υγεία.

Το αρσενικό έχει ενοχοποιηθεί για την πρόκληση καρκίνων της ουροδόχου κύστης, των νεφρών, των πνευμόνων και του ήπατος.

Η ποσότητα του αρσενικού που μπορεί να υπάρχει μέσα στο πόσιμο νερό πρέπει να είναι χαμηλότερη από 10 μικρογραμμάρια ανά λίτρο (mcg/L).

Σύμφωνα με έρευνες που έκαναν πρόσφατα ερευνητές από την Καλιφόρνια, τη Χιλή και την Αργεντινή, οι καρκίνοι της ουροδόχου κύστης που προκαλούνται από το αρσενικό είναι πιο επιθετικοί διότι χαρακτηρίζονται από περισσότερες ανωμαλίες των χρωμοσωμάτων.

Ο πιθανός μηχανισμός των ανωμαλιών αυτών είναι η καταστολή των δυνατοτήτων που έχουν τα κύτταρα για να επιδιορθώνουν το DNA τους.

Οι επιστήμονες βρήκαν ότι όσο πιο ψηλή ήταν η περιεκτικότητα σε αρσενικό του πόσιμου νερού σε 128 ασθενείς που ερεύνησαν, τόσο πιο πολλές ήσαν και οι ανωμαλίες που είχαν οι καρκίνοι της ουροδόχου κύστης. Οι περισσότερες

χρωμοσωματικές ανωμαλίες του καρκίνου αυτού, προκαλούν μεγαλύτερη επιθετικότητα και κατά συνέπεια περισσότερους θανάτους.

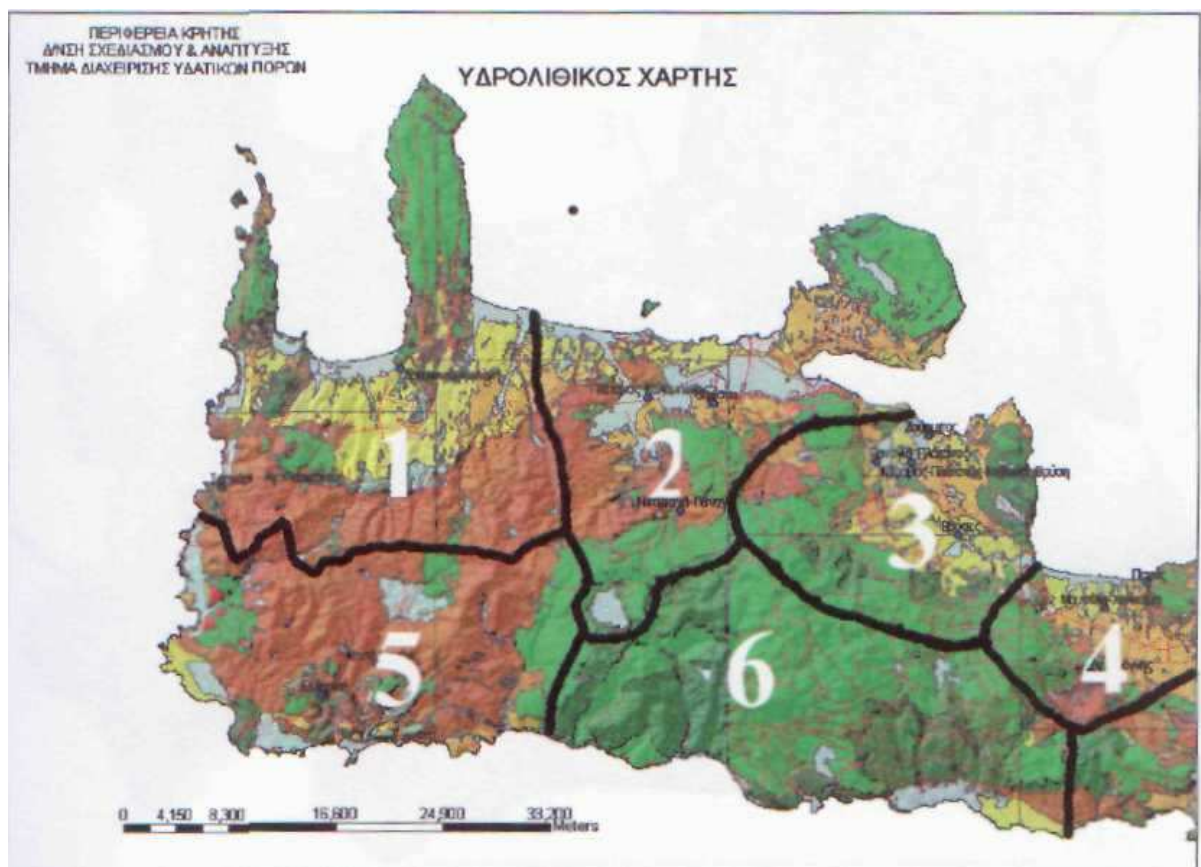
Οι ασθενείς που είχαν μια ετήσια έκθεση στο αρσενικό λιγότερη από 10 mcq/L είχαν τα λιγότερα προβλήματα. Αυτοί που στο πόσιμο νερό είχαν μια ετήσια έκθεση μεγαλύτερη από 300 mcq/L, είχαν τις περισσότερες ανωμαλίες [38].

4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

4.1 Εισαγωγή

Στο νομό Χανίων , υπάρχουν έξι λεκάνες απορροής ποταμού οι οποίες είναι:

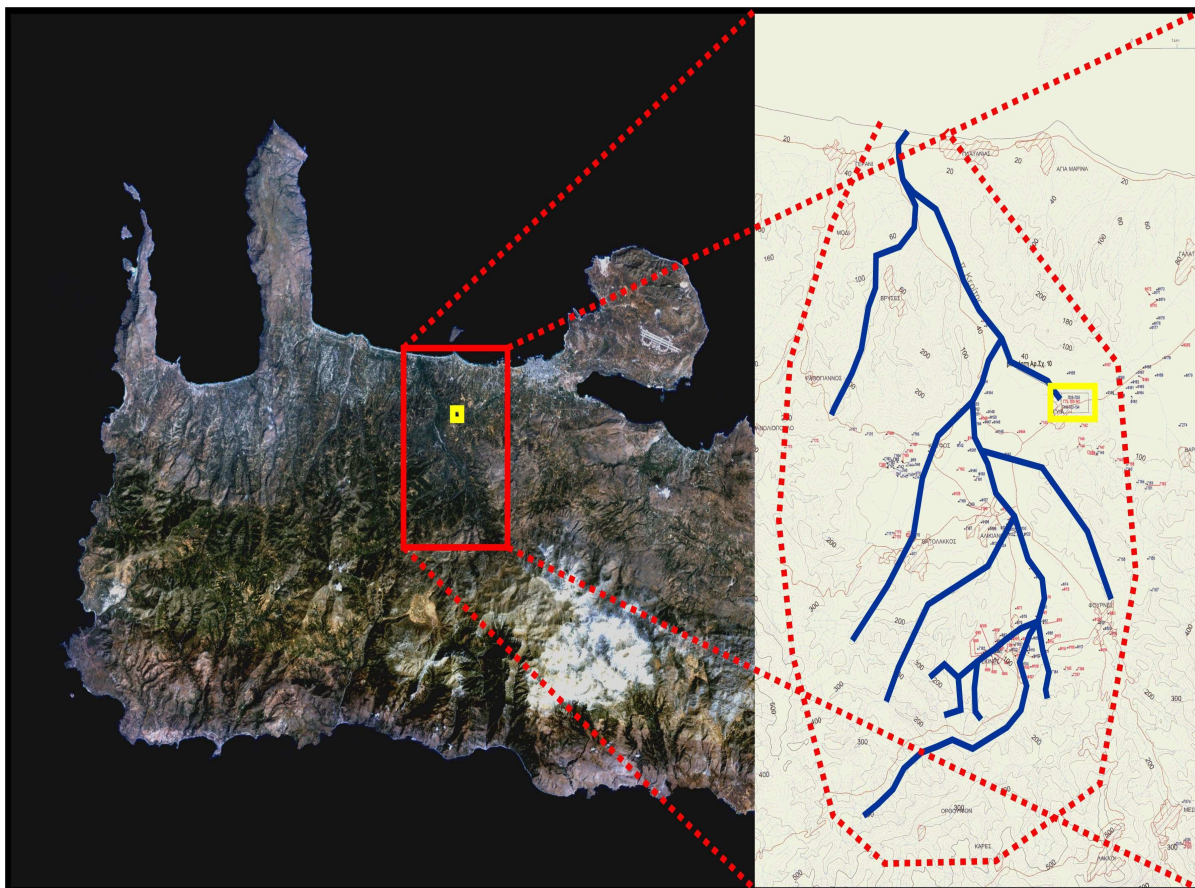
1. Λεκάνη Ταυρωνίτη Κολένη
2. Λεκάνη Κερίτη
3. Λεκάνη Στύλου, Αρμένων, Ζούρμπου, Βρύσσης
4. Λεκάνη Κουρνά, Γεωργιούπολης
5. Λεκάνη Πελεκανιώτη, Σαρακινιώτη, Κακοδικιανού, Χρυσοκαλλίτισας, Αγίας Ειρήνης
6. Λεκάνη ορεινού όγκου Λευκών Ορέων, Φραγκοκαστέλλου [43].



Χάρτης 4.1. Υδρολιθικός χάρτης με τις λεκάνες απορροής ποταμού [43].

Στον παραπάνω χάρτη διαχωρίζονται οι έξι λεκάνες απορροής των ποταμών του νομού Χανίων. Στην παρούσα εργασία ασχοληθήκαμε με την υδρολογική λεκάνη του Κερίτη (Λεκάνη 2).

Παρακάτω απεικονίζεται η περιοχή ενδιαφέροντος, η υδρολογική λεκάνη του Κερίτη:

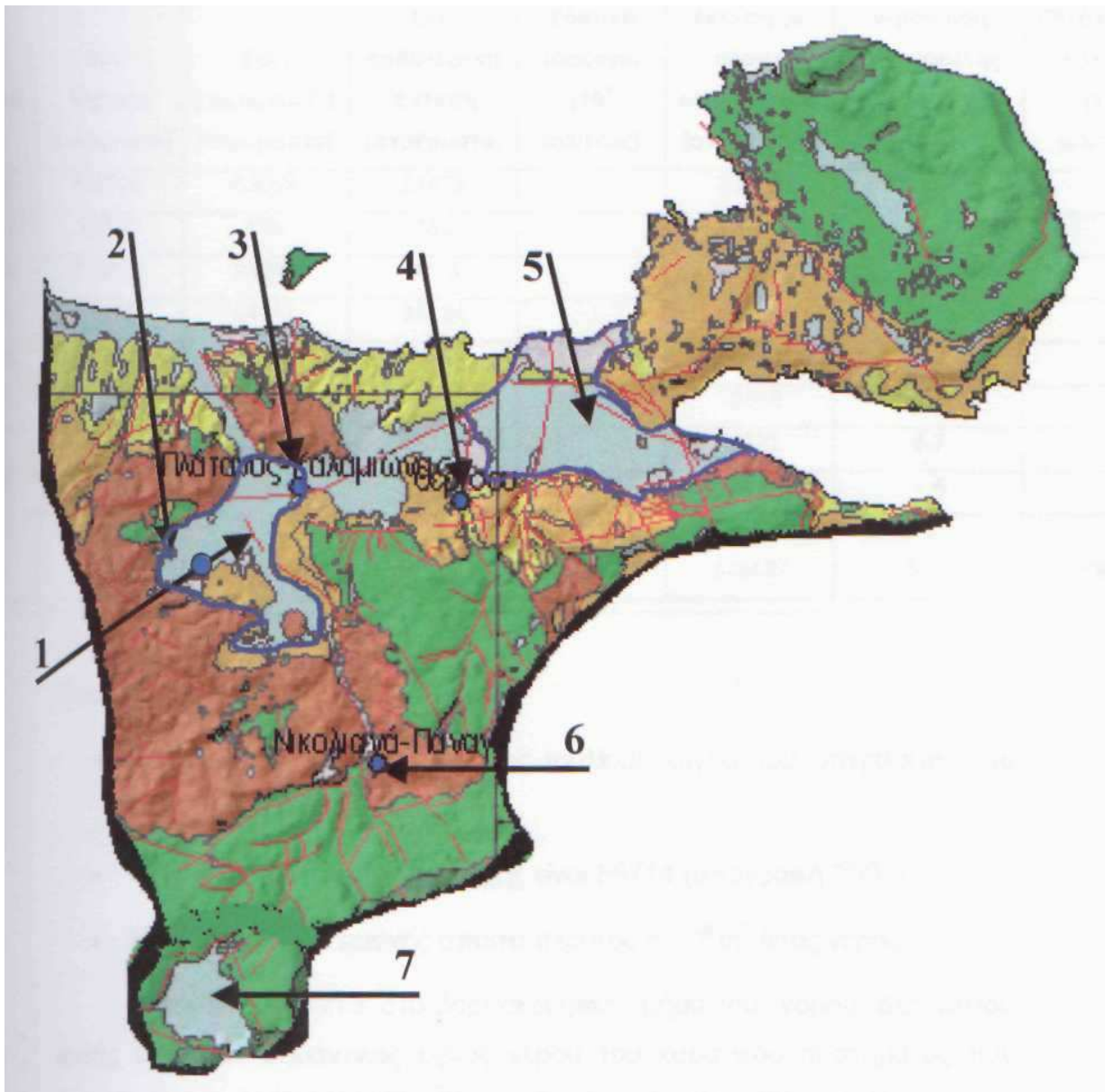


Χάρτης 4.2. Αεροφωτογραφία Νομού Χανίων, προσδιορισμός της περιοχής μελέτης-λεκάνη Κερίτη.

4.1.1 Προσδιορισμός περιοχής μελέτης

Η Υδρολογική Λεκάνη του Κερίτη έχει έκταση 176 km² περίπου. Βρίσκεται στο Βόρειο κεντρικό τμήμα της επαρχίας Κυδωνίας του νομού Χανίων, με διεύθυνση τον άξονα Βορράς- Νότος και σε μέση απόσταση από την πόλη των Χανίων, 15 km περίπου. Εκτείνεται από βορά από το Γεράνι έως τον Γαλατά φτάνοντας νοτίως μέχρι τις κορυφές των Λευκών Ορέων. Πρόκειται για μια από τις σημαντικότερες υδρολογικές λεκάνες του νομού Χανίων.

Εντός της περιοχής λεκάνης περιλαμβάνονται τα χωριά Αγυιά, Αλικιανός, Βαρύπετρο, Βατόλακκος, Βρύσες, Καρές, Κουφός, Λάκκοι, Μόδι. Μυλωνιανά, Μεσκλά. Ορθούνη, Πλατανιάς, Σκινές, Φουρνές, Ψαθογιάννος [43].



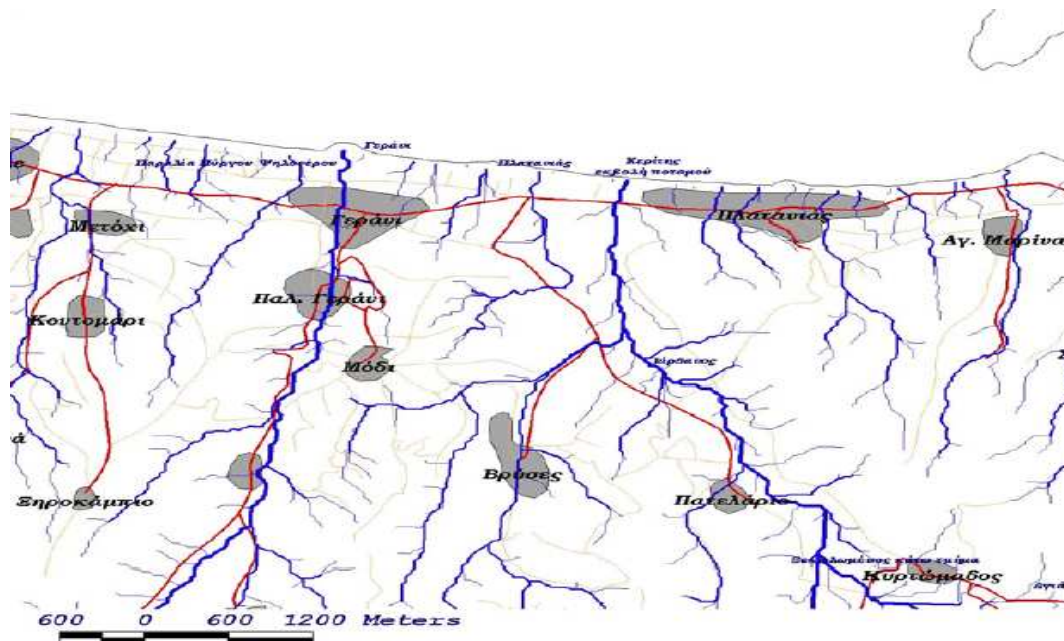
Χάρτης 4.3. Λεκάνη Κερίθη / Κάμπου Χανίων. 1)Προσχωσιγενής Λεκάνη Αλικιανού, Κουφού, Βατολάκκου, Σκινέ, 2)Πηγές Κουφού, 3)Πηγές Αγιάς, 4)Πηγές Αναβάλλοντα, 5)Προσχωσιγενής Λεκάνη κάμπου Χανίων, 6)Πηγές Μεσκλών, 7)Οροπέδιο Ομαλού [43].

4.1.2 Ιστορικά

Η ονομασία της λεκάνης του Κερίθη προέρχεται από τον ομώνυμο ποταμό, ο οποίος αναφέρεται από τον Όμηρο σαν Ιορδανός, ονομασία που επανέρχεται για το κομμάτι της εκβολής του. Πρόκειται για ένα μεγάλο ποταμό με αμμώδεις όχθες ο οποίος καταλήγει στη θάλασσα, στην περιοχή του Πλατανιά. Η παραλία, η εκβολή του ποταμού και η θαμνώδης έκταση δυτικά και ανατολικά είναι ενδιαφέρουσες περιοχές κατά τη διάρκεια της μετανάστευσης των πουλιών. Όλη η κοιλάδα έχει ενδιαφέρον λόγω της σημαντικής δεντρώδους ανάπτυξης.



Εικόνα 4.1. Μια άποψη του Ποταμού Κερίτη.



Χάρτης 4.4. Ποταμός Κερίτης, εκβολή και παράλια [42].

Στον χείμαρρο Κερίτη εκβάλλουν οι παραπόταμοι ή παραχείμαρροι: Μεσκλιανός, Μαύρος, Σκινιανός, Βαρσαμιώτης και της Αγιάς. Όλοι αυτοί μαζί με τον Κερίτη συνθέτουν το πρωτεύον αποχετευτικό δίκτυο της υδρολογικής λεκάνης.

Το νότιο τμήμα της λεκάνης απορροής αποτελεί τμήμα του ορεινού όγκου των Λευκών Ορέων. Το υδρογραφικό δίκτυο σε αυτό το τμήμα είναι αραιό με βαθιές χαραδρώσεις. Η βλάστηση επίσης είναι ελάχιστη.

Το ενδιάμεσο τμήμα είναι ημιορεινό και λοφώδες με πυκνότερο υδρογραφικό δίκτυο και πιο πλούσια βλάστηση. Περιλαμβάνει σχηματισμούς φυλλιτών και χαλαζιτών.

Το βόρειο τμήμα τέλος, είναι πεδινό, με πλούσια βλάστηση και υδροφορία. Εδώ βρίσκεται ο υγρότοπος της Αγιάς [42].

4.2.2 Οικολογία

Στην περιοχή περιλαμβάνεται ο υγρότοπος της Αγυιάς, ο οποίος είναι τμήμα ενός μεγαλύτερου που περιλαμβάνει τον ποταμό Κερίτη μέχρι τις εκβολές του. Στην περιοχή NATURA 2000 περιλαμβάνεται όλος ο βιότοπος με τα παρακάτω στοιχεία: NATURA 2000, Κωδικός Περιοχής: A4340006, Όνομα Περιοχής: Λίμνη Αγυιάς - Πλατανιάς - ρέμα & εκβολή Κερίτη, Γεωγραφικό Μήκος: 23⁰56'0", Πλάτος: 35⁰28'00", Έκταση: 410 ha
Ελάχιστο Υψόμετρο: 0μ., Μέγιστο: 200μ., Μέσο: 30μ.



Εικόνα 4.2. Λίμνη Αγυιάς

Η λίμνη δημιουργήθηκε το 1927-8 με την κατασκευή τεχνητού φράγματος στη νότια πλευρά της, για την εκμετάλλευση του υδατικού δυναμικού της περιοχής και για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Με την πάροδο του χρόνου απέκτησε χαρακτηριστικά υγροτόπου [42].

4.2.2.1 Ορνιθοπανίδα

Και οι δυο όχθες του ποταμού κοντά στην εκβολή είναι καλυμμένες από γιγάντια καλάμια *Arundo don ax* όπου μπορούν να βρουν καταφύγιο ερωδιοί, μυγοχάφτες, τσιροβάκοι, ποταμίδες, φυλλοσκόποι. Στα παράλια αλλά και στο ποτάμι φωλιάζει ο ποταμοσφυριχτής, στις καλάμιές των όχθων η καλαμοποταμίδα και η ωχροστρίσιδα και στα πλατάνια της κοίτης το αηδόνι.



Εικόνα 4.3. Νυχτοκόκορας (*Nycticorax*) [42].

Μεταξύ των ειδών που έχουν καταγραφεί: σταυραετός, φιδαιετος, σφηκιάρης, τσίφτης, μαυροπετρίτης, μαυροκιρκίνεζο, θαλασσοσφυριχτής, πετροτριλίδα, διπλό μπεκατσίνι, σταχτοτσικνιάς, μικροτσικνιάς, κιστικόλη, μαυρολαίμης, καστανολαίμης, δεντροσπουργίτης, συρλοτσίχλονο, μαύρομυγοχάφτης, ψευταηδόνι, ακτίτης, κορμοράνος, αρτέμης, μύχος, ασπροκόλα, δεντροφυλλοσκόπος, τρυποφράχτης, σκαρθάκι [42].

4.2.2.2 Λοιπή Πανίδα

Σημαντικοί πληθυσμοί για τον κρητικό βάτραχο (*Rana cretensis*), δενδροβάτραχο (*Hyla arborea*), φρύνο (*Bufo viridis*) και νεροχελώνα (*Mauremys rivulata*). Έχει καταγραφεί και το εισαχθέν είδος βατράχου *Ranacatesbiana*. Επίσης συναντάμε τα: σπιτικό σαμιαμίθι (*Hemidactylus turcicus*), τρανόσαυρα (*Lacerta trilineata*), λιακόνη (*Chalcides ocellatus*), δεντρογαλιά (*Columba gemonensis*), όχεντρα (*Elaphe situla*), νερόφιδο (*Natrix tessellata*), όφης (*Telescopus fallax*), άρκαλος (*Meles meles*), καλλιγιαννού (*Mustela nivalis*), ζουρίδα (*Martes foina*), σκαντζόχοιρος (*Erinaceus concolor*), μυγαλή (*Crocidura suaveolens*), νανομυγαλή (*Suncus etruscus*), λαγός (*Lepus europaeus*), δασοποντικός (*Apodemus sylvaticus*), ποντικός (*Mus musculus*), αρουραίος (*Rattus rattus*), Στην παραλία αναπαράγεται η θαλάσσια χελώνα (*Caretta caretta*) [42].

4.2.2.3 Χλωρίδα

Στις ακτογραμμές υπάρχουν θίνες με τα αγρωστώδη (*Ammophila arenaria*). Στο τμήμα της κοιλάδας του Φασά παρατηρούνται στα ποτάμια υδροχαρείς φυτοκοινωνίες με επιπλέουσα βλάστηση. Στις απότομες σχιστολιθικές πλαγιές επικρατούν τα αγρωστώδη *Scirpus cernuus* και πολλά σπάνια βρυόφυτα. Οι φτέρες καλύπτουν μεγάλη έκταση της περιοχής και ξεχωρίζει απ' αυτές το σπάνιο είδος *Woodwardia radicans* [42].

4.2 Εξέλιξη της περιοχής

Με την συλλογή και την μελέτη των στατιστικών στοιχείων που προέκυψαν, διαπιστώθηκαν οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες στην περιοχή του Κερίτη. Οι μόνιμοι κάτοικοι της περιοχής μελέτης είναι 6.887 σύμφωνα με την απογραφή του 2001. Το πλήθος των οικιών ανέρχεται στις 2.473 σε όλα τα δημοτικά διαμερίσματα της περιοχής του Κερίτη. Μπορεί κανείς να συναντήσει στην περιοχή αυτή, πολλών ειδών καλλιέργειες και μπορεί επίσης να διαπιστώσει την ανάπτυξη αρκετών βιοτεχνιών.

Όσον αφορά τις ασχολίες, το μεγαλύτερο ποσοστό των κατοίκων απασχολούνται στον κλάδο της γεωργίας, της κτηνοτροφίας, της θήρας και της αλιείας.

Η ανεργία ανέρχεται σε 2.805 άτομα σε ολόκληρη την περιοχή του Κερίτη και συγκεκριμένα οι άνεργοι κάτω των 25 ετών φτάνουν τους 445.

Εύκολα λοιπόν καταλαβαίνουμε ότι οι περισσότεροι κάτοικοι ασχολούνται με την γεωργία και την κτηνοτροφία.. Υπάρχουν διάφορα είδη καλλιέργειών ,τις μεγαλύτερες όμως εκτάσεις καλύπτουν , οι ελιές και τα εσπεριδοειδή έπειτα τα αβοκάντο, αμπέλια και κηπευτικά. Συγκεκριμένα οι εκτάσεις των ελαιόδεντρων είναι:45.681, εσπεριδοειδών:9.332 (10³m²),αβοκάντο:1.200(10³m²),κηπευτικών: 3.403(10³m²).

Η κτηνοτροφική δραστηριότητα είναι επίσης μεγάλη ,χοίροι:1.081, κουνέλια:12.470, όρνιθες:24.030, πρόβατα:12.783, αίγες:7.100, μοσχάρια:30, αμνοί:14.070, χήνες:20, πάπιες:85, ινδιάνοι:310, περιστέρια:645.

Θα πρέπει ν' αναφέρουμε ότι στην περιοχή υπάρχουν 129 ξενοδοχεία, καθώς επίσης και κάποιες βιοτεχνίες όπως:11 ελαιουργία,14 μονάδες μεταποίησης αγροτικών προϊόντων και 27μη γεωργικές βιοτεχνίες

4.3 Γεωλογία της περιοχής

Γεωλογικά η λεκάνη Κερίτη χαρακτηρίζεται από τέσσερις κύριους γεωλογικούς σχηματισμούς.

α) Ανθρακικά πετρώματα. Καταλαμβάνουν το ΝΑ τμήμα της, και επεκτείνονται πολύ νοτιότερα, και εκ της εν λόγω υδρολογικής λεκάνης, έως τον κύριο ασβεστολιθικό όγκο των Λευκών Ορέων.

β) Φυλλίτες –χαλαζίτες. Συναντούνται στο ΝΑ-κεντρικό τμήμα της λεκάνης, επίσης εμφανίζονται σε μικρότερη έκταση και στο βόρειο τμήμα της.

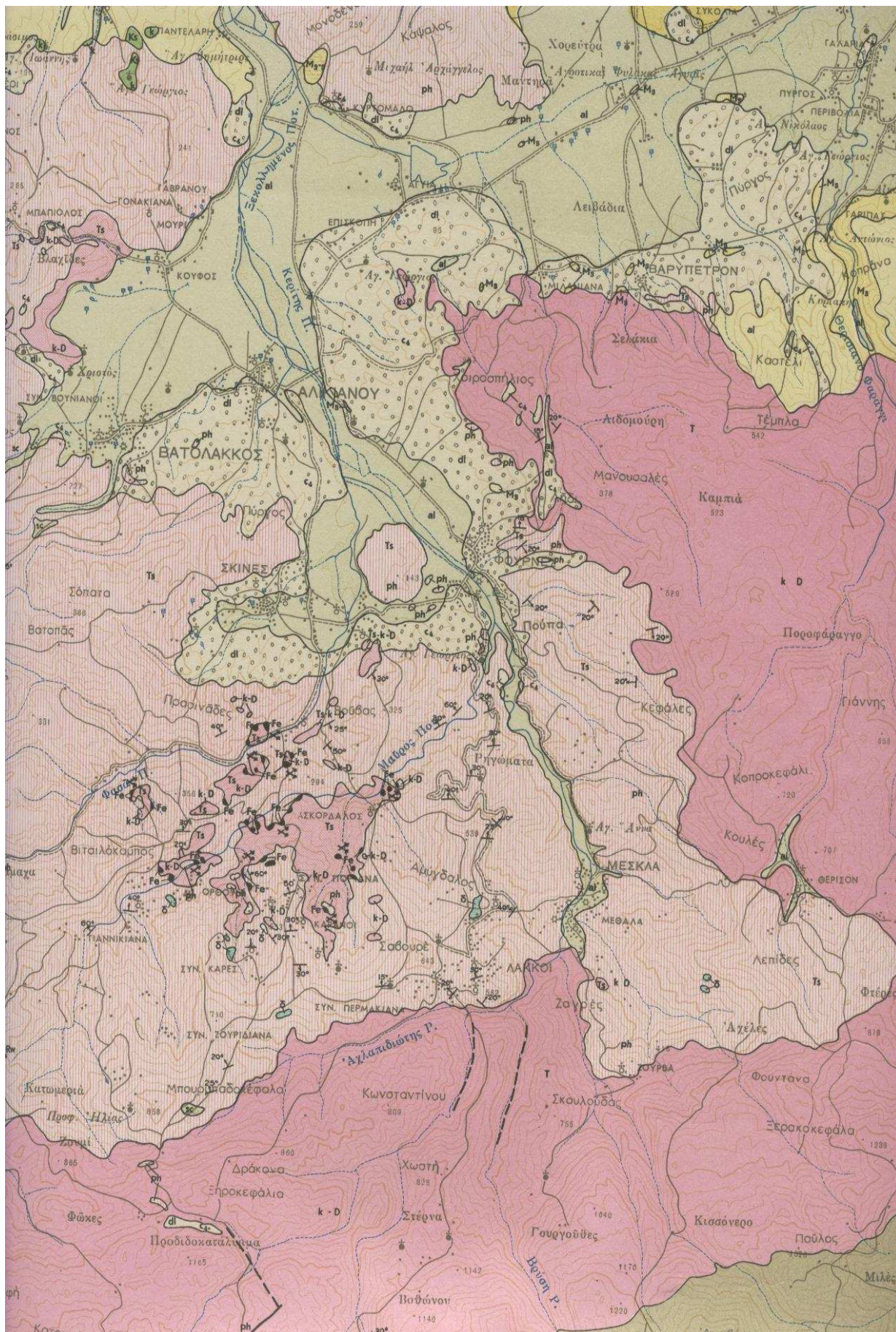
γ) Νεογενείς σχηματισμοί. Στη λεκάνη Κερίτη αναπτύσσονται τα κροκαλολατυποπαγή, νότια της Αγυιάς, στην ευρύτερη περιοχή Χαροσπηλίου. Είναι ανθρακικής προέλευσης με ανθρακικό συνδετικό υλικό, με γνώρισμα την ψηλή υδροπερατότητα τους. Επίσης πρέπει να επισημανθεί ότι η ύπαρξη νεογενών πετρωμάτων (μαργαίκοι ασβεστόλιθοι, μάργες, γύψοι, κ.α.)στην περιοχή Βλυχάδες, είναι πιθανή. Θα πρέπει να τονισθεί ότι οι δύο ανώτεροι σχηματισμοί βρίσκονται σε τεκτονική επαφή και οριοθετούν δύο ημιανεξάρτητα υδρογεωλογικά συστήματα.

δ) τεταρτογενείς σχηματισμοί. Είναι οι νεότερες αποθέσεις, οι οποίες αποτελούνται από αδρομερή εν γένει υλικά, καθώς και αργίλους, άμμος και καταλαμβάνουν ένα σημαντικό τμήμα της λεκάνης στην περιοχή Αγυιάς, Αλικιανού, Βατόλακκου, Σκινέ, Κουφού με σημαντικό πάχος και αξιόλογη υδροφορία. Οι σχηματισμοί αυτοί όσον αφορά το πάχος τους αλλά και τη υδροφορία που παρουσιάζουν, δεν έχουν διερευνηθεί πλήρως [39].

Το μεγαλύτερο τμήμα της, 75 km² περίπου, αναπτύσσεται σε ανθρακικούς σχηματισμούς, ενώ οι φυλλιτικοί χαλαζιτικοί σχηματισμοί καλύπτουν περί τα 63 km². Στο κατάντη τμήμα της λεκάνης αναπτύσσονται οι νεογενείς σχηματισμοί κυρίως μάργες και κροκαλοπαγή σε έκταση περίπου 16 km². Η υπόλοιπη έκταση περίπου 22 km² αντιστοιχεί στις σύγχρονες αλλουβιακές αποθέσεις κροκαλών, άμμων και αργίλων, κυμαινόμενου πάχους που κατά θέσεις ξεπερνά τα 100m.

Οι ανθρακικοί σχηματισμοί που αναπτύσσονται στα νότια και ανατολικά τμήματα της λεκάνης, επεκτείνονται και εκτός υδρολογικής λεκάνης. Στην υδρολογική λεκάνη του Κερίτη συναντώνται μεγάλες εκφορτίσεις καρστικών πηγών.

Στις σύγχρονες αποθέσεις αναπτύσσεται φρεάτιος υδροφορία σημαντικού κατά θέσεις δυναμικού που εξαρτάται από το ποσοστό συμμετοχής αδρομερών υλικών και την τροφοδοσία τους από την επιφανειακή απορροή. Κατά θέσεις εξαιτίας των μη συνεχών αργιλικών οριζόντων μεταξύ των αδρομερών αποθέσεων συναντάται μερικώς υπό πίεση υδροφορία που στο σύνολο της όμως μπορεί να χαρακτηριστεί ως ενιαία. Οι εναλλαγές αυτές των αδρομερών και λεπτόκοκκων οριζόντων διαφορετικής υδρογεωλογικής συμπεριφοράς δεν είναι συνεχείς στο χώρο και παρατηρούνται αποσφηνώσεις αποτρέποντας έτσι τη δημιουργία ενιαίων υπό πίεση υδροφοριών. Στην περίμετρο του προσχωματικού πεδίου η συμμετοχή των αδρομερών οριζόντων μειώνεται. Το μεγάλο κατά θέσεις πάχος των αποθέσεων είναι αποτέλεσμα της πρόσφατης τεκτονικής δράσης.



Χάρτης 4.5. Γεωλογικός Χάρτης [41].

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ

ΝΕΩΤΕΡΟΝ



Υπόχρωροι αποθέσεις : Παράτιτοι (άμμοι, θίνες κ. ά.) ή εντός χειμαρρών, καθώς και προσχώσεις.



Πλευρικά κορήματα και κώνοι κορημάτων.



Αναδομήδες χειμαρρώδους, ως επί το πλείστον, ένιοτε όμως και θαλασσίας προελεύσεως, ίδις αί σχετικώς νεότεραι. Κυρίως έντός των κοιλάδων και εις τας έξέδους των φαράγγων. Αί παλαιότεραι (α₁) μέχρι 30-40 μ., αί νεότεραι (α₂) μέχρι 4 μ. και αί νεώταται (α₃) 1-2 μ.

ΠΑΛΑΙΟΤΕΡΟΝ

Μάργαι, ψαμμίται, κροκαλοπαγή κ.ά., κίτρινοι, έν γένει, χρώματος. Έκείναι διαβρωσιγενούς έπιφανείας των νεοτριτογενών αποθέσεων, έκ των οποίων δέν διαχωρίσθησαν.



Έρυθροι σχηματισμοί χειμαρρώδους προελεύσεως (β1 - α₃) έκ ψαμμιτικών μαργών, πηλών, ψαμμιτών και κροκαλοπαγών, επικείμενοι των προηγουμένων αποθέσεων. Έχουν σημαντικήν πάχος και έκτείνονται μέχρι του ύψους των 350 και πλέον μέτρων. Έμφανίζονται, προσέτι, και εις τας παρυφάς της πόλεως του Όμαλου, ένθα επικείμεναι των καρστοποιημένων άσβεστολίθων δολομιτών, συνιστώντες τό στεγανόν έκβάθρον των νεωτέρων τεταρτογενών αποθέσεων, διαμορφωμένου ούτως, εις την έπαφήν τούτων, φρεσίου ύρίζοντες.

ΝΕΟΤΡΙΤΟΓΕΝΕΣ

ΠΛΕΙΟΚΑΙΝΟΝ



Θαλάσσιοι σχηματισμοί. Κροκαλοπαγή, άσβεστιτικοί ψαμμίται, κίτρινοι ψαμμιτικοί μάργαι και μαργαίκοι άσβεστολίθοι. Έγκλείουν, εις τινος θέσεις, κοιτάσματα γύψου (περιοχή Βοιωτιών) Έκείναι έπικλυσιγενούς των ήπαιρέτων - λιμναίων σαματιών σχηματισμών (Άλφος Κάστελλος, ΒΑ χωρίου "Βαρυπέτρο,,).

Έλασματοδράγγια :

ΜΕΙΟΚΑΙΝΟΝ



Σαρμάτιον: Ύφάλμυροι - λιμναίοι σχηματισμοί. Έναλλασσόμενα στρώματα, άμμων, μαργών, άργιλων και κροκαλοπαγών, καθώς και σπηροπηλοί. Έγκλείουν κοιτάσματα λιγνιτών (περιοχή Βαρυπέτρου - Φαρνέ). Άποτυπώματα ιχθύων, Όστρακόδη, έλάχιστα Τρηματοφόρα, θογόνια Χαροφύτων και έτερα φυτικά λείψανα.



Σαρμάτιον - Τορτόνιον : Οί προηγούμενοι και επόμενοι σχηματισμοί μή διαχωρίζεμενοι (περιοχή Βοιωτιών).

Τορτόνιον : Μάργαι κίτριναί, πρασινότεραι, λευκοκίτριναί, κίτρινόχρωοι, έπόμενοι και μαργαίκοι άσβεστολίθοι.



Τρηματοφόρα :

Σχήμα 4.1 γ) Υπόμνημα υπ' αριθμό 1 [41].



Κροκαλοπαγή, ψευδοφαινοκρυσταλλοπαγή μετά λατυμοπαγών δαβαστολίθων και φαινοκρυσταλλοπαγών παρεμβολών και δαβαστολίθων λατυμοπαγούς όφης (M, k, Stückenkalke). Οι τελευταίοι αποτελούν την όροφή των σιδηρομεταλλευμάτων Κακοπέτρου.

ΣΕΙΡΑ ΤΡΙΠΟΛΕΩΣ

ΑΝΩΤΕΡΟΝ ΚΡΗΤΙΔΙΚΟΝ



΄Ασβεστόλιθοι και δολομίται, συνήθως σκοτεινόχρωοι. Ρουδιότατ κ.δ.

ΑΝΩΤΕΡΟΝ ΙΟΥΡΑΪΚΟΝ



΄Ασβεστόλιθοι σκοτεινόχρωοι. ΄Η ηλικία των συνάγεται μόνον έν συγκρίσει προς τους όπό του Καθ. μαρτρώ χαρακτηρησιόθέντας ός τρισύτους εις τό φύλλον «Πλατανιάς».

΄Αμφότεροι οι άνωτέρω άσβεστόλιθοι απορροιάζονται εις περιωρισμένην έκταση και με ήλαττωμένην άνάπτυξιν.

ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΠΙΚΕΙΜΕΝΟΝ ΕΠΙΚΛΥΣΙΓΕΝΕΙ ΤΩΝ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΘΩΝ

ΑΣΒΕΙΤΟΛΙΘΩΝ

ΤΡΙΑΔΙΚΟΝ

ΑΝΩΤΕΡΟΝ : ΄Ανωτέρα σειρά (φυλλίτινη). Διευθό τάση και της άπομένης σειράς έπάρχει, ένδεχομένως, άσχημονία, μη διαπιστωθήσει όμως μετά βεβαιότητος, λόγω της φήσεως και των έν γένει χαρακτηρηων των συνιστάντων της σειράς ατέας σχηματισμών.

Φυλλίται (ph), χαλιζίται (q), άσβεστόλιθοι (k), δολομίται (m), ρουδιότατα (Rw), γύφοι (G), βασικά έκρηξυγνή (δ) και σιδηρομεταλλεύματα (Fe). Σχετικός διαχωρισμός τούτων έγίνετο, όπου ήτο έφικτός, ός κατωτέρω :

Φυλλίται (ph), γραφειτικοί, χλωριτικοί, ένίοτε αμμανιτικοί κ.δ. Συνιστούν, κυρίως, τά μεσαία ός άνωτέρα μέλη της σειράς. Είς ατέας παρεβάλλονται, ένίοτε, άργιλλικοί σχιστολίθοι και ψαμίται, καθώς επίσης σημαντικοί ένστροφώσις χαλιζιτών (q) και λεπτοστροφωματοειδών ός λεπτοκρυσταλλών άπαιθωματοφόρων (Morphotia κ.δ.) άνωτριαιδικής ηλικίας άσβεστολίθων, ιδίως εις τούς μεσαίους και άνωτέρους όρίζοντας των φυλλιτών. Περιλαμβάνουν, προσίτα, γύφους (G), καθώς και σήματα βασικών έκρηξυγνών, διαβάση κ.δ. (δ) (Χωρίον Λάκκοι κ.δ.), με τά όποια συνδέονται, ένδεχομένως, οι έμφανίστις λεμονίτου (Fe) τωριοχάι χωρίων Σαγής, Φουρνής, Παλ. Ροθώρα), ός και τήσους (περιοχή χωρίον Κοκκοτογρόκου), άκόμη όί και μικρός έμφανίστις όλιγίτου.



΄Ασβεστόλιθοι και δολομίται (Tn k - m), εις μεγίλους όγκους, συχνά κυρλωθόντες όφης, παρεβάλλόμενοι όσπίτως εις τούς φυλλίτας και εις την γειτονίαν των όσπίων παρατηρηόθνται έμφανίστις λεμονίτου (Fe).

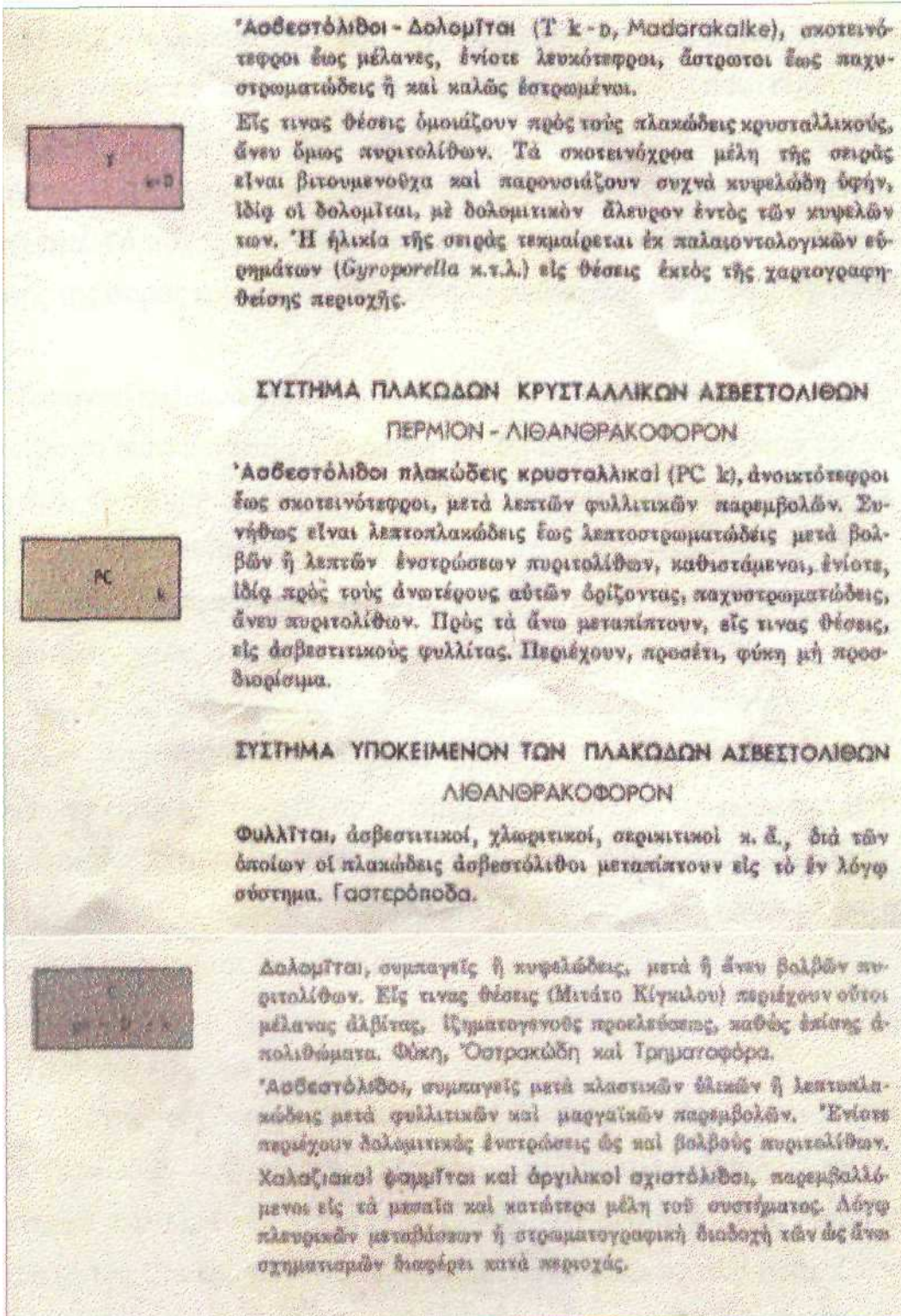


Ρουδιότατα (Rw) ποικίλου μεγίθους και άσχημόσιτου σχήματος, με τά λεπτοστροφωματοειδών ός παχυστροφωματοειδών ή και άστρότων, κρυσταλλικών ός άπύ τό κλειστόν, άσβεστολίθων και φυλλιτιών, ένίοτε, ένστροφώσιων. Συνιστούν τά κατώτερα μέλη της σειράς, εις τό όνομα άσπετρών οι γύφοι (G) (Σούγια, Καρκακωσ κ.δ.), ατέινες, εις τινες θέσεις, άνευρίσκονται και έντός ατέων των φυλλιτών (βλ. άνωτέρω).



ΜΕΣΙΟΝ - ΚΑΤΩΤΕΡΟΝ : Κατώτερα σειρά (άνθρωπινη). Έπίκεινται άσχημόνας τού συστήματος των κρυσταλλικών πλακωθών άσβεστολίθων.

Σχήμα 4.1. β) Υπόμνημα υπ' αριθμό 2 [41].



Σχήμα 4.1. γ) Υπόμνημα υπ' αριθμό 3 [41].

4.3.1 Υδρολογικές – Υδρογεωλογικές Συνθήκες

Στην υδρολογική λεκάνη Κερίτη, οι παραπάνω γεωλογικοί σχηματισμοί που περιγραφησαν έχουν διαφορετικοί υδρολογική συμπεριφορά, που μαζί με την τεκτονική τους, δηλαδή τον τρόπο τοποθέτησης τους στον χώρο, καθορίζουν το υδρογεωλογικό καθεστώς στην περιοχή. Σημαντική είναι η παρουσία δύο βασικών υδρογεωλογικών συστημάτων και ενός δευτερεύοντος (ως προς τον τρόπο λειτουργίας τους και όχι ως προς την δυναμικότητα τους) τα συστήματα αυτά είναι:

1) Το υπόγειο υδρογεωλογικό σύστημα των περάτων ανθρακικών σχηματισμών, που βρίσκονται στην ανατολική της λεκάνης Μυλωνιανά- Φουρνές – Μεσκλά, με κύρια τροφοδοσία από τους νοτιότερα ευρισκόμενους ασβεστολιθικούς σχηματισμούς, που επιτείνονται έως τον κύριο ορεινό ανθρακικό όγκο των Λευκών Ορέων. Στο βόρειο τμήμα του ο ανθρακικός αυτός σχηματισμός διακόπτεται τεκτονικά (Μυλωνιανά, Αγυιά) με ρήγμα διεύθυνσης Α-Δ που έχει σαν αποτέλεσμα την πλευρική επαφή με τον αδιαπέρατο φυλλιτικό σχηματισμό (που βρίσκεται βορειότερα) και την δημιουργία των νερών υπερπλήρωσης της Αγυιάς σε υψόμετρο 40 m περίπου (Πλάτανος – Κολύμπα – Καλαμιώνας).

Εκτός του συνολικού όγκου νερού των ετησίων απορροών της πηγής Αγυιάς πρέπει να τονισθεί η ύπαρξη ενός μόνιμου αποθέματος στην λεκάνη τροφοδοσίας των πηγών του οποίου δεν είναι γνωστό ούτε το μέγεθος, ούτε η ποσότητα νερού, ούτε τα υδραυλικά χαρακτηριστικά του. Εκτιμάται όμως η ύπαρξη μεγαλύτερων ποσοτήτων ύδατος από αυτές που απορρέουν ετησίως από τις πηγές. Αναφέρεται ότι στη λεκάνη τροφοδοσίας των πηγών λειτουργούν τρεις γεωτρήσεις, του ΟΑΔΥΚ, στα Μυλωνιανά με 2.700m³/h και δύο στο Φουρνέ με 260 m³/h (μερική αναρίθμηση των πηγών. Ποιοτικά το νερό των πηγών της Αγυιάς είναι καλής ποιότητας κατάλληλο για υδρευτική και αρδευτική χρήση, ενώ το νερό των πηγών του Καλαμιώνα παρουσιάζει αυξημένη αγωγιμότητα, λόγω της παρουσίας Γύψων (μεγάλη συγκέντρωση σε θειικά). Επίσης, πιθανή είναι η παρουσία υδρόθειου.

2) Ένα επιφανειακό υδρογεωλογικό σύστημα των Φυλλιτών- Χαλαζιτών στο νότιο τμήμα της λεκάνης, ο οποίος σαν αδιαπέρατος σχηματισμός συγκεντρώνουν επιφανειακά τις βροχοπτώσεις που πέφτουν πάνω στους χείμαρρους Μαύρο ποταμό, Βαλσαμιώτη, Φασάς, Αλικιανιώτης και οι οποίοι συγκλίνουν στον Κερίτη στο ύψος του Σκινέ – Αλικιανού. Στοιχεία για τις απορροές των ποταμών αυτών δεν υπάρχουν.

Στο ΝΑ τμήμα των φυλλιτών στο χωριό Μεσκλά και στην τεκτονική επαφή τους με τους ασβεστόλιθους που επεκτείνονται νοτιότερα, σε υψόμετρο 210 m, εμφανίζονται οι πηγές των Μεσκλών (Παναγιά – Κεφαλοβρύσια) με τροφοδοσία από τους ασβεστόλιθους και απορροή επιφανειακά επί των φυλλιτών του Κερίτη. Ποιοτικά το νερό των Μεσκλών είναι καλό.

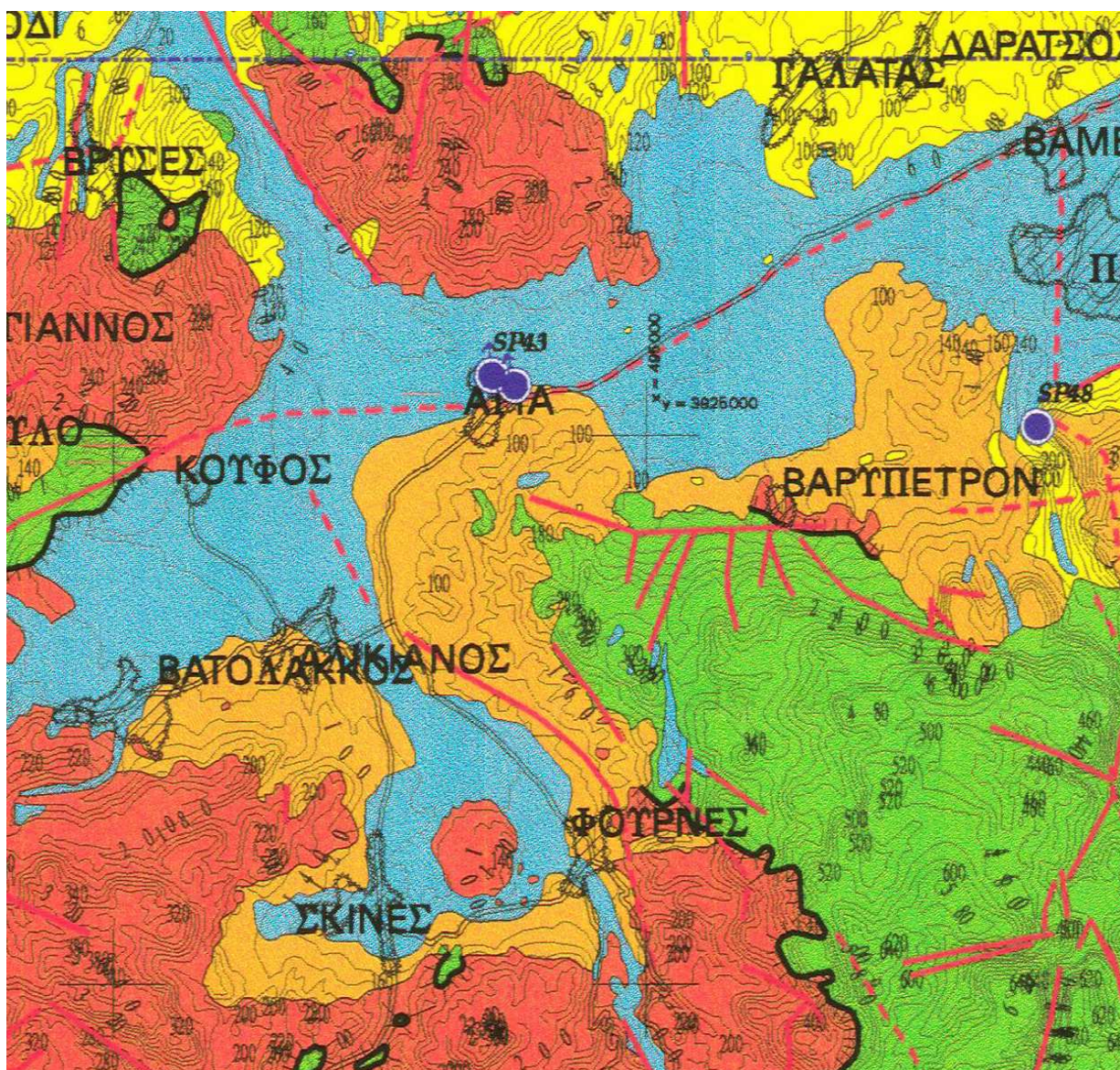
3) Στο δευτερεύον υδρογεωλογικό σύστημα των τεταρτογενών αποθέσεων, που υπέρκειται των φυλλιτών στο κεντρικό τμήμα της λεκάνης Κερίτη και στα χωριά Σκινές, Αλικιανός, Φουρνές, Βατόλακος, Κουφός η τροφοδοσία γίνεται από τον Κερίτη, από την απ' ευθείας επιφανειακή απορροή των φυλλιτών, που βρίσκονται νοτιότερα και από τις υπόγειες πλευρικές μεταγίσεις των ανάντη ευρισκομένων ανθρακικών σχηματισμών.

Πρέπει να τονιστεί η ιδιαιτερότητα αυτής της λεκάνης των τεταρτογενών ως προς την ποιότητα του νερού, η οποία παρουσιάζεται διαφορετική στην περιοχή Σκινέ - Αλικιανού στο νότιο τμήμα της, από εκείνο του Κουφού, ΒΔ τμήμα, γεγονός που οδηγεί στην σκέψη της ύπαρξης δύο υπολεκανών στη περιοχή. Επίσης, γίνεται εκμετάλλευση της υδρογεωλογικής λεκάνης των τεταρτογενών με αξιόλογες γεωτρήσεις μεγάλων παροχών με μικρές πτώσεις στάθμης, γεγονός που δεικνύει και την δυναμικότητα του υδροφορέα η οποία υπολογίζεται, σύμφωνα με τη μελέτη για

την αξιοποίηση του υδατικού δυναμικού Δυτικής Κρήτης (ΟΑΔΥΚ), ότι η υδατοχωρική της λεκάνης είναι της τάξεως των 22.000.000 m³.

Τονίζεται ότι είναι δυνατή η αύξηση της ποσότητας νερού που εκμεταλλεύεται από τη λεκάνη των τεταρτογενών.

Παρακάτω παρουσιάζεται ο υδρολιθολογικός χάρτης της μελετούμενης περιοχής. Κοντά στην περιοχή της Αγιάς, η οποία και μας ενδιαφέρει, παρατηρούνται μειοκαινικές αποθέσεις μέτριας έως μικρής διαπερατότητας, κροκαλοπαγή και μαργαικοί ασβεστόλιθοι. Αναπτύσσονται επιμέρους υπόγειες υδροφορίες μέσου έως μικρού δυναμικού. Νοτιοδυτικά και νοτιοανατολικά της περιοχής της Αγιάς έχουμε μικρά δείγματα πρακτικά αδιαπέρατων ή εκλεκτικής κυκλοφορίας σχηματισμών μικρής ή μεγάλης διαπερατότητας. Έχουμε εναλλαγές χαλαζιτών και μαρμάρων. Νοτιοανατολικά της περιοχής επίσης, παρατηρούνται σχηματισμοί υψηλής έως μέτριας υδροπερατότητας, ρωγμές, οπότε η κυκλοφορία του νερού εδώ γίνεται μέσω δευτερογενούς πορώδους. Επίσης έχουμε στην ίδια θέση την εμφάνιση γύψων όπου αναπτύσσεται υψηλού δυναμικού υπόγεια υδροφορία εξαιτίας της διάλυσης τους, “ψευδοκάρστ” με υψηλή περιεκτικότητα σε θειικά ιόντα [39].



Χάρτης 4.6. Υδρολιθολογικός χάρτης [41].

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

ΚΑΡΣΤΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Υψηλής έως μέτριας υδροπερατότητας (K1)

Η κυκλοφορία του νερού γίνεται εδώ μέσω του δευτερογενούς πορώδους (ρωγμές, καρστικά κενά). Ασβεστόλιθοι, δολομίτες, κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι, μάρμαρα υψηλής έως μέτριας υδροπερατότητας. Κατατάσσονται εδώ οι έντονα καρστικοποιημένοι ανθρακικοί σχηματισμοί της ζώνης της Τρίπολης, τα ανθρακικά Τρυπαλιού και οι κρυσταλλικοί Τριαδικό ασβεστόλιθοι και δολομίτες της Ιονίου ζώνης. Αναπτύσσονται εδώ υψηλού δυναμικού υπόγειες υδροφορίες που εκφορτίζονται μέσω μεγάλων καρστικών πηγών.

Μέτριας έως μικρής υδροπερατότητας (K2)

Ασβεστόλιθοι μέτριας έως μικρής υδροπερατότητας. Κατατάσσονται εδώ οι ασβεστόλιθοι της ζώνης της Πίνδου, οι κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι Ιουραϊκής - Ηωκαινικής ηλικίας της Ιονίου ζώνης και οι μικρότερες ανθρακικές εμφανίσεις των εσωτερικών καλυμμάτων. Η κυκλοφορία του νερού στους σχηματισμούς αυτούς ελέγχεται από τις παρεμβολές πυριτολίθων, κερατολίθων, αργιλικών σχιστολίθων. Αναπτύσσονται εδώ μέσου έως μικρού δυναμικού υπόγειες υδροφορίες. Κατά θέσεις οι σχηματισμοί αυτοί αποτελούν το υδρογεωλογικό υπόβαθρο των υψηλής υδροπερατότητας ανθρακικών σχηματισμών, όταν έχουν μικρή υδροπερατότητα και η τεκτονική θέση τους το επιτρέπει.

Μειοκαινικά ασβεστολιθικά λατυποκροκαλοπαγή Τοπολιών, μέτριας έως υψηλής υδροπερατότητας (K3) Παρουσιάζουν τόσο πρωτογενές όσο και δευτερογενές πορώδες. Αναπτύσσονται εδώ αξιόλογες υδροφορίες που εκφορτίζονται μέσω αξιόλογων πηγών.

ΠΟΡΩΔΕΙΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Κοκκώδεις προσχωματικές κυρίως αποθέσεις κυμαινόμενης υδροπερατότητας (Π1)

Η κυκλοφορία του νερού στις αποθέσεις αυτές γίνεται μέσω του πρωτογενούς πορώδους (πορώδες κόκκων). Κατατάσσονται εδώ οι αλλουβιακές αποθέσεις, οι ποτάμιες και θαλάσσιες αναβαθμίδες, τα κροκαλοπαγή ποτάμια πρόελευσης, τα πλευρικά κορήματα και οι κώνοι κορημάτων. Στις περιπτώσεις που οι σχηματισμοί των πλευρικών κορημάτων, των κώνων κορημάτων και των αναβαθμιδών καλύπτουν μικρή έκταση και έχουν μικρό πάχος δεν έχουν υδρογεωλογική σημασία. Αναπτύσσονται ιδιαίτερα στις σύγχρονες αποθέσεις των ποταμών και χειμάρρων αξιόλογες φρεάτιες υδροφορίες. Κοντά στη θάλασσα οι υδροφορίες αυτές έχουν υποστεί κατά θέσεις, υποβάθμιση εξαιτίας υφαλμύρισης.

Μειοκαινικές και πλειοκαινικές αποθέσεις μέτριας έως μικρής υδροπερατότητας (Π2).

Η κυκλοφορία του νερού γίνεται μέσω του πρωτογενούς πορώδους (πορώδες κόκκων). Κατατάσσονται εδώ τα κροκαλοπαγή και οι μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι των νεογενών σχηματισμών. Καταλαμβάνουν τις παρυφές των ορεινών ασβεστολιθικών όγκων και μερικές φορές τροφοδοτούνται πλευρικά από τους ασβεστολίθους όταν η πιεζομετρία το επιτρέπει. Αναπτύσσονται εδώ επιμέρους υπόγειες υδροφορίες μέσου έως μικρού δυναμικού.

Κοκκώδεις μη προσχωματικές αποθέσεις μικρής έως πολύ μικρής υδροπερατότητας (Π3)

Κατατάσσονται εδώ οι πλειοκαινικές και μειοκαινικές μίργες, καθώς και ο αδιάιρετος σχηματισμός του νεογενούς. Τοπικά στον αδιάιρετο σχηματισμό των νεογενών αναμένεται η ανάπτυξη υδροφοριών μέσα σε παρεμβολές κροκαλοπαγών ή μαργαϊκών ασβεστολίθων. Κατά θέσεις στις νεογενείς αποθέσεις αναπτύσσονται στρώματα γύψου που παρουσιάζουν αξιόλογη υδροφορία έντονα υποβαθμισμένη εξαιτίας των θειικών ιόντων.

ΑΔΙΑΠΕΡΑΤΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Πρακτικά αδιαπερατοί σχηματισμοί μικρής έως πολύ μικρής υδροπερατότητας (A1)

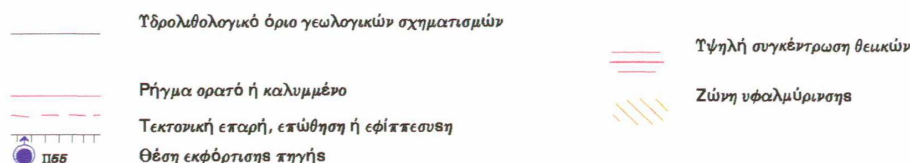
Περιλαμβάνονται εδώ οι σχηματισμοί του φλύσχη των διαφόρων ζωνών. Κατά θέσεις εντός των στρωμάτων του φλύσχη αναπτύσσονται τοπικού χαρακτήρα υδροφορίες μικρού έως μέσου δυναμικού.

Πρακτικά αδιαπερατοί ή εκλεκτικής κυκλοφορίας σχηματισμοί μικρής έως πολύ μικρής διαπερατότητας (A2)

Κατατάσσονται εδώ τα μεταμορφωμένα και πυριγενή πετρώματα των διαφόρων ζωνών και καλυμμάτων. Κατά θέσεις στους σχηματισμούς αυτούς, τόσο εξαιτίας του έντονου κερματισμού τους όσο και εξαιτίας της πετρολογικής σύνθεσής τους (π.χ. εκαλλαγές χαλαζιτών, μαρμάρων) αναπτύσσονται επιμέρους, τοπικού χαρακτήρα, υδροφορίες.

ΓΥΨΟΙ

Στο σχηματισμό των γύψων αναπτύσσεται υψηλού δυναμικού υπόγεια υδροφορία εξαιτίας της διάλυσης τους "ψευδοκαρστ" με υψηλή περιεκτικότητα σε θειικά ιόντα.



Παρατηρήσεις: Η ψηφιοποίηση των γεωλογικών ορίων προέρχεται από τα εκτυπωμένα και υπό έκδοση Φύλλα Γεωλογικών Χαρτών του ΙΓΜΕ κλίμακας 1:50000 και γεωλογικές παρατηρήσεις που έγιναν στα πλαίσια της παρούσας μελέτης.

Σχήμα 4.2. Υπόμνημα Υδρολιθολογικού χάρτη [41].

Η κατείσδυση στους ασβεστόλιθους στον υπολογισμό του υδατικού ισοζυγίου, λαμβάνεται ίση με 55%, με βάση τα δεδομένα της νήσου Κρήτης και ειδικά, δεδομένα που αναφέρονται στα Λευκά Όρη για το σύνολο της επιφάνειας των ασβεστόλιθων σε σχέση με την εκτίμηση του συνόλου των εκφορτίσεων των υδροφοριών οι οποίες προέρχονται από αυτές. Η εκτίμηση αυτή βασίζεται και σε βιβλιογραφικά δεδομένα για τη νήσο Κρήτη. [48]

Ο υπολογισμός των μέσων ετήσιων εκροών κατά την περίοδο 1977 - 1997 (περίοδος που λαμβάνονται υπόψη τα βροχομετρικά δεδομένα), είχε αρκετές δυσκολίες λόγω έλλειψης στοιχείων. Ωστόσο, με συσχέτιση όλων των δεδομένων, για τον προσδιορισμό των μέσων ετήσιων εκροών του υδροφόρου ορίζοντα στο διάστημα 1977 -1997, προκύπτει το ακόλουθο μέσο ετήσιο ισοζύγιο για αυτή την περίοδο.

Η κατείσδυση υπολογίζεται σε ποσοστό 55% του μέσου ετήσιου ύψους βροχής και έτσι η ποσότητα που κατεισδύει είναι $129 \cdot 10^6 \text{m}^3$. Η διήθηση υπολογίζεται σε ποσοστό 10% του μέσου ετήσιου ύψους βροχής και έτσι η μέση ετήσια ποσότητα που διηθείται στους ανθρακικούς σχηματισμούς από την απορροή της ανάντη επιφάνειας σχιστόλιθων είναι $1 \cdot 10^6 \text{m}^3$. Το σύνολο λοιπόν εισροών της καρστικής υδροφορίας της υδρογεωλογικής λεκάνης της Αγυιάς είναι $130 \cdot 10^6 \text{m}^3$.

Με βάση τα διαθέσιμα δεδομένα είναι πολύ δύσκολη η προσέγγιση του υδατικού ισοζυγίου για την περίοδο 1977-1997. Έτσι ο υπολογισμός του υδατικού ισοζυγίου μπορεί θεωρητικά πάντα, να βασισθεί μόνο σε ένα συνδυασμό δεδομένων υδρομετρήσεων της περιόδου Φεβρουάριος 1999 -Ιανουάριος 2000 και των ετήσιων βροχομετρικών στοιχείων της περιόδου 1977 - 1997. Στους υπολογισμούς αυτούς λαμβάνονται υπόψη οι εκφορτίσεις των πηγών Μεσκλών, οι οποίες απορρέουν στο Κερίτη σε όλο το πεδινό τμήμα του, ενώ αφαιρούνται οι απορροές των πηγών Αγυιάς.

Από τα παραπάνω γίνεται προφανές, ότι μόνο εκτιμητικά είναι δυνατή η προσέγγιση του υδατικού ισοζυγίου στην ενότητα αυτή για την περίοδο 1977 - 1997, το οποίο διαμορφώνεται:

Επιφανειακές απορροές (αφαιρούνται οι διηθήσεις):

$$\text{Υδρολογική λεκάνη Κερίτη} = 22,3 \cdot 10^6 \text{m}^3/\text{yr}$$

Κατείσδυση από βροχοπτώσεις:

$$\text{Υδρολογική λεκάνη Κερίτη} = 2,3 \cdot 10^6 \text{m}^3/\text{yr}$$

(υπολεκάνη Φουρνέ = $0,1 \cdot 10^6 \text{m}^3/\text{yr}$, υπολεκάνη Σκινέ = $0,0 \cdot 10^6 \text{m}^3/\text{yr}$, υπολεκάνη Κουφού = $0,3 \cdot 10^6 \text{m}^3/\text{yr}$, υπόλοιπη επιφάνεια = $1,9 \cdot 10^6 \text{m}^3/\text{yr}$) [43].

4.3.2 Κλιματολογικά στοιχεία

Ο τύπος κλίματος της Κρήτης είναι ένας μεταβατικός ενδιάμεσος τύπος μεταξύ του χερσαίου Μεσογειακού και ερημοειδούς Μεσογειακού, στο οποίο υπάγεται κυρίως η νοτιοανατολική Κρήτη. Το κύριο χαρακτηριστικό του κλίματος είναι η γλυκύτητα και η ηπιότητα. Η ψυχρή εποχή είναι ήπια και σε αυτό συντελεί η συχνή άφιξη στην περιοχή των θερμών και υγρών ΝΔ αερίων μαζών.

Ο νομός Χανίων ανήκει στις πεδινές και ημιορεινές περιοχές του στον ύφυγρο βιοκλιματικό όροφο με χειμώνα θερμό ήπιο ή ψυχρό, ενώ οι ορεινές περιοχές του ανήκουν στον υγρό βιοκλιματικό όροφο με χειμώνα ήπιο ή ψυχρό. Ένα πολύ μικρό μέρος των πολύ ορεινών περιοχών του νομού ανήκει στον υγρό βιοκλιματικό όροφο με χειμώνα δριμύ.

Συγκεκριμένα στην περιοχή ενδιαφέροντος το κλίμα είναι μεσογειακό με θερμό και ξηρό καλοκαίρι και βροχερό και ήπιο χειμώνα. Ο χειμώνας αρχίζει το

δεύτερο δεκαήμερο του Νοεμβρίου και παρατείνεται μέχρι το Μάρτιο με πολλές βροχοπτώσεις. Η άνοιξη είναι μικρής διάρκειας, από τον Απρίλιο έως αρχές Μαΐου και παρουσιάζει μικρές βροχοπτώσεις. Το καλοκαίρι αρχίζει συνήθως μέσα Μαΐου και διαρκεί έως τέλος Σεπτεμβρίου με λίγες βροχοπτώσεις κατά το μήνα αυτό. Ολικό παγετοί δεν εμφανίζονται στην περιοχή ενώ οι μερικοί ή λευκοί αποτελούν σπάνιο φαινόμενο. Οι χιονοπτώσεις είναι σπάνιες και δεν δημιουργούν πρόβλημα στα χαμηλά υψόμετρα. Το χαλάζι είναι ένα σπάνιο φαινόμενο στα χαμηλά υψόμετρα, έχει μικρό μέγεθος και δεν προκαλεί ζημιές. Η θερμοκρασία ελάχιστες φορές με εξαίρεση τα μεγάλα υψόμετρα (Ζούρβα) πέφτει υπό το μηδέν. Οι άνεμοι που παρατηρούνται συνήθως στην περιοχή είναι Δυτικοί και Βορειοδυτικοί μέσης εντάσεως. Οι παραπάνω λόγοι εξηγούν τη μεγάλη ευδοκίμηση των καλλιεργειών στην περιοχή και ειδικότερα των εσπεριδοειδών [43].

4.3.3 Υδρολογικά μετεωρολογικά δεδομένα

Υπάρχουν κάποια μετεωρολογικά δεδομένα για τον Αλικιανό. Ο κωδικός του μετεωρολογικού σταθμού είναι: MT4, η τοποθεσία ΕΓΣΑ 87, με Χ: 492238,8 και Τ: 3922540, υψόμετρο: 66,3 μ, μετρήθηκαν οι εξής παράμετροι ΡΗ: βροχόπτωση, ΕΗ: εξάτμιση, ΤΗ: θερμοκρασία. Η περίοδος μετρήσεων της βροχόπτωσης έγιναν από 1/1971 μέχρι 8/1993, οι μετρήσεις για την εξάτμιση έγιναν από 1/1971 μέχρι 12/1990 τέλος οι μετρήσεις της θερμοκρασίας έγιναν από 1/1986 μέχρι 12/1990 [7].

4.3.3.1 Θερμοκρασία

Στο νομό Χανίων υπάρχουν 5 σταθμοί μέτρησης της θερμοκρασίας αέρος, Αγροκηπίου, Αλικιανού, Καλυβών, Βάμου και Σούδας. Περισσότερο ενδιαφέρουσες είναι οι μετρήσεις του σταθμού του Αλικιανού, ο οποίος βρίσκεται εντός της περιοχής μελέτης. Από την αξιολόγηση των θερμοκρασιακών δεδομένων του σταθμού προέκυψαν τα εξής:

Σταθμός °C	Μέση ετήσια θερμοκρασία	Μέση ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία	Μέση μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία	Ετήσιο θερμομετρικό εύρος
Αλικιανός	16,96	8	26,0	18,0

Το κλίμα της Κρήτης θεωρείται προνομιούχο και αυτό οφείλεται στην κεντρική θέση που κατέχει η νήσος στην Ανατολική Μεσόγειο. Ο χειμώνας αρχίζει κατά τα μέσα Δεκεμβρίου και είναι ήπιος, ενώ ψυχρότερος μήνας του έτους είναι ο Φεβρουάριος ο οποίος διαφέρει ελάχιστα από τον Ιανουάριο. Θερμότερος μήνας του έτους είναι ο Ιούλιος με μέση υπερετήσια θερμοκρασία περίπου 25 °C. Ο Ιούνιος εμφανίζει χαμηλότερη θερμοκρασία τόσο από τον Ιούλιο όσο και από τον Αύγουστο, παρουσιάζοντας ίδια επίπεδα θερμοκρασίας με τον Σεπτέμβριο, ο οποίος παρουσιάζει μέση υπερετήσια θερμοκρασία περίπου 21,5 °C (Αλικιανός). Οι θερμοκρασίες αυτές προσδιορίζουν σε μεγάλο βαθμό τη χρονική διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου, η οποία στην περιοχή μελέτης καλύπτει τουλάχιστον 4 μήνες. Η εικόνα διαφοροποιείται σημαντικά στα ορεινά όπου οι μέσες θερμοκρασίες είναι χαμηλότερες, οι θερμοκρασιακές αποκλίσεις εντονότερες και οι θερμοκρασίες κατά τους χειμερινούς μήνες σημαντικά χαμηλότερες. Με βάση τα

παραπάνω μπορούμε να καταλήξουμε στα εξής συμπεράσματα:1)Η πεδινή ζώνη της Κρήτης αποτελεί κλιματικά μια μετάβαση από το Μεσογειακό προς το ημιορημικό κλίμα.2)Χαρακτηρίζεται από μικρό ύψος βροχοπτώσεων, ήπιο χειμώνα και ξηρή περίοδο μεγάλης διάρκειας.

3) Το θέρος λόγω θαλάσσιας αύρας και των ετήσιων ανέμων είναι σχετικά δροσερό και διαρκεί από τον Ιούνιο έως τον Σεπτέμβριο. Θερμότεροι μήνες είναι ο Ιούλιος και ο Αύγουστος. Στην περιοχή αυτή δεν παρατηρείται ποτέ παγετός και η θερμοκρασία σπάνια πέφτει κάτω από 0 °C. Οι θερμοκρασιακές αποκλίσεις είναι ήπιες.

4)Η ορεινή ζώνη της Κρήτης εμφανίζει μεγαλύτερες θερμοκρασιακές αποκλίσεις, μέση ετήσια θερμοκρασία 2-3 °C χαμηλότερη από την πεδινή ζώνη. Η μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα ταυτίζεται με τα επίπεδα των πεδινών σταθμών, ενώ η μέση θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα είναι κατά 3 °C χαμηλότερη [7].

4.3.3.2 Υγρασία

Η μέση ατμοσφαιρική σχετική υγρασία είναι σε ολόκληρη τη βόρεια Κρήτη ελάχιστη τον Ιούνιο και μέγιστη τον Δεκέμβριο. Μεταξύ των βορείων σταθμών η μέση ελάχιστη μηνιαία σχετική υγρασία μειώνεται από τα ανατολικά προς τα δυτικά. Οι χαμηλές τιμές υγρασίας τους καλοκαιρινούς μήνες, ιδιαίτερα στη νότια Κρήτη, καθιστούν το θέρος ευχάριστο και δε δημιουργούν συνθήκες δυσφορίας.

4.3.3.3 Βροχόπτωση

Η μέση ετήσια βροχόπτωση στους σταθμούς Αλικιανού και Σούδας 824mm και 600mm αντίστοιχα.

Η Κρήτη γενικά παρουσιάζει σημαντική ανισοκατανομή του ετήσιου όγκου βροχόπτωσης, τόσο γεωγραφικά όσο και φυσιογραφικά, εμφανίζοντας βροχοβαθμίδα από τις μεγαλύτερες στην Ελλάδα.

Η μέση μηνιαία βροχόπτωση είναι μέγιστη τον Δεκέμβριο ή τον Ιανουάριο και ελάχιστη τον Ιούλιο και τον Αύγουστο, οι οποίοι είναι σχεδόν άνομβροι σε ολόκληρη την πεδινή Κρήτη. Το 25% της ετήσιας βροχόπτωσης συμβαίνει κατά τη διάρκεια του βροχότερου μήνα. Ο μηνιαίος αριθμός ημερών βροχής κυμαίνεται από 0,3 έως 15 ημέρες για Δεκέμβριο/Ιανουάριο και Ιούλιο/Αύγουστο αντίστοιχα. Ο μέσος αριθμός ημερών βροχής στην Κρήτη ανέρχεται σε 90 ημέρες περίπου. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται οι μέσες μηνιαίες και ετήσιες βροχοπτώσεις σε mm, η μέση τιμή ημερών βροχής κατά μήνα και έτος καθώς και η εξάτμιση όπως υπολογίστηκε από παρατηρήσεις 50 ετών στην περιοχή της λεκάνης της Αγυιάς.

Πίνακας 4.8. Μέσος αριθμός ημερών βροχής στην Κρήτη [40].

ΜΗΝΕΣ	ΜΕΣΟΣ ΜΗΝΙΑΙΟΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΙΣ Βροχοπτώσεις	ΗΜΕΡΕΣ ΒΡΟΧΕΣ	ΕΞΑΤΜΙΣΗ ΑΠΟ ΕΞΑΤΜΙΣΟΜΕΤΡΟ
Ιανουάριος	176,4	15,3	15
Φεβρουάριος	137	14,3	40
Μάρτιος	119,5	10,5	67
Απρίλιος	52,8	7	117
Μάιος	9,9	3,4	175
Ιούνιος	5,8	0,9	235
Ιούλιος	0,9	0,5	246
Αύγουστος	4,9	0,6	207
Σεπτέμβριος	24,3	2,7	142
Οκτώβριος	82,1	7,8	81
Νοέμβριος	111,2	11,4	3
Δεκέμβριος	125,9	14,5	30
Μ.Ο	850,7	89	1412

4.3.3.4 Άνεμοι

Καθ'όλη τη διάρκεια του έτους επικρατούν κυρίως βόρειοι και βορειοδυτικοί άνεμοι. Η νηνεμία καλύπτει ετήσιο ποσοστό της τάξης του 20 % στους πεδινούς σταθμούς της ανατολικής Κρήτης και το 30% στους ορεινούς. Η μέγιστη μηνιαία ένταση ανέμων εμφανίζεται στην Σητεία και την Ιεράπετρα τον Ιούλιο (5,82 και 6,84 m/sec αντίστοιχα). Στους σταθμούς δυτικής Κρήτης η μέγιστη μηνιαία ένταση ανέμων εμφανίζεται κατά το Φεβρουάριο και Μάρτιο, είναι δε σημαντικά χαμηλότερη της τάξης των 4 m/sec.

4.3.3.5 Νέφωση-ηλιοφάνεια-ομίχλη

Η ηλιοφάνεια είναι ιδιαίτερα υψηλή σε ολόκληρο το νησί. Ο μέσος ετήσιος αριθμός ωρών ηλιοφάνειας ανέρχεται σε 2700 ώρες περίπου στη βόρεια Κρήτη, ενώ στη νότια είναι κατά 10% τουλάχιστον υψηλότερος ανερχόμενος σε 3000 περίπου ώρες. Ο αριθμός ωρών ηλιοφάνειας στην Ιεράπετρα είναι ο μεγαλύτερος στην Ελλάδα και φτάνει τις 3068. Η μέση νέφωση κυμαίνεται μεταξύ 5/8 τον Ιανουάριο και 0,6-1/8 τον Ιούλιο. Ο μέσος αριθμός αίθριων ημερών (νέφωση μεταξύ 0-1,5/8) κυμαίνεται μεταξύ 3 τον Ιανουάριο και 28 ημερών τον Ιούλιο περίπου στις πεδινές περιοχές, ενώ στις ορεινές ο αριθμός κατά τους θερινούς μήνες είναι κατά 30% μικρότερος.

Η ομίχλη, όπως και η πάχνη είναι σπάνιο φαινόμενο για την Κρήτη. Ο μέσος αριθμός ημερών ομίχλης είναι λιγότερος από 1 μέρα για τους πεδινούς σταθμούς και περίπου 15 για τους ορεινούς [40].

4.5 Υδατικό δυναμικό

Η γεωλογία και η τεκτονική του νομού καθορίζει τους υπόγειους υδροκρίτες, οι οποίοι με την σειρά τους κατευθύνουν την κίνηση του υπόγειου νερού και σχηματίζουν τους υπόγειους ταμιευτήρες. Το σύνολο του νερού μιας περιοχής, επιφανειακό και υπόγειο, ο τρόπος που κινείται, οι αλληλοεπιδράσεις μεταξύ επιφανειακού και υπόγειου νερού, επιφανειακοί και υπόγειοι υδροκρίτες μαζί, καθορίζουν την έννοια της απορροής ποταμού λεκάνης. Αυτή ορίζεται σαν μια αυτόνομη εδαφική έκταση από την οποία συγκεντρώνεται το σύνολο της απορροής του νερού, και παροχετεύεται στην θάλασσα με ενιαίο στόμιο ποταμού.

Πίνακας 4. 9..Υδατικό δυναμικό της Περιοχής [43].

Λεκανες και Δήμοι	Συν. Έκταση (στρέμματα)	Συν. Γεωργική Γη (στρέμματα)	Συν. αρδευόμενη Έκταση (στρέμματα)	Αρδεθείσα έκταση με κύριες καλλιέργειες (στρέμματα)	Ανάγκες νερού ήδη αρδευόμενης έκτασης (10^6 m ³ /έτος)
Μουσούρων	192320	63068	21873	63068	11,1
Χανίων	12590	156	156	156	0,1
	113600	21201	9713	21102	4,6
Δ.Πλατανιά	75460	54117	35234	36234	14,5
	22240	5858	3400	3089	1,2
	19020	13020	12638	12638	6,2
Δ.Θερίσου	73390	25174	19340	22722	8,7
	23010	14518	12896	14428	4,4
	544220	197112	115250	173437	50,8

Με βάση όλα τα παραπάνω στοιχεία παρατηρούμε ότι:

- Οι υδατικές ανάγκες άρδευσης Ιουλίου/ Αυγούστου υπερβαίνουν το 50% των συνολικών.
- Οι μόνιμοι κάτοικοι της περιοχής είναι 6.887 (απογραφή 2001)
- Η ύδρευση της περιοχής απαιτεί περίπου $5 \cdot 10^6$ m³ /έτος νερού

Η λεκάνη βρίσκεται στο βορειοκεντρικό τμήμα του νομού. Δια μέσου αυτής απορρέει σημαντικός όγκος νερού του καρστικού συστήματος των Λευκών Ορέων ($140-150 \cdot 10^6$ m³/έτος, υδρολογική μελέτη Κάμπου Χανίων) Κύρια υδρολογικά χαρακτηριστικά της λεκάνης είναι: Οι καρστικές πηγές Μεσκλών (Κεφαλοβρύσια, Παναγιά, Νικολιανά). Η μέση ετήσια απορροή είναι πλέον των $30 \cdot 10^6$ m³ νερού (Υδρολογικά στοιχεία νήσου Κρήτης). Εμφανίζονται σε απόλυτο υψόμετρο 210 m. Το υδρογράφημα των πηγών δείχνει την γρήγορη απορροή με πλημμυρικές παροχές που ελαχιστοποιούνται τους καλοκαιρινούς μήνες (Δ.Ε.Β.). Η μέση παροχή έτους είναι 3500 m³/M. Η μέση παροχή Μαρτίου είναι 7200 m³/h και η μέση παροχή Σεπτεμβρίου 650 m³/h [43].

5. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΟΤΑΜΟΥ ΚΕΡΙΤΗ

Στον πίνακα 5-1 παρουσιάζονται χημικές αναλύσεις από δείγματα νερού από τον ποταμό Κερίτη, που πραγματοποιήθηκαν κατά τον Απρίλιο 2000, ενώ στον πίνακα 5-3 παρουσιάζεται η στατιστική επεξεργασία των μετρήσεων αυτών. Στους πίνακες 5-4 και 5-5 δίνονται αντίστοιχα μικροβιολογικές και χημικές αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν από την ΔΕΥΑΧ στην Αγυιά και στα Μυλωνιανά κατά το 2000 και 2001 όπου διαφαίνεται σαφώς ότι υφίστανται μόνο αμελητέες μολύνσεις από κολοβακτηρίδια.

Ειδικότερα από τον πίνακα 5-2 μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι κατά μέσο όρο, το ΡΗ του νερού κυμαίνεται μεταξύ του 6,58 (ελαφρός όξινο) που εμφανίζεται στο Βατόλακο και του 8,27 (αλκαλικό) που εμφανίζεται στα Μυλωνιανά. Επίσης, διαφαίνεται ότι το νερό στο Ψαθόγιαννο πρέπει να εμφανίζει μεγάλη συγκέντρωση αλάτων καθώς η αγωγιμότητά του είναι ιδιαίτερα υψηλή. Αν και το συμπέρασμα αυτό δεν μπορεί να είναι ασφαλές καθώς δεν υπάρχουν πολλές μετρήσεις για την συγκεκριμένη περιοχή, ωστόσο υποστηρίζεται από τις επιμέρους αυξημένες συγκεντρώσεις των στοιχείων και ενώσεων. Ειδικότερα, ο Ψαθόγιαννος εμφανίζει τις μεγαλύτερες κατά μέσο όρο συγκεντρώσεις Cl^- , SO_4^{2-} , Mg^{2+} και Ca^{2+} σε όλη την γύρω του ποταμού Κερίτη περιοχή ενώ εμφανίζει και υψηλές συγκεντρώσεις HCO_3^- , Na^+ και NaCl καθώς και την υψηλότερη μόνιμη σκληρότητα νερού σε όλη την περιοχή.

Παρατηρώντας επίσης τις επιμέρους συγκεντρώσεις των στοιχείων και ενώσεων ανά διαμέρισμα (πιν. 5-2) προκύπτει ότι ο Βατόλακος, τα Μεσκλά, τα Μυλωνιανά και τα Περιβόλια έχουν σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις στοιχείων και ενώσεων σημαντικών ως προς την ρύπανση του περιβάλλοντος. Οι ίδιες περιοχές εμφανίζουν επιπλέον και χαμηλές τιμές σκληρότητας νερού.

Για σύγκριση της χρονικής μεταβολής της ρύπανσης του ποταμού Κερίτη, παρατίθενται στο σχήμα 5.1, παλαιότερες χημικές αναλύσεις νερού από την περιοχή της Αγυιάς. Συγκεκριμένα, δίνονται οι αναλύσεις για τον Απρίλιο 1999, Οκτώβριο 1999 και του Απριλίου 2000. Παρατηρείται μια φθίνουσα τάση της συγκέντρωσης σε Cl^- (από 42,5mg/lit σε 35,4mg/lit) και της συγκέντρωσης σε Mg^{2+} (από 19,5mg/lit σε 14,6mg/lit)

Από παρατηρήσεις στην περιοχή της λεκάνης τροφοδοσίας προκύπτει ότι ένα ελάχιστο ποσοστό από τις βροχοπτώσεις πρέπει να απορρέει επιφανειακά, γιατί οι ασβεστόλιθοι με την κυψελώδη υφή απορροφάνε το νερό της βροχής που πέφτει στην επιφάνεια τους. Εξ άλλου η επιφάνεια αυτή αυλακώνεται από βαθιές διαβρώσεις και φαράγγια που έχουν ανοιχθεί πάνω στις γραμμές των διαρρήξεων. Εκεί συλλέγονται τα νερά που απορρέουν, για να διηθηθεί το μεγαλύτερο ποσοστό τους μέσα στον υδροφορέα. Απορροή από τα μεγάλα φαράγγια της περιοχής, όπως το Θερισιανό, παρατηρείται μόνο στις περιπτώσεις ραγδαίας βροχής με μεγάλη συχνότητα. Τότε λόγω και της μεγάλης ταχύτητας του νερού, διηθείται στον υδροφορέα, αναλογικά, ένα μικρό ποσοστό.

Πίνακας 5-1. Χημική ανάλυση δειγμάτων νερού από τον ποταμό Κερίτη.

ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΜΠΟΥ ΧΑΝΙΩΝ
ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΝΕΡΟΥ (Απρίλιος '00)

Α/Α	ΑΡ. ΔΕΙΓΜ	Περιοχή	Τοποθεσία	Αγωγιμότητα (μS/cm)	PH	mg/l							S.A.R.	Κατηγορία	Βαθμός αλκαλιότητας	Σκληρότητα ppm CaCO ₃					Ειδικοί προσδιορισμοί		
						Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	Na	Mg	Ca				Υ.Na	Ολική	Παροδική	Μόνιμη	Ασβαστίου	Μαγνησίου	NO ₃	NaCl
Περιοχή Κερίτη																							
4	Π31	Κερίτης	Αγιά	300	8.21	7.1	4.8	152.5	3.0	4.6	10.9	36.1	0.0	0.20	C2S1	6.90	135.0	130.0	5.0	90.0	45.0	4.2	11.7
5	Π26	Κερίτης	Αγιά	1750	7.53	42.5	778.1	170.8	0.0	27.6	70.5	264.5	0.0	0.40	C3S1	5.90	950.0	140.0	810.0	660.0	290.0	4.6	70.2
6	Π30	Κερίτης	Αγιά	360	7.96	14.2	24.0	170.8	0.0	6.9	17.0	40.1	0.0	0.20	C2S1	8.10	170.0	140.0	30.0	100.0	70.0	4.5	17.6
7	Π29	Κερίτης	Αγιά	310	7.92	10.6	4.8	164.7	0.0	6.9	12.2	36.1	0.0	0.30	C2S1	9.70	140.0	135.0	5.0	90.0	50.0	4.3	17.6
8	Π28	Κερίτης	Αγιά	355	7.91	14.2	19.2	170.8	0.0	6.9	15.8	40.1	0.0	0.20	C2S1	8.30	165.0	140.0	25.0	100.0	65.0	4.2	17.6
9	Π27	Κερίτης	Αγιά	560	7.80	14.2	115.3	170.8	0.0	9.2	21.9	68.1	0.0	0.20	C2S1	7.10	260.0	140.0	120.0	170.0	90.0	4.4	23.4
10	Φ180	Κερίτης	Αλικανός	750	7.40	49.6	124.9	244.1	0.0	27.6	19.5	104.2	0.0	0.70	C2S1	15.00	340.0	200.0	140.0	260.0	80.0	30.0	70.2
11	Φ150	Κερίτης	Αλικανός	460	7.48	28.4	33.6	183.0	0.0	13.8	10.9	60.1	0.0	0.40	C2S1	13.30	195.0	150.0	45.0	150.0	45.0	8.2	35.1
12	Φ145	Κερίτης	Αλικανός	635	7.69	28.4	76.8	244.1	0.0	18.4	15.8	86.2	0.0	0.50	C2S1	12.50	280.0	200.0	80.0	215.0	65.0	9.7	46.8
13	Φ124	Κερίτης	Αλικανός	430	6.13	49.6	96.1	36.6	0.0	32.2	18.2	22.0	0.0	1.20	C2S1	35.00	130.0	30.0	100.0	55.0	75.0	60.5	81.9
14	Φ131	Κερίτης	Αλικανός	505	7.50	28.4	38.4	213.5	0.0	16.1	12.2	68.1	0.0	0.50	C2S1	13.70	220.0	175.0	45.0	170.0	50.0	8.7	41.0
15	Φ149	Κερίτης	Αλικανός	470	7.47	28.4	43.2	183.0	0.0	13.8	10.9	64.1	0.0	0.40	C2S1	12.80	205.0	150.0	55.0	160.0	45.0	8.3	35.1
16	Γ188	Κερίτης	Αλικανός	690	6.73	7.1	211.3	128.1	0.0	36.8	23.1	64.1	0.0	1	C2S1	23.9	255.0	105.0	150.0	160.0	95.0	62.5	11.7
17	Φ130	Κερίτης	Αλικανός	525	7.44	24.8	38.4	237.9	0.0	13.8	12.2	76.2	0.0	0.4	C2S1	11.1	240.0	195.0	45.0	190.0	50.0	8.9	35.1
18	Φ135	Κερίτης	Αλικανός	485	6.17	67.4	96.1	36.6	0.0	39.1	19.5	24.0	0.0	1.4	C2S1	37.8	140.0	30.0	110.0	60.0	80.0	48.5	99.5
19	Φ153	Κερίτης	Αλικανός	560	7.47	28.4	81.7	195.2	0.0	16.1	14.6	76.2	0.0	0.4	C2S1	12.3	250.0	160.0	90.0	190.0	60.0	9.5	41.0
20	Γ175	Κερίτης	Βατόλακος	150	6.58	31.9	4.8	18.3	0.0	16.1	4.9	4.0	0.0	1.3	C1S1	53.8	30.0	15.0	15.0	10.0	20.0	2.5	41.0
21	Γ163	Κερίτης	Κουφός	165	7.28	35.4	4.8	24.4	0.0	18.4	6.1	4.0	0.0	1.40	C1S1	53.30	35.0	20.0	15.0	10.0	25.0	3.1	46.8
22	Γ193	Κερίτης	Κουφός	570	7.56	7.1	216.1	61.0	0.0	20.7	20.7	62.1	0.0	0.6	C2S1	15.8	240.0	50.0	190.0	155.0	85.0	3.2	11.7
23	Π36	Κερίτης	Μεσκλά	285	8.00	7.1	4.8	152.5	0.0	4.6	8.5	38.1	0.0	0.20	C2S1	7.10	130.0	125.0	5.0	95.0	35.0	4.1	11.7
24	Π37	Κερίτης	Μεσκλά	280	7.96	7.1	4.8	146.4	0.0	4.6	7.3	38.1	0.0	0.20	C2S1	7.40	125.0	120.0	5.0	95.0	30.0	4.0	11.7
25	Π36A	Κερίτης	Μεσκλά	280	7.96	7.1	4.8	140.3	0.0	4.6	6.1	38.1	0.0	0.2	C2S1	7.7	120.0	115.0	5.0	95.0	25.0	4.7	11.7
26	Γ147	Κερίτης	Μυλωνάνα	280	8.27	21.3	4.8	115.9	3.0	6.9	26.7	4.0	0.0	0.30	C2S1	11.10	120.0	100.0	20.0	10.0	110.0	3.3	17.6
27	Γ248	Κερίτης	Περιβόλια	235	8.06	7.1	4.8	128.1	0.0	4.6	4.9	36.1	0.0	0.2	C1S1	8.3	110.0	105.0	5.0	90.0	20.0	3.7	11.7
28	Φ80	Κερίτης	Σκινέ	440	6.72	42.5	86.5	85.4	0.0	36.8	12.2	36.1	0.0	1.40	C2S1	36.40	140.0	70.0	70.0	50.0	50.0	39.5	70.2
29	Φ112	Κερίτης	Σκινέ	330	6.94	42.5	43.2	73.2	0.0	25.3	7.3	32.1	0.0	1.10	C2S1	33.30	110.0	60.0	50.0	80.0	30.0	7.0	64.4
30	Φ73	Κερίτης	Σκινέ	420	6.52	49.6	72.0	73.2	0.0	39.1	9.7	32.1	0.0	1.50	C2S1	41.50	120.0	60.0	60.0	80.0	40.0	40.5	81.9
31	Φ78	Κερίτης	Σκινέ	435	6.32	49.6	86.5	61.0	0.0	41.4	12.2	28.1	0.0	1.6	C2S1	42.9	120.0	50.0	70.0	90.0	50.0	39.5	81.9
32	Φ86	Κερίτης	Σκινέ	465	6.59	35.4	72.0	122.0	0.0	34.5	9.7	44.1	0.0	1.2	C2S1	33.3	150.0	100.0	50.0	110.0	40.0	9.1	58.5
33	Φ121	Κερίτης	Φουρνέ	480	7.50	35.4	9.6	219.6	0.0	13.8	12.2	64.1	0.0	0.40	C2S1	12.50	210.0	180.0	30.0	160.0	50.0	7.5	35.1
34	Φ74	Κερίτης	Φουρνέ	510	7.59	35.4	43.2	219.6	0.0	20.7	12.2	72.1	0.0	0.6	C2S1	16.4	230.0	180.0	50.0	180.0	50.0	8.6	52.7
35	Γ171	Κερίτης	Ψαθγιανός	1350	7.92	63.8	523.5	183.0	0.0	25.3	60.8	192.4	0.0	0.40	C3S1	7.00	730.0	150.0	580.0	480.0	250.0	3.8	64.4
36	Μεσαλίνα	Κερίτης		360	8.03	39.0	9.6	146.4	0.0	25.3	7.3	40.1	0.0	1.00	G2S1	29.70	130.0	120.0	10.0	100.0	30.0	5.5	64.4

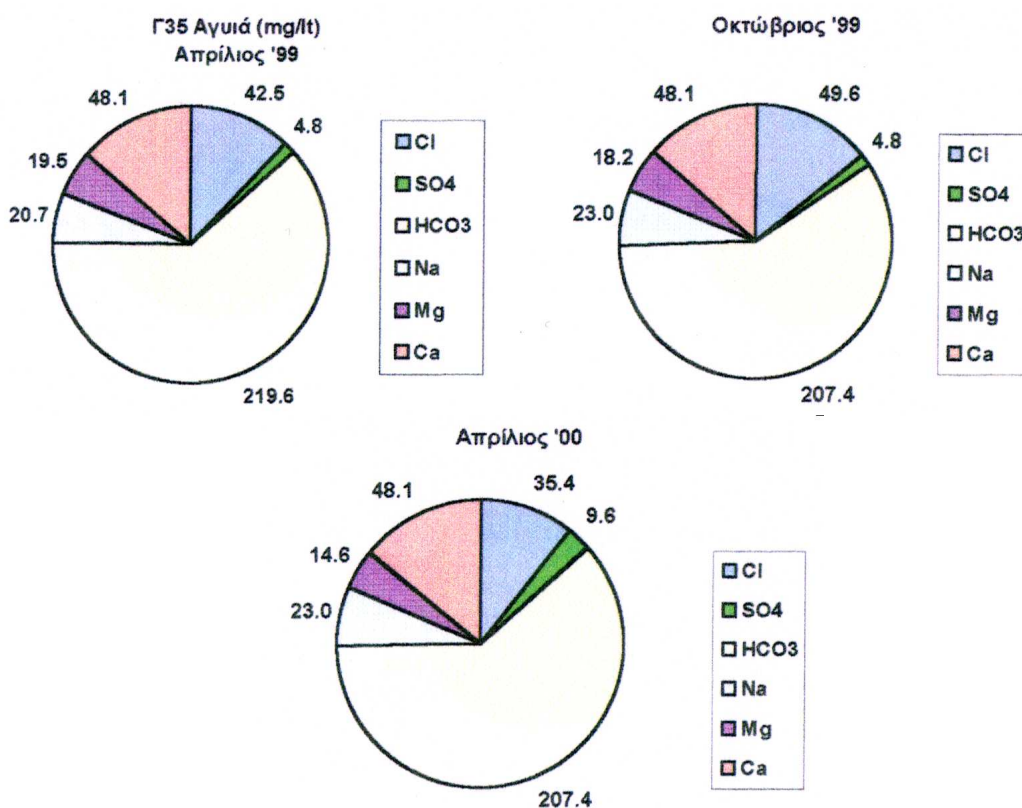
Πίνακας 5-2. Στατιστική επεξεργασία μετρήσεων χημικών αναλύσεων δειγμάτων νερού από τον Ποταμό Κερίτη. Συγκεντρωτικά ανά διαμέρισμα.

	ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ			PH			ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ [mg/l]																							
	[μS/cm]			MAX.	MIN.	M.O.	Cl			SO ₄			HCO ₃			CO ₃			Na			Mg			Ca			Y.Na		
	MAX.	MIN.	M.O.				MAX.	MIN.	M.O.	MAX.	MIN.	M.O.	MAX.	MIN.	M.O.	MAX.	MIN.	M.O.	MAX.	MIN.	M.O.	MAX.	MIN.	M.O.	MAX.	MIN.	M.O.	MAX.	MIN.	M.O.
ΑΓΥΙΑ	1750,00	300,00	605,80	8,21	7,53	7,88	42,50	7,10	17,13	778,10	4,80	157,36	176,80	152,50	166,73	3,00	0,00	1,50	27,60	4,60	10,35	70,50	10,90	24,71	264,50	36,10	80,83	0,00	0,00	0,00
ΑΛΙΚΙΑΝΟΣ	750,00	430,00	550,00	7,50	6,13	7,15	67,40	7,10	31,21	211,30	33,60	84,05	244,10	36,60	170,21	0,00	0,00	0,00	39,10	16,10	22,97	23,10	10,90	17,15	104,20	22,00	64,52	0,00	0,00	0,00
ΒΑΤΟΛΑΚΟΣ	150,00	150,00	150,00	6,58	6,58	6,58	31,90	31,90	31,90	4,80	4,80	4,80	185,20	185,20	185,20	0,00	0,00	0,00	16,10	16,10	16,10	4,90	4,90	4,90	4,00	4,00	4,00	0,00	0,00	0,00
ΚΟΥΦΟΣ	570,00	165,00	225,00	7,56	7,28	7,42	35,40	7,10	21,25	216,10	4,80	110,45	61,00	24,40	42,70	0,00	0,00	0,00	20,70	18,40	19,55	20,70	6,10	23,75	62,10	4,00	33,05	0,00	0,00	0,00
ΜΕΣΚΛΑ	285,00	280,00	281,60	8,00	7,96	7,97	7,10	7,10	7,10	4,80	4,80	4,80	152,50	140,30	146,40	0,00	0,00	0,00	4,50	4,50	4,50	8,50	6,10	9,33	38,10	38,10	38,10	0,00	0,00	0,00
ΜΥΛΩΝΙΑΝΑ	280,00	280,00	280,00	8,27	8,27	8,27	21,30	21,30	21,30	4,80	4,80	4,80	115,90	115,90	115,90	0,00	0,00	0,00	6,90	6,90	6,90	26,70	26,70	26,70	4,00	4,00	4,00	0,00	0,00	0,00
ΠΕΡΙΒΟΛΙΑ	235,00	235,00	235,00	8,06	8,06	8,06	7,10	7,10	7,10	4,80	4,80	4,80	128,10	128,10	128,10	0,00	0,00	0,00	4,60	4,60	4,60	4,90	4,90	4,90	36,10	36,10	36,10	0,00	0,00	0,00
ΣΚΙΝΕ	465,00	330,00	418,40	6,94	6,32	6,62	49,60	35,40	43,92	86,50	43,20	72,04	122,00	61,00	82,96	0,00	0,00	0,00	41,40	25,30	35,42	12,20	7,30	10,22	44,10	28,10	99,48	0,00	0,00	0,00
ΦΟΥΡΝΕ	510,00	480,00	495,00	7,59	7,50	7,55	35,40	35,40	35,40	43,20	9,60	26,40	219,60	219,60	219,60	0,00	0,00	0,00	20,70	19,80	20,25	12,20	12,20	12,20	72,10	64,10	63,10	0,00	0,00	0,00
ΨΑΘΟΓΙΑΝΝΟΣ	1350,00	1350,00	1350,00	7,92	7,92	7,92	63,80	63,80	63,80	523,50	523,50	523,50	183,00	183,00	183,00	0,00	0,00	0,00	25,30	25,30	25,30	66,80	66,80	66,80	192,40	192,40	192,40	0,00	0,00	0,00

	S.A.R			ΒΑΘΜΟΣ ΑΛΚΑΛΙΩΣΕΩΣ			ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ [ppm CaCO ₃]															ΕΙΔΙΚΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ					
	MAX.	MIN.	M.O.	MAX.	MIN.	M.O.	ΟΛΙΚΗ			ΠΑΡΟΔΙΚΗ			ΜΟΝΙΜΗ			ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ			ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ			NO ₃			NaCl		
							MAX.	MIN.	M.O.	MAX.	MIN.	M.O.	MAX.	MIN.	M.O.	MAX.	MIN.	M.O.	MAX.	MIN.	M.O.	MAX.	MIN.	M.O.	MAX.	MIN.	M.O.
ΑΓΥΙΑ	0,40	0,20	0,25	9,70	5,90	7,66	450,00	135,00	303,30	140,00	130,00	137,50	810,00	5,00	165,83	660,00	90,00	201,66	290,00	45,00	101,66	4,60	4,20	10,66	70,20	11,70	26,35
ΑΛΙΚΙΑΝΟΣ	1,40	0,40	0,69	35,00	11,10	18,74	340,00	130,00	225,50	200,00	30,00	139,50	150,00	45,00	86,00	260,00	55,00	161,00	95,00	45,00	64,55	62,50	4,20	20,63	99,50	11,70	49,74
ΒΑΤΟΛΑΚΟΣ	1,30	1,30	1,30	53,80	53,80	53,80	30,00	30,00	30,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	10,00	10,00	10,00	20,00	20,00	20,00	2,50	2,50	2,50	41,00	41,00	41,00
ΚΟΥΦΟΣ	1,40	0,60	1,00	53,30	15,80	34,55	240,00	35,00	137,50	50,00	20,00	35,00	190,00	15,00	102,50	155,00	10,00	82,50	85,00	25,00	55,00	3,20	3,10	3,15	46,80	11,70	29,25
ΜΕΣΚΛΑ	0,20	0,20	0,20	7,70	7,10	7,40	130,00	120,00	125,00	125,00	115,00	120,00	5,00	5,00	5,00	95,00	95,00	95,00	35,00	25,00	30,00	4,70	4,00	4,26	11,70	11,70	11,70
ΜΥΛΩΝΙΑΝΑ	0,30	0,30	0,30	11,10	11,10	11,10	120,00	120,00	120,00	100,00	100,00	100,00	20,00	20,00	20,00	10,00	10,00	10,00	110,00	110,00	110,00	3,30	3,30	3,30	17,60	17,60	17,60
ΠΕΡΙΒΟΛΙΑ	0,20	0,20	0,20	8,30	8,30	8,30	110,00	110,00	110,00	105,00	105,00	105,00	5,00	5,00	5,00	90,00	90,00	90,00	20,00	20,00	20,00	3,70	3,70	3,70	11,70	11,70	11,70
ΣΚΙΝΕ	1,60	1,10	1,36	42,90	33,30	37,48	150,00	110,00	128,00	100,00	50,00	68,00	70,00	50,00	60,00	110,00	80,00	90,00	50,00	30,00	42,00	40,50	7,00	27,12	81,90	58,50	71,38
ΦΟΥΡΝΕ	0,60	0,40	0,50	16,40	12,50	14,45	230,00	210,00	220,00	180,00	180,00	180,00	50,00	30,00	40,00	180,00	160,00	170,00	50,00	50,00	50,00	8,60	7,50	8,05	52,70	35,10	43,90
ΨΑΘΟΓΙΑΝΝΟΣ	0,40	0,40	0,40	7,00	7,00	7,00	730,00	730,00	730,00	150,00	150,00	150,00	580,00	580,00	580,00	480,00	480,00	480,00	250,00	250,00	250,00	3,80	3,80	3,80	64,40	64,40	64,40

Πίνακας 5-3. Στατιστική επεξεργασία μετρήσεων χημικών αναλύσεων δειγμάτων νερού από τον Ποταμό Κερίτη (34 δείγματα) [48].

	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη τιμή	Μέση τιμή	Μεταβλητότητα %
Na	4.6	41.4	19.279	89
Ca	4	264.5	57.176	98
Mg	4.9	70.5	16.135	93
Cl	7.1	67.4	29.294	89
SO ₄	4.8	778.1	88.003	99
pH	6.13	8.27	6.959	26
Cond	150	1750	488.824	91
HCO ₃	18.3	244.1	143.535	93



Σχήμα 5.1. Σύγκριση αποτελεσμάτων χημικών αναλύσεων σε τρεις περιόδους δειγματοληψίας για την περιοχή της Αγκιάς (ποταμός Κερίτης) [48].

Πίνακας 5-4.Μικροβιολογικές Αναλύσεις (Δ.Ε.Υ.Α.Χ.) [48].

Ημερομηνία δειγμ/ψίας	12/12/2000		9/7/2001		Εβδομαδιαίες Μετρήσεις
Σημείο δειγματοληψίας	Αγυιά (έξοδος μοτέρ)	Μυλωνιανά - ΟΑΔΥΚ	Αγυιά (έξοδος μοτέρ)	Μυλωνιανά - ΟΑΔΥΚ	Δίκτυο
Ολικά κολοβακτηρίδια (απ./100ml)	1	1	1	2	0
Κοπρανώδη κολοβακτηρίδια (απ/100 ml)	0	0	0	0	0
Εντερόκοκκοι (απ./100ml)	0	0	0	0	0
Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα (απ/100 ml)	0	0	0	0	1-2

Πίνακας 5-5.Χημικές Αναλύσεις (Δ.Ε.Υ.Α.Χ.) [48].

Ημερομηνία δειγματοληψίας	20/3/2001	24/4/2001	Ενδεικτικό επίπεδο	Ανώτατο επίπεδο
Σημείο δειγματοληψίας	Δεξαμενή Αη Γιάννη (έξοδος)	Πλατεία Σπλάντζιας		
Υπολειμματικό CL2 (mg/l)	0,37	0,38		
Θερμοκρασία (°C)	15	16		
ΡΗ/θολερότητα (NTU)	8,06 / 0,90	8,11 / 0,90		
Οσμή / Γεύση (μακροσκοπικά)	Κανονική	Κανονική	0	
Αγωγιμότητα (μS/cm)	270	295	400	
Νιτρικά NO ₃ ⁻ (mg/l)	1,32	1,76	25	50
Νιτρώδη NO ₂ ⁻ (mg/l)	0	0,01		0,1
Αμμωνιακά NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,04	0,00	0,05	0,5
Οξειδωσιμότητα (mg/l O ₂)	-	0,81	2	5
Αιωρούμενα στερεά TSS (mg/l)	-	0		
Ολικά διαλυμένα στερεά TDS (mg/l)		192,5		<1500
Φωσφορικά PO ₄ ³⁻ (mg/l)	-	0,15	0,4	5,0
Φθόρια F ⁻ (mg/l)	-	0,28 (28T)		
Χλωριούχα Cl ⁻ (mg/l)	15,7	14,2	25	100
Θειικά SO ₄ ²⁻ (mg/l)	-	16	25	250
Αζωτο Kjeldahl (mg/l)	-	0		0
Φαινόλες	-	0		0,5
Πυριτικά SiO ₂ (mg/l)		5,29		
Ca-Mg (mg/l)	38,2 / 9,72	38,2 / 11,7	100/30	-/50
Ολική / Παροδική Σκληρότητα (DH)	7,78 / 7,07	8,02 / 7,07		
Αλκαλικότητα -m/-ρ (mg CaCO ₃ /l)	126,25 / 0	126,2 / 0		
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	154	154		
Fe/Cu (mg/l)		0,02 / 0,01	50/	200/
Zn / Mn (mg/l)		0,07 / 0,01	100 / 20	5.000 / 50
Na / K (mg/l)		8,44 / 0,4	20 / 10	175 / 12
Al (mg/l)	0	0	0,05	0,2

6. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΡΥΠΑΝΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΤΗΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΟΥ ΚΕΡΙΤΗ

6.1 Ρύπανση από χρήση αγροχημικών

Προκειμένου να υπολογίσουμε το ρυπαντικό φορτίο από τα αγροχημικά, πρέπει κατ'αρχήν να γνωρίζουμε το είδος και την έκταση των καλλιεργειών στις περιοχές στην υδρολογική λεκάνη του Κερίτη. Στον πίνακα 6-1 παρουσιάζεται μια συνοπτική ανάλυση των καλλιεργειών όπως αυτά καταγράφονται από την Δ/ση Γεωργίας του Νομού Χανίων.

Το ρυπαντικό φορτίο στην υδρολογική λεκάνη προέρχεται κυρίως από τα αγροχημικά (λιπάσματα & φυτοφάρμακα) που χρησιμοποιούνται τόσο για την υποβοήθηση της ανάπτυξης των καλλιεργειών όσο και για την καταπολέμηση των διαφόρων ασθενειών ή επιβλαβών βακτηρίων. Στον πίνακα, 6-2 παρουσιάζονται τα κυριότερα αγροχημικά που χρησιμοποιούνται συνήθως στις καλλιέργειες στις περιοχές γύρω από τον ποταμό Κερίτη. Η δοσολογία, αν και καθορισμένη, δεν ακολουθείται πάντα. Αυτό οφείλεται τόσο στις διάφορες δυνατές διαδικασίες απόθεσης και ραντίσματος όσο και στις προσωπικές επιλογές των αγροτών. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα λιπάσματα που αναφέρονται στον πίνακα 6-2 χρησιμοποιούνται σε μίγμα ενώ τα φυτοφάρμακα χρησιμοποιούνται εξ' ολοκλήρου, από μία φορά το καθένα.

Με βάση τα στοιχεία των πινάκων 6-1 και 6-2 μπορούμε να εκτιμήσουμε το συνολικό εν δυνάμει ρυπαντικό φορτίο λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων που αποτίθεται στο κάθε δημοτικό διαμέρισμα:

Λιπάσματα:

Το κάθε σύνθετο λίπασμα χαρακτηρίζεται, εκτός από την εμπορική του ονομασία, από μια ακολουθία τριών αριθμών (π.χ.20-10-10) που αντιπροσωπεύουν την κατά βάρος περιεκτικότητα του λιπάσματος σε οξυγονούχες ενώσεις αζώτου (N), φωσφόρου (P) και καλίου (K) αντίστοιχα. Η υπόλοιπη περιεκτικότητα αναφέρεται σε άλλες οργανικές ενώσεις. Ο υπολογισμός της ποσότητας κάθε οξυγονούχας ένωσης στο μίγμα λιπασμάτων ανά δέντρο και για κάθε είδος καλλιέργειας δίνεται από τις παρακάτω σχέσεις:

$$N: \quad N_{tree} = m \cdot \sum_{i=1}^n (N_i \cdot F_i)$$

$$P: \quad P_{tree} = m \cdot \sum_{i=1}^n (P_i \cdot F_i)$$

$$K: \quad K_{tree} = m \cdot \sum_{i=1}^n (K_i \cdot F_i)$$

όπου:

- N_{tree} : συνολική μάζα ενώσεων αζώτου ανά δέντρο ή στρέμμα (kg / δέντρο ή στρέμμα)
- P_{tree} : συνολική μάζα ενώσεων φωσφόρου ανά δέντρο ή στρέμμα (kg / δέντρο ή στρέμμα)
- K_{tree} : συνολική μάζα ενώσεων καλίου ανά δέντρο ή στρέμμα (kg / δέντρο ή στρέμμα)

- n: πλήθος διαφορετικών λιπασμάτων στο μίγμα
- N_i : κατά βάρος περιεκτικότητα του λιπάσματος i σε ενώσεις αζώτου (kg ένωσης / kg λιπάσματος i)
- P_i : κατά βάρος περιεκτικότητα του λιπάσματος i σε ενώσεις φωσφόρου (kg ένωσης / kg λιπάσματος i)
- K_i : κατά βάρος περιεκτικότητα του λιπάσματος i σε ενώσεις καλίου (kg ένωσης / kg λιπάσματος i)
- F_i : κατά βάρος περιεκτικότητα του λιπάσματος i στο μίγμα (kg λιπάσματος i / kg μίγματος)
- m: μάζα μίγματος λιπασμάτων ανά δέντρο ή στρέμμα (kg μίγματος / δέντρο ή στρέμμα)

Στον πίνακα 6-3 αναλύονται οι υπολογισμοί για τις τιμές N_{tree} , P_{tree} και K_{tree} για κάθε είδος καλλιέργειας. Πρέπει να επισημανθεί ότι γίνεται η παραδοχή ότι στο κάθε μίγμα τα χρησιμοποιούμενα λιπάσματα συμμετέχουν με ισόποση κατά βάρος περιεκτικότητα, δηλαδή:

$$F_i = \frac{1}{n}$$

Η συνολική μάζα της κάθε ένωσης N, P, K που αποτίθεται στο κάθε δημοτικό διαμέρισμα από ένα είδος καλλιέργειας προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της συνολικής μάζας ενώσεων ανά δέντρο (ή στρέμμα) με τον συνολικό αριθμό δέντρων (ή στρεμμάτων) στο δημοτικό διαμέρισμα. Έτσι:

$$N: \quad N_{ST,j} = z_j \cdot N_{tree} = z_j \cdot m \cdot \sum_{i=1}^n (N_i \cdot F_i)$$

$$P: \quad P_{ST,j} = z_j \cdot P_{tree} = z_j \cdot m \cdot \sum_{i=1}^n (P_i \cdot F_i)$$

$$K: \quad K_{ST,j} = z_j \cdot K_{tree} = z_j \cdot m \cdot \sum_{i=1}^n (K_i \cdot F_i)$$

όπου:

- $N_{ST,j}$: συνολική μάζα ενώσεων αζώτου στο δημοτικό διαμέρισμα j (kg)
- $P_{ST,j}$: συνολική μάζα ενώσεων φωσφόρου στο δημοτικό διαμέρισμα j (kg)
- $K_{ST,j}$: συνολική μάζα ενώσεων καλίου στο δημοτικό διαμέρισμα j (kg)
- z_j : πλήθος δέντρων (ή στρεμμάτων) στο δημοτικό διαμέρισμα j

Αθροίζοντας τις μάζες της κάθε μίας ένωσης N, P, K σε όλα τα δημοτικά διαμερίσματα προκύπτει η ολική αποτιθέμενη μάζα της ένωσης γύρω από τον ποταμό Κερίτη για μία συγκεκριμένη καλλιέργεια:

$$N: \quad N_{TOT} = \sum_{j=1}^k (N_{ST,j}) = \sum_{j=1}^k \left(z_j \cdot m \cdot \sum_{i=1}^n (N_i \cdot F_i) \right)$$

$$P: \quad P_{TOT} = \sum_{j=1}^k (P_{ST,j}) = \sum_{j=1}^k \left(z_j \cdot m \cdot \sum_{i=1}^n (P_i \cdot F_i) \right)$$

$$K: \quad K_{TOT} = \sum_{j=1}^k (K_{ST,j}) = \sum_{j=1}^k \left(z_j \cdot m \cdot \sum_{i=1}^n (K_i \cdot F_i) \right)$$

όπου:

- N_{TOT} : συνολική μάζα ενώσεων αζώτου από όλα τα δημοτικά διαμερίσματα (kg)
- P_{TOT} : συνολική μάζα ενώσεων φωσφόρου από όλα τα δημοτικά διαμερίσματα (kg)
- K_{TOT} : συνολική μάζα ενώσεων καλίου από όλα τα δημοτικά διαμερίσματα (kg)
- k : πλήθος δημοτικών διαμερισμάτων υπό εξέταση ($k=16$)

Στον πίνακα 6-4, παρουσιάζονται οι τιμές N_{ST} , P_{ST} , K_{ST} για την συνολική μάζα ενώσεων N, P, K από τα λιπάσματα σε κάθε δημοτικό διαμέρισμα και για κάθε είδος καλλιέργειας. Στον ίδιο πίνακα υπολογίζονται και οι συνολικές ποσότητες N_{TOT} , P_{TOT} , K_{TOT} ενώσεων N, P, K που εναποτίθενται στην γύρω περιοχή του ποταμού Κερίτη.

Φυτοφάρμακα:

Το κάθε φυτοφάρμακο διαλύεται σε συγκεκριμένες δοσολογίες και η κάλυψη του δίνεται είτε σε πλήθος δέντρων είτε σε εμβαδό έκτασης, όπως δόθηκαν στον πίνακα 6-2. Επειδή, η κάλυψη δίνεται σε διαφορετικές μονάδες, υπολογίζουμε πρώτα την μοναδιαία κατανάλωση - κάλυψη των συνηθέστερα χρησιμοποιούμενων φυτοφαρμάκων (πίνακας 6-5).

Η συνολική μάζα του κάθε φυτοφαρμάκου που αποτίθεται στο κάθε δημοτικό διαμέρισμα από ένα είδος καλλιέργειας προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της μοναδιαίας κατανάλωσης (lt/δέντρο, kg/δέντρο, lt/10³m², kg/10³m²) με τον συνολικό αριθμό δέντρων ή στρεμμάτων στο δημοτικό διαμέρισμα. Έτσι:

$$M_{i,j} = z_j \cdot F_i$$

όπου:

- $M_{i,j}$: συνολική ποσότητα φυτοφαρμάκου i στο δημοτικό διαμέρισμα j (lt, kg)
- F_i : μοναδιαία κατανάλωση φυτοφαρμάκου i (lt/δέντρο, kg/δέντρο, lt/10³m², kg/10³m²)
- z_j : πλήθος δέντρων (ή στρεμμάτων) στο δημοτικό διαμέρισμα j (δέντρα, m²)

Αθροίζοντας τις συνολικές ποσότητες του κάθε φυτοφαρμάκου σε όλα τα δημοτικά διαμερίσματα προκύπτει η ολική αποτιθέμενη ποσότητα γύρω από τον ποταμό Κερίτη για μία συγκεκριμένη καλλιέργεια:

$$M_{TOT,i} = \sum_{j=1}^k (M_{i,j}) = \sum_{j=1}^k (z_j \cdot F_i)$$

όπου:

- $M_{TOT,i}$: συνολική ποσότητα φυτοφαρμάκου i από όλα τα δημοτικά διαμερίσματα (lt, kg)
- k : πλήθος δημοτικών διαμερισμάτων υπό εξέταση ($k=16$)

Στον πίνακα 6-6 δίνονται τα αποτελέσματα των παραπάνω υπολογισμών. Όπως είναι εμφανές, τα λιπάσματα και τα φυτοφάρμακα συνιστούν μεγάλες εν δυνάμει ποσότητες για την ρύπανση των παραποτάμων και του ποταμού Κερίτη. Ο βασικός τρόπος μεταφοράς των μη απορροφηθέντων από τις καλλιέργειες ουσιών είναι η επιφανειακή ροή λόγω της βροχόπτωσης. Όπως προαναφέρθηκε, η κατείσδυση για την υδρογεωλογική λεκάνη της Αγυιάς υπολογίζεται σε ποσοστό 55%

του μέσου ετήσιου ύψους βροχής δηλαδή περίπου $129 \cdot 10^6 \text{m}^3/\text{yr}$, ενώ για την υδρολογική λεκάνη Κερίτη η αντίστοιχη παροχή ανέρχεται στα $2,3 \cdot 10^6 \text{m}^3/\text{yr}$ περίπου. Ωστόσο, όπως παρουσιάστηκε, οι χημικές αναλύσεις ανέφεραν χαμηλές τιμές για συγκεντρώσεις ενώσεων N, P ή K στα δείγματα νερού, γεγονός που μας οδηγεί, στο συμπέρασμα ότι οι γεωργικές δραστηριότητες δεν επιβαρύνουν σε σημαντικό βαθμό τον ποταμό.

Ο δεύτερος πιθανός τρόπος ρύπανσης του ποταμού Κερίτη, είναι η διήθηση η οποία όμως εκτιμάται στο ήδη μικρό ποσοστό του 10% του μέσου ετήσιου ύψους βροχής. Γίνεται επομένως εύκολα αντιληπτό ότι το τελικό ποσοστό των ρυπογόνων ουσιών που ίσως να φτάνει στον ποταμό Κερίτη λόγω της διήθησης είναι πολύ μικρότερο του 10%.

Υφίσταται και ένας τρίτος πιθανός τρόπος μεταφοράς ουσιών, προερχομένων κυρίως από φυτοφάρμακα. Αυτός συνίσταται στην αέρια μεταφορά τους λόγω ανέμου, κατά την φάση του ραντίσματος. Με την σαφή όμως βελτίωση και εκσυγχρονισμό των τρόπων ραντίσματος (π.χ. σπάνια πλέον χρησιμοποιείται ο αεροψεκασμός) εκτιμάται ότι δεν είναι ιδιαίτερα σημαντικός.

6.2. Ρύπανση από κτηνοτροφία

Η ρύπανση από την κτηνοτροφία συνίσταται τόσο από τις ζωτροφές αλλά, κυρίως, από τα απόβλητα των εκτρεφόμενων ζώων. Από στοιχεία του Υπουργείου Γεωργίας, έχει συλλεχθεί το πλήθος των ζώων σε κάθε δημοτικό διαμέρισμα (πίνακας 6-7). Για τον υπολογισμό των αποβλήτων ανά δημοτικό διαμέρισμα και ανά έτος, καθώς και την σύστασή τους σε N, P, K, απαιτείται η μοναδιαία ετήσια ζωική αποβολή, στοιχεία που δίνονται στον πίνακα 6-8.

Η συνολική μάζα της κάθε ένωσης N, P, K που αποτίθεται στο κάθε δημοτικό διαμέρισμα από ένα είδος ζώου προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της συνολικής ετήσιας απορριπτόμενης ποσότητας αποβλήτων ανά είδος ζώου με το συνολικό πλήθος του συγκεκριμένου είδους ζώου στο δημοτικό διαμέρισμα. Έτσι:

$$\text{N:} \quad N_{ST,j} = z_j \cdot N_{anim}$$

$$\text{P:} \quad P_{ST,j} = z_j \cdot P_{anim}$$

$$\text{K:} \quad K_{ST,j} = z_j \cdot K_{anim}$$

όπου:

- $N_{ST,j}$: συνολική μάζα ενώσεων αζώτου στο δημοτικό διαμέρισμα j (kg)
- $P_{ST,j}$: συνολική μάζα ενώσεων φωσφόρου στο δημοτικό διαμέρισμα j (kg)
- $K_{ST,j}$: συνολική μάζα ενώσεων καλίου στο δημοτικό διαμέρισμα j (kg)
- z_j : συνολικό πλήθος για το κάθε είδους ζώο στο δημοτικό διαμέρισμα j
- N_{anim} : ετήσια μάζα αποβαλλόμενων ενώσεων αζώτου ανά είδος ζώου (kg/yr)
- P_{anim} : ετήσια μάζα αποβαλλόμενων ενώσεων φωσφόρου ανά είδος ζώου (kg/yr)
- K_{anim} : ετήσια μάζα αποβαλλόμενων ενώσεων καλίου ανά είδος ζώου (kg/yr)

Αθροίζοντας τις μάζες της κάθε μίας ένωσης N, P, K σε όλα τα δημοτικά διαμερίσματα προκύπτει η ολική αποτιθέμενη μάζα της ένωσης γύρω από τον ποταμό Κερίτη για ένα είδος ζώου:

$$N: \quad N_{TOT} = \sum_{j=1}^k (N_{ST,j}) = \sum_{j=1}^k (z_j \cdot N_{anim})$$

$$P: \quad P_{TOT} = \sum_{j=1}^k (P_{ST,j}) = \sum_{j=1}^k (z_j \cdot P_{anim})$$

$$K: \quad K_{TOT} = \sum_{j=1}^k (K_{ST,j}) = \sum_{j=1}^k (z_j \cdot K_{anim})$$

όπου:

- N_{TOT} : συνολική μάζα ενώσεων αζώτου από όλα τα δημοτικά διαμερίσματα (kg)
- P_{TOT} : συνολική μάζα ενώσεων φωσφόρου από όλα τα δημοτικά διαμερίσματα (kg)
- K_{TOT} : συνολική μάζα ενώσεων καλίου από όλα τα δημοτικά διαμερίσματα (kg)
- k : πλήθος δημοτικών διαμερισμάτων υπό εξέταση ($k=15$)

Στον πίνακα 6-9, παρουσιάζονται οι τιμές N_{ST} , P_{ST} , K_{ST} για την συνολική μάζα ενώσεων N , P , K από τα είδη ζώων σε κάθε δημοτικό διαμέρισμα. Στον ίδιο πίνακα υπολογίζονται και οι συνολικές ποσότητες N_{TOT} , P_{TOT} , K_{TOT} ενώσεων N , P , K που εναποτίθενται στην γύρω περιοχή του ποταμού Κερίτη από την κτηνοτροφία.

Τα στοιχεία του πίνακα υποδεικνύουν μεγάλες ετήσιες ποσότητες οργανικών αποβλήτων από την κτηνοτροφία. Ο πιθανότερος τρόπος διείσδυσης των αποβλήτων αυτών στα νερά του ποταμού Κερίτη είναι λόγω επιφανειακής απορροής τους από τις βροχοπτώσεις. Πρέπει ωστόσο, να ληφθεί υπόψη ότι ένα αρκετά μεγάλο μέρος από τα οργανικά αυτά απόβλητα είτε χρησιμοποιείται ως λίπασμα στις γύρω καλλιέργειες είτε αποσυντίθεται (λόγω παρουσίας περίσσειας οξυγόνου στο περιβάλλον) είτε τελικά συγκρατείται κατά την επιφανειακή απορροή του από τα δέντρα και τους θάμνους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, οι ποσότητες αποβλήτων που τελικά καταλήγουν στον ποταμό Κερίτη να είναι τόσο μικρές που είναι εύκολη η βιοδιάσπασή τους και έτσι η τελική συγκέντρωση του ποταμού σε επιβλαβείς ενώσεις N , P , K να μην είναι ιδιαίτερα σημαντική.

6.3. Ρύπανση από ξενοδοχειακά & οικιακά λύματα-απορρίμματα

Το ρυπαντικό φορτίο από τα ξενοδοχεία και τις οικίες είναι ένας άλλος παράγοντας που πρέπει να εξετασθεί για τον προσδιορισμό της ρύπανσης του ποταμού Κερίτη. Στον πίνακα 6-10 δίνονται τα στοιχεία για το πλήθος των εν λειτουργία ξενοδοχείων και νοικοκυριών ανά δημοτικό διαμέρισμα καθώς και τον συνολικό αριθμό ατόμων. Πρέπει να σημειωθεί ότι ο αριθμός ατόμων στα ξενοδοχεία αναφέρεται σε ένα ισοδύναμο αριθμό ατόμων οικίας και τον δεχόμαστε ίσο με 1,3 αριθμό κλινών.

Μπορούμε να δεχθούμε τα στοιχεία του πίνακα 6-11 για τον υπολογισμό των λυμάτων-απορριμμάτων και της σύστασής τους. Πρέπει να σημειωθεί ότι για τον υπολογισμό του πίνακα 6-11, δεχθήκαμε ότι κατά μέσο όρο ένα άτομο οικίας παράγει 150lt/ημέρα λύματα ενώ ένα άτομο ξενοδοχείου 250lt/ημέρα. Ωστόσο, για τον υπολογισμό των αντίστοιχων ετήσιων ποσοτήτων, θεωρήθηκε ότι ένα ξενοδοχείο λειτουργεί 6 μήνες τον χρόνο. Οι υπολογισμοί γίνονται ως εξής:

Λύματα:

Η ετήσια ποσότητα λυμάτων για κάθε δημοτικό διαμέρισμα δίνεται από την σχέση:

$$FW_j = m_{FW} \cdot z_j$$

όπου:

- FW_j : συνολική ετήσια παροχή λυμάτων από το δημοτικό διαμέρισμα j , προερχόμενα είτε από οικίες είτε από ξενοδοχεία (m^3/yr)
- m_{FW} : ετήσια παροχή λυμάτων ανά άτομο οικίας ή ξενοδοχείου ($m^3/άτομο/yr$)
- z_j : συνολικό πλήθος ατόμων σε οικίες ή ξενοδοχεία στο δημοτικό διαμέρισμα j (άτομα)

Η συνολική ετήσια παροχή λυμάτων από οικίες ή ξενοδοχεία από όλα τα δημοτικά διαμερίσματα ισούται με:

$$FW_{TOT} = \sum_{j=1}^k (FW_j) = \sum_{j=1}^k (m_{FW} \cdot z_j) = m_{FW} \cdot \sum_{j=1}^k (z_j) = m_{FW} \cdot Z$$

όπου:

- FW_{TOT} : συνολική ετήσια παροχή λυμάτων από οικίες ή ξενοδοχεία από όλα δημοτικά διαμερίσματα υπό εξέταση (m^3/yr)
- k : πλήθος δημοτικών διαμερισμάτων υπό εξέταση ($k=16$)
- Z : συνολικό πλήθος ατόμων (οικιών ή ξενοδοχείων) σε όλα τα δημοτικά διαμερίσματα υπό εξέταση

Όσον αφορά τώρα στην σύσταση των λυμάτων από οικίες ή ξενοδοχεία σε N και P για κάθε δημοτικό διαμέρισμα, αυτά δίνονται από την σχέση:

$$N: \quad N_{ST,j} = FW_j \cdot N_{FW} = m_{FW} \cdot z_j \cdot N_{FW}$$

$$P: \quad P_{ST,j} = FW_j \cdot P_{FW} = m_{FW} \cdot z_j \cdot P_{FW}$$

όπου:

- $N_{ST,j}$: ολική ετήσια παροχή ενώσεων αζώτου στο δημοτικό διαμέρισμα j (kg/yr)
- $P_{ST,j}$: ολική ετήσια παροχή ενώσεων φωσφόρου στο δημοτικό διαμέρισμα j (kg/yr)
- N_{FW} : συγκέντρωση ενώσεων αζώτου στα λύματα ($kg N/m^3$ λυμάτων)
- P_{FW} : συγκέντρωση ενώσεων φωσφόρου στα λύματα ($kg P/m^3$ λυμάτων)

Η ολική ετήσια αποτιθέμενη ποσότητα N και P από οικίες ή ξενοδοχεία από όλα τα δημοτικά διαμερίσματα θα δίνεται από την σχέση:

N :

$$N_{TOT} = \sum_{j=1}^k (N_{ST,j}) = \sum_{j=1}^k (FW_j \cdot N_{FW}) = \sum_{j=1}^k (m_{FW} \cdot z_j \cdot N_{FW}) = m_{FW} \cdot N_{FW} \cdot \sum_{j=1}^k (z_j) = m_{FW} \cdot N_{FW} \cdot Z$$

P:

$$P_{TOT} = \sum_{j=1}^k (P_{ST,j}) = \sum_{j=1}^k (FW_j \cdot P_{FW}) = \sum_{j=1}^k (m_{FW} \cdot z_j \cdot P_{FW}) = m_{FW} \cdot P_{FW} \cdot \sum_{j=1}^k (z_j) = m_{FW} \cdot P_{FW} \cdot Z$$

όπου:

- N_{TOT} : ολική ετήσια αποτιθέμενη ποσότητα N από οικίες ή ξενοδοχεία από όλα τα δημοτικά διαμερίσματα υπό εξέταση (kg/yr)
- P_{TOT} : ολική ετήσια αποτιθέμενη ποσότητα P από οικίες ή ξενοδοχεία από όλα τα δημοτικά διαμερίσματα υπό εξέταση (kg/yr)

Απορρίμματα:

Η ετήσια ποσότητα απορριμμάτων για κάθε δημοτικό διαμέρισμα δίνεται από την σχέση:

$$MW_j = m_{MW} \cdot z_j$$

όπου:

- MW_j : συνολική ετήσια παροχή απορριμμάτων από το δημοτικό διαμέρισμα j, προερχόμενα είτε από οικίες είτε από ξενοδοχεία (kg/yr)
- m_{MW} : ετήσια παροχή λυμάτων ανά άτομο οικίας ή ξενοδοχείου (kg/άτομο/yr)
- z_j : συνολικό πλήθος ατόμων σε οικίες ή ξενοδοχεία στο δημοτικό διαμέρισμα j (άτομα)

Η συνολική ετήσια παροχή λυμάτων από οικίες ή ξενοδοχεία από όλα τα δημοτικά διαμερίσματα ισούται με:

$$MW_{TOT} = \sum_{j=1}^k (MW_j) = \sum_{j=1}^k (m_{MW} \cdot z_j) = m_{MW} \cdot \sum_{j=1}^k (z_j) = m_{MW} \cdot Z$$

όπου:

- MW_{TOT} : συνολική ετήσια παροχή απορριμμάτων από οικίες ή ξενοδοχεία από όλα δημοτικά διαμερίσματα υπό εξέταση (kg/yr)
- k: πλήθος δημοτικών διαμερισμάτων υπό εξέταση (k=16)
- Z: συνολικό πλήθος ατόμων (οικιών ή ξενοδοχείων) σε όλα τα δημοτικά διαμερίσματα υπό εξέταση

Στον πίνακα 6-12 παρουσιάζεται ο υπολογισμός ετήσιων ποσοτήτων λυμάτων και απορριμμάτων από οικίες και ξενοδοχεία στις περιοχές γύρω από τον ποταμό Κερίτη με βάση τις σχέσεις που μόλις αναπτύχθηκαν.

Όσον αφορά τώρα στην διάθεση των λυμάτων-απορριμμάτων, πρέπει να αναφερθεί ότι όσον αφορά στις οικίες τα λύματα οδηγούνται σε υπόγειους απορροφητικούς βόθρους ή στον κεντρικό αγωγό του αποχετευτικού δικτύου (όπου αυτό είναι δυνατό) ενώ τα απορρίμματα απομακρύνονται και αποτίθενται στους νομοθετημένους χώρους απορριμμάτων της περιοχής.

Όσον αφορά στα απόβλητα των ξενοδοχείων, αυτά οδηγούνται συνήθως σε μικρές μονάδες βιολογικού καθαρισμού (μέθοδος ενεργού ιλύος, ολικής οξειδωσης ή παρατεταμένου αερισμού) των ίδιων των ξενοδοχείων. Έτσι επιτυγχάνεται η βελτίωση των χαρακτηριστικών των αποβλήτων κατά τέτοιο τρόπο ώστε μετά την επεξεργασία τους τα απόβλητα να πληρούν τους αντίστοιχους όρους των Υγειονομικών Διατάξεων. Η ποιότητα των επεξεργασμένων καθαρών νερών είναι τέτοια που επιτρέπει οποιαδήποτε χρήση τους εκτός από πόση, με αποτέλεσμα να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την άρδευση των ακάλυπτων χώρων της επιχείρησης.

6.4 Ρύπανση από βιοτεχνικά λύματα

Το ρυπαντικό φορτίο από τις βιοτεχνίες είναι ο τελευταίος παράγοντας που πρέπει να εξετασθεί για τον προσδιορισμό της ρύπανσης της υδρολογικής λεκάνης Κερίτη. Στον πίνακα 6-13 δίνονται τα στοιχεία για το είδος και το πλήθος των εν λειτουργία βιοτεχνικών επιχειρήσεων ανά δημοτικό διαμέρισμα.

Στις μονάδες μεταποίησης αγροτικών προϊόντων συμπεριλαμβάνονται τυροκομεία και συσκευαστήρια (εσπεριδοειδών-avocado-πορτοκαλιών). Στην Αγιά υπάρχει ένα συσκευαστήριο εσπεριδοειδών, στον Αλικιανό ένα συσκευαστήριο εσπεριδοειδών και ένα συσκευαστήριο πορτοκαλιών και ένα συσκευαστήριο φρούτων, στο Βαρύπετρο υπάρχει ένα συσκευαστήριο avocado και ένα Grape fruit, στο Βατόλακο υπάρχει μια βιοτεχνία τυποποίησης ελαιολάδου - συσκευαστήριο, δύο συσκευαστήρια εσπεριδοειδών και ένα συσκευαστήριο πορτοκαλιών, στην περίπτωση των Βρυσών υπάρχουν δύο συσκευαστήρια εσπεριδοειδών, στα Μεσκλά υπάρχει ένα συσκευαστήριο εσπεριδοειδών, καθώς το ίδιο συμβαίνει και με τον Φουρνέ όπου έχει ένα συσκευαστήριο εσπεριδοειδών.

Στις λοιπές μη γεωργικές βιομηχανίες για την περίπτωση της Αγίας συμπεριλαμβάνονται πλαστικά ηλεκτρικά είδη, ξυλουργείο, επεξεργασία υαλοπινάκων, εργοστάσιο χυμών, κοπή μαρμάρων, τυπογραφείο, ένωση γεωργικών συναιτερισμών και ελαιοδεξαμενές. Στον Αλικιανό επιπλέον υπάρχουν συστήματα άρδευσης, αποθήκευση φιαλών υγραερίου, παραγωγή πλεγμάτων, βιοτεχνία εμφιάλωσης κρασιού και ένα ξυλουργείο. Στο Βαρύπετρο συμπεριλαμβάνονται ψεκαστικά, γεωργικά φάρμακα, 2 ξυλουργεία, βαφείο επίπλων, βιοτεχνία αρωματικών φυτών – μπαχαρικών, βιοτεχνία αλουμινοκατασκευών – υαλοπινάκων, παραγωγή φιαλών εμφιάλωσης ύδατος, φανοποιείο, εργοστάσιο παρασκευής παραδοσιακών ζυμαρικών. Όσο αφορά στον Βατόλακο υπάρχει ένα αρτοποιείο και μια βιοτεχνία παραγωγής πολυμέσων. Τέλος στην περίπτωση του Πλατανιά υπάρχει μια μονάδα κρεάτων, βιοτεχνία δερμάτων, βιοτεχνία έτοιμων ενδυμάτων και ένα μηχανουργείο.

Για τον υπολογισμό της παροχής και της σύστασης των λυμάτων, δεχόμαστε τις τιμές του πίνακα 6-14. Πρέπει να σημειωθεί ότι ως νερό πλύσης θεωρούμε το ακάθαρτο νερό που προέρχεται από την πλύση του ελαιοκάρπου ή των εσπεριδοειδών. Για τις μη γεωργικές βιοτεχνίες δεν είναι δυνατός ο προσδιορισμός της σύστασης των αποβλήτων τους. Ωστόσο, τα απόβλητα από αυτές τις βιομηχανίες είναι συνήθως κατά το μεγαλύτερο μέρος τους στερεά (πλαστικό, χαρτί, κτλ.) τα οποία απορρίπτονται στους νομοθετημένους για τον σκοπό αυτό σκουπιδότοπους της περιοχής λειτουργίας τους. Οι ετήσιες ημέρες λειτουργίας υπολογίζονται προσεγγιστικά, καθώς οι βιοτεχνίες αγροτικών προϊόντων, συμπεριλαμβανομένων των ελαιουργείων, λειτουργούν εποχιακά δηλαδή μετά την συγκομιδή των αντίστοιχων προϊόντων τους.

Ελαιουργεία:

Η ετήσια ποσότητα λυμάτων για κάθε δημοτικό διαμέρισμα δίνεται από την σχέση:

Νερό πλύσης:

$$FW_{water,j} = m_{water} \cdot t_{avg} \cdot Z_j$$

Οργανικά:

$$FW_{org,j} = m_{org} \cdot t_{avg} \cdot Z_j$$

Ανόργανα:

$$FW_{non-org,j} = m_{non-org} \cdot t_{avg} \cdot Z_j$$

όπου:

- $FW_{water,j}$: μέση συνολική ετήσια παροχή νερού πλύσης από το δημοτικό διαμέρισμα j, προερχόμενο από ελαιουργεία (m^3/day)
- $FW_{org,j}$: μέση συνολική ετήσια παροχή οργανικής ύλης από το δημοτικό διαμέρισμα j, προερχόμενης από ελαιουργεία (m^3/day)
- $FW_{non-org,j}$: μέση συνολική ετήσια παροχή ανόργανης ύλης από το δημοτικό διαμέρισμα j, προερχόμενης από ελαιουργεία (m^3/day)
- m_{water} : μέση ετήσια παροχή νερού πλύσης ανά ελαιουργείο ($m^3/ελαιουργείο/day$)
- m_{org} : μέση ετήσια παροχή οργανικής ύλης ανά ελαιουργείο ($m^3/ελαιουργείο/day$)
- $m_{non-org}$: μέση ετήσια παροχή ανόργανης ύλης ανά ελαιουργείο ($m^3/ελαιουργείο/day$)
- t_{avg} : μέσες ετήσιες ημέρες λειτουργίας ελαιουργείων ανά έτος (days/yr)
- z_j : συνολικό πλήθος ελαιουργείων στο δημοτικό διαμέρισμα j (ελαιουργεία)

Η συνολική ετήσια παροχή λυμάτων από ελαιουργεία από όλα τα δημοτικά διαμερίσματα ισούται με:

Νερό πλύσης:

$$FW_{water,TOT} = \sum_{j=1}^k (FW_{water,j}) = \sum_{j=1}^k (m_{water} \cdot t_{avg} \cdot z_j) = m_{water} \cdot t_{avg} \cdot \sum_{j=1}^k (z_j) = m_{water} \cdot t_{avg} \cdot Z$$

Οργανικά:

$$FW_{org,TOT} = \sum_{j=1}^k (FW_{org,j}) = \sum_{j=1}^k (m_{org} \cdot t_{avg} \cdot z_j) = m_{org} \cdot t_{avg} \cdot \sum_{j=1}^k (z_j) = m_{org} \cdot t_{avg} \cdot Z$$

Ανόργανα:

$$FW_{non-org,TOT} = \sum_{j=1}^k (FW_{non-org,j}) = \sum_{j=1}^k (m_{non-org} \cdot t_{avg} \cdot z_j) = m_{non-org} \cdot t_{avg} \cdot \sum_{j=1}^k (z_j) = m_{non-org} \cdot t_{avg} \cdot Z$$

όπου:

- $FW_{water,TOT}$: συνολική ετήσια παροχή νερού πλύσης από ελαιουργεία από όλα δημοτικά διαμερίσματα υπό εξέταση (m^3/yr)
- $FW_{org,TOT}$: συνολική ετήσια παροχή οργανικής ύλης από ελαιουργεία από όλα δημοτικά διαμερίσματα υπό εξέταση (m^3/yr)
- $FW_{non-org,TOT}$: συνολική ετήσια παροχή ανόργανης από ελαιουργεία από όλα δημοτικά διαμερίσματα υπό εξέταση (m^3/yr)
- k : πλήθος δημοτικών διαμερισμάτων υπό εξέταση ($k=14$)
- Z : συνολικό πλήθος ελαιουργείων σε όλα τα δημοτικά διαμερίσματα υπό εξέταση.

Μονάδες μεταποίησης αγροτικών προϊόντων:

Η ετήσια ποσότητα λυμάτων για κάθε δημοτικό διαμέρισμα δίνεται από την σχέση:

Νερό πλύσης:

$$FW_{water,j} = m_{water} \cdot t_{avg} \cdot z_j$$

όπου:

- $FW_{water,j}$: μέση συνολική ετήσια παροχή νερού πλύσης από το δημοτικό διαμέρισμα j, προερχόμενο από μονάδα μεταποίησης αγρ. προϊόντων (m^3/day)
- m_{water} : μέση ετήσια παροχή νερού πλύσης ανά μονάδα μεταποίησης αγρ. προϊόντων ($m^3/μονάδα/day$)
- t_{avg} : μέσες ετήσιες ημέρες λειτουργίας μονάδων ανά έτος (days/yr)
- z_j : συνολικό πλήθος ελαιουργείων στο δημοτικό διαμέρισμα j (ελαιουργεία)

Η συνολική ετήσια παροχή λυμάτων από μονάδες μεταποίησης αγροτικών προϊόντων από όλα τα δημοτικά διαμερίσματα ισούται με:

Νερό πλύσης:

$$FW_{water,TOT} = \sum_{j=1}^k (FW_{water,j}) = \sum_{j=1}^k (m_{water} \cdot t_{avg} \cdot z_j) = m_{water} \cdot t_{avg} \cdot \sum_{j=1}^k (z_j) = m_{water} \cdot t_{avg} \cdot Z$$

όπου:

- $FW_{water,TOT}$: συνολική ετήσια παροχή νερού πλύσης από μονάδες μεταποίησης αγροτικών προϊόντων από όλα δημοτικά διαμερίσματα υπό εξέταση (m^3/yr)
- k: πλήθος δημοτικών διαμερισμάτων υπό εξέταση (k=14)
- Z: συνολικό πλήθος μονάδων σε όλα τα δημοτικά διαμερίσματα υπό εξέταση.

Στον πίνακα 6-15 παρουσιάζονται τα λύματα και η σύστασή τους από τα ελαιουργεία και τις μονάδες μεταποίησης αγροτικών προϊόντων.

Σύμφωνα με την 995/28-1-93 απόφαση Νομάρχη Χανίων, απαγορεύεται η διάθεση των υγρών αποβλήτων ελαιουργείων σε ρυάκια, χείμαρρους, ποταμούς και την θάλασσα. Αποτελεί κοινή πρακτική η εξουδετέρωση της οξύτητας των αποβλήτων με την πρόσθεση υδρασβέστου, η μετέπειτα δίωρη περίπου παραμονή τους σε δεξαμενές καθίζησης στερεών και τελικά η εναπόθεσή τους σε αβαθή, μη-απορροφητική λεκάνη εξάτμισης σε τοποθεσία μακριά από τα ελαιουργεία όπου τα απόβλητα αποξηραίνονται με ρυθμό ανάλογο των κλιματολογικών συνθηκών της περιοχής. Η καθιζάνουσα ιλύς στις δεξαμενές καθίζησης, λόγω του μεγάλου οργανικού φορτίου της και για να μην δημιουργηθούν σηπτικές καταστάσεις που θα επηρεάσουν δυσμενώς την λειτουργία της καθίζησης και την απορροή, απομακρύνεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα.

Όσον αφορά τώρα στις μονάδες μεταποίησης αγροτικών προϊόντων, τα υγρά βιομηχανικά τους απόβλητα (που προέρχονται κυρίως από την πλύση των προϊόντων) διοχετεύονται σε σηπτικές δεξαμενές (καθίζησης) και στην συνέχεια σε απορροφητικούς βόθρους κατάλληλα χωροθετημένους και διαμορφωμένους. Επίσης λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα ώστε οι απορροφητικοί βόθροι να μην εισχωρούν στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα. Τα στερεά απόβλητα των μονάδων αυτών (συνήθως υπολείματα φλοιών, περισσεύματα κατά την διαλογή, κτλ.) συγκεντρώνονται και δίδονται σε κτηνοτρόφους για ζωοτροφές, ενώ όσα περισσέψουν απορρίπτονται σε χωματερές ή στους νομοθετημένους χώρους της περιοχής μαζί με τα στερεά απόβλητα από τους χώρους γραφείων, εστίασεως, κτλ.

Πίνακας 6-1. Καλλιέργειες στην περιοχή γύρω από τον ποταμό Κερίτη. Οι ποσότητες δίνονται σε συνολική έκταση και πλήθος δέντρων ανά δημοτικό διαμέρισμα [49].

ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΔΙΑΜΕΡ/ΤΑ	ΕΛΙΕΣ		ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΗ		ΑΒΟCΑDΟ		ΑΜΠΕΛΙΑ		ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	
	Έκταση (10 ³ m ²)	Δέντρα (πλήθος)	Έκταση (10 ³ m ²)	Δέντρα (πλήθος)	Έκταση (10 ³ m ²)	Δέντρα (πλήθος)	Έκταση (10 ³ m ²)	Κορμοί (πλήθος)**	Έκταση (10 ³ m ²)	Παραγωγή
Αγία	1100	24000	934,6	46135	230	3680	16,3	7172	127	176600
Αλικιανός	1020	24000	1191,6	59345	250	4600	29,9	13156	103	152300
Βαρύπετρο	2880	45000	1231,5	60935	300	7000	21,9	9636	1026	1570750
Βατόλακος	2800	55000	672,7	33200	40	830	352,4	155056	218	183000
Βρύσες	3430	37500	565,3	27890	19	400	14,3	6292	221	240500
Καρές	2850	56430*	43	1735	2	60	214	94160	213*	255300*
Κουφός	675	17000	341,3	16934	225	1400	16,5	7260	191	178500
Λάκκοι	3040	55000	110	4500	0	0	138,6	60984	180	149000
Μυλωνιανά	4600	65000	570	30500	70	1000	0	0	147	138300
Μεσκλά	5727	70000	817	43200	4	150	212,3	93412	153	139000
Μόδι	1736	34373*	759	34905	0	0	4	1760	213*	255300*
Ορθούνι	6125	121275*	385	21550	3	150	104	45760	213*	255300*
Πλατανιάς	1200	34500	195,3	9655	1	40	56,1	24684	24	45400
Σκινές	2835	74000	696,2	34210	25	650	389,3	171292	92	90200
Φουρνές	2983	65400	719,7	35800	27	650	116,9	51436	71	60150
Ψαθογιάννος	2680	53000	100,2	4920	4	350	129	56760	211	195200
ΣΥΝΟΛΟ	45681	831478	9332,4	465414	1200	20960	1815,5	798820	3403	4084800

* Προσεγγιστική τιμή, ** Προσέγγιση με μέση τιμή 440 κορμοί ανά στρέμμα

Πίνακας 6-2.Χρησιμοποιούμενα λιπάσματα/φυτοφάρμακα για κάθε καλλιέργεια[47].

	ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ		ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΑ		ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ
	Όνομα /Τύπος	Δόση	Όνομα /Τύπος	Δόση	
ΕΛΙΕΣ	20-10-10	Συνολική ανά σεζόν: 5 kg/δέντρο (μίγμα)	Οξικοχλωριούχος χαλκός	5kg/1000 lt ¹	Ιανουάριος – Μάρτιος
	11-15-15		Υδατοδιαλυτό Dimethoate	1,5lt/1000 lt ¹	
	26-00-00 (ασβ/χος αμμωνία) νιτρική		Lebaysidy	1,0lt/1000 lt ¹	
	20-5-10 + 2 MgO (magnibor)		Λιποδιαλύτο fenthion	1,5lt/1000 lt ¹	
ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΗ	11-15-15	Συνολική ανά σεζόν: 4kg/δέντρο (μίγμα)	Χλωροπυρικός	1,5lt/1000 lt ²	Ιανουάριος – Φεβρουάριος & τέλη Μαρτίου
	26-00-00 (ασβ/χος αμμωνία) νιτρική		Χαλκός kosite	1,8kg/1000 lt ²	
	10-10-20 + 4 MgO (complefert)				
	10-10-20 (labin)				
ΑΜΠΕΛΙΑ	10-10-20 + 4 MgO (complefert)	Συνολική ανά σεζόν: 0,3 kg/κορμό (μίγμα)	Byleton	0,2 kg/100 lt ³	Ιανουάριος
	11-15-00		Undraion		
		Mical	0,3 kg/100 lt ³		
		Topus	0,035 kg/100 lt ³		
		Θειάφι			
		Θειοχαλκίνη			
ΑΒΟΚΑΔΟ	22-10-10	Συνολική ανά σεζόν: 5 kg/δέντρο (μίγμα)			Ιανουάριος – (Ιούλιο ή Αύγουστο)
	13-00-46 (νιτρικό κάλιο)				
	34,5-00-00+0,5MgO (νιτρική αμμωνία)				
ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	11-15-15	Συνολική ανά σεζόν: 100kg/στρέμμα (βασική)	Antracon bayleton	0,4kg/200lt ⁴	Μάιο (βασική λίπανση)
	12-12-17 (complezan)		Dithen	0,4kg/200lt ⁴	
	15,5-00-00 + 19 Ca (νιτρική ασβέστιο)	Συνολική ανά σεζόν: 100kg/στρέμμα (τμηματική)	Dedevap	0,4kg/200lt ⁴	
	13-00-46 (νιτρικό κάλιο)		Ventex	0,1kg/200lt ⁴	
	34,5-00-00+0,5MgO (νιτρική αμμωνία)				
	20-20-10	4,5kg/στρέμμα (ιχνοστοιχεία)			

¹Στα 1000lt ψεκάζονται 80 δέντρα

³Στα 100lt ψεκάζονται περίπου 700m²

²Στα 1000lt ψεκάζονται 120 δέντρα

⁴Στα 200lt ψεκάζονται περίπου 1000m²

Πίνακας 6-3. Υπολογισμοί των τιμών N_{tree} , P_{tree} και K_{tree} για κάθε είδος καλλιέργειας του Πιν.6-1 σύμφωνα με τους χρησιμοποιούμενους τύπους λιπασμάτων και τις απαιτούμενες ποσότητές τους όπως δίνονται στον Πιν.6-2.

ΕΛΙΕΣ	ΣΥΣΤΑΣΗ ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΣ				kg λιπ./ kg μίγμ.	kg/kg μίγματος/δέντρο			
	N	P	K	ΑΛΛΑ		N	P	K	ΑΛΛΑ
20-10-10	20	10	10	60	0,25	0,0500	0,0250	0,0250	0,1500
11-15-15	11	15	15	59	0,25	0,0275	0,0375	0,0375	0,1475
26-00-00	26	0	0	74	0,25	0,0650	0,0000	0,0000	0,1850
20-5-10	20	5	10	65	0,25	0,0500	0,0125	0,0250	0,1625
						0,1925	0,0750	0,0875	0,6450
Απαιτ. Kg μίγμα/δέντρο =					5	0,9625	0,3750	0,4375	3,2250

ΕΣΠΕΡΙΔ.	ΣΥΣΤΑΣΗ ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΣ (%κ.β.)				kg λιπ./ kg μίγμ.	kg/kg μίγματος/δέντρο			
	N	P	K	ΑΛΛΑ		N	P	K	ΑΛΛΑ
11-15-15	11	15	15	59	0,25	0,0275	0,0375	0,0375	0,1475
26-00-00	26	0	0	74	0,25	0,0650	0,0000	0,0000	0,1850
10-10-20	10	10	20	60	0,25	0,0250	0,0250	0,0500	0,1500
10-10-20	10	10	20	60	0,25	0,0250	0,0250	0,0500	0,1500
						0,1425	0,0875	0,1375	0,6325
Απαιτ. Kg μίγμα/δέντρο =					4	0,5700	0,3500	0,5500	2,5300

ΑΒΟΚΑΔΟ	ΣΥΣΤΑΣΗ ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΣ (%κ.β.)				kg λιπ./ kg μίγμ.	kg/kg μίγματος/δέντρο			
	N	P	K	ΑΛΛΑ		N	P	K	ΑΛΛΑ
22-10-10	22	10	10	58	0,333	0,0733	0,0333	0,0333	0,1931
13-00-46	13	0	46	41	0,333	0,0433	0,0000	0,1532	0,1365
34,5-00-00	34,5	0	0	65,5	0,333	0,1149	0,0000	0,0000	0,2181
						0,2314	0,0333	0,1865	0,5478
Απαιτ. Kg μίγμα/δέντρο =					5	1,1572	0,1665	0,9324	2,7389

ΑΜΠΕΛΙΑ	ΣΥΣΤΑΣΗ ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΣ (%κ.β.)				kg λιπ./ kg μίγμ.	kg/kg μίγματος/δέντρο			
	N	P	K	ΑΛΛΑ		N	P	K	ΑΛΛΑ
10-10-20	10	10	20	60	0,5	0,0500	0,0500	0,1000	0,3000
11-15-00	11	15	0	74	0,5	0,0550	0,0750	0,0000	0,3700
						0,1050	0,1250	0,1000	0,6700
Απαιτ. Kg μίγμα/δέντρο =					0,3	0,0315	0,0375	0,0300	0,2010

ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	ΣΥΣΤΑΣΗ ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΣ (%κ.β.)				kg λιπ./ kg μίγμ.	kg/kg μίγματος/στρέμα			
	N	P	K	ΑΛΛΑ		N	P	K	ΑΛΛΑ
11-15-15	11	15	15	59	0,5	0,0550	0,0750	0,0750	0,2950
12-12-17	12	12	17	59	0,5	0,0600	0,0600	0,0850	0,2950
						0,1150	0,1350	0,1600	0,5900
Απαιτ. Kg μίγμα/στρέμα =					100	11,5000	13,5000	16,0000	59,0000
15,5-00-00	15,5	0	0	84,5	0,333	0,0516	0,0000	0,0000	0,2814
13-00-46	13	0	46	41	0,333	0,0433	0,0000	0,1532	0,1365
34,5-00-00	34,5	0	0	65,5	0,333	0,1149	0,0000	0,0000	0,2181
						0,2098	0,0000	0,1532	0,6360
Απαιτ. Kg μίγμα/στρέμα =					100	20,9790	0,0000	15,3180	63,6030
20-20-10	20	20	10	50	1	0,2000	0,2000	0,1000	0,5000
Απαιτ. Kg μίγμα/στρέμα =					4,5	0,9000	0,9000	0,4500	2,2500
Σύνολο (kg/στρέμμα)						33,3790	14,4000	31,7680	124,8530

Πίνακας 6-4. Τιμές N_{ST} , P_{ST} , K_{ST} για την συνολική μάζα ενώσεων N , P , K από τα λιπάσματα ανά δημοτικό διαμέρισμα και ανά καλλιέργεια. Οι τιμές προκύπτουν με βάση τις ποσότητες N , P , K που αποτίθενται σε κάθε δέντρο (ή στρέμμα) ανά kg χρησιμοποιούμενου μίγματος λιπάσματος.

ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΔΙΑΜΕΡ/ΤΑ	ΕΛΙΕΣ (kg/yr)				ΕΣΠΕΡΙΑΟΕΙΔΗ (kg/yr)				ΑΒΟΚΑΔΟ (kg/yr)				ΑΜΠΕΛΙΑ (kg/yr)				ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ (kg/yr)			
	N	P	K	ΑΛΛΑ	N	P	K	ΑΛΛΑ	N	P	K	ΑΛΛΑ	N	P	K	ΑΛΛΑ	N	P	K	ΑΛΛΑ
Αγία	23100,0	9000,0	10500,0	77400,0	26297,0	16147,3	25374,3	116722,0	4258,4	612,7	3431,2	10079,2	225,9	269,0	215,2	1441,6	4239,1	1828,8	4034,5	15856,3
Αλικιανός	23100,0	9000,0	10500,0	77400,0	33826,7	20770,8	32639,8	150143,0	5323,0	765,9	4289,0	12599,1	414,4	493,4	394,7	2644,4	3438,0	1483,2	3272,1	12859,9
Βαρούπετρο	43312,5	16875,0	19687,5	145125,0	34733,0	21327,3	33514,3	154166,0	8100,2	1165,5	6526,8	19172,5	303,5	361,4	289,1	1936,8	34246,9	14774,4	32594,0	128099,2
Βατόλακος	52937,5	20625,0	24062,5	177375,0	18924,0	11620,0	18260,0	83996,0	960,5	138,2	773,9	2273,3	4884,3	5814,6	4651,7	31166,3	7276,6	3139,2	6925,4	27218,0
Βρύσες	36093,8	14062,5	16406,3	120938,0	15897,3	9761,5	15339,5	70561,7	462,9	66,6	373,0	1095,6	198,2	236,0	188,8	1264,7	7376,8	3182,4	7020,7	27592,5
Καρές	54313,9	21161,3	24688,1	181987,0	989,0	607,3	954,3	4389,6	69,4	10,0	55,9	164,3	2966,0	3531,0	2824,8	18926,2	7109,7	3067,2	6766,6	26593,7
Κουφός	16362,5	6375,0	7437,5	54825,0	9652,4	5926,9	9313,7	42843,0	1620,1	233,1	1305,4	3834,5	228,7	272,3	217,8	1459,3	6375,4	2750,4	6067,7	23846,9
Λάκκοι	52937,5	20625,0	24062,5	177375,0	2565,0	1575,0	2475,0	11385,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1921,0	2286,9	1829,5	12257,8	6008,2	2592,0	5718,2	22473,5
Μυλωνιανά	62562,5	24375,0	28437,5	209625,0	17385,0	10675,0	16775,0	77165,0	1157,2	166,5	932,4	2738,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4906,7	2116,8	4669,9	18353,4
Μεσκιά	67375,0	26250,0	30625,0	225750,0	24624,0	15120,0	23760,0	109296,0	173,6	25,0	139,9	410,8	2942,5	3503,0	2802,4	18775,8	5107,0	2203,2	4860,5	19102,5
Μόδι	33084,0	12889,9	15038,2	110853,0	19895,9	12216,8	19197,8	88309,7	0,0	0,0	0,0	0,0	55,4	66,0	52,8	353,8	7109,7	3067,2	6766,6	26593,7
Ορθούνη	116727,0	45478,1	53057,8	391112,0	12283,5	7542,5	11852,5	54521,5	173,6	25,0	139,9	410,8	1441,4	1716,0	1372,8	9197,8	7109,7	3067,2	6766,6	26593,7
Πλατανιάς	33206,3	12937,5	15093,8	111263,0	5503,4	3379,3	5310,3	24427,2	46,3	6,7	37,3	109,6	777,5	925,7	740,5	4961,5	801,1	345,6	762,4	2996,5
Σκινές	71225,0	27750,0	32375,0	238650,0	19499,7	11973,5	18815,5	86551,3	752,2	108,2	606,1	1780,3	5395,7	6423,5	5138,8	34429,7	3070,9	1324,8	2922,7	11486,5
Φουρνές	62947,5	24525,0	28612,5	210915,0	20406,0	12530,0	19690,0	90574,0	752,2	108,2	606,1	1780,3	1620,2	1928,9	1543,1	10338,6	2369,9	1022,4	2255,5	8864,6
Ψαθογιάννος	51012,5	19875,0	23187,5	170925,0	2804,4	1722,0	2706,0	12447,6	405,0	58,3	326,3	958,6	1787,9	2128,5	1702,8	11408,8	7043,0	3038,4	6703,0	26344,0
ΣΥΝΟΛΟ	800298,0	311804,0	363772,0	2681517,0	265286,0	162894,9	255978,0	1177497,0	24254,4	3489,8	19543,1	57407,9	25162,8	29955,8	23964,6	160563,0	113588,7	49003,2	108106,5	424874,8

Πίνακας 6-5. Δοσολογίες και μοναδιαία κατανάλωση φυτοφαρμάκων. Με βάση την δεδομένη δόση ή κάλυψη ανά 1000lt προκύπτει η τελική μοναδιαία κατανάλωση ποσότητας φυτοφαρμάκου σε κάθε δέντρο ή στρέμμα.

ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΟ	Δόση ανά 1000lt		Κάλυψη ανά 1000lt		Μοναδιαία Κατανάλωση			
	lt	kg	Δέντρα	10 ³ m ²	lt/δέντρο	kg/δέντρο	lt/10 ³ m ²	kg/10 ³ m ²
Οξικοχλωριούχος Χαλκός		5	80			0,063		
Υδατοδιαλυτό Dimethoate	1,5		80		0,019			
Χλωροπυρικός Χαλκός Kosite	1,5		120		0,013			
Byteon		1,8	120			0,015		
Mical		2		7				0,286
Torus		3		7				0,429
Antracon bayleton		0,35		7				0,050
Dithen		2		5				0,400
Dedevap		2		5				0,400
Ventex		0,5		5				0,100

Πίνακας 6-6.Ετήσιες ποσότητες χρησιμοποιούμενων φυτοφαρμάκων ανά δημοτικό διαμέρισμα και καλλιέργεια με βάση τους Πιν.6-1 και 6-5.

ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΔΙΑΜΕΡ/ΤΑ	ΕΛΙΕΣ		ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΗ		ΑΜΠΕΛΙΑ			ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ			
	Οξικοχλωριούχος χαλκός (kg)	Υδατοδιαλυτό Dimethoate (lt)	Χλωροπυρικός (lt)	Χαλκός Kosite (kg)	Byleton (kg)	Mical (kg)	Topus (kg)	Antracon bayleton (kg)	Dithen (kg)	Dedevap (kg)	Ventex (kg)
Αγία	1500,0	450,0	576,7	692,0	4,7	7,0	0,8	6,5	6,5	6,5	1,6
Αλικιανός	1500,0	450,0	741,8	890,2	8,5	12,8	1,5	12,0	12,0	12,0	3,0
Βαρύπετρο	2812,5	843,8	761,7	914,0	6,3	9,4	1,1	8,8	8,8	8,8	2,2
Βατόλακος	3437,5	1031,3	415,0	498,0	100,7	151,0	17,6	141,0	141,0	141,0	35,2
Βρύσες	2343,8	703,1	348,6	418,4	4,1	6,1	0,7	5,7	5,7	5,7	1,4
Καρές	3526,9	1058,1	21,7	26,0	61,1	91,7	10,7	85,6	85,6	85,6	21,4
Κουφός	1062,5	318,8	211,7	254,0	4,7	7,1	0,8	6,6	6,6	6,6	1,7
Λάκκοι	3437,5	1031,3	56,3	67,5	39,6	59,4	6,9	55,4	55,4	55,4	13,9
Μυλωνιανά	4062,5	1218,8	381,3	457,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Μεσκλά	4375,0	1312,5	540,0	648,0	60,7	91,0	10,6	84,9	84,9	84,9	21,2
Μόδι	2148,3	644,5	436,3	523,6	1,1	1,7	0,2	1,6	1,6	1,6	0,4
Ορθούνη	7579,7	2273,9	269,4	323,3	29,7	44,6	5,2	41,6	41,6	41,6	10,4
Πλατανιάς	2156,3	646,9	120,7	144,8	16,0	24,0	2,8	22,4	22,4	22,4	5,6
Σκινές	4625,0	1387,5	427,6	513,2	111,2	166,8	19,5	155,7	155,7	155,7	38,9
Φουρνές	4087,5	1226,3	447,5	537,0	33,4	50,1	5,8	46,8	46,8	46,8	11,7
Ψαθογιάννος	3312,5	993,8	61,5	73,8	36,9	55,3	6,5	51,6	51,6	51,6	12,9
ΣΥΝΟΛΟ	51967,4	15590,2	5817,7	6981,2	518,7	778,1	90,8	726,2	726,2	726,2	181,6

Πίνακας 6-7.Κτηνοτροφική δραστηριότητα ανά δημοτικό διαμέρισμα [49].

ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΔΙΑΜΕΡ/ΤΑ	ΧΟΙΡΟΙ	ΚΟΥΝΕΛΙΑ	ΟΡΝΙΘΕΣ	ΧΗΝΕΣ	ΠΑΠΙΕΣ	ΙΝΔΙΑΝΟΙ	ΠΕΡΙΣΤΕΡΙΑ	ΜΕΛΙΣΣΕΣ	ΠΡΟΒΑΤΑ			ΑΙΓΕΣ			ΜΟΣΧΑΡΙΑ	ΑΜΝΟΙ	ΚΑΤΣΙΚΕΣ
									οικ	κοπ	νομ	οικ	κοπ	νομ			
Αλικιανός	96	130	1300	0	10	50	60	560	160	0	0	230	0	0	0	200	450
Βαρύπετρο	75	3300	1200	10	5	20	350	560	410	700	1180	900	180	320	0	3100	2410
Βατόλακος	14	500	1800	10	0	150	0	400	120	80	0	280	220	0	0	200	780
Βρύσες	0	3000	2580	0	0	0	0	31	100	0	0	100	0	0	0	300	270
Καρές	0	10	900	0	0	0	0	0	950	800	0	100	450	0	0	1750	60
Κουφός	13	300	1500	0	0	0	0	0	50	0	0	100	0	0	0	100	230
Λάκκοι	0	800	1000	0	0	0	0	2000	1000	600	0	600	200	300	0	1900	1200
Μόδι	0	100	500	0	0	0	70	100	220	1280	0	190	260	0	0	1460	410
Μυλωνιανά	0	200	1500	0	0	0	0	250	60	0	0	250	0	0	0	170	500
Μεσκλά	0	700	3000	0	0	0	0	350	450	4000	0	350	1600	0	0	4350	210
Ορθούνη	18	180	2000	0	0	0	0	25	23	0	0	30	0	0	0	30	700
Πλατανιάς	840	600	200	0	70	70	15	0	30	0	0	20	0	0	30	40	30
Σκινές	0	900	950	0	0	0	100	430	70	0	0	80	0	0	0	70	170
Φουρνές	0	500	2500	0	0	0	0	215	50	0	0	100	0	0	0	100	200
Ψαθογιάννος	25	1250	3100	0	0	20	50	0	200	250	0	100	140	0	0	300	100
ΣΥΝΟΛΟ	1081	12470	24030	20	85	310	645	4921	3893	7710	1180	3430	3050	620	30	14070	7720

Πίνακας 6-8. Ετήσια ποσότητα ζωικών αποβλήτων και σύστασή τους σε Ν, Ρ, Κ [45].

ΖΩΟ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (ton/yr)	Ν (kg/yr)	Ρ (kg/yr)	Κ (kg/yr)
ΧΟΙΡΟΣ	1,9	10,6	8,0	7,6
ΚΟΥΝΕΛΙ	0,056	0,6	0,6	0,3
ΟΡΝΙΘΑ	0,047	0,6	0,5	0,2
ΧΗΝΑ	0,05	0,6	0,5	0,4
ΠΑΠΙΑ	0,05	0,6	0,5	0,4
ΙΝΔΙΑΝΟΣ	0,112	1,4	1,2	0,6
ΠΡΟΒΑΤΟ	0,4	3,8	1,7	3,4
ΑΙΓΑ	1,1	10,9	6,0	11,8
ΜΟΣΧΑΡΙ	2	7,2	3,6	9,6
ΑΜΝΟΣ	0,4	3,8	1,7	3,4
ΚΑΤΣΙΚΑ	1,1	10,9	6,0	11,8

Πίνακας 6-9. Ετήσια ποσότητα ενώσεων Ν, Ρ, Κ από κτηνοτροφία για κάθε ζώο και ανά δημοτικό διαμέρισμα, με βάση τους Πίν.6-7 και 6-8.

ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΔΙΑΜΕΡ/ΤΑ	ΧΟΙΡΟΙ			ΚΟΥΝΕΛΙΑ			ΟΡΝΙΘΕΣ			ΧΗΝΕΣ			ΠΑΠΙΕΣ			ΙΝΔΙΑΝΟΙ			ΠΡΟΒΑΤΑ			ΑΙΓΕΣ			ΜΟΣΧΑΡΙΑ			ΑΜΝΟΙ			ΚΑΤΣΙΚΕΣ		
	Ν kg/yr	Ρ kg/yr	Κ kg/yr	Ν kg/yr	Ρ kg/yr	Κ kg/yr	Ν kg/yr	Ρ kg/yr	Κ kg/yr	Ν kg/yr	Ρ kg/yr	Κ kg/yr	Ν kg/yr	Ρ kg/yr	Κ kg/yr	Ν kg/yr	Ρ kg/yr	Κ kg/yr	Ν kg/yr	Ρ kg/yr	Κ kg/yr	Ν kg/yr	Ρ kg/yr	Κ kg/yr	Ν kg/yr	Ρ kg/yr	Κ kg/yr	Ν kg/yr	Ρ kg/yr	Κ kg/yr			
Αλικιανός	1018	769	728	81	83	37	737	590	321	0	0	0	6	5	4	71	62	31	604	273	552	2502	1389	2708	0	0	0	755	341	689	4895	2717	5299
Βαρύπετρο	795	601	569	2054	2112	930	680	545	297	6	5	4	3	3	2	28	25	12	8642	3906	7894	15228	8452	16485	0	0	0	11699	5287	10687	26214	14550	28378
Βατόλακος	148	112	106	311	320	141	1021	817	445	6	5	4	0	0	0	213	186	92	755	341	689	5439	3019	5888	0	0	0	755	341	689	8484	4709	9185
Βρύσες	0	0	0	1867	1920	846	1463	1172	638	0	0	0	0	0	0	0	0	0	377	171	345	1088	604	1178	0	0	0	1132	512	1034	2937	1630	3179
Καρές	0	0	0	6	6	3	510	409	223	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6604	2985	6033	5982	3321	6476	0	0	0	6604	2985	6033	653	362	707
Κουφός	138	104	99	187	192	85	851	681	371	0	0	0	0	0	0	0	0	0	189	85	172	1088	604	1178	0	0	0	377	171	345	2502	1389	2708
Λάκκοι	0	0	0	498	512	226	567	454	247	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6038	2729	5516	11965	6641	12953	0	0	0	7170	3240	6550	13053	7245	14130
Μόδι	0	0	0	62	64	28	284	227	124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5661	2558	5171	4895	2717	5299	0	0	0	5510	2490	5033	4460	2475	4828
Μυλωνιανά	0	0	0	124	128	56	851	681	371	0	0	0	0	0	0	0	0	0	226	102	207	2719	1509	2944	0	0	0	642	290	586	5439	3019	5888
Μεσκλά	0	0	0	436	448	197	1701	1362	742	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16794	7590	15340	21210	11773	22962	0	0	0	16416	7419	14996	2284	1268	2473
Ορθούνη	191	144	137	112	115	51	1134	908	495	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87	39	79	326	181	353	0	0	0	113	51	103	7614	4226	8243
Πλατανιάς	8904	6733	6371	373	384	169	113	91	49	0	0	0	44	37	27	100	87	43	113	51	103	218	121	236	215	109	288	151	68	138	326	181	353
Σκινές	0	0	0	560	576	254	539	431	235	0	0	0	0	0	0	0	0	0	264	119	241	870	483	942	0	0	0	264	119	241	1849	1026	2002
Φουρνές	0	0	0	311	320	141	1418	1135	618	0	0	0	0	0	0	0	0	0	189	85	172	1088	604	1178	0	0	0	377	171	345	2175	1207	2355
Ψαθογιάννος	265	200	190	778	800	352	1758	1408	767	0	0	0	0	0	0	28	25	12	1698	767	1551	2611	1449	2826	0	0	0	1132	512	1034	1088	604	1178
ΣΥΝΟΛΟ	11459	8664	8198	7760	7982	3516	13627	10912	5943	13	11	8	54	45	33	441	384	191	48242	21802	44067	77228	42865	83604	215	109	288	53099	23996	48504	83972	46608	90905

Πίνακας 6-10. Ξενοδοχεία και οικίες ανά δημοτικό διαμέρισμα [50].

ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΔΙΑΜ/ΤΑ	ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑ			ΟΙΚΙΕΣ		Πλήθος οικιών κατά αριθμό μελών									
	Πλήθος	Κλίνες*	Άτομα	Πλήθος	Άτομα	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Αγυιά	0	0	0	173	501	23	53	47	28	16	3	3	0	0	0
Αλικιανός	0	0	0	280	775	59	89	35	66	18	12	1	0	0	0
Βαρύπετρο	1	35	45	306	958	44	73	63	77	34	10	2	2	0	1
Βατόλακος	0	0	0	69	178	14	29	10	7	7	1	1	0	0	0
Βρύσες	1	30	39	157	409	35	57	25	26	7	4	2	1	0	0
Καρές	0	0	0	74	193	16	27	14	9	4	3	1	0	0	0
Κουφός	0	0	0	55	145	15	16	7	9	7	1	0	0	0	0
Λάκκοι	2	65	84	148	420	29	47	33	20	7	4	5	3	0	0
Μόδι	0	0	0	92	268	19	22	20	17	9	3	2	0	0	0
Μυλωνιανά	0	0	0	102	321	19	30	18	13	12	3	4	1	1	1
Μεσκλά	0	0	0	163	422	31	68	27	18	14	3	2	0	0	0
Ορθούνι	0	0	0	58	146	16	21	8	6	4	1	2	0	0	0
Πλατανιάς	125	2395	3113	285	748	63	80	70	52	17	1	1	0	1	0
Σκινές	0	0	0	219	592	52	61	43	40	12	8	3	0	0	0
Φουρνές	0	0	0	222	647	46	70	39	18	14	4	5	2	0	4
Ψαθογιάννος	0	0	0	70	164	25	20	9	11	4	0	0	1	0	0
ΣΥΝΟΛΟ	129	2525	3281	2473	6887	506	763	468	417	186	61	34	10	2	6

*Προσέγγιση

Πίνακας 6-11. Ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά λυμάτων-απορριμμάτων από οικίες και ξενοδοχεία και σύστασή τους σε N, P [31,46].

	ΟΙΚΙΕΣ	ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑ
ΛΥΜΑΤΑ (m³/άτομο/yr)	54	46
<i>Περιεκτικότητα σε N (kg/m³):</i>	0.04	0.04
<i>Περιεκτικότητα σε P (kg/m³):</i>	0.1	0.1
ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ (kg/άτομο/yr)	428	856

Πίνακας 6-12. Υπολογισμός ετήσιων ποσοτήτων λυμάτων και απορριμμάτων από οικίες και ξενοδοχεία στις περιοχές γύρω από τον ποταμό Κερίτη. Οι τιμές προκύπτουν με βάση τους Πιν.6-10 και 6-11.

ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΔΙΑΜ/ΤΑ	ΟΙΚΙΕΣ				ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑ			
	ΛΥΜΑΤΑ (m ³ /yr)			ΑΠ/ΜΑΤΑ (kg/yr)	ΛΥΜΑΤΑ (m ³ /yr)			ΑΠ/ΜΑΤΑ (kg/yr)
	ΣΥΝΟΛΟ (m ³ /yr)	N (kg/yr)	P (kg/yr)		ΣΥΝΟΛΟ (m ³ /yr)	N (kg/yr)	P (kg/yr)	
Αγία	27054,0	1082,2	2705,4	214428,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Αλικιανός	41850,0	1674,0	4185,0	331700,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Βαρύπετρο	51732,0	2069,3	5173,2	410024,0	2070,0	82,8	207,0	19260,0
Βατόλακος	9612,0	384,5	961,2	76184,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Βρύσες	22086,0	883,4	2208,6	175052,0	1794,0	71,8	179,4	16692,0
Καρές	10422,0	416,9	1042,2	82604,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Κουφός	7830,0	313,2	783,0	62060,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Λάκκοι	22680,0	907,2	2268,0	179760,0	3864,0	154,6	386,4	35952,0
Μόδι	14472,0	578,9	1447,2	114704,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Μυλωνιανά	17334,0	693,4	1733,4	137388,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Μεσκλά	22788,0	911,5	2278,8	180616,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ορθούνη	7884,0	315,4	788,4	62488,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Πλατανιάς	40392,0	1615,7	4039,2	320144,0	143198,0	5727,9	14319,8	1332364,0
Σκινές	31968,0	1278,7	3196,8	253376,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φουρνές	34938,0	1397,5	3493,8	276916,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψαθογιάννος	8856,0	354,2	885,6	70192,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΣΥΝΟΛΟ	371898,0	14875,9	37189,8	2947636,0	150926,0	6037,0	15092,6	1404268,0

Πίνακας 6-13. Υφιστάμενη κατάσταση βιοτεχνιών ανά δημοτικό διαμέρισμα [51].

ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΔΙΑΜ/ΤΑ	ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΑ	ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΑΠΟΙΗΣΗΣ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ	ΜΗ ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΒΙΟΤΕΧΝΙΕΣ
Αγία	0	1	7
Αλικιανός	1	3	5
Βαρύπετρο	1	2	9
Βατόλακος	1	4	2
Βρύσες	0	2	0
Καρές	1	0	0
Κουφός	0	0	0
Λάκκοι	1	0	0
Μυλωνιανά	1	0	0
Μεσκλά	1	1	0
Πλατανιάς	1	0	4
Σκινές	1	0	0
Φουρνές	1	1	0
Ψαθογιάννος	1	0	0
ΣΥΝΟΛΟ	11	14	27

Πίνακας 6-14. Παροχή και σύσταση λυμάτων από τις βιοτεχνίες [34,51].

	ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΑ	ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΑΠΟΙΗΣΗΣ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ	ΜΗ ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΒΙΟΤΕΧΝΙΕΣ
Νερό πλύσης (m ³ /day)	11980	35	-
Οργανικά (m ³ /day)	2066		-
Ανόργανα (m ³ /day)	275		-
Μέσες ημέρες λειτουργίας (days)	95	95	-

Πίνακας 6-15. Ετήσιες ποσότητες λυμάτων και σύστασή τους από τα ελαιουργεία και τις μονάδες μεταποίησης αγροτικών προϊόντων στις περιοχές γύρω από τον ποταμό Κερίτη. Οι υπολογισμοί προέκυψαν με βάση τους Πιν. 6-13 και 6-14.

ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΔΙΑΜ/ΤΑ	ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΑ				ΜΟΝ. ΜΕΤΑΠΟΙΗΣΗΣ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ	
	Πλήθος	Ετήσια Παραγωγή (m ³ /yr)			Πλήθος	Ετήσια Παραγωγή (m ³ /yr)
		Νερό Πλύσης	Οργανικά	Ανόργανα		
Αγία	0	0	0	0	1	3325
Αλικιανός	1	1138100	196270	26125	3	9975
Βαρύπετρο	1	1138100	196270	26125	2	6650
Βατόλακος	1	1138100	196270	26125	4	13300
Βρύσες	0	0	0	0	2	6650
Καρές	1	1138100	196270	26125	0	0
Κουφός	0	0	0	0	0	0
Λάκκοι	1	1138100	196270	26125	0	0
Μυλωνιανά	1	1138100	196270	26125	0	0
Μεσκλά	1	1138100	196270	26125	1	3325
Πλατανιάς	1	1138100	196270	26125	0	0
Σκινές	1	1138100	196270	26125	0	0
Φουρνές	1	1138100	196270	26125	1	3325
Ψαθογιάννος	1	1138100	196270	26125	0	0
ΣΥΝΟΛΟ	11	12519100	2158970	287375	14	46550

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ & ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Το νερό είναι το βασικό στοιχείο ανάπτυξης και διατήρησης της ζωής στον πλανήτη μας αλλά και το βασικό υλικό για τη σύγχρονη βιομηχανική ανάπτυξη. Με τους φυσικούς του χαρακτήρες ως διαλυτικό, έχει οδηγήσει στη σύγχρονη ανάπτυξη της χημικής βιομηχανίας και της μεταλλουργίας, ενώ οι φυσικές και χημικές του ιδιότητες αποτελούν τη βάση των βιολογικών κύκλων και οι θερμικές του ιδιότητες ελέγχουν τις κλιματολογικές συνθήκες και στηρίζουν το μέγιστο των δραστηριοτήτων του ανθρώπου.

Η καθαρότητα του νερού γενικά έχει κεφαλαιώδη σημασία για τον άνθρωπο, με το οποίο είναι άρρηκτα δεμένη η ύπαρξή του (πόσιμο, αρδευτικό, είδος αναψυχής). Η ρύπανση του νερού μπορεί να αποβεί απαγορευτικός παράγοντας στη χρήση του ή να δημιουργήσει κινδύνους στη δημόσια υγεία μέσω της τοξικότητάς του ή της μετάδοσης ασθενειών. Οι ρυπαντές γενικά που καταλήγουν στα ποτάμια, τις λίμνες και τις θάλασσες, διαδίδονται με μεγαλύτερη ταχύτητα σε σχέση με το έδαφος και προς όλες τις κατευθύνσεις, με δυσμενή επίδραση στους υδρόβιους οργανισμούς, επιπλέον δε, ο χρόνος αυτοκαθαρισμού των υδάτων είναι πολύ μεγάλος.

Η ρύπανση του νερού γενικά οφείλεται σε ένα συνδυασμό των διαφόρων ρυπαντών οι οποίοι μπορεί να είναι οργανικές ενώσεις που προέρχονται κυρίως από αστικά λύματα και βιομηχανίες, διάφοροι παθογόνοι μικροοργανισμοί που συνήθως εισέρχονται στην υδρόσφαιρα από τα λύματα της ανθρώπινης δραστηριότητας, μέταλλα διαλυμένα, συνθετικές οργανικές ενώσεις όπως φυτοφάρμακα, θρεπτικά συστατικά-ρυθμιστές της ανάπτυξης των φυτών που προέρχονται κυρίως από τα λιπάσματα και τις εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού των λυμάτων και διαταράσσουν την φυσική ισορροπία, θερμά απόβλητα ηλεκτροπαραγωγών εργοστασίων καθώς και ραδιενεργά απόβλητα, πετρέλαια, φερτές ύλες, κ.α.

Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας εκτιμήθηκε το ρυπαντικό φορτίο στις περιοχές γύρω από τον ποταμό Κερίτη, προερχόμενο από γεωργικές, κτηνοτροφικές και βιοτεχνικές δραστηριότητες καθώς και από οικιστικά ή ξενοδοχειακά λύματα. Σε αντιπαράθεση που έγινε με χημικές αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν στην Αγυιά εξάγουμε το συμπέρασμα ότι ο ποταμός δεν επιβαρύνεται με υψηλά επίπεδα ρύπανσης από τις γύρω περιοχές. Οι βασικότεροι μέθοδοι ρύπανσης είναι με επιφανειακή απορροή και με αερομεταφορά. Η κυριότερη εν δυνάμει ρυπογόνος πηγή διαφαίνεται ότι είναι τα λιπάσματα και τα φυτοφάρμακα. Αποδεικνύεται ότι από όλες τις καλλιέργειες, οι ελιές έχουν το μεγαλύτερο ρυπαντικό φορτίο φυτοφαρμάκων με περίπου 52 τόνους οξικοχλωριούχου χαλκού και 15,6 τόνους υδατοδιαλυτού Dimethoate το χρόνο ενώ το μικρότερο ρυπαντικό φορτίο το έχουν τα αμπέλια. Παρόμοια παρατήρηση μπορούμε να κάνουμε και για τις ετήσιες ποσότητες λιπασμάτων, όπου και πάλι η καλλιέργεια των ελιών αποδεικνύεται οι πιο ρυπογόνα.

Λόγω της συνεχούς ανάπτυξης των παρακείμενων περιοχών του ποταμού Κερίτη, θα πρέπει να ληφθούν προληπτικά μέτρα ώστε ο ποταμός να μην επιβαρυνθεί περαιτέρω:

Γεωργία

Ολοκληρωμένη φυτοπροστασία

Από τις διάφορες προτάσεις αυτή που κυρίως προωθείται τελευταία είναι η ολοκληρωμένη διαχείριση των παρασίτων των φυτών (Integrated Pest Management). Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί ποικιλία μέσων για τον έλεγχο των παρασίτων όπως είναι οι φυσικοί θηρευτές (βιολογική καταπολέμηση) των παρασίτων, αμειψισπορά και ποικιλίες φυτών ανθεκτικές στα παράσιτα. Τα γεωργικά φάρμακα χρησιμοποιούνται επιλεκτικά και κατά το δυνατόν σπανιότερα με στόχο όχι την τέλεια εξαφάνιση του παρασίτου αλλά τη διατήρηση αυτού σε χαμηλούς πληθυσμούς ώστε να μη προξενούν σοβαρές καταστροφές στην καλλιέργεια.

Χρησιμοποίηση λιπασμάτων

Όπως και για τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα, έτσι και για τα λιπάσματα υπάρχει ανάγκη προώθησης τους σε ελεγχόμενη μορφή και ποιότητα έτσι ώστε να λειτουργούν διορθωτικά σε σχέση με τις σημερινές καταστρεπτικές συνέπειες. Επίσης, θα πρέπει να προωθηθεί η χρήση κυρίως οργανικών (π.χ. από ζωτροφές) και όχι χημικών λιπασμάτων. Για να είναι αποτελεσματικά, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται ορθολογικά, έτσι ώστε και τη γεωργία να ωφελούν, αλλά και να' ελαχιστοποιούν τους κινδύνους σε βάρος των φυσικών πόρων και γενικότερα του περιβάλλοντος, με όλες τις δυσμενείς συνέπειες στα υπόγεια και επιφανειακά νερά.

Σήμερα το πρόβλημα των συνεπειών της αλόγιστης χρήσης αγροχημικών είναι υπαρκτό ως απόρροια της άγνοιας του παρελθόντος ή (και) της αδιαφορίας του παρόντος, παρά την παγκόσμια ευαισθητοποίηση και αφύπνιση στο θέμα της περιβαλλοντικής διαχείρισης τους.

Εφαρμογή ορθολογικής άρδευσης

Συγκαλλιέργεια ψυχανθών

Με την ανάπτυξη ανθεκτικότητας των παρασίτων στα γεωργικά φάρμακα, όλο και μεγαλύτερες δόσεις χρησιμοποιούνται ή δοκιμάζονται περισσότερα φάρμακα ή συνδυασμοί φαρμάκων με αποτέλεσμα ν' αυξάνουν και οι επιπτώσεις των τοξικών αυτών ουσιών και στον άνθρωπο και σε άλλους οργανισμούς. Η ετήσια συγκαλλιέργεια ψυχανθών με τους σπρωώνες βοηθά στην αποφυγή των ζιζανίων και τη χρήση ζιζανιοκτόνων καθώς επίσης βελτιώνει τη γονιμότητα του εδάφους.

Υιοθέτηση καλύτερων πρακτικών ψεκασμού

Πλήρη κατάργηση των αεροψεκασμών καθώς έχουν πολλά μειονεκτήματα όπως αυτό της μόλυνσης του περιβάλλοντος, της διατάραξης του οικοσυστήματος και ιδιαίτερα της βιολογικής ισορροπίας των εντομών και αντικατάστασή τους με από εδάφους ψεκασμούς. Αυτό προϋποθέτει κάποια μορφής υποδομή επιμόρφωσης των γεωργών και ελέγχου τους κυρίως όσον αφορά στις ποσότητες του φαρμάκου καθώς υπάρχει συνεχής τάση αύξησης στο ανά στρέμμα χρησιμοποιούμενο φυτοφάρμακο.

Κατάλληλη διαχείριση ληγμένων φυτοφαρμάκων και συσκευασιών τους

Δεν θα πρέπει να τα μεταχειριζόμαστε σαν απλά σκουπίδια. Θα πρέπει να βρεθούν ειδικοί χώροι και μηχανισμοί που θα τα συλλέγουν σε επίπεδο νομού ή περιφέρειας, το δε Υπουργείο Γεωργίας να μεσολαβεί ώστε να δίδεται η καταλληλότερη λύση (π.χ. κλίβανος όπως κατά καιρούς γίνεται). Τα κενά συσκευασίας θα πρέπει να ανακυκλώνονται με κρατική μέριμνα ή να μαζεύονται σε ειδικούς χώρους ή οι συσκευασίες των φαρμάκων να αλλάξουν και να γίνουν πιο φιλικές με το περιβάλλον.

Συντήρηση, έλεγχος και ρύθμιση γεωργικών μηχανημάτων

Η συντήρηση, ο έλεγχος και η ρύθμιση των ψεκαστικών μέσων και των λιπασματοδιανομέων θα πρέπει να γίνεται τουλάχιστον μία φορά το χρόνο. Κατά τη συντήρηση των ψεκαστικών μέσων ελέγχεται αν τα ακροφύσια (μπεκ) αντιστοιχούν στον τύπο ψεκασμού, στον τρόπο κατανομής του ψεκαστικού υγρού, στη γωνία ψεκασμού, στην παροχή ψεκαστικού υγρού και στο μέγεθος σταγονιδίων για αποφυγή της διασποράς. Φθαρμένα ή αποφραγμένα ακροφύσια και τα φίλτρα τους πρέπει να αντικαθίστανται, ώστε να εξασφαλίζεται ακρίβεια στην εφαρμογή των σκευασμάτων. Στους λιπασματοδιανομείς η ρύθμιση θα πρέπει να εξασφαλίζει την ακρίβεια και ομοιομορφία εφαρμογής των λιπασμάτων.

Εκπόνηση προγραμμάτων επιμόρφωσης

Η συνεχής επιμόρφωση των γεωργών από την πολιτεία τόσο για τον Κώδικα Ορθής Γεωργικής Πρακτικής όσο και σε επίκαιρα θέματα χρήσης φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων, πρακτικών ψεκασμού και βιολογικής καταπολέμησης θα μπορούσε να συμβάλει σε μεγάλο βαθμό στην μείωση της ρύπανσης από επιβλαβή χημικά και την αναγέννηση του εδάφους.

Κτηνοτροφία

Αλλαγή της μορφής των επιδοτήσεων

Οι εξισωτικές αποζημιώσεις στους κτηνοτρόφους θα πρέπει να χορηγούνται με βάση την παραγωγικότητα των ζώων (σε γάλα ή κρέας) και όχι με βάση τον αριθμό τους. Έτσι, θα διακοπεί η συνεχής αύξηση του αριθμού των αιγοπροβάτων, τα οποία έχουν μόνο δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Εφαρμογή της ημι-εντατικής κτηνοτροφίας

Η σημερινή ελεύθερη (αποίμαντη) εκτατική κτηνοτροφία θα πρέπει να μετατραπεί σε ποιμενόμενη ημι-εντατική μορφή με ημι-βελτιωμένα ζώα προκειμένου αυτά να έχουν υψηλότερη παραγωγή και να μπορούν να προσαρμοστούν στις τοπικές συνθήκες. Στα πλαίσια της ημι-εντατικής αυτής μορφής θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν ευρύτερα οι περιφράξεις των λιβαδιών και να διατηρηθεί η οικολογικά προσαρμοσμένη στην Κρήτη μετακίνηση των ζώων από τα χειμερινά στα θερινά λιβάδια και αντίστροφα (νομαδική εκτροφή).

Πρωώθηση κτηνοτροφικών φυτών

Θα πρέπει να προωθηθεί και να επιδοτηθεί η καλλιέργεια κτηνοτροφικών φυτών, ποωδών ή ξυλωδών, σε οριακής απόδοσης γεωργικές εκτάσεις ή σε εγκαταλειμμένες πεζούλες προκειμένου να παραχθούν τοπικά οι απαραίτητες ζωοτροφές για τις κρίσιμες περιόδους του έτους.

Δημιουργία τεχνητών λειμώνων

Τεχνητοί λειμώνες για βόσκηση ή για παραγωγή ζωοτροφών με βελτιωμένα ποώδη ή θαμνώδη φυτά θα πρέπει να δημιουργηθούν σε εγκαταλειμμένες ή καλλιεργούμενες, οριακής απόδοσης εκτάσεις προκειμένου να μειωθεί η πίεση των ζώων στα φυσικά λιβάδια.

Ορθολογική εφαρμογή οργανικής κόπρου

Δεν πρέπει να γίνεται εφαρμογή οργανικής κόπρου σε έντονα κεκλιμένα εδάφη, όπου ο κίνδυνος απορροής είναι μεγάλος και αυξάνεται ανάλογα με το βαθμό κλίσης. Γενικά, μια κλίση εδάφους πάνω από 8% θεωρείται άκρως επικίνδυνη για την απορροή και τη ρύπανση των νερών από τις αζωτούχες ενώσεις που περιέχονται στην κόπρη.

Εκπόνηση προγραμμάτων επιμόρφωσης

Η συνεχής επιμόρφωση των κτηνοτρόφων από την πολιτεία σε θέματα επιλογής ζώων, χρήσης ζωοτροφών, πρακτικών εκτροφής και εκμετάλλευσης αποβλήτων θα μπορούσε να συμβάλει σε μεγάλο βαθμό στην μείωση της ρύπανσης από την κτηνοτροφία.

Οικιστική & Τουριστική ανάπτυξη

Ζωνοποίηση των τουριστικών δραστηριοτήτων

Η τουριστική ανάπτυξη θα πρέπει να περιοριστεί σε ορισμένες μόνο περιοχές, ύστερα από κατάλληλη μελέτη, ενώ οι υπόλοιπες περιοχές να κηρυχθούν ως προστατευτές, που σημαίνει ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες θα πρέπει να είναι ελεγχόμενες και σύμφωνα με τα παραδοσιακά πρότυπα.

Κατάλληλη διαχείριση τοξικών αποβλήτων

Στα πλέον επικίνδυνα τοξικά στοιχεία των αστικών απορριμμάτων περιλαμβάνονται οι παλιές μπαταρίες, τόσο των οικιακών συσκευών όσο και των αυτοκινήτων, επειδή περιέχουν κυρίως μόλυβδο, κάδμιο, νικέλιο και γενικά βαρέα μέταλλα, τα οποία διαχεόμενα στο περιβάλλον παρεμποδίζουν τις βιολογικές λειτουργίες αποικοδόμησης των οργανικών ουσιών ενώ προστιθέμενα στο στράγγισμα αυξάνουν την τοξικότητα του και δυσχεραίνουν την διάθεση του με οποιοδήποτε τρόπο.

Για το λόγο αυτό θα πρέπει τα διάφορα τοξικά ή επικίνδυνα υλικά είτε να αποκλείονται από τη χωματερή είτε να συγκεντρώνονται σε ξεχωριστό τμήμα της απομονωμένο από τα κοινά απορρίμματα και να θάβονται με αργιλόχωμα, που έχει αυξημένη ποσότητα κατακράτησης τοξικών ουσιών λόγω ιοντοανταλλαγών και λοιπών φυσικοχημικών διεργασιών. Ακόμα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν κατάλοιπα λατομείων (π.χ. ασβεστολιθική λάσπη) που εξουδετερώνουν και τα οξέα (π.χ. το θειικό οξύ).

Εκπόνηση προγραμμάτων επιμόρφωσης

Η συνεχής επιμόρφωση των τουριστικών επιχειρήσεων από την πολιτεία σε πρακτικές μείωσης αποβλήτων και σε θέματα διάθεσής τους θα μπορούσε να συμβάλει σε μεγάλο βαθμό στην μείωση της ρύπανσης των επιφανειακών νερών από αστικά λύματα.

Βιοτεχνία

Έλεγχος της ρύπανσης από απόβλητα εργοστασίων

Τα βιομηχανικά απόβλητα θα πρέπει οπωσδήποτε να επεξεργάζονται από τις ίδιες τις μονάδες που τα παράγουν και να καθαρίζονται σε σημείο που να είναι ακίνδυνα να μολύνουν επιφανειακά και υπόγεια νερά. Εδώ θα πρέπει να τονίσουμε ότι θα πρέπει οπωσδήποτε να γίνεται έλεγχος για τη σωστή λειτουργία της εγκατάστασης, γιατί σε διαφορετική περίπτωση τα αποτελέσματα θα είναι αρνητικά. Ειδικά για τα απόβλητα των διαφόρων ελαιουργείων δεν θα πρέπει σε καμία περίπτωση να διοχετεύονται στα ρέματα και τα ποτάμια χωρίς προηγουμένως να υποστούν βιολογικό καθαρισμό, ώστε να αποφευχθεί η ρύπανση των υδάτων.

Χρήση πρώτων υλών φιλικών προς το περιβάλλον

Η χρήση απορρυπαντικών, διαλυτών, χρωμάτων και άλλων τοξικών χημικών θα πρέπει να περιορισθεί και να αντικατασταθεί όπου αυτό είναι δυνατό με λιγότερο τοξικά. Τα δε επιβλαβή, μη βιοδιασπώμενα χημικά και βαρέα μέταλλα που ενδεχομένως να προκύπτουν ως προϊόντα διεργασιών θα πρέπει να δεσμεύονται από κατάλληλους συλλέκτες, μετά να αποθηκεύονται προσωρινά σε κατάλληλες δεξαμενές και τέλος να απομακρύνονται σε ενδειγμένους χώρους, νομοθετημένους από την πολιτεία.

Εκπόνηση προγραμμάτων επιμόρφωσης

Η συνεχής επιμόρφωση, ενημέρωση και συνεργασία των βιοτεχνικών και βιομηχανικών επιχειρήσεων με την πολιτεία σε πρακτικές μείωσης αποβλήτων, σε θέματα διάθεσής τους καθώς και σε εναλλακτικές μορφές πρώτων υλών θα ήταν ένα πολύ σημαντικό βήμα στην μείωση της ρύπανσης των υδάτων από βιοτεχνικά απόβλητα.

Παρά το ότι οι τρόποι και οι αιτίες ρύπανσης των επιφανειακών νερών του Κερίτη είναι γνωστές, εν τούτοις στην πράξη δεν είναι εύκολο να αντιμετωπισθεί το ζημιογόνο αυτό φαινόμενο. Και τούτο επειδή απαιτείται η αυστηρή τήρηση ορισμένων βασικών κανόνων από τους καλλιεργητές, κτηνοτρόφους, επιχειρηματίες και κατοίκους γενικά κατά την επιτέλεση των συνήθων πρακτικών τους. Είναι ευνόητο ότι για να επιτευχθεί η ορθολογική άσκηση των πρακτικών αυτών, είναι απαραίτητη η συνεργασία και η συναίνεση των παραγόντων μιας περιοχής, κάτι που στα ελληνικά δεδομένα προϋποθέτει και ανάλογη επιμόρφωση. Με τον τρόπο αυτό θα εξασφαλισθεί τόσο η συναίνεση όσο και η συνεργασία τους, στοιχεία απαραίτητα για την ελαχιστοποίηση των επιπέδων ρύπανσης στα επιφανειακά νερά του ποταμού Κερίτη.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Παπαφιλιππάκη Ανδ., (2004). Σημειώσεις μαθήματος «Διαχείριση Υδατικών Πόρων», Χανιά.
- [2] Παυλάκη Κ., (2001). Σημειώσεις μαθήματος «Διαχείριση Υδατικών Πόρων», Τμήμα Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, Χανιά.
- [3] Καλλέργης Γ.Α, (1999). «Εφαρμοσμένη-Περιβαλλοντική Υδρογεωλογία», Τόμος Α, Έκδοσης Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Αθήνα.
- [4] Στεφάνου Γ., (2004). Σημειώσεις μαθήματος «Χημεία Περιβάλλοντος-Υδατική Χημεία», Τμήμα Χημείας, Τομέας Χημείας Περιβάλλοντος και Αναλυτικής Χημείας, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ηράκλειο.
- [5] Τερζίδης Γ.Α, Παπαζαφειρίου Ζ.Γ., (1997). «Γεωργική Υδραυλική» Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
- [6] Τσακίρης Γ., (1995). «Υδατικοί Πόροι -Τεχνική Υδρολογία» Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα.
- [7] Λιαλιάρης Γ., (1996). «Υδρολογικό και Υδρογεωλογικό ισοζύγιο του Ποταμού Κερίτη», Μεταπτυχιακή Διατριβή, Τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.
- [8] <http://www.Kpe.Kastor.Kas.sch.gr> «Υδρολογικός κύκλος», IN GR.
- [9] <http://www.greatsaltlake.utah.edu/> «Υδρολογική λεκάνη»
- [10] [http://www.2010.atmos.uiuc.edu/\(Gh\)/guides/mtr/hyd/bdgt.xml](http://www.2010.atmos.uiuc.edu/(Gh)/guides/mtr/hyd/bdgt.xml) «Υδρολογική λεκάνη».
- [11] Παπανικολάου Ν., (2000). «Διαχείριση φυσικών βοσκοτόπων», (Πανεπιστημιακές παραδόσεις), Τμήμα Γεωπονίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη.
- [12] Κουϊμτζή Θ., Φυτιάνου Κ., Σαμαρά-Κωνσταντίνου Κ., (1998). «Χημεία Περιβάλλοντος», University Studio Press, Θεσσαλονίκη.
- [13] Τσιούρης Σ.Ε., (2003). «Ρύπανση Περιβάλλοντος» (Πανεπιστημιακές Παραδόσεις), Τμήμα Γεωπονίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη.
- [14] Βαρώτσος Κ., Καρράς Γ., (1997). «Σημειώσεις Εισαγωγής στη Φυσική της Ατμόσφαιρας», Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο, Αθήνα.
- [15] http://www.in_health.gr. «Ατμοσφαιρική Ρύπανση», IN Health
- [16] Καρράς Γ., (1998). Πανεπιστημιακές σημειώσεις «Ατμοσφαιρική ρύπανση». Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο, Αθήνα.
- [17] Ζαλίδης Γ., (2000). Σημειώσεις μαθήματος «Ρύπανση και Προστασία του Περιβάλλοντος», Τμήμα Γεωπονίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη.
- [18] <http://utopia.duth.gr>. «Ρύπανση Υδάτων», άρθρο στην ιστοσελίδα
- [19] Μήτσιος Ιωαν., (2002). «Θρεπτικά Στοιχεία και Γονιμότητα του Εδάφους, Μέθοδοι και Εφαρμογές», Βόλος.
- [20] Μήτσιος Ιωαν., (1995). «Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση λιπασμάτων στις καλλιέργειες», Το Βήμα του Γεωπονικού Συλλόγου, Λάρισα.
- [21] Σμυρνάκη Κ. - Δασενάκης Δ., (2000). «Ρύπανση υπόγειων νερών με νιτρικά», Διπλωματική Εργασία κύκλου μεταπτυχιακών σπουδών ειδίκευσης, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.
- [22] Kubek P.B., and Robillard P.D. (1990). «Drinking Water Solutions 2.0: Computer Information System». Pennsylvania State University Department of Agricultural and Biological Engineering., University Park, PA..

- [23] Θέρσιος Ι. Ν., (1996). «Ανόργανη Θρέψη και Λιπάσματα», Εκδόσεις Γ. Δεδούση, Θεσσαλονίκη.
- [24] Dennison, W.C., Orth R.J., Moore K.A., Stevenson J.C., Carter V., Kollar S., Bergstrom P.W. Batiuk R.A. (1993). Assessing Water Quality with Submersed Aquatic Vegetation. BioScience, Vol. 43(2) pp.86-94.
- [25] Πολυράκης Γ.Θ., (2003). Σημειώσεις «Ρύπανση του περιβάλλοντος από τη χρήση Αγροχημικών», Αθήνα.
- [26] Γεράκης Π.Α. (1996). «Ελληνικοί υγρότοποι». Στο: Φίλης et al. (εκδ.) Το Ελληνικό Περιβάλλον. Εκδ. Σαββάλας, σελ.33-65.
- [27] Ζαλίδης Χ.Γ., Μαντζαβέλας Α.Λ. (συντονιστές έκδοσης) (1994). «Απογραφή των ελληνικών υγροτόπων ως φυσικών πόρων (Πρώτη προσέγγιση)». ΕΚΒΥ, xviii, σελ. 587.
- [28] Αντωνόπουλος Β., (2001). Σημειώσεις μαθήματος «Ρύπανση και Προστασία του Περιβάλλοντος», Τμήμα Γεωπονίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη.
- [29] Βλυσίδης Α., (1998). «Χαρακτηριστικά Υγρών Αποβλήτων & Νερών», Σημειώσεις Μαθήματος «Περιβαλλοντική Τεχνολογία και Διαχείριση», Τμήμα Χημικών Μηχανικών. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
- [30] Μαρτζόπουλος Γ.Γ., (1991). Διδακτικές Σημειώσεις «Εκμηχάνιση Κτηνοτροφικών Μονάδων και Διαχείριση Λυμάτων», Τμήμα Γεωπονίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη
- [31] Βλυσίδης Α., (2002). «Χαρακτηριστικά Αστικών Λυμάτων», Τμήμα Χημικών Μηχανικών. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
- [32] Κόλλιας Π.Σ., (1993). «Απορρίμματα», Αθήνα.
- [33] Κασιέρης Α., (1998). «Ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά απορριμμάτων», Σημειώσεις μαθήματος «Διαχείριση Στερεών Απορριμμάτων και ιλύος», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
- [34] «Επεξεργασία Βιομηχανικών αποβλήτων, Γενικές αρχές και Μεθοδολογία αντιμετώπισης», Σημειώσεις ΕΜΠ στην ηλεκτρονική διεύθυνση: <http://postgrasrv.hydro.ntua.gr/gr/edmaterial/lessons/lessons.htm>.
- [35] <http://health.in.gr>. «Ρύπανση Υδάτων», In Health
- [36] Σαρλής Γ., (1998). «Βελτίωση και Διαχείριση Φυσικών Βοσκοτόπων», Εκδόσεις Α. Σταμούλη, Αθήνα.
- [37] Γρηγορόπουλος Σ., (2001). «Διαχείριση Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων» Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.
- [38] Moore LE, Smith AH, Eng C, Kalman D, DeVries S, Bhargava V, Chew K, Moore D 2nd, Ferreccio C, Rey OA, Waldman FM, (2002). «Arsenic-Related Chromosomal Alterations in Bladder Cancer», Journal of the National Cancer Institute Vol. 94, pp.1688-1696.
- [39] Ρίγλης, Σ., (1996). «Το Υδατικό Δυναμικό Του Νομού Χανίων», Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Χανίων, Χανιά.
- [40] Υπηρεσία Εγγείων βελτιώσεων (ΥΕΒ), (2005). Προσωπική συνέντευξη με κ. Βοζινάκη.
- [41] Τάταρη Αθ., Χριστοδούλου Ε., (1969). «Γεωλογικός χάρτης-Υδρολιθολογικός χάρτης», Φύλλο Αλικιανού, Κλίμακα: 1:50.000, (Ι.Γ.Μ.Ε.)
- [42] www.ecocrete.gr
- [43] Ο.Α.ΔΥ.Κ. (1998). «Διαχειριστικό σχέδιο για τον Υγρότοπο της Αγυιάς», Χανιά.
- [44] Υ.Ε.Β., (2000). «Υδρογεωλογική μελέτη του κάμπου Χανίων», Χανιά.
- [45] <http://www.who.int> World Health Organization.

- [46] SHAFFER K. A. and WALLS F. R., (2005). «Livestock manure production rates and nutrient content», North Carolina Dept. of Agriculture & Consumer Services.
- [47] <http://epp.eurostat.cec.eu.int>, Eurostat.
- [48] Προσωπική συνέντευξη με κ. Τοράκη Ιωάννη, Γεωπόνος, (2005), Χανιά.
- [49] Δ.Ε.Υ.Α.Χ., (2000). «Μελέτη υδροφορίας λεκάνη Κερίτη», Χανιά.
- [50] Διεύθυνση Γεωργίας, (2005). Νομαρχία Χανίων, Χανιά.
- [51] Στατιστική Υπηρεσία, (2005). Χανιά.
- [52] Διεύθυνση Βιομηχανίας, (2005). Νομαρχία Χανίων, Χανιά.