



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ, Α΄ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΝΑΤΟΜΙΚΗΣ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**«ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΘΕΜΑΤΩΝ**

**ΜΕ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ»**

**MSc: “Environment and Health. Capacity building for decision making”**

**Επιστημονική Υπεύθυνη και Διευθύντρια ΠΜΣ**

**Πολυξένη Νικολοπούλου-Σταμάτη, Καθ. Ιατρικής Σχολής ΕΚΠΑ**

**“ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΛΕΥΘΕΡΟΥ ΧΛΩΡΙΟΥ ΣΕ ΚΟΛΥΜΒΗΤΙΚΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΣΤΗΝ  
ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ”**

**“FREE CHLORINE CONTROL IN SWIMMING POOLS IN ΑΤΤΙΚΑ REGION”**

Όνομα: **ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΔΗΣ ΑΓΓΕΛΟΣ**

Αρ. μητρώου: **20110691**

Ιδιότητα: **ΥΓΙΕΙΝΟΛΟΓΟΣ Τ.Ε.**

Επιβλέπουσα καθηγήτρια ΜΔΕ: Πολυξένη Νικολοπούλου-Σταμάτη,

Καθ. Ιατρικής Σχολής ΕΚΠΑ

**ΑΘΗΝΑ 2014**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ, Α΄ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΝΑΤΟΜΙΚΗΣ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**«ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΘΕΜΑΤΩΝ**

**ΜΕ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ»**

**MSc: “Environment and Health. Capacity building for decision making”**

**Επιστημονική Υπεύθυνη και Διευθύντρια ΠΜΣ**

**Πολυξένη Νικολοπούλου-Σταμάτη, Καθ. Ιατρικής Σχολής ΕΚΠΑ**

**“ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΛΕΥΘΕΡΟΥ ΧΛΩΡΙΟΥ ΣΕ ΚΟΛΥΜΒΗΤΙΚΕΣ ΛΕΞΑΜΕΝΕΣ ΣΤΗΝ  
ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ”**

**“FREE CHLORINE CONTROL IN SWIMMING POOLS IN ΑΤΤΙΚΑ REGION”**

Όνομα: **ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΔΗΣ ΑΓΓΕΛΟΣ**

Αρ. μητρώου: **20110691**

Ιδιότητα: **ΥΓΙΕΙΝΟΛΟΓΟΣ Τ.Ε.**

**Τριμελής επιτροπή**

Επιβλέπουσα καθηγήτρια ΜΔΕ: Πολυξένη Νικολοπούλου-Σταμάτη, Καθηγήτρια Ιατρικής  
Σχολής ΕΚΠΑ

Πρόεδρος καθηγητής ΜΔΕ: Ματιάτος Ιωάννης, Υδρογεωλόγος και Επιστημονικός  
Συνεργάτης ΕΚΠΑ

Μέλος καθηγήτρια ΜΔΕ: Πρωτόπαππα Ευαγγελία, Καθηγήτρια ΤΕΙ Αθήνας

**ΑΘΗΝΑ 2014**

## **ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΚΡΩΝΥΜΙΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ**

WHO World Health Organization.

FAC free available chlorine

THM τριαλογονομεθάνια

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ .....	6
ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	7
ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΣΤΗΝ ΑΓΓΛΙΚΗ .....	8
Α. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	
1. ΓΕΝΙΚΕΣ ΔΙΑΤΥΠΩΣΕΙΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΤΗ ΧΛΩΡΙΩΣΗ	
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	9
1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΤΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΝΕΡΟΥ .....	10
1.3 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ .....	11
1.3.1 ΟΡΟΙ ΤΟΥ ΥΓΙΕΙΝΟΥ ΥΔΑΤΟΣ .....	12
1.3.2 ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ .....	12
1.4 ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΤΟΥ ΥΔΑΤΟΣ .....	14
1.4.1 ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ .....	14
1.4.2 ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΧΛΩΡΙΔΑ ΤΟΥ ΥΔΑΤΟΣ .....	15
1.4.3 ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΕΛΕΓΧΟ .....	16
1.5 ΥΔΑΤΟΓΕΝΕΙΣ ΛΟΙΜΩΞΕΙΣ .....	17
1.5.1 ΑΜΟΙΒΑΔΕΣ ΤΟΥ ΓΕΝΟΥΣ NAEGLERIA ΚΑΙ ACANTHAMOEBA .....	20
1.5.2 PSEYDOMONAS .....	20
1.5.3 ΔΑΓΚΕΙΟΣ ΠΥΡΕΤΟΣ .....	20
1.5.4 ESCHERICHIA COLI .....	21
1.5.5 SHIGELLA .....	21
1.5.6 LEPTOSPIRA SPP. ....	21
1.5.7 GIARDIASIS .....	21
1.5.8 CRYPTOSPORIDIUM .....	22
1.5.9 HEPATITIS A .....	22
1.5.10 ΟΛΙΚΑ ΚΟΛΟΒΑΚΤΗΡΙΟΕΙΔΗ .....	22
1.5.11 CAMPYLOBACTER .....	23
1.5.12 ΚΛΩΣΤΗΡΙΔΙΟ ΤΟ ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΟ .....	23
1.5.13 LEGIONELLA .....	23
1.6 ΕΙΔΗ ΚΟΛΥΜΒΗΤΙΚΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ .....	24
1.6.1 ΔΗΜΟΣΙΕΣ ΚΟΛΥΜΒΗΤΙΚΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ .....	24
1.6.2 ΑΘΛΗΤΙΚΕΣ ΚΟΛΥΜΒΗΤΙΚΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ .....	25
1.6.3 ΙΔΙΩΤΙΚΕΣ ΚΟΛΥΜΒΗΤΙΚΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ .....	25
1.6.4 ΠΑΙΔΙΚΕΣ ΚΟΛΥΜΒΗΤΙΚΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ .....	25
1.6.5 ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΟΛΥΜΒΗΤΙΚΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ .....	26
1.6.6 ΚΟΛΥΜΒΗΤΙΚΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ .....	26
1.6.7 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΚΟΛΥΜΒΗΤΙΚΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ .....	26
2. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΚΟΛΥΜΒΗΤΙΚΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ	
2.1 ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΗ .....	27
2.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ .....	27
2.3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ .....	28
2.4 ΜΕΓΙΣΤΟ ΦΟΡΤΙΟ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ .....	28
2.5 ΧΩΡΟΙ ΑΠΟΧΩΡΗΤΗΡΙΩΝ .....	28
2.6 ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ .....	29
2.7 ΦΩΤΙΣΜΟΣ, ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΧΩΡΩΝ .....	29

2.8	ΜΕΤΡΑ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ .....	29
2.9	ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ .....	30
2.10	ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΥΛΙΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ .....	30
2.10.1	ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΝΕΡΟΥ .....	31
2.10.2	ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΥΛΙΣΗΣ .....	31
2.11	ΔΙΑΘΕΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ .....	32
3.	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΤΩΝ ΚΟΛΥΜΒΗΤΙΚΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ	
3.1	ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΝΕΡΟΥ .....	33
3.2	ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΜΕ ΧΛΩΡΙΟ .....	34
3.2.1	ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΧΛΩΡΙΟ .....	34
3.2.2	ΕΛΕΥΘΕΡΟ ΧΛΩΡΙΟ .....	35
3.2.3	ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΟ ΧΛΩΡΙΟ .....	36
3.2.4	ΕΝΩΣΕΙΣ ΧΛΩΡΙΟΥ – ΥΠΟΧΛΩΡΙΩΔΕΣ ΝΑΤΡΙΟ .....	38
3.2.5	ΕΝΩΣΕΙΣ ΧΛΩΡΙΟΥ – ΥΠΟΧΛΩΡΙΩΔΕΣ ΑΣΒΕΣΤΙΟ .....	38
3.2.6	ΕΝΩΣΕΙΣ ΧΛΩΡΙΟΥ – ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΧΛΩΡΙΟΥ .....	38
3.2.7	ΧΛΩΡΑΜΙΝΕΣ .....	38
3.2.8	ΤΡΙΑΛΟΓΟΜΕΘΑΝΙΑ – ΤΗΜ .....	39
3.2.9	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ ΜΕ ΧΛΩΡΙΟ .....	39
3.3	ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΜΕ ΒΡΑΣΜΟ .....	41
3.4	ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΜΕ ΟΖΟΝΙΣΜΟ .....	41
3.6	ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΜΕ ΥΠΕΡΙΩΔΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ – UV .....	41
3.7	ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΜΕ ΥΠΕΡΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ .....	42
3.8	ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΜΕ ΙΩΔΙΟ .....	42
3.9	ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΜΕ ΙΟΝΤΑ ΧΑΛΚΟΥ ΚΑΙ ΑΡΓΥΡΟΥ .....	43
3.10	ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΗ .....	43
3.11	ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΜΕ ΒΡΩΜΙΟ .....	44
<b>Β' ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b>		
1.	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	
1.1	ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ .....	45
1.2	ΣΥΣΚΕΥΗ ΜΕΤΡΗΣΗΣ .....	46
1.3	ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ .....	48
2.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....	50
3.	ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....	53
4.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	56

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εργασία είναι ερευνητική και η περαίωση της πραγματοποιήθηκε με τη χρήση μηχανημάτων και χημικών ουσιών με επιτόπιο έλεγχο, αποφεύγοντας την επαφή με εργαστήρια ανάλυσης δειγμάτων νερού με αποτέλεσμα να γίνει εξοικονόμηση χρόνου και χρημάτων. Το χρονικό διάστημα που διήρκεσε η έρευνα ήταν από τον Σεπτέμβριο έως τον Οκτώβριο του 2013 όπου πάρθηκαν τα δείγματα και στη συνέχεια έγινε η συγγραφή της εργασίας με ανάλυση των αποτελεσμάτων. Η χρηματοδότηση είναι από προσωπικά κεφάλαια καθώς δεν υπήρχε χρηματοδότηση από κανέναν φορέα ή εταιρεία. Η Περιφέρεια Αττικής/Τμήμα Περιβαλλοντικής Υγιεινής και Υγειονομικού Ελέγχου Βόρειας Αθήνας με την συνδρομή της παρείχε το όργανο μέτρησης του ελεύθερου χλωρίου, λόγω του υψηλού κόστους που αυτό είχε. Θέλω να ευχαριστήσω θερμά το ανωτέρω τμήμα, τον Διευθυντή της υπηρεσίας κ. Ελευθεριάδη Ιορδάνη καθώς και τους Υγιεινολόγους που με την συμπαράσταση και βοήθεια τους μπόρεσα να ελέγξω μεγάλο αριθμό κολυμβητικών δεξαμενών όπου σε διαφορετική περίπτωση η πρόσβαση σε αυτές θα ήταν δύσκολη. Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω την κ. Πολυξένη Νικολοπούλου-Σταμάτη όπου ως επιβλέπουσα καθηγήτρια με βοήθησε με την εμπειρία της και τις στοχευμένες παρεμβάσεις της να καλύψω με πλήρες τρόπο όλο το φάσμα της εργασίας.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το θέμα της εργασίας είναι ο έλεγχος και η μελέτη της χλωρίωσης του νερού σε δημόσιες, αθλητικές και παιδικές κολυμβητικές δεξαμενές. Με τον όρο «χλωρίωση», εννοούμε την αποτελεσματικότητα που προκύπτει από την απολύμανση του νερού με τη χρήση του χλωρίου. Η αποτελεσματικότητα αυτή διαπιστώνεται εξετάζοντας το νερό και εντοπίζοντας το υπολειμματικό χλώριο, εφόσον υπάρχει. Αποκλείονται από την έρευνα ιδιωτικές κολυμβητικές δεξαμενές με χρήση μόνο για ιδιωτικό σκοπό διότι ο έλεγχος της ποιότητας του νερού καθώς η απολύμανση και ο καθαρισμός του υπόκειται αποκλειστικά στην αρμοδιότητα και ευθύνη του κατόχου. Στην προκειμένη έρευνα θα εξετάσουμε λοιπόν μόνο την ποσότητα του υπολειμματικού χλωρίου στις κολυμβητικές δεξαμενές και θα τις συγκρίνουμε ώστε να μπορέσουμε να εξάγουμε ασφαλή συμπεράσματα για τη ποιότητα του νερού. Ο παράγοντας καθορισμού της αποτελεσματικότητας και της ασφάλειας από τη χρήση χλωρίωσης στο νερό είναι η κείμενη εθνική νομοθεσία μέσα από τα όρια που η ίδια έχει καθορίσει.

Ένας μεγάλος αριθμός των ανοικτών και κλειστών κολυμβητικών δεξαμενών του ιδιωτικού τομέα ανήκει στον κλάδο του τουρισμού. Οι μεγάλες ξενοδοχειακές μονάδες και κυρίως εκείνες που ανήκουν στις ανώτερες κατηγορίες, με βαθμίδες (3) αστερών και πάνω, διαθέτουν κολυμβητικές δεξαμενές εξοπλισμένες με συστήματα θέρμανσης στις περισσότερες περιπτώσεις προκειμένου να μπορέσουν να επεκτείνουν το χρόνο των διακοπών τους κατά δύο μέχρι τρεις μήνες παραπάνω όσοι το επιθυμούν. Τα μεγαλύτερα ξενοδοχεία, ειδικότερα εκείνα των (5) αστερών, διαθέτουν και εσωτερική θερμαινόμενη πισίνα ώστε να χρησιμοποιείται όλο το έτος. Υπάρχουν επίσης τα αθλητικά κέντρα κολύμβησης, τα οποία αποτελούν σημαντικό κλάδο του κοινωνικού αθλητισμού. Τα περισσότερα είναι δημόσια λόγω του μηνιαίου κόστους που απαιτείται για την συντήρηση, καθαρισμό και ασφάλειά τους. Λειτουργούν όλο το έτος και έχουν αυξημένο αριθμό κολυμβητών καθώς και συστήματα θέρμανσης για το κρύο.

Άλλος μεγάλος αριθμός κολυμβητικών δεξαμενών είναι εκείνος των ιδιωτικών σχολικών συγκροτημάτων, οι οποίες για να καλύψουν τις ανάγκες άθλησης τόσο των μαθητών όσο και των γονιών είναι συνήθως εσωτερικές. Οι έλεγχοι που πρέπει να πραγματοποιούνται στη συγκεκριμένη περίπτωση πρέπει να είναι συνεχείς, διότι τα μικρά παιδιά μπορούν να εκτεθούν περισσότερο στο νερό από κατάποση και λόγω της ευαισθησίας του οργανισμού τους να προκληθούν προβλήματα υγείας που θα δυσκολευτούν να θεραπευτούν.

Τέλος, θα μας απασχολήσουν και τα γυμναστήρια, μερικά από τα οποία διαθέτουν και εσωτερικές πισίνες για την εκγύμναση των μελών τους και τα οποία ικανοποιούν ένα μεγάλο εύρος ατόμων με ηλικιακό εύρος που ξεκινάει από τα 16 έτη και φτάνει μέχρι και τα 60-70 έτη.

## **ABSTRACT**

The topic of this thesis is the study and control of water chlorination in public, sports and children's swimming pools. By "chlorination", we mean the efficacy resulting from the disinfection of water using chlorine. This efficacy is deduced by examining water and detecting the amount of residual chlorine, if any. Private swimming pools that are used only for private purpose are excluded from the survey, as the quality control, disinfection and cleaning of the water are solely the responsibility and liability of the owner. Therefore, in the present study we will examine only the amount of residual chlorine in swimming pools and compare them so that we can draw firm conclusions about the quality of the water. The effectiveness and safety of chlorination use in water will be assessed in line with the regulations set by the relevant national legislation.

A large number of open and private swimming pools fall within the tourism sector. The major hotel units, mainly those belonging to the higher classes, rated with 3 stars or more, own swimming pools accompanied in most cases with installed heating systems. This is done in order to enable guests to expand their vacation time by 2 or 3 months if they wish. The larger hotels, especially (5) star-hotels, own indoor heated pool which can be used throughout the year. There are also sports swimming centers which are a significant part of social sports. Most of these are public because of the monthly cost required for their maintenance, cleaning and safety. They operate throughout the year and have an increased number of swimmers, as well as heating systems for cold.

A large number of swimming pools are that of private school assemblies, which are usually internal so that both students and parents can meet their needs for fitness. Controls that should be made in this case must be continuous because small children have a higher chance of exposure to chlorinated water, due to swallowing, and because of the sensitivity of their organs, health problems can be caused that will be hard to heal.

Finally, we will deal with gyms, some of which have indoor pools for the training of their members, catering to a wide range of people from 16 to approximately 70 years.



## Α' ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## ΓΕΝΙΚΕΣ ΔΙΑΤΥΠΩΣΕΙΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΤΗ ΧΛΩΡΙΩΣΗ

### 1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μία χημική ένωση που συναντάμε στον πλανήτη μας και μας προσφέρει την δυνατότητα επιβίωσης είναι το νερό. Είναι το αμέσως επόμενο απαραίτητο στοιχείο μετά τον ατμοσφαιρικό αέρα. Η χρήση του είναι ζωτική για την ύπαρξη μας και είναι ένα από αυτά που μας καθορίζουν και μας επηρεάζουν. Η μελέτη των χαρακτηριστικών του νερού αποβλέπει κυρίως στην εξακρίβωση των επιδράσεων επί του οργανισμού του ανθρώπου και επί της υγείας αυτού καθώς και βοηθάει για τη διαμόρφωση σαφέστατης γνώμης για τον χαρακτηρισμό της καλής ή ανεκτής ποιότητας του νερού ή της ακαταλληλότητας αυτού για διοχέτευση στον πληθυσμό.

Άνθρωποι σε περιοχές χωρίς νερό ή με ελάχιστη ποσότητα υποσιτίζονται ή και οδηγούνται στο θάνατο. Ακόμη και εάν υπάρχει νερό, η απουσία καθαρισμού του προκαλεί στομαχικές διαταραχές και άλλα προβλήματα κατά τη πόση του. Δυστυχώς, εξαιτίας του περιορισμού πρόσβασης σε ασφαλές πόσιμο νερό 768 εκατομμύρια άνθρωποι δεν χρησιμοποιούν μία ασφαλή πηγή και επομένως διατρέχουν υψηλό κίνδυνο να νοσήσουν (WHO, 2013).

Η χρησιμότητα του δεν αφορά μόνο την υγεία μας αλλά συνεισφέρει και στην οικονομία του πλανήτη. Χώρες χωρίς νερό δεν μπορούν να καλλιεργήσουν τα χωράφια, δεν μπορούν να προσφέρουν νερό στα ζώα και χωρίς αυτές τις δυνατότητες είναι, επί το πλείστον, καταδικασμένες να μην αναπτυχθούν. Γι'αυτό θεωρείται απαραίτητο για την ανάπτυξη της γεωργίας, της κτηνοτροφίας, της βιομηχανίας, των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (υδροηλεκτρική), για τη καθαριότητα, κ.α..

Το νερό είναι τόσο απαραίτητο ώστε αναζητείται ακόμη και σε απομακρυσμένους πλανήτες. Η ανακάλυψη αυτού μπορεί να μας οδηγήσει σε χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με την ύπαρξη άλλων ζωντανών οργανισμών καθώς και εάν ο άνθρωπος θα έχει τη δυνατότητα να κατοικήσει σε άλλα άγνωστα μέρη. Οι ιδιότητες του είναι μοναδικές μιας και έχει τη δυνατότητα να μεταβάλλεται εύκολα και συνεχώς σε υγρή, αέρια και στερεά μορφή.

Η χρήση του όμως έχει δημιουργήσει προβλήματα υγείας καθώς και ασθένειες που ευδοκούν σε περιπτώσεις που δεν απολυμαίνεται το νερό και όταν η κατανάλωση του δεν είναι πόσιμη. Γι'αυτό έχουν προταθεί διάφοροι μέθοδοι απολύμανσης όπως η ηλιακή, η απολύμανση με όζον, η αλάτωση και η χλωρίωση ως συνηθέστερες. Η κάθε μία παρέχει τη δυνατότητα απολύμανσης με διαφορετικά πλεονεκτήματα ή μειονεκτήματα καθώς και με άλλο κόστος. Στη σημερινή περίοδο έχει καθιερωθεί η απολυμαντική μέθοδος της χλωρίωσης ως η επικρατέστερη. Το χλώριο προστίθεται στο νερό για τη καταστροφή παθογόνων μικροοργανισμών. Εφαρμόζεται σε διάφορες μορφές. Σχεδόν όλα τα συστήματα νερού όπου πραγματοποιείται η απολύμανση χρησιμοποιούν ως μέρος της διαδικασίας με βάση το χλώριο, είτε ως κύριο και μόνο απολυμαντικό είτε με συνδυασμό με άλλα απολυμαντικά (AWWA, 2000). Γι'αυτό η χλωρίωση θεωρείται, παρά το πέρας των δεκαετιών και την πρόοδο της χημείας και τεχνολογίας, ως ο αποτελεσματικότερος τρόπος για να διατηρήσεις το νερό σε αποδεκτά επίπεδα ασφαλείας.

## 1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΤΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΝΕΡΟΥ

Η παραλαβή, η επεξεργασία και η διανομή του νερού με τέτοιες προϋποθέσεις ώστε να επιτυγχάνεται η ασφαλής χρήση αυτού είναι ένα αντικείμενο μελέτης και έρευνας που καθόρισε την εξέλιξη του ανθρώπινου πληθυσμού τον περασμένο αιώνα. Η ανακάλυψη αποτελεσματικών μεθόδων και η ορθή χρήση εργαλείων διαχείρισης πρόσφερε αναρίθμητα οφέλη σε ολόκληρο το κοινωνικό σύνολο με κύριο όφελος την ανθρώπινη ζωή. Πριν τη χρήση των μεθόδων αυτών είχαμε κρούσματα διαφόρων ασθενειών που συνδέονται με το νερό. Οι πρόγονοι μας, είχαν διαπιστώσει τη σοβαρότητα του θέματος αλλά δυστυχώς τα υλικά που διαθέτονταν τους περασμένους αιώνες καθιστούσαν αδύνατη την ουσιαστική παρέμβαση προκειμένου να μπορέσουν να αντιμετωπίσουν την αύξηση των ασθενειών. Επειδή δεν μπορούσαν να διακρίνουν πόσο καθαρό ήταν το νερό ο διαχωρισμός γινόταν με βάση τη γεύση του πόσιμου νερού. Ο Ιπποκράτης ήταν εκείνος που πρώτος συνέδεσε το ακάθαρτο νερό με τη νοσηρότητα. Γι'αυτό το λόγο σχεδίασε ένα δικό του φίλτρο για να καθαρίζει το νερό που δεν έχει περιέλθει σε κατεργασία. Για τη διαχείριση του νερού είχαν κατασκευάσει από την αρχαία περίοδο υδραγωγεία, τεχνικές που χρησιμοποιούνται ακόμη και τη σημερινή εποχή σε ορισμένες χώρες (Baker and Taras, 1981).

Οι παλαιότερες ενδείξεις όπου έχουμε διαπιστώσει για ύπαρξη συστήματος αποχέτευσης των νερών πιθανόν τοποθετούνται στην εποχή των Σουμερίων και στη περιοχή της Μεσοποταμίας. Έπειτα είχαμε παρεμβάσεις με τη κατασκευή συστήματος αποχέτευσης στο Μινωικό ανάκτορο της Κνωσού. Η αρχαία Ρώμη είχε κατασκευάσει δίκτυο υπονόμων για τα νερά της βροχής (Μαρκαντωνάτου, 1999). Με τη πάροδο των αιώνων και μέσω επιδημιών που προκάλεσαν χιλιάδες θανάτους φτάσαμε τον 19<sup>ο</sup> αιώνα, ύστερα από μία σειρά μελετών και τεχνικών που δεν είχαν καρποφορήσει ιδιαίτερα, να ανακαλύψουμε τη χρήση φιλτραρίσματος με άμμο με τη διαδικασία της διήθησης καθώς και την απολύμανση του νερού με τη χρήση της χλωρίωσης. Δυστυχώς η χρήση του χλωρίου δεν κράτησε για πολύ εξαιτίας των αρνητικών αποτελεσμάτων που παραγόταν από αυτό καθώς δεν υπήρχε σωστή προσέγγιση όσον αφορά τη δοσολογία και την μέθοδο ώστε να διαπιστωθεί η αποτελεσματικότητα του (Crittenden, 2005). Τον 20<sup>ο</sup> αιώνα η βελτίωση της ποιότητας και ασφάλειας του νερού ήταν καθοριστική με δημιουργία συστημάτων που παρείχαν πλέον με ασφάλεια νερό στους πολίτες. Οι Η.Π.Α. υιοθέτησαν κανονισμούς, λόγω σφοδρών ανησυχιών για τη δημόσια υγεία, με έμφαση στα βιομηχανικά απόβλητα και στην βιομηχανική μόλυνση του νερού καθώς και στα παραπροϊόντα απολύμανσης (EPA, 2000). Τη σημερινή εποχή έχουμε πλέον φτάσει στο επιθυμητό επίπεδο ασφάλειας από τη χρήση νερού άλλα συνεχίζουν να υπάρχουν τα προβλήματα σε αναπτυσσόμενες και υποανάπτυκτες χώρες.

### 1.3 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ

Για να μπορέσουμε να ελέγχουμε αποτελεσματικά τη ποιότητα του πόσιμου νερού ώστε να μπορούμε να εξάγουμε ασφαλή συμπεράσματα για τη καταλληλότητα του, είναι απαραίτητη μια σειρά από διαδικασίες οι οποίες θα πιστοποιούν την ορθότητα της παρέμβασης μας με την ενέργεια εξετάσεων. Οι εξετάσεις που έχουν οριστεί από τη νομοθεσία είναι:

#### 1) Η επιτόπια υγειονομική εξέταση

Γίνεται από εξειδικευμένο προσωπικό στην περιοχή που πραγματοποιείται η υδροληψία. Γίνεται εκτίμηση γενικότερα όλων των συνθηκών που σχετίζονται με την περιοχή και σε ενδεχόμενη ύπαρξη εστιών μόλυνσης και ρύπανσης του νερού, αλλά και σε όλη την τεχνική υποδομή που η περιοχή έχει όπως πηγάδια, υδραγωγεία. Η εξέταση αυτή θεωρείται χρήσιμη γιατί προσφέρει μία σειρά πληροφοριών και μπορούμε να κατανοήσουμε πως έχει μολυνθεί μία περιοχή και εάν πρόκειται να μολυνθεί παρόλο που έχει αποδεκτά αποτελέσματα στην ανάλυση των δειγμάτων, και έτσι να μπορεί να γίνει πρόληψη της υδατογενούς μόλυνσης.

#### 2) Οι οργανοληπτικές παράμετροι

Οι παράμετροι που οργανοληπτικά είναι απαραίτητοι παρόλο που το νερό είναι ασφαλές από χημικής και μικροβιολογικής πλευράς είναι η θολερότητα, το χρώμα και η οσμή. Έχοντας θολωμένο το νερό είναι δυνατόν να εντοπίσουμε αδιάλυτες ουσίες που αιωρούνται όπως κόκκοι άμμου και ακόμη με τη δυσάρεστη οσμή μπορούμε να αντιληφθούμε την ύπαρξη παραγώγων του χλωρίου.

#### 3) Η χημική εξέταση

Δίνει χρήσιμες πληροφορίες για τη σκληρότητα και περιεκτικότητα του νερού σε διάφορες χημικές ουσίες καθώς και για την ύπαρξη μετάλλων που μπορεί να είναι τοξικά όπως: κάδμιο, μόλυβδος, άργυρος και άλλων επιβλαβών. Οι χημικοί παράμετροι που εξετάζονται είναι πάνω από (50) και χωρίζονται σε απλοί, ανεπιθύμητοι και τοξικοί.

#### 4) Η φυσική εξέταση

Το νερό για να πίνεται πρέπει να διαθέτει και ορισμένα φυσικά χαρακτηριστικά εκτός από την ασφάλεια που διαθέτει. Τέτοια είναι η θερμοκρασία, το χρώμα τα οποία τα αντιλαμβανόμαστε εύκολα. Η αλλαγή της θερμοκρασίας επηρεάζει πάρα πολύ το νερό με πιθανότητα εμφάνισης μικροοργανισμών που μπορεί να γίνουν βλαπτικοί. Αυτό επίσης μπορεί να φανεί και στη γεύση.

#### 5) Η βιολογική έρευνα

Βιολογικά εξετάζουμε οργανικές μορφές που μπορεί να προκαλέσουν σοβαρές ασθένειες εάν ο άνθρωπος εκτεθεί σε αυτές. Πρωτόζωα, βακτήρια και άλγη είναι εκείνα που παραμένουν σε δεξαμενές και αναπτύσσονται ραγδαία. Η έγκαιρη επέμβαση και πρόληψή είναι απαραίτητη.

## 6) Η μικροβιολογική εξέταση

Η σημασία της εξέτασης αυτής είναι για την αποφυγή της ύπαρξης παθογόνων μικροβίων που έχουν συνήθως κοπρανώδη προέλευση. Θα μας απασχολήσει παρακάτω λόγω της σοβαρότητας από ενδεχόμενη έκθεση του ανθρώπου μέσω του νερού.

(Τριφυνοπούλου, 2011)

### 1.3.1 ΟΡΟΙ ΤΟΥ ΥΓΙΕΙΝΟΥ ΥΔΑΤΟΣ

1) Το νερό πρέπει να είναι καθαρό, άχρωμο, με διαύγεια, χωρίς οσμές και να μην έχει δυσάρεστη γεύση.

2) Το pH να είναι ουδέτερο έως ελάχιστα αλκαλικό (pH 7 – 7,5).

3) Να μην περιέχει δηλητηριώδεις ή τοξικές ουσίες που μπορούν να προκαλέσουν βλάβες στον οργανισμό.

4) Η παροχή νερού να είναι μόνιμη, χωρίς διακοπή και σε επαρκή ποσότητα.

5) Να είναι τελείως απαλλαγμένο από παθογόνους μικροοργανισμούς και με ποσότητες μετάλλων πέραν του ορίου.

(Κυπαρίση Γ. , 2004)

### 1.3.2 ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Οι παράγοντες με τους οποίους εξαρτάται η ισορροπία του νερού είναι:

#### 1) Το pH

Είναι μέθοδος μέτρησης της σχετικής οξύτητας ή της αλκαλικότητας ενός διαλύματος. Η κλίμακα μέτρησης είναι από το 1,0 έως το 14,0 και θεωρούμε το 7,0 ως ουδέτερο. Όταν είναι μικρότερο από το 7,0 είναι όξινο και όταν είναι πάνω από αυτό είναι αλκαλικό. Η αλλαγή του pH στις κολυμβητικές δεξαμενές προκαλείται με τη προσθήκη των χημικών ουσιών στην επεξεργασία του νερού που μπορεί να είναι πολύ όξινες ή αλκαλικές. Η ρύθμιση του pH είναι απαραίτητη για τρεις λόγους:

α) Για να προστατευτεί αποτελεσματικά ο εξοπλισμός.

β) Για τη προστασία των κολυμβητών

γ) Για να έχουμε αποτελεσματική απολύμανση, ειδικά όταν χρησιμοποιούμε ως απολυμαντική ουσία το χλώριο.

## **2) Η ολική αλκαλικότητα**

Γίνεται εκτίμηση της ποσότητας των αλκαλικών αλάτων μέσα στο νερό. Όσο πιο υψηλή είναι η αλκαλικότητα τόσο πιο ανθεκτικό είναι το νερό από το εύρος του pH. Με την αραίωση του νερού συνήθως έχουμε και μείωση της ολικής αλκαλικότητας. Γενικά δρα ως απορροφητικός παράγοντας για τη μείωση διακύμανσης του pH.

## **3) Η θερμοκρασία**

Βασιζόμενοι στην Νομοθεσία ορίζονται συγκεκριμένες τιμές για τη θερμοκρασία των δεξαμενών. Σε περίπτωση που υπάρχει νομοθετικό κενό ως προς τις θερμοκρασίες, χρησιμοποιούμε οδηγίες από Διεθνείς Οργανισμούς. Ειδικότερα οι θερμοκρασίες διαφέρουν σε θερμαινόμενες εσωτερικές πισίνες, σε θερμαινόμενες εξωτερικές, σε δεξαμενές για άτομα με κινητικά προβλήματα και σε δεξαμενές υδρομάλαξης. Η επιλογή της κατάλληλης θερμοκρασίας πρέπει να μας προβληματίσει διότι:

α) Όταν έχουμε υψηλές θερμοκρασίες η ανάπτυξη των μικροοργανισμών στο νερό είναι πιο γρήγορη.

β) Η αύξηση της θερμοκρασίας έχει ως αποτέλεσμα να ιδρώνουν οι λουόμενοι και να εκκρίνουν υγρά και τοξίνες.

γ) Η αύξηση της θερμοκρασίας έχει και αύξηση του κόστους ενέργειας για να μπορέσει το νερό να φτάσει στο επιθυμητό επίπεδο.

δ) Η αύξηση της θερμοκρασίας δημιουργεί αποπνικτικό περιβάλλον.

## **4) Τα ολικά διαλυμένα στερεά**

Είναι μέσο μέτρησης όλων των διαλυμένων στοιχείων στο νερό όπως άλατα, χημικές ουσίες, κ.α.. Για την αποφυγή αυτού του φαινομένου είναι χρήσιμο το πλύσιμο των φίλτρων και η προσθήκη φρέσκου νερού. Αποτελεί παράγοντας ένδειξης ότι το νερό είναι κορεσμένο σε χημικές ουσίες.

## **5) Η σκληρότητα του ασβεστίου και μαγνησίου**

Αναφέρεται στην περιεκτικότητα του νερού σε άλατα ασβεστίου και μαγνησίου. Η αύξηση καθώς και η μείωση της σκληρότητας του ασβεστίου έχει αρνητικές επιδράσεις στο πλακάκια και στο τσιμέντο προκαλώντας ίσως και φθορά.

*(Κουρέα Κρεμαστινού και Χατζηχριστοδούλου, 2004)*

## 1.4 ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΤΟΥ ΥΔΑΤΟΣ

Η φυσική και χημική εξέταση του ύδατος παρέχει χρήσιμες πληροφορίες για την ποιότητα του νερού και την καταλληλότητα του για πόση και οικιακή χρήση. Η μικροβιολογική εξέταση του ύδατος είναι πρωταρχικής σημασίας και απαραίτητη για την προάσπιση της δημόσιας υγείας. Το νερό, λόγω της υψηλής περιεκτικότητας που έχει σε θρεπτικές ουσίες και του υψηλού κινδύνου που διατρέχει από τη μόλυνση και ρύπανση του, λειτουργεί ανέκαθεν ως φορέας ανάπτυξης και μετάδοσης μικροοργανισμών. Η μόλυνση του νερού των κολυμβητικών δεξαμενών από τις ανθρώπινες απεκκρίσεις είναι ένα αδιαμφισβήτητο γεγονός.

### 1.4.1 ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

Ο βαθμός μόλυνσης εξαρτάται από τον αριθμό των λουόμενων και από τους υπόλοιπους κανόνες που συντρέχουν. Οι μικροοργανισμοί αυτοί παρεμβαίνουν και δημιουργούν βιολογικές, φυσικές και χημικές μεταβολές. Οι μεταβολές αυτές μπορεί να εκτιμηθούν σχετικά με τη ποιότητα που προσφέρουν στο νερό με την αναζήτηση των μικροβίων με τη χρήση δεικτών. Οι κυριότεροι παράμετροι που σύμφωνα με την νομοθεσία πρέπει να εξετάζονται ως δείκτες είναι:

- 1) ολικά κολοβακτηριοειδή.
- 2) κολοβακτηριοειδή κοπράνων.
- 3) στρεπτόκοκκοι κοπράνων.
- 4) κλωστηρίδια αναγωγικών θειωδών αλάτων .
- 5) καταμέτρηση των συνολικών βακτηριδίων για το πόσιμο νερό στους 37 °C και στους 22°C.  
(Βελονάκης, 10/02/2014)

Η παρουσία των παραπάνω μικροβίων – δεικτών αποτελεί στοιχείο κοπρανώδους μόλυνσης του νερού και κατά συνέπεια παθογόνων μικροβίων. Η αναζήτηση των μικροβίων – δεικτών αντί της αναζήτησης των παθογόνων γίνεται για τρεις λόγους:

- 1) Ο αριθμός των παθογόνων είναι ποικίλος και η πυκνότητα τους μικρότερη από τα μικρόβια – δείκτες με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται δυσκολότερα η απομόνωση τους.
- 2) Το να γίνει αναζήτηση όλων των παθογόνων που δύναται να υπάρχουν στο νερό απαιτεί χρονοβόρες και πολύπλευρες τεχνικές όπου μερικές κιάλας από αυτές δεν έχουν ακόμη αποδειχθεί.
- 3) Οι εργαστηριακές εξετάσεις που γίνονται για την αναζήτηση των μικροβίων – δεικτών μπορεί να ολοκληρωθούν σε λογικά χρονικά όρια και με μεγαλύτερη αξιοπιστία.

*(Μυλωνά–Πετροπούλου, 1996)*

Οι μικροοργανισμοί που διατηρούνται στο νερό απαιτούν ανάλογα με το είδος τους και ορισμένες διατροφικές και αναπτυξιακές συνθήκες. Η θερμοκρασία ανάπτυξης διαφόρων κατηγοριών μικροοργανισμών είναι η εξής:

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ( °C )		
	ΕΛΑΧΙΣΤΗ	ΑΡΙΣΤΗ	ΜΕΓΙΣΤΗ
ΘΕΡΜΟΦΙΛΟΙ	35 – 45	45 – 65	60 - 90
ΜΕΣΟΦΙΛΟΙ	5 – 10	25 – 45	35 - 47
ΨΥΧΡΟΦΙΛΟΙ	-5 ΕΩΣ 0	12 – 15	15 -20
ΨΥΧΡΟΤΡΟΠΟΙ	0 – 5	25 – 30	30 - 35

( [www.chemeng.ntua.gr](http://www.chemeng.ntua.gr) )

#### 1.4.2 ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΧΛΩΡΙΔΑ ΤΟΥ ΥΔΑΤΟΣ

Η χλωρίδα των υδάτων από τη πλευρά της ύπαρξης μικροβίων σε αυτή είναι εξαιρετικά πλούσια και με μεγάλο εύρος και ποικιλία σε είδη μικροοργανισμών. Περιέχει διάφορους μικροοργανισμούς που διατηρούνται μέσα στο νερό όπως θειοβακτήρια, φθορίζοντα βακτηρίδια, βακτηρίδια με χρωματική ομογένεια και άλλα μικρόβια που συναντώνται στο έδαφος και στον αέρα. Τα τελευταία εισρέουν στο νερό έπειτα από βροχή όπως μύκητες, αερόβια σπορογόνα, αναερόβια μικρόβια. Πάρα πολλοί από αυτούς επιβιώνουν σαπροφυτικά στο νερό και συμμετέχουν στην αποσύνθεση των οργανικών ουσιών που βρίσκονται στο έδαφος και στο νερό. Το μεγαλύτερο ποσοστό αυτών είναι ακίνδυνοι στον οργανισμό αλλά δύναται με τη πρόσμειξη τους στο νερό να προκαλέσουν διάφορα προβλήματα υγείας στον άνθρωπο με την είσοδο τους στον οργανισμό του. Γι'αυτό ως μείζον θέμα έχουμε την παρουσία μικροοργανισμών που διαβιώνουν στο έντερο των ανθρώπων με φυσικό τρόπο (Κυπαρίση Γ. , 2004).

### 1.4.3 ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΕΛΕΓΧΟ

Η προέλευση των δειγμάτων του νερού για μικροβιολογική εξέταση σύμφωνα με την Ελληνική Νομοθεσία είναι δυνατόν να είναι η εξής:

#### **Νερό που προορίζεται για πόση**

- 1) Νερό δικτύου ύδρευσης
- 2) Νερό από πηγάδια
- 3) Νερό από γεωτρήσεις
- 4) Νερό από πηγές εμφιαλωτηρίων νερών
- 5) Νερό από πηγές
- 6) Νερό από εργοστάσια εμφιάλωσης νερών
- 7) Εμφιαλωμένα νερά ως τελικό προϊόν

#### **Νερά αναψυχής**

- 1) Νερά κολυμβητικών δεξαμενών (πισίνες)
- 2) Νερά δεξαμενών υδρομάλαξης
- 3) Νερά θαλασσίων περιοχών που προορίζονται για κολύμβηση (ακτές)

#### **Νερά για αναζήτηση παρασίτων**

#### **Νερά για αναζήτηση ιών εντερικής προέλευσης**

#### **Νερά για αναζήτηση λεγεωνέλλας**

(Κρεμαστινού και Χατζηχριστοδούλου, 2004)



## 1.5 ΥΔΑΤΟΓΕΝΕΙΣ ΛΟΙΜΩΞΕΙΣ

Η χρήση απολυμαντικών ουσιών στο νερό ξεκίνησε εξαιτίας των ασθενειών που μεταδίδονται μέσω αυτού. Τα τελευταία χρόνια έχουμε μία αύξηση, σε διεθνή κλίμακα, στη συχνότητα εμφάνισης υδατογενών λοιμώξεων. Οι κύριες αιτίες της αύξησης είναι:

- 1) Η παλαιότητα των συστημάτων ύδρευσης και αποχέτευσης.
- 2) Ο υπερπληθυσμός.
- 3) Η συγκέντρωση του πληθυσμού στη πόλη.
- 4) Η μαζική μετακίνηση πληθυσμών.
- 5) Η γήρανση του πληθυσμού.
- 6) Οι αλλαγές στον τρόπο ζωής.
- 7) Οι κλιματικές αλλαγές.
- 8) Αναποτελεσματική απολύμανση σε ύδατα.

Οι ασθένειες που προέρχονται από τις υδατογενείς λοιμώξεις ποικίλουν ως προς την ένταση τους και ως προς τον τρόπο μετάδοσης αυτών. Πολλές από αυτές είναι σπάνιες και αναπτύσσονται σε χώρες με τροπικό κλίμα αλλά λόγω της αύξησης των συγκοινωνιών δύναται να μεταναστεύσουν και σε άλλα κλίματα και ηπείρους. Οι ασθένειες υπήρχαν ανέκαθεν αλλά επειδή δεν είχαμε την αναγκαία εργαστηριακή υποδομή δεν μπορούσαμε να εντοπίσουμε το αίτιο. Τη σημερινή εποχή με τη βελτίωση των μεθόδων καταγραφής και εργαστηριακής ανίχνευσης των παθογόνων στο νερό έχει διαπιστωθεί μεγάλη έξαρση του φαινομένου (Μέλλου et al, 2011).

Οι υδατογενείς λοιμώξεις που προέρχονται από το πόσιμο νερό ταξινομούνται κυρίως ως εξής:

- 1) Ως υδατογενείς λοιμώξεις που οφείλονται στην κατανάλωση του νερού ως ποσίμου όπως : από την στοματικό-πρωκτική οδό, πχ. χολέρα, τυφοειδής πυρετός, κρυπτοσπορίδιο.
- 2) Ως υδατογενείς λοιμώξεις που οφείλονται από την έλλειψη της ποσότητας του νερού όπως: επιπεφυκίτιδες, τράχωμα, γαστρεντερίτιδες.
- 3) Ως υδατογενείς λοιμώξεις που οφείλονται από μικροοργανισμούς που το νερό διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη ζωή τους όπως : σχιστοσωμίαση και δρακοντίαση.
- 4) Ως υδατογενείς λοιμώξεις που οφείλονται σε έντομα με εκκόλαψη στο νερό ή που τσιμπούν κοντά σε συλλογές νερού όπως : κίτρινος πυρετός, φιλαρίαση και ελονοσία.

(Βελονάκης, 10/02/2014)

Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί για να εισέλθουν στον οργανισμό μέσω του νερού και να προκαλέσουν νόσο πρέπει να περάσουν από μία πύλη εισόδου του ανθρώπινου οργανισμού. Η ταξινόμηση αυτή είναι:

- 1) Με πύλη εισόδου το γαστρεντερικό.
- 2) Με πύλη εισόδου το δέρμα και τους επιπεφυκότες όπως π.χ. από ασυνέχεια του δέρματος.
- 3) Με πύλη εισόδου το αναπνευστικό (λεγεωνέλλα, άτυπα μυκοβακτηρίδια κ.α.).
- 4) Με πύλη εισόδου την στοματική κοιλότητα.
- 5) Με πύλη εισόδου τα γεννητικά όργανα.

(Χατζηνικόλας, 2013)

Ο κατάλογος των πιθανών αιτιολογικών παραγόντων των υδατογενών λοιμώξεων συνεχώς μεγαλώνει όσο εξελίσσονται οι εργαστηριακές τεχνικές απομόνωσης των μικροοργανισμών. Από πλευράς μικροβιολογικής τα κυριότερα αίτια είναι δυνατόν να ανήκουν σε τέσσερις κατηγορίες:

#### •Βακτήρια

1	Salmonella typhi	Τυφοειδής πυρετός
2	Salmonella paratyphi A, B	Παράτυφος
3	Shigella spp	Μικροβιακή δυσεντερία
4	Yersinia enterocolitica	Μικροβιακή γαστρεντερίτιδα
5	E. coli O 157: H 7	Μικροβιακή γαστρεντερίτιδα
6	Campylobacter jejuni	Μικροβιακή γαστρεντερίτιδα
7	Vibrio cholerae	Χολέρα
8	Vibrio cholerae biot. El - Tor	Χολέρα
9	Legionella pneumophila	Πνευμονία, Πυρετός Pontiac
10	Atypical Mycobacteria	Κοκκιώματα, Νοσήματα αναπνευστικού όπως φυματίωση κ.α.
11	Aeromonas hydrophila, sobria	Δερματικές- μυϊκές λοιμώξεις, διάρροιες, πνευμονίες, σηψαιμία
12	Pseudomonas aeruginosa	Ωτίτιδες, επιπεφυκίτιδες, δερματίτιδες, πνευμονία
13	Staphylococcus spp	Δερματίτιδες, αποστήματα δέρματος, επιμολύνσεις τραυμάτων κ.ά
14	Vibrio: vulnificus, parahaemolyticus, alginolyticus	Σηψαιμία σε ανοσοκατασταλμένα άτομα, γαστρεντερίτιδες, ωτίτιδες

**•Μύκητες**

1	Candida albicans	Δερματίτιδες
2	Aspergillus	Δερματίτιδες
3	Mucor	Δερματίτιδες
4	Fusarium	Δερματίτιδες
5	Rhizopus	Δερματίτιδες

**•Ιούς**

1	HAV	Ηπατίτιδα Α
2	Polio I, II, III viruses	Εντεροϊώσεις
3	Coxsackie A, B viruses	Εντεροϊώσεις
4	Echo viruses	Εντεροϊώσεις
5	Rota virus	Εντεροϊώσεις
6	Parvo virus	Εντεροϊώσεις
7	Norwalk agent virus	Εντεροϊώσεις

**•Παράσιτα**

1	Entamoeba histolytica	Γαστρεντερίτιδες
2	Giardia lamblia	Γαστρεντερίτιδες
3	Cryptosporidium spp	Γαστρεντερίτιδες
4	Balantidium coli	Γαστρεντερίτιδες
5	Naegleria fowleri	Μηνιγγίτιδα
6	Leptospira hicrohaemorrhagiae	Μηνιγγίτιδα με ηπατονεφρική ανεπάρκεια
7	Acanthamoeba spp	Κερατίτιδα, αποστήματα & έμφρακτα εγκεφάλου

(Πίνακας Δρ. Ε. Ν. Βελονάκη)

Θα επισημάνουμε μερικές από αυτές τις ασθένειες που έχουν μεγαλύτερη διασπορά, είναι ευρύτερα γνωστές ως προς την επικινδυνότητα τους και πρέπει να αντιμετωπίζονται άμεσα:

### 1.5.1 ΑΜΟΙΒΑΔΕΣ ΤΟΥ ΓΕΝΟΥΣ NAEGLERIA ΚΑΙ ACANTHAMOEBA

Σαπροφυτούν τόσο στις λίμνες όσο και σε κολυμβητικές δεξαμενές που δεν χλωριώνονται επαρκώς. Προκαλούν στον άνθρωπο πρωτοπαθή αμοιβαδική μηνιγγοεγκεφαλίτιδα. Ο τρόπος διεύθυνσης είναι από τον ρινικό βλεννογόνο ή από τους οφθαλμούς. Σε περίπτωση που δεν διαγνωστεί έγκαιρα η ασθένεια είναι βαριά. Η αντιμετώπιση της εστιάζεται σε χλωρίωση της πισίνας με ποσότητα 0,5 mg/l ώστε να γίνει ολοκληρωτική θανάτωση (Πισπίνης, 1997).

### 1.5.2 PSEYDOMONAS

Είναι μικρόβια που υπάρχουν στο έδαφος, στο νερό, στους υπονόμους και σε αρκετά είδη της θάλασσας. Τα είδη της ψευδομονάδας ανέρχονται σε πάνω από 160 αλλά τα πιο σημαντικά και διαδεδομένα είναι περίπου 15. Το πιο σημαντικό είναι η PSEYDOMONAS AERUGINOSA όπου μπορεί να αναπτυχθεί σε υγρό περιβάλλον και να προκαλέσει πληθώρα λοιμώξεων (αναπνευστικού, οφθαλμού, Κ.Ν.Σ., οφθαλμού κ.α.) με δύσκολη την αντιμετώπιση της ύστερα από τη μόλυνση. Γι'αυτό η χρήση χλωρίωσης στο νερό των κολυμβητικών δεξαμενών είναι απαραίτητη για την αποτροπή ανάπτυξης αυτού του μικροβίου (Κουτής, 1997).

### 1.5.3 ΔΑΓΚΕΙΟΣ ΠΥΡΕΤΟΣ

Είναι μία μόλυνση που οφείλεται στον Δάγκειο ιό. Είναι εξανθηματικός και δεν μεταδίδεται από άνθρωπο σε άνθρωπο αλλά από την αλογόμυγα την ταινιωτή. Δεν έχει άμεση μετάδοση μέσω του νερού αλλά το θηλυκό γεννάει τα αυγά του σε αυτό (λίμνες, βαρέλια, πισίνες κ.α.) και γι'αυτό το λόγο μας απασχολεί. Στην Ελλάδα ευτυχώς δεν παρατηρείται ακόμη μία μετάδοση του. Μπορεί όμως να μεταδοθεί με διάφορα μέσα συγκοινωνίας. Στις αναλύσεις νερού δεν το εξετάζουμε, εκτός άμα ζητηθεί, μιας και είναι σπάνιο για τη περιοχή μας. Δεν υπάρχει κάποιο εμβόλιο για την αντιμετώπιση του. Ο μόνος τρόπος είναι η προστασία από τα κουνούπια με τη χλωρίωση της πισίνας σχετικά με τις κολυμβητικές δεξαμενές. Συναντάται συνήθως στη Βόρεια Αφρική, Κεντρική Αμερική και Ινδονησία. Θα πρέπει όμως να θεωρήσουμε πως η πιθανότητα μετάδοσης δεν είναι μηδενική και γι'αυτό πρέπει να απολυμαίνουμε το νερό, ώστε να αποφύγουμε τη γέννηση αυτών (Κουτής, 1997).

#### 1.5.4 ESCHERICHIA COLI

Ονομάζεται Enterohaemorrhagic Escherichia coli (EHEC) και είναι ένα βακτήριο που μπορεί να προκαλέσει σοβαρή τροφογενή νόσο. Ανήκει στα κολοβακτηριοειδή, Βρίσκεται συνήθως στο έντερο των ανθρώπων και ζώων. Μεταδίδεται στον άνθρωπο μέσω κατανάλωσης μολυσμένων τροφών, με την ανθρώπινη επαφή καθώς και με την επαφή με ζώα (FAO/WHO, 2008). Παρ'όλα αυτά έχει απομονωθεί από περιοχές με υδάτινο περιβάλλον όπως λίμνες, πηγάδια, πισίνες, σπα. Πλέον εξετάζεται σε όλες τις μικροβιολογικές αναλύσεις που επιθυμούμε να συλλέξουμε από πισίνες (WHO, 2011).

#### 1.5.5 SHIGELLA

Είναι ένα βακτήριο που ανήκει στη κατηγορία των εντεροβακτηριοειδών. Προκαλεί διάρροιες, εμετούς, πυρετό και κοιλιακές συσπάσεις. Η νοσηρότητα της ποικίλει και εξαρτάται από την ηλικία, το θρεπτικό υπόβαθρο του ασθενή και από τη γενικότερη κατάσταση της υγείας του. Η θνητότητα του είναι υψηλή (20%) αλλά ευτυχώς ο επιπολασμός της ανέρχεται, σε μέσο ετήσιο όρο, τα 3,3 κρούσματα ανά 1.000.000 στην Ελλάδα. Ο τρόπος μετάδοσης της γίνεται και αυτός μέσω κατανάλωση μολυσμένης τροφής, από λανθασμένο χειρισμό τροφών, από άτομο σε άτομο αλλά και από μολυσμένο νερό εφόσον δεν έχει απολυμανθεί (Σιδερόγλου και Μέλλου, 2011).

#### 1.5.6 LEPTOSPIRA SPP.

Η λεπτοσπείρωση, ή αλλιώς σύνδρομο του Weil, προκαλείται από ένα βακτήριο που έχει πέντε είδη. Συνήθως μεταδίδεται από ούρα μολυσμένου ζώου όπως ποντίκια, σκύλοι, αγελάδες κ.α. Ο άνθρωπος μολύνεται μέσω της επαφής με το νερό, τα τρόφιμα ή από χώμα που έχει ουρήσει μολυσμένο ζώο. Τα συμπτώματα είναι συνήθη (γρίπη, κεφαλαλγία, πυρετός κ.λ.π.) αλλά μπορεί να εκδηλωθούν πιο σοβαρές ασθένειες όπως μηνιγγίτιδα, απώλεια ακοής και νεφρική ανεπάρκεια. Στη περίπτωση μας θα μας απασχολήσει η μετάδοση του σε επιφανειακά ύδατα, όπως ποτάμια, ρυάκια, λίμνες ή στάσιμα νερά. Μόλυνση δύναται να συμβεί και σε πισίνες όπου δεν έχουμε λάβει όλα τα μέτρα πρόληψης για την αντιμετώπιση εισροής τρωκτικών (ιδίως σε ανοικτές πισίνες). Γι'αυτό εξάλλου απαγορεύεται η είσοδος ζώων στις εγκαταστάσεις αυτές (Area 1962, Rule et al, 1986).

#### 1.5.7 GIARDIASIS

Είναι μία παρασιτική ασθένεια που προκαλείται από το πρωτόζωο *Giardia lamblia*. Είναι λοίμωξη κυρίως του λεπτού εντέρου. Συνήθως προκαλεί εντερικές διαταραχές, οξεία διάρροια, φούσκωμα και απώλεια βάρους. Συνδέεται με περιοχές με κακή υγιεινή (David, 2006). Εντοπίζεται σε επιφανειακά πόσιμα νερά που δεν έχουν φιλτραριστεί, σε πηγάδια (κυρίως ρηγά), κατά την κολύμβηση σε μολυσμένα γλυκά νερά καθώς και σε μολυσμένα ύδατα αναψυχής όπως οι πισίνες. Η πρόληψη για τη μετάδοση της ασθένειας απαιτεί βρασμό ή χρήση χλωρίου (Dawson, 2005). Οι περισσότερες περιπτώσεις εμφανίζονται από τον Ιούνιο μέχρι τον Οκτώβριο λόγω της χρήσης υδάτων αναψυχής το καλοκαίρι και της κατασκήνωσης (Fort et al, 2009).

### 1.5.8 CRYPTOSPORIDIUM

Είναι πρωτόζωο όπου προκαλεί παρασιτική λοίμωξη και επηρεάζει όχι μόνο τον άνθρωπο αλλά και διάφορα άλλα ζώα όπως ψάρια, πουλιά, πρόβατα αλλά και οικόσιτα. Στον άνθρωπο προκαλεί διάρροια, κοιλιακούς πόνους, ανορεξία και πυρετό και εμετό (Abrahamsen et al, 2004). Τα χαρακτηριστικά της νόσου είναι η εμφάνιση ωοκύστεων όπου είναι ανθεκτικές σε χημικά απολυμαντικά για τον καθαρισμό του πόσιμου νερού. Η χρήση χλωρίου δεν θεωρείται αξιόπιστη μέθοδος για τον έλεγχο του Cryptosporidium στο νερό. Υπάρχει κίνδυνος έκθεσης σε πισίνες όπου κολυμπούν άνθρωποι με ανεπαρκείς καταστάσεις υγιεινής. Μπορεί να διατηρηθεί στο νερό ως μολυσματικός παράγοντας για μία περίοδο 2-6 εβδομάδων (Rochelle et al, 2004).

### 1.5.9 HEPATITIS A

Είναι οξεία λοιμώδη νόσο που προκαλεί βλάβη στο ήπαρ και δημιουργεί πονοκέφαλο, ναυτίες και πυρετό (Ryan et al, 2004). Η Ηπατίτιδα Α είναι ασθένεια η οποία συνδέεται με ακατέργαστα λύματα και σε υδάτινο περιβάλλον. Μεταδίδεται μέσω του κοπράνου – στόματος (Brundage et al, 2006), με τη κατάποση τροφίμων και νερού και με άμεση επαφή με μολυσμένο άτομο. Μας απασχολεί ιδιαίτερα η μόλυνση από νερά αναψυχής, όπως πισίνες, όπου δεν εφαρμόζονται οι κανόνες από τους κολυμβητές και δεν ακολουθούν τους κανόνες υγιεινής πρακτικής. Υπάρχει ανθεκτικότητα του ιού στα απολυμαντικά αλλά μπορεί να αδρανοποιηθεί με τη χρήση χλωρίου (Lees, 2000).

### 1.5.10 ΟΛΙΚΑ ΚΟΛΟΒΑΚΤΗΡΙΟΕΙΔΗ

Ανήκουν στην οικογένεια των Εντεροβακτηριακών και αποτελούνται από ομάδα gram-αρνητικών αερόβιων και δυνητικά αναερόβιων, ραβδόμορφων βακτηρίων που όμως δεν σχηματίζουν σπόρους. Τυπικά γένη που συναντούμε στα δίκτυα νερού είναι τα Citrobacter, Enterobacter, Hafnia, Serratia, Klebsiella. Δεν θεωρούνται ως ειδικοί δείκτες κοπρανώδους μόλυνσης του νερού διότι πολλά είδη είναι περιβαλλοντικής προέλευσης και είναι ευρέως διαδεδομένα στη φύση καθώς και ενδημούν στα έντερα των θηλαστικών, συμπεριλαμβανομένου του ανθρώπου. Δεν αποτελούν ουσιαστική παράμετρο αφού παρέχουν ενδείξεις για να εντοπιστεί η προέλευση της μικροβιακής μόλυνσης του νερού. Σε κανονικές συνθήκες θεωρούνται ότι δεν είναι παθογόνα και όλα, εκτός από την Escherichia, μπορούν να επιβιώσουν σαν ελεύθερα σαπρόφυτα ή στην εντερική οδό. Η απουσία ολικών κολοβακτηριοειδών από το νερό θεωρείται ως η βάση για την καταλληλότητα του (Σκληβανιώτης 2004, Μπούφα 2005).

### 1.5.11 CAMPYLOBACTER

Η Καμπυλοβακτηριδίαση προέρχεται από το γένος καμπυλοβακτηρίδιο το οποίο αποτελείται από 19 τουλάχιστον είδη, μερικά παθογόνα και μερικά μη παθογόνα για τον άνθρωπο και τα ζώα, όπου μόνο δύο εξ' αυτών θεωρούνται ως συχνή αιτία πρόκλησης γαστρεντερίτιδας (*Campylobacter jejuni* και το *Campylobacter coli*). Το *Campylobacter* είναι Gram αρνητικό βακτήριο σε σχήμα ράβδου. Τα περισσότερα είδη της θερμόφιλης ομάδας (αναπτύσσονται στους 42 °C) προκαλούν εντερίτιδα στον άνθρωπο. Το επιφανειακό νερό που δεν έχει χλωριωθεί καθώς και η ρύπανση του νερού των δεξαμενών (π.χ. κολυμβητικών, αποθήκευσης) από περιττώματα άγριων πουλιών έχει βρεθεί ότι τον 20<sup>ο</sup> αιώνα ήταν από τις συνηθέστερες αιτίες για την εμφάνιση της επιδημίας *Campylobacteriosis* σε πολλά μέρη του κόσμου. Το *Campylobacter* όπως και άλλα παθογόνα επιβιώνουν καλά ακόμα και σε χαμηλές θερμοκρασίες για αρκετές εβδομάδες. Έτσι το πόσιμο νερό που δεν είναι χλωριωμένο μπορεί να γίνει φορέας μετάδοσης του βακτηριδίου αυτού. Η τακτική χλωρίωση έχει διαπιστωθεί ότι ελέγχει αποτελεσματικά τη διάδοση του *Campylobacter* στα δίκτυα ύδρευσης (Σκληβανιώτης, 2004).

### 1.5.12 ΚΛΩΣΤΗΡΙΔΙΟ ΤΟ ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΟ

Το *Clostridium Perfringens* είναι ένα σπορογόνο βακτηρίδιο και με τους σπόρους του επιζεί σε αντίξοες περιβαλλοντικές συνθήκες, αλλά εμφανίζει και μεγάλη αντοχή στη χλωρίωση. Η παρουσία του αποτελεί απόδειξη μόλυνσης του νερού ακόμη και στις περιπτώσεις εκείνες που δεν ανιχνεύεται *E. coli*, οπότε και εκτιμάται ότι η μόλυνση είναι παλιά. Η ανίχνευσή του θεωρείται ότι έχει ιδιαίτερη σημασία για τις ελλείψεις που αφορούν στα μικρά συστήματα υδρεύσεων που δεν είναι δυνατόν να ελέγχονται σε τακτική βάση (Warrell, 2003).

### 1.5.13 LEGIONELLA

Η νόσος των λεγεωναρίων ονομάστηκε έτσι από μία λοίμωξη του αναπνευστικού όπου προσβλήθηκε ένας μεγάλος αριθμός βετεράνων της Λεγεώνας της Αμερικής σε ένα συνέδριο στην Φιλαδέλφεια των Η.Π.Α. το 1976. Το γένος *legionella*, είναι μια παθογόνος ομάδα Gram αρνητικών βακτηρίων όπου έχει 22 γνωστά είδη από τα οποία η *L. Pneumophila* είναι η πιο γνωστή όπου προκαλεί *Legionellosis*, συμπεριλαμβανομένης μίας ασθένειας που καλείται νόσος των Λεγεωνάριων όπου ο τύπος της είναι όπως της πνευμονίας. Το νερό είναι η μεγαλύτερη φυσική δεξαμενή για τη *Legionella* και τα βακτήρια αυτής βρίσκονται σε όλο το κόσμο σε πολλά διαφορετικά φυσικά και τεχνητά υδάτινα περιβάλλοντα όπως πύργοι ψύξης, συστήματα νερού σε ξενοδοχεία, σε σπίτια, σε πλοία, σε εργοστάσια, σε συστήματα ποτίσματος κήπων, σε θεάματα με νερό (συντριβάνια, καταρράκτες εσωτερικών χώρων), σε πισίνες και σε σπα. Περίπου το 20% των περιπτώσεων της νόσου των λεγεωνάριων που ανιχνεύεται στην Ευρώπη θεωρείται πως σχετίζεται με τα ταξίδια. Αυτές οι περιπτώσεις παρουσιάζουν ένα συγκεκριμένο σύνολο προβλημάτων λόγω των δυσκολιών στον προσδιορισμό της πηγής μόλυνσης. Σε γενικές γραμμές κάθε άτομο μπορεί να προσβληθεί από τη νόσο αλλά έχει παρατηρηθεί πως μεγαλύτερη ευαισθησία έχουν τα άτομα άνω των 50 ετών καθώς και οι καπνιστές και όσα άτομα βρίσκονται σε ανοσοκαταστολή. Τα κύρια χαρακτηριστικά της νόσου είναι ο

χρόνος επώασης όπου είναι 2 – 10 μέρες, η διάρκεια της νόσου που κυμαίνεται για εβδομάδες καθώς και τα συμπτώματα όπου έχουμε υψηλό πυρετό, πονοκέφαλο, απώλεια δύναμης, μυικό πόνο, διάρροια κλπ. Η μόλυνση είναι αποτέλεσμα της εισπνοής σταγονιδίων (μεγέθους 1-5 μm) μολυσμένου νερού με λεγεωνέλλα. Τα σταγονίδια αυτά είναι αρκετά μικρά ώστε να εισχωρήσουν στα πνευμόνια και να κατακρατηθούν από τις κυψελίδες. Ο κίνδυνος που θα απασχολήσει εμάς προέρχεται από θεάματα νερού που πολλά ξενοδοχεία τοποθετούν στις πισίνες τους, από τα σπα και από τους καταιονητήρες (WHO 2007).

## 1.6 ΕΙΔΗ ΚΟΛΥΜΒΗΤΙΚΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ

ΔΗΜΟΣΙΕΣ	ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ  Ή  ΕΞΩΤΕΡΙΚΕΣ
ΑΘΛΗΤΙΚΕΣ	
ΙΔΙΩΤΙΚΕΣ	

Ωστόσο υπάρχουν και άλλες δεξαμενές με συγκεκριμένη χρήση όπως οι δεξαμενές κατάδυσης, οι νεροτσουλήθρες, οι δεξαμενές υδρομάλαξης, οι παιδικές δεξαμενές καθώς και εκείνες που χρησιμοποιούνται για υδροθεραπεία.

### 1.6.1 ΔΗΜΟΣΙΕΣ ΚΟΛΥΜΒΗΤΙΚΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ

Η χρήση αυτής είναι για το κοινό, για ομάδες πληθυσμού όπως μέλη συλλόγων, ένοικους ξενοδοχείου, ένοικους πολυκατοικίας ή από εκπαιδευτικά ιδρύματα. Είναι συνήθως τμήμα μίας μεγάλης εγκατάστασης για τη διασκέδαση και την αναψυχή. Ανήκει συνήθως σε συγκρότημα το οποίο διαθέτει και άλλες εγκαταστάσεις όπως γήπεδα ποδοσφαίρου, καλαθοσφαίρισης, παιδότοπος κ.λ.π. και δύναται να έχουν αυτές οι εγκαταστάσεις περισσότερες από μία πισίνες για να καλύψουν τις ανάγκες που απαιτούνται. Σε αυτούς τους χώρους συνήθως υπάρχει εσωτερική θερμαινόμενη πισίνα, εξωτερική πισίνα (η οποία μπορεί να θερμαίνεται ή όχι), πισίνα για παιδιά με χαμηλό βάθος, παιδική πισίνα για βρέφη καθώς και σάουνα, τζακούζι ή σπα. Πολυτελή ξενοδοχεία μπορεί να διαθέτουν κτιριακή εγκατάσταση που να διαφοροποιείται από το κτίριο του ξενοδοχείου και να λειτουργεί καθαρά ως χώρος κολυμβητήριου. Επίσης στις δημόσιες πισίνες μπορεί να έχει δεξαμενή καταδύσεων και να



χρησιμοποιείται ακόμη και βατήρας. Συνήθως τα σχήματα τους είναι ορθογώνια με μήκος 25 μέτρα ή 50 μέτρα αλλά τα τελευταία 20 χρόνια συναντάμε διαφορετικά μεγέθη και σχήματα με συντριβάνια, μπαρ, γέφυρες, ακόμη και καταρράκτες.

### 1.6.2 ΑΘΛΗΤΙΚΕΣ ΚΟΛΥΜΒΗΤΙΚΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ

Χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο για αθλητικά αγωνίσματα, για προπόνηση ή εκπαίδευση των αθλητών. Οι συγκεκριμένες πισίνες έχουν αυστηρά πρότυπα κατασκευής ώστε να μπορούν να δηλώνονται για να πραγματοποιούνται αγώνες. Το μήκος τους είναι αυστηρά 25 μέτρα ή 50 μέτρα και τουλάχιστον 1,35 μέτρα βάθος. Συνήθως είναι σε κλειστούς χώρους για να είναι πιο εύκολος ο χειρισμός του φωτισμού, της θερμοκρασίας και άλλων παραμέτρων που επιβάλλει η Ομοσπονδία. Στη κορυφή του αθλητισμού είναι οι πισίνες ολυμπιακών διαστάσεων οι οποίες πρέπει να είναι αυστηρά 50 μέτρα μήκος και 25 μέτρα πλάτος και με θερμοκρασία νερού μεταξύ 25 – 28 ° C (FINA, 2009). Θα πρέπει να υπάρχουν οκτώ (8) διάδρομοι και ο σχεδιασμός πρέπει να είναι τέτοιος ώστε να μειώνεται η τριβή και η αντίσταση του νερού όπως να μην υπάρχουν ρεύματα νερού, το βάθος να είναι σωστό, οι λωρίδες να είναι πλατιές και ο φωτισμός επαρκής και σταθερός (MIT, 2007).

### 1.6.3 ΙΔΙΩΤΙΚΕΣ ΚΟΛΥΜΒΗΤΙΚΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ

Το μέγεθος των ιδιωτικών είναι σαφώς μικρότερο από εκείνο των δημόσιων λόγω του κόστους και της χρήσης που γίνεται από αυτό. Οι εγκαταστάσεις μπορεί να είναι μόνιμες με εγκατάσταση ενσωματωμένη στο υπέδαφος ή ακόμη και πάνω από αυτό. Όταν οι εγκαταστάσεις δεν είναι με μόνιμη κατασκευή είναι πάνω από το έδαφος και μετά το καλοκαίρι κάνουν αποσυναρμολόγηση. Η χρήση αυτών είναι καθαρά για τον ιδιοκτήτη, την οικογένεια του και τους φίλους του και δεν μπορούν να εισέλθουν όλοι (swimmingpool, 2014). Η χρήση των ιδιωτικών πισινών είναι ένα χαρακτηριστικό των σπιτιών όπου παίρνει μεγάλες διαστάσεις και πλέον το κάθε σπίτι προσπαθεί, εφόσον έχει τα απαραίτητα περιθώρια χώρου να εντάξει μία. Για την κατασκευή τους οι μέθοδοι διαφοροποιούνται σε μεγάλο βαθμό αφού μπορείς να κατασκευάσεις με διάφορα υλικά. Πολλές χώρες, για λόγους ασφάλειας μικρών παιδιών, έχουν θέσει αυστηρές προδιαγραφές και κανονισμούς ασφαλείας με χρήση περίφραξης περιμετρικά της δεξαμενής ώστε να μην επιτρέπεται στα μικρά παιδιά να εισέρχονται από μόνα τους. Δυστυχώς αυτό όμως δύσκολα ελέγχεται και η παραβατικότητα στην κατασκευή των εγκαταστάσεων είναι ένα φαινόμενο που θέλει προσπάθεια για να αντιμετωπιστεί (swimmingpool, 2014).

### 1.6.4 ΠΑΙΔΙΚΕΣ ΚΟΛΥΜΒΗΤΙΚΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ

Είναι φθηνές και για προσωρινή χρήση κυρίως και μπορούν να αγοραστούν από καταστήματα εποχιακών προϊόντων όπου έπειτα συναρμολογούνται με ευκολία. Χρησιμοποιούνται για τη καλοκαιρινή περίοδο και τοποθετούνται συνήθως σε εξωτερικό χώρο όπου φουσκώνονται με αέρα ώστε τα τοιχώματα να παραμένουν ανέπαφα από τη πίεση όπου το νερό ασκεί σε αυτά. Λόγω του μικρού μεγέθους τους το νερό υπερχειλίζει συνέχεια από τη κίνηση των λουόμενων με αποτέλεσμα να γίνεται αναγκαστικά ανανέωση του νερού. Αυτό έχει ως θετικό πως το νερό δεν χρειάζεται χλωρίωση για το διάστημα που θα παραμείνει εντός της δεξαμενής.

### 1.6.5 ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΟΛΥΜΒΗΤΙΚΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ

Μια φυσική κολυμβητική δεξαμενή είναι κατασκευασμένη από ένα σύστημα που αποτελείται από μεμβράνες και στις οποίες δεν χρησιμοποιούνται χημικές ουσίες ή συσκευές απολύμανσης – αποστείρωσης του νερού. Αποτελείται από τη ζώνη κολύμβησης όπου είναι ο χώρος που προορίζεται για την κολύμβηση και μοιάζει με μία συμβατική λίμνη ή πισίνα και από τη ζώνη αναγέννησης που μπορεί να συμπληρωθεί με διαφορετικά είδη ανθοφόρων για να δημιουργήσει ένα φυσικό περιβάλλον στο νερό. Οι δύο αυτές ζώνες είναι φυσικά διαχωρισμένες και σε ίση έκταση για να καθαρίζονται σε ικανοποιητικό βαθμό (Littlewood, 2005). Ο καθαρισμός του νερού πραγματοποιείται από βιολογικά φίλτρα και από φυτά τα οποία καλλιεργούνται στο νερό μέσα στο σύστημα. Διαθέτουν μηχανισμό κοσκινίσματος με μέγεθος περίπου 3 χιλιοστά όπου ως πλεονέκτημα είναι πως πιάνουν τις μικρές ακαθαρσίες και τα φύκια. Το νερό ρέει ομαλά στο κόσκινο και έχει σύστημα αυτοκαθαρισμού. Για την υπερχειλίση έχει σύστημα αντλίας όπου τα νερά διοχετεύονται από και προς άλλες παροχές. Τα βακτηρίδια και τα μικρόβια απομακρύνονται από το νερό με τη βοήθεια ενός βιοφίλμ το οποίο μειώνει τις οργανικές ακαθαρσίες. Οι συνθήκες διαβίωσης επιδεινώνονται για τα φύκη αλλά βελτιώνονται για τα φυτά, οι θρεπτικές ουσίες δεσμεύονται και η ανάπτυξη της άλγης είναι πάντα μειωμένη με αποτέλεσμα να υπάρχει φυσική ισορροπία στη πισίνα. Για να λειτουργεί ως ένα υγιές οικοσύστημα η φυσική πισίνα έχει τα αμφίβια και τα υδρόβια πλάσματα, όπως τα βατράχια, σαλαμάνδρες, και σαλιγκάρια όπου διατηρούν ένα καθαρό περιβάλλον (biotop-natural-pool, 2014).

### 1.6.6 ΚΟΛΥΜΒΗΤΙΚΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ

Είναι κολυμβητικές δεξαμενές με διαφορετικό τρόπο χρήσης. Αποτελούνται από ένα μικρό χώρο, διαστάσεων περίπου 2,50 x 5,00 μέτρα, όπου ο κολυμβητής ενώ κολυμπά δέχεται ένα ισχυρό ρεύμα νερού που παράγεται τεχνητά και εν συνεχεία πρέπει να πηγαίνει αντίθετα στο ρεύμα αυτό με αποτέλεσμα να δρα προσφέροντας οφέλη για τη σωματική του άσκηση ευεξία.

### 1.6.7 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΚΟΛΥΜΒΗΤΙΚΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ

Hot tubs και spa είναι πισίνες, συνήθως μικρότερου μεγέθους από τις κανονικές, οι οποίες λειτουργούν με θερμαινόμενο νερό και χρησιμοποιούνται για υδροθεραπεία και για ευχαρίστηση. Η τεχνική αυτή, η οποία χρησιμοποιείται ως υδρομασάζ, διαθέτει:

- 1) Σύστημα αναρρόφησης για να επιστρέφει το νερό με τις αντλίες.
- 2) Σύστημα φιλτραρίσματος για να γίνεται ικανοποιητικός καθαρισμός του νερού.
- 3) Εισερχόμενο αέρα όπου τον ενσωματώνουν στο ρεύμα του νερού με χρήση εύκαμπτων σωλήνων.
- 4) Σε μερικά μοντέλα έναν ανεμιστήρα που ωθεί τον αέρα μέσα από ένα ξεχωριστό σύνολο διαφορετικό από τον εισερχόμενο αέρα.
- 5) Σύστημα οζονισμού όπου σε περίπτωση που γίνεται εγκατάσταση σε αυτό θα έχει το δικό του σύνολο σωληνώσεων και εξαρτημάτων.

(spadepot, 2014)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΚΟΛΥΜΒΗΤΙΚΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Τις τελευταίες δεκαετίες όλο και μεγαλύτερος αριθμός κολυμβητών χρησιμοποιούν κολυμβητικές δεξαμενές για ψυχαγωγία και άθληση. Τα ξενοδοχεία πλέον θεωρούν ως προαπαιτούμενο τη κατασκευή τους. Η χρήση όμως ενέχει πολλούς κινδύνους με πιο συχνές τις γαστρεντερίτιδες και τις λοιμώξεις που αφορούν τα αυτιά, το στόμα και τα μάτια. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας της κακής συντήρησης ή την ανεπάρκεια απολύμανσης του νερού. Γι' αυτό θα πρέπει οι ιδιοκτήτες ή οι συντηρητές εγκαταστάσεων που διαθέτουν κολυμβητική δεξαμενή να γνωρίζουν ορισμένες οδηγίες σχετικά με την κατασκευή-υποδομή αυτών, με τη συντήρηση-καθαρισμό τους, με την ανακυκλοφορία του νερού, με την επεξεργασία του και με τις πηγές μόλυνσης. Η Ελληνική Νομοθεσία περιγράφει λεπτομερώς όλες εκείνες τις προδιαγραφές που απαιτούνται καθώς και τους κινδύνους και τις ενέργειες που πρέπει να γίνουν για την εύρυθμη λειτουργία των πισίνων.

#### 2.1 ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΗ

Για την λειτουργία της κολυμβητικής δεξαμενής απαιτείται η έκδοση άδειας λειτουργίας, με ισχύ πενταετίας. Για την συνέχεια λειτουργίας της μπορεί να προβεί στην ανανέωση της ή διαφορετικά απαιτείται εκ νέου άδεια λειτουργίας σε περίπτωση που έχουν αλλάξει οι όροι λειτουργίας ή έχουν γίνει κατασκευαστικές παρεμβάσεις. Είναι απαραίτητη η συνεργασία του κατασκευαστή με την υπηρεσία περιβαλλοντικής υγιεινής και υγειονομικού ελέγχου της περιφέρειας Αττικής ώστε να γίνει προέλεγχος για να είναι προβλεπόμενη η εγκατάσταση με τη κείμενη νομοθεσία.

#### 2.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Για τη κατασκευή των δεξαμενών πρέπει να χρησιμοποιούνται υλικά που να διασφαλίζουν τη καλή λειτουργία της κολυμβητικής δεξαμενής χωρίς απώλειες, ρωγμές κ.α. Τα υλικά αυτά πρέπει να είναι ανθεκτικά, εγκεκριμένα για τέτοιου τύπου κατασκευές, να είναι λεία η επιφάνεια τους, να εξασφαλίζουν την υδατοστεγανότητα, να καθαρίζονται εύκολα και η χρωματική τους απόχρωση να είναι όσο το δυνατόν πιο ανοιχτόχρωμη. Επίσης, περιμετρικά της πισίνας το πάτωμα πρέπει να είναι τέτοιας κατασκευής ώστε όταν είναι υγρό να μην είναι ολισθηρό. Σχετικά με τα υλικά κατασκευής του μηχανολογικού εξοπλισμού πρέπει να είναι η ποιότητα τους άριστη ώστε να αποφευχθεί οποιοσδήποτε κίνδυνος ρύπανσης του νερού. Ακόμη η ποιότητα τους πρέπει να καθιστά ασφαλή τη χρήση της πισίνας για αποφυγή ατυχημάτων.

## 2.3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Η δεξαμενή πρέπει να έχει σχεδιασμό που να μην επιτρέπει την εμφάνιση νεκρών σημείων και να προσφέρει αποτελεσματική απολύμανση. Ο σχεδιασμός της πρέπει να παρέχει ικανοποιητικό σύστημα κυκλοφορίας νερού. Τα στόμια που είναι υπεύθυνα για την εισροή και την εκκένωση του νερού θα είναι η κατασκευή τους με τρόπο που να δημιουργεί μία ομοιόμορφη κυκλοφορία του νερού ώστε το χλώριο που υπολείπεται στη πισίνα να είναι απλωμένο. Η εσχάρωση στα στόμια είναι υποχρεωτική, δεν πρέπει να μετακινούνται εύκολα και πρέπει να εμποδίζουν μεγάλα αντικείμενα. Τέλος, ο σχεδιασμός θα διαχωρίζει τους αποχετευτικούς αγωγούς για να αποφευχθεί η πιθανότητα παλινδρόμησης και είσοδος λυμάτων στη πισίνα.

## 2.4 ΜΕΓΙΣΤΟ ΦΟΡΤΙΟ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ

Για να υπάρχει σωστή λειτουργία της κολυμβητικής δεξαμενής πρέπει να υπολογίσουμε τον μέγιστο αριθμό λουόμενων που θα τη χρησιμοποιούν για να μην υπάρχει μόλυνση ή χαμηλή ποιότητα του νερού. Ο υπολογισμός αυτού θα γίνεται σύμφωνα με την επιφάνεια του νερού και το βάθος της δεξαμενής. Συγκεκριμένα:

- α) Τμήματα δεξαμενής βάθους μέχρι 1,00 μέτρο αναλογεί τουλάχιστον 1,00 μέτρο επιφάνειας νερού ανά λουόμενο.
- β) Τμήματα δεξαμενής βάθους μεγαλύτερου του 1,00 μέτρου αναλογεί τουλάχιστον 2,50 μέτρα επιφάνειας νερού ανά λουόμενο.

## 2.5 ΧΩΡΟΙ ΑΠΟΧΩΡΗΤΗΡΙΩΝ

Η νομοθεσία επιβάλλει την ύπαρξη ικανού αριθμού αποχωρητηρίων, νιπτήρων και καταιονητήρων. Ο ελάχιστος αριθμός των καταιονητήρων, ψυχρού και θερμού καθαρού νερού για κάθε φύλο, πρέπει να αντιστοιχεί σε 1 για κάθε 50 λουόμενους κατά το χρόνο της μεγάλης φόρτισης της δεξαμενής. Ο ελάχιστος αριθμός των αποχωρητηρίων και ουρητηρίων πρέπει να είναι 2 αποχωρητήρια και 4 ουρητήρια ανά 250 άνδρες και 1 αποχωρητήριο ανά 50 γυναίκες. Στο χώρο των αποχωρητηρίων πρέπει να υπάρχουν και νιπτήρες σε αναλογία τουλάχιστον 1 νιπτήρας ανά 100 λουόμενους. Όταν αναφερόμαστε στις εγκαταστάσεις υγιεινής δεν χρησιμοποιούνται οι αντίστοιχες που αφορούν άλλες δραστηριότητες (π.χ. αθλημάτων, ξενοδοχείου, παρακείμενου καταστήματος ) παρά μόνο όταν η υπηρεσία που γνωματεύει επιτρέψει τη χρήση αυτών για την εξυπηρέτηση των λουόμενων. Στους χώρους αυτούς πρέπει να εφαρμόζονται πιστά οι κανόνες υγιεινής και να γίνεται τακτική συντήρηση-καθαρισμός.

## 2.6 ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ

Οι χώροι των αποδυτηρίων πρέπει να είναι σχεδιασμένοι ώστε να πληρούν όλες τις προϋποθέσεις υγιεινής. Το δάπεδο και οι τοίχοι πρέπει να έχουν κατασκευή με υλικό που να είναι λείο και αδιαπότιστο. Οι διάδρομοι που περπατάνε οι λουόμενοι ενώ μπορεί να είναι υγροί δεν πρέπει να είναι ολισθηροί, πράγμα που επιτυγχάνεται με τη σωστή επιλογή των υλικών δαπέδου. Τα ιματιοφυλάκια πρέπει να έχουν κατασκευή που να πλένονται εύκολα και να έχουν επαρκή αερισμό ενώ παράλληλα να μην είναι ανοιχτά ώστε να αποφεύγεται η είσοδος εντόμων.

## 2.7 ΦΩΤΙΣΜΟΣ, ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΧΩΡΩΝ

Σε όλους τους χώρους των κολυμβητικών δεξαμενών, οι οποίοι λειτουργούν και κατά τη διάρκεια της νύχτας καθώς και όταν δεν επαρκεί ο φυσικός φωτισμός, πρέπει να διατίθεται ολοκληρωμένο σύστημα τεχνητού φωτισμού. Τα φώτα πρέπει να είναι κατά τέτοιο τρόπο διατεταγμένα ώστε να καλύπτουν με φως όλα τα σημεία του χώρου και να παρέχουν επάρκεια φωτισμού. Ο φωτισμός της δεξαμενής πρέπει να είναι επαρκής ώστε να αποτραπεί κίνδυνος ατυχήματος από την έλλειψη αυτών. Σε περίπτωση που εγκατασταθεί υποβρύχιος φωτισμός θα ληφθούν αυστηρά μέτρα ασφαλείας κατασκευής για να αποφευχθεί ηλεκτροπληξία. Η μελέτη για τη σωστή τοποθέτηση τους θα γίνει σύμφωνα με τους ειδικούς κανονισμούς. Οποσδήποτε θα πρέπει να υπάρχουν παράθυρα διατεταγμένα για να εισρέει ικανοποιητικός φωτισμός την ημέρα. Όλοι οι χώροι θα πρέπει να αερίζονται επαρκώς συμπεριλαμβανομένων των αποδυτηρίων, αποχωρητηρίων και καταιονητήρων. Παρόλο τον αερισμό που επιβάλλεται να υπάρχει θα πρέπει να μην δημιουργούνται άμεσα ρεύματα προς τους κολυμβητές. Σχετικά με τη θέρμανση του χώρου, η θερμοκρασία του νερού των δεξαμενών θα διατηρείται μεταξύ 22°C και 25°C. Ανεξαρτήτως βαθμού θερμοκρασίας συνίσταται ο περιβάλλον χώρος να είναι 3°C παραπάνω και όχι πάνω από 5°C καθώς και όχι κατώτερη κατά 1°C από αυτή της δεξαμενής. Στους υπόλοιπους χώρους όπως αποδυτήρια, αποχωρητήρια και καταιονητήρες συνίσταται η θερμοκρασία μεταξύ 21°C και 24°C. Τα συστήματα θέρμανσης είναι προτιμότερο να είναι καλυμμένα για να αποφευχθούν ατυχήματα. Τέλος, η υγρασία των χώρων θα ελέγχεται για να μην υπερβεί το 70%.

## 2.8 ΜΕΤΡΑ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Η χρήση της πισίνας συχνά ενέχει κινδύνους. Ανάλογα με το μέγεθος της εφαρμόζουμε μέτρα ασφαλείας για να είμαστε σίγουροι πως θα αποτρέψουμε κάθε πιθανό κίνδυνο. Κατά τη διάρκεια της κολύμβησης μπορεί να δημιουργηθούν προβλήματα εκούσια ή ακούσια. Γιαυτό είναι προτιμότερο να ακολουθούμε όλες τις προδιαγραφές και οδηγίες που μας δίνονται. Σε δημόσιες πισίνες πρέπει να έχουν μέσα για τη διάσωση των κολυμβητών όπως:

α) Σωσίβια σε σχήμα κυκλικό τα οποία να είναι σε εμφανή σημείο αναρτημένα με σχοινί ώστε να μπορούμε να τα τραβήξουμε όταν χρειαστεί.

β) Γάντζοι διάσωσης.

γ) Κουτί Πρώτων Βοηθειών εφοδιασμένο με όλα τα απαραίτητα ιατρικά βοηθήματα και με φαρμακευτικά είδη.

δ) Κατάλογος με όλα τα χρήσιμα τηλέφωνα όπως το τοπικό τηλέφωνο της αστυνομίας, της πυροσβεστικής, των πλησιέστερων ιατρείων και των νοσοκομείων.

ε) Ένα δωμάτιο ώστε να μπορούν να παρασχεθούν οι Πρώτες Βοήθειες. Θα περιλαμβάνει ένα κρεβάτι για να εξεταστεί ο ασθενής, κλινοσκεπάσματα και κουτί πρώτων βοηθειών.

Λόγω του μεγέθους της δεξαμενής και του ύψους του νερού επιβάλλεται να διαχωρίζεται με εμφανή γραμμή ασφάλειας το τμήμα ή τμήματα που έχουν βάθος λιγότερο από 0,90 μέτρα. Στη περίπτωση που δεν λειτουργεί η κολυμβητική δεξαμενή είναι προτιμότερο να προφυλάσσεται με ειδικό δίκτυο για την αποτροπή πτώσης και πνιγμού ή για την αποφυγή ατυχήματος. Επίσης στην είσοδο της δεξαμενής πρέπει να υπάρχουν αναρτημένες πινακίδες όπου θα αναγράφονται οι βασικοί κανόνες λειτουργίας και ασφάλειας καθώς και ενημέρωση σχετικά με την υγιεινή των κολυμβητών.

## **2.9 ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ**

Ο υπεύθυνος της κολυμβητικής δεξαμενής καθώς και ο τεχνικός ασφαλείας, σε περίπτωση που το πρόσωπο αυτό δεν ταυτίζεται, οφείλει να έχει κατάλληλη εκπαίδευση και να γνωρίζει το αντικείμενο που αφορά τη συντήρηση-καθαρισμό των εγκαταστάσεων, τον έλεγχο του νερού, τα διαλύματα που πρέπει να τοποθετεί καθώς και τεχνικές διάσωσης και πρώτων βοηθειών. Εννοείται πως πρέπει να παρακολουθεί τους λουόμενους και να τους ενημερώνει και να τους αποτρέπει από ενδεχομένως μία λανθασμένη κίνηση τους ή να τους καθοδηγεί όσον αφορά τους κανόνες υγιεινής που ορίζονται σύμφωνα με το πρωτόκολλο.

## **2.10 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΥΛΙΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ**

Η κολυμβητική δεξαμενή πρέπει να διαθέτει σύστημα ανακυκλοφορίας και διύλισης για το νερό και να είναι προγραμματισμένο έτσι ώστε να εξασφαλίζει τον απαιτούμενο ρυθμό ανανέωσης του. Η λειτουργία του συστήματος δεν πρέπει να διακόπτεται παρά μόνο όταν δεν λειτουργεί η πισίνα για το κοινό. Διαφορετικά πρέπει να λειτουργεί συνέχεια έτσι ώστε να εξασφαλίζει τη διαύγεια του νερού. Σε δεξαμενές που η χωρητικότητα τους είναι άνω των 1250 m<sup>3</sup> επιβάλλεται 24ωρη λειτουργία του συστήματος ανακυκλοφορίας του νερού εκτός από τις ώρες που δεν είναι ανοιχτό για το κοινό, όπου εκεί μειώνεται ο ρυθμός ανανέωσης στο μισό. Σε περίπτωση που υπάρχουν περισσότερες από μία κολυμβητικές δεξαμενές, η μονάδα ανακυκλοφορίας πρέπει να καλύπτει και τις δύο πισίνες, εφόσον χρησιμοποιείται και για τις δύο.

### 2.10.1 ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΝΕΡΟΥ

Ο σκοπός της ανακυκλοφορίας του νερού είναι να μεταφέρει σε όλα τα σημεία της δεξαμενής το νερό που έχει επεξεργαστεί και απολυμανθεί και να απομακρύνει το ακάθαρτο νερό. Για την αποτελεσματικότητα της απολύμανσης απαιτείται προσοχή στη σχεδίαση των συστημάτων εισροής, εκροής, υπερχειλίσης, του συστήματος σωληνώσεων και των αντλιών ανακυκλοφορίας. Το πως θα ανακυκλοφορήσει το νερό εξαρτάται από τον τύπο της κολυμβητικής δεξαμενής, τον όγκο του νερού, το βάθος και το σχήμα που αυτό έχει. Στις δεξαμενές με μικρό φορτίο λουομένων πρέπει να απομακρύνεται τουλάχιστον το 1/5 του νερού που βρίσκεται στην επιφάνεια για επεξεργασία. Αυτό όμως αλλάζει όταν πρόκειται για δεξαμενές ελεύθερης κολύμβησης ή σε αυτές που έχουν μεγάλο φορτίο λουομένων. Σε αυτές πρέπει να απομακρύνεται τουλάχιστον τα 4/5 του νερού που βρίσκεται στην επιφάνεια για επεξεργασία. Όσον αφορά τις δεξαμενές υδρομάλαξης, το φορτίο των λουομένων είναι πολύ αυξημένο σε σχέση πάντα με τον όγκο του νερού που περιέχουν γιατί πρέπει το ποσοστό του νερού που οδηγείται για επεξεργασία να είναι το μέγιστο δυνατό για να αποφευχθεί οποιαδήποτε μόλυνση. Σε κολυμβητικές δεξαμενές που συνδέονται με παιδικές δεξαμενές η ανακύκλωση του νερού είναι προτιμότερο να είναι συχνότερη ώστε να επιτύχουμε μείωση πιθανότητας έκθεσης των παιδιών σε μικροοργανισμούς.

Η απομάκρυνση του νερού με τη διαδικασία της υπερχειλίσης βασίζεται σε τρία (3) συστήματα :

- α) Με αύλακες υπερχειλίσης στο κράσπεδο της δεξαμενής
- β) Με αύλακες υπερχειλίσης στο εσωτερικό των τοιχωμάτων της δεξαμενής
- γ) Τα στόμια υπερχειλίσης

### 2.10.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΥΛΙΣΗΣ

Το νερό εκτός από καθαρό πρέπει να είναι και διαυγές. Η διαύγεια του βοηθά στο να εποπτεύουμε καλύτερα το νερό και να προβαίνουμε σε επεμβάσεις όπου χρειάζεται. Η ασφάλεια των λουομένων καθορίζεται και από αυτό. Θεωρούμε πως ο πυθμένας του της δεξαμενής πρέπει να είναι ορατός σε όλα τα σημεία του και ειδικότερα στο μεγαλύτερο βάθος που αυτό έχει. Σε περίπτωση που δεν είναι ορατός πρέπει να κάνουμε όλες εκείνες τις ενέργειες που το πρωτόκολλο ασφαλείας ορίζει διαφορετικά κάποιος κολυμβητής μπορεί να νιώσει αδιαθεσία και να μην μπορεί να συνεχίσει και να βρει το πιο ρηχό σημείο καθώς και να μην γίνει αντιληπτός ώστε να προβούν στη διάσωση του μιας και δεν θα είναι ορατός λόγω της θολότητας του νερού. Ακόμη η απώλεια διαύγειας μπορεί να προκαλέσει δυσφορία στους λουομένους. Ο παράγοντας που προκαλεί το θόλωση του νερού δύναται να προκαλέσει την εμφάνιση μικροοργανισμών καθώς και να επιβραδύνει την απολυμαντική ουσία. Η διύλιση είναι ένα κρίσιμο στάδιο ελέγχου και αφορά άμεσα τις υδατογενείς λοιμώξεις που μπορεί να προέλθουν. Η σωστή λειτουργία της απομακρύνει πολλά πρωτόζωα και βακτήρια και δύναται να κατακρατήσει μικρόβια και ορισμένες αμοιβάδες. Ένας παράγοντας που αποδεικνύει ότι η διύλιση δεν είναι αποτελεσματική είναι η θολότητα. Γιαυτό όταν έχουμε θόλωση νερού πρέπει να ελέγχουμε τα

φίλτρα, να τα πλένουμε και να γίνεται σωστή διύλιση. Για τη διύλιση έχουμε διάφορες μεθόδους. Η πιο παλαιά είναι η χρήση με άμμο. Η πλέον πρόσφατη είναι τα ταχυδιωλιστήρια βαρύτητας ή πίεσης. Το υλικό που χρησιμοποιείται στο διωλιστήριο έχει ύψος, τουλάχιστον στην αρχή, 0,90 μέτρα και αποτελείται από άμμο και χαλίκια. Η διάμετρος των κόκκων της άμμου πρέπει να είναι 0,40 – 0,50 mm. Απαγορεύεται να περιέχει οργανικές ουσίες και ευδιάλυτα υλικά. Η ροή των φίλτρων πρέπει να είναι ρυθμισμένη για τη μέτρηση της απώλειας του υδραυλικού φορτίου κατά τη λειτουργία της διύλισης.

Τα φίλτρα που λειτουργούν είναι :

- α) φίλτρα με ζεολίτη
- β) φίλτρα με φυσίγγια
- γ) φίλτρα γης διατομών
- δ) φίλτρα με πίεση
- ε) φίλτρα με δολομίτη

Σε όσα φίλτρα λειτουργούν με πίεση πρέπει να υπάρχουν καλύμματα για την καλύτερη επιθεώρηση, συντήρηση-καθαρισμό ή τυχόν επισκευή τους. Σε κολυμβητικές δεξαμενές που συνδέονται με παιδικές δεξαμενές με σύστημα διύλισης υπάρχει σοβαρός κίνδυνος ρύπανσης από κόπρανα λόγω των παιδιών. Γιαυτό είναι προτιμότερο να υπάρχει ξεχωριστό σύστημα διύλισης. Εάν δεν υπάρχει, καλό είναι η ανακύκλωση του νερού να είναι συχνότερη ώστε να μειώσουμε τη πιθανότητα έκθεσης των παιδιών και των μεγαλύτερων σε ηλικία σε βλαπτικούς μικροοργανισμούς.

## 2.11 ΔΙΑΘΕΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Η διάθεση των υγρών αποβλήτων είναι μια εξεζητημένη υπόθεση η οποία πρέπει να την διαχειριζόμαστε με τη δέουσα σημασία. Η απόθεση τους πρέπει να γίνεται στο περιβάλλον σύμφωνα με τις διατάξεις που αφορούν το θέμα αυτό. Τα λύματα περιέχουν ανόργανες και οργανικές ουσίες οπου αιωρούνται ή βρίσκονται διαλυμένες και προέρχονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα και από το νερό που χρησιμοποιείται (Μαρκαντωνάτου 1990).

Πρέπει να είμαστε πολύ αυστηροί ως προς τη διάθεση τους και κυρίως να προσέξουμε να μην γίνει οποιανδήποτε σύνδεση των αποβλήτων αυτών με το δίκτυο όμβριων υδάτων. Τα λύματα των βοηθητικών εγκαταστάσεων των κολυμβητικών δεξαμενών και οι μικρές ποσότητες των υγρών αποβλήτων θα αποχετεύονται για να αποφεύγονται τα όποια υγειονομικά προβλήματα μπορεί να προκύψουν. Τα λύματα αυτά περιέχουν διάφορα μικρόβια τα οποία συναντούμε συνήθως στα κόπρανα. Τα πιο συνήθη είναι τα κολοβακτηρίδια που ζουν στο έντερο του ανθρώπινου σώματος. Ο άνθρωπος αποβάλλει μια μεγάλη ποσότητα από αυτά και γιαυτό είναι απαραίτητο η σχολαστική επεξεργασία τους.

(Σύμφωνα με Υ.Α. Γ1/443/1973, Γ4/1150/1976, Υ.Α. ΔΥΓ2/80825/05/2006).



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΤΩΝ ΚΟΛΥΜΒΗΤΙΚΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ

Το νερό μπορεί να ικανοποιεί κατά κανόνα όλες τις υγειονομικές απαιτήσεις και η μικροβιολογική του ανάλυση να παρέχει τον απαιτούμενο βαθμό ασφαλείας. Παρόλα αυτά είναι χρήσιμη η επεξεργασία αυτού με διάφορες μεθόδους, όπως η απολύμανση με χλώριο, ο καθαρισμός με καθίζηση – διύλιση – απολύμανση ή διορθωτικές επεμβάσεις με χρήση άλατος.

#### 3.1 ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΝΕΡΟΥ

Εκείνη επιτυγχάνεται σύμφωνα με την Ελληνική Νομοθεσία με τη χρήση χλωρίου ή με άλλη μέθοδο απολύμανσης. Η χρήση χλωρίου ορίζεται με συγκεκριμένα επιτρεπόμενα όρια για την αποτελεσματικότητα και ασφάλεια του και διαπιστώνεται με τον έλεγχο της συγκέντρωσης του υπολειμματικού χλωρίου. Υπάρχουν πλέον και άλλες νέες δυνατότητες απολύμανσης με χρήση διαφορετικών παραμέτρων χωρίς τη χρήση χημικών ουσιών. Η κάθε μέθοδος απολύμανσης γίνεται για διαφορετικούς πάντα λόγους και θα πρέπει να αναλύσουμε διεξοδικά τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που αυτή η μέθοδος προσφέρει προτού την χρησιμοποιήσουμε. Η απολύμανση του νερού προσφέρεται σε πληθώρα περιπτώσεων όπου η εφαρμογή της είναι επιβεβλημένη (sts, 2014).

Απαιτείται :

- α) σε παραγωγή τροφίμων και ποτών.
- β) σε δίκτυα ύδρευσης πόσιμου νερού
- γ) βιομηχανία φαρμάκων, καλλυντικών
- δ) νοσοκομεία, χειρουργεία, ιατρεία, νοσηλευτικά ιδρύματα
- ε) ιχθυοκαλλιέργειες για τη προστασία των γόνων
- ζ) κολυμβητικές δεξαμενές
- η) σε πύργους ψύξης για την αποφυγή ανάπτυξης της νόσου των λεγεωνάριων

Οι μέθοδοι απολύμανσης είναι πολλοί με κυριότεροι οι εξής :

- α) χλωρίωση

- β) βρασμός
- γ) οζονισμός
- δ) ιονισμός
- ε) δακτύλιοι Merus BIO
- ζ) με υπεριώδη ακτινοβολία
- η) βρώμιο
- θ) ιώδιο
- ι) αστατίνη
- κ) υπεροξείδιο του υδρογόνου
- λ) ηλεκτρόλυση
- μ) με ιόντα χαλκού και αργύρου

### 3.2 ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΜΕ ΧΛΩΡΙΟ

#### 3.2.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΧΛΩΡΙΟ

Η απολύμανση με χλώριο χρησιμοποιείται για πάνω από ένα αιώνα και έχει πιστωθεί με τη σωτηρία πολλών ανθρώπινων ζωών σε όλο το κόσμο σε καθημερινή βάση αλλά έχει λάβει και μεγάλη αρνητική δημοσιότητα τις τελευταίες δεκαετίες. Το χλώριο είναι αέριο με κιτρινοπράσινο χρώμα και έντονη ερεθιστική οσμή και σε περίπτωση που υπάρχει σε μεγάλο βαθμό γίνεται αποπνικτικό. Σε κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης σχηματίζεται το  $Cl_2$ . Χρησιμοποιείται ευρύτατα στη βιομηχανία και σε μερικά από τα οικιακά είδη απολύμανσης. Η βιομηχανία το μετατρέπει σε υγρή μορφή ώστε να μπορεί να χρησιμοποιείται με ευκολία, να μην αναπνέεται τόσο πολύ και να αποθηκεύεται. Όταν πάντως κυκλοφορήσει μετατρέπεται γρήγορα από υγρή σε αέρια μορφή. Όταν έρχεται σε επαφή με τα τρόφιμα οι άνθρωποι μπορεί να εκτεθούν εξαιτίας μόλυνσης του τροφίμου. Γενικότερα η μόλυνση ενός ατόμου από το χλώριο εξαρτάται από μία σειρά παραγόντων όπως ο χρόνος έκθεσης, το πως εκτέθηκε στην ουσία καθώς και από τη ποσότητα της έκθεσης. Η δράση του με ανόργανες και οργανικές ουσίες είναι οξειδωτική και λόγω αυτής της αντίδρασης δεσμεύεται το απαιτούμενο χλώριο (Barbalace, 1995). Σαν ουσία δεν είναι εύφλεκτη αλλά μπορεί να αντιδρά έντονα και να σχηματίζει έντονες ενώσεις με άλλες χημικές ουσίες. Στις Η.Π.Α. θεωρείται ένα από τα χημικά που κατασκευάζονται σε μεγάλες ποσότητες. Η κατανάλωση του είναι μεγάλη λόγω απόδοσης και αποτελεσματικότητας που αυτό παρέχει στους πελάτες και στις βιομηχανίες. Χρησιμοποιείται ως λευκαντικό κατά την επεξεργασία του χαρτιού και των υφασμάτων, για τη δημιουργία φυτοφαρμάκων και βιοχημικών ουσιών, για τη κατασκευή – ένωση πλαστικών μορίων μεταξύ τους και για τη

κατασκευή άλλων υλικών ως βοηθητική ουσία για τη δημιουργία ενός τελικού προϊόντος. Όταν δεσμευτεί όλη η ποσότητα χλωρίου που χρειάζεται από το νερό, το υπόλοιπο χλώριο που παραμένει σε μικρή ποσότητα συνεχίζει την απολύμανση. Το χλώριο που απομένει ονομάζεται “υπολειμματικό χλώριο” και είναι αυτό με το οποίο μπορούμε να εξάγουμε ασφαλή συμπεράσματα για τη χρήση και αποτελεσματικότητα του ως προς την απολύμανση του νερού παρέχοντας μας ένα σημαντικό πλεονέκτημα. Το χλώριο διακρίνεται σε δύο είδη χλωρίου, το ελεύθερο και το συνδυασμένο. Έχει ανακαλυφθεί επίσης ότι η χλωρίωση του νερού που περιέχει οργανικές ενώσεις θα μπορούσε να οδηγήσει στο σχηματισμό των τριαλογονομεθανίων (THM). Οι πιο διαδεδομένες μορφές του THM είναι το χλωροφόρμιο , το βρωμοδιχλωρομεθάνιο , το διβρωμοχλωρομεθάνιο και το βρωμοφόρμιο (Freese and Nozaic, 2004).

### 3.2.2 ΕΛΕΥΘΕΡΟ ΧΛΩΡΙΟ

Το ελεύθερο χλώριο αναφέρεται τόσο στο υποχλωριώδες οξύ (HOCL) όσο και στη χλωρίνη (OCL) και συνήθως προστίθεται σε συστήματα νερού για απολύμανση. Μετριέται συνήθως με τη χρήση αέριου χλωρίου ή υποχλωριώδες νατρίου. Το χλώριο σχηματίζει ενώσεις με όλα τα στοιχεία και δίνει νέες ενώσεις. Το αέριο χλώριο αντιδρά με περισσότερες ενώσεις.

Η υδρόλυση του αέριου χλωρίου στο νερό γίνεται:

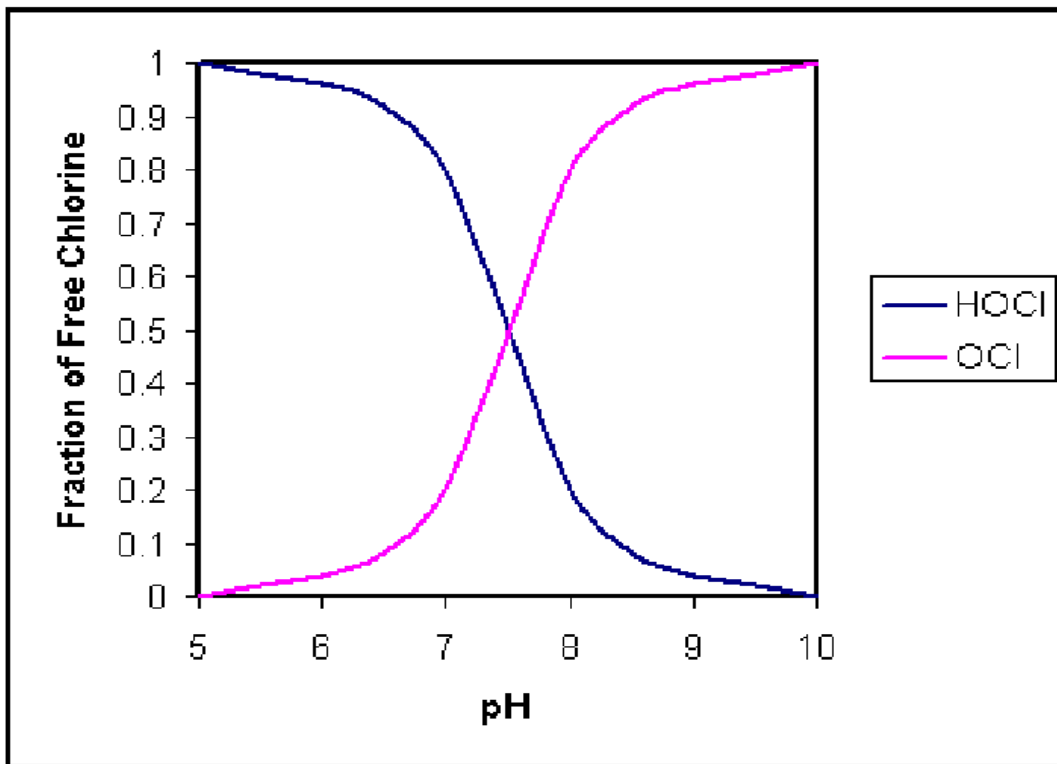


Ο ιονισμός του αέριου χλωρίου στο νερό γίνεται:



Η αναλογία των δύο αυτών μορφών του χλωρίου ( HOCL και OCL ) εξαρτάται από το pH όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα, σε 20°C.

(Wiberg et al, 2001)



( Drawing by Erik Johnston )

Το διάγραμμα δείχνει ότι η υδρόλυση του χλωρίου πάει να γίνει πλήρης σε pH μεταξύ 4 και 6. Στη συνέχεια βλέπουμε τον διαχωρισμό με την έντονη αύξηση του OCL ( $> 6$ ). Ο υπολογισμός της αποτελεσματικότητας κατά τη χρήση του γίνεται με μαθηματική σχέση. Το συμπέρασμα είναι πως το HOCL μπορεί να είναι 80-100% πιο αποτελεσματικό κατά τη χρήση του ως απολυμαντικό από το OCL επειδή έχει μεγαλύτερη μικροβιοκτόνο δράση. Η αποτελεσματικότερη απολύμανση είναι μεταξύ 5 έως 6,5 (Myronlmmeters, 2014).

### 3.2.3 ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΟ ΧΛΩΡΙΟ

Όταν το ελεύθερο χλώριο συνδυάζεται με προσμίξεις όπως αμμωνία, σαπούνι και άλλες αζωτούχες οργανικές ενώσεις, η συνδυασμένη περιεκτικότητα σε χλώριο αντιστοιχεί στη συγκέντρωση των χλωραμίνων στις πισίνες. Οι χλωραμίνες είναι σημαντικά υποπροϊόντα απολύμανσης σε χλωριωμένες πισίνες αλλά με βραδύτερη δράση. Η δυνατότητα απολύμανσης είναι πολύ μικρή και δεν έχουν οξειδωτική ικανότητα (wikipedia 2014). Μερικά από τα υποπροϊόντα, πολλά από τα οποία έχουν αναγνωριστεί ως καρκινογόνα, είναι δυνατόν να προκαλέσουν ή ενέχουν κινδύνους για την υγεία, περισσότερο από τα χημικά που η νομοθεσία ορίζει (Krasner, 2009). Επίσης, η παροχή χλωραμίνης στο σύστημα κυκλοφορίας του νερού μπορεί να αυξήσει την παρουσία μολύβδου και την έκθεση του πληθυσμού με δηλητηρίαση του οργανισμού λόγω εισόδου του στο αίμα. Αυτό καθιστά τη χλωραμίνη μία ουσία η οποία θέλει πολύ προσοχή στο χειρισμό της. Στις πισίνες, οι χλωραμίνες είναι

εκείνες που προκαλούν μια δυσάρεστη μυρωδιά που έχει τη γεύση του χλωρίου και δύναται να προκαλέσουν ερεθισμούς στα μάτια κατά τη διάρκεια της κολύμβησης καθώς και αναπνευστικά προβλήματα όπως άσθμα, κάτι το οποίο αποκτά μεγάλες διαστάσεις (Bougault, et al, 2009 - IAOE, 2006).

Αν προστεθεί προοδευτικά χλώριο στο νερό που περιέχει αμμωνία, κάποια στιγμή θα υπάρξει ένα χαρακτηριστικό σημείο υποχωρήσεως (break point chlorination) όπου μόνο το ελεύθερο χλώριο παραμένει. Αυτό εφαρμόζεται για την απολύμανση αλλά έχει και άλλα οφέλη όπως μυρωδιά και έλεγχος της γεύσης. Για να φτάσουμε σε αυτό το σημείο ρίχνουμε προοδευτικά χλώριο με αποτέλεσμα να γίνει υπερχλωρίωση σε συγκεντρώσεις που υπερβαίνουν κατά πολύ την απολύμανση.

Στο διάγραμμα που φαίνεται παρακάτω παρατηρούμε όλη τη διαδικασία που αναφέρεται σε ποιο σημείο έχουμε αύξηση του υπολειμματικού χλωρίου από την πρόσθεση χλωρίου.

Χωρίζεται σε 4 τομείς :

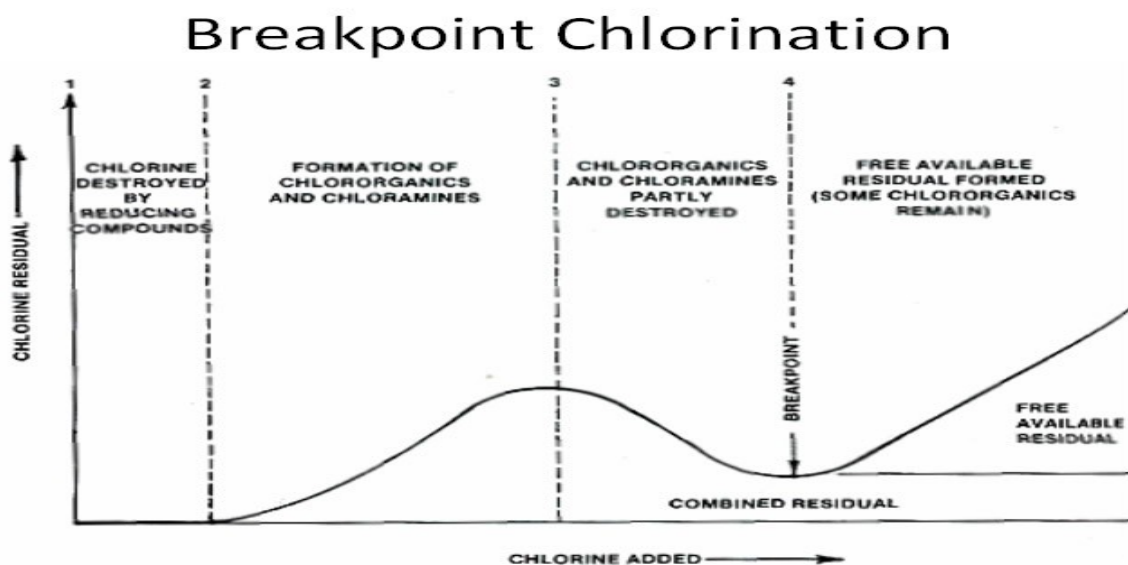
1-2 : οξείδωση αναγωγικών ουσιών από το χλώριο

2-3 : το χλώριο καταναλώνεται με τη παρουσία οργανικής ύλης. Με την παρουσία αμμωνίας σχηματίζονται οι χλωραμίνες.

3-4 : γίνεται διάσπαση χλωραμίνων και παραγωγή αερίου αζώτου και ενώσεων χλωρίου (σημείο θραύσης)

4- : εμφάνιση ελεύθερου υπολειμματικού χλωρίου. Υπάρχει πιθανότητα παραμονής μικρής ποσότητας χλωραμίνων που δεν μπορούν να καταστραφούν από το ελεύθερο χλώριο.

(Αλμπάνης, 2014)



Matt Curtis & Erik Johnston (1996)

### 3.2.4 ΕΝΩΣΕΙΣ ΧΛΩΡΙΟΥ – ΥΠΟΧΛΩΡΙΩΔΕΣ ΝΑΤΡΙΟ

Είναι μία χημική ένωση με χημικό τύπο  $\text{NaClO}$  η οποία είναι πολύ οξειδωτική. Χρησιμοποιείται ευρέως ως λευκαντικό οικιακής χρήσης για το ξέπλυμα των ρούχων και αποσμητικό υγρό. Η μακροχρόνια αποθήκευση του όμως μειώνει την αποτελεσματικότητα και δραστηριότητα του. Χρησιμοποιείται συχνά σε εγκαταστάσεις ύδρευσης χλωρίωσης του νερού και ως απολυμαντικό για σκληρές επιφάνειες. Το ποσοστό διαλύματος του υποχλωριώδες νατρίου ποικίλει ανάλογα με την εφαρμογή αυτού (Metcalf & Eddy, 1991). Στις πισίνες, η ύπαρξη της ένωσης αυτής μπορεί ερχόμενη σε επαφή με το δέρμα να προκαλέσει ερεθισμό ή και εγκαύματα. Η αίσθηση της είναι σαν κάτι να γλιστράει στο δέρμα. Παρόλα αυτά χρησιμοποιείται για την απολύμανση των υδάτων, σε συνδυασμό με την αμμωνία, με πλεονέκτημα να μην σχηματίζει παράγωγα του μεθανίου (May, 2011).

### 3.2.5 ΕΝΩΣΕΙΣ ΧΛΩΡΙΟΥ – ΥΠΟΧΛΩΡΙΩΔΕΣ ΑΣΒΕΣΤΙΟ

Είναι μία χημική ένωση η οποία χρησιμοποιείται και εκείνη, όπως και το υποχλωριώδες νάτριο, για την επεξεργασία και απολύμανση του νερού καθώς και για τη λεύκανση διαφόρων ειδών. Είναι γενικά σταθερή σαν ουσία και έχει ιδιαίτερη προτίμηση στο καταναλωτικό κοινό καθώς η οικιακή του χρήση έχει καθιερωθεί (Pradyot, 2002).

### 3.2.6 ΕΝΩΣΕΙΣ ΧΛΩΡΙΟΥ – ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΧΛΩΡΙΟΥ

Είναι ένα χημικό αέριο με τύπο  $\text{ClO}_2$ , με καλή διαλυτότητα στο νερό, χρώμα κιτρινοπράσινο και ισχυρά οξειδωτικό. Χρησιμοποιείται επίσης για λεύκανση και απολύμανση του νερού. Ειδικότερα, το διοξείδιο του χλωρίου εφαρμόζεται σε βιομηχανίες που περιλαμβάνουν την επεξεργασία νερού ως βιοκτόνο, σε πύργους ψύξης καθώς και σε τρόφιμα που μεταποιούνται. Θεωρείται πιο αποτελεσματικό ως απολυμαντικό σε σχέση με το χλώριο για τα παθογόνα μικρόβια. Η απολυμαντική του δράση δεν επηρεάζεται από τη τιμή του pH και από τη παρουσία αμμωνίας. Παρόλα αυτά είναι τοξικό και γιαυτό το λόγο πρέπει να υπάρχει ένα κατώτερο όριο από τις άλλες χημικές ενώσεις (ATSDR, 2004, Greenwood et al, 1997).

### 3.2.7 ΧΛΩΡΑΜΙΝΕΣ

Είναι από τα πρώτα απολυμαντικά που χρησιμοποιήθηκαν. Ο σχηματισμός τους γίνεται όταν χλωριώνεται νερό που περιέχει αμμωνία. Υπάρχουν τρία είδη χλωραμίνων:

- 1) Η μονοχλωραμίνη ( $\text{NH}_2\text{Cl}$ )
- 2) Η διχλωραμίνη ( $\text{NHCl}_2$ )
- 3) Η τριχλωραμίνη ( $\text{NCl}_3$ )

Το είδος της χλωραμίνης που σχηματίζεται από την επεξεργασία του νερού εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως : την αναλογία χλωρίου προς το άζωτο της αμμωνίας, τη θερμοκρασία, το pH, την αλκαλικότητα κ.α.. Η χλωραμίνη που παράγεται πιο συχνά είναι η μονοχλωραμίνη η οποία είναι λιγότερο δραστική από το χλώριο αλλά παράγει λιγότερα παραπροϊόντα απολύμανσης. Η σταθερότητα τους βοηθάει όμως στην παρεμπόδιση ανάπτυξης βακτηρίων σε μεγάλα δίκτυα. Σε πολλές περιπτώσεις, οι χλωραμίνες χρησιμοποιούνται ως δευτερεύον απολυμαντικό προκειμένου να διατηρηθεί ένα υπόλειμμα στο σύστημα διανομής ( Askenaizer, 2004).

### 3.2.8 ΤΡΙΑΛΟΓΟΜΕΘΑΝΙΑ – ΤΗΜ

Είναι μια ομάδα οργανικών πτητικών ενώσεων που ανήκουν στη κατηγορία των παραπροϊόντων απολύμανσης. Σχηματίζονται κατά τη χλωρίωση του νερού όταν το χλώριο αντιδρά με οργανική ύλη. Ο όρος Trihalomethanes-ΤΗΜ αναφέρεται στις ενώσεις που περιέχουν χλώριο, βρώμιο και μεθάνιο διότι ανιχνεύονται αυτά κυρίως στο χλωριωμένο νερό (χλωροφόρμιο, βρωμοδιχλωρομεθάνιο, χλωροδιβρωμομεθάνιο, βρωμοφόρμιο). Το χλωροφόρμιο είναι το πιο κοινό παραπροϊόν απολύμανσης στο χλωριωμένο νερό (Σκληβανιώτης, 2004).

Ειδικότερα:

1) Το χλωροφόρμιο  $\text{CHCl}_3$  είναι ένα διαυγές, άοσμο, πτητικό και χωρίς ανάφλεξη υγρό το οποίο είναι ελάχιστα διαλυτό στο νερό. Αντιδρά με ισχυρά καυστικά, ισχυρά οξειδωτικά και χημικά ενεργά μέταλλα όπως το μαγνήσιο, το νάτριο και το κάλιο. Είναι ιδιαίτερα τοξικό για το συκώτι και τα νεφρά (ATSDR, 1997).

### 3.2.9 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ ΜΕ ΧΛΩΡΙΟ

Το χλώριο ως απολυμαντικό έχει ορισμένα όρια στην υγεία και στην ασφάλεια αλλά συγχρόνως αποτελεί ιστορικής σημασίας χημικό στοιχείο ως αποτελεσματικό απολυμαντικό. Για τη καλύτερη κατανόηση αυτής της ουσίας είναι χρήσιμο να επισημάνουμε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της.

#### ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- 1) Είναι καλά εδραιωμένη τεχνολογία
- 2) Μέχρι στιγμής, το χλώριο είναι πιο αποδοτικό από ότι είτε η UV είτε η απολύμανση με όζον (εκτός και αν απαιτείται αποχλωρίωση και ορισμένες απαιτήσεις που πρέπει να πληρούνται).

- 3) Το υπολειμματικό χλώριο που παραμένει στην εκροή λυμάτων μπορεί να παρατείνει την απολύμανση, ακόμη και μετά την αρχική θεραπεία και μπορεί να μετρηθεί για να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητά του.
- 4) Η απολύμανση του χλωρίου είναι αξιόπιστη και αποτελεσματική απέναντι από ένα ευρύ φάσμα παθογόνων μικροοργανισμών.
- 5) Το χλώριο είναι αποτελεσματικό στην οξείδωση ορισμένων οργανικών και ανόργανων ενώσεων.
- 6) Η χλωρίωση έχει ευέλικτο έλεγχο δοσομέτρησης.
- 7) Η χλωρίωση μπορεί να εξαλείψει ορισμένες επιβλαβείς οσμές κατά τη διάρκεια της απολύμανσης.

### ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- 1) Το υπολειμματικό χλώριο, ακόμη και σε χαμηλές συγκεντρώσεις, είναι τοξικό για την υδρόβια ζωή και μπορεί να απαιτείται αποχλωρίωση.
- 2) Όλες οι μορφές του χλωρίου είναι εξαιρετικά διαβρωτικές και τοξικές. Έτσι, στην αποθήκευση, στη ναυτιλία και στο χειρισμό ενέχουν κίνδυνο και απαιτούν αυξημένη προσοχή στους κανονισμούς ασφαλείας.
- 3) Το χλώριο οξειδώνει ορισμένους τύπους οργανικής ύλης στα λύματα, δημιουργώντας πιο επικίνδυνες ενώσεις (THM κ.α.).
- 4) Το επίπεδο των ολικών διαλυμένων στερεών αυξάνεται στα επεξεργασμένα απόβλητα.
- 5) Η περιεκτικότητα σε χλώριο στα λύματα αυξάνεται.
- 6) Το υπολειμματικό χλώριο είναι ασταθές στην παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων των υλικών που απαιτείται χλωρίωση, απαιτώντας κατά συνέπεια υψηλότερες δόσεις για να πραγματοποιηθεί επαρκής απολύμανση.
- 7) Ορισμένα παρασιτικά είδη έχουν δείξει αντοχή σε χαμηλές δόσεις χλωρίου, συμπεριλαμβανομένων ωοκύστεων του *Cryptosporidium parvum*, της *Gardia Lambia* και των αυγών των παρασιτικών σκουληκιών.

(EPA, 1999)



### 3.3 ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΜΕ ΒΡΑΣΜΟ

Ο βρασμός είναι, μαζί με τη χλωρίωση, οι πιο συνηθισμένες διαδικασίες απολύμανσης του νερού σε όλο το κόσμο. Χρησιμοποιείται σε αγροτικές εργασίες αλλά κυρίως όταν άλλοι πιο σύγχρονοι μέθοδοι απολύμανσης δεν είναι διαθέσιμοι ή αδυνατούν να εφαρμοστούν στη συγκεκριμένη περίπτωση. Ο βρασμός, πριν αναπτυχθεί η χλωρίωση, ήταν η μέθοδος για τη καταστροφή όλων των παθογόνων βλαπτικών μικροοργανισμών. Θεωρείται η πιο αξιόπιστη μέθοδος για αποτελεσματική απολύμανση χωρίς παρενέργειες. Παρόλα αυτά το κόστος είναι ιδιαίτερα υψηλό και αποφεύγεται για μεγάλες ποσότητες νερού. Εφόσον βρεθεί φθηνή ενέργεια για τον βρασμό είναι πιθανόν η εφαρμογή του να επεκταθεί και σε νερά κολυμβητικών δεξαμενών (Liguori et al 1978, Williamson et al 1986).

### 3.4 ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΜΕ ΟΖΟΝΙΣΜΟ

Το όζον είναι ένα ανόργανο μόριο που έχει χημικό τύπο  $O_3$ . Είναι ένα οικολογικό μέσο που χρησιμοποιείται συχνά για την αποφυγή χρήσης χημικών ουσιών. Δεν διαφοροποιεί την οσμή, το pH και τη γεύση του νερού. Ως προς τη χρήση του είναι έντονα οξειδωτικό και πολύ δραστικό απέναντι στους ιούς και στα βακτήρια. Γενικότερα οξειδώνει την οργανική ύλη και μέταλλα όπως ο σίδηρος. Λόγω της οξείδωσης των οργανικών ενώσεων μπορεί να έχουμε αύξηση στη πιθανότητα ανάπτυξης ορισμένων βακτηρίων στο χώρο που εφαρμόζεται ο οζονισμός (Noble, 1996). Η ένωση αυτή καθίσταται ασταθής και δεν μπορεί με το πέρασμα της εφαρμογής της να παραμείνει και να θεωρηθεί ως δραστική μορφή απολύμανσης και γιαυτό το λόγο χρησιμοποιείται μαζί με άλλες μεθόδους καθαρισμού και απολύμανσης όπως ο καθαρισμός με φίλτρα άμμου ή ενεργού άνθρακα και με εφαρμογή χλωρίωσης στο τελικό στάδιο επεξεργασίας του νερού διότι το χλώριο παραμένει ως απολυμαντικό μέσο και μετά την είσοδο του. Θεωρείται πολύ αποτελεσματική η χρήση του όζον όμως καθίσταται ασύμφορη λόγω του κόστους επένδυσης και της ενέργειας που καταναλώνεται για να εφαρμοστεί (Σκληβανιώτης, 2004).

### 3.6 ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΜΕ ΥΠΕΡΙΩΔΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ - UV

Η υπεριώδης ακτινοβολία είναι ηλεκτρομαγνητικό φως όπου στη κατηγορία των κυμάτων είναι μικρότερη του ορατού φωτός. Αυτό σημαίνει πως στους περισσότερους ανθρώπους δεν είναι ορατή η συγκεκριμένη ακτινοβολία. Η UV επιδρά στους ανθρώπους με διάφορους τρόπους. Ένας από αυτούς είναι το μαύρισμα και σε μεγάλες ποσότητες το έγκαυμα (ASTM 2009).

Στην απολύμανση μπορεί να θανατώσει ιούς και βακτήρια γιαυτό χρησιμοποιείται στην επεξεργασία λυμάτων και πόσιμου νερού. Στις μέρες μας υπάρχει μία τάση αποφυγής χρήσης χημικών στην επεξεργασία νερού και γιαυτό έχει αρχίσει να υπάρχει ενδιαφέρον στη χρήση της UV ακτινοβολίας ως μέσο αδρανισμού ή και καταστροφής βακτηρίων και ιών. Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου βασίζεται σε νερό που δεν περιέχει αιωρούμενα σωματίδια. Τα τελευταία βοηθάνε τους οργανισμούς που είναι προσκολλημένοι πάνω σε αυτά. Το πρόβλημα αυτής της μεθόδου απολύμανσης είναι πως δεν έχει διάρκεια μετά την απολυμαντική χρήση της και επομένως είναι απαραίτητος ο συνδυασμός με κάποια χημική ουσία (Page, 2004).



([www.aquaconcept.de](http://www.aquaconcept.de))

### 3.7 ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΜΕ ΥΠΕΡΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ

Είναι μία ένωση ισχυρά οξειδωτική η οποία ως υγρό είναι άχρωμο. Έχει πολύ καλή αντιβακτηριδιακή δράση και χρησιμοποιείται πολύ συχνά για τον καθαρισμό του νερού, είτε πόσιμοι είτε σε κολυμβητικών δεξαμενών, ώστε να αφαιρεθούν οι οσμές, οι οργανικές ουσίες που αλλάζουν τη γεύση του νερού ή ακόμη να απομακρύνει ορισμένα μεταλλικά στοιχεία (Hill, 2001).

Το σχετικά υψηλό κόστος που έχει αυτή η εφαρμογή περιορίζει την λειτουργία της. Ένα ακόμη μειονέκτημα είναι πως δεν παραμένει στο σύστημα ως απολυμαντική ουσία λόγω της περιορισμένης δράσης της. Συνήθως χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση των ρύπων στα λύματα. Ο καλύτερος τρόπος χρήσης του είναι ο συνδυαστικός, μαζί με όζον και υπεριώδη ακτινοβολία (lenntech, 2014).

### 3.8 ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΜΕ ΙΩΔΙΟ

Είναι χημικό στοιχείο που ανήκει στην ομάδα αλογόνων και το βρίσκουμε στη φύση καθώς και σε ωκεανούς ή πισίνες με αλμυρό νερό. Χρησιμοποιείται ως απολυμαντική ουσία σε διάφορες μορφές όπως βάμμα ιωδίου και ιώδιο του Lugol. Μειονέκτημα της μεθόδου μπορεί να θεωρηθεί ο ελαφρός χρωματισμός του νερού από το ιώδιο. Χρησιμοποιείται μόνο σε έκτακτες περιπτώσεις απολύμανσης (Block, 2001).

### 3.9 ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΜΕ ΙΟΝΤΑ ΧΑΛΚΟΥ ΚΑΙ ΑΡΓΥΡΟΥ

Η χρήση του χαλκού και του αργύρου χρησιμοποιείται από τα αρχαία χρόνια για αντιβακτηριδιακή προστασία και για να διατηρείται το νερό καθαρό και απαλλαγμένο από πάσης φύσεως μικροοργανισμούς. Μία μικρή ποσότητα χλωρίου και μία μικρή ποσότητα ιόντων χαλκού και αργύρου θεωρείται ως περισσότερο αποτελεσματική και συγχρόνως πιο οικονομική λύση. Με τον Ιονισμό έχουμε οριστική απομάκρυνση ηλεκτρονίου από ένα άτομο. Στη συγκεκριμένη περίπτωση του νερού της πισίνας χρησιμοποιούνται ιόντα χαλκού και αργύρου σε συγκέντρωση η οποία είναι 10 φορές μικρότερη από το προβλεπόμενο όριο στο πόσιμο νερό. Η δημιουργία των ιόντων γίνεται με ηλεκτρόλυση. Κατά την ηλεκτρόλυση αποδεδειγμένα ορισμένες συγκεκριμένες ποσότητες των ιόντων χαλκού και αργύρου τα οποία είναι μικρά σωματίδια και φορτισμένα θετικά, οπου όταν έρθουν σε επαφή με τα αρνητικά σωματίδια όπως βακτήρια, άλγη, παράσιτα και ιούς, έχουμε έντονη έλξη μεταξύ τους με αποτέλεσμα να διαπερνούν την μεμβράνη τους και τα αδρανοποιούν. Ένα επίσης πλεονέκτημα είναι πως τα ιόντα χαλκού και αργύρου δεν επηρεάζονται από την υπεριώδη ακτινοβολία του ηλίου ούτε από τη θερμοκρασία, όπως συμβαίνει με το χλώριο, με αποτέλεσμα να διατηρούνται μέχρι να καταφέρουν να αδρανοποιήσουν κάποιο μικροοργανισμό που βρίσκεται μέσα στη κολυμβητική δεξαμενή που περιέχει νερό. Η χρήση ιόντων χαλκού και αργύρου έχει δείξει πως μπορεί να μειώσει τη χρήση του χλωρίου κατά 70 έως 80%. Δυστυχώς όμως είναι μία συμπληρωματική ενέργεια όπου δεν είναι ικανή να λειτουργήσει αποτελεσματικά χωρίς τη χρήση χημικών ουσιών (sts, 2014).

### 3.10 ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΗ

Η απολύμανση με ηλεκτρόλυση βασίζεται στην παραγωγή χλωρίου από το αλάτι, που χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη. Η εγκατάσταση γίνεται εύκολα με την τοποθέτηση του θαλάμου ηλεκτρόλυσης στο σύστημα σωληνώσεων του μηχανήματος ανακυκλοφορίας και ενός πίνακα λειτουργίας. Η λειτουργία της αρχικά γίνεται με την πρόσθεση της απαραίτητης ποσότητας διαλυμένου άλατος στο νερό της πισίνας και μετά, το αλατισμένο νερό μέσω της ανακυκλοφορίας, περνάει από τον θάλαμο ηλεκτρόλυσης. Εδώ γίνεται η διάσπαση του άλατος (χλωριούχο νάτριο) και το χλώριο που παράγεται λειτουργεί ως απολυμαντικό μέσο καθώς διαχέεται στο νερό της πισίνας.

Τα πλεονεκτήματα χρησιμοποίησης αυτής της μεθόδου είναι ότι :

- 1) Η μορφή του χλωρίου που παράγεται δεν αφήνει ανεπιθύμητα κατάλοιπα.
- 2) Το χλώριο που παράγεται από το αλάτι είναι φιλικότερης μορφής από το βιομηχανικό χλώριο με αποτέλεσμα να αφήνει καλύτερη αίσθηση στο δέρμα απ'ότι οι ταμπλέτες χλωρίου.
- 3) Επιτυγχάνουμε χαμηλότερο κόστος στο αναλώσιμο μας.
- 4) Το χλώριο στη σωστή δοσολογία δεν προκαλεί ευαισθησίες ή ερεθισμούς στο δέρμα.

Τα μειονεκτήματα χρησιμοποίησης αυτής της μεθόδου είναι ότι :

- 1) Η ηλεκτρόλυση δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε θερμοκρασίες χαμηλότερες των 15°C.
- 2) Επιπλέον, ισχύουν οι ίδιες παρατηρήσεις όπως με το χλώριο.
- 3) Ίσως χρειάζεται και άλλος εναλλακτικός τρόπος για πιο αποτελεσματική απολύμανση.
- 4) Το αλάτι είναι διαβρωτικό και θα βλάψει ορισμένα μέταλλα

(piscinity, 2013)

### 3.11 ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΜΕ ΒΡΩΜΙΟ

Το βρώμιο, όπως το χλώριο, είναι αλογόνο το οποίο αντιδρά εύκολα με άλλα στοιχεία. Μπορεί να διαλυθεί εύκολα στο νερό και με τη διάλυση του σχηματίζει υποβρωμιώδες οξύ. Στις πισίνες χορηγείται με τη μορφή ταμπλέτας με αργή διάλυση.

Τα πλεονεκτήματα που το βρώμιο επιφέρει ως απολυμαντικό είναι ότι:

- 1) Παραμένει ενεργό ακόμα και όταν έχουμε αύξηση στο pH περισσότερο του 7.8
- 2) Όταν αντιδρά το βρώμιο με τις οργανικές ενώσεις δεν δεσμεύεται μεγάλη ποσότητα βρώμιου και έτσι παραμένει περισσότερη ποσότητα ελεύθερου βρώμιου στο νερό.
- 3) Μέσα στο νερό οι αμίνες (αζωτούχες οργανικές ενώσεις) που παράγονται παραμένουν ενεργές χωρίς όμως να δεσμεύουν το χλώριο του νερού. Ως εκ τούτου έχουμε μία μεγαλύτερη απολυμαντική ικανότητα.
- 4) Δεν αφήνει την δυσάρεστη οσμή του χλωρίου.

Τα μειονεκτήματα που το βρώμιο επιφέρει ως απολυμαντικό είναι ότι:

- 1) Το βρώμιο ως απολυμαντικό μέσο δεν μπορεί να λειτουργήσει αποτελεσματικά χωρίς την ύπαρξη χλωρίου.
- 2) Η χλωρίωση-σοκ παραμένει ως απαραίτητη διαδικασία.
- 3) Η τιμή αγοράς είναι μεγαλύτερη από αυτή του χλωρίου.

(Wikipedia, 2014)

## **Β' ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1**

#### **ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ**

##### **1.1 ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ**

Κατά τη χρονική περίοδο του τέλους του καλοκαιριού και συγκεκριμένα τους μήνες Σεπτέμβριο και Οκτώβριο 2013 εξετάστηκαν 33 δείγματα από 23 κολυμβητικές δεξαμενές στην πρωτεύουσα της Ελλάδας, την Αθήνα, και ειδικότερα στις βόρειες και νοτιοανατολικές περιοχές αυτής. Οι κολυμβητικές δεξαμενές ήταν για Δημόσια χρήση καθώς αποκλείσαμε τις ιδιωτικές πισίνες. Οι κατηγορίες των δεξαμενών που ελέγξαμε ήταν οι Δημόσιες, οι κολυμβητικές και οι παιδικές. Οι δειγματοληψίες σε κάθε κολυμβητική δεξαμενή έγινε μεταβαίνοντας εκεί μία φορά και από τις 23 πισίνες οι 10 εξετάστηκαν επιτόπου με δεύτερη δειγματοληψία για πιο ακριβή συμπεράσματα. Ο έλεγχος ήταν καθαρά για το ελεύθερο υπολειμματικό χλώριο χωρίς να υπολογίσουμε άλλες παραμέτρους όπως pH, θερμοκρασία κλπ..

Η συλλογή των δειγμάτων έγινε από σημεία όπου παρατηρήθηκε μεγαλύτερη συγκέντρωση των λουόμενων και σε περίπτωση που δεν υπήρχαν εκείνη τη στιγμή έγινε όπου υπήρχε μεγαλύτερος κυματισμός και ανακυκλοφορία του νερού αποφεύγοντας τα νεκρά σημεία και τις γωνίες. Οι ώρες που έγιναν οι δειγματοληψίες ήταν μεταξύ τις 10.00 – 17.00 εκτός από μία (1) μέτρηση που έγινε στις 20.00, ενώ όμως βρισκόταν σε λειτουργία η κολυμβητική δεξαμενή. Όλες οι μετρήσεις έγιναν ενώ βρισκότουσαν οι κολυμβητικές δεξαμενές σε λειτουργία και γινόταν κανονικά η ανακυκλοφορία του νερού εκτός από 2 περιπτώσεις.

Όλα τα δείγματα πάρθηκαν με βύθιση της φιάλης 20 εκατοστά περίπου κάτω από την επιφάνεια του νερού και όσο πιο δυνατόν κοντά στο κέντρο της δεξαμενής. Στις δεύτερες επιβεβαιωτικές μετρήσεις τα δείγματα πάρθηκαν σε διαφορετικό σημείο, που όμως διασφαλιζόταν η ανακυκλοφορία του νερού στο συγκεκριμένο σημείο.

## 1.2 ΣΥΣΚΕΥΗ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Για τη δειγματοληψία χρησιμοποιήθηκε ειδική συσκευή στην οποία στερεοποιείται το γυάλινο δοχείο με το δείγμα σε ειδική εσοχή και αναλύεται επιτόπου. Η συσκευή αυτή είναι φορητή, βασισμένη σε μικροεπεξεργαστή χρωματομέτρησης που μετρά την περιεκτικότητα σε ιόντα στο νερό και στα λύματα. Οι μετρητές χρησιμοποιούν ένα αποκλειστικό σύστημα για να εξασφαλιστεί ότι η φιάλη είναι στην ίδια θέση κάθε φορά που τοποθετείται μέσα στο κύτταρο για μέτρηση. Τα αντιδραστήρια είναι σε υγρή μορφή ή μορφή σκόνης και παρέχονται σε φιάλες ή σε πακέτα. Η ποσότητα του αντιδραστηρίου είναι επακριβώς δοσολογημένη ώστε να εξασφαλιστεί μέγιστη επαναληψιμότητα. Το χρώμα του κάθε αντικειμένου βλέπουμε καθορίζεται από μια διαδικασία απορρόφησης και εκπομπής της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας των μορίων του. Η χρωματομετρική ανάλυση βασίζεται στην αρχή ότι οι συγκεκριμένες ενώσεις αντιδρούν με τις άλλες και σχηματίζουν ένα χρώμα, η ένταση του οποίου είναι ανάλογη προς τη συγκέντρωση της ουσίας που πρόκειται να μετρηθεί.

Ένα μονοχρωματικό LED εκπέμπει ακτινοβολία σε ένα μόνο μήκος κύματος, τροφοδοτώντας το σύστημα με την ένταση της απορρόφησης της ακτινοβολίας. Δεδομένου ότι μια ουσία απορροφά το χρώμα συμπληρωματικά προς εκείνο που εκπέμπει (για παράδειγμα, μια ουσία εμφανίζεται κίτρινη διότι απορροφά το κυανό φως), τα φωτόμετρα χρησιμοποιούν λυχνίες LED που εκπέμπουν το κατάλληλο μήκος κύματος για τη μέτρηση του δείγματος. Το φωτοηλεκτρικό κύτταρο συλλέγει την απορρόφηση της ακτινοβολίας που δεν απορροφάται από το δείγμα και το μετατρέπει σε ηλεκτρικό ρεύμα, παράγοντας ένα δυναμικό στην κλίμακα mV. Ο μικροεπεξεργαστής χρησιμοποιεί τη δυνατότητα αυτή για να μετατρέψει το εισερχόμενο στην επιθυμητή μονάδα μέτρησης και να εμφανιστεί στην οθόνη LCD.





(Η συσκευή μέτρησης του ελεύθερου υπολειμματικού χλωρίου)

### 1.3 ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Η διαδικασία μέτρησης γίνεται σε δύο φάσεις :

- 1) Με τη ρύθμιση του μετρητή στο μηδέν.
- 2) Με την τελική μέτρηση.

Η φιάλη έχει έναν πολύ σημαντικό ρόλο, διότι είναι ένα οπτικό στοιχείο και ως εκ τούτου απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή. Είναι σημαντικό ότι τόσο η μέτρηση όσο και η βαθμονόμηση (μηδενισμός) στις φιάλες είναι οπτικά όμοιες να παρέχουν τις ίδιες συνθήκες μέτρησης. Οπότε, είναι δυνατόν να χρησιμοποιείται η ίδια φιάλη και για τις δύο. Είναι επίσης αναγκαίο η επιφάνεια του στη φιάλη να είναι καθαρή και να μην είναι γδαρμένη, προκειμένου να γίνεται αποφυγή παρεμβολής στη μέτρηση, πράγμα που μπορεί να οφείλεται σε ανεπιθύμητη ανάκλαση και απορρόφηση του φωτός. Μετά από κάθε εξέταση δείγματος, προκειμένου να διατηρηθούν οι ίδιες συνθήκες κατά τη διάρκεια της, είναι απαραίτητο να κλείσει η φιάλη ώστε να αποφεύγεται οποιαδήποτε μόλυνση.

Η συσκευή είναι της εταιρείας HANNA instruments και το μηχάνημα έχει την ονομασία HI 93710 . Έχει τη δυνατότητα να μετρά τόσο το pH όσο και το χλώριο (ελεύθερο και συνολικό) σε νερό και λύματα. Οι τιμές για το κάθε ένα από αυτά κυμαίνονται:

pH	5.9 – 8.5
free chlorine	0.00 – 2.50 mg/L (ppm)
total chlorine	0.00 – 3.50 mg/L (ppm)

Η ακρίβεια είναι  $\pm 0.1$  για το pH και  $\pm 0.03$  mg/L για το χλώριο. Παρ'όλα αυτά, η συσκευή δύναται να εμφανίσει και τιμές πέραν των ορίων.

Η μέθοδος μέτρησης έγινε ως εξής:

- Γεμίζουμε τη φιάλη μέχρι τη γραμμή ορίου με 10 ml του δείγματος και επανατοποθετούμε το πώμα.
- Τοποθετούμε τη φιάλη μέσα στην υποδοχή και εξασφαλίζουμε ότι η εγκοπή στο καπάκι έχει τοποθετηθεί σωστά στο αυλάκι.
- Πιέζουμε το ZERO ώστε να εμφανιστεί στην οθόνη η ένδειξη “SIP”.
- Περιμένουμε για λίγα δευτερόλεπτα έως η οθόνη εμφανίσει την ένδειξη "-0.0-". Τώρα ο μετρητής μηδενίζεται και είναι έτοιμος για μέτρηση.
- Αφαιρούμε τη φιάλη και προσθέτουμε 3 σταγόνες δείκτη HI 93701A-F DPD1 και 3 σταγόνες HI 93701B-F DPD1. Εναλλακτικά μπορούμε να προσθέσουμε το περιεχόμενο ενός πακέτου HI 93701 DPD αντιδραστηρίου.



- Αφού το ανακινήσουμε ελαφρά για λίγα δευτερόλεπτα, τοποθετούμε ξανά τη φιάλη στο όργανο και περιμένουμε για περίπου 30 δευτερόλεπτα και στη συνέχεια πιέζουμε το πλήκτρο READ. Η οθόνη θα δείξει " SIP " κατά τη διάρκεια της μέτρησης.
- Το όργανο εμφανίζει άμεσα συγκέντρωση σε mg / L του ελεύθερου χλωρίου.



(Πακέτο HI 93701 DPD σε μορφή σκόνης)



(Σταγόνες δείκτη HI 93701A-F DPD1 και δείκτη HI 93701B-F DPD1)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα του ελέγχου για την μέτρηση του ελεύθερου υπολειμματικού χλωρίου από 23 κολυμβητικές δεξαμενές παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 1. Στον Πίνακα αυτό φαίνεται αναλυτικά ο αριθμός των μετρήσεων και η κλίμακα μέτρησης (mg/l). Επίσης σε 10 κολυμβητικές δεξαμενές έχουμε λάβει και δεύτερο δείγμα για να επαληθεύσουμε τα αποτελέσματα.

(Πίνακας 1)

ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΛΥΜΒΗΤΙΚΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ	ΕΛΕΥΘΕΡΟ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟ ΧΛΩΡΙΟ (mg/l)	
	1 <sup>Η</sup> ΜΕΤΡΗΣΗ	2 <sup>Η</sup> ΜΕΤΡΗΣΗ
1	2,85	
2	3,35	
3	1,05	
4	1,05	
5	2,83	2.87
6	1,05	
7	3,85	
8	0,33	0,00
9	1,29	1,32
10	0,34	0,19
11	0,12	
12	0,17	
13	0,8	0,8
14	0,57	
15	0,59	
16	0,58	
17	0,34	0,34
18	1,12	1,12
19	0,88	0,88
20	0,97	
21	0,6	
22	>3,5	>3,5
23	3,8	3,7

## ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Στη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων έγινε συσχετισμός ως προς τη συγκέντρωση του ελεύθερου χλωρίου στις κολυμβητικές δεξαμενές. Από τις 23 κολυμβητικές δεξαμενές στην περιοχή της Αθήνας, και ειδικότερα στα Βόρεια και Νοτιοανατολικά προάστια, στις 10 έγιναν επαναληπτικές μετρήσεις.

1. Πίνακας κατάλληλων και ακατάλληλων κολυμβητικών δεξαμενών

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	Σύμφωνα με την Υγειονομική Νομοθεσία			
	ΚΑΤΑΛΛΗΛΕΣ		ΑΚΑΤΑΛΛΗΛΕΣ	
	No	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	No	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
ΕΛΕΥΘΕΡΟ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟ ΧΛΩΡΙΟ (mg/l) 0,4 – 0,7*	4	17,40		82,60
< 0,4			4	17,40
> 0,7			15	65,20

\*Επιτρεπόμενες τιμές ελεύθερου υπολειμματικού χλωρίου

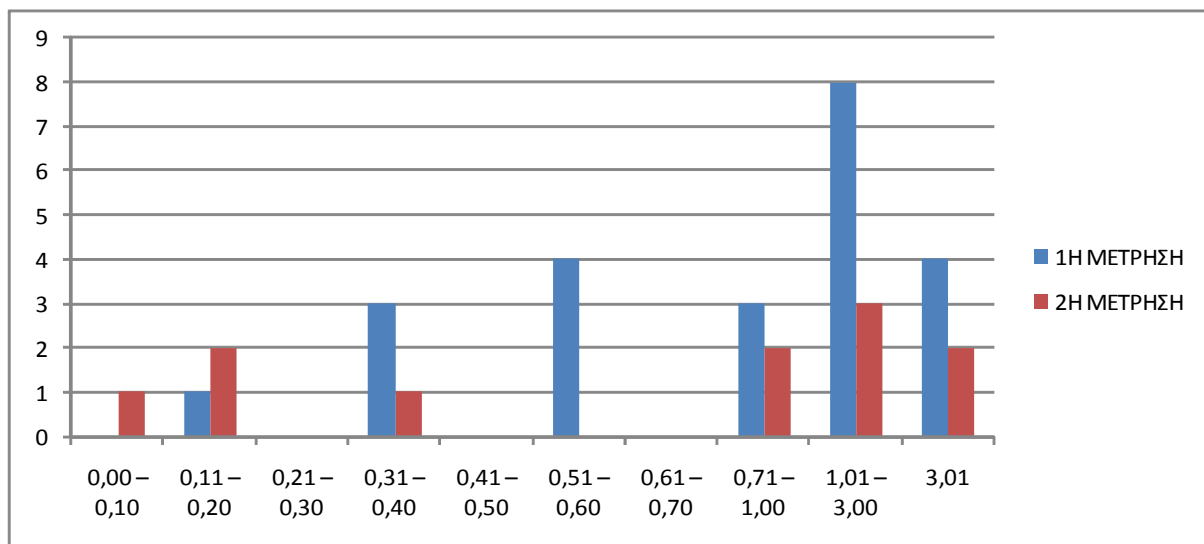
Στον πίνακα 1 παρουσιάζεται το ποσοστό καταλληλότητας και ακαταλληλότητας των κολυμβητικών δεξαμενών σε σχέση με τις συγκεντρώσεις ελεύθερου υπολειμματικού χλωρίου σύμφωνα με τη Νομοθεσία. Τα αποτελέσματα της σύγκρισης είναι τα εξής: Παρατηρείται μικρό ποσοστό καταλληλότητας (17,40 %) το οποίο, σύμφωνα με την Υγειονομική Νομοθεσία, αποτελεί ένδειξη παρουσίας μικροοργανισμών και κίνδυνος μόλυνσεων των κολυμβητών. Επίσης, παρατηρούμε το μεγαλύτερο ποσοστό ακαταλληλότητας να προέρχεται πάνω από τα απαιτούμενα όρια (65,20 %) το οποίο σημαίνει πως γίνεται υπερχλωρίωση.

3. Πίνακας Αποτελεσμάτων Ελεύθερου Υπολειμματικού χλωρίου με 10 κατηγορίες τιμών

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΤΙΜΩΝ ΕΛΕΥΘΕΡΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΧΛΩΡΙΟΥ(mg/l)	ΕΛΕΥΘΕΡΟ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟ ΧΛΩΡΙΟ (mg/l)	
	1 <sup>Η</sup> ΜΕΤΡΗΣΗ	2 <sup>Η</sup> ΜΕΤΡΗΣΗ
0,00 – 0,10		1
0,11 – 0,20	2	1
0,21 – 0,30		
0,31 – 0,40	3	1
0,41 – 0,50		
0,51 – 0,60	4	
0,61 – 0,70		
0,71 – 1,00	3	2
1,01 – 3,00	7	3
> 3,01	4	2

Παρακάτω δίνεται και σχηματικά οι πρώτες και δεύτερες μετρήσεις, (Σχήμα 1).

Σχήμα 1



## ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Από τα μέχρι στιγμής βιβλιογραφικά δεδομένα και από τις αναλύσεις των δειγμάτων που συγκεντρώθηκαν στις κολυμβητικές δεξαμενές έχουμε επαρκή συμπεράσματα που μπορούν να μας καθοδηγήσουν. Οι τεχνικές ελέγχου για τη ποιότητα του νερού έχουν βελτιωθεί και έχουν ανακαλυφθεί νέοι, πρωτοποριακοί μέθοδοι όπου ορισμένοι βρίσκονται σε πειραματικό στάδιο με σκοπό να εξάγουμε συμπεράσματα μετά από χρήση ετών.

Παρόλο που νέοι μέθοδοι εφαρμόζονται τα τελευταία χρόνια, η χρήση χλωρίου συνεχίζει να αποτελεί την κύρια ουσία για αποτελεσματική απολύμανση. Οι παράγοντες που μας δίνουν σε μεγάλο βαθμό την ευχέρεια να εκτιμήσουμε και να καθορίσουμε το χλώριο ως την πιο ανώδυνη ουσία για απολύμανση είναι η χρόνια μελέτη η οποία πραγματοποιείται για δεκαετίες καθώς και το μειωμένο κόστος παραγωγής και αγοράς της. Με την εργασία βασισμένη στην ανάλυση του ελεύθερου υπολειμματικού χλωρίου, θεωρείται ως δεδομένο πως οι κολυμβητικές δεξαμενές που δεν συντηρούνται καλά προκαλούν συχνά λοιμώξεις (Keusch et all, 1995).

Σημαντικός παράγοντας μόλυνσης θεωρείται και ο περιβάλλον χώρος (αποχωρητήρια, αποδυτήρια, φωτισμός, αερισμός, θέρμανση χώρων) όπου ενώ το νερό μπορεί να βρίσκεται ποιοτικά σε ικανοποιητικό βαθμό δεν επαρκεί για να αποτρέψει τον κίνδυνο μόλυνσης και γι'αυτό πρέπει να διατηρείται ο χώρος καθαρός. Επιπλέον, η κατάποση του νερού που προσλαμβάνεται από τους κολυμβητές και τους χρήστες της πισίνας εξαρτάται από ένα φάσμα παραγόντων συμπεριλαμβανομένης της ηλικίας, της εμπειρίας στην κολύμβηση, της ικανότητας να κολυμπάει για μεγάλο διάστημα και τον τύπο δραστηριότητας. Η μόλυνση από τη κατάποση έχει άμεση συσχέτιση και με τη διάρκεια έκθεσης, η οποία ποικίλει λόγω των διαφορετικών συνθηκών που προαναφέραμε, και συναντάται λιγότερο στους έμπειρους κολυμβητές.

Όσον αφορά τα παιδιά η κατάσταση είναι ασαφής αφού οι μελέτες που έχουν γίνει σχετικά με τη κατάποση δεν συμπεριλαμβάνουν αυξημένο ποσοστό κολυμβητών και τα αποτελέσματα είναι σε περιορισμένη κλίμακα. Ωστόσο, σε ορισμένες περιπτώσεις, οι υψηλές συγκεντρώσεις χλωρίου που έχουν αναφερθεί υπερβαίνουν κατά πολύ την κατευθυντήρια γραμμή σύμφωνα με τον Π.Ο.Υ. (0,7 mg / l). Με αυτόν τον τρόπο ένα παιδί με τη κατάποση 100 ml νερού μπορεί να έχει πιθανές τοξικές επιδράσεις. Η έκθεση, ως εκ τούτου, πρέπει να ελαχιστοποιηθεί, με συχνή αραίωση του νερού της πισίνας με γλυκό νερό ώστε να εξασφαλιστεί ότι τα επίπεδα χλωρίου δεν συσσωρεύονται (WHO, 2006).

Πρέπει να επισημανθεί πως ο κίνδυνος να προκύψει από τη χρήση της κολυμβητικής δεξαμενής υποβάθμιση στη ποιότητα του νερού δεν πρέπει να θεωρείται αμελητέος. Η χρήση ανά τακτά χρονικά διαστήματα του ελέγχου του χλωρίου παρέχει μία εικόνα τη δεδομένη χρονική στιγμή και δεν μπορεί να εξασφαλίσει τη σιγουριά ότι δεν θα προκύψει κίνδυνος. Γι'αυτό οι νέες μέθοδοι ελέγχου και τεχνικές καθώς και το σύνολο των πρακτικών παρέχουν μαζί με το σωστό σχεδιασμό των δεξαμενών μία μακροχρόνια σωστή λειτουργία. Θεωρείται απαραίτητο και η παρουσία τεχνικού προσωπικού τις ώρες λειτουργίας αφού μια μηχανική βλάβη μπορεί να επιδεινώσει τη ποιότητα του νερού με δυσμενή αποτελέσματα.

Μία ενδιαφέρον παρατήρηση από την ερευνα που διεξάχθηκε είναι πως το ποσοστό ακαταλληλότητας από τις επιτρεπόμενες τιμές ελεύθερου υπολειμματικού χλωρίου βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα που κυμαίνονται στο 82,00 %. Αυτό πρακτικά σημαίνει πως δεν γίνεται σωστή χρήση του χλωρίου με όλους τους κινδύνους που συνεπάγει αυτό. Ιδιαίτερη βαρύτητα πρέπει να δοθεί και στο ποσοστό υπερχλωρίωσης (> 0,7 mg / l) όπου είναι ιδιαίτερα υψηλό (65 %). Το θεωρούμε αναμενόμενο γιατί πολλές κολυμβητικές δεξαμενές συνεχίζουν να χρησιμοποιούν χλώριο χειροκίνητα παρά την

τεχνολογική πρόοδο. Ο φόβος των ανθρώπων για μόλυνση από βακτήρια οδηγεί στην υπέρμετρη χρήση χλωρίου χωρίς να είναι γνωστός ο κίνδυνος που αυτό συνεπάγεται. Με την υπερχλωρίωση το δέρμα θα είναι σε μεγάλο βαθμό εκτεθειμένο σε χημικές ουσίες στο νερό της πισίνας. Κάποιοι μπορεί να έχουν άμεσο αντίκτυπο στο δέρμα, τα μάτια και τους βλεννογόνους. Επίσης, χημικές ουσίες που περιέχονται στη πισίνα μπορεί να διασχίζουν το δέρμα του χρήστη και να υπάρχει απορρόφηση από το σώμα. Η έκταση της διείσδυσης μέσω του δέρματος εξαρτάται από μια σειρά παραγόντων, συμπεριλαμβανομένης της περιόδου της επαφής με το νερό, τη θερμοκρασία του ύδατος και τη συγκέντρωση της χημικής ουσίας (WHO, 2006).

Σύμφωνα με την έρευνα, οι πισίνες οι οποίες έχουν χαμηλότερα επιτρεπόμενα όρια ελεύθερου υπολειμματικού χλωρίου έχουν μικρότερο ποσοστό (17,40 %) γεγονός που καταδεικνύει την μη επαρκή συντήρηση με αποτέλεσμα να μην εξασφαλίζεται η σωστή λειτουργία τους. Επίσης διαπιστώθηκε πως δεν γινόταν ανακυκλοφορία νερού με αποτελεσματικό τρόπο σε δύο από αυτές.

Ο Π.Ο.Υ. έχει ως οδηγία το ελεύθερο υπολειμματικό χλώριο να κυμαίνεται στο 0,7 mg / l. Αυτό δεν είναι υποχρεωτικό για κάθε χώρα γι'αυτό παρατηρούνται διακυμάνσεις, ακόμη και σε διαφορετικές πολιτείες. Στη πολιτεία New Jersey των ΗΠΑ έχει δοθεί ως κατεύθυνση τα επίπεδα ελεύθερου χλωρίου να είναι μεταξύ 0,1 - 1 mg / l με το ιδανικό στο 0,2 – 0,4 mg / l (NJDHSS). Η πολιτεία της Νέας Υόρκης ως ελάχιστη αποδεκτή συγκέντρωση θεωρεί το 0.6 mg / l για τις πισίνες, 1.5 mg / l για τα spas, ενώ ως μέγιστη συγκέντρωση ελεύθερου υπολειμματικού χλωρίου τα 5 mg / l (New York State Department Of Health). Η Γερμανία θεωρεί αποδεκτές μόνο τις τιμές μεταξύ 0.3 - 0.6 mg / l (Lothar Erdinger et al.). Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει πραγματοποιήσει μελέτη και έχει αναρτήσει πίνακα με διάφορες χώρες - μέλη της με τα όρια που έχουν θεσπίσει.

Πίνακας με FAC σε νερά κολυμβητικών δεξαμενών σε διάφορες χώρες της Ευρώπης

	France	Spain	Belgium	The Netherlands	Italy	Denmark
FAC (mg/l)	0.4-1.4	<b>Lowest:</b> combined or active chlorine 0.3 at pH 7-7.6 <b>Typical:</b> 0.4 to 1.5, or 0.5 to 2, at pH up to 8 or even 8.5 <b>Highest:</b> 0.8 to 1.4 or 1.5, for pH from 7.6 up to 8 or 8.2	0.5-1.5	0.5-1.5	0.5-1 at pH 6.5-7.5; 0.7-2 at pH 7,5-8,5	1-3 up to 5 mg/l allowed in some pools

( European Union Risk Assessment Report )

Τέλος, θέλω να επισημάνω πως όλα τα νερά πηγής περιέχουν χημικές ουσίες και ορισμένες φορές μπορεί να περιέχουν οργανικά υλικά, υποπροϊόντα απολύμανσης, ασβέστη, αλκάλια και φωσφορικά άλατα. Οι λουόμενοι εκκρίνουν αζωτούχες ενώσεις, ιδιαίτερα αμμωνία, όπου αντιδρούν για να παράγουν διάφορα παραπροϊόντα. Η απελευθέρωση των ούρων σε πισίνες έχει διάφορες εκτιμήσεις, με το μέσο όρο μεταξύ 25 και 30 ml ανά λουόμενο (Gunkel & Jessen, 1988) και σπάνια πιο υψηλές έως 77,5 ml ανά λουόμενο ( Erdinger et al, 1997a ). Τα δεδομένα αυτά οδηγούν στο συμπέρασμα ότι ο τακτικός έλεγχος του χλωρίου δεν είναι ο μοναδικός καθοριστικός παράγοντας και θα πρέπει να ανανεώνουμε συχνά το νερό για να αποφύγουμε όλες τις οργανικές και χημικές ουσίες.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Abrahamsen, M. S.; Templeton, TJ; Enomoto, S; Abrahante, JE; Zhu, G; Lancto, CA; Deng, M; Liu, C et al. (2004). "Complete Genome Sequence of the Apicomplexan, *Cryptosporidium parvum*". *Science*(Science/AAAS) **304** (5669): 441–5.

American Society for Testing and Materials , Reference *Solar Spectral Irradiance: Air Mass 1.5*". 2009-11-12.

Area N VM. *The pathologic anatomy and pathogenesis of fatal human leptospirosis* (Weil's disease), *American Journal of Pathology*.1962, 40:393–423

Askenaizer D., 2004. *Drinking Water Quality and Treatment*, Encyclopedia of Physical Science and Technology, p. 651-671

ATSDR: "*ToxFAQs™ for Chlorine Dioxide and Chlorite*" , September 2004

ATSDR, 1997. *Toxical profile for Chloroform*. US dept. of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry.

AWWA, American Water Works Association, 2000

Baker MN, Taras MJ, 1981, *The quest for pure water – The history of the twentieth century*, volume I and II

Baker M.N., Taras M.J., 1981, *The quest for pure water – The history of the twentieth century, volume I and II*, Denver: AWWA

<http://www.biotop-natural-pool.com/>, αναζήτηση την 19/01/2014

Block, Seymour Stanton (2001). *Disinfection, sterilization, and preservation*. Hagerstwon, MD: Lippincott Williams & Wilkins. p. 159

Brundage SC, Fitzpatrick AN (2006). "*Hepatitis A*". *Am Fam Physician* **73** (12): 2162–8

<http://www.chemeng.ntua.gr/courses/trbio/files/KEF>

Clause 2.4 Chloramines ISO 7393-2, [http://en.wikipedia.org/wiki/Chloramine#cite\\_ref-1](http://en.wikipedia.org/wiki/Chloramine#cite_ref-1), αναζήτηση στις 10/02/2014

Crittenden JC, Rhodes Trussell R., Hand DW, Howe KJ, Tchobanoglous G , *The history of chlorine* , *Waterworld* 14: page 66-67., 2005



David B. Huang, A. Clinton White, An Updated Review on *Cryptosporidium and Giardia Gastroenterology Clinics of North America*, Volume 35, Issue 2, Pages 291-314 , June 2006

Dawson D. *Foodborne protozoan parasites*. Int J Food Microbiol. Aug 25 2005, 103(2):207-27

<http://en.wikipedia.org/wiki/Bromine>, αναζήτηση την 15/02/2014

EPA, *The history of drinking water treatment* , Environmental Protection Agency, Office of Water (4606), Fact Sheet EPA-816-F-00-006, United States, 2000

Erdinger L, Kirsch F, Sonntag H-G (1997a) [Potassium as an indicator of anthropogenic contamination of swimming pool water.] *Zentralblatt für Hygiene und Umweltmedizin*, 200(4): 297–308 (in German).

European Union Risk Assessment Report, *CHLORINE*, Risk Assessment, Italy, December 2007

"Facts About Chlorine". *Emergency Preparedness and Response*. United States Centers for Disease Control and Prevention. Retrieved 2011-09-19

FAO/WHO Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization. *Microbiological hazards in fresh leafy vegetables and herbs: meeting report*. Microbiological Risk Assessment Series No. 14, Rome, 2008.

"FINA Facilities Rules 2009-2013". Federation Internationale de la Natation. Retrieved 2009-11-09.

Fort GG, Mikolich DJ, Policar M. Giardiasis. In: Ferri FF. *Clinical Advisor*. 3<sup>rd</sup> ed. Philadelphia, PA: Mosby, An Imprint of Elsevier; (2009):358.

Greenwood, Norman N.; Earnshaw, Alan (1997). *Chemistry of the Elements* (2nd ed.). Butterworth-Heinemann. pp. 844–849

Gunkel K, Jessen H-J (1988) [The problem of urea in bathing water.] *Zeitschrift für die Gesamte Hygiene*, 34: 248–250 (in German).

Hill, C. N. (2001). *A Vertical Empire: The History of the UK Rocket and Space Programme, 1950–1971*. Imperial College Press

International Archives of Occupational and Environmental Health. "*The determinants of prevalence of health complaints among young competitive swimmers*". **80** (1): 32–9. 2006-10-01

Kenneth Barbalace (1995-10-22). "Chemical Database: Chlorine". EnvironmentalChemistry.com. Retrieved 2011-09-19

Keusch GT, Hamer D, Joe A, Kelley M, Griffiths J, Ward H. Cryptosporidia – *who is at risk?* Schweiz Med Wochenschr 1995; 125(18):899-908

Lees D (2000). "*Viruses and bivalve shellfish*". *Int. J. Food Microbiol.* **59** (1–2): 81–116  
Lothar Erdinger, Frank Kirsch, Thomas Gabrio and Klaus P. Kühn, Institute for Hygiene, Dep. for Hygiene and Medical Microbiology, University of Heidelberg, Germany, District Government Stuttgart, State Health Agency, Germany, Institute for Materials Sciences, University of Dresden, Germany, *Analysis of Swimming Pool Water –Assessment of Results According to German Regulations.*

<http://www.lenntech.com/processes/disinfection/chemical/disinfectants-hydrogen-peroxide.htm>,  
15/01/2014

Man, H.T., and D. Williamson. 1986. *Water Treatment and Sanitation: Simple Methods for Rural Areas*. London, Intermedia Technology Publications.

May P, University of Bristol: "*Molecule of the month: Bleach (sodium hypochlorite)*", October 2011

Metcalf & Eddy, Inc (1991). *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, & Reuse* 3rd Edition; pg 497

Michael Littlewood, Schiffer Publishing, *Natural Swimming Pools*,, 2005, Page 16 – 19

[http://www.myronl meters.com/free-chlorine-measurements-handheld-instrument\\_a/326.htm](http://www.myronl meters.com/free-chlorine-measurements-handheld-instrument_a/326.htm),  
αναζήτηση στις 02/02/2014

New York State Department Of Health - Bureau of Community Environmental Health and Food Protection, *Report on Operation of Swimming Pool*.

NJDHSS, New Jersey Department of Health and Senior Services, Public Health Sanitation and Safety Program – *Free Chlorine Residual, Guidance Document*.

Noble, A.C.; Summerfelt, S.T. (1996). "Diseases encountered in rainbow trout cultured in recirculating systems". *Annual Review of Fish Diseases* **6**: 65–92

Page Mark Jr , New York City Department of Environmental Protection , *The Catskill/Delaware Ultraviolet Light Disinfection Facility Final Environmental Impact Statement* (November 30, 2004)

<http://www.piscinity.com/>, αναζήτηση την 15/02/2014

Pradyot Patnaik. *Handbook of Inorganic Chemicals*. McGraw-Hill, 2002

Rochelle, PAUL A.; Fallar, Daffodil; Marshall, Marilyn M.; Montelone, Beth A.; Upton, Steve J.; Woods, Keith (2004 Sep-October). "Irreversible UV inactivation of *Cryptosporidium* spp. despite the presence of UV repair genes". *J Eukaryot Microbiol* **51** (5): 553–62

Rule PL, Alexander AD (1986). "*Gellan gum as a substitute for agar in leptospiral media*"

Ryan KJ, Ray CG (editors) (2004). *Sherris Medical Microbiology* (4th ed.). McGraw Hill. pp. 541–4

SD Freese and DJ Nozaic, "Chlorine: Is it really so bad and what are the alternatives?", *Water Institute of South Africa (WISA) Biennial Conference, Cape Town, South Africa, 2-6 May 2004*, p. 18

Small, Liguori P. 1978. *Water Systems Serving the Public*. Washington, D.C., USEPA.

<http://www.spadepot.com/spacyclopedia/spa-buyers-guide.htm>, αναζήτηση την 21/01/2014

[http://www.sts.gr/?page\\_id=508](http://www.sts.gr/?page_id=508), αναζήτηση την 10/01/2014

Stuart W. Krasner (2009-10-13). *The formation and control of emerging disinfection by-products of health concern*

<http://www.swimmingpool.com/faq>, *Basics of above-ground pools* , αναζήτηση την 17/01/2014

<http://www.swimmingpool.com/games-safety/pool-safety/pool-safety-guidelines>, αναζήτηση την 17/01/2014

USEPA. Unites States Environmental Protection Agency, September 1999, Washington D.C.

Valérie Bougault, et al. (2009-01-01). "The Respiratory Health of Swimmers". *Sports Medicine* **39** (4): 295–312.

Warrell D. A. , Timothy M. Cox, John D. Firth, Oxford University Press, 2003

[http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros\\_papers/velonakis\\_e.pdf](http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/velonakis_e.pdf), σελ. 3, αναζήτηση την 10/02/2014

WHO , Jamie Bartram, Yves Chartier, John V Lee, Kathy Pond and Susanne Surman-Lee, "*Legionella and the prevention of legionellosis*", 2007, σελ. 5-43

WHO / UNICEF, Joint Monitoring Programme (JMP) *for water Supply and Sanitation*, 2013

WHO. *Five Keys for growing safer fruits and vegetables: promoting health by decreasing microbial contamination*, p.15-17, 2011

WHO, *Guidelines for safe recreational water environments*. Volume 2, Swimming pools and similar environments, 2006

Wiberg, Egon; Wiberg, Nils and Holleman, Arnold Frederick (2001). *Inorganic Chemistry*. Academic Press , P.409

"Zesiger pool design", Zesiger sports and fitness center, MIT, accessed 2007-02-04

Αλμπάνης Τ., Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, “ φυσικές και χημικές διεργασίες εξυγίανσης και παραγωγής πόσιμου νερού ”, <http://library.tee.gr>, αναζήτηση στις 15/02/2014

Βελονάκης. Ν.Ε. , Εθνική Σχολή Δημόσιας Υγείας, *μικροβιολογική ποιότητα ποσίμου νερού και Δημόσια Υγεία.*

Κουρέα Κρεμαστινού Τ. και Χατζηχριστοδούλου Χ. 2004, *Οδηγίες για Δειγματοληψίες νερών*, Αθήνα, Εθνική Σχολή Δημόσιας Υγείας – ΕΣΔΥ

Κουτής Χ., *Ειδική Επιδημιολογία Τόμος Α΄*, ΤΕΙ Αθήνας – Τμήμα Δημόσιας Υγιεινής, σελ. 214-226, Αθήνα 1997

Κουτής Χ., *Ειδική Επιδημιολογία Τόμος Β΄*, ΤΕΙ Αθήνας – Τμήμα Δημόσιας Υγιεινής, σελ. 302-306, Αθήνα 1997

Κυπαρίση Γ. Και Μπλαγκούρα Β. 2004, *Υδατογενείς λοιμώξεις που προέρχονται από μικροοργανισμούς που παίρνουν μέρος της ζωής τους στο νερό*, Λάρισα , Τ.Ε.Ι. Λάρισας τμήμα νοσηλευτικής

Μαρκαντωνάτου Γ. , *επεξεργασία και διάθεση υγρών αποβλήτων*, Αθήνα 1990, σελ. 24-25, 32-33

Μέλλου Κ., Μ. Κόμη Ποταμίτη, Α. Καλλιμάνη, Θ. Σιδερόγλου, *Υδατογενείς λοιμώξεις και επιδημίες γαστρεντερίτιδας υδατογενούς αιτιολογίας*, Αθήνα, ΚΕΕΛΠΝΟ, 5 Ιουλίου 2011

Μπούφα Παναγιώτα, Κεντρικό Εργαστήριο Δημόσιας Υγείας - *Διαχείριση ασφάλειας στην αλυσίδα τροφίμων*, σελ. 3-4, Αθήνα, 7-8 Ιουλ. 2005

Μυλωνά – Πετροπούλου Δήμητρα, *Μικροβιολογική και υγιεινολογική διερεύνηση κολυμβητικών δεξαμενών περιοχής Αττικής*, ΕΚΠΑ 1996, σελ. 37 -40

*Παστερίωση και Αποστείρωση, %207%20Pasteurization&Sterilization.pdf*, αναζήτηση στις 20/01/2014

Πισπίνης Ε. Ιγν., *Μαθήματα Παρασιτολογίας, Γενικές έννοιες-Πρωτόζωα*, Τ.Ε.Ι. Αθήνας - Τμήμα Ιατρικών Εργαστηρίων, σελ. 30-31, Αθήνα 1997

Σιδερόγλου Θ., Μέλλου Κ., ΚΕΕΛΠΝΟ, Τμήμα Επιδημιολογικής Επιτήρησης και Παρέμβασης, Γραφείο Τροφιμογενών Νοσημάτων, Σεπτέμβριος 2011

Σκληβανιώτης Μ., ΔΕΥΑ Πάτρας 2004, “*Απολύμανση Πόσιμου Νερού*”, σελ. 21-24

Σκληβανιώτης Μ., Πάτρα 2004, *Μικροβιολογικές Παράμετροι και Βιολογικά Χαρακτηριστικά*, κεφαλαίο 5, σελ. 13 – 14

Τρυφίνοπούλου Κ., 2011, *Μικροβιολογική ποιότητα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης και Δημόσια Υγεία*, ΚΕΔΥ- ΚΕΕΛΠΝΟ

Υ.Α. Γ1/443/1973 (ΦΕΚ 87/Β`/24.1.1973) Περί κολυμβητικών δεξαμενών μετά οδηγιών κατασκευής και λειτουργίας αυτών.

Υ.Α. ΔΥΓ2/80825/05/2006 (ΦΕΚ 120/Β`/2.2.2006) Τροποποίηση της υπ αριθ Γ1/443/73 (87/Β) Υγ. Διάταξης, όπως τροποποιήθηκε με την υπ αριθ Γ4/1150/76 (937/Β) όμοια περί λειτουργίας κολυμβητικών δεξαμενών (Υγειονομική Διάταξη).

Υγειον.Διατ. Γ4/1150/1976 (ΦΕΚ 937/Β`/17.7.1976) Περί τροποποιήσεως και συμπληρώσεως της υπ' αριθ. Γ1/443/15 Ιανουαρίου 1973 Υγειονομικής διατάξεως (ΦΕΚ 87/Β/24 Ιανουαρίου 1973

Χατζηγκόλας Μ., *Μετάδοση και Αντιμετώπιση των Παθογόνων Μικροοργανισμών* σελ. 7, Ρόδος 2013