



**Χωροχρονική μεταβολή του επιπέδου ρύπανσης των
επιφανειακών απορροών των ποταμών Ταυρωνίτη, Κερίτη,
Κλαδισού.**

**Ποιοτική επιβάρυνση της θαλάσσιας περιοχής Νέας Χώρας
(λιμανάκι και παραλία).**



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σακελλαράκη Ευαγγελία-Βεατρίκη

Επιβλέπων
Καθηγητής Γιώργος Σταυρουλάκης

ΧΑΝΙΑ 2017



**Χωροχρονική μεταβολή του επιπέδου ρύπανσης των
επιφανειακών απορροών των ποταμών Ταυρωνίτη, Κερίτη,
Κλαδισού.
Ποιοτική επιβάρυνση της θαλάσσιας περιοχής Νέας Χώρας
(λιμανάκι και παραλία).**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σακελλαράκη Ευαγγελία-Βεατρίκη

Επιβλέπων : Καθηγητής Γ Σταυρουλάκης
Επιτροπή Αξιολόγησης : Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Κατσιβελα Ελευθερία
Επίκουρος Καθηγητής Καλδέρης Δημήτρης

Αύξων Αριθμός Πτυχιακής Εργασίας : 68

Ευχαριστίες

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου που με αγαπάει, που με στηρίζει πάντα και με κάθε τρόπο...τους αγαπώ πολύ!!!

Περιεχόμενα

Περίληψη	6
Κεφάλαιο 1	7
1.1 Εισαγωγή	7
1.2 Κύκλος του νερού	8
1.3 Νομοθετικό πλαίσιο διαχείρισης των υδάτινων πόρων.....	9
Κεφάλαιο 2- 2.1 Επιφανειακά και υπόγεια νερά	12
2.1.1 Ποτάμια.....	12
2.1.2 Λεκάνες απορροής και ποτάμια	13
2.2. Υπόγεια νερά.....	14
2.2.1 Υπόγειο νερό.....	15
2.2.2 Το αποθηκευμένο υπόγειο νερό ως μέρος του υδρολογικού κύκλου.....	15
2.2.3 Εκφόρτιση υπόγειου νερού: η έξοδος του νερού από το υπέδαφος.....	16
2.3 Πηγές, ποτάμια και χείμαρροι, εκβολές και δέλτα ποταμών.....	16
2.4 Ποταμοί στην Ελλάδα.....	18
2.4.1 Πηγές.....	18
2.5. Περιγραφή μελέτης περιοχών.....	19
2.5.1 Κερίτης.....	19
2.5.1.2 Γεωλογικά χαρακτηριστικά.....	19
2.5.1.3 Υδρολογικά χαρακτηριστικά.....	20
2.5.1.3.1 Επιφανειακά ύδατα	22
2.5.1.3.2 Υπόγεια ύδατα.....	23
2.5.2 Ταυρωνίτης.....	24
2.5.2.1 Γεωλογικά χαρακτηριστικά	24
2.5.2.2 Υδρολογικά χαρακτηριστικά	25
2.5.3 Κλαδισός.....	27
2.6 Θάλασσα-Νερά κολύμβησης.....	28
2.6.1 Γεωλογικά χαρακτηριστικά.....	29
2.6.2 Φυσικά χαρακτηριστικά	29
2.6.2.1 Θερμοκρασία.....	29
2.6.2.2 Πυκνότητα.....	30
2.6.2.3 Χρώμα.....	30
2.6.2.4 Χημικά χαρακτηριστικά	31
2.6.2.5 Ανόργανα άλατα	31
2.6.2.6 Αέρια	31
2.6.2.7 Οργανικές ενώσεις	32
2.7 Βιολογικά χαρακτηριστικά.....	32
2.8 Ελληνικές Θάλασσες.....	33
2.9 Ρύπανση υδατών	34
2.10 Οι σημερινές τάσεις της θαλάσσιας ρύπανσης.....	35
2.10.1 Αστικά λύματα – Βιομηχανικά απόβλητα.....	35

2.10.2	Οργανικές ουσίες με μεγάλο χρόνο ζωής.....	35
2.10.3	Ραδιενεργές ουσίες.....	35
2.10.4	Βαρέα μέταλλα.....	36
2.10.4.1	Προέλευση.....	36
2.10.5	Πετρελαιοειδή (υδρογονάνθρακες).....	36
2.10.6	Θρεπτικά στοιχεία.....	37
2.10.7	Κινητικότητα ιζημάτων.....	37
2.10.8	Απορρίμματα.....	37
2.10.9	Βιολογικές εισβολές.....	38
2.10.10	Οι 9 πιο καταστροφικές αιτίες.....	38
2.11	Λοιμώξεις από αναψυχή σε φυσικά νερά (θάλασσες-λίμνες-ποτάμια).....	39
2.12	Επιβίωση μικροοργανισμών κοπρανόδους προέλευσης στο υδάτινα περιβάλλον....	39
2.13	Λοιμώξεις από την κολύμβηση.....	42
2.14	Γαστρεντερίτιδες.....	42
2.14.1	Βακτηριακές γαστρεντερίτιδες.....	42
2.14.2	Ιογενείς γαστρεντερίτιδες.....	44
2.14.3	Παρασιτικές γαστρεντερίτιδες.....	44
2.15	Δερματίτιδες.....	45
2.16	Ωτίτιδες.....	45
2.17	Επιπεφυκίτιδες – Ρινοφαρυγγίτιδες.....	46
2.18	Πρωτοπαθής Μηνιγγοεγκεφαλίτιδα.....	46
2.19	Πνευμονία.....	46
2.20	Σηψαιμία.....	46
2.21	Ουρολοιμώξεις – Κολπίτιδες.....	46
2.22	Το Πρόγραμμα “Γαλάζιες Σημείες”.....	47
2.23	Κριτήρια του Προγράμματος για τις ακτές.....	48
2.24	Λιμάνια.....	49
2.25	Πηγές ρύπανσης από την παροχή λιμενικών υπηρεσιών.....	49
2.26	Λιμάνια και ισχύουσα νομοθεσία.....	50
2.27	Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού.....	51
2.27.1	Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.....	51
2.27.1.1	Χρώμα.....	51
2.27.1.2	Οσμή.....	51
2.27.1.3	Θερμοκρασία.....	51
2.27.1.4	Θολερότητα.....	52
2.27.2	Φυσικοχημικές παράμετροι.....	52
2.27.2.1	Συγκέντρωση Ιόντων Υδρογόνου (pH).....	52
2.27.2.2	Ηλεκτρική αγωγιμότητα.....	53
2.27.2.3	Αλατότητα.....	53
2.27.2.4	Σκληρότητα.....	54
2.27.2.5	Ολικά στερεά.....	54
2.27.3	Ανόργανα συστατικά.....	55
2.27.3.1	Αμμωνιακό Άζωτο ($NH_4^+ - N$).....	55
2.27.3.2	Νιτρικό Άζωτο ($NO_3^- - N$).....	55
2.27.3.3	Φωσφορικά PO_4^{3-}	56
2.27.3.4	Θειικά ιόντα SO_4^{2-}	56
2.27.3.5	Χλωριόντα Cl^-	57
2.27.3.6	Διαλυμένο οξυγόνο (DO και DO%).....	57
2.27.4	Δείκτες οργανικού φορτίου - οργανικά συστατικά.....	58
2.27.4.1	Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD) (Biochemical Oxygen Demand).....	58

2.27.4.2 Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD).....	59
2.27.5 Μικροβιολογικές παράμετροι.....	61
2.27.5.1 Κολοβακτήρια (fecal coliforms).....	62
2.27.5.2 Escherichia coli (E. coli).....	62
2.27.5.3 Εντερόκοκκος (Streptococcus faecalis).....	62
Κεφάλαιο 3- Υλικά & μέθοδοι	63
3.1 Ανάλυση δειγμάτων.....	66
3.1.1 Μέτρηση pH και θερμοκρασίας.....	66
3.1.2 Θολερότητα.....	67
3.1.3 Ηλεκτρική Αγωγιμότητα.....	68
3.1.4 Διαλυμένο οξυγόνο (DO και DO%).....	68
3.1.5 Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD).....	68
3.1.6 Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD).....	69
3.1.7 Αμμωνιακό Άζωτο ($NH_4^+ - N$).....	71
3.1.8 Νιτρικό Άζωτο ($NO_3^- - N$).....	72
3.1.9 Φωσφορικά ιόντα PO_4^{3-}	72
3.1.10 Θειικά ιόντα SO_4^{2-}	73
3.1.11 Σκληρότητα	73
3.1.12 Χλωριόντα Cl^-	74
3.1.13 Προσδιορισμός μικροβιολογικού φορτίου.....	75
3.1.14 Προετοιμασία θρεπτικού υλικού.....	75
3.1.15 Διήθηση δειγμάτων	76
Κεφάλαιο 4- Αποτελέσματα και συζήτηση	78
4.1 Αποτελέσματα αναλύσεων των δειγματοληψιών του Λιμανιού και της παραλίας της Νέας Χώρας	
4.2. Αποτελέσματα αναλύσεων των δειγματοληψιών των ποταμών Κερίτη, Ταυρωνίτη και Κλαδισού.	81
Βιβλιογραφία	87

Περίληψη

Σκοπός αυτής της πτυχιακής εργασίας είναι οι αναλύσεις για τον έλεγχο της ποιότητας νερού, με βάση τις πρότυπες μεθόδους ανάλυσης ρυπαντικού και μικροβιολογικού φορτίου, στα επιφανειακά νερά τριών μεγάλων ποταμών στο βόρειο τμήμα του Νομού Χανίων : Κλαδισό, Κερίτη, Ταυρωνίτη και τα θαλάσσια ύδατα του λιμενίσκου και της παραλίας της Νέας Χώρας. Πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες για έναν ολόκληρο υδρολογικό κύκλο: στους ποταμούς την περίοδο Απρίλιος 2015 – Μάρτιος 2016 και στο λιμάνι της Νέας Χώρας από τον Μάρτιο του 2015 έως και τον Μάρτιο του 2016. Στη παραλία οι δειγματοληψίες έγιναν την κολυμβητική περίοδο Μάιο-Αύγουστο 2015. Οι αναλύσεις έγιναν στο εργαστήριο Ελέγχου Ποιότητας Υδατικών και Εδαφικών Πόρων του τμήματος Μηχανικών Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος του ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ. Από τα αποτελέσματα διακρίνουμε εμφάνιση μικροβιολογικού φορτίου στη θάλασσα της Νέας Χώρας και στους ποταμούς καθ' όλη τη διάρκεια των δειγματοληψιών που μπορεί να προέρχεται είτε από τους αγωγούς όμβριων υδάτων, επιφανειακές απορροές, διαρροές αστικών λυμάτων ή/και ζωικών αποβλήτων κοπρανώδους προέλευσης και λιπασμάτων .

Spatiotemporal variations in the level of pollution of the surface waters of rivers Keritis, Tauronitis and Kladisos. Increased microbiological load in Nea Chora's port and beach area.

ABSTRACT

The aim of the diploma thesis is to determine the levels of pollution and contamination for the rivers of Keritis, Tauronitis and Kladisos and for the Nea Chora's port and beach through the study of chemical, physicochemical and microbiological parameters of water samples, collected from specific locations during one year. The research took place from April 2015 to March 2016 for the rivers and from March 2015 to March 2016 for the Nea Chora's port and finally from May to August 2015 for the Nea Chora's beach. The results indicate the presence of microbiological load in the beach of Nea Chora and the rivers throughout the sampling period. This load may have come from the storm water pipe network, surface run-off and/or leakages from municipal wastewater. The values of the chemical parameters examined, were on average below the guideline limits.

Πρόλογος

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια συνοπτική περιγραφή της έννοιας του νερού και της σημασίας του καθώς και της νομοθεσίας για τα νερά.

Στο δεύτερο κεφάλαιο ορίζεται εκτενώς η έννοια των επιφανειακών νερών ,παρουσιάζονται οι περιοχές μελέτης και αναλύονται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού .

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται η παρουσίαση της διαδικασίας δειγματοληψίας και των μεθοδολογιών που εφαρμόστηκαν στο εργαστήριο για τον προσδιορισμό της εκάστοτε παραμέτρου.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το πρόβλημα της ρύπανσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος και των λιμένων.

Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο παρατίθενται τα αποτελέσματα και οι σχολιασμοί των αποτελεσμάτων των μετρήσεων και των συγκριτικών σχεδιαγραμμάτων.

Κεφάλαιο 1

1.1 Εισαγωγή

Το νερό είναι το πολυτιμότερο αγαθό του κόσμου. Είναι πηγή ζωής γι' αυτό και κανένας ζωντανός οργανισμός δεν μπορεί να αναπτυχθεί και να επιβιώσει χωρίς αυτό. Είναι ανανεώσιμος πόρος αλλά περιορισμένος.

Το ανθρώπινο σώμα αποτελείται από 65% νερό. Το 71% της επιφάνειας της Γης καλύπτεται από το νερό το οποίο δεν είναι ποτέ στάσιμο, συνεχώς κινείται και αλλάζει μορφή. Στην ατμόσφαιρα αιωρούνται κατά μέσο όρο 12 τρισεκατομμύρια τόνοι νερού και με βάση τον υδρολογικό κύκλο η ανακύκλωσή του έχει γίνει πάνω από 8 εκατομμύρια φορές.

Το γλυκό νερό δεν βρίσκεται σε αφθονία. Αν και η επιφάνεια της γης καλύπτεται από 70% με νερό μόλις το 2,6% αντιστοιχεί στο γλυκό νερό που μπορεί να βρεθεί σε λίμνες, ποτάμια, χείμαρρους, πολικούς πάγους, υπόγειους ταμιευτήρες, εδαφική-υπεδάφια υγρασία και ατμοσφαιρική υγρασία. Το υπόλοιπο 97,4% αντιστοιχεί στο νερό των ωκεανών. Από αυτό το σύνολο των γλυκών υδάτων το 98% έχει μορφή πάγου ή υπόγειου νερού και το 2% καταλαμβάνει την επιφάνεια της γης με τα ποτάμια, τις λίμνες και άλλους ταμιευτήρες. Η ζωή στη γη βασίζεται στο υπόγειο νερό όπως και στο επιφανειακό. (1)

Το θαλασσινό νερό διαφέρει από το γλυκό γιατί βρίσκεται διαλυμένη μια ποικιλία στερεών και αερίων. Το θαλασσινό νερό αποτελείται από 96,5% νερό και 3,5% διαλυμένα άλατα όπως είναι το χλωριούχο άλας σε ποσοστό 55%, το νάτριο 30,6%, το θειικό άλας 7,7%, το μαγνήσιο 3,7%, ασβέστιο 1,2%, το κάλιο 1,1%, και λοιπά 0,7%. Η συνολική ποσότητα διαλυμένου υλικού ονομάζεται αλατότητα. Η αλατότητα στα ανοικτά ωκεάνια τμήματα είναι σχετικά σταθερή με μία μέση τιμή 35 ‰. Αλλαγές γίνονται αντιληπτές σε παράκτιες περιοχές και κατά κανόνα υπάρχει διαβάθμιση ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος. Έτσι όσες περιοχές βρίσκονται κοντά στον ισημερινό έχουν περισσότερη εξάτμιση υδάτων λόγω των μεγάλων θερμοκρασιών με αποτέλεσμα να αυξάνεται η αλατότητα σε αντίθεση βέβαια με τις περιοχές που αποκλίνουν από τον ισημερινό η αλατότητα είναι μικρότερη γιατί επικρατούν χαμηλότερες θερμοκρασίες. Εξαιρέση αποτελούν οι περιοχές πολύ κοντά στον ισημερινό που παρουσιάζουν αυξημένες βροχοπτώσεις άρα και χαμηλή αλατότητα λόγω του βρόχινου νερού. Τέλος στις εκβολές μεγάλων ποταμών η αλατότητα παραμένει σε χαμηλά επίπεδα. (2)

Η ποιότητα του νερού είναι συνυφασμένη με την ποιότητα της ζωής μας καθώς αποτελεί ζωτικό σημασίας παράγοντα. Το υγρό αυτό στοιχείο το χρησιμοποιούμε στην καθημερινότητα μας για τις δουλειές του σπιτιού, την προσωπική μας υγιεινή, το φαγητό μας και για πόση. Επίσης το χρησιμοποιούμε στη γεωργία για ύδρευση και άρδευση, στην βιομηχανία για παραγωγή προϊόντων. Επιπρόσθετα μεγάλη χρήση του νερού γίνεται στον τουρισμό διότι σε πολλές περιοχές της Ελλάδας αλλά φυσικά και στην Κρήτη, που αποτελεί το μεγαλύτερο νησί της, η βιομηχανία του τουρισμού είναι πολύ σημαντική και κερδοφόρα. Όμως τους καλοκαιρινούς μήνες η προσέλευση των τουριστών διπλασιάζεται οπότε οι ανάγκες για νερό είναι πολύ μεγάλες. Γι' αυτό θα πρέπει να γίνεται με ορθολογική χρήση και με σεβασμό προς το περιβάλλον. Η ποιότητα του εξαρτάται από τη γεωλογία της κάθε περιοχής και το οικοσύστημα καθώς και από τις ανθρώπινες χρήσεις όπως η διασπορά λυμάτων, η βιομηχανική ρύπανση και κατάχρησή του. Η ποιότητά του είναι ο χημικός και φυσικός χαρακτηρισμός του επομένως βακτήρια, βαρέα μέταλλα και επικίνδυνες χημικές ενώσεις δημιουργούν ένα μολυσμένο νερό απαγορευμένο για κάθε χρήση. (3)

1.2 Κύκλος του νερού

Το νερό της Γης είναι πάντα σε κίνηση και πάντα σε αλλαγή, από την υγρή μορφή στην αέρια ή σε πάγο ξανά και αντίστροφα. Έτσι, ο κύκλος του νερού ή ο υδρολογικός κύκλος, περιγράφει την παρουσία και την κυκλοφορία του νερού στην επιφάνεια της Γης, καθώς και κάτω και πάνω απ' αυτή. Η έννοια του υδρολογικού κύκλου είναι πολύ παλιά.



Εικόνα 1: Ο Υδρολογικός κύκλος του νερού

Ο κύκλος του νερού (εικόνα 1) λειτουργεί εδώ και δισεκατομμύρια χρόνια. Η ζωή στη Γη εξαρτάται απ' αυτόν. Ο υδρολογικός κύκλος, σαν κύκλος που είναι, δεν έχει αρχή, αλλά είναι σύνηθες να ξεκινήσει κανείς απ' τη θάλασσα. Ο ήλιος, που κινεί τον κύκλο του νερού, θερμαίνει το νερό στη θάλασσα (στους ωκεανούς) το οποίο εν μέρει εξατμίζεται και ανυψώνεται με τη μορφή ατμού στον αέρα. Νερό εξατμίζεται ακόμα από τις λίμνες, τα ποτάμια και το έδαφος. Η διαπνοή των φυτών είναι μια ακόμη λειτουργία που αποδίδει υδρατμούς στην ατμόσφαιρα. Αλλά και τα ζώα με την αναπνοή τους αποδίδουν υδρατμούς στην ατμόσφαιρα. Η Γεωλογική Υπηρεσία των ΗΠΑ (USGS) έχει διακρίνει 16 μέρη του υδρολογικού κύκλου που είναι: Αποθήκευση νερού στη θάλασσα, Εξάτμιση, Εξατμισοδιαπνοή, Εξάχνωση, Νερό στην ατμόσφαιρα, Συμπύκνωση, Κατακρημνίσματα, Αποθήκευση νερού σε πάγους και χιόνια, Απορροή από λιώσιμο του χιονιού, Επιφανειακή απορροή, Ροή σε υδατορεύματα, Αποθήκευση γλυκού νερού, Διήθηση, Αποθήκευση υπόγειου νερού, Εκφόρτιση υπόγειου νερού, Πηγές.

Η κατανομή του νερού στη βιόσφαιρα είναι ανομοιόμορφη και ιδιαίζουσα, καθώς το 95% περίπου του νερού της είναι χημικά δεσμευμένο στα πετρώματα, και έτσι δεν συμμετέχει άμεσα στον υδρολογικό κύκλο και δεν είναι αξιοποιήσιμο από τον άνθρωπο. Από το υπόλοιπο νερό του πλανήτη μας, το 97% περίπου είναι αλμυρό (νερό ωκεανών και θαλασσών), το 2,37% περίπου αποτελεί τους πολικούς πάγους και παγετώνες, το 0,6% περίπου περιλαμβάνει τα υπόγεια νερά μεγάλου βάθους και μόνο το 0,03% περιλαμβάνει τα επιφανειακά νερά, τα προσβάσιμα νερά (ποτάμια, λίμνες, υδρατμοί της ατμόσφαιρας, υγρασία και νερό του εδάφους, υπόγεια υδάτινα αποθέματα σε μικρό σχετικά βάθος από την επιφάνεια της γης, νερό που περιέχεται στην πανίδα και χλωρίδα, το νερό των φρούτων και λαχανικών, το νερό στις σάρκες των ζώων, κλπ). Ειδικότερα, το νερό στον πλανήτη μας, εκτιμάται στα $1386 \times 10^6 \text{ km}^3$, από τα οποία περίπου $1.338 \times 10^6 \text{ km}^3$ (το 96,5%) είναι αποθηκευμένο στους ωκεανούς. Η ποσότητα όμως αυτή μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια μεγάλων χρονικών περιόδων. Για παράδειγμα, κατά τη διάρκεια πιο ψυχρών κλιματικών περιόδων, σχηματίζονταν περισσότερα παγόβουνα και παγετώνες με αποτέλεσμα να υπήρχε τότε λιγότερο νερό στους ωκεανούς. Το αντίθετο συμβαίνει στις θερμές κλιματικές

περιόδους. Κατά τη διάρκεια της τελευταίας εποχής των παγετώνων, η στάθμη των ωκεανών ήταν περίπου 122 μέτρα χαμηλότερη της σημερινής. Ενώ, πριν από περίπου τρία εκατομμύρια χρόνια, όταν η Γη ήταν πιο θερμή, η στάθμη των ωκεανών μπορεί να ήταν μέχρι και 50 μέτρα πιο ψηλά απ' ότι είναι σήμερα. (4)

1.3 Νομοθετικό πλαίσιο διαχείρισης των υδάτινων πόρων

Η ελληνική νομοθεσία για την προστασία και τη διαχείριση του νερού αποτελείται, σε ποσοστό μεγαλύτερο από 80%, από την κοινοτική νομοθεσία. Οι κοινοτικές οδηγίες, οι οποίες έχουν ενσωματωθεί στην ελληνική έννομη τάξη, συνήθως με υπουργικές αποφάσεις, ρυθμίζουν την ποιότητα των επιφανειακών νερών από τα οποία αντλείται πόσιμο νερό(75/440), την ποιότητα του πόσιμου νερού (80/778), τη ρύπανση από τα απορρυπαντικά(73/404), την έκχυση επικίνδυνων ουσιών στο υδάτινο περιβάλλον (76/464), την απαιτούμενη ποιότητα των νερών για τα οστρακοειδή (79/923, 2006/113) και για τη διατήρηση της ζωής των ψαριών (78/659), την προστασία των υπόγειων νερών (80/68,2006/118) και την προστασία των νερών από την νιτρορύπανση που προκαλεί η γεωργία(91/676) .

Το 2000 η Ευρωπαϊκή Ένωση υιοθέτησε ολοκληρωμένη προσέγγιση για τη διαχείριση του νερού με την έκδοση οδηγίας-πλασίου για τα νερά (2000/60), η εφαρμογή της οποίας έπρεπε να αρχίσει το 2003 για να ολοκληρωθεί σταδιακά το 2015. Η Ελλάδα καθυστέρησε στην εφαρμογή της οδηγίας, διότι υιοθέτησε με τον νόμο 3199/2003 (ο οποίος αντικατέστησε ουσιαστικά τον ν. 1739), αλλά δεν εξέδωσε όλες τις εκτελεστικές διατάξεις για την εφαρμογή του, με αποτέλεσμα να παραπεμφθεί το 2005 στο Δικαστήριο των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (ΔΕΚ, υπόθεση 2005/2226). Και ενώ αναμενόταν καταδικαστική απόφαση από το ΔΕΚ, μόλις τον Μάρτιο του 2007, με τρία χρόνια καθυστέρηση, εκδόθηκε το αναγκαίο προεδρικό διάταγμα (51/2007) για την ολοκληρωμένη προστασία και διαχείριση των υδάτων . (Κυρίου,2010)

Τα θεσμικό πλαίσιο για την ποιότητα του πόσιμου νερού περιλαμβάνει τις ακόλουθες διατάξεις:

ΚΥΑ Υ2/2600/2001 (ΦΕΚ 892Β/ 11-7-2001) «Ποιότητα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης» σε συμμόρφωση με την οδηγία 98/83 του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης της 3ης Νοεμβρίου 1998

ΚΥΑ 46399/1352/1988 (ΦΕΚ 438Β/3-7-1988) «Απαιτούμενη ποιότητα των επιφανειακών νερών που προορίζονται για «πόσιμα», «κολύμβηση», «διαβίωσης ψαριών σε γλυκά νερά», και «καλλιέργεια και αλιεία οστρακοειδών» μέθοδοι μέτρησης, συχνότητα δειγματοληψίας, και ανάλυση των επιφανειακών νερών που προορίζονται για πόσιμα» σε συμμόρφωση με τις οδηγίες του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 75/440, 76/160, 78/659, 79/923, και 79/869

ΥΔ Γ3α/761 (ΦΕΚ 189Β/ 10-4-1968) «Περί ποιότητας του πόσιμου ύδατος» – δεν ισχύουν τα άρθρα 4,5,6 μετά την εφαρμογή της ΚΥΑ Υ2/2600/2001

ΥΔ 5673/4-12-1957 (ΦΕΚ 5Β/9-1-58) «Περί απολυμάνσεως των υδάτων των υδρεύσεων»(5)

Οδηγία πλαίσιο για τα ύδατα (ΟΠΥ)

Με την έγκριση της ΟΠΥ (2000/60/ΕΚ) η ευρωπαϊκή πολιτική υδάτων έχει υποβληθεί σε διαδικασία αναδιάρθρωσης. Η ΟΠΥ θεσπίζει ένα πλαίσιο για την προστασία των εσωτερικών επιφανειακών, των μεταβατικών, των παράκτιων και των υπόγειων υδάτων, με στόχο την πρόληψη και τη μείωση της ρύπανσης, την προώθηση της βιώσιμης χρήσης του νερού, την προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος, τη βελτίωση της κατάστασης των υδάτινων οικοσυστημάτων και τον μετριασμό των αρνητικών επιπτώσεων των πλημμυρών και της ξηρασίας. Πρέπει να επιτυγχάνεται καλή περιβαλλοντική κατάσταση για όλα τα ύδατα, εκτός ειδικών παρεκκλίσεων, μέσω της χρήσης σχεδίων διαχείρισης λεκάνης απορροής ποταμού.

Το προσχέδιο για τα ύδατα προβλέπει τη θέσπιση από τα κράτη μέλη λογαριασμών υδάτων και στόχων όσον αφορά την αποδοτική χρήση του νερού καθώς και την ανάπτυξη προτύπων της ΕΕ για την επαναχρησιμοποίηση νερού.

Υπόγεια ύδατα.

Καθώς τα υπόγεια ύδατα παρέχουν το 75% του πόσιμου νερού της ΕΕ, η ρύπανση από τη βιομηχανία, τις χωματερές και τη γεωργία εγκυμονεί σοβαρούς κινδύνους για την υγεία. Η ΟΠΥ συμβάλλει στην προστασία των υπόγειων υδάτων από κάθε είδους μόλυνση και περιλαμβάνει τη θέσπιση δικτύων παρακολούθησης υπόγειων υδάτων. Η οδηγία 2006/118/ΕΚ σχετικά με την προστασία των υπόγειων υδάτων καθορίζει ειδικά κριτήρια για την αξιολόγηση της καλής χημικής κατάστασης, την αναγνώριση σημαντικών και διαρκών ανοδικών τάσεων και τον καθορισμό σημείων έναρξης αναστροφής των εν λόγω τάσεων. Ωστόσο, όλα τα όρια ρύπων ορίζονται από τα κράτη μέλη, με εξαίρεση τα νιτρικά και τα παρασιτοκτόνα, τα όρια των οποίων έχουν ήδη οριστεί από ειδική νομοθεσία της ΕΕ.

Πόσιμο νερό.

Η οδηγία 98/83/ΕΚ ορίζει τα βασικά πρότυπα ποιότητας για το νερό που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση. Απαιτεί από τα κράτη μέλη να παρακολουθούν τακτικά την ποιότητά του με τη χρήση της μεθόδου των «σημείων δειγματοληψίας». Τα κράτη μέλη μπορούν να περιλαμβάνουν πρόσθετες απαιτήσεις ειδικά για την επικράτειά τους, αλλά μόνο στην περίπτωση που αυτό οδηγεί στη θέσπιση αυστηρότερων προτύπων. Η οδηγία απαιτεί επίσης την τακτική ενημέρωση των καταναλωτών. Επιπλέον, ανά τριετία πρέπει να υποβάλλεται έκθεση στην Επιτροπή σχετικά με την ποιότητα του πόσιμου νερού. Το 2013 εγκρίθηκε η οδηγία 2013/51/Ευρατόμ του Συμβουλίου περί θεσπίσεως απαιτήσεων προστασίας της υγείας του πληθυσμού από ραδιενεργές ουσίες που περιέχονται στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης, προκειμένου να εναρμονιστούν οι διατάξεις με τη Συνθήκη Ευρατόμ.

Υδατα κολύμβησης.

Τον Φεβρουάριο του 2006 η Επιτροπή ενέκρινε την οδηγία 2006/7/ΕΚ (Οδηγία για τα ύδατα κολύμβησης), η οποία στοχεύει στην ενίσχυση της δημόσιας υγείας και της προστασίας του περιβάλλοντος με τον καθορισμό διατάξεων για την παρακολούθηση και την ταξινόμηση (σε τέσσερις κατηγορίες) των υδάτων κολύμβησης, όπως ενσωματώθηκε στην ΟΠΥ. Προβλέπει επίσης τη διεξοδική ενημέρωση του κοινού και, συνεπώς, η Επιτροπή ενέκρινε το 2011 απόφαση για τη θέσπιση συμβόλου για την ενημέρωση του κοινού σχετικά με την ταξινόμηση των υδάτων κολύμβησης και την απαγόρευση της κολύμβησης 2011/321/ΕΕ. Κάθε χρόνο, η Επιτροπή και ο ΕΟΠ δημοσιεύουν συνοπτική έκθεση σχετικά με την ποιότητα των υδάτων κολύμβησης.

Επεξεργασία αστικών λυμάτων (UWWT).

Η οδηγία 91/271/ΕΟΚ (όπως τροποποιήθηκε από την οδηγία 98/15/ΕΚ) για την επεξεργασία των αστικών λυμάτων (οδηγία UWWT) στοχεύει στην προστασία του περιβάλλοντος από τις αρνητικές επιδράσεις της απόρριψης αστικών λυμάτων και της απόρριψης λυμάτων από τη βιομηχανία. Η οδηγία ορίζει ελάχιστα πρότυπα και χρονοδιαγράμματα για τη συλλογή, την επεξεργασία και την απόρριψη αστικών λυμάτων, εισάγει μηχανισμούς ελέγχου για την απόρριψη λυματολάσπης και απαιτεί την παύση της απόρριψης λυματολάσπης στη θάλασσα. Η όγδοη έκθεση σχετικά με την εφαρμογή της οδηγίας UWWT το 2016 κατέληξε στο συμπέρασμα ότι στην ΕΕ των 15 επιτεύχθηκαν υψηλά ποσοστά συμμόρφωσης. Στην περίπτωση της Ευρώπης των 13 υπάρχουν ακόμα σημαντικά κενά στη συμμόρφωση, κυρίως όσο αφορά την επεξεργασία. Απαιτούνται ενισχυμένη δράση και επενδύσεις ώστε να επιτευχθεί η πλήρης συμμόρφωση μέσα σε λογικά χρονικά πλαίσια.

Στρατηγικές κατά της χημικής ρύπανσης των επιφανειακών υδάτων.

Η νομοθεσία του '70 και του '80 κατά της χημικής ρύπανσης των επιφανειακών υδάτων αντικαταστάθηκε με διατάξεις στο πλαίσιο της ΟΠΥ, καθότι η ισχύς της έληξε στα τέλη του 2012. Οι εν λόγω διατάξεις απαιτούν κατά κύριο λόγο τη θέσπιση καταλόγου ουσιών προτεραιότητας οι οποίες παρουσιάζουν σημαντικό κίνδυνο για το υδάτινο περιβάλλον ή μέσω αυτού σε επίπεδο ΕΕ, καθώς και επιμέρους ομάδας επικίνδυνων ουσιών προτεραιότητας. Με την οδηγία σχετικά με πρότυπα ποιότητας περιβάλλοντος (2008/105/ΕΚ), που αντικαθιστά την απόφαση 2455/2001/ΕΚ της Επιτροπής, θεσπίστηκαν όρια σχετικά με τις συγκεντρώσεις των 33 ουσιών προτεραιότητας και άλλους 8 ρύπους στα επιφανειακά ύδατα. Με την τροποποιητική οδηγία 2013/39/ΕΕ προστέθηκαν 12 νέες ουσίες στον υφιστάμενο κατάλογο, καθώς και η υποχρέωση της Επιτροπής να καταρτίσει πρόσθετο κατάλογο ουσιών που θα παρακολουθούνται σε όλα τα κράτη μέλη (κατάλογος επιτήρησης) για την υποστήριξη μελλοντικών αναθεωρήσεων του καταλόγου των ουσιών προτεραιότητας.

Οδηγία για τη νιτρορύπανση.

Η προστασία των υδάτων από νιτρικά γεωργικής προέλευσης καθορίζεται από την οδηγία 91/676 (οδηγία για τη νιτρορύπανση) και τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ.1882/2003, που απαιτούν από τα κράτη μέλη να υποβάλλουν ανά τετραετία έκθεση στην Επιτροπή, η οποία να περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με τους κώδικες ορθών γεωργικών πρακτικών, τις καθορισθείσες ευπρόσβλητες στη νιτρορύπανση ζώνες (NVZ), τα αποτελέσματα της παρακολούθησης των υδάτων, καθώς και περίληψη των προγραμμάτων δράσης. Τόσο η οδηγία όσο και ο κανονισμός στοχεύουν στην προστασία του πόσιμου νερού και την αποτροπή του ευτροφισμού, ο οποίος περιορίζεται και από τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ.2004/648 σχετικά με την χρήση φωσφορικών αλάτων στα απορρυπαντικά. Παρότι, σύμφωνα με την τελευταία έκθεση εφαρμογής (COM(2013)0683) η πίεση που ασκείται από τη γεωργία έχει μειωθεί, το Προσχέδιο του 2012 εξακολουθεί να προσδιορίζει την οδηγία για τη νιτρορύπανση ως ένα από τα βασικά μέτρα για την επίτευξη των στόχων της ΟΠΥ.

Πολιτική της ΕΕ για τις ακτές και τη θάλασσα

Οδηγία για τη θάλασσα.

Στόχος της οδηγίας 2008/56/ΕΚ (οδηγία πλαίσιο για τη θαλάσσια στρατηγική — η λεγόμενη οδηγία για τη θάλασσα) είναι η επίτευξη καλής περιβαλλοντικής κατάστασης των θαλάσσιων υδάτων έως το 2020, η συνεχής προστασία και διατήρησή της και η αποτροπή τυχόν επιδείνωσης. Πρόκειται για το πρώτο νομοθετικό μέσο της ΕΕ που αφορά την

προστασία της θαλάσσιας βιοποικιλότητας. Κατοχυρώνει σε νομοθετικό πλαίσιο την οικοσυστημική προσέγγιση στη διαχείριση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων που έχουν αντίκτυπο στο θαλάσσιο περιβάλλον, ενσωματώνοντας τις έννοιες της περιβαλλοντικής προστασίας και της αειφόρου χρήσης. Η οδηγία θεσπίζει ευρωπαϊκές θαλάσσιες περιφέρειες και υποπεριφέρειες εντός των γεωγραφικών ορίων των υφιστάμενων περιφερειακών συμβάσεων για τις θάλασσες. Για την επίτευξη καλής περιβαλλοντικής κατάστασης έως το 2020, κάθε κράτος μέλος έπρεπε να αναπτύξει έως το 2010 στρατηγική για τα θαλάσσια ύδατά του, η οποία θα πρέπει να αναθεωρείται κάθε εξαετία. Η απόφαση 2010/477/ΕΕ της Επιτροπής σχετικά με τα κριτήρια και τα μεθοδολογικά πρότυπα για την καλή περιβαλλοντική κατάσταση των θαλάσσιων υδάτων περιέχει σειρά κριτηρίων και συναφών δεικτών για την αξιολόγηση της καλής περιβαλλοντικής κατάστασης.

Θαλάσσια ρύπανση.

Η καταστροφική πετρελαιοκηλίδα που προκάλεσε το Erika το 2000 ώθησε την ΕΕ να ενισχύσει τον ρόλο της στον τομέα της θαλάσσιας ασφάλειας και ρύπανσης με την έγκριση του κανονισμού 1406/2002/ΕΚ σχετικά με τη σύσταση Ευρωπαϊκού Οργανισμού για την Ασφάλεια στη Θάλασσα (EMSA). Σκοπός της οδηγίας 2005/35/ΕΚ, που τροποποιήθηκε με την οδηγία 2009/123/ΕΚ, σχετικά με τη ρύπανση από τα πλοία και τη θέσπιση κυρώσεων για παραβάσεις είναι να διασφαλίσει ότι επιβάλλονται αποτελεσματικές και αποτρεπτικές κυρώσεις, που μπορεί να είναι ποινικές ή διοικητικές, στα πρόσωπα που ευθύνονται για απορρίψεις ρυπογόνων ουσιών στη θάλασσα. Η απόρριψη ρυπογόνων ουσιών από τα πλοία θεωρείται ποινικό έγκλημα, αν τελείται εκ προθέσεως ή με βαριά αμέλεια και έχει ως αποτέλεσμα τη σοβαρή υποβάθμιση της ποιότητας του νερού.

Ολοκληρωμένη θαλάσσια πολιτική.

Η οδηγία για τη θάλασσα αποτελεί τον περιβαλλοντικό πυλώνα της διατομεακής ολοκληρωμένης θαλάσσιας πολιτικής COM(2007)0575 , η οποία αποσκοπεί στην αξιοποίηση του πλήρους οικονομικού δυναμικού των θαλασσών χωρίς να διακυβεύεται το περιβάλλον. Η ανακοίνωση της Επιτροπής με τίτλο «Γαλάζια ανάπτυξη: ευκαιρίες για βιώσιμη ανάπτυξη στους τομείς της θάλασσας και της ναυτιλίας» COM (2012)0494 υπογράμμισε τη συμβολή της ολοκληρωμένης θαλάσσιας πολιτικής στην επίτευξη των στόχων της στρατηγικής «Ευρώπη 2020».

Ολοκληρωμένη διαχείριση παράκτιων ζωνών (ICZM).

Η σύσταση της ΕΕ σχετικά με την ολοκληρωμένη διαχείριση των παράκτιων ζωνών (2002/413/ΕΚ) ορίζει τις αρχές του ορθού παράκτιου σχεδιασμού και διαχείρισης που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη από τα κράτη μέλη κατά την κατάρτιση των εθνικών στρατηγικών τους. (6)

Κεφάλαιο 2

2.1 Επιφανειακά και υπόγεια νερά

2.1.1 Ποτάμια

Τα ποτάμια δεν είναι σημαντικά μόνο για τους ανθρώπους, αλλά και για τη ζωή. Δεν είναι μόνο θαυμάσιοι τόποι αναψυχής, αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν επίσης ως πηγή πόσιμου νερού και νερού για άρδευση, για την παραγωγή ηλεκτρισμού, τη μετακίνηση εμπορευμάτων αλλά και ως πηγή τροφής. Μερικές φορές χρησιμοποιούνται και ως για την απόρριψη λυμάτων, τα οποία θα πρέπει να είναι επεξεργασμένα για την αποφυγή ρύπανσης και καταστροφής των πολλών ειδών οργανισμών, φυτών και ζώων, που ζουν στα ποτάμια. Τα ποτάμια βοηθούν στην τροφοδοσία των υπόγειων υδροφόρων μέσω της διήθησης νερού από τη κοίτη τους προς τα κατώτερα υπεδάφια στρώματα.

Ποταμός είναι μια επιμήκης υδατοσυλλογή με τρεχούμενο νερό, το οποίο ρέει προς τα κατάντη με τη βαρύτητα. Υπάρχουν ποταμοί με συνεχή ροή και άλλοι με περιοδική ροή. Στις ξηρές και ημίξηρες περιοχές συναντά κανείς πολλούς ποταμούς με περιοδική ροή, και μάλιστα εντελώς ακανόνιστη, ιδίως όταν το υπόστρωμά τους αποτελείται από ασβεστολιθικά υλικά.

Οι όροι ποταμός και ρυάκι δεν είναι σαφώς διαχωρισμένοι, διότι σε περιοχές με λίγες βροχοπτώσεις ο όρος ποταμός αποδίδεται και σε ρέουσες υδατοσυλλογές με στενή κοίτη και μικρή παροχή. Για παράδειγμα, η ρέουσα υδατοσυλλογή που διασχίζει το χωριό Άγιος Γερμανός της περιοχής Πρεσπών ονομάζεται ποταμός, ενώ αν συγκριθεί με τους ποταμούς Αχελώο, Αξιό, Στρυμόνα κλπ. θα μπορούσε να χαρακτηριστεί απλώς ως ρυάκι.

Το νερό των ποταμών προέρχεται κυρίως απευθείας από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα και από την επιφανειακή απορροή. Υπάρχουν περιπτώσεις τροφοδοσίας ποταμών και με υπόγεια νερά ή με νερό λιμνών. Οι κύριοι φυσικοί παράγοντες που ρυθμίζουν την ποιότητα του νερού ενός ποταμού είναι η φύση της κοίτης του και της λεκάνης απορροής του (τύποι και κλίσεις εδαφών, μορφές κάλυψης γης) και το καθεστώς των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων. Ως εκ τούτου η ποιότητα διαφέρει πολύ από εποχή σε εποχή και κατά μήκος της κοίτης. Για παράδειγμα, η διαύγεια του νερού μπορεί να μειωθεί δραστικά λίγες ώρες ύστερα από μια καταρακτώδη βροχή που δέχτηκε η λεκάνη απορροής του. Για λίγους ποταμούς της Ελλάδας υπάρχουν φορείς διαχείρισης προστατευόμενων περιοχών που έχουν στην αρμοδιότητά τους όλο το μήκος της κοίτης και τη λεκάνη απορροής τους. Το γεγονός αυτό, καθώς και το ότι υπάρχουν σπουδαίοι ποταμοί στη βόρεια Ελλάδα που είναι διασυνοριακοί, επιβάλλει την ευρεία συνεργασία σε διεθνές επίπεδο. Η Οδηγία 2000/60/ΕΕ επιβάλλει ευρύτερη θεώρηση της διαχείρισης των ποτάμιων οικοσυστημάτων με βάση το υδατικό διαμέρισμα.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει ορίσει επιστημονικό πλαίσιο για την παρακολούθηση της οικολογικής ποιότητας των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων, το οποίο στην περίπτωση των ποτάμιων υδάτων παρουσιάζει ιδιαίτερα ενδιαφέρουσες βιολογικές πλευρές. Η εφαρμογή του πλαισίου αυτού απαιτεί περισσότερους εξειδικευμένους επιστήμονες από όσους υπάρχουν σήμερα στην Ελλάδα.

2.1.2 Λεκάνες απορροής και ποτάμια

Για την κατανόηση της λειτουργίας του υδρολογικού κύκλου είναι σημαντική η έννοια της λεκάνης απορροής των ποταμών. Η λεκάνη απορροής είναι εδαφική έκταση που φιλοξενεί

το ποτάμι και όλους τους παραποτάμους του, ακόμη και τα μικρά ρυάκια που καταλήγουν σε αυτό. Ακριβέστερα, λεκάνη απορροής σε μια δεδομένη θέση ενός υδατορεύματος είναι η γεωγραφική περιοχή που τα νερά της συνεισφέρουν στην απορροή του υδατορεύματος που περνά από τη θέση αυτή. Οι λεκάνες απορροής μπορεί να είναι από τόσο μικρές όσο μια πατημασιά στη λάσπη, μέχρι τόσο μεγάλες όσο όλη η έκταση που στραγγίζει στον ποταμό Αμαζόνιο στο σημείο που εκβάλλει στον Ατλαντικό Ωκεανό. Η τελευταία, που είναι και η μεγαλύτερη από τις λεκάνες όλων των ποταμών της υφηλίου, φτάνει τα 7.180.000 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Κάθε μεγάλη λεκάνη απορροής μπορεί να χωριστεί σε μικρότερες επιμέρους υπό-λεκάνες (π.χ. μια για κάθε παραπόταμο). Οι λεκάνες απορροής είναι πολύ σημαντικές, διότι η ποσότητα και η ποιότητα του νερού στα ποτάμια εξαρτώνται από ότι συμβαίνει μέσα στις λεκάνες, είτε το έχει προκαλέσει ο άνθρωπος είτε όχι. έχει προκαλέσει ο άνθρωπος είτε όχι.

Η ροή στα υδατορεύματα αλλάζει συνεχώς, από μέρα σε μέρα, ή ακόμα από λεπτό σε λεπτό. Φυσικά, ο βασικός παράγοντας που επηρεάζει την παροχή του νερού είναι η απορροή των κατακρημνισμάτων από τη λεκάνη. Η βροχή αυξάνει τη στάθμη του νερού των ποταμών, ακόμα και αν έχει βρέξει πολύ ψηλά στη λεκάνη απορροής, μακριά από τη θέση που παρατηρούμε τη ροή. Το μέγεθος ενός ποταμού εξαρτάται από το μέγεθος της λεκάνης απορροής του. Μεγάλο ποτάμι είναι αυτό που έχει μεγάλη λεκάνη απορροής. Ομοίως, ποτάμια διαφορετικών μεγεθών, αντιδρούν διαφορετικά σε καιριγίδες και βροχές. Η στάθμη των μεγάλων ποταμών αλλάζει πιο αργά από τη στάθμη των μικρών. Σε μια μικρή λεκάνη, η στάθμη του ποταμού θα ανυψωθεί και θα πέσει μέσα σε μερικά λεπτά ή ώρες. Στα μεγάλα ποτάμια κάτι τέτοιο μπορεί να πάρει μέρες και οι πλημμύρες μπορεί να διαρκέσουν πολύ.

2.2. Υπόγεια νερά

Ένας από τους μεγάλους θησαυρούς που ο γαλάζιος πλανήτης μας κρύβει μέσα του είναι τα υπόγεια νερά. Είναι τα αποθέματα γλυκού νερού που βρίσκονται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, στη στεριά αλλά κάποτε και κάτω από τη θάλασσα κοντά στις ακτές. Επειδή το νερό είναι η βασικότερη προϋπόθεση της ζωής, τα υπόγεια νερά είναι ένας φυσικός πόρος που ασκεί κρίσιμο ρόλο και επηρεάζει τα οικοσυστήματα, την ανθρώπινη ζωή και τις δραστηριότητες του ανθρώπου γενικά σε όλον τον κόσμο. Είναι ένας πόρος που αν και βρίσκεται θεωρητικά βρίσκεται παντού στην επιφάνεια όλης της ξηράς στην πραγματικότητα είναι ανανεώσιμος πόρος που μόνο αν προστατευτεί και διαχειριστεί σωστά, μπορεί να συνεχίσει να ασκεί τις ευεργετικές του λειτουργίες επ' αόριστων. Μαζί με τα επιφανειακά νερά, τα υπόγεια αποθέματα νερού αποτελούν τα συνολικά αποθέματα του γλυκού νερού. Σχηματίζονται με την καθίζηση του νερού των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων και το φιλτράρισμά του μέσα από τα στρώματα του εδάφους. Το νερό κινείται με την επίδραση της βαρύτητας και γεμίζει τις σχισμές και γενικά τα κενά ανάμεσα στα πετρώματα και την άμμο. Προμηθεύει με τεράστιες ποσότητες νερού τα ρυάκια και ποτάμια και τους υδροτόπους. Δίνει περίπου το 90% του γλυκού νερού του πλανήτη, χωρίς να υπολογιστούν οι πολικοί πάγοι. Σήμερα, με την ολοένα και μεγαλύτερη λειψυδρία και τον περιορισμό των επιφανειακών νερών, περισσότερο από το μισό του παγκόσμιου ανθρώπινου πληθυσμού εξαρτάται άμεσα από τα υπόγεια αποθέματα για πόσιμο νερό. Οι περισσότερες πόλεις του κόσμου καταφεύγουν σε αυτά για τις ανάγκες τους για ύδρευση. Στα περισσότερα μέρη του κόσμου αποτελεί εκτός των άλλων και τη φτηνότερη μέθοδο εξεύρεσης νερού. Στην πρωτογενή παραγωγή (γεωργία και κτηνοτροφία), όπου παρατηρείται ότι αυξάνεται διαρκώς το ποσοστό χρήσης των υπόγειων νερών σε βάρος των επιφανειακών. Με την επίταση των φαινομένων της λειψυδρίας σε παγκόσμιο επίπεδο,

όλο και συχνότερα οι άνθρωποι καταφεύγουν στην εύκολη λύση, δηλ. στην εκμετάλλευση των «έτοιμων» υπόγειων αποθεμάτων. Όμως τα νερά είναι ένας φυσικός πόρος η λήψη του οποίου απαιτεί μακροχρόνιο σχεδιασμό και ορθολογική διαχείριση - αυτό που στη θεωρία αποκαλείται υδατική πολιτική - αλλά δυστυχώς αυτό συμβαίνει μόνο σε λίγες περιπτώσεις να εφαρμόζεται.

Παρόλο που το νερό είναι το βασικότερο αγαθό της ζωής, πολλοί άνθρωποι στην πράξη και παρ' όλα αυτά δεν εκτιμούν τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των υπόγειων υδατικών αποθεμάτων, όταν έρχεται η ώρα να παρθούν αποφάσεις που έχουν να κάνουν με τις ανάγκες τους σε νερό, με την επιλογή του τόπου κατοικίας, με την προμήθεια της κατοικίας τους σε νερό αλλά και γενικά με τη χρήση του νερού. Πέρα από το ότι μια γεώτρηση είναι ίσως η φτηνότερη μέθοδος απόκτησης νερού, με τη γεώτρηση το θέμα του ελέγχου της ποιότητας του νερού μετατοπίζεται από το επίπεδο της συλλογικής στο επίπεδο της προσωπικής ευθύνης. Αυτό θέτει σημαντικά προβλήματα, που έχουν να κάνουν με το αντικειμενικό και σημαντικότερο γεγονός ότι το πρόβλημα της ποιότητας του νερού δεν μπορεί να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά από τον καθένα στο επίπεδο της αυλής ή του χωραφιού του αλλά πρέπει πρώτα από όλα να αντιμετωπιστεί συνολικά. Τα υπόγεια νερά μιας περιοχής δεν μπορούν να ανήκουν σε κανέναν. Αποτελούν συλλογικό αγαθό η ποιότητά του οποίου επηρεάζεται από ένα σωρό φυσικούς και ανθρωπογενείς παράγοντες, που έχουν να κάνουν με όλες τις ανθρώπινες δραστηριότητες σε πολύ μεγάλες περιοχές και για μεγάλες χρονικές περιόδους. Ο καθένας από εμάς μπορεί να ελέγξει την ποιότητα του νερού στην γεώτρησή του, αλλά δεν μπορεί να την επηρεάσει παρά μόνο σε περιορισμένο βαθμό.

Καθώς το νερό διηθείται προς το υπέδαφος, σχηματίζει συνήθως μια ακόρεστη και μια κορεσμένη ζώνη. Στην ακόρεστη ζώνη υπάρχει νερό αλλά και αέρας στα κενά (πόρους) του εδαφικού σχηματισμού, δηλαδή τα κενά αυτά δεν είναι τελείως γεμάτα με νερό. Το άνω μέρος της ακόρεστης ζώνης είναι η εδαφική ζώνη. Η εδαφική ζώνη έχει κενά που δημιουργούνται από τις ρίζες των φυτών, τα οποία επιτρέπουν στο νερό να διηθηθεί. Το νερό στην ανώτερη αυτή ζώνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τα φυτά. Κάτω από την ακόρεστη ζώνη βρίσκεται η κορεσμένη, στην οποία το νερό γεμίζει όλους τους πόρους του εδάφους.

2.2.1 Υπόγειο νερό

Εκτός από τις καθημερινά ορατές ποσότητες νερού, υπάρχουν και τεράστιες μη ορατές ποσότητες νερού – νερού που βρίσκεται και κινείται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Οι άνθρωποι χρησιμοποιούν το νερό αυτό εδώ και χιλιάδες χρόνια και συνεχίζουν και σήμερα να το χρησιμοποιούν κυρίως για ύδρευση και άρδευση. Η ζωή στη Γη βασίζεται στο υπόγειο νερό όπως και στο επιφανειακό.

2.2.2 Το Αποθηκευμένο υπόγειο νερό ως μέρος του υδρολογικού κύκλου

Μεγάλες ποσότητες νερού βρίσκονται υποθηκευμένες κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Το νερό αυτό συνεχίζει να κινείται, αν και συνήθως με πολύ μικρή ταχύτητα, και συνεχίζει να αποτελεί μέρος του υδρολογικού κύκλου. Το περισσότερο υπόγειο νερό προέρχεται από διήθηση κατακρημνισμάτων. Τα ανώτερα στρώματα αποτελούν την ακόρεστη ζώνη όπου η ποσότητα του νερού αλλάζει με το χρόνο αλλά δεν γεμίζει πλήρως τους πόρους του εδάφους. Κάτω από τη ζώνη αυτή υπάρχει η κορεσμένη ζώνη όπου όλοι οι πόροι και οι ρωγμές των πετρωμάτων είναι γεμάτα νερό. Ο όρος υπόγειο νερό χρησιμοποιείται για να περιγράψει αυτή τη ζώνη. Ο χώρος αποθήκευσης του υπόγειου νερό αποδίδεται με τον όρο "υδροφορέας". Οι υδροφορείς ή τα υδροφόρα στρώματα, είναι

τεράστιες αποθήκες νερού της Γης και η ζωή εκατομμυρίων ανθρώπων σε όλο τον κόσμο εξαρτάται καθημερινά από αυτούς.

2.2.3 Εκφόρτιση υπόγειου νερού: η έξοδος του νερού από το υπέδαφος

Τμήμα των κατακρημνισμάτων διηθείται και μετατρέπεται σε υπόγειο νερό. Από το νερό που εισχωρεί στο έδαφος, ένα μέρος κινείται κοντά στην επιφάνεια και ξαναβγαίνει γρήγορα με τη μορφή απορροής προς τα υδατορεύματα, υπό την επίδραση της βαρύτητας. Όμως ένα άλλο μεγάλο μέρος συνεχίζει τη πορεία του προς βαθύτερα στρώματα. Όπως δείχνει το διάγραμμα, η κατεύθυνση και η ταχύτητα του υπόγειου νερού καθορίζεται από τα χαρακτηριστικά των υδροφορέων και των στρωμάτων περιορισμού (υπεδάφια στρώματα, τα οποία διαπερνά το νερό πολύ δύσκολα ή σχεδόν καθόλου). Η υπόγεια κίνηση του νερού εξαρτάται από τη διαπερατότητα (πόσο εύκολο ή δύσκολο είναι στο νερό να κινηθεί) και από την πορώδη σύσταση (την ποσότητα των κενών μέσα στο υλικό) των στρώσεων. Αν το υπεδάφιο στρώμα επιτρέπει στο νερό να κινείται σχετικά γρήγορα, αυτό μπορεί να διανύσει μεγάλες αποστάσεις στη διάρκεια μερικών ημερών. Μπορεί όμως επίσης να βυθιστεί προς βαθιούς υδροφορείς και να κάνει χιλιάδες χρόνια μέχρι να ξαναβγεί στην επιφάνεια.

2.3 Πηγές, Ποτάμια και χείμαρροι ,εκβολές και δέλτα ποταμών

Οι πηγές συνήθως σχηματίζονται όταν το υποθηκευμένο νερό που βρίσκεται στα υπόγεια στρώματα του γήινου φλοιού εξέλθει στην επιφάνεια. Η έξοδος αυτή μπορεί να συμβαίνει σε σχισμή στο έδαφος ή και σε ρήγμα. Ουσιαστικά το νερό της βροχής που εισδύει βαθύτερα γίνεται θερμότερο κατά 1°C κάθε 30 μέτρα και διαλύει μεγαλύτερο ποσό στερεών ουσιών. Κατά την έξοδο το νερό αυτό όταν εξέρχεται είναι θερμότερο από τη μέση θερμοκρασία του περιβάλλοντος της περιοχής. Στις πηγές συνήθως ζουν λίγα είδη οργανισμών, αλλά αυτά είναι συνήθως είδη ενδημικά. Ανάλογα με τα υδρολογικά και άλλα χαρακτηριστικά οι πηγές ταξινομούνται σε Ελοκρηνείς. Έξοδος νερών αργή με μικρή παροχή. Συναντώνται στα έλη και στα τέλματα, καθώς και στις όχθες των ποταμών, των ρυάκων και των λιμνών. Λιμνοκρηνείς. Παροχή μερικές φορές σημαντική, με σταθερή θερμοκρασία και με ανάβλυση στο βυθό ελών και λιμνών. Ρεοκρηνείς. Παροχή σταθερή, με σταθερή θερμοκρασία και ανάβλυση σε κεκλιμένα εδάφη.

Τα πηγάδια είναι ένας τύπος πηγής που δημιουργείται τεχνητά για τη συλλογή του νερού και την άντλησή του στην επιφάνεια. Στην Ελλάδα υπάρχουν πολυάριθμες πηγές συνεχούς ή διαλείπουσας (διακοπτόμενη) παροχής, ενώ η ύπαρξή τους συνδέεται με τη γεωμορφολογία της περιοχής, την υδροφορία της και τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα της ευρύτερης περιοχής. Όταν τα ρυάκια και ρέματα των ορεινών περιοχών ενώνονται σε χαμηλότερα υψόμετρα σχηματίζουν τα ποτάμια. Η ταχύτητα των νερών τους εξαρτάται από την κλίση του εδάφους και την παροχή. Σημαντικές παράμετροι για τη μελέτη ενός ποταμού αποτελούν, οι εποχιακές μεταβολές της παροχής, η διακύμανση της στάθμης των νερών, η ποσότητα φερτών υλικών (στερεοπαροχή) και σε διάλυση υλικών και ουσιών, η μέση παροχή Κ.ά. Το υδρολογικό καθεστώς σε ένα ποταμό είναι αποτέλεσμα της φύσης των εποχιακών διακυμάνσεων της παροχής.

Υπάρχουν καθεστώτα:

- απλά με μια περίοδο πλημμύρας και μια περίοδο έλλειψης νερού,
- παγετώδη με άφθονη παροχή το καλοκαίρι και έλλειψη νερού το χειμώνα,
- ορεινά του χιονιού με παρόμοιες συνθήκες με εκείνες του παγετώδη τύπου, αλλά η

άφθονη παροχή και η έλλειψη του νερού έρχονται εποχιακά νωρίτερα.

-πεδινά με παρόμοιες συνθήκες με τον προηγούμενο τύπο, αλλά η μεγάλη και άφθονη παροχή έρχεται εποχιακά ακόμη πιο νωρίς κατά την άνοιξη. -τροπικό βροχερό με καθεστώς που χαρακτηρίζεται με πολύ μεγάλη παροχή την περίοδο των βροχών και έλλειψη την περίοδο της ξηρασίας. -ωκεάνιο βροχερό με μέγιστο της παροχής του νερού να συμβαίνει το χειμώνα, ενώ υπάρχει έλλειψη το καλοκαίρι.

Πολλές φορές υπάρχουν και σύνθετα-πολυδιάστατα καθεστώτα στην παροχή ενός ποταμού. Εξάλλου, οι ποταμοί ταξινομούνται ανάλογα με το χημισμό των νερών τους που είναι αποτέλεσμα βιογεωχημικών αντιδράσεων. Έτσι, διακρίνονται οι ποταμοί ανάλογα με την περιεκτικότητά τους σε ασβέστιο, μαγνήσιο, ανάλογα με τη σχέση ασβεστίου προς μαγνήσιο και ως προς το pH.

Στην Ελλάδα τα περισσότερα ποτάμια έχουν νερό με όξινο ανθρακικό περιεχόμενο (57%). Ακολουθούν εκείνα με περιεχόμενο σε ασβέστιο (16%), μαγνήσιο, νάτριο, κάλιο, θειικά και χλωριόντα. Από την άποψη της παροχής τους τα περισσότερα ποτάμια έχουν απεριοδική και χειμαρρώδη ροή, μεταφέρουν μεγάλες ποσότητες ιζημάτων ως αποτέλεσμα της διαβρωτικής τους δράσης και της χειμαρρώδους ροής τους. Το συνολικό μήκος των ποταμών στην Ελλάδα φτάνει τα 4268 χλμ.

Οι εκβολές και τα δέλτα των ποταμών θεωρούνται και ως εσωτερικά νερά. Αποτελούν χαρακτηριστικές περιοχές με ιδιαίτερο ενδιαφέρον στη δυναμική ισορροπία απόθεσης και μετακίνησης φερτών υλικών, στη βιοποικιλότητα και στην προσέλκυση των νεαρών σταδίων ψαριών και καρκινοειδών. Στις περιοχές αυτές η προώθηση της ξηράς σε βάρος της θάλασσας είναι ένα γεγονός που εξαρτάται από την κατάσταση της δυναμικής ισορροπίας μεταξύ των παραγόντων που δρουν στον ηπειρωτικό χώρο των λεκανών απορροής των ποταμών (κλίμα, γεωμορφολογία, τεκτονική, στερεοπαροχή κ.ά.) και των παραγόντων που δρουν στον παράκτιο χώρο των εκβολών (μορφολογία, τεκτονική, κύματα, ρεύματα, παλίρροια κ.ά.).

Οι εκβολές και τα δέλτα των ποταμών εξαιτίας του μεταβατικού χαρακτήρα και των αλληλεπιδράσεων ως προς το θαλασσινό και το γλυκό νερό έχουν επίσης ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Εδώ δημιουργούνται ιδιόζουσες φυσικοχημικές συνθήκες, συναθροίζονται συνήθως νεαρά ψάρια και καρκινοειδή, είναι δηλαδή οι "παιδότοποι" των αλιευμάτων. Το ιδιότυπο υδρολογικό καθεστώς που παρατηρείται στα ποτάμια της χώρας μας μπορεί σε ετήσια βάση να δημιουργήσει ακραίες καταστάσεις ως προς τη βιοπαραγωγικότητα της περιοχής των εκβολών και δέλτα. Τα δέλτα στη χώρα μας έχουν περιοριστεί σημαντικά στην προσπάθεια του ανθρώπου να καταλάβει και να αξιοποιήσει περισσότερο έδαφος (καλλιέργειες, αστική επέκταση), αλλά και να προστατεύσει τις αστικές και καλλιεργούμενες περιοχές από πλημμυρικά φαινόμενα.

2.4. Ποταμοί στην Ελλάδα

Η Ελλάδα είναι μια χώρα με μεσογειακό κλίμα και ασβεστολιθικά πετρώματα, χαρακτηριστικά που δεν βοηθούν στη συγκέντρωση μεγάλων μαζών νερού. Διαθέτει όμως και μια έντονη εδαφική μορφολογία που την έχει προικίσει με αρκετές μικρές έως μέτριες σε έκταση επιφάνειες γλυκού νερού (λίμνες, ποτάμια, βάλτους, ρέματα και υπόγειες φυσικές δεξαμενές). Εκεί που συναντιέται η γη με το γλυκό κυρίως νερό αναπτύσσονται ιδιαίτερα παραγωγικά οικοσυστήματα που έχουν ονομαστεί υγρότοποι. Υδροχαρή δάση, καλαμιώνες και υδρόβια φυτά επιτυγχάνουν μια ταχύτατη ανακύκλωση θρεπτικών ουσιών με αποτέλεσμα να παρέχουν τροφή και καταφύγιο σε έναν μεγαλύτερο αριθμό οργανισμών απ' ό,τι άλλα οικοσυστήματα όπου κυριαρχεί μόνο η ξηρά ή μόνο το νερό.

Οι ποταμοί της Ελλάδας είναι μικροί, ακολουθούν τη διεύθυνση των κοιλάδων και χύνονται στις ελληνικές θάλασσες. Γενικά αβαθείς και ορμητικοί, κανένας τους δεν είναι πλωτός και μόνο σε ορισμένα σημεία του Έβρου και του Λουδία μπορούν να κυκλοφορήσουν λέμβοι. Οι ελληνικοί ποταμοί μεταφέρουν μεγάλες ποσότητες λάσπης και έτσι σχηματίζουν συχνά προσχώσεις και δέλτα στις εκβολές τους. Τα νερά τους όμως από το 1952 άρχισαν να χρησιμοποιούνται για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας όπως στον Αχελώο, στον Αλιάκμονα κ.ά. Επίσης αρδεύουν τις γύρω απ' αυτούς πεδινές εκτάσεις και καθιστούν γόνιμο το έδαφός τους. Οι μεγαλύτεροι ποταμοί που διαρρέουν την Ελλάδα είναι ο Αλιάκμονας (320 χλμ.) ο Αχελώος (220 χλμ.), ο Πηνειός (205 χλμ.), ο Στρυμόνας (118 χλμ.), ο Θύαμις (115 χλμ.) ο Άραχθος (110 χλμ.), ο Ευρώτας (82 χλμ.), ο Λούρος (80 χλμ.) και ο Σπερχειός (80 χλμ.). Οι μεγαλύτεροι είναι αυτοί που πηγάζουν έξω από τα σύνορά της: ο Έβρος (είναι μήκος 530 χλμ. από τα οποία τα 204 σε ελληνικός έδαφος) και ο Νέστος (έχει μήκος 234 χλμ. από τα οποία τα 130 σε ελληνικός έδαφος). Και οι δύο όμως πηγάζουν έξω από την ελληνική επικράτεια, ο Έβρος από τη Βουλγαρία και ο Αξιός από τα Σκόπια. Το μήκος τους μέσα στην Ελλάδα είναι περιορισμένο. Από τους ποταμούς που πηγάζουν μέσα στον ελληνικό χώρο ο μεγαλύτερος είναι ο Αλιάκμονας, που διασχίζει τη Δυτική Μακεδονία και χύνεται στο Θερμαϊκό κόλπο.

Στην Ελλάδα υπάρχουν επίσης πολλοί υπόγειοι ποταμοί, που φανερώνονται ως πηγές. Αυτοί τροφοδοτούν τα ποτάμια της επιφάνειας αλλά και τροφοδοτούνται από αυτά. Σε πολλούς ποταμούς έχουν κατασκευαστεί φράγματα και ταμιευτήρες για την άρδευση και την παραγωγή ενέργειας. Αρδευτικά φράγματα υπάρχουν στον Αλιάκμονα, στον Αξιό και στον Πηνειό. Υδροηλεκτρικές μονάδες υπάρχουν στον Λούρο, στον Αχελώο, στον Εδεσσαίο, στον Λάδωνα και στο Μέγδοβα.

2.4.1 Πηγές

Πηγές καλούνται οι τοποθεσίες από τις οποίες συμβαίνει ελεύθερη εκροή υπόγειου νερού. Συνήθως στην Ελλάδα οι τοποθεσίες αυτές έχουν εμβαδόν πολύ λίγων τετραγωνικών μέτρων και, σπανιότερα, μερικών εκατοντάδων τετραγωνικών μέτρων. Πρέπει να τονιστεί όμως ότι στην οικολογία των υγροτόπων με τον όρο πηγή υποδηλώνεται όχι απλώς ο τόπος από όπου αναβλύζει νερό αλλά όλο το υγροτοπικό οικοσύστημα, του οποίου η δημιουργία και η διατήρηση οφείλεται σε αυτό το αναβλύζον, το πηγαίο νερό.

Τα οικοσυστήματα των πηγών είναι από τα σπανιότερα στην Ελλάδα και συνολικά καλύπτουν ελάχιστη έκταση. Αυτό οφείλεται τόσο στη σχετική σπανιότητα των τοποθεσιών από όπου αναβλύζουν υπόγεια νερά αξιόλογου όγκου όσο και στο γεγονός ότι τα πηγαία νερά είναι γενικά υψηλής ποιότητας, οπότε χρησιμοποιούνται κατά προτεραιότητα ως πόσιμα. Εντούτοις υπάρχουν ακόμη πολύτιμα οικοσυστήματα πηγών που διατηρούνται παρά τη μείωσή τους σε έκταση και τις αλλοιώσεις που έχουν υποστεί από τεχνικά έργα (υδρευτικά, τουριστικά). Μια ιδιαίτερη κατηγορία πηγών είναι οι θερμοπηγές. Το νερό πολλών θερμοπηγών χρησιμοποιείται για θέρμανση χώρων ή για ιαματικούς σκοπούς (Καρπουτζάκη, 2010).

2.5 Περιγραφή ποταμών μελέτης

2.5.1. Κερίτης

Είναι ένας σημαντικός ποταμός με συνεχή ροή και βρίσκεται στο βορειοκεντρικό τμήμα του νομού Χανίων. Αναφέρεται από τον Όμηρο σαν Ιορδανός ονομασία που διατηρείται μέχρι σήμερα για το κομμάτι της εκβολής του. Πηγάζει από τα Λευκά Όρη σε υψόμετρο 1900 m και εκβάλλει στο Κρητικό πέλαγος. Το δέλτα του ποταμού που είναι στην τουριστική

περιοχή Πλατανιά, καθώς και η τεχνητή λίμνη στην περιοχή Αγκιά, είναι προστατευόμενες περιοχές από το δίκτυο NATURA 2000. Η λεκάνη απορροής του Κερίτη έχει επιφάνεια 220 km². Είναι ο σημαντικότερος υδατικός πόρος του νομού Χανίων (τους μήνες Ιουλίου-Αυγούστου οι ανάγκες άρδευσης υπερβαίνουν το 50% των συνολικών). Δια μέσου της λεκάνης απορρέει σημαντικός όγκος νερού του Καρστικού συστήματος των Λευκών Ορέων (140-150*160 m³ /έτος). Η λεκάνη εμπλουτίζεται κατά σειρά από τις Καρστικές πηγές Μεσκλών, που βρίσκονται σε υψόμετρο 210 m, από τις πηγές Κουφού σε υψόμετρο 50 m. Μετά τις πηγές της Αγκιάς υπάρχει η τεχνητή λίμνη Αγκιά, η οποία τροφοδοτείται από την υπερχειλίση των πηγών. (Δημητρίου, 2015)

2.5.1.2 Γεωλογικά χαρακτηριστικά

Η λεκάνη απορροής του Κερίτη έχει έντονα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά. Στο βόρειο τμήμα της λεκάνης επικρατεί το έντονο ανάγλυφο των Λευκών Ορέων το οποίο σταδιακά εξομαλύνεται προς τον Νότο όπου επικρατεί το ήπιο ανάγλυφο με επίπεδες καλλιεργήσιμες εκτάσεις. Η λεκάνη του Κερίτη μπορεί να χωριστεί σε τρεις ζώνες, την ζώνη του καρστ, την μεταβατική και την πεδινή ζώνη.

Ζώνη του Καρστ: Εντοπίζεται στο νότιο τμήμα της λεκάνης και καταλαμβάνει το βορειοδυτικό τμήμα του ορεινού όγκου των Λευκών Όρων. Το ανάγλυφο χαρακτηρίζεται από έντονες κλίσεις. Τα υψηλότερα τμήματα της ζώνης (υψόμετρο μεγαλύτερο των 1600 m) παρουσιάζουν σχεδόν μόνιμη χιονοκάλυψη με εξαίρεση τους θερμότερους μήνες του έτους. Η τήξη του χιονιού κατά τους θερμότερους μήνες τροφοδοτεί το καρστικό σύστημα με αποτέλεσμα να εμφανίζεται αξιόλογη παροχή νερού στις πηγές της Αγκιάς ακόμα και τους καλοκαιρινούς μήνες. Οι διεργασίες που σχετίζονται με την διάλυση των ανθρακικών πετρωμάτων βρίσκονται σε πλήρη εξέλιξη στην περιοχή με αποτέλεσμα την δημιουργία εντυπωσιακών γεωμορφολογικών δομών. Χαρακτηριστικά παραδείγματα των άνω είναι η ύπαρξη των δύο μεγάλων φαραγγιών, της Σαμαριάς και της Αγίας Ειρήνης και της πόλγης του Ομαλού. Ως πόλγη χαρακτηρίζεται μια επίπεδη επιφάνεια αλλουβιακών αποθέσεων η οποία επικάθεται επί καρστικών σχηματισμών.

Μεταβατική Ζώνη: Νοτιότερα της Ζώνης του Καρστ εκτείνεται η μεταβατική ζώνη, η οποία αποτελείται κυρίως από πετρώματα της ενότητας Φυλλιτών – Χαλαζιτών. Το υψόμετρο της περιοχής είναι πολύ χαμηλότερο της Ζώνης του Καρστ, γεγονός που εν μέρει οφείλεται στην παρουσία ρηγμάτων, τα οποία έχουν υποβιβάσει την συγκεκριμένη περιοχή αλλά και της μεγάλης ευαισθησίας των πετρωμάτων στην διάβρωση σε σχέση με τα ανθρακικά πετρώματα της Ζώνης του Καρστ. Το ανάγλυφο της περιοχής είναι πολύ πιο ήπιο. Ταυτόχρονα η ανύπαρκτη διαπερατότητα των φυλλιτών στο νερό επιτρέπει την δημιουργία υδρογραφικού δικτύου ενώ στα σημεία επαφής της μεταβατικής ζώνης με την ζώνη του Καρστ ευνοείται ο σχηματισμός καρστικών πηγών.

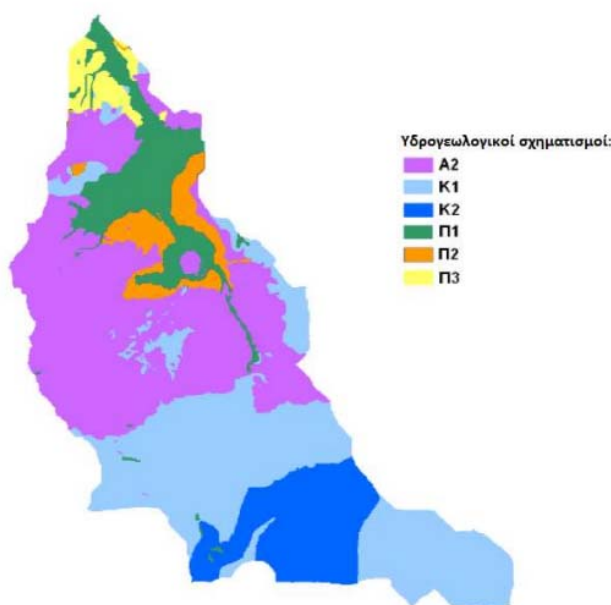
Πεδινή Ζώνη: Στην ζώνη αυτά συναντώνται λόφοι φυλλιτικής σύστασης καθώς και ασβεστολιθικά υψώματα. Τα ιζήματα του Νεογενούς σχηματίζουν μια στενή κοιλάδα (κοιλάδα Πατελαρίου), μήκους 3,5 km και μέσου βάθους 400 m, μέσα από την οποία περνάει ο ποταμός Κερίτης. Στην πεδινή ζώνη κυριαρχούν τα καλλιεργήσιμα εδάφη τα οποία αποφέρουν πάνω από το μισό του συνολικού γεωργικού δυναμικού του Νομού.

2.5.1.3 Υδρολογικά χαρακτηριστικά

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί στην λεκάνη απορροής Κερίτη – Θερίσου μπορούν να ταξινομηθούν με βάση την υδατοπερατότητά τους στις εξής κατηγορίες:

Οι καρστικοί σχηματισμοί κατηγοριοποιούνται σε υψηλής έως μέτριας υδροπερατότητας (K1), μέτριας έως μικρής (K2) και τέλος σε μέτριας έως υψηλής (K3). Οι καρστικοί σχηματισμοί της πρώτης κατηγορίας αποτελούνται από ασβεστόλιθους, δολομίτες, κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους και μάρμαρα υψηλής έως μέσης διαπερατότητας. Περιλαμβάνουν τους έντονα καρστικοποιημένους σχηματισμούς της ζώνης της Τρίπολης, την ανθρακική ενότητα του Τρυπαλίου, τους κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους του Τριαδικού και τους δολομίτες της ζώνης του Ιονίου. Οι σχηματισμοί αυτοί αναπτύσσουν υψηλού δυναμικού υπόγειες υδροφορίες που εκφορτίζονται μέσω μεγάλων καρστικών πηγών. Οι καρστικοί σχηματισμοί της δεύτερης κατηγορίας αποτελούνται από ασβεστόλιθους της ζώνης της Πίνδου, κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους Ιουρασικής – Ηωκαινικής ηλικίας (Plattenkalk) της Ιονίου ζώνης και μικρότερες ανθρακικές εμφανίσεις των εσωτερικών καλυμμάτων. Η κυκλοφορία του νερού στους σχηματισμούς αυτός περιορίζεται από παρεμβολές πυριτόλιθων, κερατόλιθων και αργιλικών σχιστόλιθων. Η τρίτη κατηγορία καρστικών σχηματισμών αποτελείται από πετρώματα παρουσιάζουν πρωτογενές και δευτερογενές πορώδες το οποίο επιτρέπει στους σχηματισμούς αυτούς να αναπτύξουν αξιόλογη υδροφορία και να τροφοδοτούν καρστικές πηγές. Οι κοκκώδεις σχηματισμοί της λεκάνης αποτελούνται από τις επίσης από τρεις κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία αναφέρεται σε κοκκώδεις προσχωματικές κυρίως αποθέσεις κυμαινόμενης υδροπερατότητας (Π1), οι οποίες αποτελούνται από αλλουβιακές αποθέσεις, ποτάμιες και θαλάσσιες αναβαθμίδες, κροκαλοπαγή ποτάμιας προέλευσης, πλευρικά κορήματα και κώνους κορημάτων. Αναπτύσσουν φρεάτιες υδροφορίες κατά θέσεις. Οι υδροφορίες παραθαλάσσιων σχηματισμών αυτού του είδους υποβαθμίζονται συχνά λόγω υφαλμύρισης (υφαλμύριση). Η δεύτερη κατηγορία αναφέρεται σε μειοκαινικές και πλειοκαινικές αποθέσεις μέτριας έως μικρής υδροπερατότητας (Π2), που αποτελούνται από κροκαλοπαγή και μαργαϊκούς ασβεστόλιθους νεογενών σχηματισμών. Οι αποθέσεις αυτές φιλοξενούν υπόγειες υδροφορίες μέσου ή μικρού δυναμικού. Η Τρίτη και τελευταία κατηγορία είναι οι κοκκώδεις μη προσχωματικές αποθέσεις μικρής έως πολύ μικρής υδροπερατότητας (Π3), οι οποίοι αποτελούνται από πλειοκαινικές και μειοκαινικές μάργες καθώς και αδιαίρετων σχηματισμών του νεογενούς. Εμφανίζουν ασθενή υδροφορία μέσα σε παρεμβολές κροκαλοπαγών ή μαργαϊκών ασβεστόλιθων. Κατά θέσεις σε σχηματισμούς νεογενών αποθέσεων αναπτύσσονται στρώματα γύψου που εμφανίζουν αξιόλογη υδροφορία υποβαθμισμένη όμως λόγω θειικών ιόντων. Οι αδιαπέρατοι σχηματισμοί της λεκάνης περιλαμβάνουν τους πρακτικά αδιαπέρατους σχηματισμούς μικρής έως πολύ μικρής υδροπερατότητας (Α1), οι οποίοι αποτελούνται από σχηματισμούς φλύσχη και ελαφρώς μεταμορφωμένων αργιλικών ιζημάτων διαφόρων ζωνών. Εντός του στρώματος του φλύσχη είναι δυνατόν να εμφανιστεί μικρής ή μέσης δυναμικότητας υδροφορία. Επίσης εντοπίζονται και πρακτικά αδιαπέρατοι ή εκλεκτικής κυκλοφορίας σχηματισμοί μικρής έως πολύ μικρής υδροπερατότητας (Α2). Ο σχηματισμοί αυτοί αποτελούνται από μεταμορφωμένα και πυρογενή πετρώματα διαφόρων ζωνών και καλυμμάτων. Αναπτύσσουν τοπικού χαρακτήρα υδροφορίες λόγω του κατακερματισμού και της πετρολογικής σύνθεσης των σχηματισμών. Οι παραπάνω γεωλογικοί σχηματισμοί εμφανίζουν διαφορετικοί συμπεριφορά ανάλογα με την τοποθέτηση τους στον χώρο και την τεκτονική τους. Η λεκάνη απορροής αποτελείται από δύο βασικά υδρολογικά συστήματα και ένα δευτερεύων: Το καρστικό υδρογεωλογικό σύστημα των περατών

ανθρακικών σχηματισμών, που βρίσκεται στην ανατολική πλευρά της λεκάνης (Μυλωνιανά – Φουρνές - Μέσκλα). Το σύστημα αυτό τροφοδοτείται από τους νοτιότερους ασβεστολιθικούς σχηματισμούς που επεκτείνονται έως τον κύριο ορεινό όγκο των Λευκών Όρων. Στο βόρειο τμήμα του ο σχηματισμός αυτός διακόπτεται τεκτονικά από ρήγμα με αποτέλεσμα τη δημιουργία των πηγών υπερπλήρωσης της Αγυιάς σε υψόμετρο 40 m. Εκτός του συνολικού όγκου που απορρέει ετησίως από τις πηγές της Αγυιάς είναι γνωστή η ύπαρξη ενός μόνιμου αποθέματος του οποίου το μέγεθος και τα υδραυλικά χαρακτηριστικά δεν είναι γνωστά. Το επιφανειακό υδρογεωλογικό σύστημα των φυλλιτών – χαλαζιτών στο κεντρικό τμήμα της λεκάνης, ο οποίος αποτελεί έναν αδιαπέρατο σχηματισμό που συγκεντρώνει την επιφανειακή απορροή από τους χειμάρρους της λεκάνης. Οι χείμαρροι αυτοί συγκλίνουν στον Κερίτη στο ύψος Σκηνέ – Αλικιανού. Στο ΝΑ τμήμα των φυλλιτών, κοντά στο χωριό Μεσκλά και στην τεκτονική επαφή τους με τους καρστικούς ασβεστόλιθους σχηματίζονται οι πηγές των Μεσκλών (Παναγιά – Κεφαλοβρύση – Νικολιανά) που τροφοδοτούνται από καρστικό σύστημα των Λευκών Όρων και απορρέουν επιφανειακά επί των φυλλιτών του Κερίτη. Το δευτερεύων υδρογεωλογικό σύστημα των τεταρτογενών αποθέσεων. Αναπτύσσεται βόρεια των φυλλιτών του κεντρικού τμήματος της λεκάνης του Κερίτη και στα χωριά Σκηνές, Αλικιανός, Φουρνές, Βατόλακκος και Κουφός. Η τροφοδοσία του συστήματος πραγματοποιείται απευθείας από την επιφανειακή απορροή των φυλλιτών από τα βόρεια και από υπόγειες πλευρικές μεταγγίσεις των ανθρακικών σχηματισμών από τα ανατολικά.

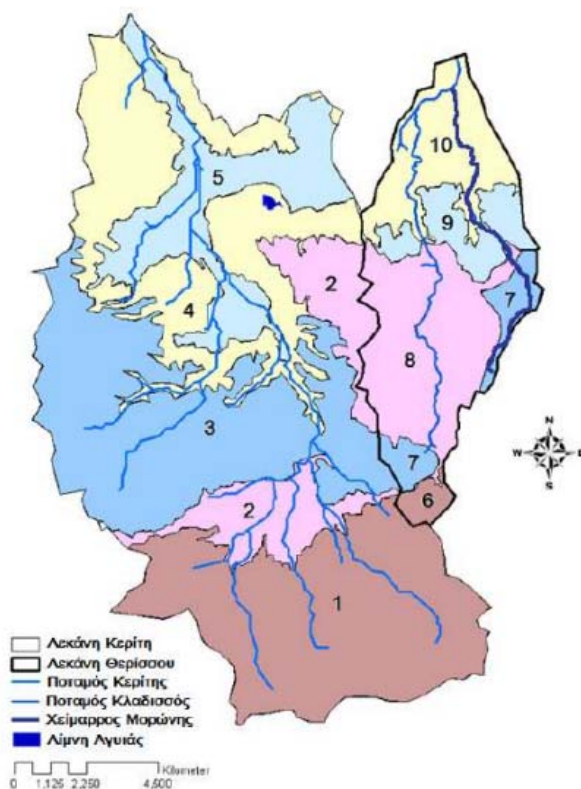


Εικόνα 2: Υδρογεωλογικός χάρτης της λεκάνης του Κερίτη (Γιαννακοπούλου, 2014,όπως αναφέρεται στον Δημητρίου,2015)

2.5.1.3.1 Επιφανειακά ύδατα

Το υδρογραφικό δίκτυο του ποταμού Κερίτη εντοπίζεται νότια των πηγών των Μεσκλών. Άναντι των πηγών το νερό χάνεται υπόγεια στο καρστικό σύστημα των Λευκών Ορέων εξαιτίας των έντονα καρστικοποιημένων ανθρακικών πετρωμάτων που επικρατούν στο

υπέδαφος της περιοχής. Αρκετά τμήματα, και ιδιαίτερα τα νότια της λεκάνης του Κερίτη ανήκουν σε προστατευόμενες περιοχές του δικτύου Natura 2000. Ο Κλαδισός είναι ο κύριος ποταμός της λεκάνης του Θερίσου με πηγές στα Λευκά Όρη. Σημαντικότερος παραπόταμος είναι ο Μορώνης ο οποίος ενώνεται με τον Κλαδισό λίγο πριν τις εκβολές του. Και οι δύο είναι ποταμοί είναι χειμαρρώδους μορφής και παρουσιάζουν ροή μόνο κατά τους υγρότερους μήνες του έτους ή κατά ακραία γεγονότα βροχοπτώσεων. Η περιοχή του υγροτόπου της Αγυιάς εντοπίζεται κοντά στον ομώνυμο οικισμό του Ν.Χανίων, σε απόσταση 9.3 km από την πόλη των Χανίων στον δρόμο προς Ομαλό και Σούγια, 5 km νότια της βόρειας ακτής. Αποτελεί περιοχή της τέως επαρχίας Κυδωνίας και διοικητικά υπάγεται στα όρια του νεοσύστατου Δήμου Θερίσου. Ο υγροτόπος της Αγυιάς αποτελεί τμήμα ενός μεγαλύτερου που περιλαμβάνει τον ποταμό Κερίτη μέχρι της εκβολές του. Η λίμνη της Αγυιάς δημιουργήθηκε το 1927-1928 με την κατασκευή τεχνητού φράγματος στην νότια πλευρά της, για την εκμετάλλευση του αναξιοποίητου υδατικού δυναμικού για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Τροφοδοτείται από πηγές που βρίσκονται στις όχθες της, στον πυθμένα της και από τον παραπόταμο Ξεκλωμένου. Από τα νερά της περιοχής εξαρτάται η ύδρευση της πόλης των Χανίων και άλλων οικισμών και η άρδευση μεγάλων περιοχών. Η επιρροή της στην ζωή και την οικονομία της περιοχής είναι μείζονος σημασίας.



Εικόνα 3: Επιφανειακά ύδατα στη λεκάνη του Κερίτη (Τσιάμος,2009,όπως αναφέρεται στον Δημητρίου,2015)

2.5.1.3.2 Υπόγεια ύδατα

Στην λεκάνη απορροής Κερίτη – Θερίσου υπάρχει μια πληθώρα πηγών. Η παρουσία τους οφείλεται στην έντονη καρστικοποίηση των ανθρακικών πετρωμάτων των Λευκών Όρων και στην τεκτονική επαφή τους με το αδιαπέρατο στρώμα των Φυλλιτών – Χαλαζιτών. Οι πιο

σημαντικές είναι οι πηγές της Αγυιάς και των Μεσκλών. Οι πηγές της Αγυιάς αποτελούνται από ένα μέτωπο πηγών που περιλαμβάνει τις πηγές Πλατάνου – Βαρύπετρου, Βρυσίδα, Κολύμπα και Καλαμιώνα. Η υδροφορία των πηγών της Αγυιάς τροφοδοτείται από το ανάντι τμήμα των Λευκών Ορέων, το οποίο περιλαμβάνει και το οροπέδιο του Ομαλού. Από ιγνηθετήσεις έχει διαπιστωθεί η επικοινωνία του οροπεδίου με τις πηγές της Αγυιάς και των Μεσκλών. Το καρστικό σύστημα των Μεσκλά αποτελείται από τρεις πηγές, Παναγιά, Κεφαλοβρύσια και Νικολιανά. Οι πηγές αυτές τροφοδοτούνται από το ανάντι καρστικό σύστημα των Λευκών Ορέων κυρίως κατά τους χειμερινούς μήνες ενώ κατά τους θερινούς η παροχή τους μηδενίζεται. Οι πηγές των Μεσκλών μπορούν να χαρακτηριστούν ως πηγές ταχείας εκφόρτισης και έχουν μια μέση ετήσια παροχή 3.500 m³/h.

Εκτός από το καρστικές πηγές των Μεσκλών και της Αγυιάς υπάρχουν στην λεκάνη και οι πηγές του Κουφού και του Αναβάλλοντα με πολύ μικρότερους όμως όγκους ετήσιας εκφόρτισης. Εκτός από τις πηγές που ως επί το πλείστον παρουσιάζουν καρστικού τύπου υδροφορία, στην βόρεια περιοχή της λεκάνης αναπτύσσεται προσχωματική υδροφορία στα ιζηματογενή πετρώματα του Τεταρτογενούς και του Νεογενούς που εντοπίζονται κατάντι των Φυλλιτών – Χαλαζιτών. Η υδροφορία αυτή είναι συνισταμένη της διήθησης των βροχοπτώσεων και των υπόγειων μεταγίσεων από τα ανθρακικά πετρώματα. Για τον λόγο αυτό υπάρχει αξιόλογος αριθμός γεωτρήσεων, κυρίως για την άρδευση των καλλιεργήσιμων εκτάσεων της περιοχής.

Η λεκάνη Κερίτη – Θερίσου λόγω της πλούσιας υδροφορίας της τροφοδοτεί με μεγάλες ποσότητες νερού τις υδρευτικές και αρδευτικές ανάγκες μεγάλου μέρους του Νομού Χανίων. Το μεγαλύτερο μέρος του υδατικού δυναμικού προέρχεται από την καρστική υδροφορία της Αγυιάς που αποτελεί και τον σημαντικότερο υδατικό πόρο της περιοχής (Δημητρίου, 2015).



Εικόνα 4: Εκβολές ποταμού Κερίτη

2.5.2 Ταυρωνίτης

Ο ποταμός Ταυρωνίτης βρίσκεται περίπου 19,5 km δυτικά της πόλης Χανίων. Η υδρολογική λεκάνη απορροής του ποταμού Ταυρωνίτη, έκτασης 130 km² περίπου, διασχίζει μεγάλο μέρος του Δήμου Βουκολίων.

Το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης Ταυρωνίτη αποτελείται από τρεις κυρίες υπολεκάνες των Σεμπρενιώτη (22km²) , Ρουματιανού (27km²) και Ντεριανού (55km²). Οι δυο πρώτες καταλήγουν ανάντη των Βουκολιών. Κατάντη της περιοχής αυτής διαμορφώνεται και η κυρία κοίτη του Ταυρωνίτη. Ο Ντεριανός εκφορτίζεται στην κατάντη κοίτη του Ταυρωνίτη, 3,5 km περίπου ανάντη της παλαιάς (παραλιακής) εθνικής οδού. Η υπόλοιπη έκταση (26km²) αντιστοιχεί σε μικρότερες υπολεκάνες της κοίτης του Ταυρωνίτη.

2.5.2.1 Γεωλογικά χαρακτηριστικά

Το μεγαλύτερο τμήμα της υδρολογικής λεκάνης του ποταμού Ταυρωνίτη, 85 km² περίπου, αναπτύσσεται σε φυλλιτικούς χαλαζιτικούς σχηματισμούς, οι οποίοι τοπικά καλύπτονται από αλλούβια και υλικά τεταρτογενών αναβαθμίδων μικρής έκτασης και πάχους. Οι ανθρακικοί σχηματισμοί που συναντώνται στα ανάντη νοτιά τμήματα της λεκάνης (Ντεριανού, Ρουματιανού) καλύπτουν 15 km². Στο κατάντη τμήμα της λεκάνης αναπτύσσονται οι νεογενείς σχηματισμοί, κυρίως μάργες, σε έκταση περίπου 25 km². Η υπόλοιπη έκταση περίπου 5 km² αντιστοιχεί σε τεταρτογενείς αποθέσεις αναβαθμίδων και συγχρόνων αλλουβίων, σχηματισμοί οι οποίοι καλύπτουν νεογενείς αποθέσεις και καταλαμβάνουν τα όρια της ευρύτερης κοίτης του Ταυρωνίτη (μέχρι το ύψος των Βουκολιών) και του χειμάρρου Ντεριανού. Μικρές επίσης εκτάσεις τεταρτογενών αναβαθμίδων καλύπτουν νεογενείς σχηματισμούς σε θέσεις εκτός της κοίτης των χειμάρρων οι οποίες δεν έχουν από μόνες υδρολογικό ενδιαφέρον και εντάσσονται σε εκτάσεις νεογενών. Οι ανθρακικοί σχηματισμοί που αναπτύσσονται στα νοτιά τμήματα της λεκάνης δεν εκφορτίζονται εκτός αυτής και μεταγγίζουν τα νερά τους προς διπλανές λεκάνες (Κερίτης και Νοτιά Κρήτη). Μικρή επίσης εμφάνιση ανθρακικών σχηματισμών της σειράς Τρυπαλιού παρατηρείται στην περιοχή Ντερέ. Η εκεί αναπτυσσόμενη υδροφορία πρέπει να συνδέεται με τις εκφορτώσεις του Κερίτη (Κουφός). Στις σύγχρονες αποθέσεις της ευρύτερης κοίτης του Ταυρωνίτη αναπτύσσεται ασθενής φρεάτιος υδροφορία που εκμεταλλεύεται από σημαντικό αριθμό πηγαδιών μικρής γενικά παροχής. Το μέσο πάχος των συγχρόνων αποθέσεων είναι περί τα 12m. Το υπόβαθρο των συγχρόνων αποθέσεων ικανού πάχους αποτελούν τα μαργαϊκά στρωματά του νεογενούς. Μονό κατά μήκος του Ντεριανού στο ανάντη τμήμα του το υπόβαθρο των εκεί συγχρόνων αποθέσεων αναβαθμίδων μικρού πάχους αποτελούν οι φυλλίτες.

Ένα τμήμα των υλικών των αναβαθμίδων που αναπτύσσονται κάποια μετρά πάνω από την ευρύτερη σημερινή κοίτη του ποταμού πρέπει να μη συνδέεται υδραυλικά με την υδροφορία των συγχρόνων αποθέσεων της κοίτης. Στις νεογενείς αποθέσεις συναντώνται στρωματά και παρεμβολές γύψων ικανού πάχους. Οι στρώσεις αυτές καθιστούν τις υδροφορίες που αναπτύσσονται στους σχηματισμούς αυτούς ποιοτικά υποβαθμισμένες εξαιτίας της υψηλής περιεκτικότητας σε θειικά άλατα. Στην περιοχή των Βουκολιών πραγματοποιήθηκε γεωλογική διασκόπηση χωρίς να γίνει κατορθωτό να συναντηθεί το υπόβαθρο των νεογενών και των συγχρόνων αποθέσεων. Αντίθετα στην περιοχή του Ντερέ κάτω από τις σύγχρονες αποθέσεις της κοίτης συναντήθηκαν ανθρακικοί σχηματισμοί που πρέπει να διερευνηθεί η υδροφορία τους.

2.5.2.2 Υδρολογικά χαρακτηριστικά

Στην περιοχή της λεκάνης του Ταυρωνίτη απογραφθήκαν 55 σημεία εμφάνισης νερού από τα οποία 16 αναφέρονται σε γεωτρήσεις, τα 38 σε πηγάδια και το 1 σε πηγή. Από τα παραπάνω σημεία πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις διακύμανσης στάθμης σε τριάντα πηγάδια και επτά γεωτρήσεις. Από τις μετρήσεις στάθμης που πραγματοποιήθηκαν

συνταχθήκαν πιεζομετρικοί χάρτες και χάρτες διακύμανσης στάθμης τόσο ετησίας όσο και υπερ ετήσιας περιόδου.

Η υπόγεια αποστράγγιση της λεκάνης γίνεται φυσικά προς βορρά και παρουσιάζεται ανεξάρτητη της υπόγεια υδροφορίας των νεογενών αποθέσεων και κατά θέσεις και από αυτή των αναβαθμίδων (περιοχή Πολεμάρχι).

Η κλίση της υπόγεια πιεζομετρίας επιφανείας δεν είναι ίδια κατά μήκος της πεδιάδας. Στο τμήμα μεταξύ Συριλίου και θάλασσας είναι περί το 0,5%, στο τμήμα μεταξύ Ντεριανών – Βουκολιών είναι περί το 1,1% και τέλος στο ανάντη τμήμα ανέρχεται σε 1,7%. Η πιεζομετρία είναι άμεσα συνδεδεμένη με την τροφοδοσία από τα νερά της απορροής.

Με βάση τις παρατηρήσεις της ετησίας διακύμανσης της υπόγεια στάθμης παρατηρείται ότι στο κατάντη τμήμα (Συρίλι – Ταυρωνίτη) έχουμε μια πτώση περί τα 5m μεταξύ ξηρής και υγρής περιόδου, στο τμήμα Συρίλι – Βουκολίες κατά θέσεις 2-3m και τέλος στο ανάντη των Βουκολιών τμήμα 0-1m. Στο τελευταίο αυτό τμήμα παρατηρείται ροή ποταμού όλο το χρόνο. Πολλά από τα πηγάδια κατά την ξηρή περίοδο στερεύουν. Με βάση την επεξεργασία των μετρήσεων, που πραγματοποιήθηκαν από την Περιφέρεια Κρήτης, η μέση ετησία απορροή των χειμάρρων Σεμπρενιώτη και Ρουματιανού της περιόδου 1977-1997 ήταν $12,2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ και $5,8 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ αντίστοιχα. Μετρήσεις παροχών σε άλλα σημεία της λεκάνης Ταυρωνίτη δεν υπήρχαν και επομένως δεν ήταν δυνατόν να εξαχθούν συμπεράσματα τόσο για την συνολική απορροή του Ταυρωνίτη όσο και για της πραγματοποιούμενες διηθήσεις της απορροής κατά μήκος της κοίτης. Έτσι η Υπηρεσία Εγγείων Βελτιώσεων πραγματοποίησε υδρομετρήσεις σε τρεις επιπλέον θέσεις. Η πρώτη σε ύψος των Βουκολιών, κατάντη της συμβολής Σεμπρενιώτη και Ρουματιανού με σκοπό της εκτίμησης τυχόν διηθήσεων, η δεύτερη στην απόληξη της υπολεκάνης του Ντεριανού (Συρίλι) για τον υπολογισμό των απορροών και η τρίτη στην γέφυρα της παλαιάς εθνικής οδού για τον υπολογισμό των συνολικών απορροών της λεκάνης Ταυρωνίτη. Οι μετρήσεις αυτές πραγματοποιήθηκαν στο διάστημα Ιούνιος 1998 – Απρίλιος 2000. Οι μετρήσεις που πραγματοποίησε η Υπηρεσία χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση της ετησίας απορροής του υδρολογικού έτους 1998-1999. Από την αναγωγή εκτιμάται ότι η συνολική μέση ετησία επιφανειακή απορροή του Ταυρωνίτη για την περίοδο 1977-1997, είναι $26,9 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Στον υπολογισμό του μέσου ετησίου υδρολογικού ισοζυγίου έχουν εκτιμηθεί οι απορροές και οι κατεισδύσεις στις ενδιάμεσες νεογενείς υδρολογικές λεκάνες. Οι κατεισδύσεις στις λεκάνες αυτές εκτιμώνται από 5% έως 6%, αναλογα με την ανάπτυξη των αλλουβίων στο νεογενές περιβάλλον. Επίσης από τις εκτάσεις των υδρολογικών λεκανών Ρουματιανού και Ντεριανού έχουν αναιρεθεί οι επιφάνειες των ανθρακικών σχηματισμών, οι οποίες εκφορτίζονται εκτός λεκάνης Ταυρωνίτη. Για τον υπολογισμό των εισροών στο Ντεριανό, έγινε διαχωρισμός της αντίστοιχης υδρολογικής λεκάνης σε δυο τμήματα, στο ανάντη που δομείται από φυλλίτες και στο κατάντη που αναπτύσσονται οι νεογενείς σχηματισμοί. Με βάση τις παραδοχές αυτές η μέση ετησία βροχόπτωση που δέχεται η λεκάνη Ταυρωνίτη είναι της τάξης των $120 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, από τις οποίες περίπου $32 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ (26%) απορρέουν επιφανειακά μέσω των κεντρικών χειμάρρων, διηθούνται στην 85 κοίτη του Ταυρωνίτη και κατεισδύουν στους κατάντη νεογενείς σχηματισμούς. Το υπόλοιπο ποσοστό (74%) θεωρείται ότι αποτελεί το άθροισμα της εξατμισοδιαπνοής και των κατεισδύσεων στους φυλλίτες. Το ποσοστό αυτό κρίνεται αρκετά υψηλό και οφείλεται πιθανά :

- στην παρουσία των υποκειμένων ασβεστόλιθων στα ανάντη της λεκάνης
- στην ύπαρξη ανθρακικών στρεμμάτων στους φυλλίτες τα οποία αποστραγγίζουν την κατεϊσδυση εκτός υδρολογικής λεκάνης ή μεταγγίζουν τροφοδοσία στους υποκειμένους ασβεστόλιθους. Στην συγκεκριμένη περιοχή δεν πραγματοποιήθηκε γεωλογική χαρτογράφηση- προσαρμογή και έγιναν δεκτά τα δεδομένα του αντιστοίχου γεωλογικού φύλλου του (Καλημέρη, 2004).

Σε κάθε περίπτωση όμως τα προηγούμενα δεν επηρεάζουν τη σύνταξη του υδατικού ισοζυγίου της λεκάνης Ταυρωνίτη, αφού βασίζεται σε στοιχεία μετρήσεων απορροών. Οι μέσες ετήσιες ποσότητες που απορρέουν επιφανειακά και εκφορτίζονται στη θάλασσα είναι της τάξης των $27 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, εκείνες που διηθούνται στις προσχώσεις και διαμέσου αυτών στους υποκειμένους νεογενείς σχηματισμούς $3,7 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

Ενώ οι κατεϊσδύσεις υπολογιστήκαν σε $1,2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Έτσι το σύνολο της μέσης ετησίας υπόγειας τροφοδοσίας προσχώσεων και νεογενών σχηματισμών ανέρχεται σε $5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ περίπου.

Προκύπτει επομένως ότι η κυρία τροφοδοσία των υπογείων υδροφοριών πραγματοποιείται μέσω των διηθήσεων του ποταμού ($3,7 \cdot 10^6 \text{ m}^3$) και κατά μικρότερο βαθμό από την κατεϊσδυση ($1,2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$) της βροχόπτωσης. Από τα δεδομένα της εν λόγω μελέτης παρατηρείται :

- στην περιοχή ενδιάμεσα της συμβολής Σεμπρενιωτη – Ρουματιανου και των Βουκολιών, πραγματοποιείται ο μεγαλύτερος όγκος της διήθησης ($3,3 \cdot 10^6 \text{ m}^3$) από την επιφανειακή απορροή. Η διήθηση αυτή θεωρείται ότι τροφοδοτεί τις υδροφορίες των νεογενών και συγχρόνων αποθέσεων. - Στην ενδιάμεση περιοχή μεταξύ των Βουκολιών και παλαιάς εθνικής οδού (έξοδο Ταυρωνίτη) παρατηρείται ότι με εξαίρεση το διάστημα Ιανουαρίου – Απριλίου, πραγματοποιούνται διηθήσεις της τάξης των $1,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, ενώ το υπόλοιπο διάστημα του υδρολογικού έτους (Ιανουάριος- Απρίλιος) $1,1 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ της υπόγειας υδροφορίας τροφοδοτούν την επιφανειακή απορροή. Η συνολική μέση ετησία ποσότητα διήθησης και κατεϊσδυσης των $4,9 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ τροφοδοτεί τις υδροφορίες τόσο των συγχρόνων αποθέσεων τις κοίτης, όσο κι εκείνων που αναπτύσσονται στους νεογενείς σχηματισμούς. Από τα Σ.Ε.Ν. που απογραφήκαν όλα τα πηγάδια αντλούν νερό από το προσχωματικό υδροφορέα και όλες οι γεωτρήσεις (πλην των Γ264 ΚΑΙ Γ265) έχουν διανοιχθεί στην περιοχή που αναπτύσσονται οι προσχώσεις. Οι γεωτρήσεις αυτές αντλούν νερό και από τον προσχωματικό υδροφορέα αλλά και από τους υδροφορείς που αναπτύσσονται στα υδροπέρατα τμήματα των νεογενών. Τα πηγάδια παρουσιάζουν μέση ετησία διακύμανση στάθμης της τάξης των 3,5 m, τιμή που κρίνεται αντιπροσωπευτική για το σύνολο της προσχωματικής υδροφορίας, αφού ο αριθμός της απογράφης των πηγαδιών είναι ικανοποιητικός. Οι γεωτρήσεις που υφίστανται στην περιοχή και απογραφτήκαν είναι ελάχιστες, παρουσιάζουν διακυμάνσεις στάθμης από 0,6 m μέχρι 15 m και δεν είναι δυνατή η εξαγωγή συμπερασμάτων σε σχέση με την εκμετάλλευση των υδροφοριών οι οποίες αναπτύσσονται στα νεογενή.

Με βάση επομένως την μέση ετησία διακύμανση στάθμης στο σύνολο της επιφανείας ανάπτυξης των προσχώσεων ($2,5 \text{ km}^2$) που είναι περί τα 3,5 m και ένα ενεργό πορώδες της τάξης του 8% για τις σύγχρονες αποθέσεις προκύπτει δυνατότητα εναποθήκευσης της τάξης των $0,7 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Είναι φανερό επίσης ότι από τα διαθέσιμα στοιχεία δεν είναι δυνατός ο διαχωρισμός των ποσοτήτων της προσχωματικής υδροφορίας και της υδροφορίας στα νεογενή, οι οποίες εκφορτίζονται στην θάλασσα, το σύνολο της οποίας εκτιμάται σε $4,1 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

Παρακάτω παρουσιάζεται το εκτιμητικό υδρολογικό ισοζύγιο:

A. Εισροές

Σύνολο τροφοδοσίας κοίτης Ταυρωνίτη και υπογείων υδροφοριών : $31,8 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

B. Εκροές

Επιφανειακή εκφόρτιση συνόλου λεκάνης στην θάλασσα $26,90 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

Υπόγεια εκφόρτιση υδροφοριών λεκάνης στην θάλασσα $4,10 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

Σύνολο : $31,8 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

Από τα δεδομένα του υδατικού ισοζυγίου, προκύπτει ότι υπάρχουν περιθώρια αξιοποίησης του υδατικού δυναμικού (Καλημέρη ,2004).

2.5.3 Κλαδισός

Ο Κλαδισός είναι ο κύριος ποταμός της λεκάνης του Θερίσου με πηγές στα Λευκά Όρη. Διαρρέει το ομώνυμο φαράγγι και την πεδιάδα των Χανίων και εκβάλλει στον κόλπο των Χανίων, δυτικά από την παραλία της Νέας Χώρας. Σημαντικότερος παραπόταμος είναι ο Μορώνης ο οποίος ενώνεται με τον Κλαδισό λίγο πριν τις εκβολές του. Και οι δύο είναι ποταμοί είναι χειμαρρώδους μορφής και παρουσιάζουν ροή μόνο κατά τους υγρότερους μήνες του έτους ή κατά ακραία γεγονότα βροχοπτώσεων.

Παλιότερα, ο Κλαδισός ποταμός ήταν ένα ορμητικό ποτάμι των Χανίων, με πλούσια βλάστηση, που δημιουργούσε μοναδικές εικόνες και τοπία στο πέρασμά του. Σήμερα, ειδικά στις εκβολές του στη θάλασσα, κοντά στο κέντρο των Χανίων, το ποτάμι θυμίζει μολυσμένο βάλτο.

Ουσιαστικά ο Κλαδισός ποταμός έχει μόνο χειμερινή ροή, όμως στο σημείο που συναντάει την θάλασσα έχει δημιουργηθεί ένα μοναδικό οικοσύστημα για την πανίδα και τη χλωρίδα της περιοχής. Οι οικολογικές οργανώσεις θεωρούν απαραίτητο να προστατευθεί από τις ανθρωπίνες παρεμβάσεις και την αλλοίωση του τοπίου.



Εικόνα 5: Κλαδισός ποταμός



Εικόνα 6: Εκβολή Κλαδισού ποταμού στη παραλία της Νέας Χώρας

2.6 Θάλασσα-Νερά κολύμβησης

Η θάλασσα, με την ευρύτερη έννοια του όρου, περιλαμβάνει το σύνολο των αλμυρών τμημάτων της υδρόσφαιρας, τα οποία επικοινωνούν μεταξύ τους και καλύπτουν περίπου τα 2/3 της επιφάνειας της Γης. Με τη γεωγραφική έννοια, ο όρος θάλασσα αναφέρεται σε σχετικά περιορισμένη και κλειστή υδάτινη έκταση (π.χ. Βαλτική, Μεσόγειος) που περιβάλλεται από ξηρά, σε αντίθεση με τον ευρύτερο ωκεανό.

Θάλασσες ονομάζονται συμβατικά και ορισμένες ανοικτές εκτάσεις ωκεανών, όπως π.χ. η Θάλασσα των Σαργασών στο Βόρειο Ατλαντικό και η Θάλασσα των Φιλιππίνων στο δυτικό τμήμα του Ειρηνικού. Σε μερικές περιπτώσεις, ο όρος θάλασσα αποδίδεται και σε αλμυρές λίμνες, είτε λόγω του μεγάλου μεγέθους τους (π.χ. Κασπία Θάλασσα), είτε για ιστορικούς λόγους (π.χ. Νεκρά Θάλασσα). Ακόμη, μερικές θάλασσες ονομάζονται κόλποι (Χάντσον, Μεξικού, Περσικός κ.ά.). Μικρότερες εκτάσεις θαλασσών ονομάζονται πελάγη (π.χ. Ιόνιο Πέλαγος).

Στη διάρκεια του γεωλογικού χρόνου η μορφή των θαλασσών αλλάζει συνεχώς, καθώς το υγρό στοιχείο προσαρμόζεται στο σχήμα που του επιβάλλει η συνεχής μετατόπιση των ηπείρων. Η μετατόπιση αυτή (που ερμηνεύεται ικανοποιητικά από τη θεωρία των λιθοσφαιρικών πλακών) ξεκινώντας από μια ενιαία ήπειρο (την Παγγαία) και μια ενιαία θάλασσα (την Παν θάλασσα) οδήγησε στη σημερινή μορφή του παγκόσμιου χάρτη. Από γεωλογική άποψη οι σύγχρονες θάλασσες είναι πρόσφατοι σχηματισμοί: όλες σχηματίστηκαν στο χρονικό διάστημα μεταξύ Παλαιογενούς και Νεογενούς, με περιγράμματα περίπου ίδια με τα σύγχρονα, και διαμορφώθηκαν τελικά στο Τεταρτογενές (πριν από 2 εκατ. χρόνια).

Το μέσο βάθος των θαλασσών υπολογίζεται σε 3.650 μ. και είναι σημαντικά μεγαλύτερο από το μέσο ύψος της ξηράς, (700 μ.). Το μεγαλύτερο γνωστό βάθος είναι 10.899 μ. και βρίσκεται στην Τάφρο των Μαριάννων στον Ειρηνικό ωκεανό (μέσο βάθος 4.300 μ.), κοντά στις Φιλιππίνες. Στη Μεσόγειο μετρήθηκε μέγιστο βάθος 4.404 μ., στα ανοιχτά της Πύλου, ενώ το μέσο βάθος είναι 1.429 μέτρα.

2.6.1 Γεωλογικά χαρακτηριστικά

Κατά την διάρκεια του γεωλογικού χρόνου η μορφή των θαλασσών άλλαξε επανειλημμένα καθώς το υγρό στοιχείο προσαρμόζονταν στο σχήμα που του επέβαλε η συνεχής μετατόπιση των ηπείρων.

Η μετατόπιση αυτή (που ερμηνεύεται ικανοποιητικά από την θεωρία της Τεκτονικής των Πλακών) ξεκινώντας από μια ενιαία ήπειρο (την Παγγαία) και μια ενιαία θάλασσα (την Παν θάλασσα), οδήγησε στην σημερινή μορφή των ωκεάνιων λεκανών. Η θάλασσα είναι ο τελικός αποδέκτης της επιφανειακής απορροής που μεταφέρει όλα τα προϊόντα της διάβρωσης της χέρσου, καθώς και τα υλικά που προέρχονται από την βιολογική δραστηριότητα. Κάθε στερεό σώμα που φτάνει ή αναπτύσσεται στο θαλάσσιο περιβάλλον, αργά ή γρήγορα οδηγείται στο βυθό. Η διαδικασία αυτή καλείται ιζηματογένεση.

Η μελέτη των παλαιότερων θαλάσσιων ιζημάτων δίνει πληροφορίες για τις διεργασίες ιζηματογένεσης και βοηθά στην ορθή ερμηνεία των περιβαλλόντων του παρελθόντος, ενώ η μελέτη των σύγχρονων (επιφανειακών) ιζημάτων δίνει πολύτιμες πληροφορίες για τις ανθρωπογενείς επιδράσεις. (Κασινά, 2010)

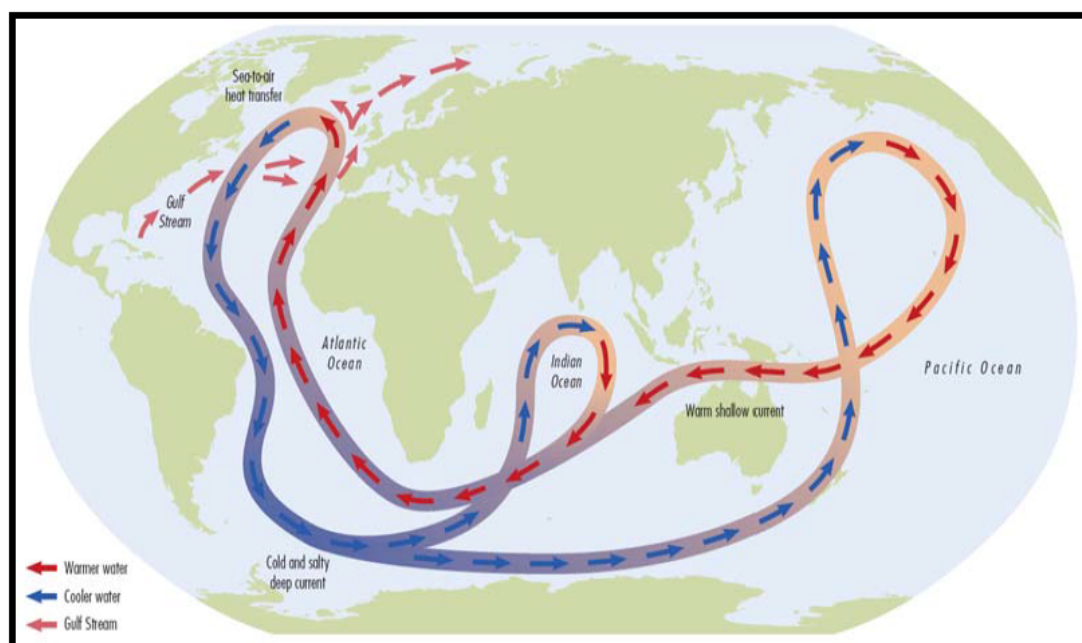
2.6.2 Φυσικά χαρακτηριστικά

2.6.2.1 Θερμοκρασία

Η θάλασσα συγκριτικά με άλλα φυσικά περιβάλλοντα εμφανίζεται ως ένα θαυμάσια θερμοστατούμενο σύστημα. Όταν στην ξηρά οι διαφορές θερμοκρασίας από τόπο σε τόπο συχνά φτάνουν τους 50 έως και 80 βαθμούς Κελσίου, στη θάλασσα η θερμοκρασία σπανίως διαφέρει περισσότερο από 30 βαθμούς.

Στη θάλασσα οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας εντοπίζονται στο επιφανειακό στρώμα, ενώ σε βάθη μεγαλύτερα από 200 μ. εμφανίζεται θερμοκρασιακή ομοιομορφία λίγο πολύ χαρακτηριστική σε κάθε θάλασσα. Ο παγκόσμιος ωκεανός δρα όχι μόνο ως θερμορυθμιστής αλλά και σαν γιγάντια θερμική αντλία που μεταφέρει στα μεγάλα γεωγραφικά πλάτη τεράστια ποσά θερμικής ενέργειας από τις περιοχές με τις υψηλές θερμοκρασίες (των Τροπικών και του Ισημερινού).

Η διεργασία αυτή επιτελείται στο επιφανειακό στρώμα με μικρά ή μεγάλα ρεύματα όπως το γνωστό ρεύμα του Κόλπου (του Μεξικού). Ταυτόχρονα στα βαθύτερα στρώματα συμβαίνει η ακριβώς αντίστροφη διεργασία (μετακίνηση ψυχρών ρευμάτων από τους Πόλους στον Ισημερινό).(7)



Εικόνα 7: Η παγκόσμια "θερμική αντλία" του ωκεανού (UNEP 2007 όπως αναφέρεται στην ιστοσελίδα (7)).

2.6.2.2 Πυκνότητα

Η πυκνότητα του θαλάσσιου νερού αυξάνεται με την αύξηση της αλατότητας και της πίεσης, ενώ μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας. Μεταξύ δύο θαλάσσιων στρωμάτων με διαφορετική πυκνότητα εμφανίζεται μια μεταβατική ζώνη απότομης μεταβολής της πυκνότητας που λέγεται πυκνοκλινές.

Ενώ το καθαρό νερό αποκτά την μέγιστη πυκνότητα στους 4 βαθμούς Κελσίου, το θαλάσσιο νερό αποκτά την μέγιστη πυκνότητα σε χαμηλότερη θερμοκρασία, που εξαρτάται από την αλατότητα. Όσο μεγαλύτερη είναι η αλατότητα τόσο χαμηλότερη είναι η θερμοκρασία στην οποία η πυκνότητα γίνεται μέγιστη.

2.6.2.3 Χρώμα

Το χρώμα του θαλάσσιου νερού είναι το αποτέλεσμα της φασματικής κατανομής της εξασθένησης που υφίσταται μια δέσμη φωτός όταν εισχωρεί στο θαλάσσιο νερό. Η εξασθένηση εκφράζει το άθροισμα της απορρόφησης και της σκέδασης. Η εξασθένηση του φωτός στη θάλασσα οφείλεται στο ίδιο το νερό, τα διαλυμένα άλατα, τα διαλυμένα οργανικά συστατικά και τα αιωρούμενα σωματίδια. Η απορρόφηση και η σκέδαση είναι γενικά εντονότερες στα μικρά μήκη κύματος. Η θάλασσα φαίνεται γαλάζια όταν το νερό είναι καθαρό και πρασινίζει ή κιτρινίζει όταν το νερό γίνεται πλούσιο σε διαλυμένες ουσίες και αιωρούμενα σωματίδια (ανόργανα υλικά ή μικροσκοπικοί οργανισμοί).

2.6.2.4 Χημικά χαρακτηριστικά

Η θάλασσα κατά τη διάρκεια του γεωλογικού χρόνου δεν άλλαξε μόνον ως προς την μορφή, αλλά και ως προς την χημική σύσταση. Ο αρχέγονος ωκεανός δημιουργήθηκε όταν η θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης έπεσε κάτω από το σημείο ζέσεως του νερού. Με την εμφάνιση του πρώτου ωκεανού άρχισαν να δημιουργούνται τα πρώτα θαλάσσια ιζήματα και ιζηματογενή πετρώματα. Η μελέτη αυτών των πετρωμάτων δείχνει ότι, μέχρι πριν 1,5 – 2 δισεκατομμύρια χρόνια, η χημική σύσταση της θάλασσας ήταν πολύ διαφορετική από τη σημερινή. Μια σημαντική διαφορά εντοπίζεται στη ποσότητα διαλυμένου οξυγόνου, που ήταν τότε πολύ μικρότερη από τη σημερινή. Με τη σταδιακή ανάπτυξη των φυτών (κατ' αρχήν μόνο θαλάσσιων και χερσαίων αργότερα) οι ποσότητες του παραγόμενου οξυγόνου αυξήθηκαν. Η σημερινή σύσταση του θαλάσσιου νερού προέρχεται από την παγίωση μιας δυναμικής ισορροπίας, ανάμεσα στο ποσό των διαλυτών συστατικών που προστίθενται στη θάλασσα μάζα από την ατμόσφαιρα, τη λιθόσφαιρα και τη βιόσφαιρα και σε αυτά που απομακρύνονται από τη θάλασσα, μέσω της ενσωμάτωσής τους στα ιζήματα των βυθών ή μέσω της επιστροφής τους στην ατμόσφαιρα και τη βιόσφαιρα.

2.6.2.5 Ανόργανα άλατα

Τα κύρια ανόργανα συστατικά του θαλάσσιου νερού είναι τα ιόντα χλωρίου, νατρίου, καλίου, ασβεστίου και μαγνησίου. Τα ιόντα νατρίου και χλωρίου αντιπροσωπεύουν πάνω από το 85% του συνολικού βάρους των διαλυμένων αλάτων. Μια ειδική κατηγορία ανόργανων αλάτων είναι τα άλατα αζώτου, φωσφόρου και πυριτίου, γνωστά ως θρεπτικά άλατα στα οποία θα αναφερθούμε στη συνέχεια, συσχετίζοντάς τα με το φαινόμενο του ευτροφισμού. Η συνολική ποσότητα των διαλυμένων ουσιών ορίζεται ως αλατότητα και μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τον τόπο και το χρόνο. Ωστόσο, οι σχετικές αναλογίες των συστατικών διατηρούνται σε σημαντικό βαθμό σταθερές. Η συνολική συγκέντρωση των διαλυμένων αλάτων υφίσταται διακυμάνσεις στο χώρο και το χρόνο. Εκτός από τα κύρια στοιχεία που προαναφέρθηκαν, στο θαλάσσιο νερό υπάρχουν και πολλά άλλα στοιχεία, συνήθως σε απειροελάχιστες ποσότητες. Τα στοιχεία αυτά λέγονται ιχνοστοιχεία και συχνά έχουν μεγάλη σημασία για τη θαλάσσια ζωή.

2.6.2.6 Αέρια

Επειδή η θάλασσα βρίσκεται συνεχώς σε επαφή με την ατμόσφαιρα, τα αέρια υπάρχουν και στο θαλάσσιο νερό, σε συγκεντρώσεις που εξαρτώνται από τη διαλυτότητά τους, καθώς και από τις χημικές και βιοχημικές αντιδράσεις στις οποίες συμμετέχουν. Το άζωτο έχει μικρή σημασία για τη θαλάσσια ζωή, με εξαίρεση ορισμένα βακτήρια που ζουν πάνω ή κοντά στο βυθό. Το οξυγόνο προέρχεται από την ατμόσφαιρα και από τα θαλάσσια φυτά που φωτοσυνθέτουν. Σε μερικές θάλασσες που είναι σχεδόν κλειστές, δηλαδή απομονωμένες από τον παγκόσμιο ωκεανό, το οξυγόνο απουσιάζει τελείως από τα ακίνητα νερά του βυθού (π.χ. Μαύρη θάλασσα). Στις περιπτώσεις αυτές δεν υπάρχει ανάμιξη των ανώτερων με τα κατώτερα στρώματα, ενώ λόγω απουσίας οξυγόνου αναπτύσσονται

αναερόβια βακτήρια που παράγουν υδρόθειο. Το διοξείδιο του άνθρακα είναι ευδιάλυτο στο θαλάσσιο νερό και προέρχεται είτε από το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας είτε από εκείνο που παράγεται από την αναπνοή των οργανισμών. Συμμετέχει σε πολύπλοκο σύστημα αντιδράσεων προσδίδοντας στη θάλασσα ιδιότητες ρυθμιστικού διαλύματος. Πολλοί θαλάσσιοι οργανισμοί δεσμεύουν το διοξείδιο του άνθρακα υπό μορφή ανθρακικού ασβεστίου, με το οποίο κατασκευάζουν τα κελύφη τους. Τα κελύφη αυτά, μετά τον θάνατο των οργανισμών συσσωρεύονται στο βυθό και σχηματίζουν βιογενή ασβεστολιθικά ιζήματα. Στο σημείο αυτό αξίζει να επισημάνουμε τον ρόλο που μπορεί να παίξει η θάλασσα στην απορρόφηση του ανθρωπογενούς διοξειδίου του άνθρακα, το οποίο ενοχοποιείται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

2.6.2.7 Οργανικές ενώσεις

Το θαλάσσιο νερό περιέχει διάφορες διαλυμένες οργανικές ενώσεις, οι οποίες προέρχονται από την αποσύνθεση των περιττωμάτων και των νεκρών σωμάτων των οργανισμών. Τα προϊόντα της αποσύνθεσης της οργανικής ύλης βυθίζονται προς τα βαθύτερα στρώματα και συγχρόνως οξειδώνονται, καταναλώνοντας το οξυγόνο που βρίσκεται διαλυμένο στο νερό. Τελικά προϊόντα της οξείδωσης της οργανικής ύλης είναι το διοξείδιο του άνθρακα, το νερό, τα οξείδια του θείου, καθώς και τα νιτρικά, πυριτικά και φωσφορικά ανόργανα άλατα, δηλαδή τα θρεπτικά άλατα. Σε περίπτωση έλλειψης οξυγόνου η αποσύνθεση της οργανικής ύλης οδηγεί σε διαφορετικά τελικά προϊόντα, όπως υδρόθειο και αμμωνιακά άλατα.

Τα ανόργανα προϊόντα της αποσύνθεσης της οργανικής ύλης μπορούν να επανέλθουν στην επιφάνεια είτε με τις διεργασίες ανάμειξης των θαλάσσιων μαζών λόγω κυματισμού, είτε με τη βοήθεια ανοδικών ρευμάτων που παρατηρούνται κατά μήκος ορισμένων παράκτιων περιοχών (ρεύματα ανάβλυσης). Με τον τρόπο αυτό επανεμπλουτίζονται με θρεπτικά άλατα οι επιφανειακές θαλάσσιες μάζες, ενώ τα βαθύτερα στρώματα επανεμπλουτίζονται με οξυγόνο και συνεπώς διατηρείται τόσο η παραγωγική ικανότητα, όσο και η ικανότητα αυτοκαθαρισμού του θαλάσσιου οικοσυστήματος.

2.7 Βιολογικά χαρακτηριστικά

Οι συνθήκες που επικρατούν στο θαλάσσιο περιβάλλον, είναι εξαιρετικά ποικίλες και διαμορφώνουν ποικίλα οικολογικά περιβάλλοντα, από τα επιφανειακά νερά, πλούσια σε οξυγόνο και ηλιακή ακτινοβολία, μέχρι τα νερά των αβύσσων με μόνιμη απουσία φωτός, τεράστιες πιέσεις, χαμηλές θερμοκρασίες και συχνά έλλειψη οξυγόνου. Δεν είναι τυχαίο ότι η πολυμορφία των συνθηκών έδωσε τη δυνατότητα ανάπτυξης μεγάλης ποικιλίας οργανισμών, από μονοκύτταρα φύκη έως τα μεγάλα θηλαστικά, οι οποίοι προσάρμοσαν τις λειτουργίες τους στις συνθήκες αυτές. Οι θαλάσσιοι οργανισμοί ανάλογα με τον τρόπο ζωής τους μπορούν να ταξινομηθούν σε πλαγκτό (= οργανισμοί που μεταφέρονται παθητικά, από τα ρεύματα), νηκτό (= οργανισμοί που κολυμπούν ενεργητικά) και βένθος (=οργανισμοί του βυθού). Μετά τη γενική αυτή διάκριση, οι θαλάσσιοι οργανισμοί μπορούν να διακριθούν σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με το βάθος, την απόσταση από την ακτή ή την παρουσία ηλιακού φωτός.

Ταξινομικές ομάδες ζώων με μεγάλη σημασία για την οικολογία της θάλασσας είναι τα ψάρια, τα θαλάσσια θηλαστικά (φώκιες, δελφίνια κλπ.), τα καρκινοειδή (καβούρια, γαρίδες), τα μαλάκια (πεταλίδες, δίθυρα, χταπόδια, καλαμάρια) τα εχινόδερμα (αχινοί, αστερίες, κρινοειδή), οι πολύχαιτοι δακτυλιοσκώληκες (σκουλήκια), τα υδρόζωα (μέδουσες) και οι σπόγγοι (σφουγγάρια).

Η θαλάσσια χλωρίδα κυριαρχείται από τα Ροδοφύκη και Φαιοφύκη και σε μικρότερο βαθμό από Κυανοφύκη και Χλωροφύκη, ενώ τα Αγγειόσπερμα (ανώτερα) φυτά έχουν πολύ μικρή συμμετοχή στη θαλάσσια χλωρίδα, αλλά είναι σημαντικά για τη θαλάσσια βλάστηση, λόγω

της έκτασης και του οικολογικού ρόλου των υποθαλάσσιων λιβαδιών που σχηματίζουν σε παράκτιες περιοχές (π.χ. τα υποθαλάσσια λιβάδια του φυτού Ποσειδωνία, στις ακτές της Μεσογείου). Η παρουσία των οργανισμών στους διαφορετικούς βιοχώρους που διαμορφώνονται μέσα στο θαλάσσιο και το ευρύτερο περιβάλλον δεν είναι μία τυχαία συνάντηση. Εκτός από την ανοχή του κάθε είδους στις συγκεκριμένες αβιοτικές συνθήκες, αυτό που τελικά φαίνεται ότι συνδέει τους οργανισμούς ενός οικοσυστήματος, διαμορφώνοντας ένα δυναμικά μεταβαλλόμενο λειτουργικό σύνολο, είναι οι τροφικές σχέσεις. Οι τροφικές σχέσεις είναι σχέσεις εξάρτησης ενός είδους από ένα άλλο ή ομάδας ειδών από ένα ή και περισσότερα είδη και εμφανίζονται συνήθως ως σχέσεις θηρευτή-θηράματος.

Οι τροφικές σχέσεις δεν είναι απλές και μονοσήμαντες (τροφικές αλυσίδες), αλλά πολύπλοκες και διαπλεκόμενες διαμορφώνοντας τροφικά πλέγματα. Είναι χαρακτηριστικό για το θαλάσσιο περιβάλλον, ότι ορισμένες αβιοτικές παράμετροι αποτελούν περιοριστικούς παράγοντες για την ανάπτυξη και οργάνωση των βιολογικών πληθυσμών, δηλαδή οι οργανισμοί εμφανίζουν ιδιαίτερη ευαισθησία στις μεταβολές τους και δεν μπορούν να επιβιώσουν έξω από ένα φάσμα τιμών, που είναι συγκεκριμένο για κάθε είδος οργανισμού. Τέτοιες παράμετροι για το θαλάσσιο περιβάλλον είναι η αλατότητα, η θερμοκρασία και η συγκέντρωση θρεπτικών αλάτων.

Έχει παρατηρηθεί ότι η θερμοκρασία επηρεάζει πολλά μορφολογικά χαρακτηριστικά και όλες τις φυσιολογικές λειτουργίες των οργανισμών. Επιπλέον, οι οργανισμοί δεν έχουν το ίδιο εύρος ανοχής σε όλα τα στάδια του βιολογικού τους κύκλου.

Η αλατότητα έχει μεγάλη οικολογική σημασία γιατί καθορίζει την ωσμωτική πίεση του θαλάσσιου περιβάλλοντος, που εκφράζει την τάση του νερού να περάσει μέσα από ημιδιαπερατή μεμβράνη από περιοχή χαμηλής πυκνότητας σε μία άλλη υψηλής. Αυτή η ιδιότητα είναι πολύ σημαντική για τους θαλάσσιους οργανισμούς γιατί το σώμα τους και ιδιαίτερα οι περιοχές των βραγχίων για τα ψάρια αποτελούν ημιδιαπερατές μεμβράνες. Οι θαλάσσιοι οργανισμοί που ζουν σε σταθερό περιβάλλον, όπως τα ωκεάνια νερά, είναι ιδιαίτερα ευαίσθητοι στις αλλαγές της αλατότητας. Αντίθετα οι οργανισμοί που ζουν στις λιμνοθάλασσες ή κοντά στις εκβολές ποταμών ανέχονται μεγάλες μεταβολές της αλατότητας. Τα θρεπτικά άλατα (άλατα αζώτου, φωσφόρου και πυριτίου) έχουν εξαιρετική σημασία για την αύξηση των οργανισμών και την παραγωγικότητα των θαλάσσιων οικοσυστημάτων. Τα θρεπτικά άλατα είναι απαραίτητα στα φυτά, τα οποία μέσω της φωτοσύνθεσης μετατρέπουν την ανόργανη ύλη σε οργανική. Υπέρμετρη αύξηση των συγκεντρώσεων θρεπτικών αλάτων οδηγεί σε αντίστοιχη διόγκωση της πρωτογενούς παραγωγής, την οποία δεν μπορεί να καταναλωθεί. Το φαινόμενο αυτό γνωστό ως ευτροφισμός, οδηγεί κατ' αρχή σε ένα υπερβολικό πρασίνισμα των νερών, από την παραγόμενη βιομάζα θαλάσσιων φυτών (συνήθως φυκιών) και στη συνέχεια, καθώς αυτή η μάζα οργανικής ύλης καθιζάνει στο βυθό, παρατηρείται υποξία, δηλαδή μείωση της ποσότητας του οξυγόνου των νερών ή και πλήρης ανοξία. Ως συνέπεια της ανοξίας, παρατηρούνται μαζικοί θάνατοι ψαριών και οργανισμών του βυθού. (Κασινά, 2010)

2.8 Ελληνικές Θάλασσες

Γεωγραφικά τοποθετημένη στο ανατολικό τμήμα της Μεσογείου, η Ελλάδα είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τη θάλασσα. Σε όλη τη διάρκεια της ιστορίας της, η κοινωνική, η οικονομική και η πολιτιστική ζωή της διαμορφώνονταν σε μεγάλο βαθμό μέσα από αυτή τη στενή σχέση.

Η ακτογραμμή της Ελλάδας καταλαμβάνει περίπου 16.000 χλμ. Μεγάλο μέρος της αντιστοιχεί στα χιλιάδες κατοικημένα και ακατοίκητα νησιά και τις βραχονησίδες του Ιονίου και του Αιγαίου. Η έντονη ποικιλομορφία του ανάγλυφου προσδίδει στις ακτές ιδιαίτερη

οικολογική αξία, η οποία είναι ακόμη μεγαλύτερη στα νησιά λόγω ακριβώς του αυτόνομου γεωγραφικού τους χαρακτήρα.

Το θαλάσσιο περιβάλλον της Ελλάδας χαρακτηρίζεται από πλούσια βιοποικιλότητα. Από τα 579 είδη ψαριών που ζουν στη Μεσόγειο, 447 απαντώνται στις ελληνικές θάλασσες. Ξεχωριστό είναι το ενδιαφέρον που παρουσιάζει η παράκτια ζώνη, αφού στις βραχώδεις ακτές και στο θαλάσσιο τμήμα της συγκεντρώνονται τα περισσότερα είδη (ενδημικά και μη), που βρίσκουν εδώ τις κατάλληλες περιοχές για την αναπαραγωγή και τη διατροφή τους - εξαιρετική η σημασία των λιβαδιών της Ποσειδωνίας (*Posidonia oceanica*). Η μεσογειακή φώκια (*Monachus monachus*) και η χελώνα καρέτα (*Caretta caretta*) είναι δύο χαρακτηριστικά παραδείγματα σπάνιων και απειλούμενων ειδών για την επιβίωση των οποίων έχουν μοναδική σημασία τα παράκτια ενδιαίτηματα και οι παραλίες της χώρας μας. (Ενδιαίτημα ονομάζουμε μια περιοχή όπου ζουν, αναπαράγονται και τρέφονται συγκεκριμένα είδη φυτών και ζώων.)

2.9 Ρύπανση υδάτων

Με τον όρο ρύπανση υδάτων 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 ζωικούς οργανισμούς αλλά και τις βιομηχανικές διαδικασίες και τις συνθήκες ζωής.

Η ρύπανση των υδάτων δημιουργείται με την απελευθέρωση σε θάλασσες, λίμνες και ποτάμια ουσιών οι οποίες είτε διαλύονται, είτε κατακάθονται στον πυθμένα. Οι ρύποι αυτοί είναι πάρα πολλοί και αυτό γιατί στον υδάτινο ορίζοντα καταλήγουν και οι ρύποι από την ρύπανση της ατμόσφαιρας και του εδάφους μέσω των βροχών και της απορροής. Με την απελευθέρωση στο νερό ενέργειας υπό την μορφή θερμότητας ή ραδιενέργειας δημιουργείται η 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.

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 από την θερμική ρύπανση έχει τραγικές συνέπειες για τους υδρόβιους οργανισμούς, οι οποίοι έχουν μικρές ανοχές στις αλλαγές της θερμοκρασίας. Στη Μεσόγειο έχουν επισημανθεί 115 περιοχές όπου παρατηρούνται υψηλά επίπεδα ρύπανσης. Στην Ελλάδα τέτοιες περιοχές βρίσκονται στους κόλπους Θερμαϊκό, Πατραϊκό και Σαρωνικό - και ιδιαίτερα στην Ελευσίνα. Η οικιστική και βιομηχανική ανάπτυξη κατά μήκος των ακτών, που δεν συνοδεύεται από την απαραίτητη υποδομή για την επεξεργασία των λυμάτων, αποτελεί άλλη μια σημαντική πηγή θαλάσσιας ρύπανσης. Καταστροφικές συνέπειες έχει και η υπερβολική χρήση λιπασμάτων, αφού μέσω των επιφανειακών απορροών και των υπόγειων υδροφορέων μεταφέρεται στη θάλασσα νερό με υψηλή περιεκτικότητα σε θρεπτικές ουσίες, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα τον ευτροφισμό των θαλασσών μας. (Ευτροφισμό ονομάζουμε την υπερβολική ανάπτυξη φυτικών οργανισμών σε μια λίμνη ή σε μια θαλάσσια περιοχή, που οδηγεί στην εξάντληση του οξυγόνου -το οποίο υπάρχει στο νερό- και στη διαταραχή της οικολογικής ισορροπίας στο συγκεκριμένο οικοσύστημα.) Αλλαγή του φυσικού χαρακτήρα των ακτών οι αμμοληψίες, οι εκχερσώσεις και η αυθαίρετη εκμετάλλευση των παραλιών για τουριστικούς σκοπούς αλλοιώνουν τη δυναμική των ελληνικών ακτών, με αποτέλεσμα την εδαφική διάβρωση.

2.10 Οι σημερινές τάσεις της θαλάσσιας ρύπανσης

Ποια είναι όμως η σημερινή κατάσταση του θαλάσσιου περιβάλλοντος σε σχέση με τις διάφορες πηγές ρύπανσης; Σύμφωνα με το UNEP-GPA (2006), για ορισμένες πηγές ρύπανσης η κατάσταση έχει βελτιωθεί σε σχέση με τα προηγούμενα χρόνια, ενώ σε άλλες έχει επιδεινωθεί. Πιο συγκεκριμένα:

2.10.1 Αστικά λύματα – Βιομηχανικά απόβλητα

Η απόρριψη στη θάλασσα ανεπεξέργαστων αστικών και βιομηχανικών λυμάτων αποτελεί μια από τις βασικότερες αιτίες ρύπανσης των θαλασσών, ιδιαίτερα στις παράκτιες περιοχές. Το πρόβλημα με τα ανεπεξέργαστα λύματα εστιάζεται κυρίως στις αναπτυσσόμενες χώρες, όπου τα δίκτυα αποχέτευσης δεν έχουν αναπτυχθεί επαρκώς και οι μονάδες επεξεργασίας λυμάτων συχνά είναι ανύπαρκτες ή δεν λειτουργούν σωστά. Το ποσοστό των λυμάτων που απορρίπτονται χωρίς επεξεργασία στη Βαλτική είναι 14% επί του συνόλου των λυμάτων, στη Μεσόγειο 53%, στην Κασπία 60%, ενώ στην ανατολική και νότια Ασία, στην δυτική και κεντρική Αφρική τα ποσοστά των λυμάτων που απορρίπτονται ανεπεξέργαστα υπερβαίνουν το 80%. Συνολικά σε παγκόσμιο επίπεδο ο αριθμός των «νεκρών ζωνών» (που στερούνται οξυγόνου και ζωής) έχουν διπλασιαστεί από το 1990 ως αποτέλεσμα της αυξανόμενης αστικοποίησης και των αγροτικών δραστηριοτήτων.

2.10.2 Οργανικές ουσίες με μεγάλο χρόνο ζωής

Πρόκειται για ιδιαίτερα τοξικές χημικές ουσίες που δεν αποσυντίθενται εύκολα και μπορούν να διαταράξουν την οικολογική ισορροπία οικοσυστημάτων μέσω του φαινομένου της βιοσυσσώρευσης αλλά και εξαιτίας της μεταφοράς σε πολύ μεγάλες αποστάσεις. Ιδιαίτερα τα είδη που βρίσκονται σε υψηλά επίπεδα της τροφικής πυραμίδας (ψάρια, αρπακτικά πουλιά, θηλαστικά και φυσικά ο άνθρωπος) είναι πολύ ευπρόσβλητα από αυτές τις ουσίες. Τέτοιες ουσίες προέρχονται κυρίως από αγροχημικά και βιομηχανικά απόβλητα. Με τη Συνθήκη της Στοκχόλμης που υιοθετήθηκε από τη διεθνή κοινότητα το 2001, επιδιώκεται η διακοπή της παραγωγής και χρήσης ορισμένων τέτοιων ουσιών. Αρχικά η Συνθήκη εστιάζει σε 12 ουσίες, από τις οποίες οι 9 είναι μικροβιοκτόνα. Το πρόβλημα από τις οργανικές ουσίες επικεντρώνεται στις θάλασσες που βρίσκονται σε μεγάλα γεωγραφικά πλάτη. (Κασινά, 2010)

2.10.3 Ραδιενεργές ουσίες

Ραδιενεργές ουσίες εισέρχονται στο θαλάσσιο περιβάλλον από δραστηριότητες όπως οι μονάδες παραγωγής ατομικής ενέργειας, τα ραδιενεργά υλικά που χρησιμοποιούνται στην ιατρική, τη βιομηχανία, την έρευνα, το στρατό κ.ά. Περίπου 85PBq ραδιενεργών αποβλήτων βρίσκονται αποθηκευμένα σε ειδικές δεξαμενές που είναι ποντισμένες σε περισσότερα από 80 σημεία των ωκεανών, ως επί το πλείστον στον ΒΑ Ατλαντικό. Παρόλο που αυτός ο τρόπος διάθεσης ακολουθεί τα διεθνή πρότυπα ασφάλειας, δεν παύει να ελλοχεύει ο κίνδυνος ατυχημάτων, τα οποία θα ήταν καταστροφικά για τα οικοσυστήματα και τον άνθρωπο.

2.10.4 Βαρέα μέταλλα

Μέσω του μηχανισμού της βιοσυσσώρευσης, τα βαρέα μέταλλα μπορεί να καταστούν μοιραία σε οργανισμούς που βρίσκονται στα υψηλότερα επίπεδα της τροφικής πυραμίδας. Οργανικά και ανόργανα μέταλλα και μεταλλικές ουσίες απελευθερώνονται στο θαλάσσιο περιβάλλον από βιομηχανικές και εξορυκτικές δραστηριότητες, καθώς επίσης ως παραπροϊόντα καύσεων, ιδιαίτερα του άνθρακα και των μεταφορικών μέσων. Από τα πιο επικίνδυνα βαρέα μέταλλα θεωρούνται ο υδράργυρος, ο μόλυβδος και το κάδμιο. Το πιο χαρακτηριστικό και ταυτόχρονα καταστροφικό επεισόδιο περιβαλλοντικής ρύπανσης από βαρέα μέταλλα συνέβη στον Κόλπο Μινάματα της Ιαπωνίας τη δεκαετία του 1950. Σήμερα ολοένα και περισσότερο αυξάνουν οι ανησυχίες σχετικά με την ασφάλεια επεξεργασίας και

διάθεσης των ηλεκτρονικών αποβλήτων (κατά βάση υλικά Η/Υ και κινητών τηλεφώνων) τα οποία περιέχουν περισσότερα από 1000 υλικά, πολλά από τα οποία έχουν υψηλή τοξικότητα. Η Αρκτική, λειτουργώντας ως «δεξαμενή» του μολύβδου που αιωρείται στην ατμόσφαιρα, έχει σήμερα αρκετά υψηλά επίπεδα συγκεντρώσεων από αυτό το βαρύ μέταλλο. Στις αρχές αυτού του αιώνα διαπιστώθηκε ότι οι φώκιες και οι φάλαινες που ζουν στην Αρκτική είχαν στο σώμα τους 2-4 φορές υψηλότερες συγκεντρώσεις μολύβδου σε σχέση με την προηγούμενη εικοσιπενταετία. Στην δεκαετία του '60 εμφανίστηκε η ασθένεια της Minamata. Περίπου 800 άτομα πέθαναν και άλλα 2000 υπέστησαν σοβαρές βλάβες όταν τα λύματα ενός εργοστασίου που περιείχαν υδράργυρο διοχετεύτηκαν στη θάλασσα. Εκεί συσσωρεύτηκαν σε θαλάσσιους οργανισμούς οι οποίοι στη συνέχεια καταναλώθηκαν από τους ανύποπτους παθόντες. Τα βαρέα μέταλλα είναι μια όχι ορατή αλλά πολύ σημαντική μορφή ρύπανσης για το θαλάσσιο περιβάλλον εξαιτίας της τοξικότητάς τους. Με τον όρο βαρέα μέταλλα εννοούμε εκείνα που έχουν ειδικό βάρος μεγαλύτερο του σιδήρου (Fe) και κυρίως τον μόλυβδο (Pb), τον υδράργυρο (Hg), τον χαλκό (Cu), το κάδμιο (Cd), το χρώμιο (Cr) κλπ.

2.10.4.1 Προέλευση

Τα βαρέα μέταλλα σχετίζονται με πλήθος ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Η χρήση τους στην χημική βιομηχανία είναι ο κανόνας: βιομηχανίες παραγωγής χρωμάτων, φωτογραφικών υλικών, ηλεκτρονικού υλικού, παρασιτοκτόνων, συσσωρευτών, πυρομαχικών, μεταλλουργεία κλπ χρησιμοποιούν σε διάφορες ποσότητες ενώσεις που περιέχουν βαρέα μέταλλα είτε σαν πρώτη ύλη είτε σαν καταλύτες. Πολλές βιομηχανίες χρησιμοποιούν χάλκινους σωλήνες για την ψύξη των μηχανημάτων τους και λόγω της διάβρωσης σημαντικές ποσότητες χαλκού οδηγούνται στη θάλασσα κατά την έξοδο του νερού από το σύστημα ψύξης. Η χρήση μολύβδου στην βενζίνη έχει σαν αποτέλεσμα την απελευθέρωση σημαντικών ποσοτήτων ενώσεων μολύβδου στην ατμόσφαιρα που εν συνεχεία μέσω των νερών της βροχής οδηγούνται στα ποτάμια ή κατευθείαν στην θάλασσα. Τα αστικά λύματα περιέχουν επίσης κάποιες ποσότητες βαρέων μετάλλων που προέρχονται από την κατανάλωση διαφόρων βιομηχανικών προϊόντων που περιέχουν ενώσεις βαρέων μετάλλων, από την χρήση ορισμένων τύπων απορρυπαντικών κλπ. Η καύση απορριμμάτων είναι ένας ακόμη παράγων εμπλουτισμού της ατμόσφαιρας σε σωματίδια που περιέχουν ενώσεις βαρέων μετάλλων και στη συνέχεια καταλήγουν με τα νερά της βροχής στην θάλασσα. Ένα μέρος των συγκεντρώσεων των βαρέων μετάλλων που βρίσκονται στη θάλασσα οφείλεται και σε φυσικές πηγές. Κυρίως πρόκειται για διάβρωση πετρωμάτων που είναι πλούσια σε ορυκτά που περιέχουν βαρέα μέταλλα.

2.10.5 Πετρελαιοειδή (υδρογονάνθρακες)

Παρόλο που οι συνολικές εισροές πετρελαιοειδών στη θάλασσα κατά τις αρχές του 21ου αιώνα μειώθηκαν κατά 37% σε σχέση με τα επίπεδα του 1985, εξακολουθούν να εμφανίζονται σημαντικά επεισόδια από ατυχήματα πλοίων (πετρελαιοκηλίδες). Ωστόσο το μεγαλύτερο πρόβλημα που εξακολουθεί να υφίσταται και να αυξάνεται είναι οι φυσικές διαρροές. Πιο συγκεκριμένα, οι ετήσιες συνολικές εισροές στη θάλασσα πετρελαιοειδών το 1985 ήταν 3.250 εκατ. τόνοι ενώ το 2003 περιορίστηκαν στους 1.269 εκατ. τόνους. Σχεδόν οι μισές εισροές (47%) οφείλονται στις φυσικές διαρροές, το 21% στις εκκενώσεις των μεγάλων πλοίων, το 11% σε χερσαίες πηγές (αστικά και βιομηχανικά απόβλητα και απορροές) ενώ το 8% οφείλεται στα ατυχήματα πλοίων.

Το πετρέλαιο αποτελεί ένα μείγμα από οργανικές ενώσεις πολλές από τις οποίες είναι τοξικές για τους θαλάσσιους οργανισμούς. Γενικά διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

1. μικρού μοριακού βάρους, που είναι πτητικές (δηλαδή εξατμίζονται γρήγορα) και για τούτο έχουν σχετικά μικρές επιπτώσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον

2. μεσαίου μοριακού βάρους που παραμένουν για μεγαλύτερο διάστημα στο θαλάσσιο περιβάλλον και είναι οι κυρίως υπεύθυνες για την τοξικότητα του πετρελαίου και
3. οι μεγάλου μοριακού βάρους (πίσσες) που είναι αδρανείς από χημική άποψη αλλά προκαλούν μηχανικής φύσης παρενέργειες στο οικοσύστημα.

2.10.6 Θρεπτικά στοιχεία

Ο υπερβολικός εμπλουτισμός του νερού της θάλασσας και των ωκεανών με θρεπτικά στοιχεία εκτός από την πρόκληση ευτροφισμού μπορεί να έχει αλυσιδωτές συνέπειες στην υποβάθμιση των ενδιαιτημάτων των ειδών και στη διαταραχή των τροφικών αλυσίδων. Τα θρεπτικά συνήθως προέρχονται από χερσαίες ανθρωπογενείς δραστηριότητες, όπως η έκπλυση αγροτικών εκτάσεων που έχουν δεχτεί λιπάσματα, τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα που συμπαρασύρουν ουσίες από τις καύσεις ορυκτών καυσίμων και τα ανεπεξέργαστα αστικά και βιομηχανικά απόβλητα. Η ροή νιτρικών στις θάλασσες και στους ωκεανούς μεταξύ 1960 και 1980 άλλαξε σημαντικά τα παράκτια οικοσυστήματα των ανεπτυγμένων περιοχών της Ευρώπης, της Βόρειας Αμερικής, της Ασίας και της Ωκεανίας. Οι εκβολές των ποταμών, οι κόλποι αλλά και οι ημι-κλειστές θάλασσες (όπως η Βαλτική, η Βόρεια Αδριατική, η Μαύρη Θάλασσα και ο Κόλπος του Μεξικού) δέχθηκαν τις μεγαλύτερες επιπτώσεις.

2.10.7 Κινητικότητα ιζημάτων

Οι αλλαγές των χρήσεων γης και η μεταβολή της υδρολογίας των παράκτιων περιοχών (μέσω, π.χ., κατασκευής φραγμάτων και λιμνοδεξαμενών, αρδεύσεων και εκβάθυνσης της κοίτης ποταμών κ.ά.) έχει συχνά ως αποτέλεσμα τη δραματική αλλαγή της ροής του νερού και των ιζημάτων από τις χερσαίες περιοχές προς τη θάλασσα. Το αποτέλεσμα είναι οι αλλαγές στους παράκτιους οικοτόπους, όπως οι υγράτοποι, οι εκβολές των ποταμών, τα θαλάσσια λιβάδια, οι κοραλλιογενείς ύφαλοι κ.ά. καθώς και οι σημαντικές επιπτώσεις σε οικονομικούς τομείς, όπως ο τουρισμός και η αλιεία. Η διάβρωση του εδάφους από το νερό και οι πλημμύρες σε παράκτιες περιοχές είναι δύο από τα πιο χαρακτηριστικά φαινόμενα που συνδέονται με την κινητικότητα των ιζημάτων. Η κατάσταση σήμερα σε παγκόσμιο επίπεδο ποικίλει ανά περιοχή. Για παράδειγμα, κάθε χρόνο περίπου 1,6 δισ. τόνοι ιζηματογενών εμπλουτίζουν τον Ινδικό Ωκεανό από τα ποτάμια της ευρύτερης χερσαίας ζώνης. Σε Ευρωπαϊκό επίπεδο και σε ετήσια βάση τον μικρότερο εμπλουτισμό έχει η Βαλτική (12,5 τόνοι ανά τετρ. χλμ.) και τον μεγαλύτερο η Μεσόγειος (300 τόνοι ανά τετρ.χλμ.).

2.10.8 Απορρίμματα

Τα απορρίμματα που εντοπίζονται στις θάλασσες είναι κυρίως αργά ή μη αποικοδομήσιμα υλικά. Ο υπολογισμός των απορριμμάτων που βρίσκονται στις θάλασσες και τους ωκεανούς είναι δύσκολος αλλά εκτιμάται ότι το 70% του συνόλου βρίσκεται στο βυθό, το 15% στις ακτές και το υπόλοιπο 15% επιπλέει στην επιφάνεια. Ενδεικτικό στοιχείο των επιπτώσεων των απορριμμάτων είναι η ετήσια θανάτωση εξαιτίας των πλαστικών περισσότερων του 1 εκατ. πουλιών και 100 χιλιάδων θαλάσσιων θηλαστικών και χελωνών. Το πρόβλημα των απορριμμάτων αυξάνεται σταθερά παρά τις εθνικές και διεθνείς προσπάθειες να ελεγχθεί.

2.10.9 Βιολογικές εισβολές

Ένα σημαντικό ζήτημα των θαλάσσιων οικοσυστημάτων, το οποίο προσελκύει ολοένα και περισσότερο το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας, είναι οι βιολογικές εισβολές. Το ζήτημα αυτό αναφέρεται στην φυσική ή ανθρωπογενή μετανάστευση ξένων ειδών (τα οποία λέγονται 'ξενικά' ή 'ξενιστές' ή 'βιολογικοί εισβολείς') σε οικοσυστήματα όπου δεν απαντώνται μέχρι εκείνη τη στιγμή. Ορισμένα από τα είδη αυτά μπορεί να προσαρμοστούν ομαλά στο νέο οικοσύστημα, ενώ ορισμένα άλλα μπορεί να διαταράξουν ανεπανόρθωτα το τροφικό δίκτυο, να μειώσουν δραστικά τη βιοποικιλότητα της περιοχής και να επιφέρουν

αρνητικές επιπτώσεις σε οικονομικές δραστηριότητες όπως η αλιεία και ο τουρισμός. Συνήθως τα είδη αυτά μεταφέρονται μέσω ανθρώπινων (σκόπιμων ή μη σκόπιμων) παρεμβάσεων αλλά μπορεί επίσης να μεταναστεύσουν από μόνα τους λόγω της μεταβολής των φυσικοχημικών και βιολογικών χαρακτηριστικών των οικοσυστημάτων. Χαρακτηριστικά παραδείγματα βιολογικών εισβολών που οφείλονται στον άνθρωπο είναι τα είδη που προστίθενται σε μια περιοχή για οικονομικούς λόγους (π.χ. αλιευτική παραγωγή) και ιδιαίτερα τα είδη τα οποία μεταφέρονται από τα πλοία που διακινούνται σε μακρινές περιοχές. Ο τελευταίος παράγοντας θεωρείται και ως η βασικότερη αιτία της εμφάνισης βιολογικών εισβολών στα θαλάσσια οικοσυστήματα. Η Μεσόγειος αποτελεί μια από τις πιο ευάλωτες περιοχές σε αυτό το φαινόμενο και αριθμεί περισσότερα από 250 ξενικά είδη. Κύρια διαδρομή που ακολουθούν οι βιολογικοί εισβολείς της Μεσογείου είναι η διώρυγα του Σουέζ, μέσω της οποίας εισέρχονται είδη από τον Ινδικό και Ειρηνικό Ωκεανό, αλλά και το Γιβραλτάρ, από το οποίο εισέρχονται είδη του Ατλαντικού Ωκεανού. Ένας ιδιαίτερα «επιθετικός» εισβολέας στη Μεσόγειο είναι το είδος *Caulerpa taxifolia* το οποίο διέφυγε από το Ωκεανογραφικό Μουσείο του Μονακό και απειλεί σήμερα τα πολύτιμα λιβάδια Ποσειδωνίας.

2.10.10 Οι 9 πιο καταστροφικές αιτίες

Τα αίτια της συνεχούς υποβάθμισης του φυσικού περιβάλλοντος της Μεσογείου είναι κυρίως ανθρωπογενή και τα περισσότερα συνδέονται με τη μεγάλη συγκέντρωση πληθυσμού στις παράκτιες περιοχές και τον τουρισμό. Τα βασικότερα είναι:

- Απόρριψη των αστικών λυμάτων στη θάλασσα. Από τις 601 παράκτιες πόλεις της Μεσογείου με πληθυσμό μεγαλύτερο των 10.000 κατοίκων μόνο το 69% έχει εργοστάσια βιολογικού καθαρισμού.
- Τα στερεά απόβλητα που παράγονται στα παράκτια αστικά κέντρα συχνά απορρίπτονται σε ανεξέλεγκτες χωματερές. Η απόρριψη μπαζών ή αποβλήτων στη θάλασσα οδηγεί σε κάλυψη τον πυθμένα
- Σε πολλές παράκτιες περιοχές της Μεσογείου φιλοξενούνται χημικές βιομηχανίες ή μεταλλευτικές δραστηριότητες, που παράγουν επικίνδυνα απόβλητα.
- Η συστηματική αστικοποίηση της ακτογραμμής της Μεσογείου οδηγεί σε απώλεια της βιοποικιλότητας.
- Ο ευτροφισμός είναι πολύ συχνό φαινόμενο σε κλειστές θαλάσσιες περιοχές, όπως τα λιμάνια και οι μικροί κόλποι που έχουν δομηθεί περιμετρικά.
- Οι θαλάσσιες συγκοινωνίες ευθύνονται για τη μόλυνση με αργό πετρέλαιο. Το 1990-2005 κατέληξαν στη Μεσόγειο 80.000 τόνοι πετρελαίου από ατυχήματα ή ναυάγια.
- Οι «βιολογικές εισβολές», δηλαδή η εισαγωγή νέων εξωτικών ειδών πανίδας εξαιτίας των κλιματικών αλλαγών.
- Η εξάπλωση των επικίνδυνων φυκιών (άλγη). Στην Ελλάδα, την Ιταλία και τη Γαλλία οι επιπτώσεις υπολογίζονται σε 329 εκατ. ευρώ/έτος.
- Η εξάντληση θαλασσίων πηγών. Η υπεραλίευση περιοχών οδηγεί σε απώλεια ειδών και ανατροπή της βιοποικιλότητας.

2.11 Λοιμώξεις από αναψυχή σε φυσικά νερά (θάλασσες-λίμνες-ποτάμια)

Οι λοιμώξεις του ανθρώπου που συνδέονται με μικροβιακή ρύπανση της θάλασσας αποτελούν τις λεγόμενες θαλασσογενείς λοιμώξεις, λοιμώξεις δηλαδή των οποίων η πηγή είναι η θάλασσα. Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί εισέρχονται στο υδάτινο περιβάλλον κυρίως δια των αποβλήτων. Η ατμόσφαιρα μπορεί επίσης να αποτελεί οδό εισόδου παθογόνων μικροοργανισμών στο νερό. Υποστηρίζεται ότι οι άνεμοι που φυσούν από τις Ηπείρους προς τη θάλασσα μεταφέρουν βακτήρια, ιούς και παράσιτα και ότι η βροχή διευκολύνει τη μετάβαση τους στους ωκεανούς. Οι κολυμβητές επίσης μολύνουν τα νερά αναψυχής ιδιαίτερα σε ακτές όπου προσέρχονται πολλοί λουόμενοι. Ιογενείς λοιμώξεις και

μυκητιάσεις είναι οι κυριότερες λοιμώξεις που αποδίδονται στην ρύπανση του θαλασσινού νερού από τους ίδιους τους κολυμβητές.

Η πρώτη αναφορά λοίμωξης που συνδέεται με μικροβιακή ρύπανση των νερών της θάλασσας έγινε στις αρχές του 1900. Αναφέρθηκε μια επιδημία τυφοειδούς πυρετού στη Νότια Αγγλία, η οποία εκδηλώθηκε σε άτομα που κολυμπούσαν σε πισίνα που γέμιζε περιοδικά με θαλασσινό νερό. Για την επιδημία αυτή είχε ενοχοποιηθεί η ρύπανση της θάλασσας από τα λύματα ενός γειτονικού δημόσιου νοσοκομείου. Ωστόσο, η πρώτη επιδημία τυφοειδούς πυρετού προήλθε από στρείδια και εμφανίστηκε στη Γαλλία το 1816. Ο μηχανισμός όμως της πρόκλησης της νόσου παρέμεινε άγνωστος μέχρι το 1900. Την επιβεβαίωση ότι τα μαλάκια μπορούν να προκαλέσουν τυφοειδή πυρετό και χολέρα, δίνει η εμφάνιση επιδημίας χολέρας στην Ιταλία.

2.12 Επιβίωση μικροοργανισμών κοπρανώδους προέλευσης στο υδάτινο περιβάλλον

Η μελέτη των μηχανισμών επιβίωσης των λυματικών μικροοργανισμών στο θαλάσσιο περιβάλλον άρχισε στη δεκαετία του '60. Στις πρώτες μελέτες παρατηρήθηκε ότι ο πληθυσμός των λυματικών βακτηρίων που κατέληγαν στο υδάτινο περιβάλλον μειωνόταν σταθερά με την πάροδο του χρόνου. Τότε ορίστηκε ο χρόνος T90, δηλαδή ο χρόνος (T) που απαιτείται για την εξουδετέρωση του 90% του αρχικού πληθυσμού των βακτηρίων.

Από σειρά μικροβιολογικών πειραμάτων βρέθηκε ότι οι παράγοντες οι οποίοι βοηθούν τον μηχανισμό εξουδετέρωσης των λυματικών μικροοργανισμών στο υδάτινο περιβάλλον είναι φυσικοί, χημικοί και βιολογικοί. Φυσικοί παράγοντες είναι η φυσική αραιώση, η διάρκεια και η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και η θερμοκρασία του νερού. Χημικοί παράγοντες είναι το pH, η αλατότητα και η έλλειψη θρεπτικών ουσιών. Βιολογικοί παράγοντες είναι ο ανταγωνισμός με την χλωρίδα και την πανίδα του νερού. Η επιβίωση επίσης ποικίλει ανάλογα με το είδος του μικροοργανισμού (βακτήρια, ιοί). Η άμεση ή έμμεση επίδραση όλων αυτών των παραμέτρων του υδάτινου περιβάλλοντος στους λυματικούς μικροοργανισμούς δημιουργεί ένα μηχανισμό ο οποίος αποτελεί την δυνατότητα αυτοκαθαρισμού ενός συγκεκριμένου υδάτινου οικοσυστήματος. Αν η δυνατότητα αυτοκαθαρισμού του υδάτινου περιβάλλοντος είναι μικρότερη από την επιβάρυνση μέσω των λυμάτων τότε δημιουργείται μικροβιακή ρύπανση του νερού.

Οι επιδημιολογικές έρευνες άρχισαν την δεκαετία του '50 με τις λεγόμενες "ομαδικές" επιδημιολογικές μελέτες. Εκπαιδευμένο προσωπικό πλησίαζε άτομα που έφευγαν από τις παραλίες και ζητούσε να μετάσχουν στην έρευνα δίνοντας μακρύ κατάλογο πληροφοριών, που αφορούσε την ηλικία, το φύλο, το κοινωνικό επίπεδο, τον χρόνο παραμονής στην παραλία, το αν κολύπησαν, αν έκαναν βουτιές ή ηλιοθεραπεία, τι έφαγαν, πότε κολύπησαν για τελευταία φορά πριν την παρούσα κ.λπ. Στη συνέχεια οι μελετητές παρακολουθούσαν την εξέλιξη της υγείας των ατόμων αυτών καθώς και του στενού τους περιβάλλοντος. Πολλές χιλιάδες δεδομένα συλλέχθηκαν με την μέθοδο αυτή σε ακτές κολύμβησης καλής και χειρότερης ποιότητας νερού. Από τις αρχές της δεκαετίας του '90 οι Βρετανοί άρχισαν νέες επιδημιολογικές έρευνες και εφάρμοσαν το "κλινικά ελεγχόμενο" πρωτόκολλο. Στις έρευνες αυτές παίρνουν μέρος εθελοντές και πολλές παράμετροι (κολύμβηση, φαγητό, ηλιοθεραπεία κ.λπ.) ελέγχονται από τους οργανωτές. Με τις επιδημιολογικές αυτές μελέτες, τεκμηριώνεται η σχέση κολύμβησης και λοιμώξεων τόσο από την κατάποση όσο και από την επαφή με το θαλασσινό νερό. Εκτός των γαστρεντερίτιδων που αποτελούν και τις πρώτες τεκμηριωμένες θαλασσογενείς λοιμώξεις, το θαλάσσιο περιβάλλον ενοχοποιείται για μετάδοση ωτίτιδων, δερματίτιδων, επιπεφυκίτιδων, και φαρυγγίτιδων.

Οι επιδημιολογικές μελέτες προσπαθούν επίσης να τεκμηριώσουν την αξία εντερικών βακτηρίων και άλλων μικροοργανισμών (*Staphylococcus*, *Aeromonas*, *Pseudomonas*) σαν δεικτών πιθανών λοιμώξεων των κολυμβητών.

Οι προσπάθειες των ερευνητών να τεκμηριωθεί ο συσχετισμός του επιπέδου ρύπανσης των θαλασσιών νερών με την εκδήλωση διαφόρων νόσων σε κολυμβητές οδήγησαν συχνά σε αντικρουόμενα και αμφισβητούμενα αποτελέσματα.

Έτσι ορισμένες μελέτες διαπιστώνουν διαφορές στην εκδήλωση διαφόρων νόσων μεταξύ κολυμβητών και μη κολυμβητών ενώ ταυτόχρονα άλλες μελέτες καταλήγουν στη διαπίστωση πως ο κίνδυνος για εντερική νόσο από την κολύμβηση σε νερά που ρυπαίνονται από απόβλητα υπονόμων είναι πολύ μικρός έως ανύπαρκτος. Σημαντικό ρόλο στην εκδήλωση μιας λοίμωξης εκτός της ρύπανσης φαίνεται πως παίζουν πολλοί παράγοντες καθώς και συνήθειες των κολυμβητών:

1) Η διάρκεια έκθεσης στο νερό και στον ήλιο: σε παρατεταμένη έκθεση στο νερό αυξάνεται ο αριθμός των λοιμώξεων.

2) Η εμβάπτιση της κεφαλής στο νερό: σύμφωνα με την Π.Ο.Υ. κολυμβητής θεωρείται μόνο αυτός που εμβαπτίζει το κεφάλι του στο νερό. Στην περίπτωση εμβάπτισης της κεφαλής στο νερό αυξάνονται οι λοιμώξεις αυτιών, ρινοφάρυγγα, επιπεφυκότητα.

3) Η ηλικία: 0-4 ετών εμφανίζουν αυξημένο αριθμό λοιμώξεων από το εντερικό σύστημα, ενώ οι ηλικίες 15-24 ετών είναι οι πλέον ευαίσθητες σε λοιμώξεις αυτιών και ανώτερου αναπνευστικού.

4) Ο όγκος του νερού που καταπίνουμε: ο μέσος όρος ποσότητας νερού που καταπίνουν οι κολυμβητές είναι 10-50 ml. Το ποσόν αυτό θεωρείται μικρό για να περιέχει την απαιτούμενη μολυσματική δόση, εκτός των περιπτώσεων των συγκελλών, ιών και ορισμένων οροτύπων σαλμονελλών. Μεγαλύτερος κίνδυνος υφίσταται όταν η κολύμβηση γίνεται πλησίον εκβολής αγωγού αποβλήτων, οπότε δεν έχει αραίωση των παθογόνων μικροοργανισμών.

5) Η ανοσοποίηση του μεγαλοοργανισμού: Οι κάτοικοι πλησίον των ακτών είναι λιγότερο ευαίσθητοι στις θαλασσογενείς γαστρεντερίτιδες απ' ότι οι επισκέπτες.

6) Η χωρίς προστασία επαφή με τη βρεγμένη άμμο: η άμμος συγκεντρώνει σταφυλόκοκκους και μύκητες με πιθανό αποτέλεσμα τη δημιουργία δερματοπαθειών.

7) Η κατανάλωση τροφής έτοιμης από το σπίτι ή από καντίνες: εάν έχει εγκαταλειφθεί εκτός ψυγείου για πολλές ώρες είναι δυνατό να αποτελεί το αίτιο γαστρεντερίτιδων οι οποίες κακώς θα αποδοθούν στην κολύμβηση.

8) Περισσότερες λοιμώξεις παρατηρούνται στους αθλητές θαλασσιών αθλημάτων (θαλάσσιο σκι, καταδύσεις, κωπηλασία) απ' ότι στους κολυμβητές.

9) Περισσότερες λοιμώξεις παρατηρούνται όταν η άθληση γίνεται σε νερά με κύματα ή ισχυρό άνεμο.

Έχει παρατηρηθεί πως η επίπτωση των νοσημάτων που αναφέρθηκαν ποικίλει ευρέως (από <1-22%) και εξαρτάται κυρίως από την ηλικία των κολυμβητών. Τα περισσότερα συμπτώματα που παρουσιάζουν οι συχνάζοντες σε παραλίες όμως σχετίζονται, όχι με την ποιότητα του νερού κολύμβησης, αλλά με την κολύμβηση αυτή καθαυτή. Οι κολυμβητές

παρουσιάζουν, σε σχέση με τους μη κολυμβητές, 4% περισσότερες λοιμώξεις. Οι λοιμώξεις αυτές οφείλονται σε διαταραχή των αμυντικών μηχανισμών του σώματος (ξέπλυμα των προστατευτικών βλεννών των ματιών και του ριφαρυγγικού συστήματος, της λίπανσης του δέρματος κ.λπ. Τότε ο κολυμβητής είναι εκτεθειμένος σε μολυσματικούς παράγοντες οι οποίοι μπορεί να προέρχονται από οποιαδήποτε πηγή. (Κασινά, 2010)

2.13 Λοιμώξεις από την κολύμβηση

Οι λοιμώξεις που αποδίδονται στην επαφή με το νερό θαλασσών διαιρούνται στις παρακάτω κατηγορίες.

A. Εντερικές λοιμώξεις (γαστρεντερίτιδες) προέρχονται από την κατάποση ύδατος κατά τη διάρκεια κολυμβήσεως. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των αμερικανικών επιδημιολογικών ερευνών ο εντερόκοκκος είναι ο καλύτερος δείκτης συσχέτισης της ποιότητας του νερού με την πιθανότητα γαστρεντερίτιδας στους κολυμβητές. Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής υιοθέτησε η Αμερικανική Νομοθεσία για την ποιότητα των νερών κολύμβησης. Σύμφωνα με αυτή τη νομοθεσία, κάθε δείγμα θαλάσσιου νερού πρέπει να έχει ≤ 35 εντερόκοκκους / 100ml. Η Ελληνική Νομοθεσία η οποία αποτελεί συμμόρφωση αντίστοιχων διατάξεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης, χρησιμοποιεί ολικά και κοπρανώδη κολοβακτηριοειδή για δείκτες ρύπανσης. Τα όρια που τίθενται είναι τα εξής:

Επιθυμητό όριο για τα ολικά κολοβακτηριοειδή 500/100ml και για τα κοπρανώδη 100/100ml. Το ανώτατο επιτρεπτό όριο είναι αντίστοιχα 10.000 και 500/100ml. Το 80% των δειγμάτων που λαμβάνονται από το ίδιο σημείο δειγματοληψίας που καθορίζεται από την Υπουργική Απόφαση πρέπει να μην υπερβαίνει το επιθυμητό όριο και το 95% των δειγμάτων να μην υπερβαίνει το ανώτατο επιτρεπόμενο όριο.

Η πιθανότητα πρόκλησης λοιμώξεων εξαρτάται αφ' ενός μεν από το μέγεθος του πληθυσμού και αφ' ετέρου από την αποτελεσματικότητα του βιολογικού καθαρισμού των αποβλήτων.

B. Λοιμώξεις από παθογόνους μικροοργανισμούς του υδάτινου περιβάλλοντος. Οι λοιμώξεις αυτές συμβαίνουν κυρίως σε άτομα με μειωμένο αμυντικό μηχανισμό και σε παιδιά ηλικίας έως 4 ετών αλλά και σε υγιείς ενήλικες οι οποίοι όμως εμφανίζουν δέρματος αλλά και νοσήματα αυτιών και οφθαλμών.

Γ. Ανθρωπογενείς λοιμώξεις. Κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων αναψυχής στο υδάτινο περιβάλλον, ένας μεγάλος αριθμός μικροοργανισμών της φυσιολογικής χλωρίδας του ανθρώπου εισέρχεται στο νερό. Στις περιπτώσεις που μεγάλος αριθμός ατόμων συνωστίζεται σε περιορισμένη έκταση, ο αριθμός αυτός είναι αρκετά μεγάλος και είναι πιθανό να δημιουργήσει λοιμώξεις. Επιπλέον, οι κολυμβητές κατά τη διάρκεια των διαφόρων δραστηριοτήτων στα νερά αναψυχής είναι δυνατό να μολυνθούν από τους μικροοργανισμούς της δικής τους χλωρίδας. Έτσι, κατά την διάρκεια των καταδύσεων, παρασύρονται μικροοργανισμοί από τη ρινοφαρυγγική κοιλότητα ή τον έξω ακουστικό πόρο με αποτέλεσμα τη δημιουργία λοιμώξεων στις περιοχές αυτές.

Αναλυτικά οι μικροοργανισμοί οι οποίοι ενοχοποιούνται για τις προαναφερθείσες λοιμώξεις είναι οι εξής:

2.14. Γαστρεντερίτιδες

2.14.1 Βακτηριακές γαστρεντερίτιδες

Παθογόνα βακτήρια τα οποία ενοχοποιούνται για γαστρεντερίτιδες μέσω κολύμβησης είναι τα εξής:

Salmonella spp

Διάφορα είδη σαλμονελλών που προκαλούν τυφοειδή πυρετό (*S. typhi*) ή παρατυφικές λοιμώξεις (*S. paratyphi A & B*) υπάρχουν στο θαλασσινό νερό. Η επιβίωση τους στο

θαλασσινό νερό δεν είναι μεγάλη (περίπου 16 ώρες). Παρ' όλο που έχουν αναφερθεί πολλές επιδημίες γαστρεντερίτιδας από σαλμονέλλες, σε ελάχιστες έχει τεκμηριωθεί ότι η προέλευση τους ήταν η επαφή με το νερό. Μεγάλος αριθμός σαλμονελλών έχει βρεθεί στο σημείο εκβολής αγωγών μη επεξεργασμένων λυμάτων, ενώ στο νερό των ακτών κολύμβησης λόγω της σημαντικής αραίωσης η πυκνότητα ανά μονάδα όγκου είναι χαμηλή. Αν ληφθεί υπ' όψιν η υψηλή μολυσματική δόση των περισσότερων ειδών σαλμονελλών και η μικρή ποσότητα του νερού που τυχαία καταπίνουν οι κολυμβητές (10-50ml) κατά τη διάρκεια της κολύμβησης, γίνεται αντιληπτό πόσο δύσκολο είναι να προκληθούν γαστρεντερίτιδες από σαλμονέλλες κατά την κολύμβηση.

Αντιθέτως, η κατανάλωση οστρακοειδών που βρίσκονται σε νερά με υψηλή μικροβιολογική ρύπανση οδηγεί συχνά σε γαστρεντερίτιδες, επειδή η προσλαμβανόμενη ποσότητα των σαλμονελλών είναι μεγαλύτερη από την μολυσματική δόση (105/ml). Τα οστρακοειδή δρουν σαν διηθητικοί ηθμοί κατακρατώντας μεγάλο αριθμό μικροοργανισμών. Οι γαστρεντερίτιδες από σαλμονέλλες έχουν ελαττωθεί ακόμη περισσότερο τα τελευταία χρόνια λόγω του βιολογικού καθαρισμού των αποβλήτων. Οι τυφοπαρατυφικές λοιμώξεις προκαλούνται συνήθως από την κατανάλωση θαλασσινής τροφής η οποία έχει τουλάχιστον 50 φορές περισσότερα βακτήρια απ' ότι το νερό.

Shigella spp

Διάφορα είδη *Shigella* spp υπάρχουν στο θαλασσινό νερό και θεωρητικά δυνατόν να προκαλέσουν γαστρεντερίτιδες. Η επιβίωσή τους στο θαλασσινό νερό είναι περίπου 22 ώρες. Οι γαστρεντερίτιδες από *Shigella* σπανίως έχουν συσχετισθεί με την κολύμβηση σε θαλασσινά με μικροβιακή ρύπανση. Χαρακτηριστικό της λοίμωξης από *Shigella* είναι ότι η μολυσματική δόση είναι εξαιρετικά χαμηλή (10-100 μικροοργανισμοί), σε αντίθεση με άλλα βακτήρια που η μολυσματική δόση είναι υψηλή (105/ml). Τεκμηριωμένες γαστρεντερίτιδες από *Shigella* έχουν αναφερθεί μόνο σε κολυμβητές ποταμών.

Campylobacter spp

Σήμερα το *Campylobacter* spp είναι το συχνότερο αίτιο γαστρεντερίτιδων στην

Ευρώπη και τις ΗΠΑ. Έχει απομονωθεί πολλές φορές από νερό κολύμβησης, με μεγαλύτερη συχνότητα το καλοκαίρι. Δεν έχει άμεσα ενοχοποιηθεί για γαστρεντερίτιδα μέσω κολύμβησης. Όμως η μικρή του μολυσματική δόση (500 κύτταρα) το καθιστά ένα πιθανό αίτιο γαστρεντερίτιδων σε νερά που έχουν ρυπανθεί με λύματα.

Vibrio spp

Υπάρχουν δύο κατηγορίες *Vibrio* spp στο θαλασσινό νερό.

Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει αυτόχθονους μικροοργανισμούς του θαλασσινού περιβάλλοντος, οι οποίοι δεν έχουν σχέση με την μόλυνση της θάλασσας και τα απόβλητα. Τα φυσικά αυτόχθονα αυτά *Vibrio* είναι:

α) το *Vibrio parahaemolyticus* το οποίο προκαλεί γαστρεντερίτιδες μετά από κατανάλωση οστρακοειδών (στα οποία βρίσκεται σε πολλαπλάσιες πυκνότητες απ' ότι στη θάλασσα) ή επιμολύνσεις τραυμάτων μετά από επαφή με το θαλασσινό νερό. Στο θαλασσινό νερό δεν βρίσκεται σε επαρκή συγκέντρωση ώστε να προκαλέσει γαστρεντερίτιδα με κατάποση.

β) το *Vibrio alginolyticus* το οποίο προκαλεί ωτίτιδες και λοιμώξεις τραυμάτων μετά από επαφή με το θαλασσινό νερό και τα ιζήματα.

Στη δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνονται αλλόχθονα *Vibrio* τα οποία βρίσκονται στα απόβλητα που μολύνουν τις θάλασσες. Σε αυτά περιλαμβάνονται:

- i. το *Vibrio cholera* που προκαλεί χολέρα κυρίως μετά από κατανάλωση οστρακοειδών
- ii. το *Vibrio non-cholera* που απομονώνεται σπανίως και
- iii. τα NAG *Vibrio* (Non agglutinable) τα οποία προκαλούν γαστρεντερίτιδες μετά από κατανάλωση μολυσμένων οστρακοειδών. Ο χρόνος επιβίωσης των *Vibrio* είναι περίπου 10 ώρες, η δε μολυσματική δόση των *Vibrio* είναι αρκετά υψηλή (106-1011). Τα *Vibrio spp* είναι ευαίσθητα στη χαμηλή θερμοκρασία. Δεν απομονώνονται σε θερμοκρασίες κάτω των 13 -15°C.

2.14.2 Ιογενείς γαστρεντερίτιδες

Στα κόπρανα του ανθρώπου υπάρχουν διάφοροι τύποι ιών οι οποίοι δια των αποβλήτων ρυπαίνουν τη θάλασσα. Οι ιοί που έχουν βρεθεί στο θαλάσσιο περιβάλλον ανήκουν στις παρακάτω ομάδες:

- 1) Εντεροϊοί (Polio Coxsackie – A & B, Echo και Hepatitis A)
- 2) Reo-ιοί
- 3) Adeno-ιοί
- 4) Parvo-ιοί

Οι ιοί οι οποίοι ανιχνεύονται στα απόβλητα, εκτός από τους ιούς Polio, που υπάρχουν λόγω εμβολίων, είναι αυτοί που υπάρχουν στην ανθρώπινη κοινότητα της πόλης και οι οποίοι φθάνουν στη θάλασσα. Η ύπαρξη και ενός μόνο εντεροϊού στη θάλασσα θεωρείται επικίνδυνη διότι η μολυσματική δόση είναι πολύ χαμηλή.

Δια των οστρακοειδών μεταδίδεται κυρίως ο ιός Hepatitis A και ο ιός Norwalk. Παγκοσμίως αναφέρονται γαστρεντερικά νοσήματα που οφείλονται σε κατανάλωση οστρακοειδών και τα οποία αποδίδονται σε μη ταυτοποιήσιμους ιούς που αποικίζουν τα οστρακοειδή.

Οι παθογόνοι ιοί (enteric viruses, Polioviruses, Hepatitis A virus) και οι μύκητες (*C. albicans*) επιβιώνουν για μικρότερο χρονικό διάστημα στο θαλασσινό νερό απ' ότι τα βακτήρια.

Οι εντεροϊοί επιβιώνουν από λίγες ώρες έως 130 ημέρες στο θαλασσινό νερό, η επιβίωσή τους δεν εξαρτάται από την θερμοκρασία, την αλατότητα, το είδος του ιού, τον βακτηριακό ανταγωνισμό, τα αιωρούμενα στερεά και την ρύπανση (θρεπτικά συστατικά).

Οι ιογενείς λοιμώξεις σε θαλασσινά νερά καλής ποιότητας δεν είναι ασυνήθεις. Θεωρείται εξαιρετικά δύσκολο να τεκμηριωθεί ότι μία γαστρεντερίτιδα οφείλεται σε κατάποση θαλασσινού νερού που έχει ρυπανθεί με ιούς, αφ' ενός μεν διότι ο αιτιολογικός παράγοντας δυσκολότατα απομονώνεται από το υδάτινο περιβάλλον και αφ' ετέρου δε τα επιδημιολογικά στοιχεία δεν τεκμηριώνουν πάντοτε την υδατογενή μετάδοση. Ιοί συχνότερα ενοχοποιούμενοι για γαστρεντερίτιδες είναι οι Coxsackie A & B, ο Norwalk και οι Rota-ιοί που προσβάλλουν κυρίως παιδιά και εφήβους και εμφανίζονται συχνότερα σε κολυμβητές ποταμών και λιμνών. Τα συμπτώματα της γαστρεντερίτιδας είναι συνήθως ήπια, βραχείας διάρκειας και χαρακτηρίζονται από διάρροια, ναυτία, εμετούς και πυρετό. Ο χρόνος επώασης ποικίλει μεταξύ 24-48 ωρών. Ο ιός HIV δεν μεταδίδεται με την κολύμβηση.

2.14.3 Παρασιτικές γαστρεντερίτιδες

Τα αυγά των ασκαρίδων, οξυούρων, τριχιούρων και τοξαπλάσματος μπορούν να ζήσουν για μήνες στο θαλασσινό νερό. Η κατάποση ενός και μόνον αυγού είναι αρκετή για να προκαλέσει τη νόσο. Τα αυγά δια των αποβλήτων φθάνουν στη θάλασσα απ' όπου μεταδίδονται δια καταπόσεως. Τα πρωτόζωα που υπάρχουν στα θαλασσινά νερά και ενοχοποιούνται για γαστρεντερίτιδες περιλαμβάνουν την *Entamoeba histolytica*, την *Giardia lamblia*, το *Balantidium coli* και το *Cryptosporidium*. Τα πρωτόζωα αυτά δια των αποβλήτων ρυπαίνουν τη θάλασσα. Μεγάλος κίνδυνος μετάδοσης υπάρχει όταν καταναλώνονται οστρακοειδή που βρίσκονται κοντά σε σημεία εκβολής αποβλήτων. Οι περισσότερες τεκμηριωμένες γαστρεντερίτιδες πρωτοζωικής προέλευσης μετά από κολύμβηση οφείλονται σε *Giardia* ή *Cryptosporidium*.

2.15 Δερματίτιδες

Η επαφή με το νερό συχνά προκαλεί λοιμώξεις του δέρματος. Οι λοιμώξεις σχετίζονται συνήθως με λύση της συνέχειας του δέρματος η οποία είναι αποτέλεσμα ατυχήματος κατά τη διάρκεια δραστηριοτήτων αναψυχής στο νερό. Είναι συνήθως περιορισμένης έκτασης. Μικροοργανισμοί οι οποίοι ενοχοποιούνται για δερματίτιδες μέσω τις κολύμβησης είναι:

Vibrio spp

Τα *Vibrio* που είναι δυνατόν να προκαλέσουν δερματίτιδες είναι το *Vibrio alginolyticus* και το *Vibrio vulnificus* και σπανιότερα το *V. Parahaemolyticus*.

Aeromonas spp

Η *Aeromonas hydrophila* έχει κυρίως ενοχοποιηθεί για δερματικές λοιμώξεις και λιγότερο η *A. Sobria*. Επιπλέον προκαλεί διάρροιες και πνευμονίες, ενώ σε ανοσοκατασταλλόμενους δυνατόν να προκαλέσει σηψαιμία. Μεταδίδεται στον άνθρωπο δια επαφής, κατάποσης νερού ή κατανάλωσης θαλασσινής τροφής.

Staphylococcus spp

Οι παθογόνοι σταφυλόκοκκοι και κυρίως ο *S. aureus* είναι ανθεκτικοί στην αλατότητα και επιβιώνουν καλύτερα από τα άλλα βακτήρια στο θαλασσινό νερό γι' αυτό και έχουν προταθεί σαν δείκτες ρύπανσης. Είναι δυνητικά παθογόνοι μικροοργανισμοί δερματίτιδες, αποστήματα δέρματος, επιμολύνσεις τραυμάτων κ.λ.π. μετά από κολύμβηση. Η πηγή ρύπανσης του νερού κολύμβησης είναι οι ίδιοι οι λουόμενοι. Σταφυλόκοκκοι σε μεγαλύτερη πυκνότητα υπάρχουν στις πολυπληθείς ακτές και στην άμμο των ακτών κολύμβησης. Η ύπαρξη *S. aureus* >100 CFU/gram στα οστρακοειδή δυνατόν να προκαλέσει τροφικές λοιμώξεις.

Mycobacterium spp

Λοιμώξεις δέρματος μετά από επαφή με νερό (κυρίως θαλασσινό και σπανιότερα γλυκό νερό) που οφείλονται σε άτυπα μυκοβακτηρίδια, προϋποθέτουν κακώσεις κυρίως των άκρων, οι οποίες συμβαίνουν συνήθως κατά τη διάρκεια της κολύμβησης ή άλλων αθλημάτων. Το συχνότερο απομονούμενο μυκοβακτήριο από δερματικές αλλοιώσεις είναι το *M. Marinum* και σε μικρότερη συχνότητα το *M. Fortuitum* και *M. Chelonae*.

2.16 Ωτίτιδες

Η συχνότερη λοίμωξη του αυτιού που συνδέεται με την κολύμβηση είναι η εξωτερική ωτίτιδα. Προδιαθεσιακοί παράγοντες για την εμφάνιση της φλεγμονής αυτής είναι η ηλικία, ο χρόνος έκθεσης στο υγρό περιβάλλον, η θερμοκρασία του νερού, ο τραυματισμός του ιστού, η λύση της συνέχειας του εξωτερικού πόρου καθώς και η ύπαρξη τριχών η οποία διατηρεί την περιοχή του εξωτερικού πόρου υγρή.

Οι φλεγμονές αυτές οφείλονται σε Gram αρνητικά βακτήρια και κυρίως στην *Pseudomonas aeruginosa* καθώς και σε κόκκους Gram θετικούς όπως π.χ. *S. aureus*. Επίσης τα *Vibrios*, έχουν ενοχοποιηθεί για ωτικές φλεγμονές των λουομένων στη θάλασσα. Τα *Vibrios* που έχουν ενοχοποιηθεί είναι το *V. alginolyticus*, *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus*, *V. mimicus*. Η πλειοψηφία των μικροοργανισμών που προκαλούν ωτίτιδες προκαλούν και δερματίτιδες.

2.17 Επιπεφυκίτιδες – Ρινοφαρυγγίτιδες

Η φαρυγγοεπιπεφυκίτιδα συνοδευόμενη με πυρετό οφείλεται κυρίως σε αδενοϊούς. Επιπεφυκίτιδα μπορεί να προκαλέσει *Ps. aeruginosa*.

2.18 Πρωτοπαθής Μηνιγγοεγκεφαλίτιδα

Είναι νόσος του ΚΝΣ που προκαλείται από την αμοιβάδα *Naegleria fowleri*. Συμβαίνει συνήθως σε νεαρά άτομα 18-27 ετών που κολυμπούν σε γλυκά νερά στα οποία η αμοιβάδα

υπάρχει και η οποία διέρχεται διά της ρινικής οδού στις μήνιγγες. Συνήθως είναι μοιραία για το προσβεβλημένο άτομο. Η *Naegleria fowleri* έχει απομονωθεί από κολυμβητικές δεξαμενές αλλά και από νερό του δικτύου. Ο πολλαπλασιασμός της ευνοείται από το ζεστό κλίμα. Τα περιστατικά ανά τον κόσμο είναι λίγα αλλά συνήθως είναι θανατηφόρα.

Μία σοβαρή μηνιγγίτιδα, σε συνδυασμό με ηπατονεφρική ανεπάρκεια προέρχεται και από την *Leptospira icterohaemorrhagiae* και ονομάζεται νόσος του Well. Η λεπτοσπείρωση έχει συχνά συσχετιστεί με κολύμβηση και αθλητισμό συνήθως σε γλυκά νερά.

2.19 Πνευμονία

Η πυκνότητα των δυνητικά παθογόνων μικροοργανισμών που υπάρχουν στα φυσικά νερά συνήθως δεν είναι επαρκής για να προκαλέσει πνευμονίες με εισπνοή μολυσμένων σταγονιδίων. Όμως, κυρίως σε εγκαταστάσεις ιαματικών λουτρών, έχουν καταγραφεί πνευμονίες από *L. pneumophila* και *Mycobacteria*. Η *L. pneumophila* συχνά ενδημεί στα ιαματικά νερά και αν οι συνθήκες υγιεινής δεν είναι ικανοποιητικές, αποικίζει τις εγκαταστάσεις και προκαλεί λεγιονέλλωση. Οι λεγιονελλώσεις είναι συχνότερες σε εφαρμογή ρινοθεραπείας ή θεραπείας σε νερά υπό ανάδευση.

Μικροοργανισμοί που έχουν ανευρεθεί σε πτύελα ασθενών με πνευμονία μετά από είσοδο μεγάλης ποσότητας νερού στο βρογχικό δένδρο (π.χ. σε περιπτώσεις πνιγμού) είναι οι *Pseudomonas aeruginosa*, *Legionella pneumophila*, *Legionella bozemanii* και *Aeromonas hydrophila*.

2.20 Σηψαιμία

Οι συνηθέστεροι μικροοργανισμοί που προκαλούν σηψαιμίες μετά από επαφή με το νερό είναι η *Aeromonas hydrophila*, *Chromobacterium violaceum*, *Vibrio vulnificus*, *Vibrio parahaemolyticus* και *Vibrio alginolyticus*. Οι σηψαιμίες συμβαίνουν συνήθως σε ανοσοκατεσταλμένα άτομα, σε άτομα που προηγήθηκε πνευμονία ή σε άτομα με βαρεία υποκείμενη νόσο.

2.21 Ουρολοιμώξεις – Κολπίτιδες

Πολλές φορές η εμφάνιση ουρολοιμώξεων και κολπίτιδων το καλοκαίρι αποδίδεται σε επαφή με μικροβιολογικά ακατάλληλο θαλασσινό νερό. Οι ουρολοιμώξεις όμως και οι κολπίτιδες δεν συσχετίζονται με την κολύμβηση σε θαλασσινά νερά. Αυτό οφείλεται στην ανικανότητα των βακτηριδίων να προσκολληθούν στα επιθηλιακά κύτταρα μέσα στη θάλασσα και να προκαλέσουν λοίμωξη. (Μίνου, 2009)

2.22 Το Πρόγραμμα “Γαλάζιες Σημαίες”

Η “Γαλάζια Σημαία” είναι διεθνές σύμβολο ποιότητας, το πιο γνωστό, ίσως, περιβαλλοντικό σήμα στον κόσμο, και απονέμεται από το 1987 σε όσες ακτές και μαρίνες πληρούν τις αυστηρές τους προϋποθέσεις. Δεν αρκεί οι ακτές να διαθέτουν καθαρή θάλασσα. Πρέπει να τηρούνται 29 συνολικά κριτήρια, που αναφέρονται σε καθαριότητα, οργάνωση, πληροφόρηση, ασφάλεια λουόμενων και επισκεπτών και προστασία του περιβάλλοντος της ακτής και του παράκτιου χώρου. Έτσι, πολλές ελληνικές ακτές δεν κερδίζουν, δυστυχώς, «Γαλάζια Σημαία», παρόλο ότι διαθέτουν καθαρά νερά κολύμβησης. Αυτό είναι πολύ λυπηρό, διότι τα μεγάλα ταξιδιωτικά γραφεία του εξωτερικού δίνουν ιδιαίτερη σημασία στη “Γαλάζια Σημαία” όταν επιλέγουν τους προορισμούς που προτείνουν στους πελάτες τους, επιμένοντας στις καλές υπηρεσίες, αλλά και στην προστασία του περιβάλλοντος.

Διεθνής Συντονιστής του Προγράμματος είναι το Ίδρυμα για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση (FEE), που εδρεύει στη Δανία. Στην Ελλάδα, φορέας του Προγράμματος, από το 1992, είναι η Ελληνική Εταιρία Προστασίας της Φύσης (ΕΕΠΦ), η παλαιότερη περιβαλλοντική οργάνωση της χώρας (από το 1951), που δραστηριοποιείται στην

περιβαλλοντική εκπαίδευση, σε έργα προστασίας της φύσης, σε περιβαλλοντικές παρεμβάσεις και στη γενικότερη ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του κοινού μέσω εντύπων, εκδρομών, διαλέξεων και άλλων εκδηλώσεων. Η Ελλάδα περιβάλλεται από πανέμορφες ακτές και καταγάλανες θάλασσες. Η ζωή μας είναι συνδεδεμένη με αυτές. Στο πρόγραμμα συμμετέχει από το 2002 η Κεντρική Ένωση Δήμων και Κοινοτήτων (ΚΕΔΚΕ), που ενημερώνει τα μέλη της, ώστε να συμμετέχουν ενεργά στο Πρόγραμμα. Το ΥΠΕΧΩΔΕ υποστηρίζει τις «Γαλάζιες Σημαίες» προβαίνοντας σε μικροβιολογικές αναλύσεις των νερών κολύμβησης που διενεργεί και ανακοινώνει καθ' όλη τη διάρκεια του καλοκαιριού στις ακτές που συμμετέχουν στο πρόγραμμα. Υποστηρίζουν, επίσης, το Πρόγραμμα, με εκπροσώπους τους στην Εθνική Επιτροπή Κρίσεων, τα υπουργεία Τουριστικής Ανάπτυξης, Εμπορικής Ναυτιλίας, Δημόσιας Διοίκησης & Αποκέντρωσης, Υγείας & Κοινωνικής Αλληλεγγύης, καθώς και ο ΕΟΤ.

Η Ελλάδα διαθέτει συνολικά περίπου 16.000 χλμ. ακτών, τα μισά από τα οποία βρίσκονται στα χιλιάδες νησιά, ενώ τα υπόλοιπα εκτείνονται κατά μήκος των παραλίων της ηπειρωτικής χώρας. Αυτό που χαρακτηρίζει τις φημισμένες ελληνικές ακτές είναι η μοναδική ποικιλομορφία τους (παραλίες με μήκος πολλών χιλιομέτρων, μικροί κόλποι και ορμίσκοι, αμμώδεις παραλίες με αμμοθίνες, βοτσαλωτές ακτές, παράκτιες σπηλιές με απόκρημνα βράχια και με τη χαρακτηριστική σκούρα άμμο των ηφαιστιογενών εδαφών, παράκτιοι υγρότοποι), η καθαρότητά τους και η διαύγεια των νερών, που τις έχουν καταστήσει παγκοσμίως γνωστές και για το λόγο αυτό εξαιρετικά δημοφιλείς.

Για να είστε απόλυτα σίγουροι ότι η παραλία στην οποία κολυμπάτε είναι και καθαρή αλλά πληρεί και τους κανόνες ασφάλειας, θα πρέπει να δείτε ότι έχει την "Γαλάζια Σημαία".

Δεν αρκεί οι ακτές να διαθέτουν καθαρή θάλασσα. Πρέπει να τηρούνται 27 συνολικά κριτήρια, που αναφέρονται σε ποιότητα νερών κολύμβησης, οργάνωση, πληροφόρηση, ασφάλεια λουόμενων και επισκεπτών και προστασία του περιβάλλοντος της ακτής και του παράκτιου χώρου.

Για να κερδίσει μια ακτή τη "Γαλάζια Σημαία", πρέπει να πληρεί 29 αυστηρά κριτήρια. Για μια μαρίνα υπάρχουν 22 αντίστοιχα κριτήρια. Και αν ακόμη κερδίσει μια ακτή ή μαρίνα τη "Γαλάζια Σημαία", τη διατηρεί μόνο εκείνη τη χρονιά και πρέπει να αποδείξει ότι την αξίζει και για την επόμενη. Οι επιθεωρητές της ΕΕΠΦ και της FEE ελέγχουν όλο το καλοκαίρι τη συμμόρφωση με τα κριτήρια του προγράμματος, επισημαίνοντας προβλήματα και παραλήψεις που μπορεί να οδηγήσουν σε προσωρινή ή και οριστική υποστολή της "Γαλάζιας Σημαίας". Οι αξιολογήσεις των επιθεωρητών λαμβάνονται σοβαρά υπόψη από την Εθνική Επιτροπή Κρίσεων όταν εξετάζει υποψηφιότητες ακτών και μαρινών για βράβευση με τη "Γαλάζια Σημαία". Την απονομή «Γαλάζιων Σημαίων» για ακτές και μαρίνες προτείνει η Εθνική Επιτροπή Κρίσεων κάθε χώρας στη Διεθνή Επιτροπή Κρίσεων. Στην Ελλάδα η Επιτροπή αποτελείται από εκπροσώπους των πέντε Υπουργείων, του ΕΟΤ, της ΚΕΔΚΕ και της Ελληνικής Εταιρίας Προστασίας της Φύσης. Την τελική απόφαση λαμβάνει η Διεθνή Επιτροπή Κρίσεων, στην οποία συμμετέχουν εκπρόσωποι του Προγράμματος Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Εθνών (UNEP), του Παγκοσμίου Οργανισμού Τουρισμού (WTO), της Παγκόσμιας Ομοσπονδίας Ναυαγοσωστών (ILSE), της Επιτροπής Περιβάλλοντος του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την Προστασία των Ακτών (EUCC) και του Διοικητικού Συμβουλίου του FEE.

2.23 Κριτήρια του Προγράμματος για τις ακτές

Περιβαλλοντική εκπαίδευση και πληροφόρηση

- Πληροφορίες για το παράκτιο οικοσύστημα και το ευαίσθητο φυσικό περιβάλλον στον παράκτιο χώρο.
- Συνεχής πληροφόρηση του κοινού για την ποιότητα των νερών κολύμβησης.

- Πληροφορίες για το Διεθνές Πρόγραμμα «Γαλάζιες Σημαίες» στον Πίνακα Ανακοινώσεων της ακτής.
- Έντυπες πληροφορίες και αναρτημένες οδηγίες συμπεριφοράς για την ακτή.
- Δραστηριότητες που να προβάλλουν ενεργά τη προστασία του φυσικού περιβάλλοντος της ακτής.

Ποιότητα νερών κολύμβησης

- Ποιότητα των νερών κολύμβησης, που να επιβεβαιώνεται με δειγματοληπτικές μετρήσεις
- Μη απόρριψη βιομηχανικών λυμάτων στην ακτή
- Επεξεργασία αστικών λυμάτων, όπως απαιτεί η Κοινοτική Οδηγία

Περιβαλλοντική Διαχείριση

- Σχέδιο χρήσης γης και περιβαλλοντική διαχείριση
- Περιοδικός καθαρισμός της ακτής από σκουπίδια, αποτοσίγαρα κλπ.
- Επαρκείς κάδοι απορριμμάτων, που να αδειάζονται σε τακτά διαστήματα
- Διευκολύνσεις για ανακυκλώσιμα υλικά
- Επαρκείς εγκαταστάσεις υγιεινής, με ελεγχόμενο σύστημα αποχέτευσης
- Απαγόρευση της οδήγησης οχημάτων και μοτοποδηλάτων στην ακτή
- Απαγόρευση της ελεύθερης κατασκήνωσης
- Επιτήρηση κατοικίδιων ζώων στην ακτή
- Συντήρηση κτιρίων και εξοπλισμού στην ακτή

Ασφάλεια, ναυαγοσωστικά, πρώτες βοήθειες, υπηρεσίες και εγκαταστάσεις

- Εκπαιδευμένοι ναυαγοσώστες - ή άμεση πρόσβαση σε τηλέφωνο - σωστικά εφόδια και πρώτες βοήθειες
- Σχέδια για την αντιμετώπιση κάποιου ατυχήματος ρύπανσης, με άμεση ενημέρωση του κοινού
- Ασφαλής δίοδος στην ακτή και φροντίδα για άτομα με ειδικές ανάγκες (Κασινά, 2010).

2.24 Λιμάνια

Γενικά

Η σύγχρονη λέξη λιμάνι προέρχεται από την αρχαία ελληνική λέξη «λιμήν» και με αυτήν νοείται ένας φυσικός ή τεχνητός όρμος ο οποίος χρησιμοποιείται για την ασφαλή παραμονή των πλοίων, προστατευμένα από τις περιβαλλοντικές συνθήκες,, έτσι ώστε αυτά να μπορέσουν να προβούν σε εμπορικές συναλλαγές. Ένας επιπλέον ρόλος που έχουν τα σύγχρονα λιμάνια είναι αυτός της αποθήκευσης, επισκευής πλοίων, επεξεργασίας πρώτων υλών στα πλαίσια ελευθέρων ζωνών, λειτουργία μαρίνας κ.α.

Στην σημερινή εποχή, υπάρχει μια σταθερή αύξηση της ζήτησης των υπηρεσιών που παρέχουν τα λιμάνια καθώς από το 1970 αυξάνεται κάθε χρόνο η ζήτηση για μεταφορικές υπηρεσίες κατά 2,3% για τα αγαθά και κατά 3,1 για επιβάτες. Έτσι καλούνται μέσα από τον έντονο ανταγωνισμό που αναπτύσσεται μεταξύ τους να καλύψουν τις ανάγκες που ολοένα και μεγαλώνουν, και να προσφέρουν ολοένα και καλύτερες υπηρεσίες τηρώντας υπάρχουσες νομοθεσίες και κανονισμούς. Σε πολλές όμως περιπτώσεις αυτή η πίεση του ανταγωνισμού οδηγεί σε πλημμελή εφαρμογή των κανόνων ασφαλείας και παράκαμψη της ισχύουσας νομοθεσίας. Οι αρνητικές επιδράσεις που ασκεί στο περιβάλλον η λειτουργία των λιμανιών είναι ποικίλες και καλύπτουν όλα τα λειτουργικά επίπεδα του. Χρησιμοποιώντας σαν μέσο κατάταξης τον αποδέκτη των ρύπων ,η ρύπανση μπορεί να διακριθεί σε:

- Ατμοσφαιρική ρύπανση, όταν οι ρύποι ελευθερώνονται στον ατμοσφαιρικό αέρα,
- Ρύπανση εδαφών, όταν οι ρύποι διοχετεύονται στα εδάφη και
- Ρύπανση υδάτων, όταν οι ρύποι εισέρχονται στα ύδατα.

Γενικά οι αρνητικές επιδράσεις των λιμανιών στο περιβάλλον περιλαμβάνουν τις ακόλουθες επιπτώσεις:

- Στο θαλάσσιο περιβάλλον (ύδατα, ίζημα και βιομάζα),
- Από την ξηρά(π.χ. διαχείριση φορτίου) ή από πλοία (π.χ. λύματα, νερό έρματος),
- Από ρυπογόνες ουσίες (ρύπανση από πετρελαιοειδή, απορρίμματα κλπ.),
- Από σκόπιμη απόρριψη άχρηστων υλικών που παράγονται από χερσαίες διαδικασίες (Dumping), διοχέτευση αστικών λυμάτων και βιοχημικών αποβλήτων μέσω αγωγών, ρύπανση προερχόμενη από πλοία κ.λπ. και
- Από λειτουργική ρύπανση ή ατυχηματική ρύπανση Οι επιπτώσεις μπορεί να είναι γενικής η τοπικής φύσεως.

Οι επιπτώσεις μπορεί να είναι άμεσες ή έμμεσες (π.χ. ρύπανση που δημιουργείτε στην ξηρά και μεταφέρετε με κάποιο τρόπο στο θαλάσσιο περιβάλλον ή ρύπανση της οποίας οι επιπτώσεις εμφανίζονται ετεροχρονισμένα) (Τσελέντης, 2008).

2.25 Πηγές ρύπανσης από την παροχή λιμενικών υπηρεσιών

Ένα μεγάλο ποσοστό ρύπανσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος του λιμανιού προέρχεται από την κίνηση και κατά τον ελλιμενισμό πλοίων, τα οποία επιβαρύνουν με την λεγόμενη λειτουργική ρύπανση καθώς γίνεται έκχυση ερμάτων, παράγωγων πετρελαίου, λυμάτων και απορριμμάτων. Μία ακόμα μεγάλη ποσότητα ρύπανσης προέρχεται από διαρροές στο περιβάλλον φορτίου και καυσίμου των πλοίων, ενώ σημαντική είναι η ηχορύπανση που προκαλείτε καθώς και η ρύπανση της ατμόσφαιρας που προκαλείτε από τις εκπομπές αερίων. Σημαντικό είναι επίσης το ποσοστό ρύπανσης που προκαλείτε κατά την διαδικασία συντήρησης και επισκευής των πλοίων, καθώς απορρίμματα, χημικές ουσίες και υφαλοχρώματα καταλήγουν άμεσα στην θάλασσα. Κατά τον χειρισμό και την αποθήκευση φορτίου, προκαλείται επιπρόσθετη ρύπανση του θαλάσσιου περιβάλλοντος, τόσο κατά την μεταφορά χυδών ξηρού φορτίου όσο και κατά την μεταφορά υγρού χυδών φορτίου. Ακόμα κατά τις εργασίες που εκτελούνται για την επέκταση εκβάθυνση και συντήρηση του λιμανιού, χρειάζεται μεγάλη προσοχή, καθώς μπορεί να προκληθεί διαταραχή της ισορροπίας του θαλάσσιου οικοσυστήματος από την βυθοκόρηση του βυθού, καθώς αναστατώνεται το ίζημα του πυθμένα προκαλώντας προβλήματα στους αυτόχθονες πληθυσμούς του θαλάσσιου περιβάλλοντος. (Μίνου, 2009)

2.26 Λιμάνια και ισχύουσα νομοθεσία

Αν και καταβάλλονται πολλές προσπάθειες έτσι ώστε να υπάρξει κοινή νομοθεσία που να γίνεται αποδεκτή από όλα τα κράτη, με στόχο μια κοινή γραμμή αντιμετώπισης του προβλήματος της ρύπανσης και μόλυνσης της περιοχής του λιμανιού, τις περισσότερες φορές είναι δύσκολο να εφαρμοστεί κάτι τέτοιο λόγω της ιδιαίτερης μορφολογίας που παρουσιάζει το κάθε λιμάνι και διαφορετικών χρήσεων που μπορεί να έχει αυτό, καθώς και λόγω διαφορετικών πολιτικών και κοινωνικών καθεστώτων κάτω από το οποίο βρίσκεται το καθένα. Ακόμα, υπάρχουν δυσκολίες λόγω της ιδιαιτερότητας της φυσικής υπόστασης του λιμανιού καθώς αυτό αποτελεί το σημείο επαφής ξηράς και θάλασσας, ενώνοντας δύο οικοτόπους που παρουσιάζουν διαφορετικές λειτουργίες και ανάγκες .Καθώς οι διάφορες λιμενικές δραστηριότητες εκτελούνται και στα δύο επηρεάζοντας το καθένα διαφορετικά περιοχές με μεγάλη βιοποικιλότητα, τίθεται θέμα νομικού ελέγχου στο σύνολο της περιοχής όσο αφορά των επιπτώσεων που έχουν οι δραστηριότητες που αναπτύσσονται σε αυτήν, καθώς ισχύουν δύο διαφορετικά νομικά δίκαια, το κοινό δίκαιο

και της ναυτιλίας με νομικό όριο αυτό της ακτογραμμής. Εάν επίσης δεχτούμε ότι η παράκτια ζώνη είναι μία περιοχή με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, και συνεπώς πρέπει να αντιμετωπιστεί με διαφορετική προσέγγιση από αυτή της ξηράς ή της θαλάσσιας περιοχής τα πράγματα περιπλέκουν ακόμα περισσότερο. Έτσι τα λιμάνια υπόκεινται σε περιβαλλοντικούς νόμους που αποτελούνται μια σύνθεση που αποτελείται από διεθνούς, ευρωπαϊκούς, και εθνικούς νόμους. Μερικά από τα θέματα στα οποία αναφέρονται οι πιο πρόσφατες οδηγίες αφορούν:

- Ατμοσφαιρική ρύπανση,
- Ποιότητα υδάτων,
- Εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων έργων, δραστηριοτήτων, σχεδίων και προγραμμάτων,
- Διαχείριση αποβλήτων και απορριμμάτων,
- Διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος,
- Διατήρηση της βιοποικιλότητας,
- Διατήρηση των φυσικών οικοτόπων και της άγριας πανίδας και χλωρίδας,
- Προστασία άγριων πτηνών και
- Διαχείριση θορύβου στο περιβάλλον ολοκληρωμένη διαχείριση της παράκτιας ζώνης.

Ένα επίσης καθοριστικό κείμενο της Ε.Ε. είναι η πράσινη βίβλος για τα λιμάνια και την Ναυτική Υποδομή (Green Paper on Sea Ports and Maritime) μέσα στην οποία γίνονται αναφορές για:

- Την προστασία του περιβάλλοντος,
- Τις λύσεις που σέβονται το περιβάλλον,
- Τις μονάδες υποδοχής των απορριμμάτων,
- Την νέα τεχνολογία και στην λιμενική αποδοτικότητα,
- Την ολοκληρωμένη παράκτια διαχείριση,
- Τον περιβαλλοντικό έλεγχο και
- Την εκπαίδευση.

Τα περιβαλλοντικά προβλήματα που παρουσιάζονται στα λιμάνια λοιπόν είναι ποικίλα και παρουσιάζουν κάθε φορά διαφορετικά αίτια ύπαρξης. Συνεπώς, η προσέγγιση των προβλημάτων των λιμανιών θα πρέπει να είναι ολιστική και να γίνεται με μεγάλη προσοχή, έτσι ώστε να λαμβάνονται κάθε φορά οι εν δυνάμει βέλτιστες λύσεις. Αλώςτε, το επιβατηγό κοινό και η κοινή γνώμη έχει ευαισθητοποιηθεί, και άρα μία «πράσινη» προσέγγιση στην διαχείριση του λιμανιού και στην παροχή των υπηρεσιών έχει σαν αποτέλεσμα ενός πιο ελκυστικού ανταγωνίστηκα λιμανιού. Κρίνεται συνεπώς απαραίτητη η ύπαρξη περιβαλλοντικής διαχείρισης του λιμένα, έτσι ώστε να είναι κατανοητή η πίεση που ασκείται στο περιβάλλον από τις ανθρώπινες δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα στην ευρύτερη περιοχή του, να σχεδιαστούν και εφαρμοστούν οι κατάλληλες στρατηγικές δράσεις έτσι ώστε να οργανωθούν οι λιμενικές δραστηριότητες και να διασφαλιστεί το φυσικό περιβάλλον, προωθώντας παράλληλα με τις επιχειρηματικές στρατηγικές, την αειφόρο ανάπτυξη. (Μίνου, 2009)

2.27 Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του πόσιμου νερού διαχωρίζονται σε οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, σε φυσικοχημικές παραμέτρους, σε ανόργανα συστατικά, σε οργανικό φορτίο και μικροβιολογικές παραμέτρους.

2.27.1 Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά

2.27.1.1 Χρώμα

Το χρώμα στα νερά μπορεί να δοθεί από διάφορους φυσικούς και ανθρωπογενείς παράγοντες όπως είναι το πλακτόν, η τύρφη, τα μεταλλοίοντα, τα απόβλητα βιομηχανιών κλπ. Εξαιτίας του χρώματος οι συνθήκες διαβίωσης των υδρόβιων οργανισμών επηρεάζονται γιατί περιορίζεται η φωτοσύνθεση άρα το διαθέσιμο οξυγόνο στο νερό.

2.27.1.2 Οσμή

Η οσμή όπως και η γεύση αποτελούν εδώ και αιώνες εμπειρικά κριτήρια, στα οποία στηρίζονται οι άνθρωποι για να αποφεύγουν τροφές και νερό που είναι τοξικά ή επικίνδυνα για την υγεία τους. Η οσμή αποτελεί χαρακτηριστικό για την ταξινόμηση των νερών σε κατηγορίες χρήσεων (πόση, αναψυχή, διαβίωση ψαριών κλπ.) ανεξάρτητα από την συγκέντρωση και το είδος των ουσιών που την προκαλούν. Η οσμή στα φυσικά ύδατα προέρχεται συνήθως από οργανικές ή ανόργανες χημικές ενώσεις φυσικής ή ανθρωπογενής προέλευσης, σε διάλυση ή εναιώρηση στο νερό. Φυσικής προέλευσης μπορεί να είναι οσμές όμοιες με εκείνες που αναδίδονται από αιθέρια έλαια, ψάρια, βρύα ή μούχλα και μπορεί να οφείλονται στην παρουσία μικροφυκών και πρωτόζωων ή τα προϊόντα αποσύνθεσής τους. Από τα προϊόντα αποσύνθεσης οργανικών ουσιών μπορεί να προκληθούν οσμές υδρόθειου, αμμωνίας ή μεθανίου, οσμές ιδιαίτερα αισθητές σε λιμάνια, κλειστούς κόλπους, λίμνες κτλ. Οσμές ανθρωπογενούς προέλευσης μπορεί να προέλθουν και από ανεπεξέργαστα ή επεξεργασμένα λύματα ή βιομηχανικά απόβλητα. Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, στη χώρα μας, το πόσιμο νερό πρέπει να είναι άοσμο, δηλαδή το εξεταζόμενο δείγμα, χωρίς αραίωση, να μην έχει καμία οσμή. Οσμή προσδιορίζεται με τη μέθοδο των διαδοχικών αραιώσεων. Γίνονται διαδοχικές αραιώσεις του δείγματος και επιλέγεται η αραιώση εκείνη, στην οποία η οσμή είναι ελάχιστα αντιληπτή. Η αραιώση αυτή ορίζεται ως "κατώφλι οσμής".

2.27.1.3 Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία μαζί με το διαλυμένο οξυγόνο αποτελούν τις βασικότερες παραμέτρους που επηρεάζουν τη ζωή των υδρόβιων οργανισμών. Όλοι οι υδρόβιοι οργανισμοί μπορούν να ζήσουν σε πολύ συγκεκριμένο εύρος θερμοκρασιών, το ξεπέρασμα του οποίου επιφέρει, αρχικά "στρες" και στη συνέχεια το θάνατο. Γι' αυτό η μέτρηση θερμοκρασίας πρέπει να συνοδεύει κάθε δειγματοληψία, με οποιοδήποτε καλό υδραγυρικό θερμομέτρο Κελσίου. Η μέτρηση της θερμοκρασίας είναι ακόμα απαραίτητη στη διαδικασία μέτρησης ορισμένων χαρακτηριστικών του νερού, όπως αλκαλικότητα, αλατότητα, βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο, κλπ.

2.27.1.4 Θολρότητα

Η θολρότητα είναι μία έκφραση της οπτικής ιδιότητας ενός δείγματος νερού να σκεδάζει και να απορροφά το φως που διέρχεται από αυτό και να μην μεταδίδει το φως σε ευθεία γραμμή. Η μέτρηση της θολρότητας είναι μία σημαντική μέτρηση στην εξέταση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων, διότι η διαύγεια του νερού επηρεάζει τους υδρόβιους οργανισμούς και τις χρήσεις των νερών (πόση, βιομηχανία, αναψυχή). Η θολρότητα στα επιφανειακά νερά προέρχεται από αιωρούμενα σωματίδια, ανόργανης ή οργανικής φύσης (όπως χώμα, πηλός, φύκι, βακτήρια, κλπ.). Ο προσδιορισμός της θολρότητας αποτελεί μία σημαντική παράμετρο για την εκτίμηση της ποιότητας του νερού λιμνών, ποταμών και θαλασσών και τον έλεγχο των μονάδων επεξεργασίας λυμάτων και αποβλήτων.

Η μέτρηση της θολρότητας επιτρέπει τον έλεγχο και αυτοματοποίηση των μονάδων καθαρισμού του νερού και αποβλήτων (μετά από κατάλληλες δοκιμασίες συσχέτισης της

τιμής της θολερότητας με το οργανικό φορτίο ή κάποια άλλη παράμετρο των αποβλήτων) διότι μπορεί να μετρηθεί με όργανα συνεχούς καταγραφής.

Αρχή μεθόδων μέτρησης

Ο προσδιορισμός της θολερότητας είναι η νεφελομετρία που ενδείκνυται για χαμηλές τιμές θολερότητας. Η μέθοδος αυτή γίνεται με τα νεφελόμετρα. Το δείγμα δεν πρέπει να περιέχει έγχρωμα συστατικά, φυσαλίδες αερίων, ευμεγέθη στερεά ή σωματίδια που καθιζάνουν γρήγορα για να είναι οι μετρήσεις σωστές. Η θολερότητα εκφράζεται σε μονάδες N.T.U (Nephelometric Turbidity Units). Στο πόσιμο νερό σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία της χώρας μας η θολερότητα δεν πρέπει να υπερβαίνει την τιμή των 10mg/l.

2.27.2 Φυσικοχημικές παράμετροι

2.27.2.1 Συγκέντρωση Ιόντων Υδρογόνου (pH)

Ο όρος pH, εκφράζει την συγκέντρωση υδρογονοκατιόντων, που περιέχει ένα δείγμα. Η κλίμακα μέτρησης του pH είναι από 0 έως 14. Η ουδετερότητα αντιστοιχεί σε pH=7,0. Τιμές μικρότερες δείχνουν όξινο περιβάλλον (υπεροχή υδρογονοκατιόντων) ενώ τιμές μεγαλύτερες αλκαλικό περιβάλλον. Η μέτρηση του pH, είναι μία από τις σημαντικότερες και βασικότερες μετρήσεις κατά την εξέταση των υδάτων και αποβλήτων. Σε δεδομένη θερμοκρασία, το pH δείχνει πόσο όξινο ή αλκαλικό είναι ένα διάλυμα ή τον βαθμό ιονισμού του διαλύματος. Με το pH δεν μετράτε η οξύτητα ή αλκαλικότητα του δείγματος, όμως τιμές pH μικρότερες από 7, δείχνουν μία τάση του δείγματος προς την οξύτητα και τιμές pH μεγαλύτερες από 7, δείχνουν μία τάση του δείγματος προς την αλκαλικότητα. Στα νερά φυσικής προέλευσης, το pH κυμαίνεται συνήθως από 6,5 έως 8,5. Σε αυτά τα όρια, πρέπει να βρίσκεται και το pH των λυμάτων και αποβλήτων πριν τη διάθεσή τους στη θάλασσα, τα ρέματα και τους υπονόμους. Το pH απεσταλμένου νερού (καθαρής βροχής) είναι περίπου 5,6 και του θαλασσινού νερού 7,5. Ο προσδιορισμός του pH γίνεται ηλεκτρομετρικά με χρήση ειδικών οργάνων, γνωστών ως πεχάμετρα. Τα όργανα αυτά είναι συσκευές ηλεκτρικών μετρήσεων με αισθητήριο αποτελούμενο από ηλεκτρόδιο ύαλου συνδεδεμένο με ηλεκτρόδιο αναφοράς ή σύνθετο ηλεκτρόδιο. Το ηλεκτρόδιο αναφοράς είναι καλομέλανος ή Ag-AgCl ή άλλου τύπου, σταθερού δυναμικού. Το ηλεκτρόδιο πρέπει να ξεπλένεται με απεσταγμένο νερό πριν και μετά από κάθε μέτρηση και να σκουπίζεται μαλακά με απορροφητικό χαρτί. Ο προσδιορισμός του pH στα δείγματα, πρέπει να γίνεται αμέσως μετά τη δειγματοληψία. Αν αυτό δεν είναι δυνατόν, η μεταφορά του δείγματος στο εργαστήριο πρέπει να γίνεται το συντομότερο δυνατόν από τη στιγμή της δειγματοληψίας. Επίσης πρέπει τα δοχεία δειγματοληψίας να γεμίζονται ως επάνω και να διατηρούνται σφραγισμένα μέχρι τη στιγμή του προσδιορισμού. Μαζί με την τιμή του pH πρέπει να αναφέρεται και η θερμοκρασία του δείγματος τη στιγμή της μέτρησης, γιατί η θερμοκρασία επηρεάζει την τιμή του pH. (Ζανάκη, 2001)

2.27.2.2 Ηλεκτρική αγωγιμότητα

Ηλεκτρική Αγωγιμότητα είναι η αριθμητική έκφραση των ηλεκτρικών φορτίων που φέρει ένα υδατικό διάλυμα. Η Αγωγιμότητα ενός δείγματος νερού εξαρτάται, κυρίως, από την ολική συγκέντρωση των ιονιζομένων ουσιών, που περιέχονται στο δείγμα και τη θερμοκρασία, στην οποία έγινε η μέτρηση. Μονάδα μέτρησης της αγωγιμότητας είναι mS/cm. Η αγωγιμότητα στα πόσιμα νερά κυμαίνεται από 50-1500 μmhos/cm, στο νερό της βροχής 20-50 μmhos/cm, στα νερά λασποβροχής περίπου 500 μmhos/cm, σε ορισμένα βιομηχανικά απόβλητα πάνω από 10.000 μmhos/cm, σε νερό πρόσφατα απεσταγμένο 0,5-2 μmhos/cm (συνήθως 1,2 μmhos/cm), ενώ μετά από μερικές εβδομάδες παραμονής, λόγω απορρόφησης διοξειδίου του άνθρακα από την ατμόσφαιρα, η αγωγιμότητά του φθάνει τα 2-4 μmhos/cm. Η μέτρηση της αγωγιμότητας γίνεται με ειδικό όργανο γνωστό ως

αγωγιμόμετρο. Η αγωγιμότητα αυξάνει με την αύξηση της θερμοκρασίας, γι' αυτό η μέτρηση της αγωγιμότητας πρέπει πάντα να πραγματοποιείται σε σταθερή θερμοκρασία (συνήθως 20°C).

2.27.2.3 Αλατότητα

Η αλατότητα είναι μια από τις σημαντικότερες παραμέτρους για ωκεανογραφικές έρευνες, υδατοκαλλιέργειες και για τον έλεγχο ορισμένων βιομηχανικών αποβλήτων. Στα θαλάσσια οικοσυστήματα, η αλατότητα μαζί με τη θερμοκρασία και το οξυγόνο καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τα είδη και τον αριθμό των διαφόρων ειδών χλωρίδας και πανίδας που τα συνθέτουν ενώ στους ιχθυογεννητικούς σταθμούς, ο έλεγχος και η ρύθμιση της αλατότητας αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στην εκκόλαψη και τα πρώτα στάδια ανάπτυξης των ιχθυιδίων.

Αλατότητα είναι η συγκέντρωση των ολικών στερεών που βρίσκονται στο θαλασσινό νερό όταν τα ανθρακικά άλατα έχουν μετατραπεί σε οξείδια, όλα τα βρωμιούχα και ιωδιούχα έχουν αντικατασταθεί από χλωριούχα και όλες οι οργανικές ουσίες έχουν οξειδωθεί πλήρως. Η αριθμητική τιμή της αλατότητας είναι συνήθως μικρότερη από την τιμή των ολικών διαλυμένων στερεών εκφράζεται σε γραμμάρια ανά χιλιόγραμμο (g/Kg) ή ως ποσοστό επί της χιλιάδας (%) και συνηθίζεται η αλατότητα να συμβολίζεται ως S (%).

2.27.2.4. Σκληρότητα

Η σκληρότητα είναι μια χαρακτηριστική ιδιότητα του νερού που οφείλεται στην παρουσία διαλυμένων αλάτων ασβεστίου και μαγνησίου δεσμευμένων με ανθρακικά και δισανθρακικά ιόντα σχηματίζοντας τις ενώσεις $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, CaCO_3 κλπ. Η σκληρότητα διακρίνεται σε ολική, ανθρακική και μη ανθρακική. Η ολική σκληρότητα έχει αριθμητική τιμή, ίση με το άθροισμα της ανθρακικής και μη ανθρακικής σκληρότητας και οφείλεται σε όλα τα κατιόντα που σχηματίζουν ίζημα με τον σάπωνα.

Η ανθρακική σκληρότητα λέγεται και "παροδική σκληρότητα" και οφείλεται στα κατιόντα του νερού που απομακρύνονται με το βρασμό του νερού. Ο προσδιορισμός της ανθρακικής σκληρότητας γίνεται με τον προσδιορισμό της αλκαλικότητας.

Η μη ανθρακική σκληρότητα λέγεται και "μόνιμη" ή "παραμένουσα σκληρότητα". Οφείλεται σε θειικά και χλωριούχα άλατα Mg, Ca. Στην περίπτωση που ολική σκληρότητα έχει αριθμητική τιμή, μεγαλύτερη από την ολική αλκαλικότητα (ανθρακική ή παροδική), τότε η αλκαλικότητα εκφράζει την ανθρακική ή παροδική σκληρότητα. (Αν ολική σκληρότητα > τιμή ολικής αλκαλικότητας τότε αλκαλικότητα=ανθρακική. Άρα ολική σκληρότητα - αλκαλικότητα=μόνιμη). Στην περίπτωση που ολική σκληρότητα έχει αριθμητική τιμή ίση ή μικρότερη από την ολική αλκαλικότητα, τότε η ολική σκληρότητα αναφέρεται ως ανθρακική σκληρότητα και δεν υπάρχει μη ανθρακική σκληρότητα. (Αν σκληρότητα < τιμή ολικής αλκαλικότητας τότε ολική σκληρότητα= ανθρακική σκληρότητα+ μη ανθρακική σκληρότητα=0). Η σκληρότητα εκφράζεται με διάφορες μονάδες μέτρησης. Οι συνηθέστερα χρησιμοποιούμενες μονάδες είναι : mg/L CaCO_3 , mmole/L και meq/L αλκαλικών ιόντων ή Γαλλικοί, Γερμανικοί και Βρετανικοί βαθμοί.

Η σκληρότητα των φυσικών νερών οφείλεται στη γεωλογική σύσταση των πετρωμάτων από τα οποία διέρχεται το νερό. Στη χώρα μας, λόγω της ασβεστολιθικής σύστασης πολλών περιοχών, πολλά νερά παρουσιάζουν υψηλή σκληρότητα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η περιοχή της Κέρκυρας, που διαθέτει νερό με σκληρότητα περίπου 50 Γερμανικών βαθμών ή 900 mg/L CaCO_3 έναντι 12 περίπου Γερμανικών βαθμών ή 210 mg/L CaCO_3 που είναι το νερό που διαθέτει η ΕΥΔΑΠ στην Αθήνα.

Δύο μέθοδοι μέτρησης χρησιμοποιούνται, συνήθως, για τον προσδιορισμό της σκληρότητας.

Η πρώτη μέθοδος βασίζεται στον υπολογισμό της σκληρότητας στοιχειομετρικά, αφού προσδιοριστούν ξεχωριστά οι συγκεντρώσεις των ιόντων ασβεστίου, μαγνησίου. Η δεύτερη μέθοδος είναι γνωστή ως μέθοδος EDTA, είναι ογκομετρική και βασίζεται στην, από κοινού, δέσμευση των ιόντων ασβεστίου και μαγνησίου, από τη χημική ένωση EDTA.

Το νερό ανάλογα με την σκληρότητά του διακρίνεται σε :

- μαλακό νερό : 0-100 mg/L CaCO₃
- μέσης σκληρότητας νερό : 100-200 mg/L CaCO₃
- σκληρό νερό : 200-300 mg/L CaCO₃
- πολύ σκληρό νερό : >300 mg/L CaCO₃

Το πόσιμο νερό έχει σκληρότητα < 50 mg/L CaCO₃.

Η σκληρότητα είναι σημαντική παράμετρος διότι καθορίζει τις χρήσεις του νερού.

2.27.2.5 Ολικά στερεά

Ο όρος “στερεά” ή “στερεό υπόλειμμα” αναφέρεται στην περιεκτικότητα ενός δείγματος νερού σε σωματίδια. Η παρουσία στερεών στο νερό επηρεάζει την ποιότητά του. Στο πόσιμο νερό, αλλοιώνονται τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, (θολερότητα, γεύση) ενώ νερά με υψηλή συγκέντρωση στερεών είναι ακατάλληλα για βιομηχανική χρήση, κολύμβηση, κτλ. Τα αστικά λύματα και βιομηχανικά απόβλητα περιέχουν συνήθως μεγάλες συγκεντρώσεις στερεών, με οργανική ή ανόργανη σύσταση, γι’ αυτό και είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός τους για τον σχεδιασμό συστημάτων επεξεργασίας λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων και τον έλεγχο της καλής λειτουργίας τους.

Τα στερεά ταξινομούνται σε κατηγορίες ανάλογα με τα φυσικά, κυρίως, χαρακτηριστικά, όπως το ειδικό βάρος, το μέγεθος κλπ. Οι κατηγορίες αυτές είναι οι ακόλουθες :

- Ολικά στερεά ή ολικό στερεό υπόλειμμα : όλα τα στερεά που παραμένουν μετά από ξήρανση δείγματος νερού, σε θερμοκρασία 105 °C ή 180 °C.
- Καθιζάνοντα στερεά : τα στερεά που καθιζάνουν, σε μια ώρα, σε κώνο Imhoff.
- Αιωρούμενα στερεά : όλα τα σωματίδια που κατακρατούνται σε φίλτρο, με διάμετρο πόρων 1 μ και παραμένουν μετά από ξήρανση του φίλτρου, στους 103–105 °C, για μια ώρα.
- Διαλυμένα στερεά : όλα τα σωματίδια με διάμετρο μικρότερη από 1 μ, που παραμένουν μετά από εξάτμιση και ξήρανση, στους 180 °C.
- Εξατμιζόμενα στερεά : τα στερεά που εξατμίζονται κατά την αποτέφρωση του δείγματος στους 550+/- 50 °C για 20 λεπτά της ώρας.

Στα ανεπεξέργαστα αστικά λύματα, οι συνήθεις τιμές στερεών είναι :

Ολικά στερεά : 700 mg/L

Σε βιομηχανικά απόβλητα, η συγκέντρωση των στερεών μπορεί να είναι μεγαλύτερη, όπως στα απόβλητα γαλακτοβιομηχανιών, όπου η συγκέντρωση των ολικών στερεών φθάνει τα 3.300 mg/L ή τα απόβλητα χημικών βιομηχανιών όπου η συγκέντρωση των ολικών στερεών

μπορεί να είναι 30.000 mg/L.

Σύμφωνα με τη νομοθεσία μας, τα ανώτατα επιτρεπτά όρια για τη διάθεση των υγρών αποβλήτων στη θάλασσα, είναι :

Ολικά διαλυμένα στερεά : 1500 mg/L.

Η μέτρηση του ολικού στερεού υπολείμματος ή των ολικών στερεών γίνεται με εξάτμιση ορισμένης ποσότητας δείγματος, σε ποτήρι ζέσεως, στους 103 – 105°C ή στους 180°C. Η διαφορά του απόβαρου του ποτηριού ζέσεως από το μικτό βάρος του ποτηριού ζέσεως και στερεού υπολείμματος, μας δίνουν το βάρος του στερεού υπολείμματος.

2.27.3 Ανόργανα συστατικά

2.27.3.1 Αμμωνιακό Άζωτο ($NH_4^+ - N$)

Το αμμωνιακό άζωτο μπορεί να βρίσκεται υπό τη μορφή αμμωνιακών ιόντων (NH_4^+) ή ελεύθερης αμμωνίας (NH_3), ανάλογα με το pH και την θερμοκρασία του διαλύματος. Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, στη χώρα μας, η ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση Αμμωνιακού Αζώτου (NH_4^+) στο πόσιμο νερό, είναι 0,5 mg/L ενώ το ανώτατο επιτρεπτό όριο στα γλυκά νερά για τη διαβίωση της πέστροφας και ειδών της οικογένειας των Σαλμονίδων και Κυπρινίδων, είναι 0,025 mg/L. Στα απόβλητα που εκβάλλουν στα επιφανειακά νερά, η τιμή της ολικής αμμωνίας, δεν πρέπει να είναι περισσότερο από 15 mg/L.

2.27.3.2 Νιτρικό Άζωτο ($NO_3^- - N$)

Στα επιφανειακά και υπόγεια νερά, οι συγκεντρώσεις νιτρικών είναι συνήθως μικρές. Η παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων στα επιφανειακά και υπόγεια νερά, είναι δείκτης ρύπανσης των υδάτων από λιπάσματα ή λύματα και απόβλητα.

Σε ένα δείγμα οξυνομένο με θειϊκό και φωσφορικό οξύ, τα νιτρικά ιόντα αντιδρούν με την 2,6-διμεθυλοφαινόλη και δημιουργούν την 4-νίτρο-2,6-διμεθυλοφαινόλη, η οποία έχει πορτοκαλί χρώμα και προσδιορίζεται φωτομετρικά. Μεγάλης έντασης χρώμα προσδιορίζει και μεγάλη συγκέντρωση σε νιτρικά ιόντα. Το εύρος μέτρησης εκτείνεται από 0,10 έως και 25,0 mg/L.

Η μέθοδος αυτή δεν είναι η κατάλληλη, για να προσδιοριστεί η περιεκτικότητα σε νιτρικά ιόντα, δειγμάτων με περιεκτικότητα σε χλωριούχα μεγαλύτερη του 1000 mg/L και για δείγματα με COD (χημικό απαιτούμενο οξυγόνο) μεγαλύτερο των 500 mg/L.

Η ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση νιτρικού αζώτου στο πόσιμο νερό, είναι 50 mg/L, στα απόβλητα που διαθέτονται στα ρέματα (ΕΥΔΑΠ) 4 mg/L και στη θάλασσα 20 mg/L.

2.27.3.3 Φωσφορικά PO_4^{3-}

Στα επιφανειακά νερά και απόβλητα, ο φώσφορος απαντάται σε πολλές μορφές, πιο συχνά με τη μορφή $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} , PO_4^{3-} και πολυφωσφορικών (π.χ. $Na_3(PO_3)_6$) ιόντων, ως οργανικός φώσφορος, δεσμευμένος σε οργανικές ενώσεις.

Η παρουσία του φωσφόρου στα επιφανειακά νερά, οφείλεται σε πολλές πηγές, φυσικής ή ανθρωπογενούς προέλευσης. Πολλά από τα χρησιμοποιούμενα απορρυπαντικά, οικιακής ή βιομηχανικής χρήσης, περιέχουν πολυφωσφορικά ιόντα για την αποσκλήρυνση του νερού. Έτσι λύματα και απόβλητα καταλήγουν στους επιφανειακούς αποδέκτες, επιβαρυμένα με σημαντικές ποσότητες φωσφόρου. Τα φωσφορούχα λιπάσματα που εφαρμόζονται στις καλλιέργειες, δεν δεσμεύονται ποσοτικά από τα φυτά ή το έδαφος και έτσι οι εκπλύσεις εδαφών περιέχουν και αυτές σημαντικά φορτία φωσφόρου.

Ο φώσφορος είναι το βασικό στοιχείο για την ανάπτυξη των οργανισμών και η έλλειψή του μπορεί να περιορίσει την ανάπτυξη της πρωτογενούς παραγωγής, σε μια υδατική μάζα. Σε περιπτώσεις, όπου ο φώσφορος είναι περιοριστικός παράγοντας, η διοχέτευση επεξεργασμένων ή ανεπεξέργαστων λυμάτων, κτηνοτροφικών αποβλήτων, εκπλύσεων γεωργικών εδαφών ή ορισμένων βιομηχανικών αποβλήτων μπορεί να προκαλέσει την

υπέρμετρη ανάπτυξη φωτοσυνθετικών, υδρόβιων φυκών ή μακρόφυτων που με τη σειρά του προκαλούν ευτροφισμό.

Το ανώτατο επιτρεπτό όριο των φωσφορικών στο επιφανειακό νερό σύμφωνα με την νομοθεσία είναι 0,4 – 0,7 mg/L.

2.27.3.4 Θεϊκά ιόντα SO_4^{2-}

Η παρουσία των θεϊκών ιόντων στα επιφανειακά και υπόγεια νερά, μπορεί να προέρχεται από τη γεωλογική σύσταση των πετρωμάτων, από τα οποία διέρχεται το νερό ή από ορισμένες χρήσεις του νερού από τον άνθρωπο. Η συγκέντρωση των θεϊκών ιόντων στα φυσικά νερά, παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις, ανάλογα με το είδος των πετρωμάτων, από τα οποία διέρχονται και το είδος και την ένταση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Ο έλεγχος των θεϊκών αλάτων στο πόσιμο νερό, έχει σημασία, γιατί έχει βρεθεί ότι τα θεϊκών άλατα ασβεστίου και μαγνησίου έχουν καθαρτική δράση στον άνθρωπο, γι' αυτό, το ανώτατο επιτρεπτό όριο θεϊκών ιόντων στο πόσιμο νερό, είναι 250 mg/L.

2.27.3.5 Χλωριόντα Cl^-

Το χλώριο υπό τη μορφή χλωριόντων, αποτελεί ένα από τα βασικά ανόργανα ανιόντα των υδάτων και αποβλήτων. Στα φυσικά επιφανειακά και υπόγεια νερά, η συγκέντρωση των χλωριόντων διαφέρει και εξαρτάται κυρίως από τη χημική σύσταση των πετρωμάτων, από τα οποία διέρχεται το νερό. Στη χώρα μας, σε πολλές περιοχές, παρατηρούνται υψηλές τιμές χλωριόντων στα υπόγεια νερά. Υψηλές τιμές χλωριόντων παρατηρούνται και σε όλα σχεδόν τα υπόγεια νερά των παράκτιων περιοχών, λόγω των υπεραντλήσεων και της προέλασης του θαλάσσιου μετώπου.

Στα αστικά λύματα, η συγκέντρωση των χλωριόντων είναι υψηλότερη από εκείνη των πόσιμων υδάτων, γιατί κατά τη χρήση του από τον άνθρωπο, το νερό επιβαρύνεται με άλατα και κυρίως με χλωριούχο νάτριο, το οποίο προστίθεται ως βελτιωτικό γεύσης σε όλες σχεδόν τις τροφές, καταλήγει αναλλοίωτο στα λύματα. Αλλά και πολλές κατηγορίες βιομηχανιών επιβαρύνουν, με μεγάλες τιμές χλωριόντων, τα απόβλητά τους και στη συνέχεια τους φυσικούς αποδέκτες, στους οποίους καταλήγουν.

Υψηλές συγκεντρώσεις χλωριόντων, αλλοιώνουν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του πόσιμου νερού, αυξάνουν το ρυθμό διάβρωσης μεταλλικών επιφανειών και έχουν βλαβερές συνέπειες στην ανάπτυξη των περισσότερων φυτών. Το ανώτατο επιτρεπτό όριο χλωριόντων στο πόσιμο νερό, σύμφωνα με την νομοθεσία μας, είναι 200 mg/L.

Υπάρχουν πολλές μέθοδοι για τον προσδιορισμό των χλωριόντων. Η μέθοδος νιτρικού αργύρου είναι η παλαιότερη και συνηθέστερα χρησιμοποιούμενη μέθοδος, κατάλληλη για σχετικά καθαρά νερά με συγκέντρωση χλωριόντων από 1,5 έως 100 mg/L. Πρόκειται για ογκομετρική μέθοδο που στηρίζεται στη δέσμευση των χλωριόντων υπό τη μορφή $AgCl_2$, παρουσία δείκτη χρωμικού καλίου κατά την ογκομέτρηση ορισμένης ποσότητας δείγματος, με διάλυμα νιτρικού αργύρου ($AgNO_3$).

2.27.3.6 Διαλυμένο οξυγόνο (DO και DO%)

Η συγκέντρωση οξυγόνου στο νερό επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η πίεση, η ηλιοφάνεια, ο κυματισμός, τα ρεύματα, η περιεκτικότητα σε ανόργανα άλατα και οργανικές ουσίες, το περιεχόμενο σε μικροοργανισμούς κ.ά. Από τους παράγοντες αυτούς, εκείνοι που επηρεάζουν περισσότερο την διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό, είναι :

- η θερμοκρασία (αυξανόμενης της θερμοκρασίας μειώνεται η διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό και αντιστρόφως),
- η αλατότητα (αυξανόμενης της αλατότητας μειώνεται η διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό και αντιστρόφως) και
- η πίεση (αυξανόμενης της πίεσης μειώνεται η διαλυτότητα του οξυγόνου και αντιστρόφως).

Έτσι, κάτω από δεδομένες συνθήκες θερμοκρασίας, αλατότητας και πίεσης η διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό είναι συγκεκριμένη και εφόσον δεν υπάρχουν άλλοι παράγοντες μπορεί να υπολογιστεί ή να βρεθεί από πίνακες. Η τιμή αυτή, αντιστοιχεί στην τιμή κορεσμού του νερού σε οξυγόνο και αποτελεί μέτρο για την κατάσταση των επιφανειακών υδάτων. Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που μπορούν να μειώσουν την περιεκτικότητα του νερού σε οξυγόνο (σε σχέση με την τιμή κορεσμού), όπως οι οργανικές ουσίες από λύματα ή απόβλητα που για την αποσύνθεσή τους (από αερόβιους μικροοργανισμούς) απαιτούν την κατανάλωση οξυγόνου. Αντίθετα, πρόσδοση οξυγόνου στο νερό γίνεται από τους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς, όπως είναι τα μικροφύκη και τα υδρόβια φυτά. Πολλές φορές μάλιστα σε συνθήκες ευτροφισμού, παρατηρείται το φαινόμενο, την ημέρα να υπάρχει υπερκορεσμός σε οξυγόνο ενώ τη νύκτα και ιδιαίτερα τις πρώτες πρωινές ώρες να παρατηρείται σημαντική μείωση του οξυγόνου (σχέση με την τιμή κορεσμού) που σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να φθάσει το επίπεδο ανοξίας. Το φαινόμενο αυτό συναντάται ιδιαίτερα σε λίμνες και κλειστούς κόλπους.

Συνεπώς, από μόνη της η μέτρηση του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό, δεν μπορεί να αξιολογηθεί, παρά μόνο εφόσον συνοδεύεται από μέτρηση της θερμοκρασίας και της αλατότητας (στα θαλασσινά νερά).

Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία στη χώρα μας, τα πόσιμα νερά πρέπει να έχουν διαλυμένο οξυγόνο με τιμή 75 % τουλάχιστον της τιμής κορεσμού, στα νερά κολύμβησης το διαλυμένο οξυγόνο πρέπει να είναι 80-120 % της τιμής κορεσμού ενώ στα γλυκά νερά, στα οποία διαβιούν πέστροφες και άλλα είδη της οικογένειας των σαλμονιδών, το διαλυμένο οξυγόνο πρέπει να είναι στο 50 % των εξετασθέντων δειγμάτων μεγαλύτερο από 9 και στο 100 % των δειγμάτων μεγαλύτερο από 6.

Δύο είναι οι συνηθέστερα χρησιμοποιούμενες μέθοδοι για τον προσδιορισμό του διαλυμένου οξυγόνου στα φυσικά νερά και απόβλητα : η ιωδομετρική μέθοδος, γνωστή και ως μέθοδος Winkler, με τις τροποποιήσεις της και η ηλεκτροχημική μέθοδος, με τη χρήση ηλεκτροδίων.

Και οι δύο προβλέπονται από την τελευταία έκδοση της Αμερικάνικης Υπηρεσίας Δημόσιας Υγείας (APHA 1989). Ηλεκτροχημική μέθοδος προβλέπεται και από τον Ελληνικό Οργανισμό Τυποποίησης (ΕΛΟΤ) και τον Αμερικάνικο Οργανισμό Τυποποίησης (ASTM,1991).

Στις λίμνες και τη θάλασσα, το διαλυμένο οξυγόνο μεταβάλλεται, κατά τη διάρκεια της ημέρας, λόγω της φωτοσύνθεσης και άλλων βιολογικών διεργασιών. Για να αποκτηθεί μια σωστή εικόνα της κατάστασης του υδάτινου αποδέκτη, είναι απαραίτητο να συλλέγονται δείγματα σε διαφορετικές χρονικές στιγμές και σε διαφορετικά βάθη.

Ο προσδιορισμός του διαλυμένου οξυγόνου πρέπει να γίνεται αμέσως. Διατήρηση δείγματος δεν είναι δυνατή. Ο προσδιορισμός του διαλυμένου οξυγόνου πρέπει, πάντα, να συνοδεύεται από την ταυτόχρονη μέτρηση της θερμοκρασίας του δείγματος νερού ώστε να μπορεί να υπολογιστεί, στη συνέχεια, ο βαθμός κορεσμού του δείγματος στη συγκεκριμένη θερμοκρασία. Η δειγματοληψία για το προσδιορισμό του διαλυμένου οξυγόνου γίνεται με ειδικούς δειγματολήπτες που διαθέτουν ενσωματωμένο θερμόμετρο.

2.27.4 Δείκτες οργανικού φορτίου - οργανικά συστατικά

2.27.4.1 Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD) (Biochemical Oxygen Demand)

Ο προσδιορισμός του Βιοχημικά Απαιτούμενου Οξυγόνου χρησιμοποιείται ως μέτρο εκτίμησης του ρυπαντικού φορτίου που διαθέτουν τα λύματα, τα απόβλητα και τα ρυπασμένα ύδατα. Μετράται η ποσότητα οξυγόνου που καταναλώνουν αερόβια μεσόφιλα βακτήρια για την αποικοδόμηση των οργανικών ουσιών που περιέχει το εξεταζόμενο δείγμα (ανθρακούχα απαίτηση) και η ποσότητα οξυγόνου που απαιτείται για την χημική οξείδωση ανόργανων ουσιών όπως τα θειούχα, ο σίδηρος κλπ. Με την ίδια διαδικασία μετράται, ακόμα, η ποσότητα οξυγόνου που απαιτείται για την οξείδωση ανοιγμένων μορφών του αζώτου (αζωτούχα απαίτηση) που ενδεχομένως περιέχει το δείγμα.

Ο προσδιορισμός του Βιοχημικά Απαιτούμενου Οξυγόνου, περισσότερο γνωστού και ως BOD (αρχικά του Αγγλοσαξωνικού όρου Biochemical Oxygen Demand) είναι μία από τις παλαιότερες και συχνά εφαρμοζόμενη, ως σήμερα, μέθοδος για την εκτίμηση της οργανικής κυρίως ρύπανσης από λύματα ή βιομηχανικά απόβλητα σε φυσικούς αποδέκτες (λίμνες, ποτάμια κτλ.), τον σχεδιασμό και τον έλεγχο συστημάτων βιολογικού καθαρισμού λυμάτων και αποβλήτων, κτλ.

Ως Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο μπορεί να οριστεί η ποσότητα οξυγόνου που καταναλώνουν αερόβια μεσόφιλα βακτήρια, σε διάστημα πέντε ημερών, για την χημική και βιολογική οξείδωση των οργανικών κυρίως ουσιών που περιέχει ορισμένος όγκος δείγματος ακαθάρτων νερών, που επωάζεται σε σκοτεινό θάλαμο, σταθερής θερμοκρασίας 20°C. Το BOD, εκφράζεται σε mg/L και συμβολίζεται ως BOD₅, όταν ο χρόνος επώασης του δείγματος είναι πέντε ημέρες.

Στα ανεπεξέργαστα λύματα, το BOD κυμαίνεται από 250 ως 350 mg/L ενώ σε ορισμένες κατηγορίες βιομηχανικών αποβλήτων π.χ απόβλητα γαλακτοβιομηχανίας, μπορεί να φθάσει ως 20.000 mg/L (όταν δεν γίνεται ανάκτηση του ορού του γάλατος). Σύμφωνα με τη νομοθεσία που ισχύει στη χώρα μας, τα απόβλητα που αποχετεύονται σε επιφανειακούς αποδέκτες (ποτάμια, λίμνες, θάλασσα) πρέπει να έχουν BOD₅ μικρότερο από 40 mg/L, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις καθορίζονται ακόμα αυστηρότερα όρια.

Το BOD μετράται με τρεις μεθόδους.

1. Μανομετρικά, με ειδική συσκευή (έμμεση μέθοδος)
2. Ηλεκτροχημικά, με οξυγονόμετρο (άμεση μέθοδος)
3. Χημικά, με την ιωδομετρική μέθοδο ή την τροποποιημένη μέθοδο Winkler (άμεση μέθοδος).

Με τη μέτρηση του BOD, προσδιορίζεται, έμμεσα, ο βαθμός ρύπανσης που υπάρχει ή που μπορεί να προκληθεί από την αποχέτευση λυμάτων, βιομηχανικών ή κτηνοτροφικών αποβλήτων σε ένα φυσικό αποδέκτη, μετρώντας τη μείωση του οξυγόνου για την αποικοδόμηση του οργανικού μέρους των αποβλήτων.

Αν η απομάκρυνση του οξυγόνου είναι πλήρης (επομένως η τιμή του BOD υψηλή), σημαίνει ότι στον φυσικό αποδέκτη δεν μπορούν να ζήσουν αερόβιοι οργανισμοί αλλά μόνο αναερόβιοι μικροοργανισμοί. Στην περίπτωση αυτή, ο άνθρακας μετατρέπεται σε μεθάνιο, το άζωτο παραμένει στη μορφή των αμμωνιακών ιόντων, το θείο μετατρέπεται σε υδρόθειο και ο φώσφορος σε φωσφίνη (PH₃). Οι ενώσεις αυτές, είναι δύσσομες και τοξικές για τους υδρόβιους οργανισμούς.

Η βιοχημική απαίτηση οξυγόνου δεν είναι ουσιαστικά μια συγκεκριμένη τιμή, αλλά μια τιμή που μεταβάλλεται στο χρόνο. Η βιοχημική οξείδωση είναι μια αργή διαδικασία και θεωρητικά παραμένει άγνωστος ο απαιτούμενος χρόνος για την τελική τιμή του BOD. Για τα αστικά λύματα, έχει μετρηθεί ότι, σε διάστημα 20 ημερών, η οξείδωση είναι περίπου 95- 99 % της ολικής. Σε βιομηχανικά απόβλητα, ο χρόνος πλήρους οξείδωσης των οργανικών ενώσεων είναι μεγαλύτερος. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι τα απόβλητα χαρτοβιομηχανιών, με απαιτούμενο χρόνο για την πλήρη οξείδωση τους, 200 ημέρες περίπου.

2.27.4.2 Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD)

Το χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD), είναι η ισοδύναμη ποσότητα οξυγόνου που απαιτείται για την οξείδωση των οργανικών ενώσεων που περιέχονται σε δείγμα υδάτων ή αποβλήτων. Είναι μια ακριβής και γρήγορη μέτρηση, χρήσιμη στην εκτίμηση της ρύπανσης των επιφανειακών υδάτων και για έλεγχο και σχεδιασμό συστημάτων βιολογικού καθαρισμού λυμάτων και αποβλήτων.

Σε ορισμένα δείγματα, το COD μπορεί να συσχετισθεί με το BOD, τον Οργανικό Άνθρακα ή το περιεχόμενο σε οργανικές ουσίες. Ο βαθμός συσχέτισης του COD με το θεωρητικά απαιτούμενο οξυγόνο, για την πλήρη οξείδωση των οργανικών ενώσεων του δείγματος, εξαρτάται από τη δυνατότητα πλήρους οξείδωσης των ουσιών που περιέχονται σ' αυτό.

Πολλές οργανικές ενώσεις, οξειδώνονται, σε ποσοστό 90-100 % και σε νερά που περιέχουν κυρίως τέτοιες ενώσεις, όπως τα αστικά λύματα, η τιμή του COD είναι ένα αρκετά καλό μέτρο του θεωρητικά απαιτούμενου οξυγόνου. Έτσι, στα αστικά λύματα η σχέση COD /BOD κυμαίνεται από 2,5:1 ως 3,0:1. Σε δείγματα που περιέχουν μεγάλες ποσότητες από ουσίες που οξειδώνονται δύσκολα στις συνθήκες του προσδιορισμού, η τιμή του COD δεν είναι αντιπροσωπευτική του θεωρητικά απαιτούμενου οξυγόνου. Η περίπτωση αυτή μπορεί να παρατηρηθεί σε ορισμένα βιομηχανικά απόβλητα. Υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν τη μέτρηση του COD, όπως η οξείδωση ανόργανων συστατικών, κυρίως των χλωριόντων, των νιτρικών, του δισθενούς σιδήρου και των θειούχων. Επομένως, η σημασία της τιμής του COD εξαρτάται από τη σύσταση του νερού που εξετάζεται. Αυτό πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, όταν αξιολογούνται τα αποτελέσματα που προκύπτουν με τη μέθοδο αυτή.

Σε ορισμένα απόβλητα που περιέχουν τοξικές ουσίες, ο προσδιορισμός του χημικά απαιτούμενου οξυγόνου και του ολικού οργανικού άνθρακα είναι οι μόνες δυνατές μετρήσεις για την εκτίμηση του οργανικού φορτίου τους.

Η μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 50 mg/L. Τα ανεπεξέργαστα λύματα, έχουν συνήθως COD που κυμαίνεται από 700 ως 750 mg/L. Σε βιομηχανικά απόβλητα, η τιμή του COD είναι συνήθως μεγαλύτερη, για παράδειγμα απόβλητα βιομηχανιών επεξεργασίας κρέατος έχουν τιμές της τάξης των 2.000 mg/L, απόβλητα σφαγείων περίπου 5.000 mg/L ενώ στα απόβλητα σταφίδο εργοστασίων μπορεί να φθάσει ως 70.000 mg/L.

Σύμφωνα με τη νομοθεσία μας, τα απόβλητα που αποχετεύονται σε επιφανειακά ρέματα ή τη θάλασσα πρέπει να έχουν COD μικρότερο από 120 mg/L ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις έχουν καθοριστεί ακόμα αυστηρότερα όρια.

Ο προσδιορισμός του COD μπορεί να γίνει με μακρο-μέθοδο και μικρο-μέθοδο. Η μακρο-

μέθοδος, εκτελείται σε συσκευή ανοικτού σωλήνα (σφαιρική φιάλη συνδεδεμένη με κάθετο ψυκτήρα), είναι κατάλληλη για εφαρμογή σε πολλές κατηγορίες αποβλήτων, όπου προτιμάται η χρήση μεγάλου όγκου δείγματος. Η μικρο-μέθοδος, εκτελείται σε κλειστό σωλήνα, είναι πιο οικονομική από την μακρο-μέθοδο (απαιτεί μικρότερες ποσότητες αντιδραστηρίων), προϋποθέτει όμως την ομογενοποίηση των δειγμάτων που περιέχουν αιωρούμενα στερεά. Αν ακολουθηθεί η μικρο-μέθοδος, ο προσδιορισμός της περισσειας των διχρωμικών μπορεί να γίνει είτε με ογκομέτρηση ή με φωτομέτρηση. Στο εμπόριο, κυκλοφορούν ειδικές συσκευές (CODmeter) που αποτελούνται από θερμαντικά σώματα, με ενσωματωμένες υποδοχές για την τοποθέτηση των σωλήνων και ακριβή ρύθμιση της θερμοκρασίας, στους 150 °C. Οι συσκευές αυτές, μπορούν να συνδυαστούν με φωτόμετρο φίλτρων, για την απευθείας μέτρηση της περισσειας των διχρωμικών. Στο εμπόριο, κυκλοφορούν σωλήνες που περιέχουν τα αντιδραστήρια στη σωστή αναλογία.

Τα δείγματα συλλέγονται, κατά προτίμηση, σε γυάλινες φιάλες και πρέπει να αναλύονται όσο το δυνατόν γρηγορότερα. Αν στο δείγμα υπάρχουν καθιζάνοντα ή αιωρούμενα στερεά, το δείγμα ομογενοποιείται. Αν το δείγμα δεν αναλυθεί αμέσως, οξινίζεται με προσθήκη μικρής ποσότητας π.Η₂SO₄ (pH < 2).

2.27.5 Μικροβιολογικές παράμετροι

Το μικρόβιο θεωρείται ο παθογόνος μικροοργανισμός του ανθρώπου, των ζώων ή των φυτών. Συχνά, ως παθογόνα μικρόβια αναφέρονται λαθεμένα, το σύνολο των μικροοργανισμών, ιδιαίτερα των βακτηρίων και μυκήτων. Οι σημερινές γνώσεις της βιολογίας των μικροσκοπικών οργανισμών, έχουν δείξει ότι στη φύση υπάρχει μεγάλος αριθμός μικροοργανισμών που διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στις οικολογικές ισορροπίες και ελάχιστα μόνο είδη προκαλούν παθογόνα φαινόμενα στον άνθρωπο, τα ζώα ή τα φυτά. Οι μικροοργανισμοί για παράδειγμα, είναι οι βιολογικοί παράγοντες που αποσυνθέτουν την οργανική ύλη, δεσμεύουν το ατμοσφαιρικό άζωτο κτλ. Χρησιμοποιούνται ακόμα ανά τον άνθρωπο για την παραγωγή αγαθών, όπως τρόφιμα (πχ κρασί, ξύδι, τυρί, γιαούρτι), φάρμακα (π.χ. αντιβιοτικά).

Οι σπουδαιότερες ταξινομικές κατηγορίες μικροοργανισμών είναι πέντε: τα βακτήρια, οι μύκητες, τα πρωτόζωα, οι ιοί και τα φύκη. Έτσι το ορθό είναι, όταν αναφερόμαστε σε μικροοργανισμούς, να προσδιορίζουμε τη συστηματική κατηγορία στην οποία υπάγονται, ανεξάρτητα από την χρησιμότητα ή βλαπτικότητα ίων οργανισμών αυτών και να αποφεύγεται ο όρος "μικρόβια".

Με τον όρο "μικροβιολογική εξέταση νερού" εννοείται ο εντοπισμός και ο ποσοτικός προσδιορισμός των μικροοργανισμών που περιέχονται σε ένα δείγμα νερού και οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό. Η μικροβιολογική εξέταση νερού συνήθως περιλαμβάνει τον προσδιορισμό των παθογόνων μικροοργανισμών για τον άνθρωπο και τα ζώα. Σκοπός της μικροβιολογικής εξέτασης του νερού, είναι η εξέταση του βαθμού μόλυνσης των υδάτων από λύματα ή κτηνοτροφικά απόβλητα και ο έλεγχος της καταλληλότητας του νερού για διάφορες χρήσεις όπως πόση, κολύμβηση, κτλ. Ο έλεγχος αυτός γίνεται με συγκεκριμένη μεθοδολογία και τεχνικές που σκοπό έχουν τον εντοπισμό της παρουσίας και προσδιορισμό της πυκνότητας μικροοργανισμών που είναι δείκτες κοπτικής μόλυνσης ή έχουν παθογόνο δυναμικό.

Από το πλήθος μικροοργανισμών που υπάρχουν στη φύση λίγοι είναι εκείνοι που είναι παθογόνοι και μπορούν να μεταδοθούν στον άνθρωπο από το νερό. Στους παθογόνους όμως μικροοργανισμούς, περιλαμβάνονται είδη που προκαλούν σοβαρές ασθένειες στον άνθρωπο όπως ο τύφος από *Salmonella typhosa*, η χολέρα από *Vibrio comma*, η δυσεντερία

από *Entamoeba histolytica* κτλ. Σε μικροοργανισμούς οφείλονται και ιώσεις όπως η ηπατίτιδα, η πολυεμελίτιδα κτλ καθώς και μυκητιάσεις όπως οι κολπίτιδες, οι δερματίτιδες κτλ.

Ο μικροβιολογικός έλεγχος των υδάτων γίνεται με τη χρήση δεικτών κοπρικής ρύπανσης δηλαδή ομάδων μικροοργανισμών που η ανίχνευση τους στα νερά δείχνει την παρουσία στο νερό περιττωμάτων ή λυμάτων από ζώα ή τον άνθρωπο. Οι κοπρικοί δείκτες, είναι η ομάδα των ολικών κολοβακτηρίων (Total Coliform), η ομάδα των κοπρικών κολοβακτηρίων (Faecal Coliform) και η ομάδα των κοπρικών στρεπτόκοκκων (Faecal Streptococci).

Οι κοπρικοί στρεπτόκοκκοι είναι βακτήρια που ζουν συνήθως στο έντερο του ανθρώπου και των θερμόαιμων ζώων (ιπποειδή, βοοειδή, χοίροι, πουλικά κλπ). Η παρουσία κοπρικών στρεπτόκοκκων στο νερό είναι σαφής ένδειξη κοπρικής μόλυνσης.

Μετά από μακρόχρονες εργαστηριακές έρευνες και δοκιμασίες έχουν καθοριστεί ανώτατα όρια της πληθυσμιακής πυκνότητας των ολικών κολοβακτηρίων, των κοπρικών κολοβακτηρίων και των κοπρικών στρεπτόκοκκων ως κριτήρια υγειονομικής ασφάλειας των υδάτων για διάφορες χρήσεις (π.χ νερό κατάλληλο για πόση, για κολύμβηση κλπ).

2.27.5.1 Κολοβακτήρια (fecal coliforms)

Διάφορα μέλη της ομάδας των κολοβακτηρίων είναι γνωστό παρουσιάζονται στα απόβλητα και σε άλλα περιβαλλοντικά υλικά, και είναι ικανά να αναπτυχθούν σε νερό πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά. Όμως ορισμένα είδη τους, παρόλο που απαντώνται συχνά στο περιβάλλον, μπορούν να συνδεθούν με ανθρώπινης προέλευσης μόλυνση αλλά σπάνια με γαστρεντερίτιδα.

Στην ομάδα των ολικών κολοβακτηρίων περιλαμβάνονται αερόβια και επαμφοτερίζοντα βακτήρια που είναι πλατιά διαδεδομένα και αναπτύσσονται στο έδαφος, τα επιφανειακά νερά, τα τρόφιμα. Περιλαμβάνονται ακόμα είδη που ζουν στο παχύ έντερο του ανθρώπου και των θερμόαιμων ζώων και αποβάλλονται με τα λύματα και κτηνοτροφικά απόβλητα. Η παρουσία αντιπροσώπων από την ομάδα των ολικών κολοβακτηρίων στο νερό, αποτελεί ένδειξη επιμόλυνσης από εξωγενείς παράγοντες αν και η προέλευση τους εκτός από κοπρική μπορεί να είναι περιβαλλοντική (έδαφος, φύλλα).

2.27.5.2 *Escherichia coli* (E. coli)

Το *E.coli* είναι ένα κολοβακτήριο, το οποίο θεωρείται πρωτεύον δείκτης της μικροβιακής μόλυνσης των επεξεργασμένων και ανεπεξέργαστων νερών. Σαν κολοβακτηρίδιο είναι μέλος της οικογενείας των "*Enterobacteriaceae*" και είναι ικανό να μεταβολίσει λακτόζη στους 44 °C. Το *E. coli* απαντάται στα κόπρανα όλων των θηλαστικών, συχνά σε μεγάλες ποσότητες της τάξης των 10⁹/gr, και αποτελεί θεμέλιο λίθο για την μικροβιολογική ποιότητα των νερών τα τελευταία 100 χρόνια. Τα χαρακτηριστικά επιβίωσης του και η ευαισθησία του στην απολύμανση είναι παρόμοια με αυτά πολλών άλλων παθογενών βακτηρίων (π.χ. "*Salmonella*", "*Shigella*") και δεν πολλαπλασιάζεται σε επεξεργασμένα νερά. Υπάρχουν όμως περιπτώσεις που το *E.coli* δεν είναι κατάλληλος δείκτης επιφανειακής μόλυνσης, παρόλα αυτά παραμένει ο καλύτερος βιολογικός δείκτης για το πόσιμο νερά και την προστασία της δημόσιας υγείας.

2.27.5.3 Εντερόκοκκος (*Streptococcus faecalis*)

Στους εντερόκοκκους συμπεριλαμβάνονται ένας αριθμός ειδών τα οποία απαντώνται στα κόπρανα των ανθρώπων και στην θερμόαιμων ζώων. Η βασική αιτία για την καταμέτρηση τους είναι η αποτίμηση και η σημασία της παρουσίας των κολοβακτηρίων κατά την απουσία της *E. coli*, ή να δώσουν επιπρόσθετες πληροφορίες για την αποτίμηση του μεγέθους πιθανής επιμόλυνσης. Στα ανθρώπινα κόπρανα ο αριθμός των εντερόκοκκων σπάνια είναι μεγαλύτερος από 10⁶/g κοπράνων, ενώ στα περιττώματα των ζώων είναι συχνά περισσότερα των *E. coli*. Οι εντερόκοκκοι, με προέλευση από περιττώματα, σπάνια πολλαπλασιάζονται στο νερό και είναι πιο ανθεκτικοί στις μεταβολές του περιβάλλοντος τους και στην χλωρίωση από τα *E. coli* και τα κολοβακτηρίδια. Πιστεύεται ότι ο έλεγχος για εντερόκοκκους μπορεί να αποδειχθεί ένας επιπρόσθετος δείκτης για την αποτελεσματικότητα της επεξεργασίας του νερού.

Τα κοπρική κολοβακτήρια περιέχονται σε μεγάλους αριθμούς, της τάξης των εκατομμυρίων, στα περιττώματα, λύματα και κτηνοτροφικά απόβλητα. Η παρουσία κοπρικών κολοβακτηρίων στο νερό αποτελεί σαφή ένδειξη κοπρικής επιμόλυνσης, χωρίς όμως να καθιστά το νερό υγειονομικά επικίνδυνο εάν δεν έχει ανιχνευθεί και η παρουσία συγκεκριμένων παθογόνων παραγόντων. (Ζανάκη, 2001)

Κεφάλαιο 3

Εκτίμηση ρυπογόνου φορτίου σε περιοχές ελλιμενισμού αλιευτικών σκαφών και την παράκτια ζώνη εκβολής στον κόλπο Χανίων

Περίληψη: Σκοπός αυτής της εργασίας είναι οι χημικές και οι μικροβιολογικές αναλύσεις νερών από τους ποταμούς Κερίτη, Ταυρωνίτη, Κλαδισό και από το λιμάνι της Νέας Χώρας μαζί με την παραλία της.

Υλικά & Μέθοδοι

Η μελέτη των ποταμών έγινε τη χρονική περίοδο από τον Απρίλιο του 2015 έως τον Μάρτιο του 2016, ενώ στη παραλία της Νέας Χώρας την καλοκαιρινή περίοδο από τον Μάιο-Αύγουστο του 2015. Οι δειγματοληψίες στο λιμάνι της Νέας Χώρας πραγματοποιήθηκαν από τον Μάρτιο του 2015 μέχρι τον Μάρτιο του 2016.

Το σημείο δειγματοληψίας στον Κερίτη ποταμό βρίσκεται στη παλιά γέφυρα που υπάρχει στην ΠΕΟ Κισσάμου Χανίων στα όρια της κωμόπολης του Πλατανιά, πριν την εκβολή του ποταμού στη θάλασσα. Η συλλογή των δειγμάτων, η πειραματική διαδικασία και η περιγραφή μεθοδολογιών αναλύονται στη παράγραφο 3.1 αναλυτικά.

Η θέση δειγματοληψίας στον Κλαδισό ποταμό είναι στο γεφυράκι του ποταμού τέρμα οδού Σελίνου.

Η θέση δειγματοληψίας στον Ταυρωνίτη είναι στην παλιά μεταλλική γέφυρα του ποταμού.



Εικόνα 8: Εκβολή Κλαδισού ποταμού στη παραλία της Νέας Χώρας



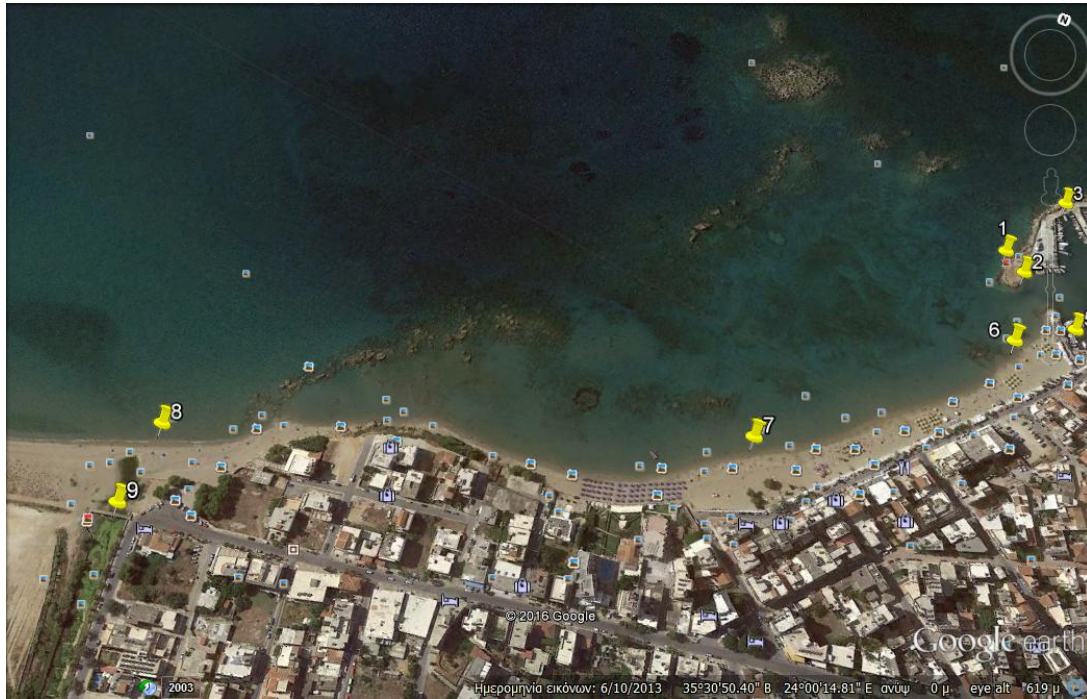
Εικόνα 9: Η γέφυρα του ποταμού Ταυρωνίτη



Εικόνα 10 : Δειγματοληψία στον ποταμό Κερίτη



Εικόνα 11: Σημεία δειγματοληψίας στο λιμάνι της Νέας Χώρας

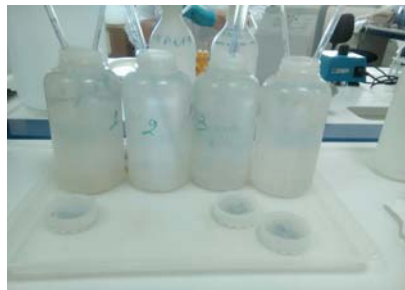


Εικόνα 12: Σημεία δειγματοληψίας στη παραλία της Νέας Χώρας και του Κλαδισού ποταμού

Το λιμάνι της Νέας Χώρας είναι αλιευτικό καταφύγιο και αποτελεί χώρο λιμενισμού ιδιωτικών σκαφών. Η παραλία της Νέας Χώρας αποτελεί τόπο αναψυχής τους καλοκαιρινούς μήνες για τους λουόμενους ντόπιους και τουρίστες

Η μέρα της δειγματοληψίας ξεκινάει στις 8πμ και ακολουθείται η διαδρομή : ποταμός Ταυρωνίτης, Κερίτης, Κλαδισός, παραλία Νέας Χώρας και λιμανάκι Νέας Χώρας. Μετά την ολοκλήρωση της συλλογής και την μεταφορά των δειγμάτων στο Εργαστήριο ξεκινά η ανάλυση των δειγμάτων.

Μία μέρα πριν κάθε δειγματοληψία συγκεντρώνεται ο απαραίτητος εξοπλισμός. Τα δείγματα νερού συλλέγονται σε αποστειρωμένα πλαστικά μπουκάλια με όγκο 2 λίτρα. . Σε κάθε μπουκάλι αναγράφονται τα πλήρη στοιχεία του δείγματος που περιέχει και τοποθετούνται σε φορητό ψυγείο 4°C.



Εικόνα 13: Δείγματα νερού

3.1 Ανάλυση δειγμάτων

3.1.1 Μέτρηση pH

Η μέτρηση του pH στο εργαστήριο έγινε με το πεχάμετρο του πολυοργάνου HACH sension TM156 με ηλεκτρόδιο υάλου,καλομέλανος .



Εικόνα 14: Πεχάμετρο και αγωγιμόμετρο

Πριν από κάθε μέτρηση, βγάζουμε το ηλεκτρόδιο που είναι τοποθετημένο στο ειδικό ποτήρι που περιέχει ρυθμιστικό διάλυμα, το ξεπλύνουμε με απιονισμένο νερό και το σκουπίζουμε μαλακά με απορροφητικό χαρτί. Στη συνέχεια το βυθίζουμε σε ποτήρι ζέσεως που περιέχει το δείγμα. Τοποθετούμε το ποτήρι ζέσεως σε μαγνητικό αναδευτήρα, τον οποίο θέτουμε σε λειτουργία. Η ποσότητα του δείγματος είναι τόση ώστε να καλύπτονται τα ευαίσθητα μέρη του ηλεκτροδίου και να είναι δυνατή η κίνηση της μαγνητικής ράβδου. Καταγράφουμε την τιμή pH. Τέλος ξεπλύνουμε το ηλεκτρόδιο με απιονισμένο νερό, το σκουπίζουμε μαλακά με απορροφητικό χαρτί και το τοποθετούμε στο ειδικό ποτήρι που περιέχει ρυθμιστικό διάλυμα. Όταν τελειώσουμε τις αναλύσεις τοποθετούμε το ηλεκτρόδιο σε διάλυμα KCl (Ζανάκη,2001).

3.1.2 Θολερότητα

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της θολερότητας είναι η Νεφελομετρική μέθοδος και μπορεί να προσδιοριστεί σε οποιοδήποτε δείγμα που δεν περιέχει ευμεγέθη στερεά ή σωματίδια που καθιζάνουν γρήγορα. Επίσης, το δείγμα δεν πρέπει να περιέχει φυσαλίδες αερίων ή να είναι έγχρωμο. Οι μετρήσεις έγιναν με φορητό θολερόμετρο (Lovibond CR3210).

Αρχικά ρυθμίζουμε το θολερόμετρο σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Γίνεται η βαθμονόμηση στο θολερόμετρο με πρότυπα αιωρήματα που να καλύπτουν την περιοχή των δειγμάτων. Τα πρότυπα διαλύματα είναι 1, 10, 100 και 1000 NTU. Στη συνέχεια παίρνουμε τη κυψελίδα και τη γεμίζουμε με το δείγμα, τη κλείνουμε και κρατώντας την πλέον από το καπάκι τη σκουπίζουμε ώστε να είναι καθαρή και την τοποθετούμε στον υποδοχέα του οργάνου.

Μέτρηση δείγματος

a. Η συσκευή ανοίγει με το πλήκτρο ON/OFF.

Εμφανίζεται η ένδειξη : t1

b. Με το πλήκτρο MODE επιλέγω το εύρος μέτρησης:

T1 ή T2 ή T3 ή T4

Εύρος μέτρησης T1: 0 -1 NTU

Εύρος μέτρησης T2: 1 -10 NTU

Εύρος μέτρησης T3: 10 -100 NTU

Εύρος μέτρησης T4: 100 - 1000 NTU

- Μία καθαρή κυψελίδα την ξεπλένουμε με το δείγμα και τη γεμίζουμε μέχρι το όριο Κλείνουμε την κυψελίδα, την σκουπίζουμε με μαλακό χαρτί ή πανί και την βάζουμε στην θέση της. Κλείνουμε το καπάκι του θολερόμετρου. Πιέζουμε το πλήκτρο ZERO/TEST. Το σύμβολο μέτρησης αναβοσβήνει για 9 δευτερόλεπτα. Εμφανίζεται η ένδειξη του αποτελέσματος σε μονάδα θολότητας.

Εφόσον η θερμοκρασία μέτρησης αποκλίνει περισσότερο από $\pm 3^{\circ}\text{C}$ από την θερμοκρασία κατά τη τελευταία βαθμονόμηση , απαιτείται νέα βαθμονόμηση .

Υποδείξεις οργάνου

E01 : Απορρόφηση πολύ μεγάλη, μπορεί να οφείλεται σε λερωμένη υποδοχή δείγματος ή λυχνία μέτρησης

+ Err : δείγμα με θολότητα υψηλότερη του εύρους μέτρησης

E24 : το δείγμα δεν μπορεί να αξιολογηθεί

- Err : δείγμα με θολότητα κάτω του εύρους μέτρησης

LOBAT : μπαταρία 9 V να ανταλλαχθεί άμεσα, καμία περαιτέρω δυνατότητα μέτρησης (Ζανάκη,2001).

3.1.3 Ηλεκτρική Αγωγιμότητα

Η μέτρηση της ειδικής αγωγιμότητας του νερού γίνεται με τη βοήθεια της γέφυρας *Wheatstone*. Στη γέφυρα αυτή εξισορροπείται η αγωγιμότητα του άγνωστου δείγματος με την αγωγιμότητα γνωστών διαλυμάτων.

Χρησιμοποιήθηκε το αγωγιμόμετρο του πολυοργάνου *HACH (sessionTM156)*. Αρχικά θέτουμε το αγωγιμόμετρο σε λειτουργία, κάνουμε τις ρυθμίσεις του σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή και στη συνέχεια εμβαπτίζουμε το ηλεκτρόδιο του στο δείγμα, αναδεύοντάς το παράλληλα, ώστε να επιτευχθεί η ομοιογένειά του (Ζανάκη,2001).

3.1.4 Διαλυμένο οξυγόνο (DO και DO%)

Η μέτρηση του διαλυμένου οξυγόνου έγινε με την Ηλεκτροχημική μέθοδος. Το όργανο που χρησιμοποιήσαμε Οξυγονόμετρο του πολυοργάνου (*HACH sessionTM156*). Το ηλεκτρόδιο οξυγόνου αποτελείται από ένα σύστημα ηλεκτροδίου με άνοδο και κάθοδο, διαχωριζόμενο από το δείγμα με μια μεμβράνη, διαπερατή στο οξυγόνο.

Αρχικά ρυθμίζουμε το όργανο σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή με απεσταγμένο νερό. Βαθμονομούμε το οξυγονόμετρο πριν από κάθε μέτρηση και στη συνέχεια βυθίζουμε το ηλεκτρόδιο του οξυγονομέτρου, ανακινώντας το ελαφρά μέσα στο νερό, ώστε να ληφθεί γρηγορότερα η μέτρηση DO mg/l ή % (Ζανάκη , 2001).

3.1.5 Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD)

Για τη μέτρηση του COD χρησιμοποιήθηκε ημιοσοτική φωτομετρική μέθοδος με kit. Στις δειγματοληψίες χρησιμοποιήθηκε το *COD Cell Test MERCK 14560*. Προστίθεται στο τυποποιημένο φιαλίδιο, προσεκτικά, με πιπέτα, 3ml δείγματος, βιδώνεται το καπάκι και

αναδεύεται καλά (προσοχή : το φιαλίδιο ζεσταίνεται πολύ κατά την ανάδευση και γι'αυτό το λόγο θα πρέπει να μην έρθει σε επαφή με το δέρμα).

Στη συνέχεια, το φιαλίδιο τοποθετείται σε ειδικό θερμοαντιδραστήρα στους 148°C για 120 min. Αφού περάσει η προκαθορισμένη ώρα, βγαίνει από τον θερμοαντιδραστήρα και τοποθετείται στο πλέγμα στήριξης για να κρυώσει. Αφού περάσουν 10 min και το φιαλίδιο είναι χλιαρό, ανακινείται και τοποθετείται ξανά στη πλέγμα στήριξης έως ότου κρυώσει καλά. Για να μετρηθεί το COD χρησιμοποιούμε το φωτόμετρο *MERCK Spectroquant® NOVA60*. Ανοίγουμε το καπάκι για να τεθεί σε λειτουργία το όργανο. Το φωτόμετρο διεξάγει έναν αυτοέλεγχο όλου του συστήματος και στη συνέχεια μας ενημερώνει να τοποθετήσουμε το φιαλίδιο στην υποδοχή με την κατακόρυφη γραμμή να δείχνει την εγκοπή. Αφού τοποθετηθεί το φιαλίδιο στη θέση του, εμφανίζεται η ένδειξη 'measuring' κατά την οποία το μηχάνημα 'μετράει' το δείγμα και τέλος, εμφανίζει το αποτέλεσμα στην οθόνη (Merck).



Εικόνα 15: Θερμοαντιδραστήρας

Η ανάλυση πρέπει να γίνεται αμέσως μετά τη δειγματοληψία. Τα δείγματα που περιέχουν $Cl > 2000\text{mg/L}$ πρέπει να αραιώνονται με απιονισμένο νερό πριν τη μέτρηση του COD. Επίσης, θολά δείγματα θα πρέπει να φιλτράρονται, διότι διαφορετικά δίνουν σφάλματα.



Εικόνα 16: Φωτόμετρο με κυψελίδα

Το εύρος του *COD Cell Test MERCK 14540* είναι 4.0 – 40.0 mg/L. Για τη διασφάλιση της ποιότητας του test μπορεί να χρησιμοποιηθεί πρότυπο διάλυμα με 80mg/L COD (*Spectroquant Combicheck 10*) για τον έλεγχο του φωτομετρικού συστήματος μέτρησης (αντιδραστήρια των test, της συσκευής μέτρησης) και του τρόπου λειτουργίας και επίσης ένα πρόσθετο διάλυμα για τον προσδιορισμό ξένων ουσιών που ενδέχεται να επηρεάσουν το αποτέλεσμα .

3.1.6 Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD)

Η μέτρηση του Βιοχημικά Απαιτούμενου Οξυγόνου πραγματοποιήθηκε με τη Μανομετρική μέθοδο και χρησιμοποιήθηκε η ειδική συσκευή BOD *Lovibond*. Ο εξοπλισμός της συσκευής αποτελείται από την κεφαλή – ψηφιακό αισθητήρα BOD *Lovibond* (2) που απλά βιδώνει στη σκουρόχρωμη γυάλινη φιάλη (Καρπουτζάκη, 2010) στην οποία έχει τοποθετηθεί το δείγμα. Η αρχή της μέτρησης βασίζεται σε ένα κλειστό σύστημα στο οποίο το οξυγόνο που καταναλώνουν τα βακτήρια στο δείγμα αναπληρώνεται από το οξυγόνο του αέρα που βρίσκεται επάνω από το δείγμα. Το διοξείδιο του άνθρακα που παράγεται από τα βακτήρια απομακρύνεται από το σύστημα με την προσθήκη διαλύματος υδροξειδίου του Νατρίου (NaOH) που περιέχεται σε ειδική θήκη από καουτσούκ (3). Το αποτέλεσμα είναι μια πτώση της πίεσης στη φιάλη που μετράται από την κεφαλή η οποία εμφανίζει την ένδειξη στην οθόνη σε mg/L BOD (Ζανάκη ,2001).

Ο αισθητήρας μετρά απευθείας τιμές σε BOD και τα δείγματα μπορούν να ελεγχθούν σε αραιωμένη ή μη μορφή. Το δείγμα σε σκουρόχρωμη φιάλη, επωάζεται σε θερμοκρασία 20°C, σε θάλαμο ελεγχόμενης θερμοκρασίας, καθώς το δείγμα αναδεύεται συνεχώς. Η ανάδευση πραγματοποιείται με την τοποθέτηση αναδευτήρα (5) μέσα στη φιάλη.



Εικόνα17 Ειδικός εξοπλισμός για την μέτρηση του BOD. Μπουκάλια (1), κεφαλές-ψηφιακοί αισθητήρες (2), θήκες από καουτσούκ (3),ογκομετρική φιάλη υπερχειλίσης όγκου 428 ml (4) μαγνητικές ράβδοι ανάδευσης (5). (Κυρίου, 2010)

Αρχικά, μετράμε το pH του δείγματος και ρυθμίζεται μεταξύ του 6,5 και 7,5 που είναι η καλύτερη τιμή pH για το test του BOD. Εάν το pH του δείγματος βρίσκεται εκτός αυτού του ορίου, θα προκύψουν χαμηλότερες τιμές BOD. Σ' αυτή τη περίπτωση θα πρέπει να ρυθμιστεί το pH του δείγματος εντός του ορίου. Στα δείγματα που εξετάστηκαν στη

συγκεκριμένη εργασία, οι υψηλότερες τιμές pH ελαττώνονταν με τη προσθήκη HCl 0,1N. Χαμηλές τιμές pH μπορούν να διορθωθούν με προσθήκη διαλύματος NaOH 0,1N. Γεμίζουμε τη φιάλη του υπερχειλιστή χωρητικότητας 428 ml, με το δείγμα μέχρι να ξεχειλίσει και το περιεχόμενο του υπερχειλιστή μεταφέρεται στη φιάλη του BOD. Συνιστάται να υπάρχει μια ομοιόμορφη κατανομή των διαλυμένων στερεών στο δείγμα. Τοποθετείται μια καθαρή μαγνητική ράβδος ανάδευσης σε κάθε σκουρόχρωμη φιάλη, προθέτονται 2 σταγόνες διαλύματος NaOH 45% ή 4 ταμπλέτες στέρεου NaOH σε μια μαύρη θήκη από καουτσούκ και τοποθετείται στη φιάλη.

Για την εξασφάλιση ακριβών μετρήσεων πρέπει όλα τα εξαρτήματα να καθαρίζονται προσεκτικά μετά από κάθε χρήση, διαφορετικά τα παραμένοντα βακτήρια ενδέχεται να αυξηθούν και να οδηγήσουν σε εσφαλμένες μετρήσεις. Τα μπουκάλια πρέπει να αδειάζονται και να ξεπλένονται αρκετές φορές με νερό βρύσης και μετά με απιονισμένο νερό. Το προσεκτικό πλύσιμο είναι απαραίτητο καθώς τα απορρυπαντικά και τα υπολείμματα οργανικών αντιδραστηρίων μπορεί να οδηγήσουν ακόμη και σε λάθος μέτρηση. Τα πώματα από καουτσούκ και οι μαγνητικές ράβδοι ανάδευσης θα πρέπει να καθαρίζονται με παρόμοιο τρόπο (Ζανάκη,2001).

Για να γίνει σωστή μέτρηση του BOD θα πρέπει η κεφαλή με τον ψηφιακό αισθητήρα BOD να τοποθετηθεί αρκετά σφιχτά έτσι ώστε το σύστημα να είναι αεροστεγώς κλεισμένο. Πατάμε ταυτόχρονα τα κουμπιά S και M για 2 δευτερόλεπτα μέχρι η οθόνη να δείξει 00. Μ' αυτόν τον τρόπο σβήνονται οι ήδη αποθηκευμένες τιμές. Τα κουμπιά S και M αφήνονται και η μέτρηση του BOD έχει ενεργοποιηθεί. Η φιάλη τότε τοποθετείται σε μια βάση στήριξης μέσα στο θερμοθάλαμο όπου επωάζεται στους 20°C καθώς αναδύεται συνεχώς. Η κεφαλή του BOD καταγράφει μια μέτρηση κάθε 24 ώρες για μια περίοδο μεγαλύτερη των 5 ημερών. Η μετρούμενη τιμή αποθηκεύεται αυτόματα στη μνήμη. Για να εμφανιστεί στην οθόνη η τιμή της τρέχουσας ημέρας αρκεί να πατήσουμε μια φορά το κουμπί M. μετά από 5 ημέρες οι τιμές θα έχουν αποθηκευτεί στη μνήμη του αισθητήρα. Πατώντας διαδοχικά το κουμπί S αυτές οι τιμές θα εμφανίζονται σε χρονολογική σειρά.

- Η τιμή του BOD για μια συγκεκριμένη ημέρα θα πρέπει να είναι πάντα μεγαλύτερη από τη τιμή της προηγούμενης μέρας.
- Η αύξηση του BOD με το χρόνο δεν είναι γραμμική αλλά μειώνεται με τη πάροδο του χρόνου.
- Αν για τις πρώτες ημέρες της επώασης παρατηρηθεί μια περίπου γραμμική αύξηση του BOD, το δείγμα θα έχει υψηλότερη τιμή από αυτή που είχε αρχικά εκτιμηθεί και χρειάζεται να επιλεχθεί μεγαλύτερο εύρος.
- Αν η τιμή του BOD ελαττώνεται από τη μια μέρα στην άλλη τότε το σύστημα θα πρέπει να ελεγχθεί για διαρροή αέρα από τη φιάλη (Ζανάκη, 2001).

3.1.7 Αμμωνιακό Άζωτο ($NH_4^+ - N$)

Για τη μέτρηση του Αμμωνιακού Αζώτου χρησιμοποιήθηκε ημιποσοτική φωτομετρική μέθοδος με το kit test *Ammonium Reagent Test MERCK 14752*.

Κατά τη διαδικασία μέτρησης με το *Ammonium reagent test MERCK 14752*, με χρήση σιφωνίου τοποθετούνται 5ml του εξεταζόμενου δείγματος σε δοκιμαστικό σωλήνα.

Προστίθεται με τη βοήθεια ρυθμιζόμενου σιφωνίου ακριβείας 0,6 ml το αντιδραστήριο NH4-1B και ο δοκιμαστικός σωλήνας αναδύεται σε παλινδρομικό αναδευτήρα (*Minishaker MS2. IKA WORKS*). Προστίθεται μια δόση του αντιδραστηρίου NH4-2B και ακολουθεί

ανάδευση για να διαλυθεί το στερεό αντιδραστήριο. Ο σωλήνας αφήνεται σε ηρεμία για 5 min. Στη συνέχεια, προσθέτονται 4 σταγόνες του αντιδραστηρίου NH₄-3B και ακολουθεί ξανά ανάδευση. Ο σωλήνας διατηρείται σε ηρεμία για ακόμη 5 min. Για να μετρηθεί το Αμμωνιακό Άζωτο χρησιμοποιούμε το φωτόμετρο *MERCK Spectroquant® NOVA 60*.

Ανοίγουμε το καπάκι για να τεθεί σε λειτουργία το όργανο. Το φωτόμετρο διεξάγει έναν αυτοέλεγχο όλου του συστήματος και στη συνέχεια μας ενημερώνει να τοποθετήσουμε το φιαλίδιο στην υποδοχή με την κατακόρυφη γραμμή να δείχνει την εγκοπή. Αφού τοποθετηθεί το φιαλίδιο στη θέση του, εμφανίζεται η ένδειξη '*measuring*' κατά την οποία το μηχάνημα 'μετράει' το δείγμα και τέλος, εμφανίζει το αποτέλεσμα στην οθόνη.

Η ανάλυση πρέπει να γίνεται αμέσως μετά τη δειγματοληψία. Επίσης, τα πολύ θολά δείγματα θα πρέπει να φιλτράρονται, αλλιώς θα δώσουν ενδείξεις με σφάλματα. Για τις φωτομετρικές μετρήσεις, οι κυψελίδες που χρησιμοποιούνται θα πρέπει να είναι απολύτως καθαρές (Merck).

Το εύρος του test είναι 0,005 – 3,00 mg/L NH₄-N.

3.1.8 Νιτρικό Άζωτο (NO₃⁻ – N)

Στα συγκεκριμένα δείγματα για τη μέτρηση του Νιτρικού Αζώτου (NO₃⁻-N) χρησιμοποιήθηκε ημιποσοτική φωτομετρική μέθοδος με το kit test *Nitrate Reagent Test MERCK 09713*.

Κατά τη διαδικασία μέτρησης, χρησιμοποιώντας μία από τις δυο βαθμονομημένες σύριγγες που περιέχονται στο πακέτο, τοποθετούνται 4 ml του αντιδραστηρίου NO₃⁻¹ σε ένα δοκιμαστικό σωλήνα. Προστίθεται, με τη βοήθεια του ρυθμιζόμενου σιφωνίου ακριβείας, 0,5 ml δείγματος στον δοκιμαστικό σωλήνα, χωρίς να ακολουθήσει ανάδευση. Ακόμα, προσθέτουμε 0,5 ml του αντιδραστηρίου NO₃⁻², χρησιμοποιώντας σιφώνιο. Το φιαλίδιο ζεσταίνεται καθώς η αντίδραση είναι εξώθερμη. Ακολουθεί ανάδευση σε παλινδρομικό αναδευτήρα (*Minishaker MS2. IKA WORKS*). Ο δοκιμαστικός σωλήνας διατηρείται σε ηρεμία για 10 min. Έπειτα, το περιεχόμενό του μεταφέρεται με προσοχή σε ορθογώνια κυψελίδα των 10 mm για να μετρηθεί στο φωτόμετρο. Χρησιμοποιείται γυάλινη κυψελίδα λόγω της τοξικότητας των αντιδραστηρίων που χρησιμοποιήθηκαν. Για να μετρηθεί το Νιτρικό Άζωτο χρησιμοποιούμε το φωτόμετρο *MERCK Spectroquant® NOVA 60*. Ανοίγουμε το καπάκι για να τεθεί σε λειτουργία το όργανο. Το φωτόμετρο διεξάγει έναν αυτοέλεγχο όλου του συστήματος και στη συνέχεια μας ενημερώνει να τοποθετήσουμε το φιαλίδιο στην υποδοχή με την κατακόρυφη γραμμή να δείχνει την εγκοπή. Αφού τοποθετηθεί το φιαλίδιο στη θέση του, εμφανίζεται η ένδειξη '*measuring*' κατά την οποία το μηχάνημα 'μετράει' το δείγμα και τέλος, εμφανίζει το αποτέλεσμα στην οθόνη (Merck).

Η ανάλυση πρέπει να γίνεται αμέσως μετά τη δειγματοληψία. Θολά δείγματα θα πρέπει να φιλτράρονται, διότι δίνουν σφάλματα. Δείγματα που περιέχουν Cl >1000mg/L πρέπει να αραιώνονται με απιονισμένο νερό.

Το εύρος του test είναι 1,0 – 25,0 mg/L NO₃⁻ – N.

3.1.9 Φωσφορικά Ιόντα PO₄³⁻

Για τη μέτρηση των φωσφορικών ιόντων χρησιμοποιήθηκε ημιποσοτική φωτομετρική μέθοδος με το kit test *hosphate Reagent Test MERCK 14848*.

Κατά, τη διαδικασία μέτρησης, προσθέτονται 5 σταγόνες του αντιδραστηρίου $P^{-1}A$ σε ένα δοκιμαστικό σωλήνα και ακολουθεί ανάδευση σε παλινδρομικό αναδευτήρα (*Minishaker MS2. IKA WORKS*). Κατόπιν, προστίθεται 1 δόση του αντιδραστηρίου $P^{-2}A$ με το μπλε μικροκουταλάκι. Ακολουθεί έντονη ανάδευση μέχρι διάλυσης του ιζήματος. Ο σωλήνας διατηρείται σε ηρεμία για 5 min. Για να μετρηθούν τα φωσφορικά ιόντα χρησιμοποιούμε το φωτόμετρο *MERCK Spectroquant® NOVA 60*. Ανοίγουμε το καπάκι για να τεθεί σε λειτουργία το όργανο. Το φωτόμετρο διεξάγει έναν αυτοέλεγχο όλου του συστήματος και στη συνέχεια μας ενημερώνει να τοποθετήσουμε το φιαλίδιο στην υποδοχή με την κατακόρυφη γραμμή να δείχνει την εγκοπή. Αφού τοποθετηθεί το φιαλίδιο στη θέση του, εμφανίζεται η ένδειξη '*measuring*' κατά την οποία το μηχάνημα 'μετράει' το δείγμα και τέλος, εμφανίζει το αποτέλεσμα στην οθόνη (Merck).

Η ανάλυση πρέπει να γίνεται αμέσως μετά τη δειγματοληψία. Θολά δείγματα θα πρέπει να φιλτράρονται έτσι ώστε να μην παρουσιάζονται σφάλματα. Δείγματα που περιέχουν $Cl > 1000mg/L$ πρέπει να αραιώνονται με απιονισμένο νερό.

Το εύρος του test είναι 0,005 – 5,00 mg/L PO_4

Για τη διασφάλιση της ποιότητας του test μπορεί να χρησιμοποιηθεί πρότυπο διάλυμα με 0,80 mg/L $PO_4^{-3} - P$ (*Spectroquant Combicheck 10*) για τον έλεγχο του φωτομετρικού συστήματος μέτρησης (αντιδραστήρια των test, της συσκευής μέτρησης) και του τρόπου λειτουργίας και επίσης ένα πρόσθετο διάλυμα για τον προσδιορισμό ξένων ουσιών που ενδέχεται να επηρεάσουν το αποτέλεσμα.

3.1.10 Θεϊκά ιόντα SO^{-2}_4

Για τη μέτρηση των θεικών ιόντων χρησιμοποιήθηκε ημιοσοτική φωτομετρική μέθοδος με το kit sulfate test 14791. Με το σιφόνιο παίρνουμε 2,5 ml δείγματος και το αδειάζουμε σε ένα κενό φιαλίδιο, στη συνέχεια προσθέτουμε 2 σταγόνες από το αντιδραστήριο SO_4^{-1} και ανακινούμε το φιαλίδιο. Στη συνέχεια βάζουμε 1 κουταλάκι από το αντιδραστήριο SO_4^{-2} αναδεύουμε και το αφήνουμε στο υδατόλουτρο στους 400°C για 5 min. Έπειτα προσθέτουμε 2,5 ml από το αντιδραστήριο SO_4^{-3} και αναδεύουμε. Στη συνέχεια φιλτράρουμε με απλό ηθμό όλο το περιεχόμενο σε νέο φιαλίδιο, και προσθέτουμε 4 σταγόνες από το αντιδραστήριο SO_4^{-4} και αναδεύουμε ξανά. Αφήνουμε το φιαλίδιο στο υδατόλουτρο στους 400°C για 7 min. Τέλος για να μετρηθούν τα θειικά ιόντα χρησιμοποιούμε το φωτόμετρο *MERCK Spectroquant® NOVA 60*).

Ανοίγουμε το καπάκι για να τεθεί σε λειτουργία το όργανο. Το φωτόμετρο διεξάγει έναν αυτοέλεγχο όλου του συστήματος και στη συνέχεια μας ενημερώνει να τοποθετήσουμε το φιαλίδιο στην υποδοχή με την κατακόρυφη γραμμή να δείχνει την εγκοπή. Αφού τοποθετηθεί το φιαλίδιο στη θέση του, εμφανίζεται η ένδειξη '*measuring*' κατά την οποία το μηχάνημα μετράει το δείγμα και τέλος, εμφανίζει το αποτέλεσμα στην οθόνη (Merck).

Το εύρος του test είναι 25-300 mg/ SO_4 .

3.1.11 Σκληρότητα

Ο προσδιορισμός της σκληρότητας έγινε με την ογκομετρική μέθοδο του EDTA. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην, από κοινού, δέσμευση των ιόντων ασβεστίου και μαγνησίου από το δινάτριο άλας του αιθυλενο-διαμινο-τετραοξικού οξέος (EDTA) σε αλκαλικό περιβάλλον (pH : 10 ± 1), παρουσία δείκτη *Eriochrome Black T*.

Τα υλικά και όργανα που χρησιμοποιήσαμε είναι τα εξής : δ/μα EDTA, 1 ταμπλέτα δείκτη *Eriochrome Black T*, 1 ml NH_3 , κωνικές φιάλες των 250ml ,προχοΐδα, σιφώνιο πλήρωσεως 1ml, θάλαμος εξαερισμού.

Για τον υπολογισμό της σκληρότητας χρησιμοποιούμε τον παρακάτω τύπο :

Σκληρότητα (EDTA) σε mg/L $CaCO_3 = A \times B \times (1000/ml \text{ δείγματος})$

Όπου, A: ml του διαλύματος EDTA που χρησιμοποιήθηκαν
B: mg του CaCO₃ που περιέχονται σε 1ml EDTA

Για την παρασκευή του A τοποθετούμε σε μια κωνική φιάλη 250ml, 50ml δείγματος, 1ml αμμωνία (NH₃) 25%, 1 ταμπλέτα δείκτη *Eriochrome Black T* και ογκομετρούμε, συγχρόνως με ανάδευση, με EDTA 0,01N μέχρι την αλλαγή του χρώματος του δείγματος από κόκκινο σε ιώδες.

Για την παρασκευή του B αρχικά κατασκευάζουμε το πρότυπο διάλυμα. Ζυγίζουμε 0,250gr CaCO₃ και το τοποθετούμε στο φούρνο για 1 ώρα στους 105° C έτσι ώστε να ξεραθεί. Σε μια ογκομετρική φιάλη των 250ml μεταφέρω το ξεραμένο CaCO₃, λίγο απιονισμένο νερό και 3ml HCl 2M. Συμπληρώνουμε την ογκομετρική φιάλη με απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή και αναδεύουμε πολύ καλά. Αραιώνουμε το άγνωστο διάλυμα με νερό σε ογκομετρική φιάλη των 250ml ακριβώς μέχρι την χαραγή.

Σε καινούρια κωνική φιάλη των 250ml μεταφέρονται με σιφώνιο 25ml από το πρότυπο διάλυμα, 1ml αμμωνία (NH₃) 25%, 1 ταμπλέτα δείκτη *Eriochrome Black T* και ογκομετρούμε, συγχρόνως με ανάδευση, με EDTA 0,01N μέχρι την αλλαγή του χρώματος από καστανέρυθρο σε κυανό. Με τον τρόπο αυτό ογκομετρούνται 2 ακόμα δείγματα και υπολογίζεται ο τύπος του διαλύματος EDTA, δηλαδή το βάρος του ανθρακικού ασβεστίου, εκφρασμένο σε mg, το οποίο ισοδυναμεί με 1ml διαλύματος EDTA. Αν V ml ο όγκος του διαλύματος EDTA που καταναλώθηκε, ο τίτλος του διαλύματος EDTA υπολογίζεται από τη σχέση :

$$B(\text{mg CaCO}_3/\text{ml EDTA}) = [\text{mg CaCO}_3 \times (25/250)] / V(\text{ml EDTA})^9$$

3.1.12 Χλωριόντα Cl⁻

Για τη μέτρηση των ιόντων χλωρίου χρησιμοποιήθηκε η αναλυτική μέθοδος ογκομέτρησης με διάλυμα αργύρου (μέθοδος *Mohr*). Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, το δείγμα ογκομετρείται με διάλυμα νιτρικού αργύρου και με δείκτη τελικού σημείου, διάλυμα χρωμικού καλίου. Ο εργαστηριακός εξοπλισμός που απαιτήθηκε είναι :

Σιφώνια των 10ml και 1ml, κωνικές φιάλες των 250ml και προχοΐδα των 25ml.

Τα αντιδραστήρια που χρησιμοποιήθηκαν είναι τα εξής:

Απιονισμένο νερό

Πρότυπο διάλυμα νιτρικού αργύρου 0,01N : Διαλύθηκαν 1,659g AgNO₃ σε 500ml απεσταγμένο νερό. Μεταφέρθηκαν ποσοτικά σε ογκομετρική φιάλη του λίτρου και αραιώθηκαν μέχρι τη χαραγή της φιάλης. Το διάλυμα διατηρείται σε σκουρόχρωμη γυάλινη φιάλη με εσφυρισμένο πώμα, σε θερμοκρασία δωματίου.

Δείκτης χρωμικού καλίου 2% : Διαλύονται 2,000g K₂CrO₄ σε 50ml απεσταγμένο νερό, μεταφέρονται ποσοτικά σε ογκομετρική φιάλη των 100ml και αραιώνονται μέχρι τη χαραγή της φιάλης. το διάλυμα αφήνεται σε ηρεμία, προστατευόμενο από το φως. Ανθρακικό ασβέστιο CaCO₃ : 0,5 gr CaCO₃ ξηραίνονται για 1 ώρα στους 105°C και τοποθετούνται σε ξηραντήρα για απορρόφηση της υγρασίας.

Με τη χρήση του σιφωνιού των 10ml μεταφέρονται σε κωνική φιάλη 25ml απιονισμένου νερού και 1ml δείκτη χρωμικού καλίου. Ποσοτικά μεταφέρονται 0,5g αποξηραμένου CaCO₃ και η φιάλη ανακινείται ελαφρά έως την τελική διάλυσή του. Το διάλυμα με διάλυμα AgNO₃ ογκομετρείται μέχρι τελικού σημείου, όπου παρατηρείται αλλαγή του χρώματος από κίτρινο σε καστανέρυθρο. Σημειώνονται τα ml του AgNO₃ που καταναλώθηκαν. Η τιμή αυτή αποτελεί τον όγκο του AgNO₃ που καταναλώθηκε για το λευκό διάλυμα (μάρτυρας).

Με τη χρήση του σιφωνιού των 10ml μεταφέρονται σε κωνική φιάλη 25ml απιονισμένου νερού, 25ml δείγματος και 1ml δείκτη χρωμικού καλίου. Το δείγμα ογκομετρείται με AgNO₃ μέχρι τελικού σημείου, όπου παρατηρείται αλλαγή του χρώματος από κίτρινο σε καστανέρυθρο. Σημειώνονται τα ml του AgNO₃ που καταναλώθηκαν.

Υπολογισμός : Χρησιμοποιήθηκε ο παρακάτω τύπος :

$$\text{mg/L Cl} = (A - B) \times N \times (35450 / C)$$

όπου, A : ml δ/τος νιτρικού αργύρου AgNO₃ που χρησιμοποιήθηκαν για το δείγμα

B : ml δ/τος νιτρικού αργύρου που AgNO₃ χρησιμοποιήθηκαν για το λευκό (B=0,3 ml)

N : η κανονικότητα του δ/τος του νιτρικού αργύρου AgNO₃ (N=0,01)

C : όγκος δείγματος σε ml (C=25 ml)

3.1.13 Προσδιορισμός μικροβιολογικού φορτίου

Μετά από διήθηση του δείγματος υπό κενό, το φίλτρο που χρησιμοποιήθηκε στη διήθηση τοποθετείται σε θρεπτικό υλικό και επωάζεται σε θάλαμο ρυθμισμένης θερμοκρασίας για 22 – 24 ώρες.

Ο απαιτούμενος εξοπλισμός και διαλύματα που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διαδικασία μέτρησης των κοπρανωδών κολοβακτηρίων και ολικών κολοβακτηρίων είναι : αντλία κενού (*Buchi Vac® V-500*), μαγνητική χαάνη διήθησης 300ml (*Pall*), μεταλλική λαβίδα με στρογγυλεμένα άκρα, πιπέτες ρυθμιζόμενου όγκου 1 – 10 ml, ογκομετρικοί κύλινδροι, ηθμοί κυταρρίνης με μέγεθος ανοίγματος 0,45 μm (*Whatman*) για τη συγκράτηση των κολοβακτηριδίων , (θάλαμοι επώασης (*G®-Cell 075*) και (*Heraeus kentro UB6*) ρυθμισμένοι σε θερμοκρασία 44°C και 37°C αντίστοιχα, και αποστειρωμένα τρυβλία *Petri* 50mm με αποστειρωμένες απορροφητικές βάσεις διαμέτρου 47mm (*Ζανάκη, 2001*).



Εικόνα 20: Αντλία κενού

3.1.14 Προετοιμασία θρεπτικού υλικού

Προετοιμασία θρεπτικών υποστρωμάτων για μέτρηση κολοβακτηρίων και *E.coli*.

Σε καθαρό πιατάκι στη ζυγαριά, ζυγίζουμε την απαιτούμενη ποσότητα σκόνης *Membrane Lauryl Sulfate Broth* και τα μεταφέρουμε σε αποστειρωμένο γυάλινο μπουκάλι προσεκτικά μην συγκρατηθούν στα τοιχώματα. Στη συνέχεια ζυγίζουμε και την απαιτούμενη ποσότητα *AGAR* και τα μεταφέρουμε στο ίδιο αποστειρωμένο γυάλινο μπουκάλι προσεκτικά. Έπειτα προσθέτουμε απεσταγμένο νερό. Ρίχνουμε προσεκτικά έναν καθαρό μαγνητικό αναδευτήρα, κλείνουμε το μπουκάλι ελαφρά και το τοποθετούμε στο θερμαντικό μάτι. Στη συνέχεια, το μπουκάλι που περιέχει το μείγμα εισάγεται στον κλίβανο για 10 min στους 121°C. Μετά το πέρας των 10 min, το μείγμα, χρώματος κόκκινου διαμοιράζεται στα τρυβλία. Αφού περάσει αρκετός χρόνος ώστε να κρυώσει και σταθεροποιηθεί το θρεπτικό

υλικό, τοποθετούμε τα τρυβλία στο ψυγείο για να τα χρησιμοποιήσουμε την επόμενη μέρα για τις αναλύσεις.

Προετοιμασία θρεπτικών υποστρωμάτων για μέτρηση εντερόκοκκων. Σε καθαρό πιατάκι στη ζυγαριά, ζυγίζουμε την απαιτούμενη ποσότητα σκόνης Slanetz and Bartley Medium ανάλογη με την ποσότητα των τρυβλίων που θα χρησιμοποιήσουμε και τα μεταφέρουμε σε αποστειρωμένο γυάλινο μπουκάλι προσεκτικά μην συγκρατηθούν στα τοιχώματα. Έπειτα προσθέτουμε απιονισμένο νερό. Ρίχνουμε προσεκτικά έναν καθαρό μαγνητικό αναδευτήρα, κλείνουμε το μπουκάλι ελαφρά και το τοποθετούμε στο θερμαντικό μάτι. Το διάλυμα αναδεύεται ελαφρώς και θερμαίνεται μέχρι έναρξη βρασμού. Μόλις το διάλυμα γίνει διαυγές και αρχίσουν να εμφανίζονται μικρές φυσαλίδες στον πυθμένα χρονομετρούμε 15 λεπτά και στη συνέχεια σταματάμε την ανάδευση και θέρμανση και το αφήνουμε να κρυώσει. Τέλος φοράμε το ειδικό γάντι και αρχίζουμε να μοιράζουμε το διάλυμα στα αποστειρωμένα τρυβλία.

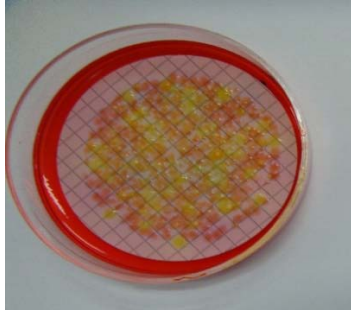
3.1.15 Διήθηση δείγματος

Η μαγνητική χοάνη προσαρμόζεται στη συσκευή διήθησης. Η λαβίδα, για την αποστείρωσή της, εμβαπτίζεται σε αιθανόλη, περνιέται πάνω από φλόγα η οποία πρέπει να σβήσει μόνη της, χωρίς την παρέμβαση εξωγενών παραγόντων. Με την λαβίδα αυτή λαμβάνεται ένα αποστειρωμένο φίλτρο το οποίο τοποθετείται πάνω στη βάση της αποστειρωμένης μαγνητικής χοάνης της συσκευής διήθησης.

Ανοίγεται η αντλία κενού και διηθείται δείγμα 100ml. Όταν έχει περάσει όλο το δείγμα από το φίλτρο, διακόπτεται η διήθηση και το φίλτρο τοποθετείται προσεκτικά πάνω στο ανάλογο θρεπτικό υλικό του τρυβλίου. (ΠΡΟΣΟΧΗ : το φίλτρο στην επαφή του με το θρεπτικό υλικό δεν θα πρέπει να παγιδεύσει φυσαλίδες αέρα). Κάνουμε, 3 διηθήσεις σε κάθε δείγμα, επειδή τρεις είναι και οι παράμετροι που θέλουμε να μετρήσουμε. Τέλος με τη λαβίδα λαμβάνουμε προσεκτικά το φίλτρο από τη βάση της μαγνητικής χοάνης της συσκευής διήθησης και το τοποθετούμε προσεκτικά στο τρυβλίο. Σε κάθε τρυβλίο αναγράφουμε το όνομα της περιοχής καθώς και το μικροβιολογικό δείκτη.

Τα τρυβλία των κοπρανώνων κολοβακτηρίων (fecal coliforms) τοποθετούνται για 24 ώρες σε θάλαμο επώασης στους 37°C. Επίσης τα τρυβλία της E. coli τοποθετούνται για 24 ώρες σε θάλαμο επώασης στους 44°C. Τέλος, τα τρυβλία των εντερόκοκκων τοποθετούνται για 48 ώρες σε θάλαμο επώασης στους 44°C.

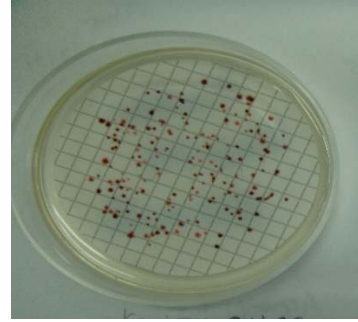
Τα κοπρανώδη κολοβακτήρια (fecal coliforms) δημιουργούν αποικίες κίτρινου χρώματος, η E.coli δημιουργεί αποικίες μπλε χρώματος ενώ οι εντερόκοκκοι (St. faecalis) εμφανίζουν αποικίες μπορντό χρώματος. Στα τρυβλία εμφανίζονται αποικίες και άλλων χρωμάτων οι οποίες δεν προσμετρώνται. Στα δείγματα που δεν έγινε αραίωση, το αποτέλεσμα εκφράζεται σε αριθμό αποικιών / 100ml (ποσότητα δείγματος που διηθούνταν κάθε φορά). Στα δείγματα όμως που έγιναν αραιώσεις, εκφράζουμε το αποτέλεσμα πολλαπλασιάζοντας τον αριθμό των αποικιών που μετρήσαμε με την αραίωση που έγινε.



Εικόνα 21: αποικίες fecal coliforms



Εικόνα 20: E.coli



Εικόνα 21: εντερόκοκκοι

Κεφάλαιο 4

Αποτελέσματα – Συζήτηση

4.1 Αποτελέσματα αναλύσεων των δειγματοληψιών του λιμανιού και της παραλίας της Νέας Χώρας .

Κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών παρατηρούμε ότι στα σημεία δειγματοληψίας το pH διατηρεί μια σταθερή τιμή πάνω από 8 με τιμές από 8,1-8,2 .Οι τιμές pH των περισσότερων υδάτων στην ισορροπία με την ατμόσφαιρα είναι $8,2 \pm 0,1$ (Ξένος, 2000) με αποτέλεσμα το σύνολο των δειγμάτων να είναι εντός ορίων. Ίδια αποτελέσματα παρατηρούμε και σε προηγούμενη εργασία για το παλιό λιμάνι των Χανίων (Μίνου, 2009).

Η αλατότητα παρουσιάζει σταθερές τιμές με μέσο όρο στο $S=35,3\%$. Η τιμή χαρακτηρίζεται φυσιολογική καθώς η Μεσόγειος Θάλασσα έχει τιμή αλατότητας $S=39$ (Ξένος, 2000). Αποτελέσματα που πλησιάζουν την μέση τιμή της αλατότητας $S=39$ παρατηρούμε και σε παλαιότερες μετρήσεις για το παλιό λιμάνι των Χανίων (Μίνου, 2009).

Η θολρότητα κυμαίνεται από 0 έως 1,9 NTU, το οποίο χαρακτηρίζεται ως φυσιολογική τιμή. Συνεπώς, παρουσιάζει κατά μέσο όρο χαμηλές τιμές, εμφανίζοντας το λιμάνι με σχετικά διαυγή νερά καθ' όλη τη διάρκεια των δειγματοληψιών, καθώς η περιοχή προστατεύεται από τις αναταράξεις του κυματισμού από τον τεχνητό λιμενοβραχίονα.

Τα ολικά στερεά διατηρούν μια σταθερή τιμή με μέσο όρο 34,1 mg/l με εξαίρεση την 5/5/2015, που εμφανίζεται η τιμή 28,5 mg/l και την 1/7/2015 με τιμή 39,9 mg/l. Αυτό πιθανότατα να οφείλεται στα διαλυμένα άλατα και στα αιωρούμενα στερεά.

Το διαλυμένο οξυγόνο τους καλοκαιρινούς μήνες παρουσιάζει μια φθίνουσα πορεία, ενώ τη χειμερινή περίοδο οι τιμές παρουσιάζουν αύξηση, λόγω της φωτοσύνθεσης του φυτοπλαγκτόν που αναπτύσσεται από τις ευτροφικές συνθήκες που δημιουργούνται. Για τα νερά κολύμβησης με βάση το ΦΕΚ 438B/3-7-1988 τα επιθυμητά όρια του διαλυμένου οξυγόνου είναι 80-120% . Το διαλυμένο οξυγόνο εκφρασμένο σε mg/l ακολουθεί επίσης την ίδια φθίνουσα τάση την καλοκαιρινή περίοδο, λόγω του ότι η διαλυτότητα του οξυγόνου είναι αντιστρόφως ανάλογη της θερμοκρασίας του νερού.

Το Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (BOD_5) εμφανίζει ένα μέσο όρο μετρήσεων 3,5mg/l, τιμές φυσιολογικές για μη ρυπασμένα νερά, χωρίς σημαντικές διακυμάνσεις εκτός από μια τιμή στις 15/10/2015 με 9 mg/l. Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία τα απόβλητα που αποχετεύονται σε επιφανειακούς αποδέκτες πρέπει να εμφανίζουν την αποδεκτή τιμή $BOD_5 < 40$ mg/l (Ζανάκη, 2001). Στις 26/3/2015 μετρήθηκε μόνο το σημείο 3, ενώ 1/7/2015 δεν υπήρξε καμία μέτρηση.

Σχετικά με τα θρεπτικά στοιχεία, μπορεί να παρατηρηθεί μια σταθερότητα τιμών των νιτρικών ιόντων με μέσο όρο 3,7 mg/l, με μόνη εξαίρεση μια αυξητική τάση τους καλοκαιρινούς μήνες για τα σημεία 5 και 6. Το ανώτατο επιτρεπτό όριο στα θαλασσινά νερά είναι 20mg/l (Ζανάκη, 2001), άρα οι τιμές των δειγμάτων είναι εντός των ορίων, αφού η μέγιστη τιμή είναι 6,6 mg/l.

Τα αμμωνιακά ιόντα παρουσιάζουν συγκεντρώσεις με μέσο όρο 0,15 mg/l, το ανώτατο επιτρεπτό όριο σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία για το πόσιμο νερό είναι 0,5 mg/l.

Εξάιρεση αποτελούν οι ημερομηνίες 1/4/2015 για το σημείο 6 με τιμή 1,2 mg/l και 1/3/2016 για το σημείο 1 με 0,6 mg/l, τα οποία είναι εκτός ορίου.

Οι τιμές των φωσφορικών ιόντων , παρουσιάζουν για τέσσερις μήνες μηδενικές τιμές, ενώ βλέπουμε τις τιμές να είναι εκτός ορίου με μέσο όρο 0,22 mg/l, καθώς το επιτρεπτό όριο είναι 0,1mg/l. Ιδιαίτερα αυξημένη τιμή παρουσιάζεται στις 5/5/2015 για το σημείο 2 με συγκέντρωση 2,5mg/l. Οι τιμές πάνω από 0,1 mg/l θεωρούνται κρίσιμες για την εκρηκτική ανάπτυξη των αλγών, διότι σε μεγάλη συγκέντρωση μπορεί να οδηγήσουν στο φαινόμενο του ευτροφισμού. Οι υψηλές συγκεντρώσεις φωσφορικών ιόντων συνήθως συνδέονται με αστικά λύματα και εκπλύσεις οικιακών και βιομηχανικών απορρυπαντικών, διότι περιέχουν πολυφωσφορικά ιόντα για την αποσκλήρυνση του νερού.

Οι αριθμοί των αποικιών στα κολοβακτήρια που καταμετρήθηκαν ως επί το πλείστο βρίσκονται εντός του ορίου που ορίζεται ως 100 αποικίες ανά 100 ml, σύμφωνα με το νομικά θεσμοθετημένο επιθυμητό όριο για τα νερά κολύμβησης (ΦΕΚ 438B/3-7-1988). Ιδιαίτερα αυξημένες τιμές παρατηρούνται στις 26/3/2015 για τα σημεία 2, 4, 5 και 6 και στις 5/5/2015 για τα σημεία 7 και 8 με τιμές πάνω από 1000 αποικίες στα 100 ml. Σε προηγούμενη εργασία τα αποτελέσματα οι αποικίες των κολοβακτηριδίων ξεπερνούν το επιθυμητό όριο (Μίνου, 2009).

Επίσης, οι αριθμοί των αποικιών E.coli 26/3/2015 και 5/5/2015 παρουσιάζουν πολύ υψηλές τιμές. Γενικά, ο μέσος όρος των μετρήσεων είναι εντός των ορίων, τα οποία είναι 100 αποικίες ανά 100 ml. Σε προηγούμενη εργασία τα αποτελέσματα οι αποικίες των E.coli δεν ξεπερνούν το επιθυμητό όριο αλλά είναι οι τιμές είναι αυξημένες(Μίνου, 2009).

Την ίδια αυξητική τάση στις ίδιες ημερομηνίες εμφανίζουν οι μετρήσεις για τον εντερόκοκκο. Ο μέσος όρος των μετρήσεων υπολογίζεται εντός ορίου, το οποίο είναι 100 αποικίες ανά 100 ml. Σε προηγούμενη εργασία τα αποτελέσματα οι αποικίες των εντερόκοκκων δεν ξεπερνούν το επιθυμητό όριο αλλά είναι οι τιμές είναι αυξημένες (Μίνου, 2009).

Σχετικά με τις συγκεντρώσεις του καλίου, αυτές παραμένουν σταθερές κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών. Το ίδιο συμβαίνει και με τις συγκεντρώσεις του ασβεστίου με μια μικρή φθίνουσα τάση από 5/8/2015 έως 9/11/2015. Οι σταθερές συγκεντρώσεις του ασβεστίου οφείλονται στην αποσάθρωση των πετρωμάτων που είναι πλούσια σε γύψο.

Σχήμα 1 : Γραφική απεικόνιση αποτελεσμάτων του λιμανιού και της παραλίας της Νέας Χώρας για pH, αγωγιμότητα, αλατότητα, TDS. Σημεία λιμανιού 1-2-3-4-5 , σημεία παραλίας 6-7-8.

Σχήμα 2: Γραφική απεικόνιση αποτελεσμάτων του λιμανιού και της παραλίας της Νέας Χώρας για διαλυμένο οξυγόνο (% και mg/l) ,θολρότητα, BOD. Σημεία λιμανιού 1-2-3-4-5 , σημεία παραλίας 6-7-8.

--	--	--

Σχήμα 3: Γραφική απεικόνιση αποτελεσμάτων του λιμανιού και της παραλίας της Νέας Χώρας για τα νιτρικά ιόντα, τα αμμωνιακά ιόντα και τα φωσφορικά ιόντα. Σημεία λιμανιού 1-2-3-4-5, σημεία παραλίας 6-7-8.

--	--	--

Σχήμα 4: Γραφική απεικόνιση μικροβιολογικών αποτελεσμάτων για FC, E.coli, εντερόκοκκων του λιμανιού και της παραλίας της Νέας Χώρας. Σημεία λιμανιού 1-2-3-4-5, σημεία παραλίας 6-7-8.

--	--

Σχήμα 5: Γραφική απεικόνιση K,Ca του λιμανιού και της παραλίας της Νέας Χώρας. Σημεία λιμανιού 1-2-3-4-5, σημεία παραλίας 6-7-8.

4.2. Αποτελέσματα αναλύσεων των δειγματοληψιών των ποταμών Κερίτη, Ταυρωνίτη και Κλαδισού.

Παρακάτω παρατίθενται τα αποτελέσματα των δειγματοληψιών των τριών ποταμών, με εξαίρεση τους μήνες από 22/7/2015 έως 1/3/2016 για τον Κλαδισό και αντίστοιχα από 22/8/2015 έως 9/11/2015 για τον Ταυρωνίτη, λόγω στασιμότητας των υδάτων.

Και στα εν λόγω σημεία δειγματοληψίας το pH κυμαίνεται μεταξύ των ορίων του πόσιμου νερού, τα οποία είναι από 6,5 έως 8,5 (Ζανάκη, 2001), με μέγιστη τιμή 8,79 στις 2/4/2015 στον Κλαδισό και κατώτατη τιμή στις 22/10/2015 6,48 στον Κερίτη. Ο μέσος όρος για τον Κερίτη είναι 7,8 για τον Ταυρωνίτη είναι 8 και για τον Κλαδισό είναι 8,1. Το pH, παρατηρείται ως ελαφρώς αλκαλικό και για τους τρεις ποταμούς. Για τον Ταυρωνίτη ποταμό η τιμή του pH παραμένει σταθερή αφού και σε προηγούμενες μερήσεις κυμάνθηκαν από το 7,3-8,25 (Καλημέρη το 2004). Το 2010 οι μετρήσεις στην υδρογεωλογική λεκάνη του Κερίτη χαρακτήρισε το νερό ελαφρώς αλκαλικό (Κυρίου 2010).

Οι τιμές δειγματοληψίας για την ηλεκτρική αγωγιμότητα στον Κερίτη ποταμό εμφανίζονται με μέσο όρο 710,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$, στον Ταυρωνίτη με μέσο όρο 502 $\mu\text{S}/\text{cm}$ και στον ποταμό Κλαδισό 388 $\mu\text{S}/\text{cm}$, όπου αυτή έχει μετρηθεί. Σε όλες τις περιοχές η ηλεκτρική αγωγιμότητα κυμαίνεται στα όρια για τα επιφανειακά νερά που είναι 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, οπότε δεν εμφανίζονται προβλήματα που να οφείλονται σε μεγάλες συγκεντρώσεις αλάτων. Ο Ταυρωνίτης το 2004 κυμάνθηκε στα 315-543 $\mu\text{S}/\text{cm}$ από προηγούμενες μετρήσεις οπότε τώρα βλέπουμε μια αύξηση (Καλημέρη το 2004). Στον Κερίτη οι μετρήσεις ήταν εντός ορίων (Κυρίου 2010).

Η θολρότητα κυμαίνεται από 0 έως 3,3 NTU στον Κερίτη, από 0 έως 8,2 NTU στον Ταυρωνίτη και από 1,6 έως 34 NTU στον Κλαδισό. Η θολρότητα διατηρήθηκε σε χαμηλά επίπεδα, ενώ οι μεγαλύτερες τιμές οφείλονται σε αιωρούμενα σωματίδια ανόργανης ή οργανικής φύσης (χώμα, πηλός, φύκη, βακτήρια) που βρίσκονται στα νερά και είναι σύμφωνα με τη μείωση του διαλυμένου οξυγόνου. Το 2010 η θολρότητα κυμάνθηκε από

0,1 έως 6,4 NTU στον Κερίτη ενώ στον Ταυρωνίτη από 0 έως 5,6 NTU(Κυρίου 2010). Οι τιμές εμφανίζουν μια μικρή διαφορά μεταξύ τους.

--	--	--

Σχήμα 6 : Γραφική απεικόνιση αποτελεσμάτων pH ,TDS , θολερότητας των ποταμών Κερίτη, Ταυρωνίτη ,Κλαδισό.

Σχήμα 7 : Γραφική απεικόνιση αποτελεσμάτων για αγωγιμότητα, χλωριόντα, σκληρότητα , Na, Ca, K των ποταμών Κερίτη, Ταυρωνίτη ,Κλαδισό.

Σχήμα 8: Γραφική απεικόνιση αποτελεσμάτων για τα νιτρικά ιόντα, τα φωσφορικά ιόντα, τα αμμωνιακά ιόντα, και για τα θειικά ιόντα των ποταμών Κερίτη, Ταυρωνίτη ,Κλαδισό.

Σχήμα 9: Γραφική απεικόνιση αποτελεσμάτων για διαλυμένο οξυγόνο (% και mg/l) , BOD, COD των ποταμών Κερίτη, Ταυρωνίτη ,Κλαδισό.

--	--	--

Σχήμα 10: Γραφική απεικόνιση μικροβιολογικών αποτελεσμάτων για FC, E.coli, εντερόκοκκων των ποταμών Κερίτη, Ταυρωνίτη ,Κλαδισό.

--	--

Σχήμα 11 : Γραφική απεικόνιση αποτελεσμάτων για φαινόλες και απορρυπαντικά των ποταμών Κερίτη, Ταυρωνίτη ,Κλαδισό.

Αδημοσίευτα στοιχεία για διευκρινήσεις επικοινωνία gstav@chania.teicrete.gr

Τα ολικά στερεά εμφανίζονται για τον Κερίτη με μέσο όρο τιμής 345,75 mg/l, για τον Ταυρωνίτη με μέσο όρο τιμής 243 mg/l και για τον Κλαδισό με μέσο όρο 189 mg/l. Οι συγκεντρώσεις κυμάνθηκαν σε χαμηλά επίπεδα αφού το όριο για το γλυκό νερό είναι 0 έως 1000 mg/l . Η μεγάλη περιεκτικότητα σε ολικά στερεά μπορεί να επηρεάσει τη διαύγεια, τη θερμοκρασία και το διαλυμένο οξυγόνο.

Το διαλυμένο οξυγόνο παρουσιάζει, επίσης, μια φθίνουσα πορεία την καλοκαιρινή περίοδο και για τους τρεις ποταμούς. Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία που ορίζεται για τα επιφανειακά νερά, οι περισσότερες συγκεντρώσεις του διαλυμένου οξυγόνου βρίσκονται μέσα στο επιθυμητό όριο 80-120%. Ο μέσος όρος για τον Κερίτη είναι 83,4% για τον Ταυρωνίτη είναι 97,7% και για τον Κλαδισό είναι 99,9%.

Για την σκληρότητα οφείλεται το διαλυμένο ανθρακικό ασβέστιο. Στον Κερίτη ποταμό η μέση συγκέντρωση της σκληρότητας μετρήθηκε 368,33mg/l, στον Ταυρωνίτη 224 mg/l και στον Κλαδισό 188 mg/l. Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων παρατηρούνται παρόμοιες εποχιακές μεταβολές στις τιμές των παραμέτρων καθώς και αυξομειώσεις ανάλογα με την περιοχή. Συγκρίνοντας τις γραφικές παραστάσεις της συγκέντρωσης των θειικών ιόντων μετρούμενων σε mg/l με τη σκληρότητα CaCO₃ σε mg/l, της συγκέντρωσης της αγωγιμότητας μS/cm με τη συγκέντρωση των θειικών ιόντων καθώς και τη συγκέντρωση χλωριόντων (Cl⁻) σε mg/l με τη συγκέντρωση της αγωγιμότητας σε κάθε σημείο δειγματοληψίας παρατηρούμε την αλληλεπίδραση των δυο παραμέτρων κάθε φορά.

Η αυξημένη συγκέντρωση των ιόντων χλωρίου (Cl⁻) οφείλεται στη χημική σύσταση των πετρωμάτων από όπου διέρχεται το νερό, στην προέλαση θαλάσσιου μετώπου στα υπόγεια νερά παράκτιων περιοχών που οφείλεται στην υπεράντληση καθώς και στη συσσώρευση λυμάτων ανθρωπογενούς προέλευσης. Παρατηρούνται οι μέγιστες τιμές στις 22/10/2015 στον Κερίτη με τιμή 94,97 mg/l και μέσο όρο 39,8 mg/l, στις 1/7/2015 και 2/12/2015 στον Ταυρωνίτη με τιμή 53,98 mg/l και μέσο όρο 46,8 mg/l και στον Κλαδισό στις 1/7/2015 με τιμή 75,18 mg/l και μέσο όρο 36,7 mg/l. Το 2004 οι τιμές στον Ταυρωνίτη κυμάνθηκαν από 27-47 mg/l τιμές χαμηλότερες από τις τωρινές.

Το Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (BOD₅) γενικά παρουσιάζει χαμηλές τιμές για όλα τα ποτάμια, κυρίως από 0 έως 4 mg/l, με μέσο όρο στον Κερίτη 3,1 mg/l, στον Ταυρωνίτη 3,4 mg/l και στον Κλαδισό 3,3 mg/l εκτός από τις 2/4/2015 και τις 22/7/2015 που εμφανίζονται οι τιμές 6 και 8 mg/l στον ποταμό Κλαδισό και τους Κερίτη και Ταυρωνίτη αντίστοιχα. Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία τα απόβλητα που αποχετεύονται σε επιφανειακούς αποδέκτες πρέπει να εμφανίζουν την αποδεκτή τιμή BOD₅ < 40 mg/l. Όμως τιμές διαλυμένου οξυγόνου υψηλότερες από 9 mg/l οδηγούν στην εμφάνιση φωτοσυνθετικής δράσης των φυκών. Γνωρίζουμε ότι για να αναπτυχθούν σε λίμνες και ποταμούς φωτοσυνθετικοί οργανισμοί πρέπει να υπάρχει πλούσιο οργανικό φορτίο. (Ζανάκη, 2001). Στις 22/7/2015 ο Κερίτης έχει 6,3 mg/l διαλυμένο οξυγόνο ενώ το μικροβιολογικό του φορτίο είναι 610 FC αποικίες και 174 E.coli. Ο Ταυρωνίτης την ίδια ημέρα έχει 7,9 mg/l διαλυμένο οξυγόνο ενώ το μικροβιολογικό του φορτίο είναι 4100 FC αποικίες και 2140 E.coli. Ο μέσος όρος του διαλυμένου οξυγόνου του Κερίτη είναι 7,8 mg/l και του Ταυρωνίτη 9,4 mg/l. Αντίστοιχα ο Κλαδισός στις 2/4/2015 έχει 10,3 mg/l διαλυμένο οξυγόνο ενώ το μικροβιολογικό του φορτίο είναι 800 FC αποικίες και 452 E.coli. Ο μέσος όρος του διαλυμένου οξυγόνου του Κλαδισού είναι 9,4 mg/l. Συνεπώς οι μεγαλύτερες τιμές του BOD₅ που βρέθηκαν δηλώνουν ρύπανση του νερού, λόγω εισροής λυμάτων που έχει άμεση σχέση με τα FC και E.Coli. Το 2004 η τιμή του BOD ήταν από 1-3 mg/l για τον Ταυρωνίτη.

Οι τιμές του COD κυμαίνονται από 0 έως 10,6 mg/l για όλους τους ποταμούς. Ο μέσος όρος του COD στον Κερίτη είναι 2,6 mg/l, στον Ταυρωνίτη είναι 2,7 mg/l και στον Κλαδισό είναι 6,6 mg/l. Στις 1/7/2015 η τιμή του COD στον Κλαδισό έφτασε τα 10 mg/l για αυτό και ο συγκεκριμένος ποταμός εμφανίζει μεγάλο μέσο όρο ενώ τα άλλα 2 ποτάμια έχουν χαμηλές τιμές. Εκτιμάται ότι υπάρχει ρύπανση των επιφανειακών υδάτων από λύματα και απόβλητα κοιτάζοντας και τις τιμές του BOD και των μικροβιολογικών αποτελεσμάτων. Σύμφωνα με

την νομοθεσία τα απόβλητα που αποχετεύονται σε επιφανειακά ρέματα ή στη θάλασσα πρέπει να έχουν COD μικρότερο από 120 mg/l (Ζανάκη ,2001).Οι χαμηλές τιμές του COD μας δείχνει ότι δεν έχουμε επίσης βιομηχανικά απόβλητα. Στην εργασία αυτή το COD μετρήθηκε κάτω του ορίου <10 mg/l που έχει ως εύρος μέτρησης το kit test που χρησιμοποιήσαμε.

Σχετικά με τα θρεπτικά στοιχεία, τα νιτρικά ιόντα την καλοκαιρινή περίοδο παρουσιάζουν μια αύξηση, ενώ την χειμερινή περίοδο μια φθίνουσα τάση. Στην 1/7/2015 ο Κλαδισός εμφανίζει την τιμή 16,4 mg/l που είναι η μεγαλύτερη και για τους 3 ποταμούς. Ο μέσος όρος των νιτρικών ιόντων του Κερίτη είναι 7,8 mg/l , για τον Ταυρωνίτη είναι 9,9 mg/l και στον Κλαδισό είναι 8,4 mg/l.Οι συγκεντρώσεις των νιτρικών ιόντων για το πόσιμο νερό με βάση τη νομοθεσία είναι 25-50 mg/l.

Τα αμμωνιακά ιόντα αποτελούν δείκτη κοπρανώδους ρύπανσης και αμμωνιακών λιπασμάτων. Οι συγκεντρώσεις των αμμωνιακών ιόντων για τα επιφανειακά νερά με βάση τη νομοθεσία είναι 0,5 mg/l.Ο μέσος όρος στον Κερίτη είναι 0,1 mg/l, στον Ταυρωνίτη είναι 0,15 mg/l και στον Κλαδισό είναι 0,4 mg/l επομένως οι μετρήσεις μας είναι χαμηλές.

Οι συγκεντρώσεις των φωσφορικών ιόντων για τα επιφανειακά νερά με βάση τη νομοθεσία είναι 0,4-0,7 mg/l. Οι μετρήσιμες συγκεντρώσεις ήταν αρκετά χαμηλές και δεν ξεπέρασαν τα όρια της νομοθεσίας. Ο μέσος όρος των φωσφορικών ιόντων του Κερίτη είναι 0,3 mg/l , για τον Ταυρωνίτη είναι 0,09 mg/l και για τον Κλαδισό είναι 0,3 mg/l. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει μια ελαφριά ρύπανση από λιπάσματα και από οικιακά απόβλητα.

Η συγκέντρωση θειικών ιόντων έχει ξεπεράσει σε αρκετές δειγματοληψίες τα 250mg/l με βάση το θεσμοθετημένο όριο στον ποταμό Κερίτη. Έχουμε όμως και πολύ χαμηλές τιμές στον Κλαδισό και τιμές που αυξομειώνονται στον Ταυρωνίτη. Ο μέσος όρος των θειικών ιόντων του Κερίτη είναι 274,3 mg/l , για τον Ταυρωνίτη είναι 94 mg/l και για τον Κλαδισό είναι 48,25 mg/l.

Οι αριθμοί των αποικιών στα κολοβακτήρια εμφανίζουν πολύ μεγάλη αυξητική τάση την καλοκαιρινή περίοδο με μέγιστη τιμή 110.000 αποικίες αυτή του Κλαδισού . Ο Κερίτης κυμαίνεται από 280-1320 αποικίες/100 ml, ο Ταυρωνίτης 180-4100/100 ml και ο Κλαδισός 800-110.000 αποικίες/100ml .Το επιθυμητό όριο για τα νερά κολύμβησης είναι 100 αποικίες/100ml.Το ανώτατο όριο είναι 500 αποικίες/100 ml.Όλη τη διάρκεια του χρόνου οι τιμές σε όλα τα ποτάμια είναι πολύ υψηλές και οφείλεται σε πηγές μικροοργανισμών από ανθρώπινα ή κτηνοτροφικά απόβλητα και λύματα. Τα FC αποτελούνται από διάφορα είδη που υπάρχουν στα κόπρανα ανθρώπων και θερμόαιμων ζώων. Το 2004 στις μετρήσεις της Καλημέρη για τον Ταυρωνίτη οι συγκεντρώσεις των κολοβακτηρίων ήταν σε χαμηλά επίπεδα.

Τα E.Coli αποτελούν δείκτη περιττωματικής μόλυνσης του νερού από τα αστικά λύματα.Το επιθυμητό όριο για τα νερά κολύμβησης είναι 100 αποικίες/100ml.Το ανώτατο όριο είναι 500 αποικίες/100 ml.Οι τιμές δειγματοληψίας σε όλα τα ποτάμια είναι πολύ υψηλές. Ο Κερίτης κυμαίνεται από 0-480 αποικίες/100 ml, ο Ταυρωνίτης 110-2140/100 ml και ο Κλαδισός 62-2000 αποικίες/100 ml .

Αντίστοιχα και οι εντερόκοκκοι την καλοκαιρινή περίοδο έχουν αυξητική τάση και τη χειμερινή λιγοστεύουν, παρ' όλα αυτά οι τιμές είναι υψηλές και στα τρία ποτάμια. Ο Κερίτης κυμαίνεται από 95-830 αποικίες/100 ml, ο Ταυρωνίτης 60-700 /100 ml και ο Κλαδισός 220-2200 αποικίες/100 ml .Η αύξηση την καλοκαιρινή περίοδο οφείλεται στην

απουσία των βροχοπτώσεων η οποία αραιώνει το δείγμα. Το επιθυμητό όριο για τα νερά κολύμβησης είναι 100 αποικίες/100ml.

Οι φαινόλες κυμαίνονται από 0 έως 0,61 mg/l και τη χειμερινή περίοδο εμφανίζονται, ενώ την καλοκαιρινή περίοδο οι τιμές είναι μηδενικές. Οι φαινόλες χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία φαρμάκων, χρωμάτων και βρίσκονται στα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων. Συνεπώς η ρύπανση του νερού με φαινόλες είναι επικίνδυνη για τη δημόσια υγεία διότι χλωριώνοντας το νερό αν ορίζεται για πόσιμο σχηματίζονται χλωροφαινόλες που είναι τοξικές και καρκινογόνες. Το ανώτερο επιτρεπτό όριο είναι το 0,001 mg/l.

Οι συγκεντρώσεις των απορρυπαντικών κυμαίνονται μεταξύ του 0,1 mg/l και του 1,35 mg/l. Στα απόβλητα που αποχετεύονται σε ρέματα ή στη θάλασσα τα απορρυπαντικά πρέπει να είναι λιγότερο από 5 mg/l. Επίσης έχουν μια συνεχή εμφάνιση καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου, όμως την καλοκαιρινή περίοδο έχουν αυξητική τάση διότι το καλοκαίρι δεν υπάρχουν βροχοπτώσεις οπότε δεν έχουμε αραιώση έτσι ώστε να ελαττώνεται ή να χάνεται ο ρύπος.

Οι συγκεντρώσεις των ιόντων Νατρίου εμφανίζονται κατά μέσο όρο με τιμή 19,2 mg/l στον Κερίτη, 24 mg/l στον Ταυρωνίτη και 17,2 στον Κλαδισό ποταμό. Το ενδεικτικό όριο στα υπόγεια νερά είναι 20 mg/l ενώ στα επιφανειακά είναι από 1-500 mg/l,

Αντίστοιχα, οι συγκεντρώσεις των ιόντων Καλίου εμφανίζονται κατά μέσο όρο με τιμή 1,33 mg/l στον Κερίτη, 1,8 mg/l στον Ταυρωνίτη και 1,3 στον Κλαδισό ποταμό. Το κάλιο βρίσκεται σε αφθονία στη φύση και η παρουσία του σχετίζεται με την φυσική αποσάθρωση πετρωμάτων πλούσια σε γύψο.

Τέλος, οι συγκεντρώσεις των ιόντων Ασβεστίου εμφανίζονται κατά μέσο όρο με τιμή 52,6 mg/l στον Κερίτη, 39,1 mg/l στον Ταυρωνίτη και 41mg/l στον Κλαδισό ποταμό. Το ασβέστιο προέρχεται από τα πετρώματα (ασβεστόλιθο, δολομίτη ,γύψο) δια μέσου του οποίου διέρχεται το νερό.

Συμπερασματικά παρατηρώντας τα αποτελέσματα διακρίνουμε μια συνεχή εμφάνιση μικροβιολογικού φορτίου στη θάλασσα της Νέας Χώρας που μπορεί να προέρχεται είτε από τους αγωγούς όμβριων υδάτων, επιφανειακές απορροές, διαρροές αστικών λυμάτων είτε από παράνομες ρίψεις από ιδιωτικά σκάφη. Οι ποταμοί έχουν μικροβιολογικό φορτίο όλο το χρόνο, το οποίο υποδηλώνει μαζί με τις υπόλοιπες πηγές ρύπανσης ότι οφείλεται στη πιθανή διαρροή λυμάτων κοντά στις όχθες των ποταμών ή/και ζωικών αποβλήτων κοπρανώδους προέλευσης ,γεωργικών αποβλήτων και λιπασμάτων .

Οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι η πολιτεία αλλά και οι κάτοικοι θα πρέπει να ευαισθητοποιηθούν και να προσέχουν ώστε να μην διοχετεύονται λύματα και σκουπίδια στους ποταμούς διότι επιβαρύνεται ο υδροφόρος ορίζοντας με αποτέλεσμα όλα αυτά να φτάνουν στη θάλασσα . Έτσι η παράκτια ζώνη που εκβάλλουν οι ποταμοί με τη σειρά της να γίνεται απαγορευτική για τους λουόμενους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ζανάκη Κ., 2001, Έλεγχος ποιότητας νερού, Εκδ. Ίων .

- Καρπουτζάκη Μ. 2010. Πολυπαραμετρικό σύστημα παρακολούθησης των μεταβολών των ποιοτικών παραμέτρων των επιφανειακών υδάτων του ποταμού Ταυρωνίτη. Πτυχιακή εργασία. Τμήμα Μηχανικών Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος.
- Δημητρίου Α. 2015, Υδρολογική και γεωχημική προσομοίωση της λεκάνης απορροής του ποταμού Κερίτη. Διπλωματική εργασία. Πολυτεχνείο Κρήτης Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος.
- Κυρίου Μ. 2010, Ανάλυση των φυσικοχημικών και μικροβιολογικών παραμέτρων ποιότητας των νερών παραποτάμων και πηγών της υδρολογικής λεκάνης του ποταμού Κερίτη. Πτυχιακή εργασία. Τμήμα Μηχανικών Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος.
- LOVIBOND. Εγχειρίδιο λειτουργίας θολόμετρου LOVIBOND CR 3210
- Merck . Εγχειρίδιο λειτουργίας φωτόμετρου Merck NOVA 60.
- Κασινά Ζ. 2010, Μικροβιολογική ανάλυση νερών κολύμβησης σε παραλίες του Ν. Χανίων. Πτυχιακή εργασία. Τμήμα Μηχανικών Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος.
- Μίνου Α. 2009, Προσδιορισμού του επιπέδου ρύπανσης στον εμπορικό λιμένα της Σούδας και στον Ενετικό Λιμένα Χανίων. Πτυχιακή εργασία. Τμήμα Μηχανικών Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος.
- Ξένος Κ. 2000, Χημική ωκεανογραφία, Μακεδονικές Εκδόσεις.
- Καλημέρη Μαρία 2004, Ποιοτικός έλεγχος των υδάτων των ποταμών Κοιλιακή και Ταυρωνίτη Πτυχιακή εργασία. Τμήμα Μηχανικών Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος.

Ιστοσελίδες:

- (1) Αναρτημένο 7 Σεπτεμβρίου 2016 στην ιστοσελίδα ΓΛΥΚΟ ΝΕΡΟ : <http://www.enidrio.gr/el/water/freshwater/>
- (2) Αναρτημένο 7 Σεπτεμβρίου στην ιστοσελίδα ΘΑΛΑΣΣΙΝΟ ΝΕΡΟ : <http://www.enidrio.gr/el/water/seawater/>
- (3) Αναρτημένο 12 Οκτωβρίου 2016 στην ιστοσελίδα ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ: http://www.medsos.gr/medsos/files/LIFE-PURE/FYLLA-PLIROFORION/FP_3.pdf
- (4) Αναρτημένο 19 Νοεμβρίου 2016 στην ιστοσελίδα Ο ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ: http://envifriends.blogspot.gr/2013/10/blog-post_21.html και πηγή εικόνας 1
- (5) Αναρτημένο 19 Νοεμβρίου 2016 στην ιστοσελίδα ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΦΕΚ: http://www.malv.gr/uploads/files/FEK%20892_B_110701.pdf
- (6) Αναρτημένο 16 Ιανουαρίου 2017 στην ιστοσελίδα ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ: http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/el/displayFtu.html?ftuId=FTU_5.4.4.html
- (7) Αναρτημένο 16 Ιανουαρίου 2017 στην ιστοσελίδα Το θαλασσινό νερό: <http://www.env-edu.gr/Chapters.aspx?id=108>

ΠΡΟΣΘΕΤΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Κουϊμτζή Θ., Φυτιάνου Κ., Σαμαρά Κ. – Κωνσταντίνου, 1998, *Χημεία Περιβάλλοντος*, Εκδόσεις University Studio Press.
- Μαλεφάκη Γιάννη, 1999, *Ποιότητα Νερού – Μεγαλοστοιχεία & Ιχνοστοιχεία στα νερά, στα εδάφη, στα φυτά, στα ζώα και στον άνθρωπο*.
- Τσιούρης Σωτήριος Ε., 2001, *Θέματα Προστασίας Περιβάλλοντος*, Εκδόσεις Γαργατάνη.
- Θάλασσες
[http://postgra.hydro.ntua.gr/docs/lessons/11/panajiotidis/Panayotidis_text_2009.pdf]
- Ελληνικές Θάλασσες [http://1epal-vολου.mag.sch.gr/old_site/ecology/polution.htm]
- Ρύπανση της θάλασσας [<http://www.env-edu.gr/Chapters.aspx?id=115>]
- Κατηγορίες Θαλάσσιας Ρύπανσης
[http://www.aqualex.org/elearning/marine_environment/greek/chap5/categories.html]
- Δική μας η Μεσόγειος, δικοί μας οι ρύποι
[http://news.kathimerini.gr/4dcgi/_w_articles_ell_2_12/11/2005_163336]
- Οι 9 πιο καταστροφικές αιτίες
[http://news.kathimerini.gr/4dcgi/_w_articles_ell_100036_12/11/2005_163335]
- Παπαπετροπούλου Μ., και Μαυρίδου Α. 1995. Μικροβιολογία του Υδάτινου Περιβάλλοντος. Εκδόσεις Τραυλός-Κωσταράκη
- Στεριανές ασθένειες μολύνουν τους ωκεανούς
[<http://www.tovima.gr/default.asp?pid=2&ct=3&artid=172149&dt=19/03/2006>]
- Γαλάζιες Σημαίες-Blue Flag [<http://www.eepf.gr/blueflag.html>]
- Αδριανάκης, Μ., (1997). *Η παλιά πόλη των Χανίων*, Εκδόσεις Αδάμ, Αθήνα.
- Βλάχος, Γ. Π., (2007). *Εμπορική ναυτιλία και θαλάσσιο περιβάλλον*, Εκδόσεις Αθ.Σταμούλης, Αθήνα, σ.695
- Camp & Daugherty, (1998). *Διαχείριση Φυσικών Πόρων*, Εκδόσεις Ίων, Αθήνα, σ.279
- Λέκκας, Ε., (2000). *Φυσικές και Τεχνολογικές Καταστροφές*, Εκδόσεις Access, Αθήνα, σ.278
- Σακελλαριάδου, Φ.Ν.,(2007). *Ωκεανογραφία*, Εκδόσεις Αθ.Σταμούλης, Αθήνα, σ.354
- Σπανάκη, Σ. Γ., *Η Κρήτη: Τουριστικός-Ιστορικός Αρχαιολογικός οδηγός*, β' τόμος, Εκδόσεις Βαγγέλη Απ. Σφακιανάκη, Ηράκλειο Κρήτης, σ.419
- Στουρνάρας, Γ.Κ., (2007). *Νερό: Περιβαλλοντική διάσταση και διαδρομή*, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη, σ.664
- Τσελέντης, Β., (2008). *Διαχείριση θαλάσσιου περιβάλλοντος και ναυτιλία*, Εκδόσεις Αθ.Σταμούλης, Αθήνα, σ.436
- Τσιούρης, Σ. Ε., (2001). *Θέματα προστασίας του περιβάλλοντος*, Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, σ.349

- Φυτίανου, Κ., (1996). *Η ρύπανση των θαλασσών*, Εκδόσεις University studio press,
- Θεσσαλονίκη, σ.337
- Γιαννακοπούλου Ε., 2014, Μοντελοποίηση ροής και μεταφοράς αγροχημικών στην κορεσμένη εδαφική ζώνη με χρήση του μοντέλου MIKESHE. Εφαρμογή στη λεκάνη απορροής του ποταμού Κερίτη.
- Τσάιμος Γ., 2009, Διαχειριστική Μελέτη Υδατικών Πόρων στις λεκάνες απορροής Κερίτη-Θερίσου.