

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ: ΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΤΟ ΠΟΣΙΜΟ ΝΕΡΟ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΑΡΑΠΟΓΛΟΥ ΕΥΑΝΘΙΑ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ  
ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΜΠΑΚΟΓΙΑΝΝΗ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ**

ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ  
2012

---

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ: ΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΤΟ ΠΟΣΙΜΟ ΝΕΡΟ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΑΡΑΠΟΓΛΟΥ ΕΥΑΝΘΙΑ**

**Α.Φ: 4067**

**ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ:**

**ΒΕΒΑΙΩΝΕΤΑΙ Η ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΠΑΝΩ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ:**

**ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της εργασίας μου ήταν η μελέτη και η ανάλυση των χημικών παραμέτρων στο πόσιμο νερό. Η εργασία αποτελείται από 8 (οκτώ) κεφάλαια. Τα δύο πρώτα είναι η περίληψη και ο πρόλογος της εργασίας, τα αμέσως επόμενα ασχολούνται με το νερό, τις φυσικές και χημικές ιδιότητές του, την προέλευσή του, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού καθώς και την νομοθεσία που αφορά το πόσιμο νερό. Το κεφάλαιο 6 και 7 ασχολείται με τις παραμέτρους και την υγειονομική διάταξη που αφορούν το πόσιμο νερό γενικά και το κεφάλαιο 8 ως βασικός σκοπός της εργασίας αναλύει τις βασικές χημικές παραμέτρους που εξετάζονται και χωρίζονται σε φυσικοχημικές, οργανοληπτικές, παραμέτρους που αφορούν τις ανεπιθύμητες ουσίες και τις παραμέτρους που αφορούν τις τοξικές ουσίες. Η εργασία ολοκληρώνεται με τα συμπεράσματα τα οποία αναφέρουν πως οι βασικές χημικές παραμέτρους συνιστώνται για την παρακολούθηση της ποιότητας του πόσιμου νερού και είναι εκείνες που καθορίζουν την υγιεινή και την ασφάλεια του συστήματος ύδρευσης.

## ABSTRACT

The purpose of this work is the study is analysis of chemical parameters in drinking water. The work consists of 8 (eight) chapters. The first two are the summary and the prologue of the work, the next deal with the water, the physical and chemical properties, its origin, the quality of the water and the legislation for drinking water. Chapter 7 and 7 deal with the health aspects and provision of drinking water in general and chapter 8 as a key aim of the study analyzes the key chemical parameters, examined and divided into physicochemical, organoleptic parameters on undesirable substances and parameters related to toxic substances. The paper concludes with findings which indicate that the main chemical parameters recommended for monitoring the quality of drinking water and those that determine the health and safety of the water system.

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Οι περισσότεροι πολιτισμοί (Μίνωες, Αρχαίοι Έλληνες, Φοίνικες, Αιγύπτιοι, Άραβες, Ρωμαίοι. Γεννήθηκαν και αναπτύχθηκαν σε περιοχές γύρω από το νερό. Σ' αυτούς τους πολιτισμούς μέχρι και σήμερα το νερό δίνει ζωή, επιτρέπει την καλλιέργεια της τροφής, την μεταφορά των αγαθών και την ανταλλαγή πολιτιστικών στοιχείων. Άλλοτε το νερό εξυμνείτε ως θεότητα και άλλοτε θεωρείτε ως πηγή ζωής και ενέργειας που χαρίζει δύναμη και καλή υγεία. Το νερό πρόκειται για ανόργανη χημική ένωση του υδρογόνου και του οξυγόνου που συναντάται σε όλα τα τμήματα της βιόσφαιρας και με τις τρεις μορφές της ύλης, και ο χημικός τύπος είναι  $H_2O$ . Η πυκνότητα του πόσιμου νερού εξαρτάται από την θερμοκρασία με την μέγιστη τιμή στους  $40\text{ }^{\circ}C$ . Το σημείο τήξης είναι  $0\text{ }^{\circ}C$ , το σημείο βρασμού  $100\text{ }^{\circ}C$  και η πυκνότητα του  $1\text{g/ml}$ . Διαλύει μεγάλο ποσοστό ουσιών, είναι κύριο συστατικό των έμβιων όντων, χαρακτηρίζεται από μεγάλη θερμοχωρητικότητα και οι μεταβολές και η θερμοκρασία του, συντελούνται με αργούς ρυθμούς. Αν και το 70% της επιφάνειας του πλανήτη καλύπτεται από νερό, το 2,5% των υδάτων είναι γλυκά, ενώ το 97,5% βρίσκεται στις θάλασσες. Το 99% του πόσιμου νερού είναι δεσμευμένο στους παγετώνες ή βρίσκεται βαθιά κάτω από την επιφάνεια της γης, όπου δεν έχει πρόσβαση ο άνθρωπος. Μόνο το 1% είναι άμεσα διαθέσιμο.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Σ' αυτό το σημείο θέλω να ευχαριστήσω την κυρία Μπακογιάννη Ε. που με βοήθησε στην ολοκλήρωση της πτυχιακής μου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: «ΕΙΣΑΓΩΓΗ»

Το νερό μπορεί να θεωρηθεί ως φυσικός πόρος, ως οικονομικό αγαθό και ως περιβαλλοντικό στοιχείο, ανάλογα με το κύριο κριτήριο και το είδος της διαχείρισής του. Σε σχέση με άλλους φυσικούς πόρους και με άλλα οικονομικά αγαθά έχει μία ιδιαιτερότητα: είναι μοναδικό και αναντικατάστατο και επομένως η βιώσιμη διαχείριση των υδατικών πόρων είναι η βασική παράμετρος της αειφόρου ανάπτυξης.

Το νερό δεν είναι απαραίτητο μόνο για τη συντήρηση της ίδιας της ζωής, αλλά είναι και πρωταρχικής σημασίας για ένα μεγάλο πλήθος σημαντικών δραστηριοτήτων του ανθρώπου, ξεκινώντας από τη γεωργία και φθάνοντας στη βιομηχανική ανάπτυξη, στον τουρισμό και στην παραγωγή ενέργειας. Έτσι, δημιουργούνται δύο αντιφατικές τάσεις: συνεχής μείωση των κατά κεφαλήν διαθέσιμων υδατικών πόρων, από τη μία, εξαιτίας της αύξησης του πληθυσμού, και διαρκής αύξηση των κατά κεφαλήν απαιτήσεων, από την άλλη, αποτέλεσμα της αλλαγής των συνθηκών διαβίωσης, της εντατικοποίησης των ρυθμών της ανάπτυξης αλλά και της εφαρμογής σύγχρονων υδροβόρων τεχνολογικών μέσων και μεθόδων. Στη φύση το νερό αναζωογονείται με τον κύκλο εξάτμισης -βροχής μέσα στο μαγνητικό πεδίο της γης.

Το νερό είναι πλέον μαλακό, οξυγονωμένο και γεμάτο ενέργεια. Το βρόχινο νερό περιέχει ανθρακικό οξύ το οποίο διαλύει από τα επιφανειακά, αλλά και τα υπόγεια στρώματα της γης, μεταξύ άλλων, ασβέστιο και μαγνήσιο. Τα άλατα αυτών (Ασβεστίτης), αποτελούν τη σκληρότητα του νερού. Όταν το νερό αναφέρεται ως "σκληρό" αυτό σημαίνει απλά, ότι περιέχει περισσότερα άλατα Μg και Ca από το συνηθισμένο νερό. Ο βαθμός σκληρότητας του νερού μεγαλώνει, όταν διαλύονται περισσότερο ασβέστιο και μαγνήσιο. Το μαγνήσιο και το ασβέστιο είναι θετικά φορτισμένα ιόντα.

Το νερό στη συνέχεια μέσα από το τεχνικό πέρασμά του από τις σωληνώσεις των δικτύων χάνει τις αναζωογονητικές ιδιότητες που είχε από τη φύση, ενώ διατηρεί και τη σκληρότητά του και εδώ αρχίζει το ορατό πρόβλημα. Στο οικιακό περιβάλλον το σκληρό νερό δεν είναι πολύ αποδοτικό για ορισμένες χρήσεις: για το πλύσιμο των πιάτων και των ρούχων, για το ξύρισμα, για το πλύσιμο του αυτοκινήτου, καταστρέφει το δίκτυο και όλες τις συσκευές που έρχονται σε επαφή με το νερό, απαιτεί διπλάσια ποσότητα απορρυπαντικών, σαπουνιών, μαλακτικών, αποσκληρυντικών, γυαλιστικών, κλπ. Απαιτεί διπλάσια κατανάλωση ρεύματος ή πετρελαίου για θερμοσίφωνες, καλοριφέρ, boilers, παγομηχανές, πλυντήρια ρούχων και πιάτων, καφετιέρες για επαγγελματική και οικιακή χρήση. Το υπόλειμμα του σαπουνιού είναι δύσκολο να απομακρυνθεί και μένει στο δέρμα μετά το μπάνιο. Γεμίζει τους πόρους του δέρματος και καλύπτει τα μαλλιά. Επίσης είναι πρόσφορο έδαφος για την ανάπτυξη μικροβίων και μπορεί να δημιουργήσει κνησμό και ερυθρότητα στο δέρμα. Η σκληρότητα επίσης μπορεί να δημιουργήσει ανεπιθύμητη γεύση στο πόσιμο νερό, σε μαγειρεμένα φαγητά με λαχανικά και να δημιουργήσει "θολά" παγάκια.

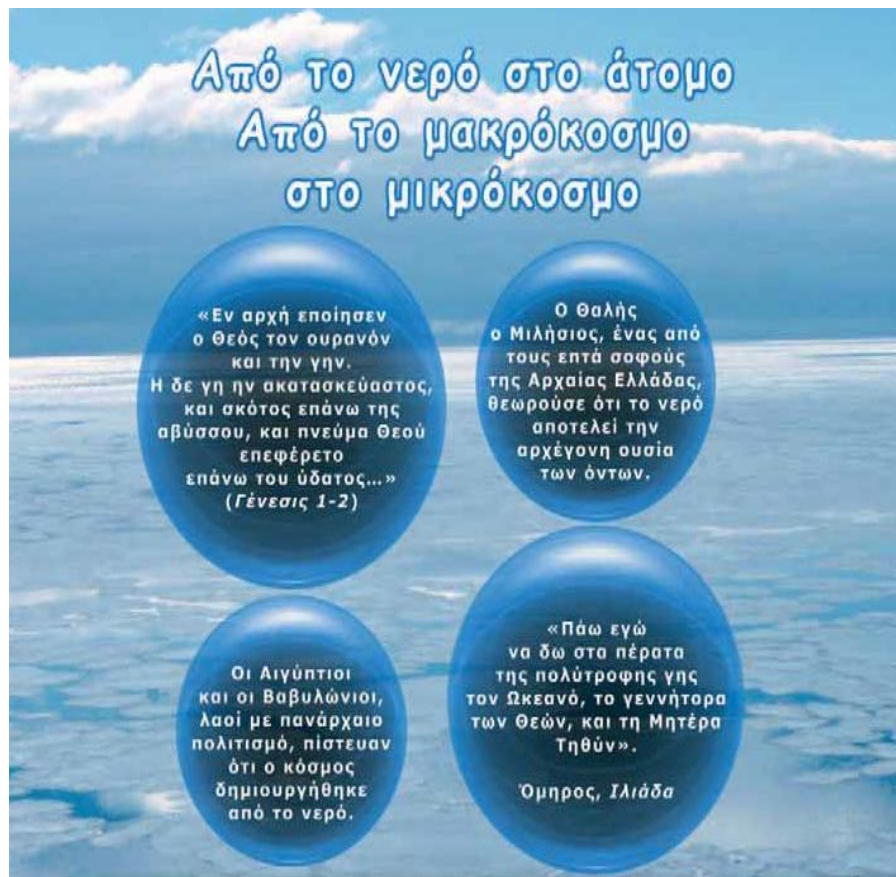
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: «ΤΟ ΝΕΡΟ»

Το νερό είναι η περισσότερο διαδεδομένη στη φύση χημική ουσία. Βρίσκεται παντού σαν υγρό (πάνω και μέσα στη Γη), σαν αέριο (ατμόσφαιρα) και σαν στερεό (χιόνια και πάγοι).

Με την υγρή του μορφή σκεπάζει τα 71.7% της επιφάνειας της Γης (ποτάμια, λίμνες, θάλασσες) κι αποτελεί το βασικότερο συστατικό όλων των οργανισμών, το 75% της ζωικής ύλης. Στον άνθρωπο αποτελεί το 59% του βάρους του.

Όλα τα ζώα κι όλα τα φυτά χωρίς τροφή μπορούν να ζήσουν κάποιο χρονικό διάστημα, χωρίς νερό όμως πεθαίνουν γρήγορα. Εξάλλου, όλων η προέλευση ξεκίνησε από το νερό. «Το νερό είναι η αρχή όλων» δίδαξε ο Θαλής κι ο Αριστοτέλης το θεωρούσε μια από τις τέσσερις πρωταρχικές ουσίες της φύσης (αέρας, γη, φωτιά, νερό).

Όμως και οι νεότεροι (Δαρβίνος κ.ά.) και οι σύγχρονοι επιστήμονες υποστηρίζουν πως όλα τα ζώα και τα φυτά προέρχονται με εξέλιξη, από τους μονοκύτταρους οργανισμούς, που αποτελούν την πρώτη μορφή της ζωής στη Γη και οι οποίοι πρωτοπαρουσιάστηκαν στο νερό (θάλασσα).



## 2.1 Η σύστασή του:

Το νερό αποτελεί χημική ένωση υδρογόνου και οξυγόνου. Τούτο πρωτοαποδείχτηκε από τους Λαβουαζιέ και Μενιέ το 1788. Η αναλογία των στοιχείων στην ένωση είναι: δύο μέρη υδρογόνου και ένα οξυγόνου και ο χημικός της τύπος είναι  $H_2O$ . Με άλλα λόγια το νερό είναι το οξείδιο του υδρογόνου. Όμως τα νερά των ποταμών, των πηγών κλπ., ακόμη και το βροχόνερο, περιέχουν κι άλλες ουσίες (άλατα, οξέα, μικροοργανισμούς, ζωικές και φυτικές ουσίες), που προσλαμβάνουν κατά την αέναη κίνησή τους, γιατί το νερό σ' ελεύθερη κατάσταση πάντα κινείται. Κι όταν ακόμη λιμνάζει, εξατμίζεται για να συνεχίσει το αιώνιο ταξίδι του με αέρια μορφή. Ολότελα καθαρό είναι μονάχα το αποσταγμένο νερό. Το βάρος και ο όγκος ενός κυβικού εκατοστόμετρου αποσταγμένου νερού σε θερμοκρασία  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  θεωρείται μονάδα μέτρησης βάρους και όγκου. Από τα φυσικά νερά το πιο καθαρό νερό είναι της βροχής, γιατί αποστάζεται στον τεράστιο λέβητα της φύσης, όμως κι αυτό κατά την υγροποίησή του στα σύννεφα και κατά την πτώση του, παίρνει διάφορες ουσίες, όπως αέρα, οξυγόνο, διοξείδιο του άνθρακα, άζωτο, σε μικρές ποσότητες, μα και σε ενώσεις, όπως είναι το υπεροξείδιο του υδρογόνου, πιο πολύ όταν έχει προηγηθεί καταιγίδα.

## 2.2 Φυσικές ιδιότητες του νερού:

Το νερό σε κανονικές συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας, είναι υγρό, άγευστο, άοσμο κι άχρωμο (σε λεπτό στρώμα, γιατί στα παχύ φαίνεται γαλάζιο). Σε πίεση μιας ατμόσφαιρας παγώνει στους  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  και βράζει στους  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Μεγάλη σπουδαιότητα για τη ζωή έχουν οι δύο παρακάτω φυσικές ιδιότητες: Η διαλυτική του ικανότητα. Το νερό είναι ο καλύτερος διαλύτης. Αυτή η ιδιότητα (είναι ανάλογη με τη θερμοκρασία του), συντέλεσε στη διαμόρφωση της γήινης επιφάνειας και στον ασταμάτητο σχηματισμό κι επέκταση του κατάλληλου για την ανάπτυξη των φυτών, εδάφους. Επίσης, χάρη στη διαλυτική ικανότητα του νερού, γίνεται η αφομοίωση των τροφών απ' όλους τους οργανισμούς.

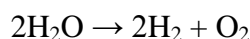
Η δεύτερη φυσική ιδιότητα του νερού, που έχει τεράστια σημασία για τον οργανικό κόσμο, είναι αντίθετη στο φυσικό νόμο της συστολής και διαστολής. Το νερό, κάτω από την πίεση μιας ατμόσφαιρας κατά την ψύξη του μέχρι τους  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , συστέλλεται κανονικά, όπως όλα τα σώματα. Από τους  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  όμως και κάτω μέχρι τους  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , διαστέλλεται αντί να συστέλλεται και καθώς στερεοποιείται, αραιώνει η μάζα του, γίνεται ελαφρύτερο κι επιπλέει στις επιφάνειες των ποταμών, των λιμνών και των θαλασσών, με αποτέλεσμα να υπάρχουν κάτω από τους πάγους, ευνοϊκές



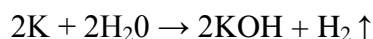
συνθήκες για τη συνέχιση της ζωής. Το αντίθετο γίνεται με την τήξη του πάγου. Κατά την άνοδο της θερμοκρασίας του μέχρι 0 °C, διαστέλλεται κανονικά όπως όλα τα σώματα. Από τους 0 °C μέχρι τους 4 °C συστέλλεται, οπότε τήκεται ολότελα κι από κει και πάνω διαστέλλεται κανονικά όπως όλα τα σώματα, αποκτώντας σαν υγρό το μεγαλύτερο όγκο του στους 100 °C. Κατά την εξάτμισή του το νερό αποκτά όγκο 1651 φορές μεγαλύτερο από εκείνον που έχει στην υγρή του κατάσταση σε κανονικές συνθήκες.

### 2.3 Χημικές ιδιότητες του νερού:

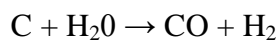
α) Το νερό είναι σταθερή χημική ένωση και διασπάται σε υδρογόνο και οξυγόνο είτε με μεγάλη θέρμανση είτε ηλεκτρολυτικά.



β) Ενώνεται με τα περισσότερα μέταλλα ιδιαίτερα μάλιστα με τα μέταλλα των αλκαλίων.

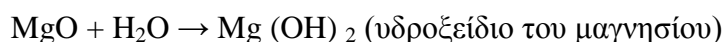
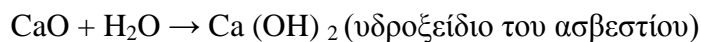


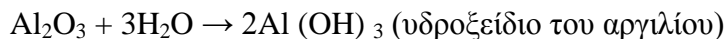
γ) Αντιδρά με μερικά αμέταλλα όπως π.χ. με τον άνθρακα.



δ) Αντιδρά με τα οξείδια και των μετάλλων και των αμετάλλων, και στη πρώτη περίπτωση δίνει ενώσεις που λέγονται βάσεις ενώ στη δεύτερη περίπτωση ενώσεις που λέγονται οξέα.

Αντιδράσεις με οξείδια μετάλλων:





Αντιδράσεις με οξείδια αμέταλλων:



## 2.4 Η σκληρότητα του νερού:

Από τα άλατα που βρίσκονται διαλυμένα στα φυσικά νερά, μεγαλύτερη σημασία έχουν τα άλατα του μαγνησίου και του ασβεστίου. Αυτά καθορίζουν τη σκληρότητα του νερού, που μετριέται σε γερμανικούς ή σε αγγλικούς ή γαλλικούς βαθμούς. Σύμφωνα λοιπόν με την περιεκτικότητά τους σε άλατα, τα φυσικά νερά χωρίζονται: 1) Σε πολύ μαλακά (4 γερμ. βαθμούς), 2) σε μαλακά (4-8 βαθμούς), 3) σε μέτρια σκληρά (8-12), 4) σε σκληρά (12-30) και 5) σε πολύ σκληρά (πάνω από 30 βαθμούς). Η σκληρότητα και γενικά η περιεκτικότητα του νερού σε ξένες ουσίες καθορίζουν τη χρήση του στις καθημερινές ανάγκες της ζωής. Έτσι: το νερό που χρησιμοποιείται στις οικοδομές δεν πρέπει να περιέχει διοξείδιο του άνθρακα, όξινα ανθρακικά άλατα και θειικά άλατα, γιατί τα πρώτα δύο προσβάλλουν τον ασβέστη και το τελευταίο αποσθρώνει το τσιμέντο. Το νερό που χρησιμοποιείται στη βυρσοδεψία δεν πρέπει να περιέχει οργανικές ουσίες, μικροοργανισμούς και σημαντικά ποσά αλάτων και ασβεστίου. Το νερό που χρησιμοποιείται στα πλυντήρια πρέπει να είναι μαλακό.

## 2.5 Πόσιμο νερό:

Το πόσιμο νερό για να είναι υγιεινό το πόσιμο νερό πρέπει να μην περιέχει μικροοργανισμούς ή παράσιτα και χημικά δηλητήρια, με άλλα λόγια να είναι άοσμο, άχρωμο, καθαρό και δροσερό. Τέτοιο νερό βγάζουν οι περισσότερες πηγές των βουνών. Τα νερά των ποταμών και των λιμνών πάντα περιέχουν, άλλα περισσότερο και άλλα λιγότερο, ξένες ουσίες, γι' αυτό και πρέπει να διυλίζονται και να ελέγχονται πριν την χρησιμοποίησή τους. Κι όταν τούτο δεν είναι δυνατό, πρέπει να βράζονται πρώτα κι ύστερα να χρησιμοποιούνται, αφού κρυώσουν. Μεγάλη ποσότητα νερού υπάρχει και μέσα στο φλοιό αυτός της γης, όπου σχηματίζει μικρές ή μεγάλες υπόγειες

λίμνες καθώς και μικρά ή μεγάλα ποτάμια. Από κει ύστερα, με την πίεση ή με το νόμο των συγκοινωνούντων δοχείων, παρουσιάζεται στην επιφάνεια ως πηγή.

Το πόσιμο νερό είναι ένα πολύτιμο αγαθό για τον άνθρωπο. Αποτελεί το 60% της μάζας του σώματος και είναι βασικός παράγοντας αυτός κυκλοφορίας και ηλεκτρολυτικής ισορροπίας. Χωρίς νερό είναι αδύνατο να γίνει η ανταλλαγή ύλης και οι λειτουργίες των κυττάρων. Καθημερινά, ο άνθρωπος αποβάλλει με το ούρο και την αναπνοή περισσότερα από δύο λίτρα νερού τα οποία αναπληρώνει με το νερό που περιέχεται στις τροφές και στο νερό που καταναλώνει.

Ο κάθε άνθρωπος απαιτεί 50 λίτρα νερού ημερησίως (για πόση, προετοιμασία τροφής και προσωπική υγιεινή). Αν συνυπολογισθούν οι αγροτικές και βιομηχανικές διεργασίες, η κατά άτομο απαιτούμενη ποσότητα νερού φτάνει τα 150 λίτρα την ημέρα. Το νερό σαν συστατικό και σαν πρώτη ύλη είναι τόσο στενά συνδεδεμένο με τη ζωή, ώστε να μπορεί να περιγράψει την εξέλιξη του πολιτισμού. Ο άνθρωπος σε όλη την περίοδο της ιστορίας του ζούσε κοντά σε ποταμούς και λίμνες. Οι ολοένα και αυξανόμενες απαιτήσεις από την γεωργία, την κτηνοτροφία, την βιομηχανία και τη διαβίωση στα μεγάλα αστικά κέντρα έχουν οδηγήσει σε δραματική μείωση της κατά κεφαλήν διαθεσιμότητας του πόσιμου νερού. Σήμερα, το ένα τρίτο του πληθυσμού της γης ζει σε περιοχές του πλανήτη, όπου η έλλειψη καθαρού νερού αποτελεί ζήτημα επιβίωσης. Ο αριθμός αυτός θα συνεχίσει να αυξάνει καθώς ο παγκόσμιος πληθυσμός και κατά συνέπεια οι ανάγκες για πόσιμο νερό διευρύνονται.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: «ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΤΟΥ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ»

**3.1 Το πόσιμο νερό προέρχεται** από τα νερά που υπάρχουν στη φύση και τα οποία διακρίνονται σε νερά: (α) βροχής, (β) επιφανειακά και (γ) υπόγεια.

**(α) Νερό βροχής.** Προέρχεται από την εξάτμιση των υδάτινων μαζών της γης (υδρολογικός κύκλος). Το νερό της βροχής είναι όξινο και μαλακό, αλλά μπορεί υπό προϋποθέσεις να χρησιμοποιηθεί ως πόσιμο. Κατά τη διαδρομή του στην ατμόσφαιρα το βρόχινο νερό παραλαμβάνει σκόνη, ιόντα, οργανικές ουσίες και μικροοργανισμούς. Κατά τη συντήρησή του σε δεξαμενές είναι δυνατόν να εμφανίσει δυσάρεστη οσμή, λόγω της αποσύνθεσης των οργανικών ενώσεων που περιέχει.

**(β) Επιφανειακά νερά.** Προέρχονται από ρυάκια, ποτάμια, λίμνες και γενικά κάθε νερό που ρέει στην επιφάνεια της γης. Τα νερά αυτά μολύνονται εύκολα, ειδικά όταν περνούν μέσα από κατοικημένες περιοχές, όπου υπάρχει ο κίνδυνος να μολυνθούν από λύματα και άλλες ουσίες (βιομηχανικά απόβλητα, λιπάσματα, γεωργικά

φάρμακα, απορρυπαντικά κλπ.). Τα επιφανειακά νερά υφίστανται μερική αυτοκάθαρση, που οφείλεται σε πολλούς παράγοντες όπως η καθίζηση ουσιών, η επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας, χημικές οξειδωτικές επεξεργασίες και βιολογικές αντιδράσεις. Η μερική αυτή αυτοκάθαρση δεν προκαλεί την καταστροφή όλων των παθογόνων μικροοργανισμών, όπως των εντερικών και του ιού της ηπατίτιδας Α. Για το λόγο αυτό, τα νερά των ποταμών που χρησιμοποιούνται για ύδρευση πρέπει να λαμβάνονται πριν από τη διέλευσή τους από κατοικημένες περιοχές και να υφίστανται επεξεργασία και καθαρισμό (π.χ. εγκατάσταση δυλιστηρίου με ειδική μονάδα απολύμανσης).

*(γ) Υπόγεια νερά.* Είναι νερά ποικίλης προελεύσεως που διεισδύουν στο έδαφος και κινούνται υπόγεια μέχρι ότου συναντήσουν αδιαπέραστο πέτρωμα, πάνω στο οποίο σχηματίζουν υδροφόρο στρώμα. Ανάλογα με τις συνθήκες του εδάφους μπορεί να βρίσκονται κοντά στην επιφάνεια ή σε μεγάλο βάθος. Τα βαθιά υπόγεια νερά είναι καθαρά, λόγω της διήθησης και κατακράτησης των μικροβίων και ουσιών από τα πετρώματα, μέσω των οποίων διέρχεται το νερό. Τα υπόγεια νερά που βρίσκονται πιο κοντά στην επιφάνεια θεωρούνται ασφαλή, αν η στάθμη τους απέχει τουλάχιστον 3 μέτρα από αυτή και εφόσον η φύση των πετρωμάτων που απαρτίζουν το υπέδαφος δεν είναι ασβεστολιθική. Η έξοδος του υπόγειου νερού στην επιφάνεια του εδάφους πρέπει να προστατεύεται από εξωτερική μόλυνση, από τις δραστηριότητες των ανθρώπων, των ζώων και από τα ρέοντα επιφανειακά νερά. Όλες οι πιθανές αιτίες μόλυνσης (υπόνομοι, απορροφητικοί βόθροι, λύματα ή βιομηχανικά απόβλητα) πρέπει να βρίσκονται μακριά από το πηγάδι ή την πηγή και το νερό θα πρέπει να ελέγχεται για την καταλληλότητά του κατά τακτά χρονικά διαστήματα. Ο κατάλληλος τρόπος ύδρευσης είναι με άντληση σε υδραγωγείο και κλειστό σύστημα παροχής στον καταναλωτή. Το πόσιμο νερό πρέπει να υφίσταται τεχνητό καθαρισμό και να γίνονται τακτικές εξετάσεις για τον έλεγχο των φυσικών, χημικών και μικροβιολογικών χαρακτηριστικών του. Το δίκτυο των σωλήνων διανομής πρέπει να βρίσκεται σε άριστη κατάσταση και σε απόσταση από το δίκτυο αποχέτευσης. Το νερό μέσα στις σωληνώσεις πρέπει να βρίσκεται υπό συνεχή πίεση και ροή. Η διαλείπουσα ροή και οι αρνητικές πιέσεις δημιουργούν κίνδυνο προσρόφησης ακαθαρσιών και μικροβίων, ειδικότερα, όταν υπάρχουν σημεία βλάβης στο σύστημα των σωληνώσεων.

### **3.2 Νερό : μέσο ζωής ανάγκη προστασίας:**

"Νερό αρχή των πάντων" κατά τον Θαλή τον Μιλήσιο και ένα από τα τέσσερα βασικά στοιχεία κατά τον Αριστοτέλη. Η Γη είναι ένας πλανήτης κεντημένος με το νερό, που αποτελεί πολύτιμο μέσο ζωής για τον Γαλάζιο Πλανήτη. Το νερό συμμετέχει σε όλα τα στάδια ανάπτυξης του πλανήτη και κινείται αέναα, με διάφορες 'αμφιέσεις', εναλλασσόμενο στις τρεις καταστάσεις του, μεταξύ γης και ουρανού. Το νερό είναι η περισσότερο διαδεδομένη στη φύση χημική ουσία. Η σπουδαιότητα του νερού για τη διατήρηση της ζωής στον πλανήτη μας είναι φανερή. Το νερό αποτελείται από υδρογόνο και οξυγόνο. Οι άνθρωποι και τα ζώα έχουν στο σώμα τους 60-70% νερό. Οι ωκεανοί ρύθμισαν το κλίμα και αποτέλεσαν το λίκνο κάθε

έμβιου πλάσματος. Εάν ο ανθρώπινος νους μπορούσε να συνειδητοποιήσει ότι το 70% του πλανήτη μας καλύπτεται από τα νερά των ωκεανών και το σημαντικό ρόλο, που παίζει η τεράστια αυτή μάζα νερού στη διατήρηση της ισορροπίας μεταξύ βιοτικών, αβιοτικών και κλιματολογικών παραγόντων, η συμπεριφορά μας απέναντι σε αυτό το αγαθό θα ήταν διαφορετική. Οι μεγάλοι πολιτισμοί γεννήθηκαν κοντά στο νερό και από το νερό. Είναι το πολυτιμότερο αγαθό, που μας παρέχει η φύση. Όρος για την ανάπτυξη, την ευημερία, την υγιεινή διαβίωση, την ίδια την ύπαρξη ζωής.

Αποτελεί το αφθονότερο στοιχείο στην επιφάνεια της γης, έχει ταχύτατο κύκλο στην ατμόσφαιρα, αλλά είναι μεγάλο ψέμα να θεωρείται το γλυκό νερό άφθονο και ανεξάντλητο απόθεμα. Το πόσιμο νερό αντιπροσωπεύει το 1/10 της συνολικής ποσότητας νερού στον πλανήτη. Τα επιφανειακά νερά από πηγή πλούτου, όμως, μπορούν να μετατραπούν σε μια διαρκή και αόρατη απειλή, αν οι κυβερνήσεις όλων των χωρών δεν πάρουν άμεσα δραστικά μέτρα για την διαχείριση και την προστασία τους. Η διασφάλιση της ποιότητας του νερού και των υδατικών πόρων αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την κοινωνική και οικονομική ζωή, ο οποίος σχετίζεται άμεσα και με την προστασία του. Γι' αυτό είναι επιτακτική η ανάγκη χάραξης συγκεκριμένης μακροπρόθεσμης στρατηγικής για το νερό και τους υδάτινους πόρους.

Ανάμεσα στις σοβαρές απειλές, που προέρχονται από τη μη ορθολογική χρήση του νερού και μπορούν να επηρεάσουν την υγεία και την ύπαρξή του ανθρώπου, είναι η ρύπανση και μόλυνση των επιφανειακών, των υπόγειων νερών και της θάλασσας από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Η ρύπανση ή η μόλυνση του υδάτινου περιβάλλοντος χαρακτηρίζεται από ένα πλήθος παραμέτρων, που διαφέρουν ως προς τη φύση και τις επιπτώσεις τους στο οικοσύστημα. Το φυσικό, όμως, φαινόμενο της εξελικτικής διαδικασίας της ρύπανσης είναι ενιαίο και χαρακτηρίζεται από:

- Την είσοδο του ρυπαντικού φορτίου στο νερό.
- Την ανάμιξη του φορτίου με το σύνολο των νερών και τη μεταφορά του.
- Την ενδεχόμενη αλλοίωση του φορτίου από διάφορες βιοχημικές διαδικασίες κατά τη χωροχρονική εξέλιξη της μεταφοράς του μέσα από τη μάζα του νερού.

Η ρύπανση προέρχεται από παραγωγικές διαδικασίες βιομηχανιών, αγροτικές δραστηριότητες, διασπορά οικιστικών αποβλήτων, ατυχήματα από διασπορά χημικών και πετρελαίου στο νερό. Τα αποτελέσματα της παραμονής από τη διασπορά των αποβλήτων εξαρτώνται από το χρόνο, που χρειάζεται το υλικό να διασπαστεί σε αβλαβή μορφή. Έτσι, τα οικιστικά και οργανικά βιομηχανικά απόβλητα διασπώνται πολύ γρήγορα. Η διάθεσή τους γίνεται μέσα από δίκτυο υπονόμων, που το περιεχόμενό του αυξάνει τη "γονιμότητα" του νερού ελευθερώνοντας θρεπτικές ουσίες (π.χ. εμφάνιση πλαγκτόν, ευτροφισμός), με πιθανά μακροπρόθεσμα αποτελέσματα. Η συνηθέστερη και σοβαρότερη μορφή ρύπανσης είναι η οργανική, εξαιτίας της ποσότητας των οργανικών ουσιών και των συνεπειών τους στο οικοσύστημα. Η μείωσή της, κατά τη διάρκεια της εξελικτικής διαδικασίας, είναι γνωστή σαν αυτοκαθαρισμός. Τα επιζήμια αποτελέσματα της ρύπανσης είναι μολύνσεις, αποοξυγόνωση, ευτροφισμός, αλατότητα, πρόκληση ασθενειών, που μεταφέρονται στον άνθρωπο άμεσα με το νερό, ή έμμεσα, όταν καταναλώνει προσβεβλημένους υδρόβιους οργανισμούς. Το πετρέλαιο χρειάζεται από μήνες ως δύο χρόνια για να εξαφανιστεί με φυσικό τρόπο. Τα αγροχημικά και τα πλαστικά είναι πολύ σταθερά στο υδάτινο περιβάλλον, ενώ τα βαρέα τοξικά μέταλλα παρουσιάζουν αυξητικές τάσεις και μειώνονται σταδιακά, μόνο όταν

σταματήσει η προσθήκη τους στο σύστημα, οπότε αναπτύσσονται άλλες φυσικές διεργασίες, που συμβάλλουν στη μείωσή τους, όπως καθίζηση και καταβύθιση.

Μέχρι πρόσφατα, η έρευνα για την επίδραση των τοξικών χημικών ουσιών στην υγεία του ανθρώπου στρεφόταν σε κινδύνους για γενετικές μεταλλάξεις, τερατογενέσεις και καρκίνους. Τα τελευταία πέντε χρόνια, οι επιστήμονες ανακάλυψαν ότι πολλές από τις συνθετικές χημικές ουσίες επεμβαίνουν στο ενδοκρινικό σύστημα, διαταράσσοντας τις φυσικές βιολογικές διαδικασίες του σώματος. Είναι αλήθεια, πως ο όγκος των ωκεανών είναι τόσο μεγάλος, που η συσσώρευση των ρυπαντών γίνεται πολύ αργά. Οι οργανισμοί έχουν μεγάλη ικανότητα να προσαρμόζονται στις σταδιακές περιβαλλοντικές αλλαγές, με εγκλιματισμό. Εκτός και αν η ρύπανση είναι πολύ σοβαρή, οπότε επηρεάζεται η θαλάσσια ζωή και τα αρχικά στάδια των οργανισμών. Οι ωκεανοί αποτελούν πιο ασφαλή μέρη για τη διασπορά ψηλών τοξικών αποβλήτων, σε σχέση με την παραμονή αυτών των αποβλήτων στο έδαφος. Οι ενδιάμεσοι κίνδυνοι της θαλάσσιας ρύπανσης είναι περισσότερο τοπικοί, παρά παγκόσμιοι και συνδέονται με τις παράκτιες περιοχές και τους αργούς ρυθμούς ανάμιξης των νερών, σε κόλπους και λιμνοθάλασσες. Η έλλειψή του νερού κατά τη διάρκεια της ιστορίας του, συνδέθηκε με πολλά δεινά. Σήμερα ο κίνδυνος της έλλειψής του έγινε πιο ορατός σε όλες τις χώρες. Τα επόμενα 25 χρόνια προβλέπεται ότι η χρήση νερού θ' αυξηθεί κατά 40% και θα χρειαστεί 17% περισσότερο νερό για την αγροτική παραγωγή, για να καλυφθούν οι ανάγκες του πληθυσμού σε τρόφιμα, σύμφωνα με τον FAO (Παγκόσμιος Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας).

### **3.3 Οι τρεις καταστάσεις του νερού:**

Το νερό απαντάται σε τρεις μορφές: στερεή (πάγος, χιόνι), υγρή (νερό πηγών, θαλασσών) και αέρια (υδρατμοί στην ατμόσφαιρα). Επίσης, το νερό υπάρχει σ' όλους τους ζωντανούς (ζωικούς και φυτικούς) οργανισμούς. Στις τροφές υπάρχει σε μεγάλο ποσοστό. Το γάλα π.χ. περιέχει 87%, οι πατάτες 78%, τα αβγά 74%, τα λαχανικά και τα φρούτα μέχρι 93% νερό. Στο ανθρώπινο σώμα το νερό περιέχεται σε ποσότητα 70% και στο αίμα 90%. Μερικές φορές προσκολλάται σε διάφορες χημικές ουσίες και σχηματίζει μ' αυτές ένυδρες ενώσεις, συνήθως κρυσταλλικές, όπως είναι ο ένυδρος θεικός χαλκός, ο γύψος, το θεικό ασβέστιο κ.ά. Το νερό αυτό ονομάζεται "κρυσταλλικό νερό". Άλλοτε πάλι, το νερό ενώνεται σταθερά με τα μόρια των χημικών ενώσεων και σχηματίζεται νέα χημική ένωση. Έτσι π.χ. το τριοξειδίο του θείου και το πεντοξειδίο του φωσφόρου ενώνονται με το νερό και δίνουν νέες χημικές ενώσεις, το θεικό οξύ και το φωσφορικό οξύ. Το νερό αυτό ονομάζεται "χημικό" και δεν είναι δυνατό να απομακρυνθεί με θέρμανση όπως το κρυσταλλικό νερό.

### **3.4 Δομή του μορίου:**

Το μόριο του νερού δεν είναι γραμμικό, δηλαδή οι δεσμοί O-H δε βρίσκονται πάνω στην ευθεία, αλλά σχηματίζουν γωνία 104,5 μοιρών. Το μήκος του δεσμού O-H είναι 0,96 Å (Åγκστρεμ, 1 Å=10<sup>-8</sup> cm). Λόγω της γωνιακής διάταξης του δεσμού O-H, το μόριο του νερού είναι ασύμμετρο και έχει υψηλή διπολική ροπή. Το κέντρο του θετικού φορτίου βρίσκεται προς την πλευρά του υδρογόνου και του αρνητικού προς τη πλευρά του οξυγόνου. Μεταξύ των μορίων του νερού αναπτύσσονται ισχυρές δυνάμεις έλξης Van der Waals. Ο υψηλός πολικός χαρακτήρας του μορίου εξηγεί τη μεγάλη του διηλεκτρική σταθερά (78 στους 25 °C) και άλλες ιδιότητες αυτού, όπως είναι η διάλυση ετεροπολικών ενώσεων στο νερό, ιδιότητα που το καθιστά ένα από τα καλύτερα διαλυτικά μέσα, καθώς επίσης την υψηλή θερμοκρασία βρασμού, έναντι της αλκοόλης και του αιθέρα, που έχουν πολύ μικρότερη θερμοκρασία βρασμού, αν και έχουν μεγαλύτερο μοριακό βάρος.

Το νερό στην αέρια κατάσταση του (ατμός) είναι μια χημική ένωση δύο ατόμων υδρογόνου με ένα άτομο οξυγόνου, H<sub>2</sub>O. Τα περισσότερα μόρια του νερού έχουν μοριακό βάρος ίσο με 18. Παρόλα αυτά, επειδή το υδρογόνο και το οξυγόνο έχουν 3 ισότοπα, υπάρχουν 18 πιθανά μοριακά βάρη για το νερό. Παρόλο που ο ίδιος μοριακός τύπος χρησιμοποιείται για όλες τις καταστάσεις νερού, οι συμπυκνωμένες μορφές του (υγρό, πάγος) δεν αποτελούν μια απλή συνάθροιση μορίων. Τα άτομα του υδρογόνου είναι θετικά φωτισμένα και το άτομο του οξυγόνου αρνητικά φορτισμένο. Λόγω αυτής της κατανομής φορτίου το μόριο H<sub>2</sub>O είναι ισχυρά διπολικό και έτσι δημιουργούνται ισχυρές έλξεις μεταξύ των μορίων του νερού που είναι γνωστές ως δεσμοί υδρογόνου (hydrogen bonds). Το νερό παρουσιάζει έντονα το φαινόμενο της σύζευξης. Με τη δημιουργία δεσμών δια γέφυρας υδρογόνου. Τα μόρια δηλαδή του νερού σχηματίζουν δεσμούς μεταξύ του ηλεκτροθετικού υδρογόνου του ενός μορίου και του ηλεκτραρνητικού οξυγόνου του άλλου μορίου. Δεσμοί υδρογόνου μεταξύ των μορίων του νερού εξακολουθούν να υπάρχουν και σε υψηλή σχετικά θερμοκρασία. Έτσι, στους 25 °C ο αριθμός των δεσμών υδρογόνου μεταξύ των μορίων του νερού έχει τέτοια τιμή, ώστε ο στοιχειομετρικός τύπος του, στους 25 °C, δεν είναι γνωστός H<sub>2</sub>O, αλλά H180O90. Οι δεσμοί υδρογόνου είναι υπεύθυνοι για πολλές από τις ασυνήθιστες ιδιότητες του νερού. Το νερό είναι το διυδρογονίδιο του οξυγόνου. Αν το συγκρίνουμε με άλλα διυδρογονίδια άλλων στοιχείων της ίδιας ομάδας του περιοδικού πίνακα με αυτήν του οξυγόνου, όπως είναι το υδρόθειο, H<sub>2</sub>S, το υδροσελήνιο, H<sub>2</sub>Se και το υδροτελούριο, H<sub>2</sub>Te, βρίσκουμε ότι, πολλές από τις φυσικές τους ιδιότητες παρουσιάζουν κάποιες ανωμαλίες. Σε συνθήκες συνθήκες, πίεσης μιας ατμόσφαιρας και 25°C τα βαρύτερα μόρια, όπως H<sub>2</sub>S (MB=34), H<sub>2</sub>Se (MB=81) και H<sub>2</sub>Te (MB=130), είναι όλα αέρια. Το νερό είναι υγρό το οποίο γίνεται αέριο μόνο όταν η θερμοκρασία είναι 100 °C ή παραπάνω. Είναι αρκετά πυκνότερο απ' όλα τα σχετικά με αυτό είδη και έχει τη μέγιστη πυκνότητα του σε θερμοκρασία 4 °C. Η επιφανειακή τάση και η διηλεκτρική σταθερά είναι αρκετά υψηλότερες απ' ότι θα αναμενόταν από τις ιδιότητες των άλλων διυδρογονιδίων. Το σημείο πήξης του είναι πιο χαμηλό από αυτό που θα περιμέναμε και στερεοποιείται σχηματίζοντας πάγο, μια ουσία με ανοικτή δομή που είναι λιγότερο πυκνή από το υγρό νερό. Η πολικότητα του νερού είναι σπουδαίος παράγοντας στον καθορισμό της διηλεκτρικής του ικανότητας.

Τα ορυκτά που βρίσκονται στον ανώτερο φλοιό της Γης είναι στην πλειοψηφία τους ανόργανες ουσίες, στις οποίες τα θετικά και αρνητικά φορτισμένα

ίοντα αποτελούν ένα κρυσταλλικό πλέγμα ελκώμενα μεταξύ τους με ηλεκτροστατικούς δεσμούς. Το νερό με το διπολικό χαρακτήρα του, έχει την ικανότητα να περιβάλλει ένα θετικά φορτισμένο ιόν με το αρνητικά φορτισμένο μέρος του μορίου (ή και αντίστροφα να περιβάλλει τα αρνητικά φορτισμένα ιόντα κρυστάλλων με το θετικά φορτισμένο μέρος του μορίου του) και έτσι απομονώνει τα ιόντα και εξουδετερώνει τις δυνάμεις έλξης που διατηρούν την ακεραιότητα των κρυστάλλων. Το ιόν περιβαλλόμενο από τα μόρια του νερού μπορεί να φύγει από το κρυσταλλικό πλέγμα και να κινηθεί μέσα στο διάλυμα. Έτσι γίνεται ένα ελεύθερο ιόν.

Το νερό διαλύει μερικές (μικρές ή μεγάλες) ποσότητες κάθε στερεού ή υγρού με το οποίο έρχεται σε επαφή. Κατά τον υδρολογικό κύκλο, το νερό έρχεται σε επαφή, με αέρια (συμπεριλαμβανομένων αέριων ρύπων και εκπεμπόμενων σωματιδίων από ηφαιστειακές εκρήξεις) καθώς και με τα ορυκτά που βρίσκονται στον ανώτερο φλοιό της Γης. Σε μικρότερη κλίμακα το νερό κυκλοφορεί σε ανθρωπογενή συστήματα (αγωγοί και σωλήνες κατασκευασμένοι από συνθετικά υλικά, οπλισμένο σκυρόδεμα και μέταλλα όπως σίδηρος και χαλκός). Η διαλυτική ικανότητα του νερού ασκείται σε αυτά τα συστήματα, δημιουργώντας φαινόμενα όπως η διάβρωση και η απόθεση αλάτων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: «ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΝΕΡΟΥ»

### 4.1 Ποιότητα πόσιμου νερού:

Πόσιμο νερό: Το χημικώς καθαρό νερό, ως εντόνω διαλυτικό υγρό, εμπλουτίζεται κατά την επαφή του με το περιβάλλον με διάφορες ουσίες οι οποίες διαλύονται σε αυτό. Το ευρισκόμενο στη φύση νερό παρουσιάζει συχνά ορισμένα φυσικά, χημικά, ραδιολογικά, μικροβιολογικά, βιολογικά χαρακτηριστικά, τα οποία οφείλονται κατά βάση στις περιεχόμενες σε αυτό ουσίες. Το πόσιμο νερό πρέπει οργανοληπτικώς (γεύση, οσμή, εμφάνιση κ.λπ.) να είναι άμεμπτο και από πάσης απόψεως αβλαβές για την υγεία των ανθρώπων, ακόμη δεν πρέπει να προκαλεί σοβαρές ζημιές στα έργα ύδρευσης (διαβρώσεις, εμφράξεις σωληνώσεων κ.λπ.) πρέπει τα χαρακτηριστικά του (φυσικά, χημικά, κ.λπ.) να κυμαίνονται εντός ορίων που αποτελούν το πρότυπο ποιότητας, (STANDARDS) του πόσιμου νερού. Τα πρότυπα ποιότητας του πόσιμου νερού καθορίζονται βάση κριτηρίων, των οποίων πρωτεύοντα θέση κατέχουν τα υγειονομικά, χωρίς βεβαίως να αγνοούνται τα οικονομικά, τεχνικά, αισθητικά κ.λπ. Αυτά καλύπτονται στην χώρα μας και νομοθετικώς με υγειονομικές διατάξεις και νόμους, βάση των προτύπων πόσιμου νερού της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας.

Τα φυσικά νερά μπορεί να περιέχουν αιωρούμενα και διαλυμένα ανόργανα και οργανικά στερεά καθώς και μικροοργανισμούς. Τα συστατικά αυτά μπορεί να προέρχονται είτε από φυσικές πηγές είτε από τη διάθεση αστικών και βιομηχανικών αποβλήτων. Η χημική σύσταση των φυσικών νερών οφείλεται στις αντιδράσεις του



νερού με τα πετρώματα της γης, με τα οποία έρχεται σε επαφή, στην αποσάθρωση των πετρωμάτων και στην έκπλυση εδαφών και ιζημάτων. Επίσης, η χημική του σύσταση τροποποιείται με τη βοήθεια βιολογικών μεταβολισμών και επηρεάζεται από τον υδρολογικό κύκλο. Το νερό, το οποίο προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση, δεν πρέπει να έχει μεγάλη σκληρότητα, καθώς αυτή προκαλεί δυσκολίες στην καθημερινή αλλά και στη βιομηχανική του χρήση. Επίσης, δεν πρέπει να περιέχει μεγάλη ποσότητα οργανικών ουσιών, βαρέων μετάλλων αλλά ούτε και παθογόνα παράσιτα ή μικρόβια. Σύμφωνα με την ελληνική και ευρωπαϊκή νομοθεσία, που θέτει προδιαγραφές και όρια σχετικά με την περιεκτικότητα του νερού σε ορισμένα στοιχεία, αλλά και από απόψεως μικροβιακού φορτίου, το υγιεινό νερό πρέπει :

- Να είναι άχρωμο, διαυγές, άοσμο και αναψυκτικής γεύσεως.
- Να έχει θερμοκρασία που να προκαλεί ευχάριστο αίσθημα. Η προτιμότερη θερμοκρασία είναι μεταξύ 7 και 12 °C, με όριο τους 15 °C.
- Να μην περιέχει φερτές ύλες.
- Να έχει αντίδραση ουδέτερη έως ασθενή αλκαλική (όριο 6,5-8,5 : pH 7,0-7,6).
- Να είναι απαλλαγμένο από ενώσεις μετάλλων που μπορούν να προκαλέσουν διαταραχές στην υγεία και δηλητηριάσεις άμεσες ή μακροπρόθεσμες.
- Να έχει μέση σκληρότητα περίπου 28-27 γαλλικούς βαθμούς ή 10-15 γερμανικούς.
- Να μην περιέχει διάφορες χημικές ουσίες πάνω από τα επιτρεπόμενα όρια.
- Να είναι σε αρκετή ποσότητα και χωρίς διακοπή.
- Να μην περιέχει παθογόνους μικροοργανισμούς.
- Να ελέγχεται συνεχώς από επιστημονικό προσωπικό.

#### **4.2 Εκτίμηση της ποιότητας του πόσιμου νερού:**

Οι παρακάτω διαδικασίες συνδράμουν στον έλεγχο της ποιότητας και της καταλληλότητας του πόσιμου νερού:

- η επιτόπια υγειονομική εξέταση
- οι οργανοληπτικές παράμετροι
- οι φυσικοχημικές παράμετροι
- η χημική εξέταση
- η φυσική εξέταση
- η βιολογική έρευνα
- η μικροβιολογική εξέταση

**4.3 ΤΟ ΝΕΡΟ:** που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση πρέπει να είναι από κάθε άποψη αβλαβές για την υγεία των καταναλωτών, οργανοληπτικά άμεμπτο και απολύτως καθαρό, απαλλαγμένο από παθογόνους μικροοργανισμούς και οποιεσδήποτε χημικές ουσίες σε αριθμούς και συγκεντρώσεις που αποτελούν ενδεχόμενο κίνδυνο. Σύμφωνα με την ΚΥΑ Υ2/2600/2001 (Κοινοτική Οδηγία 98/83 Ε.Ε.) ως «πόσιμο» νοείται το νερό που χρησιμοποιείται για ανθρώπινη κατανάλωση, είτε στη φυσική του κατάσταση, είτε μετά από επεξεργασία, ανεξάρτητα από την προέλευσή του και από το εάν παρέχεται από δίκτυο διανομής, από βυτίο ή είναι συσκευασμένο σε φιάλες ή δοχεία και περιλαμβάνει:

- Το νερό που διατίθεται για ανθρώπινη κατανάλωση (πόση, μαγείρεμα, προπαρασκευή τροφής ή άλλες οικιακές χρήσεις).
- Το νερό που χρησιμοποιείται στις βιομηχανίες τροφίμων και ποτών για την παρασκευή, επεξεργασία, συντήρηση ή εμπορία προϊόντων που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση.
- Το νερό που επηρεάζει τον τελικό βαθμό υγιεινής των τροφίμων και ποτών. Το νερό που επηρεάζει τον τελικό βαθμό υγιεινής των τροφίμων και ποτών. Το πόσιμο νερό πρέπει να είναι άχρωμο, διαυγές, άοσμο και εύγευστο. Η θερμοκρασία του πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 7°C και 12°C, ενώ η αντίδρασή του πρέπει να είναι από ουδέτερη ως ελαφρώς αλκαλική (pH 6.8 - 7.8). Το στερεό υπόλειμμα δε θα πρέπει να υπερβαίνει τα 500 mg/L.

#### **4.4 Φυσικά νερά:**

Τα φυσικά νερά μπορεί να περιέχουν αιωρούμενα και διαλυμένα ανόργανα και οργανικά στερεά καθώς και μικροοργανισμούς. Τα συστατικά αυτά μπορεί να προέρχονται είτε από φυσικές πηγές, είτε από την είσοδο αστικών και βιομηχανικών αποβλήτων.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: «ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΠΟΥ ΑΦΟΡΑ ΤΟ ΠΟΣΙΜΟ ΝΕΡΟ»**

**5.1 Η κύρια χρήση του νερού** είναι ως πόσιμο, απαραίτητο για την επιβίωση του ατόμου, αλλά και όλων των οργανισμών, το οποίο φτάνει στην κατανάλωση μέσω των δικτύων ύδρευσης, ως εμφιαλωμένο (φυσικό μεταλλικό ή επιτραπέζιο) και μέσω βυτίων (για την εξυπηρέτηση ιδιαίτερων, κυρίως έκτακτων, καταστάσεων λόγω απόρριψης των πηγών υδροληψίας κ.ά.). Ιδιαίτερη επιδημιολογική σημασία έχει η χρήση του νερού σε χώρους εργασίας και ιδίως στην βιομηχανία τροφίμων, όπου χρησιμοποιείται σε όλα σχεδόν τα στάδια επεξεργασίας-παρασκευής, στην

παστερίωση και στην αποστείρωση τροφίμων, στην ψύξη κονσερβών και μηχανημάτων, στην παρασκευή πάγου, για τον καθαρισμό-εξυγίανση των χώρων, του εξοπλισμού και των σκευών, στην παραγωγή ατμού, στην ατομική υγιεινή του προσωπικού και στην ψύξη - θέρμανση των χώρων εργασίας.

Σύμφωνα με το άρθρο 2 παρ. 1 της Γ3α/761/06.03.68 Υγειονομικής Διατάξεως «περί ποιότητας πόσιμου ύδατος», όπως συνεχίζει και ισχύει έως και σήμερα (αφού το ίδιο προβλέπεται και σε πρόσφατες διατάξεις), το νερό σε όλες τις ανωτέρω χρήσεις θα πρέπει να έχει τα χαρακτηριστικά του πόσιμου. Θα πρέπει να είναι οργανοληπτικά άμεμπτο και από κάθε άποψη αβλαβές για την υγεία του ανθρώπου, χωρίς να προκαλεί ζημιές στα έργα υδρεύσεως.

### ***5.1.1 Παράγοντες που επηρεάζουν την κατανάλωση του πόσιμου νερού:***

- Το μέγεθος του δικτύου ύδρευσης.
- Η κατάσταση του δικτύου διανομής. Η ποιότητα κατασκευής του και η σωστή συντήρησή του έχουν άμεση σχέση με τις τυχόν απώλειες νερού κατά τη μεταφορά του και στη συνέχεια, στον συνολικό όγκο του καταναλισκόμενου νερού.
- Η ποιότητα του νερού. Η διασφάλιση της ποιότητας του νερού με βάση την ισχύουσα νομοθεσία δημιουργεί εμπιστοσύνη στους καταναλωτές, αυξάνοντας την κατανάλωση.
- Η πίεση του νερού. Η μεγάλη πίεση στο δίκτυο διανομής του νερού αυξάνει τις φθορές στο δίκτυο διανομής, προκαλεί απώλειες, ενώ συντελεί και στην άσκοπη κατανάλωση.
- Η εγκατάσταση υδρομετρητών. Η τιμολόγηση του νερού δια μέσω των υδρομετρητών περιορίζει την κατανάλωση.
- Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του υδροδοτούμενου πληθυσμού. Έχουν σχέση με την περιοχή κάλυψης π.χ. αγροτικές ή βιομηχανικές περιοχές καθώς και γενικά και με όλες τις δραστηριότητες που αναπτύσσονται και διαμορφώνουν τις ανάγκες σε διαφορετικές ποσότητες.
- Το κλίμα της περιοχής και η εποχή του χρόνου. Τους καλοκαιρινούς μήνες παρουσιάζεται μία αύξηση της κατανάλωσης, η οποία οφείλεται κυρίως στην αύξηση μέτρων ατομικής υγιεινής (συχνά ντους και πλύσιμο χεριών) και ατομικής κατανάλωσης, ενώ τους χειμερινούς μήνες αυξάνονται λόγω θερμοκρασίας οι φθορές στο δίκτυο. Πολύ μεγάλος είναι ο ρόλος της σωστής λειτουργίας ενός δικτύου ύδρευσης, κυρίως μέσω της σωστής συντήρησής του.

### **5.1.2 Για τη σωστή και ασφαλή λειτουργία ενός δικτύου ύδρευσης απαιτούνται ορισμένες ενέργειες όπως:**

- Η απολύμανση του δικτύου πριν τεθεί σε λειτουργία ή μετά από επισκευή του.
- Ο άμεσος εντοπισμός και επισκευή των βλαβών στο δίκτυο.
- Ο έλεγχος των απωλειών μέσα στους αγωγούς, οι οποίες επηρεάζονται από την τακτική συντήρησή τους (ανακαλύπτονται με ακουστικές, μηχανικές ή ηλεκτρονικές συσκευές καθώς και με μεθόδους υπερήχων).
- Μία διαγνωστική μελέτη του δικτύου που θα μας γνωρίσει την φυσική κατάσταση του, τις τυχόν απώλειες και γενικά την απόδοσή του.
- Η αφαίρεση των επικαθήσεων από τις σωληνώσεις, οι οποίες μπορεί να είναι οργανικές, σιδηρούχες ή ασβεστολιθικές με μηχανικές ή χημικές μεθόδους.
- Αντικατάσταση ή ανακαίνιση συνδέσμων, σωληνώσεων και αγωγών όπου απαιτείται.
- Τέλος είναι σημαντικό να λαμβάνονται πρόσθετα μέτρα για τους εποχιακά λειτουργούντες οικισμούς (κυρίως παραθεριστικούς, συγκροτήματα ξενοδοχειακά, κατασκηνώσεις κ.ά), παροχές που βρίσκονται στα άκρα ενός μεγάλου δικτύου διανομής (ειδικά αν πρόκειται για χαμηλής κατανάλωσης), όπως και για παροχές που βρίσκονται εκτός κάλυψης των δημοσίων δικτύων ύδρευσης (εργοτάξια). Στις χώρες όπου υφίστανται επαρκείς καταγραφές, τα επιδημιολογικά στοιχεία δείχνουν ότι από τα παθογόνα βακτήρια τις περισσότερες επιδημίες έχει προκαλέσει το *Campilobacter jejuni*. Ακολουθεί η *E. coli*, η *Salmonella* (1700 ορότυποι), η *Shigella* (4 ορότυποι), το *Vibrio cholerae* και η *Yersinia enterocolitica*. Από τους ιούς συχνότερα προκαλούν υδατογενείς επιδημίες οι *Adenovirus* (31 τύποι), οι *Enteroviruses* (71 τύποι), και ο ιός *Hepatitis A*. Από τα πρωτόζωα, το *Balantidium coli*, η *Entamoeba histolitica*, η *Giardia lamblia* και το *Cryptosporidium* και από τους έλμινθες τα *Ancylostoma duodenale*, *Ascaris lumbricoides*, *Dracunculus medinensis*, *Echinococcus granulosus*, *Tania* *sop*. Από τους προτύπους των Σαλμονέλων στο νερό και τα λαχανικά συχνότερα απομονώνεται ο *S. Paratyphi B* και ο *S. Typhimurium*. Περισσότερο στις μέρες μας, μας ενδιαφέρει η μεταβλητότητα (και όχι τόσο οι απόλυτες τιμές) της μικροβιολογικής ποιότητας του υδροβολέα (λίμνη, ποταμός, υπόγεια νερά) και η αποτελεσματικότητα της απολύμανσης ώστε να εμποδίζει την είσοδο και τον πολλαπλασιασμό «ενοχλητικών» μικροοργανισμών στο δίκτυο (και όχι μόνο εντεροβακτηριακών). Έτσι η συστηματική απολύμανση και η τακτική συντήρηση των εγκαταστάσεων σε συνδυασμό με την αυστηρή προστασία του υδροβολέα είναι οι βασικές φροντίδες των υπευθύνων υδρεύσεων. Μέσα στα πλαίσια συντήρησης του δικτύου μεγάλη σημασία πρέπει να δίνεται στην δημιουργία βιολογικού υμενίου (biofilm) στο δίκτυο.

## 5.2 Νομοθεσία:

Η Υγειονομική Διάταξη για το πόσιμο νερό, που ισχύει σήμερα (Α5/288/23-1-86 ΦΕΚ 53/Τεύχος Β'/20-2-86) είναι εναρμονισμένη με την 80/778/Οδηγία του Συμβουλίου της Ε.Ε. Περιλαμβάνει 62 παραμέτρους ταξινομημένες σε πέντε βασικές ομάδες: Οργανοληπτικές - Φυσικοχημικές - Ανεπιθύμητες - Τοξικές - Μικροβιολογικές. Για κάθε παράμετρο καθορίζεται "Ενδεικτικό Επίπεδο" (Ε.Ε.) και "Ανώτατη Παραδεκτή Συγκέντρωση" (Α.Π.Σ.). Στο άρθρο 5 παράγραφος 2 αναφέρεται ότι οι τιμές των ποιοτικών παραμέτρων του πόσιμου νερού, πρέπει να είναι οπωσδήποτε κατώτερες ή ίσες με την Α.Π.Σ. και να προσεγγίζουν το Ε.Ε.

Παρεκκλίσεις από τις τιμές αυτές επιτρέπονται σε εξαιρετικές περιπτώσεις (που καθορίζονται στα άρθρα 7 και 8 της Υγειονομικής Διάταξης), χωρίς όμως αυτές να συνεπάγονται κίνδυνο για τη Δημόσια Υγεία. Στο Παράρτημα ΙΙ καθορίζονται οι παράμετροι που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για τους ελέγχους, καθώς και η συχνότητα των προτύπων αναλύσεων. Το άρθρο 11 της Διάταξης καθορίζει, ότι "Αρμόδια Αρχή" για την εφαρμογή της είναι οι Υγειονομικές Υπηρεσίες του Υπουργείου Υγείας, Πρόνοιας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων, οι οποίες ελέγχουν τους "Υπευθύνους" για την τήρηση των όρων της Υγειονομικής Διάταξης. "Υπεύθυνοι" για τη μελέτη, κατασκευή, λειτουργία, καθαρισμό των συστημάτων ύδρευσης, παρακολούθηση της ποιότητας του πόσιμου νερού και γενικά για λήψη μέτρων, που θα διασφαλίζουν κανονική παροχή υγιεινού νερού σε μόνιμη βάση, ορίζονται: Για τις υδρεύσεις Δήμων και Κοινοτήτων, ο αντίστοιχος Οργανισμός ή Επιχείρηση ή Σύνδεσμος. Για τις βιομηχανίες, ιδρύματα κλπ., που έχουν δική τους ύδρευση, οι νόμιμοι εκπρόσωποί τους. Τέλος στο Παράρτημα ΙΙΙ καθορίζονται οι αναλυτικές μέθοδοι αναφοράς για τον προσδιορισμό των 62 παραμέτρων, που αναγράφονται στην Υγειονομική Διάταξη.

Με την ΚΥΑ Υ2/2600/21.06.2001 (που δημοσιεύθηκε στο ΦΕΚ 892/τ.β/11.07.2001 και στο ΦΕΚ 1082/τ.β/14.08.2001), «Ποιότητα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης», σε συμμόρφωση προς την οδηγία 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης της 3ης Νοεμβρίου 1998, προσαρμόζεται στην ουσία η Ελληνική νομοθεσία με την αντίστοιχη των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με στόχο την προστασία της ανθρώπινης υγείας από τις δυσμενείς επιπτώσεις που οφείλονται στη ρύπανση ή/και μόλυνση του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, διασφαλίζοντας ότι είναι υγιεινό και καθαρό (ΕΕ L330/98). Η ανωτέρω ΚΥΑ αφορά στο «νερό ανθρώπινης κατανάλωσης» το οποίο νοείται ως το νερό που είτε στη φυσική του κατάσταση είτε μετά από επεξεργασία, προορίζεται για πόση, μαγείρεμα, προπαρασκευή τροφής, ή άλλες οικιακές χρήσεις (χρήσεις κατά τρόπο που να έρχεται αυτό σε άμεση ή έμμεση επαφή με τον ανθρώπινο οργανισμό), ανεξάρτητα από την προέλευσή του και από το εάν παρέχεται από δίκτυο διανομής, από βυτίο ή σε φιάλες ή δοχεία. Δεν εφαρμόζεται στο φυσικό μεταλλικό νερό που αναγνωρίζεται ως τέτοιο από τις αρμόδιες εθνικές αρχές, στο νερό που θεωρείται φαρμακευτικό ιδιοσκευάσμα και στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης που λαμβάνεται από συγκεκριμένη (ατομική) πηγή με παροχή κάτω των 10 m<sup>3</sup> ημερησίως κατά μέσο όρο, ή που εξυπηρετεί λιγότερα από 50 άτομα και δεν διατίθεται για δημόσια ή εμπορική δραστηριότητα.

### **5.2.1 Σε γενικές γραμμές με την ανωτέρω ορίζονται:**

- Οι ποιοτικές προδιαγραφές του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης.
- Τα σημεία τήρησης των προδιαγραφών αυτών.
- Η παρακολούθηση της τήρησης των προδιαγραφών.
- Οι επανορθωτικές ενέργειες και οι περιορισμοί χρήσεως.
- Οι παρεκκλίσεις που μπορούν να δοθούν από τις παραμετρικές τιμές.
- Οι όροι εξασφάλισης της ποιότητας, επεξεργασίας, εξοπλισμού και υλικών που θα χρησιμοποιηθούν.
- Οι ζώνες προστασίας των πηγών υδροληψίας.
- Οι συναρμόδιες αρχές και οι υπεύθυνοι.
- Η ενημέρωση των συναρμόδιων αρχών και οι απαραίτητες εκθέσεις που πρέπει να συντάσσονται.
- Το χρονοδιάγραμμα συμμόρφωσης.
- Οι (εξαιρετικές) περιπτώσεις που προβλέπεται να υπάρξει παράταση εφαρμογής της.
- Οι διοικητικές και ποινικές κυρώσεις για τους παραβάτες.

Μέσω των παραρτημάτων της ΚΥΑ ορίζονται οι παράμετροι, οι παραμετρικές τιμές που πρέπει να τηρούνται και η συχνότητα δειγματοληψίας. Επισημαίνεται ιδιαίτερα η σπουδαιότητα διενέργειας υγειονομικής αναγνώρισης, δεδομένου ότι κάθε εργαστηριακή εξέταση αντικατοπτρίζει μόνον την κατάσταση της στιγμής της δειγματοληψίας, ενώ η υγειονομική αναγνώριση επιτρέπει την επισήμανση των υπαρκτών και ακόμη δυνητικών κινδύνων.

### **5.2.2 Υπενθυμίζεται ότι τα κυριότερα στοιχεία που εξετάζονται κατά την υγειονομική αναγνώριση είναι:**

- Λεκάνη απορροής υδροληψίας
- Πηγή υδροληψίας
- Εξωτερικοί αγωγοί
- Αντλιοστάσιο
- Δεξαμενές
- Δίκτυο διανομής
- Σύστημα επεξεργασίας
- Απολύμανση
- Εσωτερικές υδραυλικές εγκαταστάσεις

### **5.2.3 Ερμηνεία αποτελεσμάτων**

Τα αποτελέσματα των εργαστηριακών εξετάσεων και ιδιαίτερα των μικροβιολογικών πρέπει να ερμηνεύονται πάντα κάτω από το φως των παρατηρήσεων της υγειονομικής αναγνώρισης της περιοχής υδροληψίας, για την οποία η εργαστηριακή εξέταση αποτελεί συμπληρωματικό και όχι αποφασιστικό στοιχείο. Σε περιπτώσεις τους π.χ. άμεση γειννίαση πηγαδιού με βόθρο, δεν θεωρείται κατάλληλη η πηγή υδροληψίας, έστω και αν η μικροβιολογική εξέταση είναι αρνητική. Αντίθετα, αν το σημείο δειγματοληψίας και το σύστημα υδρεύσεως δεν παρουσιάζουν κανένα δυνητικό κίνδυνο μόλυνσεως, η μικροβιολογική εξέταση έστω και αν είναι θετική, δεν αποτελεί κατ' αρχήν λόγω απορρίψεως τους πηγής του νερού, αλλά πρέπει να γίνει έρευνα και να αναζητηθούν τα αίτια τους ασυμφωνίας μεταξύ εργαστηριακής εξέτασης και επιτόπιας αναγνώρισης.

Η συνεχής είσοδος νέων ουσιών στην παραγωγική διαδικασία, αλλά ιδιαίτερα στην πρωτογενή παραγωγή, τα νέα εντομοκτόνα, πολλές φορές άγνωστης τοξικότητας, δεν μπορούν να καλυφθούν από πλευράς ανίχνευσης. Οι τοξικολογικές αναλύσεις μπορούν εύκολα και σε σύντομο χρόνο να δείξουν εάν υπάρχει κάποιο γενικότερο πρόβλημα, ενώ σε συνδυασμό με τις φυσικοχημικές αναλύσεις, μπορεί να συγκεκριμενοποιηθεί το πρόβλημα και με αυτόν τον τρόπο να επιτυγχάνεται μία ολοκληρωμένη προσέγγιση για την διασφάλιση της ποιότητας του πόσιμου νερού. Για τις μετρήσεις τοξικότητας στο πόσιμο νερό υπάρχουν κατηγορίες οργανισμών που περιλαμβάνουν βακτήρια (*Vibrio fischeri*), φυτοπλαγκτόν (*Pseudokirchneriella*

subcapitata), τα οστρακόδερμα (*Daphnia magna*) και ψάρια, ορισμένα είδη των οποίων μπορούν να δείξουν άμεσα μία αύξηση της τοξικότητας.

Καλό θα ήταν βέβαια προκειμένου να γίνει μια ολοκληρωμένη εκτίμηση, να χρησιμοποιούνται οργανισμοί που να μην ανήκουν στο ίδιο επίπεδο της τροφικής αλυσίδας. Ακόμη η βιοδιαθεσιμότητα, ανταγωνιστικές ή συνεργιστικές δράσεις, επηρεάζουν την τοξικότητα του μίγματος χημικών ουσιών, διότι η πραγματική τοξικότητα δεν προκύπτει από το άθροισμα της τοξικότητας της κάθε χημικής ουσίας αλλά χωριστά διαμορφώνεται από τη συνδυασμένη δράση τους.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: «ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΣΤΟ ΠΟΣΙΜΟ ΝΕΡΟ»

Το νερό, που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση δεν πρέπει να περιέχει χημικές ουσίες και μικροοργανισμούς σε ποσότητες που μπορεί να έχουν επιπτώσεις στην υγεία. Πρέπει να είναι ασφαλές και ακίνδυνο για την υγεία, να μην είναι θολό και να μην έχει χρώμα και δυσάρεστη οσμή και γεύση. Η τοποθεσία, η κατασκευή, η λειτουργία και η επίβλεψη μιας πηγής υδροληψίας (πηγές, δεξαμενές, επεξεργασία και διανομή νερού) πρέπει να είναι τέτοιες που να αποκλείουν οποιαδήποτε ρύπανση του νερού.

Οι περισσότερες χώρες στον κόσμο έχουν καθιερώσει πρότυπα ποιότητας του πόσιμου νερού που εφαρμόζουν στην επικράτειά τους και χρησιμοποιούν μεθόδους ανάλυσης και έκφρασης των αποτελεσμάτων παρόμοιες για να είναι εύκολη η σύγκριση μεταξύ τους. Επίσης, επιδημίες από ασθένειες υδρικής προέλευσης μπορεί να αποφευχθούν εάν γίνονται αυστηροί έλεγχοι από τους υπευθύνους των συστημάτων υδροληψίας και τις αρμόδιες αρχές υγείας, όσον αφορά την ποιότητα του πόσιμου νερού.

Σύμφωνα με την Υγειονομική Διάταξη, “πόσιμο νερό” νοείται το νερό που χρησιμοποιείται για ανθρώπινη κατανάλωση, είτε με προηγούμενη επεξεργασία, είτε όχι, οποιαδήποτε και αν είναι η προέλευσή του. Εάν τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων σ’ ένα νερό υπερβαίνουν τις ανώτερες παραδεκτές συγκεντρώσεις που ορίζει η Υγειονομική Διάταξη, τότε ή το νερό κρίνεται ακατάλληλο ή λαμβάνονται μέτρα για τον καθαρισμό του (π.χ. χλωρίωση, καθίζηση, προστασία πηγής).

### 6.1 Χημική σύσταση νερών:

- Το νερό έχει πολική χημική δράση. Σχηματίζει “ενώσεις δια προσθήκης” με πολλά άλατα, καθώς και με πολλά μόρια άλλων ουσιών. Οι ενώσεις αυτές ονομάζονται υδρίτες ή ένυδρες ενώσεις. Οι δυνάμεις που ενώνουν τα μόρια των ουσιών και του νερού είναι:
  - Ελκτικές δυνάμεις μεταξύ του θετικού ιόντος του μετάλλου και του αρνητικού οξυγόνου του πολωμένου μορίου του νερού



- Σχηματισμός ημιπολικού δεσμού μεταξύ του ατόμου του οξυγόνου και του ιόντος του μετάλλου με ένα ζεύγος ηλεκτρονίων.
- Σχηματισμός γέφυρας υδρογόνου μεταξύ του μορίου του νερού και της ουσίας.

Άλλος σημαντικός τύπος αντίδρασης του νερού είναι η υδρόλυση. Το νερό επιτελεί αντιδράσεις οξειδοαναγωγής, όπου δρα άλλοτε ως οξειδωτικό και άλλοτε ως αναγωγικό μέσο.

- Στις αντιδράσεις του νερού με τα πετρώματα της γης, με τα οποία έρχεται σε επαφή.
- Στην αποσάθρωση των πετρωμάτων
- Στην έκπλυση εδαφών και ιζημάτων
- Τροποποιείται με τη βοήθεια βιολογικών μεταβολισμών.
- Επηρεάζεται από τον υδρολογικό κύκλο.

### 6.1.1 Κύριες αντιδράσεις:

- Οι κύριες αντιδράσεις είναι η:
  - Διάλυση
    - Μετατροπή χαλαζία σε πυριτικό οξύ
    - Διάλυση ανθρακικού ασβεστίου
    - Μετατροπή φθοροπατίτη σε υδροξυπατίτη με ελευθέρωση φθορίου
  - Οξειδοαναγωγή
    - Αναγωγή τρισθενούς σιδήρου σε νερά με χαμηλή συγκέντρωση  $O_2$  με ταυτόχρονη απελευθέρωση υδρογόνου.

➤ Ιοντοεναλλαγή

- Σχετίζονται με αργίλους – Η κυριότερη αντίδραση έκπλυσης εδαφών.

➤ Συμπλοκοποίηση

### 6.1.2 Κύρια ανόργανα συστατικά:

Κατιόντα	Ανιόντα
Ασβέστιο, $\text{Ca}^{2+}$	Ανθρακικά, $\text{CO}_3^{2-}$ και Διτανθρακικά $\text{HCO}_3^-$
Μαγνήσιο, $\text{Mg}^{2+}$	Χλωριούχα, $\text{Cl}^-$
Νάτριο, $\text{Na}^+$	Θειικά, $\text{SO}_4^-$
Κάλιο, $\text{K}^+$	Νιτρικά, $\text{NO}_3^-$
Σίδηρος, $\text{Fe}^{2+}$	Φωσφορικά, $\text{PO}_4^-$
Μαγγάνιο, $\text{Mn}^{2+}$	Φθοριούχα, $\text{F}^-$

Η αρχή της χημικής ουδετερότητας επιβάλλει το άθροισμα των κατιόντων να ισούται με το άθροισμα των ανιόντων, εκφρασμένα σε meq/L.

### 6.1.3 Δείκτες ποιότητας νερού:

- Σκληρότητα
- pH
- Ολικά διαλυμένα στερεά
- Αγωγιμότητα
- Θολερότητα
- Οργανικές ουσίες
- Οργανοληπτικός έλεγχος
- Υπολειμματικό χλώριο

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: «ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ»

Από 25/2/2003 η ποιότητα του ποσίμου νερού διέπεται από την ΚΥΑ Υ2/2600/2001 «Ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης» (ΦΕΚ 892/Β/11-7-2001) σε συμμόρφωση με την Οδηγία 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου της Ε.Ε της 3/11/1998. τα ποιοτικά όρια που θα πρέπει να πληροί το πόσιμο νερό παρουσιάζονται στο Παράρτημα 1 της ΚΥΑ, μέρος Α (Χημικές παράμετροι) και μέρος Β (Μικροβιολογικές παράμετροι).

Οι βασικές παράμετροι που εξετάζονται χωρίζονται σε φυσικοχημικές, οργανοληπτικές, παράμετροι που αφορούν τις ανεπιθύμητες ουσίες και παράμετροι που αφορούν τοξικές ουσίες:

### 1. Φυσικοχημικές

- Χλωριούχα (Δεν έχουν επιβλαβή επίδραση στον ανθρώπινο οργανισμό, αλλά σε υψηλές συγκεντρώσεις δίνουν στο πόσιμο νερό γλυφή γεύση)
- Αγωγιμότητα (Δεν έχει επιβλαβή επίδραση στον ανθρώπινο οργανισμό)
- Θερμοκρασία (5-15 °C με βέλτιστη 9-10 °C)
- Μαγνήσιο (προτείνεται η συγκέντρωση να είναι μικρότερη των 125 mg/l)
- Ασβέστιο (Δεν έχει επιβλαβή επίδραση στον ανθρώπινο οργανισμό)
- Σκληρότητα (Νερό με σκληρότητα μέχρι και 500 mg/l CaCO<sub>3</sub> μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πόσιμο, αλλά οι πιο καλές τιμές είναι μεταξύ 80 και 150)

- Νάτριο (Στα πόσιμα νερά δεν υπερβαίνει, συνήθως, τα 20 mg/l - Δεν έχουν αναφερθεί επιπτώσεις στην υγεία)
- Κάλιο (Δεν έχουν αναφερθεί επιπτώσεις στην υγεία)
- Διαλυμένο Οξυγόνο (Όταν το νερό περιέχει διαλυμένο οξυγόνο στο 100% του σημείου κορεσμού του, τότε έχει την πιο ευχάριστη γεύση).

## 2. Οργανοληπτικές

- Θολερότητα (Πρέπει να είναι διαυγές)
- Χρώμα (Δεν προτείνεται επιτρεπτό όριο για το χρώμα στο πόσιμο νερό)
- Οσμή (Πρέπει να είναι άοσμο)
- Γεύση (Πρέπει να είναι άγευστο)
- 

## 3. Παράμετροι που αφορούν στις ανεπιθύμητες ουσίες

- Νιτρώδη – Νιτρικά (Τα πόσιμα νερά που περιέχουν μεγάλες ποσότητες νιτρικών υπάρχει κίνδυνος να προκαλέσουν στα παιδιά την ασθένεια μεθαιμογλοβιναιμία, λόγω της αναγωγής τους σε νιτρώδη)
- Αμμωνία (Όταν η συγκέντρωση της Αμμωνίας υπερβαίνει τα 0,2mg/l παρουσιάζονται προβλήματα στη γεύση και στην οσμή του νερού)
- Σίδηρος (Συνεχής κατανάλωση νερού με υψηλές συγκεντρώσεις σιδήρου, μπορεί να προκαλέσει στον άνθρωπο, και ιδιαίτερα στα παιδιά, βλάβες στους ιστούς αιμοχρωμάτωση)
- Χαλκός (Δεν υπάρχουν ενδείξεις για επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου)
- Μαγγάνιο (Δεν έχουν αναφερθεί επιπτώσεις στην υγεία αλλά υψηλές συγκεντρώσεις του στο νερό προκαλούν δυσάρεστη γεύση)
- Φώσφορος (Δεν έχουν παρατηρηθεί αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία)
- Ψευδάργυρος (Δεν έχουν αναφερθεί επιπτώσεις στην υγεία)
- Φθόριο (Σε μικρές ποσότητες στο νερό, μέχρι 1mg/l, είναι ωφέλιμο)
- Υπολειμματικό χλώριο (Το χλώριο δίνει στο νερό ελαφρά οσμή και αλλοιώνει τη γεύση του. Οι μικρές ποσότητες χλωρίου που υπάρχουν στα πόσιμα νερά εξαφανίζονται με το γαστρικό υγρό και επομένως είναι ακίνδυνες για τον άνθρωπο. Μεγάλες ποσότητες χλωρίου προκαλούν ερεθισμό του στόματος και του λάρυγγα).

## 4. Παράμετροι που αφορούν τοξικές ουσίες

- Χρώμιο (Οι επιδράσεις του χρωμίου στην υγεία εξαρτώνται από τη μορφή του. Το εξασθενές χρώμιο είναι πολύ τοξικό. Προκαλεί βλάβες στο δέρμα και το ήπαρ και θεωρείται καρκινογόνο. Το τρισθενές χρώμιο δεν έχει βρεθεί ότι προκαλεί βλάβες στην υγεία)
- Κάδμιο (Είναι τοξικό και έρευνες το έχουν συνδέσει με τον καρκίνο)
- Μόλυβδος (Είναι δηλητήριο με συσσωρευτική δράση. Προκαλεί βλάβες στο ήπαρ, τον εγκέφαλο και στο νευρικό σύστημα)
- Αρσενικό (Είναι τοξικό και πιθανόν καρκινογόνο)

Το πόσιμο νερό αποτελούσε ανά τους αιώνες πολύτιμο αγαθό. Στα σύγχρονα αστικά και οικιστικά κέντρα η διασφάλιση της ποιότητάς του είναι ένα ζήτημα άμεσης προτεραιότητας. Ως πόσιμο νερό χαρακτηρίζεται το νερό το οποίο είναι «καθαρό» από χημική και μικροβιολογική άποψη και το οποίο μπορεί να καταναλωθεί από τον άνθρωπο χωρίς να κινδυνεύει η υγεία του βραχυπρόθεσμα ή μακροπρόθεσμα.

Τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του πρέπει να μην περιλαμβάνουν την παρουσία οσμής, γεύσης ή χρώματος. Σύμφωνα με σχετική εγκύκλιο του Υπουργείου Υγείας οι υπεύθυνοι ύδρευσης (λ.χ. Δ.Ε.Υ.Α. για τις υδρεύσεις δήμων, νόμιμοι εκπρόσωποι για βιομηχανίες, ιδρύματα κλπ) φέρουν τον λεγόμενο πρώτο βαθμό ευθύνης. Φέρουν δηλαδή την ευθύνη για την μελέτη, κατασκευή, λειτουργία και συντήρηση του συστήματος ύδρευσης, την διενέργεια εργαστηριακών εξετάσεων και την ευθύνη γενικά για την λήψη κάθε μέτρου, προκειμένου να παρέχεται πόσιμο νερό στον υδρευόμενο πληθυσμό. Σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία σε ένα δίκτυο ύδρευσης πόσιμου νερού πρέπει να ελέγχονται 50 περίπου χημικές και μικροβιολογικές παράμετροι όπως ορίζονται στην Κ.Υ.Α. Υ2/2600/2001, με συχνότητα που εξαρτάται από τον πληθυσμό που εξυπηρετείται. Επιβάλλεται από την νομοθεσία λοιπόν, να παρακολουθείται η χημική, μικροβιολογική αλλά και η οργανοληπτική ποιότητα του νερού, σε τακτά χρονικά διαστήματα, από εργαστήρια τα οποία πρέπει να είναι διαπιστευμένα ως προς την ικανότητα τους να εκτελούν τέτοιου είδους δοκιμές σύμφωνα με το διεθνές πρότυπο ISO 17025.

Οι παραμετρικές τιμές για το νερό ορίζονται έτσι, ώστε να υπάρχει ένα περιθώριο ασφαλείας για την υγεία των καταναλωτών του νερού ακόμη και εάν προκύψουν μικρές αποκλίσεις. Σε περίπτωση αποκλίσεων από αυτές τις τιμές, ο διαχειριστής της ύδρευσης έχει την δυνατότητα να αναλάβει δράσεις για την άρση των αιτίων που τις προκαλούν ή και την εξάλειψη της κακής ποιότητας των διαθέσιμων υδάτινων πόρων με μηχανικές, φυσικοχημικές και βιολογικές διορθωτικές ενέργειες. Εκτός από τους υπεύθυνους ύδρευσης είναι καλό και ο κάθε πολίτης μόνος του να ελέγχει συνεχώς τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (γεύση, οσμή, χρώμα) του νερού που καταναλώνει και σε περίπτωση που παρατηρήσει κάτι ασυνήθιστο να το αναφέρει στον εκάστοτε υπεύθυνο ύδρευσης. Σε περίπτωση που για τον τελευταίο αλλά και για οιονδήποτε άλλο λόγο έχει βάσιμη υποψία για μη ικανοποιητική ποιότητα του πόσιμου νερού, μπορεί να στείλει ένα δείγμα του νερού που κρίνεται ως πιθανώς ρυπασμένο ή και επιμολυσμένο, σε ένα εργαστήριο, για έλεγχο (Γενικό Χημείο του Κράτους-Γ.Χ.Κ στην τοπική Χημική Υπηρεσία ή σε κάποιο Ιδιωτικό Εργαστήριο Χημικών και Μικροβιολογικών Αναλύσεων). Το εργαστήριο αυτό κατά προτίμηση θα πρέπει να είναι διαπιστευμένο για την ικανότητα του να πραγματοποιεί αναλύσεις, σύμφωνα με το προαναφερθέν διεθνές πρότυπο ISO 17025.

Η κατανάλωση νερού καλής ποιότητας είναι ύψιστης σημασίας για την διατήρηση της υγείας και του επιπέδου ευεξίας των ανθρώπων και ο συνεχής έλεγχος του αποτελεί σημαντικό έργο που θα πρέπει όλοι οι αρμόδιοι φορείς αλλά και οι πολίτες ανάλογα με τις αρμοδιότητες και τις δυνατότητές τους, οι μεν πολίτες να το προστατεύουν, να το στηρίζουν και να το απαιτούν, οι δε φορείς να το υλοποιούν.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: «ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΤΟ ΠΟΣΙΜΟ ΝΕΡΟ»

### 1. Οργανοληπτικές παράμετροι

#### **Χρώμα (Color):**

##### **Διεθνής Νομοθεσία**

Το χρώμα είναι ένα μέτρο των ανόργανων και οργανικών υλών που είναι διαλυμένες ή αιωρούνται στο νερό. Μετράται συνήθως σε μονάδες TCU (True Colour Units). Η Οδηγία 98/83/EK δεν προσδιορίζει κάποιο συγκεκριμένο όριο αλλά ορίζει ότι το χρώμα θα πρέπει να είναι αποδεκτό από τους καταναλωτές και να μην παρουσιάζει αφύσικη αλλαγή. Περιλαμβάνεται στον κατάλογο των ενδεικτικών παραμέτρων, Παράρτημα I, Μέρος Γ. Η ΠΟΥ το κατατάσσει στον κατάλογο των παραμέτρων που μπορούν να προκαλέσουν τις διαμαρτυρίες των καταναλωτών και ορίζει σαν όριο για αυτό την τιμή 15 TCU.

##### **Σημασία της Παραμέτρου**

Το χρώμα στα επιφανειακά νερά προκύπτει συνήθως από διάλυση χημικών και φοβικών οξέων από το χρώμα και την φυσική οργανική ύλη που αποσυντίθεται. Μια άλλη πηγή χρωματισμού του νερού είναι τα οξειδία μετάλλων και κυρίως του σιδήρου (προσδίδει κόκκινο-καφέ χρώμα) και του μαγγανίου (προσδίδει μαύρο χρώμα). Σε δίκτυα που είναι κατασκευασμένα από χαλκό μπορεί να παρατηρηθεί μπλε χρώμα από διαλυμένα οξειδία του χαλκού. Ο χρωματισμός των υπογείων νερών προκύπτει συνήθως από διάλυση οξειδίων του σιδήρου και μαγγανίου από πετρώματα που έρχονται σε επαφή. Τα παραπάνω συστατικά που προκαλούν χρωματισμό του νερού δεν έχει διαπιστωθεί να έχουν κάποιες σαφείς αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου. Ωστόσο η απολύμανση με αέριο χλώριο ή υποχλωριώδες νάτριο μπορεί να σχηματίσει παράγωγα από την αντίδραση με τις χημικές ενώσεις που είναι πιθανόν επιβλαβή για τον άνθρωπο. Στις παραπάνω «φυσικές» αιτίες χρωματισμού του νερού πρέπει να προστεθούν και οι αιτίες από βιομηχανική ρύπανση όπως η διάθεση αποβλήτων βαφείων σε υδάτινα συστήματα επιφανειακού νερού. Είναι προφανές ότι στις περιπτώσεις αυτές ο κίνδυνος για την ανθρώπινη υγεία είναι σοβαρός και άμεσος.

##### **Παρατηρήσεις**

Το χρώμα είναι μία σημαντική παράμετρος αισθητικής αποδοχής από τους καταναλωτές, αλλά και λειτουργικής καταλληλότητας στο βαθμό που επηρεάζεται αρνητικά η αποτελεσματικότητα της απολύμανσης. Οι καταναλωτές πρέπει να αποφεύγουν την κατανάλωση του νερού που είναι ορατά χρωματισμένο. Η κλασική μέθοδος απομάκρυνσης του χρώματος είναι η φίλτρανση σε κλίνες άμμου αφού έχει προηγηθεί κροκίδωση και καθίζηση της μεγαλύτερης ποσότητας των αιωρούμενων στερεών. Νερό με χρώμα 1 TCU προκύπτει από την διάλυση 1 mg πλατίνας (σαν γλωροπλατινικό οξύ) με 2 mg δισθενούς χλωριούχου κοβαλτίου σε 1 λίτρο.

**Θολερότητα (Turbidity):****Διεθνής Νομοθεσία**

Η θολερότητα είναι ένα μέτρο των αιωρούμενων σωματιδίων στο νερό. Μετράται συνήθως σε μονάδες NTU (Nephelometric Turbidity Units). Η Οδηγία 98/83/EK δεν προσδιορίζει κάποιο συγκεκριμένο όριο αλλά ορίζει ότι θα πρέπει να είναι αποδεκτή από τους καταναλωτές και να μην παρουσιάζει αφύσικη αλλαγή. Περιλαμβάνεται στον κατάλογο των ενδεικτικών παραμέτρων, Παράρτημα I, Μέρος Γ. Η ΠΟΥ το κατατάσσει στον κατάλογο των παραμέτρων που μπορούν να προκαλέσουν τις διαμαρτυρίες των καταναλωτών και ορίζει σαν όριο για αυτό την τιμή 5 NTU (για κάθε δείγμα) ενώ συνίσταται η μέση τιμή να είναι μικρότερη του 1 NTU.

**Σημασία της Παραμέτρου**

Η θολερότητα, αυτή καθ' αυτή δεν έχει κάποιο άμεσο αποτέλεσμα στην υγεία. Συνήθως οφείλεται στην παρουσία αργίλου, κολλοειδούς ύλης σε αιώρηση και σε μικροοργανισμούς (κυρίως φύκι). Ωστόσο ορισμένα ανόργανα υλικά (όπως βαριά μέταλλα) ή οργανικές ενώσεις (φυτοφάρμακα κλπ) ή βακτήρια έχουν την τάση να προσκολλώνται στα αιωρούμενα σωματίδια. Αιωρούμενα στερεά που προκαλούν αύξηση της θολερότητας βοηθούν την ανάπτυξη βακτηριδίων, επειδή στην επιφάνεια τους που προσκολλώνται τα βακτήρια, προσροφώντας και ανόργανα θρεπτικά υλικά. Υπάρχουν πολλά παραδείγματα συσχέτισης θολερότητας και χαμηλής ποιότητας νερού. Η υψηλή θολερότητα μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την αποτελεσματικότητα της απολύμανσης. Τα σωματίδια που προκαλούν τη θολερότητα πέραν των βακτηρίων που πιθανόν μεταφέρουν μπορεί να έχουν προσροφημένα στην επιφάνεια τους επιβλαβείς οργανικές ενώσεις όπως παρασιτοκτόνα.

**Παρατηρήσεις**

Η θολερότητα είναι μία σημαντική παράμετρος αισθητικής αποδοχής από τους καταναλωτές, αλλά και λειτουργικής καταλληλότητας στο βαθμό που επηρεάζεται αρνητικά η αποτελεσματικότητα της απολύμανσης. Οι καταναλωτές πρέπει να αποφεύγουν την κατανάλωση του νερού που είναι ορατά θολό. Η κλασική μέθοδος απομάκρυνσης της θολερότητας είναι η φίλτρανση σε κλίνες άμμου αφού έχει προηγηθεί κροκίδωση και καθίζηση της μεγαλύτερης ποσότητας των αιωρούμενων στερεών. Έχει αποδειχθεί ότι κατά τη διαδικασία της φίλτρανσης μαζί με τα αιωρούμενα στερεά απομακρύνεται και το μεγαλύτερο ποσοστό των βακτηρίων που υπάρχουν στο θολό νερό. Τελευταία ευρίσκει αυξανόμενη εφαρμογή η μέθοδος της υπερδιήθησης στην οποία χρησιμοποιούνται ειδικές μεμβράνες με πολύ μικρούς πόρους για να φιλτράρουν το νερό και να κρατήσουν τα στερεά. Η μέθοδος αυτή δίνει πολύ ανώτερης ποιότητας νερό σε σχέση με τα φίλτρα άμμου αλλά έχει υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης.

**Οσμή και Γεύση (Odor – Taste):****Διεθνής Νομοθεσία**

Η Οδηγία 98/83/EK δεν προσδιορίζει κάποιο συγκεκριμένο όριο αλλά ορίζει ότι η γεύση και η οσμή του νερού θα πρέπει να είναι αποδεκτές από τους καταναλωτές και να μην παρουσιάζουν αφύσικη αλλαγή. Περιλαμβάνεται στον κατάλογο των ενδεικτικών παραμέτρων, Παράρτημα I, Μέρος Γ. Η ΠΟΥ τις κατατάσσει στον κατάλογο των παραμέτρων που μπορούν να προκαλέσουν τις διαμαρτυρίες των καταναλωτών χωρίς να ορίζει όριο.

**Σημασία της παραμέτρου**

Οσμή και γεύση στο πόσιμο νερό δυσάρεστη στον άνθρωπο μπορεί να προκληθεί από τις παρακάτω αιτίες:

- Ανόργανες ενώσεις ή στοιχεία
- Οργανικές ενώσεις
- Οργανισμούς της φυσικής πανίδας και χλωρίδας
- Ανθρωπογενής ή Βιομηχανική ρύπανση.

Προκειμένου το νερό να έχει ουδέτερη ή ευχάριστη γεύση η συγκέντρωση των αλάτων πρέπει να είναι παρόμοια με αυτή του σάλιου. Σε δοκιμές που έγιναν προσδιορίστηκαν τα παρακάτω όρια συγκεντρώσεων που προκαλούσαν δυσάρεστη γεύση:

- Χλωριούχο νάτριο (αλάτι) 465 mg/l
- Χλωριούχο μαγνήσιο 47 mg/l
- Χλωριούχο ασβέστιο 350 mg/l

Τα μεταλλικά ιόντα επίσης σε σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις προσδίδουν μια ιδιόμορφη μεταλλική γεύση στο νερό. Οι συγκεντρώσεις ορισμένων μετάλλων που μπορεί να γίνουν αισθητές δοκιμάζοντας αποσταγμένο νερό είναι:

- Σίδηρος 0.05 mg/l
- Χαλκός 2.50 mg/l
- Μαγγάνιο 3.50 mg/l
- Ψευδάργυρος 5.00 mg/l

Αντίθετα με τις ανόργανες ενώσεις μια πληθώρα οργανικών ενώσεων δίνουν δυσάρεστη οσμή και γεύση σε πολύ χαμηλότερες συγκεντρώσεις της τάξης των mg/l ή mg/l. Οι συγκεντρώσεις αυτές αν και γίνονται αντιληπτές από τις ανθρώπινες αισθήσεις είναι εξαιρετικά δύσκολο να ανιχνευθούν και να προσδιοριστούν ποσοτικά από τα αναλυτικά όργανα του χημείου. Τέτοιες οργανικές ενώσεις μπορεί να είναι οι χυμώδεις ενώσεις, υδρόφιλα οξέα, πεπτιδια και αμινοξέα, υδρογονάνθρακες κλπ. Οι οργανισμοί που συνήθως σχετίζονται με δυσάρεστη γεύση και οσμή στο νερό είναι οι ακτινομύκητες, ορισμένα είδη φυκιών όπως τα κυανοφύκη και ορισμένοι μύκητες. Τα φύκι κατά τη διαδικασία της ανάπτυξης τους παράγουν μια σειρά από οργανικές ενώσεις όπως αλκοόλες, αλδεΐδες, κετόνες, εστέρες, θειοεστέρες και σουλφίδια. Τα σιδηροβακτήρια και τα θειοβακτήρια καθώς και ορισμένα είδη ψευδομονάδας μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα οσμής και γεύσης. Τα πλέον συνηθισμένα προβλήματα οσμής για γεύσης από βιομηχανική ρύπανση προέρχονται από τους διαλύτες (αλογονομένοι υδρογονάνθρακες) που παράγονται και χρησιμοποιούνται σε ευρεία κλίμακα, είναι χημικά και βιολογικά σταθεροί, πτητικοί και προσροφώνται ελάχιστα από το χώμα και τα πετρώματα. Η προσθήκη του χλωρίου σαν απολυμαντικό είναι πολλές φορές πηγή δυσάρεστης οσμής και γεύσης στο πόσιμο νερό. Το όριο οσμής του υπολειμματικού χλωρίου εξαρτάται από το pH του νερού:

- Για pH 5 είναι 75 mg/l
- Για pH 9 είναι 450 mg/l



Τα όρια οσμής του υποχλωριούδους ιόντος, της μονοχλωραμίνης και της διχλωραμίνης κυμαίνονται από 0.15 σε 0.65 mg/l. Πρέπει επίσης να σημειωθεί τι ορισμένα χλωροπαράγωγα έχουν πολύ χαμηλότερο όριο οσμής σε σχέση με τις μη χλωρωμένες «μητρικές» ενώσεις. Ενδεικτικά αναφέρεται:

- Φαινόλη 1000 – 5000 mg/l
- 4-χλωροφαινόλη 0.5 – 1200 mg/l
- 2,4-διχλωροφαινόλη 1 – 210 mg/l

#### **Γενικές πληροφορίες**

Πρέπει να παρατηρήσουμε ότι τόσο η οσμή όσο και η γεύση επηρεάζονται σημαντικά από τη θερμοκρασία του νερού. Υψηλότερη θερμοκρασία συνεπάγεται μεγαλύτερη πτητικότητα των ενώσεων που είναι διαλυμένες στο νερό και συνεπώς μεγαλύτερη πιθανότητα να φθάσουν κάποια από αυτά τα μόρια στα αισθητήρια της οσμής στη μύτη. Παρόμοια, η χαμηλή θερμοκρασία του νερού «εμποδίζει» τον ερεθισμό των αισθητηρίων απολήξεων της γεύσης από τις διάφορες χημικές ενώσεις.

## **2. Φυσικοχημικές παράμετροι**

### ***Θερμοκρασία (Temperature):***

Η θερμοκρασία είναι παράγοντας που επηρεάζει τη γεύση του νερού. Καθώς το υγιεινό νερό πρέπει να έχει αναψυκτική γεύση, καθορίζεται ως ιδανική θερμοκρασία αυτή των 10-12 °C. Όσο αυξάνεται η θερμοκρασία, το νερό είναι λιγότερο εύγευστο, εφόσον εκδιώκονται τα διαλυμένα σ' αυτό αέρια. Όταν η θερμοκρασία του ξεπερνά τους 20 °C, το νερό έχει δυσάρεστη γεύση και κρίνεται ακατάλληλο, καθώς κάτω από αυτές τις συνθήκες πολλαπλασιάζονται τα τυχόν υπάρχοντα σε αυτό μικρόβια.

### ***Αγωγιμότητα (Conductivity):***

#### **Διεθνής νομοθεσία**

Η Οδηγία 98/83/EK θεωρεί σαν αποδεκτό όριο, κυρίως για την ελαχιστοποίηση των λειτουργικών προβλημάτων, την τιμή 2500 cm. Περιλαμβάνεται στον κατάλογο των ενδεικτικών παραμέτρων, Παράρτημα I, Μέρος Γ. Η ΠΟΥ και η νομοθεσία των ΗΠΑ δεν ορίζουν καμία τιμή για την παράμετρο αυτή.

#### **Σημασία της παραμέτρου**

Η παράμετρος αυτή δίνει ένα μέτρο της συγκέντρωσης των διαλυμένων αλάτων στο νερό. Ως εκ τούτου δεν μπορεί να συνδεθεί άμεσα με την υγεία. Επομένως, μπορεί να θεωρηθεί μόνο σαν μία σημαντική λειτουργική παράμετρος.

#### **Γενικές πληροφορίες**

Το νερό που διέρχεται μέσα από ασβεστόλιθους, που αποτελούν την πλειοψηφία των Ελληνικών βουνών, διαλύει σημαντική ποσότητα ανθρακικού ασβεστίου (CaCO<sub>3</sub>) που συντελεί στην αύξηση της αγωγιμότητας. Έτσι, το νερό των γεωτρήσεων ή και των χειμάρρων είναι συνήθως πάνω από 250 cm.

**Χλωριούχα (Chlorides – Cl<sup>-</sup>):****Διεθνής νομοθεσία**

Η Οδηγία 98/83/EK ορίζει σαν παραμετρική τιμή τα 250 mg/l και κατατάσσει την παράμετρο αυτή στις ενδεικτικές παραμέτρους του Παραρτήματος 1 Μέρος Γ. Η ΠΟΥ ορίζει επίσης το ίδιο όριο προκειμένου να μην προκαλούνται παράπονα από τους καταναλωτές και να μην αναπτύσσονται συνθήκες διάβρωσης.

**Σημασία της παραμέτρου**

Το ιόν του χλωρίου είναι το πλέον διαδεδομένο στο ανθρώπινο σώμα και συμβάλλει σημαντικά στις οσμωτικές διαδικασίες των εξωκυτταρικών υγρών. Το επίπεδο των χλωριόντων στο σώμα ρυθμίζεται από ένα περίπλοκο σύστημα. Η ημερήσια λήψη χλωρίου από έναν ενήλικα είναι 2-5 gr. Περίσσεια χλωρίου που μπορεί να παρθεί με την τροφή αποβάλλεται με το ούρο. Υψηλές συγκεντρώσεις χλωριόντων στο νερό προσδίδουν μία δυσάρεστη γεύση. Η επιθυμητή τιμή των 250 mg/l που έχει ορίσει η ΠΟΥ βασίζεται μόνο στην αρνητική επίπτωση στη γεύση του νερού. Νερό με συγκέντρωση μεγαλύτερη από 150 mg/l επιταχύνει την διαδικασία της διάβρωσης στους μεταλλικούς αγωγούς με αποτέλεσμα να εντείνονται τα φαινόμενα "καφετί" χρωματισμού του νερού λόγω σκουριάς. Το χλώριο είναι ευρέως διαδεδομένο στην φύση και συνιστά περίπου το 0.05% του στερεού φλοιού της γης. Το μεγαλύτερο από αυτό το ποσό ευρίσκεται διαλυμένο στην θάλασσα. Εν τούτοις το χλώριο που ανευρίσκεται στο φυσικό γλυκό νερό είναι σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις. Σε αμόλυντο γλυκό νερό η συγκέντρωση των χλωριόντων είναι συνήθως κάτω από 10 mg/l. Εν τούτοις, υπόγειοι υδροφόροι που ευρίσκονται κοντά στην ακτή μπορεί να παρουσιάσουν πολύ υψηλότερες συγκεντρώσεις λόγω της διείσδυσης θαλασσινού νερού. Μερικοί ποταμοί επίσης μπορεί να παρουσιάσουν αυξημένες συγκεντρώσεις χλωριόντων λόγω μόλυνσης από βιομηχανικά απόβλητα.

**Γενικές πληροφορίες**

Το ποσό χλωριόντων που προσλαμβάνει ο άνθρωπος από το πόσιμο νερό είναι ελάχιστο σε σχέση με αυτό που προσλαμβάνει από την τροφή του. Με βάση αυτό η ΠΟΥ δεν το θεωρεί σαν μία παράμετρο που σχετίζεται με την υγεία, αλλά σαν μία παράμετρο που επηρεάζει την αισθητική του πόσιμου νερού και έτσι έχει προσδιορίσει την επιθυμητή τιμή. Τα χλωριόντα πρέπει επίσης να ελέγχονται και σαν λειτουργική παράμετρος στον βαθμό που επιταχύνουν την διαδικασία της διάβρωσης.

**Ασβέστιο (Calcium – Ca):****Διεθνής νομοθεσία**

Τόσο η Οδηγία 98/83/EK όσο και η ΠΟΥ δεν ορίζουν κάποιο συγκεκριμένο όριο και δεν περιλαμβάνουν το υδρόθειο σε κανένα κατάλογο παραμέτρων προς επιτήρηση.

**Σημασία της παραμέτρου**

Το ασβέστιο είναι βασικό στοιχείο για τον οργανισμό και μη τοξικό όταν λαμβάνεται από το στόμα. Συγκεντρώσεις μέχρι και 1800 mg/l στο πόσιμο νερό έχει αναφερθεί ότι είναι αβλαβείς. Η ημερήσια ανάγκη για τον άνθρωπο εκτιμάται στα 800 mg. Πρόσληψη ασβεστίου πάνω από 1000 mg ανά ημέρα για μακρές περιόδους μπορεί να προκαλέσει μείωση του μαγνησίου στον ορό του αίματος. Αν αυτό συνδυαστεί με λήψη και υψηλής δόσης βιταμίνης D μπορεί να παρατηρηθεί αύξηση

του ασβεστίου στο αίμα. Δεν έχει σαφώς οριστεί η ύπαρξη συνδρόμου στέρησης ασβεστίου για τον άνθρωπο. Αυτό μπορεί να οφείλεται εν μέρει στην δυνατότητα του οργανισμού να προσαρμόζει την απορρόφηση και χρήση ασβεστίου ανάλογα με την προσλαμβανόμενη ποσότητα. Εν τούτοις εκτιμάται ότι παρατεταμένη χαμηλή λήψη ασβεστίου μπορεί να έχει μία συμμετοχή στην αιτιολογία της οστεοπόρωσης, μίας ασθένειας που σχετίζεται με την απώλεια του ασβεστίου από τα οστά και προσβάλλει συνήθως τις ηλικιωμένες γυναίκες. Η σκληρότητα του νερού οφείλεται κυρίως στην διάλυση αλάτων του ασβεστίου και μαγνησίου. Χαμηλά επίπεδα σκληρότητας έχουν συσχετιστεί με καρδιαγγειακές παθήσεις. Εν τούτοις, μια θεώρηση της επιδημιολογικής βιβλιογραφίας δείχνει ότι μπορεί να υπάρχει κάποιος παράγοντας του πόσιμου νερού που σχετίζεται με καρδιαγγειακές ασθένειες, αλλά δεν είναι πιθανό ο παράγοντας αυτός να είναι η σκληρότητα του νερού αυτή καθ' αυτή, διότι δεν μπορεί να συσχετιστεί με κάποιο βιολογικό μηχανισμό, αλλά και λόγω των πολλών εξαιρέσεων που αναφέρονται στις αρνητικές επιπτώσεις της σκληρότητας στις καρδιαγγειακές παθήσεις.

#### **Γενικές πληροφορίες**

Το ασβέστιο δεν συναντάται ελεύθερο στην φύση διότι οξειδώνεται πολύ εύκολα στον αέρα. Όμως, άλατα του ασβεστίου είναι τα πλέον διαδεδομένα στο νερό. Η ημερήσια πρόσληψη σε ασβέστιο υπολογίζεται σε 500 με 1000 mg. Ανάλογα με τη συγκέντρωση το πόσιμο νερό συμβάλλει από 5 έως 30 % της ημερήσιας δόσης. Είναι ένα βασικό στοιχείο του πόσιμου νερού που δεν έχει αρνητικές επιδράσεις στην υγεία. Για τους καταναλωτές, υψηλές συγκεντρώσεις ασβεστίου μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα όπως αποθέσεις σε συσκευές που χρησιμοποιούν ζεστό νερό και μεγάλη κατανάλωση σαπουνιού. Τα προβλήματα διάβρωσης και αποθέσεων εντείνονται όταν το νερό είναι υπό- ή υπέρ- κορεσμένο σε ανθρακικό ασβέστιο.

### ***Μαγνήσιο (Magnesium – Mg):***

#### **Διεθνής νομοθεσία**

Τόσο η Οδηγία 98/83/EK όσο και η ΠΟΥ δεν ορίζουν κάποιο συγκεκριμένο όριο και δεν περιλαμβάνουν το υδρόθειο σε κανένα κατάλογο παραμέτρων προς επιτήρηση.

#### **Σημασία της παραμέτρου**

Το μαγνήσιο είναι ένα βασικό ορυκτό στοιχείο για τον άνθρωπο. Η ημερήσια δόση σε μαγνήσιο που συνιστάται από το τμήμα Τροφίμων και Διατροφής του Εθνικού Ερευνητικού Συμβουλίου των ΗΠΑ είναι 60 mg για νεογνά κάτω των 6 μηνών, 350 mg για ενήλικες μεγαλύτερους των 19 ετών και 450 mg για εγκυμονούσες ή θηλάζουσες γυναίκες. Η ημερήσια ανάγκη σε μαγνήσιο είναι συνάρτηση του ασβεστίου, καλίου, φωσφορικών, λακτόζης και πρωτεϊνών που καταναλίσκονται. Σύνδρομο στέρησης μαγνησίου σε ανθρώπους δεν είναι σαφώς ορισμένο. Συχνά παρατηρείται σε ασθενείς με γαστρεντερικές παθήσεις, υπερπαραθυρεοειδισμό, καρκίνο των οστών, διαβήτη. Σε επίμονες, η παρατεταμένη έλλειψη μαγνησίου προξενεί καθυστέρηση της ανάπτυξης, απώλεια των τριχών, οιδήματα και βλάβη στο ήπαρ. Το 60-70% της προσλαμβανόμενης ποσότητας μαγνησίου αποβάλλεται στους νεφρούς. Επίσης το μαγνήσιο αποβάλλεται ταχύτατα από το ήπαρ. Σαν αποτέλεσμα είναι απίθανο, μαγνήσιο που προσλαμβάνεται με τροφή ή νερό, να συσσωρεύεται στον οργανισμό σε επαρκείς ποσότητες ώστε να γίνει τοξικό. Τοξικά συμπτώματα έχουν παρατηρηθεί σε ασθενείς με νεφρικά προβλήματα και μειωμένη ικανότητα

αποβολής μαγνησίου. Τα άλατα του μαγνησίου έχουν καθαρτική δράση σε συγκεντρώσεις πάνω από 700 mg/l αν και ο ανθρώπινος οργανισμός μπορεί να προσαρμοστεί. Ορισμένα ευαίσθητα άτομα μπορεί να επηρεαστούν και με συγκεντρώσεις θεικού μαγνησίου της τάξης των 400 mg/l. Το μαγνήσιο συνεισφέρει σημαντικά στην σκληρότητα του νερού. Επίσης μπορεί να προσδώσει δυσάρεστη γεύση στο νερό. Το όριο συγκέντρωσης που προκαλεί δυσάρεστη γεύση για τα συνήθη άτομα είναι 500 mg/l, ενώ για ορισμένα ευαίσθητα άτομα μπορεί να κατέβει στα 100 mg/l.

#### **Γενικές πληροφορίες**

Η κύρια πηγή λήψης μαγνησίου είναι η τροφή, κυρίως το κρέας και τροφές φυτικής προέλευσης. Η τυπική διατροφή δίνει 200 - 400 mg μαγνησίου την ημέρα. Στις ΗΠΑ το 96% του παρερχόμενου νερού έχει συγκέντρωση μαγνησίου μικρότερη των 20 mg/l. Στην Ολλανδία το πόσιμο νερό έχει μία μέση τιμή 4.7 mg/l (SD 4.4 mg/l) σε μαγνήσιο. Αντίθετα στην Ισπανία υπάρχουν προβλήματα με το 38% των πηγών υδροδότησης που τροφοδοτούν το 15% του πληθυσμού. Κατά τις περιόδους που εμφανίζεται το πρόβλημα η μέση συγκέντρωση φθάνει τα 93 mg/l.

#### **Σκληρότητα (Hardness):**

Η σκληρότητα του νερού είναι το πιο σύνηθες πρόβλημα ποιότητας νερού. Το σκληρό νερό εμφανίζεται όταν μεγαλύτερες ποσότητες από τις επιτρεπτές μεταλλικών στοιχείων εισέρχονται στη φυσιολογία του δημιουργώντας έτσι ενοχλητικά προβλήματα. Παρόλο που αυτά τα προβλήματα μπορεί να είναι απογοητευτικά, δεν τίθεται όμως ζήτημα ασφάλειας. Το σκληρό νερό είναι ασφαλές για μαγειρέμα καθώς και για άλλες οικιακές χρήσεις. Το σκληρό νερό μπορεί να προκαλέσει διάφορα προβλήματα για τους καταναλωτές, η μεγάλη σκληρότητα προκαλεί ελαφρά διάρροια σε όσους πίνουν για πρώτη φορά, ενώ η συνεχής εξωτερική του χρήση προκαλεί ερεθισμό στο δέρμα. Επίσης καταστρέφει τα υφάσματα και φθείρει τις συσκευές συμπεριλαμβάνοντας τη μείωση της ζωής των υδραυλικών εγκαταστάσεων καθώς και άλλων συσκευών που χρησιμοποιούν το νερό. Επίσης αυξάνει τη δυσκολία στο καθαρισμό των άπλυτων και μειώνει την αποδοτικότητα των θερμοσιφώνων. Τέλος είναι υπαίτιο για τα λευκά κατάλοιπα σε διάφορα αντικείμενα όπως στις υδραυλικές εγκαταστάσεις, νεροχύτες και σε άλλα οικιακά σκεύη. Οι κυριότερες φυσικές πηγές της σκληρότητας του νερού είναι η διάλυση πολυσθενών μεταλλικών ιόντων από ιζηματογενή πετρώματα και η διήθηση. Τα πιο βασικά ιόντα που προκαλούν τη σκληρότητα είναι εκείνα του ασβεστίου και του μαγνησίου ( $\text{Ca}^+$ ,  $\text{Mg}^+$ ) που βρίσκονται σε αρκετά ιζηματογενή πετρώματα εκ των οποίων τα συνηθέστερα είναι ο ασβεστόλιθος και ο ασβεστίτης. Επίσης απαντώνται σε μια ευρεία γκάμα βιομηχανικών προϊόντων καθώς και σε κοινά συστατικά τροφίμων. Όπως προαναφέρθηκε η σκληρότητα μπορεί να προκληθεί και από άλλα πολυσθενή ιόντα παραδείγματος χάρι αργίλιο, σίδηρο, βάριο, μαγγάνιο, στρόντιο και ψευδάργυρο. Οι ιοντικές ουσίες έπειτα από τη διάλυση τους στο νερό χωρίζονται στις αρχικές συνιστώσες τους. Για παράδειγμα όταν το  $\text{NaCl}$  (χλωριούχο νάτριο) διαλυθεί στο νερό παράγει  $\text{Na}^+$  και  $\text{Cl}^-$ . Τα ιόντα αυτά παραμένουν στο διάλυμα έως ότου συμβεί κάτι, μετατρέπονται σε στερεό ίζημα, για παράδειγμα αν εξατμίσουμε το νερό από ένα διάλυμα άλατος επέρχεται κορεσμός και κρύσταλλοι άλατος κατακρημνίζονται. Επομένως η διαδικασία της διάλυσης δεν είναι χημική αντίδραση και μπορεί να αντιστραφεί με φυσικό τρόπο παρά με χημικό. Διακρίνεται σε ανθρακική (ή

παροδική) σκληρότητα που οφείλεται στα όξινα ανθρακικά (διττανθρακικά) άλατα και μη ανθρακική (μόνιμη) σκληρότητα που οφείλεται στα υπόλοιπα άλατα (χλωριούχα, θειικά, νιτρικά, ανθρακικά). Μεγάλες τιμές σκληρότητας δεν αποτελούν κίνδυνο για την υγεία αντιθέτως έχει βρεθεί σημαντική συσχέτιση μεταξύ αυξημένης σκληρότητας και μείωσης των καρδιαγγειακών παθήσεων. Επίσης η σκληρότητα είναι επιθυμητή στην ζυθοποιία και αρτοποιία γιατί βοηθάει την ενζυματική δράση. Το σκληρό νερό δεν έχει καλή γεύση εμποδίζει το καλό βράσιμο των τροφίμων, δεν κάνει αφρό με το σαπούνι και δημιουργεί επικαθήματα στις σωληνώσεις και στις οικιακές συσκευές. Επίσης σε ορισμένες βιομηχανίες (βυρσοδεψεία, βαφεία, χημικών και φαρμακευτικών προϊόντων) το σκληρό νερό είναι επιζήμιο στην κατεργασία και στο τελικό προϊόν. Νερό με σκληρότητα μέχρι και 500 mg/l CaCO<sub>3</sub> μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πόσιμο, αλλά οι πιο καλές τιμές είναι μεταξύ 80 και 150.

### ***Νάτριο (Sodium – Na):***

#### **Διεθνής νομοθεσία**

Η Οδηγία 98/83/EK ορίζει για το νάτριο την τιμή των 200 mg/l και το κατατάσσει στις ενδεικτικές παραμέτρους που Παραρτήματος I μέρος Γ. Η ΠΟΥ δεν προσδιορίζει κάποιο Μ.Ε.Ο σε σχέση με την υγεία, αλλά συνιστά μία τιμή 200 mg/l σαν όριο που επηρεάζει τη γεύση.

#### **Σημασία της παραμέτρου**

Το νάτριο είναι απαραίτητο στοιχείο σε πολλούς φυσιολογικούς μηχανισμούς του σώματος. Η επαρκής και ασφαλής ποσότητα του ημερήσια λαμβανομένου νατρίου είναι 1100 έως 3300 mg για ενήλικες και 115 έως 750 mg για νεογνά. Ακόμα και σε περιοχές με θερμό κλίμα η ποσότητα 1000 mg ανά ημέρα θεωρείται επαρκής. Η λήψη 30 έως 40 gr ανά ημέρα από υγιείς ενήλικες άνδρες μπορεί να είναι τοξική, συνοδευμένη από εμφανή οιδήματα. Χρόνια υπερβολική λήψη νατρίου (πάνω από 30 gr ανά ημέρα) μπορεί να συσχετιστεί με την υπέρταση. Μαθητές που ζούσαν σε κοινότητα που χρησιμοποιούσε νερό υψηλών συγκεντρώσεων σε νάτριο (100 mg/l) παρουσίασαν αύξηση της πίεσης σε σχέση με μαθητές που ζούσαν σε κοινότητα που χρησιμοποιούσε νερό χαμηλής συγκέντρωσης σε νάτριο (8 mg/l). Σε άτομα που πάσχουν από υπέρταση ή έχουν τάση για υπέρταση ή πάσχουν από κύρωση ή νεφρικές ασθένειες τα συμπτώματα του νατρίου μπορεί να εμφανιστούν σε χαμηλότερες τιμές ημερήσιας λήψης. Σήμερα περίπου το 2% του πληθυσμού πρέπει να μειώσει την ημερήσια δόση του προσλαμβανόμενου αλατιού (NaCl) σε 5-6 gr ανά ημέρα ενώ στο 20% του πληθυσμού μείωση της ημερήσιας δόσης αλατιού θεωρείται ότι ενδείκνυται για λόγους υγείας. Έχει βρεθεί ότι το χλωριούχο κάλιο (KCl) εξουδετερώνει τα υπερτασικά συμπτώματα που προκαλούνται από την χρόνια υπερβολική λήψη αλατιού (NaCl). Εν τούτοις, η σχέση της αναλογίας νατρίου/καλίου στο πόσιμο νερό, σε σχέση με την πίεση του αίματος πρέπει να ερευνηθεί περαιτέρω. Συμπερασματικά μία ημερήσια δόση στην περιοχή 1.6 - 9.6 gr γενικά θεωρείται ότι δεν έχει επιπτώσεις στην υγεία ενός κανονικού ατόμου. Για να εξασφαλιστεί ότι το νερό είναι χωρίς γεύση για την πλειοψηφία των καταναλωτών η συγκέντρωση αλατιού στο νερό πρέπει να είναι ίδια με αυτή στο σάλιο. Η μέση συγκέντρωση νατρίου στο σάλιο είναι 300 mg/l, αλλά μπορεί να φτάσει ακόμα και σε διπλάσιες τιμές.

**Γενικές πληροφορίες**

Το νάτριο αντιπροσωπεύει το 2.6% του στερεού φλοιού της γης. Ευρίσκεται σε σημαντικές ποσότητες στο έδαφος, στα φυτά, στο νερό και στις τροφές. Στην Ευρώπη και την Β. Αμερική η λήψη αλατιού (NaCl) που προσλαμβάνεται με την τροφή είναι 5-20 gr ανά ημέρα (4 gr νατρίου). Στις περισσότερες χώρες οι πηγές υδροδότησης περιέχουν λιγότερο από 20 mg/l νάτριο, αλλά σε μερικές περιπτώσεις η συγκέντρωση του νατρίου ξεπερνά τα 250 mg/l.

**Κάλιο (Potassium – K):****Διεθνής νομοθεσία**

Τόσο η Οδηγία 98/83/EK όσο και η ΠΟΥ δεν ορίζουν κάποιο συγκεκριμένο όριο και δεν περιλαμβάνουν το κάλιο σε κανένα κατάλογο παραμέτρων προς επιτήρηση.

**Σημασία της παραμέτρου**

Το κάλιο είναι ένα σημαντικό στοιχείο για τον οργανισμό. Το ιόν κάλιο είναι το πλέον σημαντικό κατιόν μεταξύ των κυττάρων. Το ιόν αυτό παίζει πρωτεύοντα ρόλο στη λειτουργία της διέγερσης των νεύρων και των μυών. Το κάλιο παίζει επίσης ένα σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της ισορροπίας οξέων και βάσεων στο μεταβολισμό.

Κάλιο που προσλαμβάνεται από το στόμα απορροφάται πλήρως στην ανώτερη εντερική διαδρομή. Οι νεφρικοί μηχανισμοί είναι πρώτιστης σημασίας στην διατήρηση της απαραίτητης ποσότητας καλίου στο σώμα και στη διατήρηση της συγκέντρωσής του στο πλάσμα σε πολύ στενά όρια. Όταν η πρόσληψη του καλίου αυξάνεται προκαλείται μία αντίστοιχη αύξηση της διούρησης ώστε το ολικό ποσό του καλίου στο σώμα να μην ξεπεράσει το κανονικό. Το συνολικό ποσό του καλίου στο σώμα είναι 200 mg ανά κιλό βάρους σώματος, δηλ. για ένα ενήλικα 70 κιλών είναι 14gr. Δεν έχει παρατηρηθεί σύνδρομο έλλειψης καλίου λόγω χαμηλής ημερήσιας λήψης. Συμπτώματα της έλλειψης καλίου είναι αδυναμία, ανορεξία, ναυτία, έμετοι. Το πλέον σύνηθες σύμπτωμα είναι η μυϊκή αδυναμία. Έλλειψη καλίου παρατηρείται σε ορισμένες ομάδες του πληθυσμού όπως οι ηλικιωμένοι. Η έλλειψη καλίου προκαλεί δομική και λειτουργική βλάβη των νεφρών.

**Γενικές πληροφορίες**

Το κάλιο στα υπόγεια νερά συναντάται σε συγκεντρώσεις μικρότερες των 10 mg/l με εξαίρεση κάποιες ιδιαίτερες γεωλογικές συνθήκες όπου η συγκέντρωση μπορεί να ανέβει στα 20-25 mg/l. Παρόμοιες συγκεντρώσεις παρατηρούνται και στα επιφανειακά νερά. Το κάλιο απαντάται ευρέως στα τρόφιμα τόσο σαν φυσικό συστατικό όσο και σαν πρόσθετο. Η ημερήσια δόση για τους ενήλικες κυμαίνεται από 2000 έως 4500 mg. Λήψη καλίου μέσω του νερού είναι λιγότερο από 1% της ημερήσιας δόσης.

**Διαλυμένο Οξυγόνο (Dissolved Oxygen):**

Η περιεκτικότητα του νερού σε διαλυμένο οξυγόνο πρέπει να είναι στο σημείο κορεσμού, δηλ. 100, οπότε το νερό έχει ευχάριστη γεύση. Δεν έχουν αναφερθεί επιπτώσεις στην υγεία, που να συνδέονται άμεσα με την ελάττωση ή την έλλειψη διαλυμένου οξυγόνου στο πόσιμο νερό. Υπάρχουν όμως κάποιες έμμεσες επιπτώσεις: Διαβρώνονται οι σωληνώσεις με αποτέλεσμα να αυξάνεται η περιεκτικότητα του

νερού σε μέταλλα ( π.χ. σίδηρο, ψευδάργυρο, μόλυβδο, κάδμιο ). Επίσης δημιουργούνται αναερόβιες συνθήκες που βοηθούν την αναγωγή των νιτρικών σε νιτρώδη, των θεικών σε θειούχα, με συνέπεια τη δημιουργία δυσάρεστων οσμών. Το διαλυμένο οξυγόνο ελαττώνεται όταν αυξάνεται η θερμοκρασία και η αλατότητα του νερού.

### 3. Παράμετροι που αφορούν τις ανεπιθύμητες ουσίες

#### *Ενώσεις αζώτου (Αμμωνία – Νιτρώδη – Νιτρικά):*

Ο προσδιορισμός των διαφόρων ενώσεων του αζώτου στο πόσιμο νερό αποτελεί δείκτη για την υγειονομική ποιότητα του νερού. Πριν από την ανάπτυξη των βακτηριολογικών αναλύσεων η μέτρηση των ενώσεων του αζώτου στο νερό ήταν ο μόνος δείκτης για πιθανή μόλυνση. Σε πρόσφατα ρυπασμένα νερά το άζωτο βρίσκεται υπό την μορφή οργανικού αζώτου και αμμωνίας. Καθώς περνάει ο χρόνος το οργανικό άζωτο μετατρέπεται σταδιακά σε αμμωνία και αργότερα εάν υπάρχουν αερόβιες συνθήκες γίνεται οξειδωση της αμμωνίας σε νιτρώδη και νιτρικά. Με βάση τα παραπάνω, νερά που περιέχουν μεγάλη ποσότητα οργανικού αζώτου και αμμωνίας θεωρούνται ότι έχουν ρυπανθεί πρόσφατα και επομένως παρουσιάζουν μεγάλο κίνδυνο για τη δημόσια υγεία. Νερά όπου το άζωτο βρίσκεται υπό μορφή νιτρικών σημαίνει ότι έχουν ρυπανθεί πριν από αρκετό καιρό και επομένως δεν αποτελούν άμεση απειλή για την δημόσια υγεία.

#### *Αμμωνία (NH<sub>3</sub>):*

##### **Διεθνής νομοθεσία**

Η Οδηγία 98/83/EK ορίζει για τα αμμωνιακά ιόντα σαν παραμετρική τιμή 0.5 mg/l και τα κατατάσσει στον κατάλογο των ενδεικτικών παραμέτρων στο Παράρτημα Ι μέρος Γ. Παρόμοια η ΠΟΥ στην τελευταία αναθεώρηση των οδηγιών σχετικά με την ποιότητα του νερού, τα κατατάσσει στις παραμέτρους που μπορεί να προκαλέσουν παράπονα των καταναλωτών και ορίζει σαν όριο την τιμή 1.5 mg/l για λόγους οσμής και γεύσης.

##### **Σημασία της παραμέτρου**

Η αμμωνία δεν επηρεάζει την υγεία στις συνήθεις συγκεντρώσεις που απαντάται στο πόσιμο νερό (συνήθως κάτω από 0.5 mg/l) αλλά ούτε και σε υψηλότερες. Συνήθως αυξημένες συγκεντρώσεις αμμωνίας γίνονται αντιληπτές με την οσμή. Εν τούτοις, είναι ιδιαίτερης σημασίας για το πόσιμο νερό επειδή είναι δείκτης κοπρανόδους μόλυνσης και αντιδρά με το χλώριο που τυχόν προστίθεται για απολύμανση και μειώνει την αποτελεσματικότητά του. Η ύπαρξη αυξημένων συγκεντρώσεων αμμωνίας ευνοεί την ανάπτυξη αυτοχθόνων βακτηρίων και φυκών στο νερό επειδή αποτελεί βασικό θρεπτικό των οργανισμών αυτών. Επίσης, η αμμωνία συμβάλλει σημαντικά στην διάβρωση του χαλκού και των κραμάτων αυτού.

##### **Γενικές πληροφορίες**

Στα υπόγεια νερά η συγκέντρωση της αμμωνίας είναι χαμηλή συνήθως κάτω από τα 0.5 mg/l. Ωστόσο, σε υπόγεια νερά όπου το υπέδαφος είναι πλούσιο σε

χυμώδεις ουσίες, η περιέχονται στρώματα πλούσια σε σίδηρο και το αμμώνιο μπορεί να ανέλθει στα 1 - 3 mg/l και σε νερό από πολύ βαθύς υδροφόρους, έχουν παρατηρηθεί συγκεντρώσεις μέχρι και 50 mg/l. Τα υπόγεια νερά περιέχουν συνήθως αμμωνία λιγότερο από 0.2 mg/l. Η αμμωνία δεν επηρεάζει άμεσα την υγεία στις συγκεντρώσεις που ενδέχεται να υπάρχει στα πόσιμα νερά, αποτελεί όμως σημαντικό δείκτη ρύπανσης από κοπρανώδεις ουσίες. Σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 0.2 mg/l δημιουργεί προβλήματα οσμής και γεύσης στο νερό και ελαττώνει την αποτελεσματικότητα της απολύμανσης. Γι' αυτό είναι ανάγκη να απομακρύνεται από το νερό που προορίζεται για κατανάλωση (εμφιαλωμένα νερά και νερά δικτύου ύδρευσης), με διάφορες τεχνικές. Τα πόσιμα ύδατα που περιέχουν ίχνη αμμωνίου πρέπει να ελέγχονται επιστάμενα και συνήθως κρίνονται ακατάλληλα. Η Ε.Ε. συγκαταλέγει το αμμώνιο στις παραμέτρους που αφορούν τις ανεπιθύμητες ουσίες και θέτει σαν ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση για το πόσιμο νερό τα  $0.5 \text{ mg/L} = 500 \mu\text{g/l NH}_4^+$ , ενώ θεσπίζει σαν ενδεικτικό επίπεδο τα  $0.05 \text{ mg/L} = 50 \mu\text{g/l NH}_4^+$ . Στις Η.Π.Α. το αντίστοιχο επιτρεπτό όριο είναι τα  $0.5 \text{ mg/L}$  στα επιφανειακά ύδατα, ενώ το επιθυμητό όριο κυμαίνεται από  $0.01 \text{ mg/L} = 10 \text{ mg/L}$ . Επίσης συμβάλλει στο σχηματισμό νιτρωδών στα συστήματα ύδρευσης. Η παραμετρική τιμή είναι  $0,50 \text{ mg/l}$ .

### **Νιτρώδη ( $\text{NO}_2$ ):**

#### **Διεθνής νομοθεσία**

Η Οδηγία 98/83/EK ορίζει για τα νιτρώδη ιόντα σαν παραμετρική τιμή τα  $0.5 \text{ mg/l}$  και τα κατατάσσει στον κατάλογο των χημικών παραμέτρων σημαντικών για την υγεία στο Παράρτημα Ι μέρος Β. Ο νόμος για το Ασφαλές Πόσιμο Νερό των ΗΠΑ (SDWA) ορίζει σαν Μέγιστο Επιτρεπτό Όριο την τιμή  $1 \text{ mg/l}$  για νιτρικό άζωτο που ισοδυναμεί με  $3,2 \text{ mg/l}$  σε νιτρικά Η ΠΟΥ στην τελευταία αναθεώρηση των οδηγιών σχετικά με την ποιότητα του νερού, προτείνει προσωρινά την τιμή των  $3 \text{ mg/l}$  σαν οδηγό. Παράλληλα, όπως και η Οδηγία 98/83/EK, σημειώνει ότι επειδή στον ανθρώπινο οργανισμό μπορεί να γίνει μετατροπή των νιτρικών σε νιτρώδη πρέπει να ελέγχεται το σύνολο των νιτρικών και νιτρωδών σύμφωνα με τη σχέση  $C(\text{NO}_2)/3 + C(\text{NO}_3)/50 < 1$  όπου  $C(\text{NO}_2)$  συγκέντρωση  $\text{NO}_2$  σε  $\text{mg/l}$  και  $C(\text{NO}_3)$  συγκέντρωση  $\text{NO}_3$  σε  $\text{mg/l}$ .

#### **Σημασία της παραμέτρου**

Τα νιτρώδη ιόντα απορροφώνται ταχύτατα από το έντερο στο αίμα. Νιτρώδη μπορεί να είναι παρόντα στη γαστρεντερική οδό είτε με την απ' ευθείας λήψη τροφής που περιέχει νιτρώδη είτε με μετατροπή νιτρικών σε νιτρώδη από βακτήρια. Τα νιτρώδη που εισέρχονται στο αίμα οξειδώνουν τον αιμογλοβινικό σίδηρο συντελώντας έτσι στην αύξηση της μεθαιμογλοβίνης. Η ένωση αυτή δεν μπορεί να αφομοιώσει και να μεταφέρει οξυγόνο και έτσι έχουμε εμφάνιση μεθαιμογλοβιναιμίας. Εκτός από την εμφάνιση της μεθαιμογλοβιναιμίας έχουν αναφερθεί και άλλα τοξικά αποτελέσματα των νιτρωδών. Απ' ευθείας έκθεση σε νιτρώδη που δοκιμάστηκε σε ζώα προκάλεσε ανωμαλίες στο μυϊκό σύστημα. Επίσης παρατηρήθηκε διείσδυση των νιτρωδών στον πλακούντα. Η χαμηλότερη τοξική δόση που έχει ποτέ αναφερθεί είναι  $1 \text{ mg}$  ανά κιλό βάρους σώματος. Πειράματα μακράς έκθεσης επίμων σε νιτρώδη έδειξε ότι δόσεις μέχρι  $25 \text{ mg}$  ανά κιλό βάρους σώματος ανά ημέρα δεν προκάλεσαν παρατηρήσιμα αρνητικά αποτελέσματα. Δοκιμές σε ζώα έδειξαν ότι οι N-νίτροσο ενώσεις, που σχηματίζονται από αντίδραση των αμυνών με νιτρώδη, μπορεί να έχουν



μεταλλάκτες και καρκινογόνες ιδιότητες. Πάντως δεν υπάρχει καμία απ' ευθείας ένδειξη ότι τα νιτρώδη είναι καρκινογόνα για τον άνθρωπο.

#### **Γενικές πληροφορίες**

Μερικές δημοσιεύσεις αναφέρουν ότι 2.6 mg, κατά μέσο όρο, λαμβάνονται από τον άνθρωπο κάθε μέρα μέσω της τροφής. Επιπλέον, έχει αποδειχθεί ότι σημαντικές συγκεντρώσεις νιτρωδών μπορεί να ευρεθούν στο σάλιο, 9.6 - 8.6 mg/l. Αυτά τα νιτρώδη προέρχονται από βακτηριακή αναγωγή νιτρικών στην κοιλότητα του στόματος. Έτσι, περίπου 4,6 mg ανά ημέρα λαμβάνονται με άλλους τρόπους από το νερό. Τα νιτρώδη στο έδαφος και στο νερό σχηματίζονται από ατελή βακτηριακή οξείδωση του οργανικού αζώτου που απελευθερώνεται από φυτικούς και ζωικούς οργανισμούς που αποσυντίθενται. Μπορεί επίσης να σχηματιστούν από την μικροβιακή αναγωγή νιτρικών σε περιβάλλον που υπάρχει έλλειψη οξυγόνου. Τα νιτρώδη είναι μία σχετικά ασταθής ενδιάμεση οξειδωμένη μορφή αζώτου που μπορεί να σχηματιστεί σε αερόβιες ή αναερόβιες συνθήκες. Με βάση τα υπάρχοντα τοξικολογικά δεδομένα το ισχύον όριο της οδηγίας 98/83/EK θεωρείται αυστηρό τουλάχιστον σε ότι αφορά την υγεία. Δεδομένου ότι στην κοιλότητα του στόματος και στη γαστρεντερική οδό σχηματίζονται πολύ μεγαλύτερες ποσότητες νιτρωδών από αυτές που προσλαμβάνονται ευθέως από το νερό, το χαμηλό ΜΕΟ δεν είναι αναγκαίο. Για ένα κανονικά αεριζόμενο νερό με καλή μικροβιολογική ποιότητα φαίνεται πιο λογικό να υιοθετηθεί η πρόταση της ΠΟΥ. Καθώς νιτρικά και νιτρώδη συνήθως συνυπάρχουν, η συγκέντρωσή τους πρέπει να ελέγχεται ταυτόχρονα σύμφωνα με τον τύπο που αναφέρεται παραπάνω.

#### **Νιτρικά ( $NO_3$ ):**

##### **Διεθνής νομοθεσία**

Η Οδηγία 98/83/EK ορίζει για τα νιτρικά ιόντα σαν παραμετρική τιμή τα 50 mg/l και τα κατατάσσει στον κατάλογο των χημικών παραμέτρων σημαντικών για την υγεία στο Παράρτημα Ι μέρος Β. Ο νόμος για το Ασφαλές Πόσιμο Νερό των ΗΠΑ (SDWA) ορίζει σαν Μέγιστο Επιτρεπτό Όριο την τιμή των 10 mg/l για νιτρικό άζωτο που ισοδυναμεί με 44 mg/l σε νιτρικά. Πρακτικά το ίδιο συνιστά και η ΠΟΥ η οποία όμως στρογγυλοποιεί το ΜΕΟ στα 50 mg/l. Παράλληλα, όπως και η Οδηγία 98/83/EK, σημειώνει ότι επειδή στον ανθρώπινο οργανισμό μπορεί να γίνει μετατροπή των νιτρικών σε νιτρώδη πρέπει να ελέγχεται το σύνολο των νιτρικών και νιτρωδών σύμφωνα με τη σχέση  $C(NO_2)/3 + C(NO_3)/50 < 1$  όπου  $C(NO_2)$  συγκέντρωση  $NO_2$  σε mg/l και  $C(NO_3)$  η συγκέντρωση  $NO_3$  σε mg/l.

##### **Σημασία της παραμέτρου**

Η τοξικότητα των νιτρικών για τον άνθρωπο οφείλεται κυρίως στην μετατροπή των νιτρικών σε νιτρώδη τα οποία οξειδώνουν την φυσική αιμογλοβίνη του αίματος σε μεθαιμογλοβίνη η οποία δεν μπορεί να μεταφέρει οξυγόνο στους ιστούς. Η μειωμένη μεταφορά οξυγόνου γίνεται κλινικά φανερό όταν η συγκέντρωση της μεθαιμογλοβίνης ξεπεράσει το 10%. Το ποσοστό της φυσικής μεθαιμογλοβίνης στον άνθρωπο είναι μικρότερο του 1-2% και στα νεογνά κάτω των 3 μηνών μικρότερο του 1-3%. Η αιμογλοβίνη των νεογνών είναι πιο επιρρεπής σε μετατροπή σε μεθαιμογλοβίνη σε σχέση με τα μεγαλύτερα παιδιά και τους ενήλικες. Συγκριτικές μελέτες στις ΗΠΑ έχουν δείξει ότι παιδιά μεγαλύτερα του ενός έτους που κατανάλωναν νερό με νιτρικά της τάξης 100-500 mg/l δεν έδειξαν διαφορά στην συγκέντρωση της μεθαιμογλοβίνης στο αίμα τους σε σχέση με παιδιά της ίδιας ηλικίας που κατανάλωναν νερό με συγκέντρωση νιτρικών μικρότερη των 10 mg/l. Οι

γαστρεντερικές μολύνσεις μπορεί να συντελέσουν σε μαζική αναγωγή των νιτρικών σε νιτρώδη και πάρα πολλές περιπτώσεις μεθαιμογλοβιναιμίας σε νεογνά έχουν συσχετιστεί με παρόμοιες μολύνσεις. Μεθαιμογλοβίνη πάνω από 3% σε υγιή νεογνά έχει εντοπιστεί σε περιπτώσεις που το νερό είχε πάνω από 60 mg/l νιτρικά. Έχει δειχθεί ότι στον ανθρώπινο στόμαχο μπορεί να σχηματιστούν N- νίτρο-ενώσεις από νιτρώδη και κατ' επέκταση από τα νιτρικά. Οι περισσότερες N- νίτρο-ενώσεις έχει ευρεθεί ότι είναι καρκινογόνες για όλα τα ζώα και κατ' επέκταση και για τον άνθρωπο, αν και τα στοιχεία από ένα αριθμό ερευνών είναι ενδεικτικά. Ωστόσο, η ΠΟΥ θεωρεί ότι δεν υπάρχουν πειστικές αποδείξεις για συσχέτιση καρκίνου του στομάχου και κατανάλωσης νερού με συγκεντρώσεις νιτρικών έως 45 mg/l. Για συγκεντρώσεις υψηλότερες της παραπάνω, επίσης δεν βρέθηκαν σαφείς αποδείξεις, αλλά κάποια συσχέτιση δεν θα μπορούσε να αποκλειστεί λόγω της έλλειψης στοιχείων.

### **Γενικές πληροφορίες**

Το νιτρικό ιόν είναι η σταθερή μορφή του οξειδωμένου αζώτου. Στη φύση μπορεί να υποστεί αναγωγή και μετατροπή του σε νιτρώδη μέσω βακτηριακής δράσης. Τα νιτρικά χρησιμοποιούνται κυρίως στην παρασκευή λιπασμάτων. Σε μικρότερο βαθμό χρησιμοποιούνται στην παραγωγή εκρηκτικών και το καθαρό νιτρικό κάλιο στην κατασκευή του γυαλιού. Τα νιτρικά που βρίσκονται στο έδαφος απορροφώνται από τις ρίζες των φυτών και χρησιμοποιούνται για την παραγωγή οργανικών ενώσεων του αζώτου. Η περίσσια των νιτρικών διαλύεται στο νερό και μεταφέρεται στα βαθύτερα υδροφόρα στρώματα. Εκεί αν επικρατούν αερόβιες συνθήκες παραμένουν σαν νιτρικά ενώ αν επικρατούν αναερόβιες συνθήκες ανάγονται σε νιτρώδη αλλά η διαδικασία αυτή μπορεί να φθάσει και μέχρι πλήρους μετατροπής σε άζωτο (απονιτροποίηση). Η συγκέντρωση των νιτρικών στα επιφανειακά νερά είναι σχετικά χαμηλή (0-18 mg/l) αλλά όταν υπάρχουν εισροές από στραγγίσματα γεωργικών εκμεταλλεύσεων ή σκουπιδότοπων, οι συγκεντρώσεις μπορεί να φτάσουν σε σημαντικά υψηλότερα επίπεδα. Σε πολλές Ευρωπαϊκές χώρες υπάρχει μία αυξητική τάση τα τελευταία χρόνια που στην Αγγλία παρατηρήθηκε ότι φτάνει τα 0.7 mg/l ετησίως. Σε υπόγεια νερά που δεν επηρεάζονται από εντατικές γεωργικές εκμεταλλεύσεις οι συνήθεις συγκεντρώσεις των νιτρικών είναι μερικά mg/l. Όμως, αυτά που επηρεάζονται υδρολογικά από εκτάσεις που γίνεται έντονη χρήση λιπασμάτων οι συγκεντρώσεις μπορεί να φτάσουν πολύ ψηλά. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι στην Ινδία έχουν ευρεθεί υπόγεια νερά με 1500 mg/l νιτρικά. Ωστόσο, αυξητικές τάσεις παρατηρούνται και σε πολλές Ευρωπαϊκές χώρες που είναι της τάξης των 0.2-1.3 mg/l. Σε 15 Ευρωπαϊκές χώρες το ποσοστό του πληθυσμού που χρησιμοποιεί νερό με συγκέντρωση πάνω από 50 mg/l σε νιτρικά κυμαίνεται από 0.5% έως 10% που ισοδυναμεί περίπου με 10 εκατ. ανθρώπους. Η μέση ποσότητα νιτρικών που λαμβάνονται με την τροφή εκτιμάται ότι είναι της τάξης των 40-100 mg ανά ημέρα ενώ κατά άλλες εκτιμήσεις μπορεί να φτάσει τα 270 mg ανά ημέρα και προέρχονται

κυρίως από τα λαχανικά και το παστό κρέας. Γενικά μπορεί να θεωρηθεί ότι στις περιπτώσεις που το πόσιμο νερό έχει συγκέντρωση νιτρικών μικρότερη των 10 mg/l η τροφή είναι η κύρια πηγή τους, ενώ όταν η συγκέντρωση του πόσιμου νερού ξεπερνά τα 50 mg/l αυτό αποτελεί και την κύρια πηγή πρόσληψης νιτρικών.

**Σίδηρος (Iron – Fe):****Διεθνής νομοθεσία**

Η Οδηγία 98/83/EK κατατάσσει το σίδηρο στις ενδεικτικές παραμέτρους, Παράρτημα I μέρος Γ και ορίζει σαν παραμετρική τιμή 0.2 mg/l. Η ΠΟΥ έχει υιοθετήσει το όριο των 0.3 mg/l κατατάσσοντας επίσης το σίδηρο στις παραμέτρους που μπορεί να προκαλέσουν παράπονα των καταναλωτών όπως πχ για το λέκιασμα των ρούχων.

**Σημασία της παραμέτρου**

Η παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων σιδήρου στο πόσιμο νερό είναι ανεπιθύμητη για λόγους αισθητικής. Ο σίδηρος δεν έχει κάποιο γνωστό αρνητικό αποτέλεσμα στην δημόσια υγεία. Ο σίδηρος είναι ένα βασικό συστατικό για τον άνθρωπο με μία ελάχιστη ημερήσια δόση 7 - 14 mg που εξαρτάται από την ηλικία, το φύλο και την γενικότερη κατάσταση της υγείας. Το κρέας και τα δημητριακά είναι οι κύριες πηγές σιδήρου στην διατροφή. Η αφομοίωση του σιδήρου από την τροφή είναι 1-20% εξαρτώμενη από την χημική μορφή που είναι ο σίδηρος στην τροφή. Το 60% με 70% του σιδήρου που αφομοιώνεται χρησιμοποιείται στην παραγωγή αιμογλοβίνης και το 5% στην παραγωγή μυογλοβίνης. Η περίσσεια σιδήρου αποταμιεύεται στο ήπαρ, στο μυελό των οστών και στον σπλήνα. Η κατάποση υπερβολικών δόσεων σιδήρου μπορεί να προκαλέσουν αιμοχρωμάτωση κατά την οποία οι κανονικοί ρυθμιστικοί μηχανισμοί καταρρέουν και ο σίδηρος συσσωρεύεται στους ιστούς. Μικρά παιδιά που πήραν μεγάλες ποσότητες χάπια σιδήρου δηλητηριάστηκαν. Ο σίδηρος στο πόσιμο νερό ευρίσκεται συνήθως στην τρισθενή μορφή του. Όταν υπάρχει σε υψηλές συγκεντρώσεις και σε pH ίσο ή μεγαλύτερο από το ουδέτερο (7) παίρνει την μορφή ενός καφετί ιζήματος που βάφει τα ρούχα στο πλύσιμο και τα υδραυλικά εξαρτήματα. Αν υπάρχει σίδηρος στην δισθενή του μορφή, προσδίδει μία δυσάρεστη μεταλλική γεύση στο νερό. Η συγκέντρωση που η γεύση αυτή γίνεται αντιληπτή είναι 0.1 - 0.2 mg/l και στα 0.3 mg/l δεν είναι αποδεκτή από τους περισσότερους ανθρώπους.

**Γενικές πληροφορίες**

Ο σίδηρος είναι το τέταρτο πιο διαδεδομένο υλικό στο στερεό φλοιό της γης. Στο φυσικό νερό συναντάται σε συγκεντρώσεις που κυμαίνονται από 0.001 έως 1 mg/l. Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις συνδέονται με την ύπαρξη δισθενούς σιδήρου ( $Fe^{++}$ ) που είναι πιο διαλυτός σε ουδέτερο pH από τον τρισθενή σίδηρο ( $Fe^{+++}$ ). Στα επιφανειακά νερά ο σίδηρος ευρίσκεται συνήθως στην τρισθενή του μορφή ενώ ο δισθενής σίδηρος ευρίσκεται συνήθως όπου υπάρχουν αναγωγικές συνθήκες όπως σε έντονα μολυσμένα νερά και σε νερό από τον αναερόβιο πυθμένα βαθιών λιμνών. Αναερόβια υπόγεια νερά μπορεί επίσης να περιέχουν σημαντικές ποσότητες δισθενούς σιδήρου. Αν και συνήθως ο σίδηρος που υπάρχει στο νερό έχει φυσική προέλευση, σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να είναι αποτέλεσμα βιομηχανικής μόλυνσης. Το πόσιμο νερό μπορεί να περιέχει σχετικά υψηλή συγκέντρωση σιδήρου για έναν από τους παρακάτω λόγους:

- η επεξεργασία δεν απομάκρυνε ικανοποιητικά τον φυσικά περιεχόμενο σίδηρο,
- σε διαδικασίες διαύγασης όπου χρησιμοποιούνται άλατα σιδήρου η δοσολογία και το pH δεν είναι σωστά ή υπάρχουν προβλήματα διαχωρισμού υγρού στερεών,
- το δίκτυο διανομής αποτελείται από σιδερένιους σωλήνες οι οποίοι έχουν υποστεί διάβρωση.

Η ύπαρξη δισθενούς σιδήρου μέσα στο δίκτυο διανομής διευκολύνει την ανάπτυξη σιδηροβακτηριδίων που εμφανίζονται σαν ζελατινώδεις αποθέσεις στο εσωτερικό των αγωγών. Όταν ο σίδηρος κατακάθεται στο εσωτερικό του δικτύου τείνει να συσσωρεύεται σαν κρούστα στα μέρη που η ροή είναι λιγότερο τυρβώδης. Όταν συμβεί μία απότομη μεταβολή στην πίεση του δικτύου και στην μεταβολή της ταχύτητας του νερού οι επικαθήσεις αυτές αποκολλώνται από τα τοιχώματα και εμφανίζουν μία έντονη καφετιά θολερότητα στις βρύσες των καταναλωτών.

### **Μαγγάνιο (Manganese – Mn):**

#### **Διεθνής νομοθεσία**

Η Οδηγία 98/83/EK κατατάσσει το μαγγάνιο στις ενδεικτικές παραμέτρους, Παράρτημα Ι μέρος Γ και ορίζει σαν παραμετρική τιμή 0.05 mg/l. Η ΠΟΥ έχει υιοθετήσει το όριο των 0.1 mg/l κατατάσσοντας επίσης το μαγγάνιο στις παραμέτρους που μπορεί να προκαλέσουν παράπονα των καταναλωτών όπως πχ για το λέκιασμα των ρούχων. Επισημαίνεται ωστόσο ότι για λόγους υγείας θα μπορούσε να τεθεί το προσωρινό όριο των 0.5 mg/l.

#### **Σημασία της παραμέτρου**

Το μαγγάνιο είναι ένα βασικό συστατικό της διατροφής. Χρειάζεται σαν συστατικό σε πολλά συστήματα ενζύμων και έχει σημαντικό ρόλο σε πολλές διαδικασίες του μεταβολισμού. Η ΠΟΥ έχει υπολογίσει ότι η επαρκής ημερήσια δόση μαγγανίου είναι 2 -3 mg. Η μέση ημερήσια λήψη μαγγανίου με την τροφή είναι 2 - 10 mg. Η ημερήσια λήψη μαγγανίου μέσω του επεξεργασμένου πόσιμου νερού είναι μικρότερη από 0.2 mg. Κατανάλωση ορισμένων "μεταλλικών" νερών μπορεί να συνεπάγονται ημερήσια λήψη σε μαγγάνιο μέχρι και 0.7 mg. Η τροφή είναι η κύρια πηγή λήψης μαγγανίου από τον άνθρωπο. Το κρέας και τα γαλακτοκομικά έχουν σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις αλλά οι φυτικές τροφές έχουν σχετικά υψηλότερες συγκεντρώσεις μαγγανίου. Η ποσότητα μαγγανίου που απορροφάται από τον οργανισμό εξαρτάται από την προσλαμβανόμενη και την υπάρχουσα ποσότητα αποθηκευμένη στους ιστούς. Στους υγιείς ανθρώπους μόνο το 3% του προσλαμβανόμενου μαγγανίου απορροφάται, αλλά δοκιμές σε 13 αναιμικούς ασθενείς έδειξαν ότι αυτό μπορεί να ανέβει στο 7.5%. Το αφομοιωμένο μαγγάνιο αποβάλλεται γρήγορα από το αίμα και κατ' αρχήν συσσωρεύεται στο ήπαρ. Περίσσεια μαγγανίου μπορεί να αποθηκευτεί και σε άλλους ιστούς. Η κύρια οδός απομάκρυνσης του μαγγανίου είναι μέσω της χολής. Δεν υπάρχουν αποδείξεις ότι το μαγγάνιο είναι καρκινογόνο ούτε ότι στο πόσιμο νερό έχει κάποια αρνητική επίδραση στον άνθρωπο, πέραν μίας μελέτης που έχει συσχετίσει υψηλές συγκεντρώσεις μαγγανίου στο νερό με νευρολογικά προβλήματα, ενώ μια μελέτη στην Ιαπωνία το 1941 απέδωσε στο μαγγάνιο συμπτώματα λήθαργου, τρεμούλας και διανοητικής διαταραχής.

Ωστόσο, οι συνθήκες και τα δεδομένα των δύο αυτών μελετών κρίνονται από τους ειδικούς της ΠΟΥ ως ανεπαρκή για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων. Ωστόσο, η παρουσία κολλοειδούς ή μαύρου κοκκώδους διοξειδίου του μαγγανίου είναι απαράδεκτο από τους καταναλωτές αλλά και από τις εταιρίες διανομής, γιατί τείνει να συσσωρεύεται στο δίκτυο. Για το λόγω αυτό προσπαθούν να κρατήσουν τη συγκέντρωση μαγγανίου κάτω από τα 10 mg/l. Όπως και ο σίδηρος, έτσι και το μαγγάνιο ορισμένες φορές σχετίζεται με παράπονα βαφής στο πλύσιμο ρούχων στο πλυντήριο. Άλατα μαγγανίου διαλυμένα στο νερό μπορεί να προσδώσουν δυσάρεστη

μεταλλική γεύση. Οι συγκεντρώσεις που έχουν αναφερθεί ότι κάνουν αισθητή την δυσάρεστη αυτή γεύση κυμαίνονται πάρα πολύ, από 0.5 έως 180 mg/l.

#### **Γενικές πληροφορίες**

Οι ενώσεις του μαγγανίου είναι ευρέως διάσπαρτες στη φύση αλλά το στοιχείο αυτό ευρίσκεται συνήθως σε μικρές συγκεντρώσεις στο νερό, συνήθως σε συνδυασμό με το σίδηρο. Η περιβαλλοντική χημεία του σιδήρου και μαγγανίου είναι παρόμοιες, και τα δύο σχηματίζουν αδιάλυτα οξείδια σε ουδέτερο και αλκαλικό pH ( $\text{pH} > 7$ ) ενώ υψηλές συγκεντρώσεις μαγγανίου εν διαλύσει και δισθενούς σιδήρου μπορεί να προκύψουν σε αναερόβιες συνθήκες όπως στον πυθμένα βαθιών λιμνών και σε ορισμένα υπόγεια νερά. Το δισθενές μαγγάνιο ( $\text{Mn}^{++}$ ) είναι πιο σταθερό από το δισθενή σίδηρο ( $\text{Fe}^{++}$ ) αλλά σε ελαφρά αλκαλικό pH οξειδώνεται και σχηματίζει  $\text{MnO}_2$ . Το μεταλλικό μαγγάνιο και τα άλατά του χρησιμοποιούνται ευρέως στη βιομηχανία. Έτσι, ορισμένες φορές η αυξημένη συγκέντρωση του μαγγανίου στο νερό μπορεί να οφείλεται σε βιομηχανική ρύπανση.

### **Χαλκός (Copper – Cu):**

#### **Διεθνής νομοθεσία**

Η Οδηγία 98/83/EK ορίζει σαν παραμετρική τιμή 2 mg/l και κατατάσσει το χαλκό στις χημικές παραμέτρους που είναι σημαντικές για την υγεία στο Παράρτημα Ι μέρος Β. Η ΠΟΥ το κατατάσσει επίσης στις παραμέτρους που είναι σημαντικές για την υγεία και ορίζει σαν προσωρινή οδηγό την τιμή 2 mg/l. Επισημαίνεται ωστόσο ότι τιμές συγκεντρώσεις μικρότερες από την προτεινόμενη μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά το χρώμα, την οσμή και τη γεύση του νερού. Ο νόμος για το Ασφαλές Πόσιμο Νερό των ΗΠΑ (SDWA) ορίζει σαν Μέγιστο Επιτρεπτό Όριο την τιμή 1.3 mg/l.

#### **Σημασία της παραμέτρου**

Ο χαλκός είναι ένα βασικό μέταλλο για τον άνθρωπο. Είναι απαραίτητο σε πολλά ένζυμα. Η ημερήσια ανάγκη σε χαλκό υπολογίζεται σε 30 mg ανά κιλό βάρους σώματος για τους ενήλικες και 80 mg για τα νεογνά. Το 50% του χαλκού που λαμβάνεται με την τροφή αφομοιώνεται. Ο χαλκός ευρίσκεται σε όλα τα όργανα και ο χρόνος ημι-ζωής του στα υγιή άτομα είναι 4 εβδομάδες. Η κατά λάθος λήψη υψηλών ποσοτήτων χαλκού (15 - 17 mg) προκαλεί γαστρεντερικές ανωμαλίες. Φαινόμενο χρόνιας δηλητηρίασης με χαλκό δεν αναφέρεται. Ωστόσο, πολλές μελέτες έχουν δείξει πιθανή συσχέτιση μεταξύ υψηλής λήψης χαλκού με παιδικές τροφές σε νεογνά κατά τον πρώτο χρόνο της ζωής και περιπτώσεις ασθενειών (κύρωση του ήπατος). Μία πρόσφατη μελέτη στην Φινλανδία έδειξε ότι ο χαλκός του ορού είναι ένας ανεξάρτητος παράγοντας κινδύνου για την πρόοδο της atherosclerosis. Σαφή συμπτώματα όπως αιμόλυση, βλάβη στους νεφρούς και στο ήπαρ έχουν παρατηρηθεί μετά την κατάποση υψηλών ποσοτήτων αλάτων χαλκού που έχουν προκαλέσει στο αίμα συγκεντρώσεις 3-8 mg/l. Η παρουσία χαλκού στο πόσιμο νερό αν και δεν συνιστά κίνδυνο για την υγεία μπορεί να επηρεάσει αρνητικά ορισμένες οικιακές χρήσεις του νερού όπως η διευκόλυνση της διάβρωσης επιφανειών από αλουμίνιο ή ψευδάργυρο. Λέκιασμα των υδραυλικών εξαρτημάτων και των πλυντηρίων μπορεί να προκληθεί με συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 1000 mg/l.

#### **Γενικές πληροφορίες**

Η ημερήσια λήψη με την τροφή κυμαίνεται μεταξύ 1 και 3 mg. Το κρέας, τα εντόσθια το ψάρι και τα λαχανικά είναι καλές πηγές χαλκού. Η συγκέντρωση στις τροφές είναι συνήθως 1 mg ανά κιλό. Τροφές χαμηλής συγκέντρωσης χαλκού όπως

το γάλα περιέχουν λιγότερο από 100 mg ανά κιλό βάρους. Στο πόσιμο νερό οι συγκεντρώσεις κυμαίνονται σημαντικά εξαρτώμενες από το pH, την σκληρότητα και το είδος των σωλήνων και των υδραυλικών εξαρτημάτων.

### **Ψευδάργυρος (Zinc – Zn):**

#### **Διεθνής νομοθεσία**

Η Οδηγία 98/83/EK δεν κατατάσσει τον ψευδάργυρο σε κανένα από τους καταλόγους των προς έλεγχο παραμέτρων του Παραρτήματος I. Η ΠΟΥ έχει υιοθετήσει το όριο των 3 mg/l κατατάσσοντας τον ψευδάργυρο στις παραμέτρους που μπορεί να προκαλέσουν παράπονα των καταναλωτών.

#### **Σημασία της παραμέτρου**

Ο ψευδάργυρος είναι ένα βασικό μέταλλο για τον άνθρωπο, απαραίτητο για διάφορα ένζυμα. Συμπτώματα έλλειψης ψευδαργύρου συμβαίνουν εύκολα στα ζώα και έχει παρατηρηθεί και σε ανθρώπους. Η συνιστάμενη ημερήσια δόση για τους ενήλικους

είναι 15 mg και για τις θηλάζουσες μητέρες 25 mg. Η απορρόφηση του προσλαμβανόμενου ψευδαργύρου κυμαίνεται από 10% σε 90% και επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες. Η βιολογική ημι-ζωή του στον άνθρωπο είναι ένα έτος. Αναφορές δηλητηριάσεων από κατάποση ψευδαργύρου είναι ασυνήθιστες και συγκρινόμενος με άλλα μέταλλα ο ψευδάργυρος είναι σε μεγάλο βαθμό μη τοξικός. Συμπτώματα από την κατάποση μεγάλων ποσοτήτων (300 έως 12,000 mg) είναι ναυτία, εμετοί, διάρροια, στομαχικοί πόνοι, πονοκέφαλος και υπνηλία. Χρόνια δηλητηρίαση από ψευδάργυρο δεν έχει αναφερθεί. Ο ψευδάργυρος προσδίδει στο νερό μία στυπτική γεύση και σε συγκεντρώσεις πάνω από 5000 mg/l μπορεί να αφήσει ένα λιπαρό φιλμ μετά τον βρασμό.

#### **Γενικές πληροφορίες**

Η ημερήσια λήψη σε ψευδάργυρο εκτιμάται σε 5 - 22 mg. Γενικά, τροφές πλούσιες σε πρωτεΐνες όπως το κρέας και το ψάρι, περιέχουν υψηλά ποσά ψευδαργύρου (10 - 50 mg ανά κιλό βάρους), ενώ τα λαχανικά, τα φρούτα και τα δημητριακά περιέχουν συνήθως μικρότερες ποσότητες (5 mg ανά κιλό βάρους). Στο θαλασσινό και στο φυσικό νερό η συγκέντρωση του ψευδαργύρου κυμαίνεται 1 - 10 mg/l. Στο πόσιμο νερό η συγκέντρωση είναι 10 - 20 mg/l αλλά τιμές έως και 105 mg/l έχουν αναφερθεί (Αγγλία).

### **Φώσφορος (Phosphorus – P):**

#### **Διεθνής νομοθεσία**

Τόσο η Οδηγία 98/83/EK όσο και η ΠΟΥ δεν κατατάσσουν το φώσφορο σε κανένα από τους καταλόγους των προς έλεγχο παραμέτρων. Η Οδηγία 80/778/ΕΟΚ προσδιόριζε μία οδηγό τιμή 400 mg/l και Μέγιστο Επιτρεπτό Όριο 5000 mg/l για το P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> φωσφορικά.

#### **Σημασία της παραμέτρου**

Ο φωσφόρος είναι ένα βασικό στοιχείο για τον άνθρωπο. Δεν είναι γνωστό αν υπάρχουν συμπτώματα έλλειψης φωσφόρου, γιατί το στοιχείο αυτό ευρίσκεται εν αφθονία στις τροφές. Υπερβολική χρήση μη αφομοιωμένων αντιόξινων για το στομάχι μπορεί να προκαλέσει μείωση του φωσφόρου που προκαλεί ανορεξία και πόνους στα κόκαλα. Το ορθο-φωσφορικό νάτριο είναι σχετικά μη τοξικό.

Δηλητηρίαση με ανόργανα μετά-φωσφορικά άλατα μπορεί να παρεμποδίσει την αφομοίωση του ασβεστίου και να προκαλέσει ναυτία, διάρροια, έλκος και βλάβη στο ήπαρ και στους νεφρούς. Τα πολύ-φωσφορικά αν και θεωρούνται ασφαλή σε μικρές συγκεντρώσεις (μικρότερες από 1000 mg/l) πρέπει να χρησιμοποιούνται προσεκτικά γιατί μπορεί να αλληλεπιδράσουν με βασικά ιχνοστοιχεία του μεταβολισμού. Σε μερικές χώρες ορθο- και παρά-φωσφορικά χρησιμοποιούνται σαν αντιδιαβρωτικά πρόσθετα. Για την μείωση της διαλυτότητας του μολύβδου τα ορθο-φωσφορικά είναι μάλλον καταλληλότερα από τα παρά-φωσφορικά.

#### **Γενικές πληροφορίες**

Ο φωσφόρος είναι πολύ σύνθετος στοιχείο στις τροφές. Η μέση ημερήσια πρόσληψη φωσφόρου είναι 1200 με 1500 mg ενώ, η απαιτούμενη ημερήσια δόση είναι 800 mg. Η συγκέντρωση φωσφόρου στο πόσιμο νερό είναι συνήθως κάτω από 100 mg/l. Υψηλές συγκεντρώσεις φωσφόρου σε επιφανειακά νερά είναι προϊόν βιομηχανικής μόλυνσης ή συνθηκών έντονου ευτροφισμού λόγω ρύπανσης με αστικά λύματα.

#### ***Χλώριο Υπολειμματικό (Residual Chloride):***

Σε νερά που χλωριώνονται πρέπει να μετρηθεί το υπολειμματικό χλώριο. Η τιμή του μας δείχνει αν η χλωρίωση που γίνεται είναι επαρκής. Κατά την χλωρίωση προστίθεται στο νερό ποσότητα χλωρίου αρκετή ώστε να καταστραφούν τα παθογόνα μικρόβια και να παραμείνει ελεύθερο χλώριο για να μη μολυνθεί το νερό μέσα στις σωληνώσεις. Το χλώριο δίνει στο νερό ελαφρά οσμή και αλλοιώνει τη γεύση του. Οι μικρές ποσότητες χλωρίου που υπάρχουν στα πόσιμα νερά εξαφανίζονται με το γαστρικό υγρό και επομένως είναι ακίνδυνες για τον άνθρωπο. Μεγάλες ποσότητες χλωρίου προκαλούν ερεθισμό του στόματος και του λάρυγγα. Η χλωρίωση του νερού πρέπει να γίνεται σωστά και να παρακολουθείται συστηματικά, ώστε να φθάνουν στους καταναλωτές μικρά μόνο ποσά χλωρίου .

#### ***Φθόριο(Fluoride – F):***

##### **Διεθνής νομοθεσία**

Η Οδηγία 98/83/EK ορίζει σαν παραμετρική τιμή 1.5 mg/l και κατατάσσει το φθόριο στις χημικές παραμέτρους που είναι σημαντικές για την υγεία στο Παράρτημα Ι μέρος Β. Η ΠΟΥ το κατατάσσει επίσης στις παραμέτρους που είναι σημαντικές για την υγεία και ορίζει σαν οδηγό την τιμή 1.5 mg/l. Ο νόμος για το Ασφαλές Πόσιμο Νερό των ΗΠΑ (SDWA) ορίζει σαν Μέγιστο Επιτρεπτό Όριο την τιμή 1 mg/l. Οι επιπτώσεις του φθορίου στην υγεία εξαρτώνται από την ποσότητα του νερού που καταναλίσκεται και αυτή εξαρτάται από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Έτσι, στο παρελθόν, η ΟΤ και το ΜΕΟ ορίζονταν σαν συνάρτηση της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας του κάθε τόπου. Η Οδηγία 80/778/ΕΟΚ όριζε για θεοκρασία 8-12 °C 1.5 mg/l ΜΕΟ και για 25-30 °C 0.7 mg/l ΜΕΟ. Η ΠΟΥ για θερμοκρασία 10-12 °C συνιστούσε 1.7 mg/l ΜΕΟ ενώ για 21.5-26.5 °C 1 mg/l ΜΕΟ. Στις ΗΠΑ οι αντίστοιχες τιμές είναι 1.3 και 0.9 mg/l.

##### **Σημασία της παραμέτρου**

Το φθόριο είναι από τα πιο βασικά στοιχεία της διατροφής. Σε μερικά ζώα η γονιμότητα και ο ρυθμός ανάπτυξης μπορεί να βελτιωθούν σημαντικά με σχετικά

μικρή αύξηση στις δόσεις φθορίου που προσλαμβάνουν. Επιπλέον παρεμποδίζουν την οδοντική σήψη. Υπερβολική συγκέντρωση φθοριόντων στο πόσιμο νερό προκαλεί ανεπιθύμητη οδοντική και σκελετική φθορίαση. Σε πολύ υψηλές δόσεις το φθόριο είναι πολύ τοξικό για τον άνθρωπο. Παθολογικά συμπτώματα είναι γαστρεντερική αιμορραγία, τοξική νεφρίτης. Όμως θεωρείται γενικά ότι δεν είναι καρκινογόνο για τον άνθρωπο

#### **Γενικές πληροφορίες**

Ίχνη ή και μεγαλύτερες συγκεντρώσεις συχνά σχετίζονται με υπόγεια προέλευση. Περιοχές που είναι πλούσιες σε φθοριούχα ορυκτά μπορεί να παράγουν νερό με συγκεντρώσεις μέχρι και 10 mg/l. Υψηλές συγκεντρώσεις φθορίου σε επιφανειακό νερό μπορεί να προκύψουν από βιομηχανική μόλυνση (επεξεργασία αλουμινίου, υαλουργεία, φωσφορικά λιπάσματα). Οι συνήθεις διαδικασίες επεξεργασίας νερού αφαιρούν ένα μικρό ποσοστό (10% - 20%) των φθοριόντων, έτσι το φθόριο στον καταναλωτή είναι περίπου το ίδιο με αυτό στο ανεπεξέργαστο νερό. Όλες οι τροφές περιέχουν ίχνη φθορίου, ορισμένες όμως, όπως το ψάρι, μερικά λαχανικά και το τσάι, περιέχουν πολύ υψηλότερες συγκεντρώσεις.

## **4. Παράμετροι που αφορούν τοξικές ουσίες**

### ***Αρσενικό (Arsenic – As):***

#### **Διεθνής νομοθεσία**

Η Οδηγία 98/83/EK κατατάσσει το αρσενικό στις χημικές παραμέτρους που είναι σημαντικές για την υγεία, Παράρτημα I Μέρος B και ορίζει σαν παραμετρική τιμή 10 mg/l. Η ΠΟΥ επίσης κατατάσσει το αρσενικό στις ενώσεις που είναι σημαντικές για την υγεία και ορίζει σαν προσωρινό οδηγό τιμή 10 mg/l επισημαίνοντας ότι αυτό προκύπτει προκειμένου ο κίνδυνος πρόκλησης καρκίνου του δέρματος να μην υπερβεί την πιθανότητα 1/60000. Ο νόμος για το Ασφαλές Πόσιμο Νερό των ΗΠΑ (SDWA) ορίζει σαν Μέγιστο Επιτρεπτό Όριο την τιμή 50 μg/l.

#### **Σημασία της παραμέτρου**

Το αρσενικό είναι το εικοστό πιο κοινό στοιχείο του στερεού φλοιού της γης. Είναι ευρέως διαδεδομένο στη φύση και μεταφέρεται στο περιβάλλον μέσω του νερού. Είναι το δωδέκατο πιο κοινό στοιχείο του ανθρώπου και απαραίτητο σε μία σειρά βιολογικών μηχανισμών. Μελέτες έχουν δείξει ότι το αρσενικό σε μικρές δόσεις είναι χρήσιμο ακόμα και απαραίτητο για τον οργανισμό. Μία επαρκής και ασφαλής ημερήσια ποσότητα αρσενικού για τους ενήλικες εκτιμάται σε 12 έως 40 mg. Ωστόσο, δεν υπάρχουν στοιχεία που να δείχνουν ποια είναι η ελάχιστη απαραίτητη ποσότητα για τον άνθρωπο. Η έκθεση στο αρσενικό μπορεί να προκαλέσει αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία. Η σοβαρότητα των επιπτώσεων εξαρτάται από τη συγκέντρωση και την χημική μορφή του αρσενικού. Ιδιαίτερα υψηλές δόσεις που λαμβάνονται από το στόμα προκαλούν γαστρεντερικό ερεθισμό που συνοδεύεται από δυσκολία στην κατάποση, δίψα, πολύ χαμηλή πίεση και σπασμούς. Θάνατος μπορεί να προκληθεί από ανακοπή της καρδιάς. Δόσεις 1000 έως 2000 mg ανά κιλό βάρους σώματος μπορεί να προκαλέσουν το θάνατο. Περιορισμένη έκθεση σε δόσεις της τάξης των 500 mg ανά ημέρα ανά κιλό βάρους σώματος μπορεί να προκαλέσουν σοβαρά προβλήματα στο αιμοποιητικό, νευρικό και γαστρεντερικό σύστημα. Μακροχρόνια έκθεση σε δόσεις κάτω από 1 mg ανά κιλό βάρους ανά ημέρα



δεν έχει διαπιστωθεί να έχει ανιχνεύσιμα τοξικά αποτελέσματα. Επιδημιολογικές μελέτες έχουν δείξει μία συσχέτιση μεταξύ μακράς έκθεσης σε υψηλά επίπεδα αρσενικού και καρκίνο. Η σαφέστερη επίπτωση της κατάποσης αρσενικού σε υψηλά επίπεδα είναι ο καρκίνος του δέρματος. Το ανθρώπινο σώμα έχει την ικανότητα να αποβάλλει μία ορισμένη ποσότητα αρσενικού. Μετά την κατάποση ανόργανου αρσενικού, όση ποσότητα δεν αποβάλλεται άμεσα και δεν απορροφάται από τους ιστούς αποβάλλεται σταδιακά. Αυτό δείχνει ότι μικρές δόσεις αρσενικού μπορεί να «ελέγχονται» από τον οργανισμό χωρίς να δημιουργούνται αρνητικά αποτελέσματα. Ο κίνδυνος καρκίνου από έκθεση σε μικρές δόσεις δεν μπορεί να μετρηθεί ευθέως. Πρέπει να εκτιμηθεί από δεδομένα σε έκθεση σε υψηλές δόσεις. Η πιο εκτενής επιδημιολογική μελέτη που σχετίζεται με τον κίνδυνο καρκίνου από έκθεση σε αρσενικό πραγματοποιήθηκε στην Ταϊβάν. Με βάση αυτά τα στοιχεία η Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος των ΗΠΑ εκτίμησε ότι θεωρητικά, ένα στα 10,000 άτομα θα μπορούσε να αναπτύξει καρκίνο του δέρματος αν εκτίθεται κατά την διάρκεια του βίου του σε συγκέντρωση αρσενικού 2 mg/l. Αυτή η εκτίμηση βασίζεται σε γραμμική προέκταση των δεδομένων και όχι σε πραγματικά ευρήματα. Για άλλου είδους καρκίνους δεν μπορεί να υπάρξει εκτίμηση λόγω ανεπαρκών στοιχείων.

#### **Γενικές πληροφορίες**

Η τροφή είναι η σημαντικότερη πηγή αρσενικού για τον άνθρωπο. Η ημερήσια λήψη με τροφή εκτιμάται στα 50 mg. Περίπου το 20% της ποσότητας αυτής είναι σε ανόργανη μορφή, ενώ το υπόλοιπο σε οργανική (δεσμευμένη σε οργανικές ενώσεις). Οι διατροφικές συνήθειες επηρεάζουν την ημερήσια λήψη αρσενικού. Έχει ευρεθεί ότι τα ψάρια και οι θαλασσινές τροφές περιέχουν τις μεγαλύτερες ποσότητες αρσενικού σε σχέση με οποιεσδήποτε άλλες τροφές. Το νερό μπορεί επίσης να συνεισφέρει στην ημερήσια δόση του λαμβανόμενου αρσενικού. Έρευνα στις ΗΠΑ έδειξε ότι οι συγκεντρώσεις του αρσενικού στο νερό κυμαίνονται από 0 έως 82 mg/l με μέση τιμή τα 10 mg/l.

### ***Κάδμιο (Cadmium – Cd):***

#### **Διεθνής νομοθεσία**

Η Οδηγία 98/83/EK περιλαμβάνει το κάδμιο στο κατάλογο των χημικών παραμέτρων που επηρεάζουν την υγεία, Παράρτημα I μέρος B και ορίζει σαν παραμετρική τιμή 5 mg/l. Η ΠΟΥ επίσης κατατάσσει το κάδμιο στις παραμέτρους που επηρεάζουν την υγεία και ορίζει την οδηγό τιμή 3 mg/l υποθέτοντας ότι το νερό συμβάλλει κατά 10% στο εβδομαδιαία ανεκτό ποσό προσλαμβανόμενου καδμίου. Ο νόμος για το Ασφαλές Πόσιμο Νερό των ΗΠΑ (SDWA) ορίζει σαν Μέγιστο Επιτρεπτό Όριο την τιμή 5 mg/l.

#### **Σημασία της παραμέτρου**

Η απορρόφηση του δια μέσου της γαστρεντερικής οδού επηρεάζεται από την διαλυτότητα των ενώσεων καδμίου που έχουν προσληφθεί. Στα υγιή άτομα είναι 3-7%. Σε οργανισμούς με έλλειψη σιδήρου το ποσοστό αυτό μπορεί να ανέλθει στο 15-20%. Το απορροφημένο κάδμιο εισέρχεται στο αίμα και μεταφέρεται σε άλλα όργανα του σώματος. Ιδιαίτερα προβλήματα παρουσιάζονται με τη συσσώρευση καδμίου στα νεφρά και στους σωληνίσκους των νεφρών. Το σύμπτωμα που προκαλεί ονομάζεται πρωτεϊνουρία και εμφανίζεται σαν αυξημένη συγκέντρωση πρωτεϊνών μικρού μοριακού βάρους στα ούρα. Η συσσώρευση του καδμίου στους ιστούς αυξάνεται με

την ηλικία. Τόσο οι νεφροί όσο και το ήπαρ δρουν σαν αποθήκες καδμίου. Το 30-60% αποθηκεύεται στους νεφρούς ενώ το 20-25% στο ήπαρ. Ο βιολογικός χρόνος ημι-ζωής του καδμίου στον ανθρώπινο οργανισμό είναι 10 έως 35 χρόνια. Κατά μέσο όρο μόνο το 0.007% του ημερήσιου φορτίου του οργανισμού αποβάλλεται. Επιδημιολογικές μελέτες μεταξύ ανθρώπων με χρόνια επαγγελματική έκθεση στο κάδμιο που προσλαμβάνεται από το στόμα δεν έχουν δείξει κάποια συσχέτιση με τον καρκίνο. Αντίθετα υπάρχουν ενδείξεις ότι μπορεί να είναι καρκινογόνο όταν λαμβάνεται μέσω της αναπνευστικής οδού και για το λόγο αυτό το IARC το έχει κατατάξει στην κατηγορία 2A (πιθανώς καρκινογόνο για τον άνθρωπο).

#### **Γενικές πληροφορίες**

Το κάδμιο χρησιμοποιείται κυρίως σαν αντιδιαβρωτικό σε χάλυβες. Χρησιμοποιείται επίσης σε προσθετικά βαφής πλαστικών, μπαταρίες, ηλεκτρονικά στοιχεία και πυρηνικούς αντιδραστήρες. Μία πηγή μόλυνσης του περιβάλλοντος με κάδμιο είναι τα λιπάσματα που κατασκευάζονται από φωσφορούχα μεταλλεύματα. Στο φυσικό νερό το κάδμιο μπορεί να ευρεθεί προσροφημένο σε σωματίδια ή από την αιώρηση ιζημάτων. Η διαλυτότητα του στο νερό αυξάνεται όσο αυξάνεται η οξύτητα. Η συγκέντρωση του καδμίου σε μη μολυσμένα νερά είναι κάτω από 1 mg/l. Η μέση τιμή σε 110 σταθμούς που εξετάστηκαν ανά τον κόσμο ήταν κάτω από 1 mg/l ενώ η μέγιστη τιμή 100 mg/l βρέθηκε στο Rio Rimaο του Περού. Μόλυνση του πόσιμου νερού μπορεί να προέλθει από καδμείους προσμείξεις του ψευδαργύρου των γαλβανισμένων σωλήνων ή καδμιούχων κολλήσεων σε υδραυλικά εξαρτήματα. Το επίπεδο του καδμίου μπορεί να είναι υψηλότερο σε περιοχές που τροφοδοτούνται με μαλακό νερό χαμηλού pH καθώς αυτό τείνει να είναι πιο διαβρωτικό σε υδραυλικά συστήματα που περιέχουν κάδμιο. Η τροφή είναι συνήθως η κύρια πηγή καδμίου. Καρποί που έχουν μεγαλώσει σε μολυσμένα εδάφη ή εδάφη που αρδεύονται με μολυσμένο νερό μπορεί να περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις καδμίου. Το ίδιο ισχύει και για ζώα που μεγάλωσαν σε μολυσμένα λιβάδια. Το ήπαρ και οι νεφροί των ζώων συσσωρεύουν το κάδμιο. Σε μετρήσεις που έγιναν στην Ολλανδία την περίοδο 1977-84 ευρέθη ότι η ημερήσια πρόσληψη καδμίου με την τροφή είναι κατά μέσο όρο 20 mg. Το κάπνισμα αυξάνει την συγκέντρωση καδμίου στους κλειστούς χώρους. Η μέση ημερήσια αναπνευστική έκθεση με κάπνισμα 20 τσιγάρων είναι 2-4 mg καδμίου.

### **Χρόμιο (*Chromium* – Cr):**

#### **Διεθνής νομοθεσία**

Η Οδηγία 98/83/EK περιλαμβάνει το χρώμιο στο κατάλογο των χημικών παραμέτρων που επηρεάζουν την υγεία, Παράρτημα I μέρος B και ορίζει σαν παραμετρική τιμή 50 mg/l. Η ΠΟΥ εκτιμά ότι λόγω των διαφορετικών επιπτώσεων που έχει το τρισθενές και το εξασθενές χρώμιο στην υγεία θα έπρεπε να υπάρχουν διαφορετικά όρια για το κάθε ένα. Όμως, οι αναλυτικές δυσκολίες και οι μεταπτώσεις από το ένα σθένος στο άλλο μέσα στο νερό, ανάλογα με τις συνθήκες ευνοούν τον ορισμό μίας συνολικής τιμής. Προς το παρόν εκτιμάται ότι η τιμή των 50 mg/l είναι επαρκής για την μη πρόκληση σοβαρών κινδύνων για την υγεία. Ο νόμος για το Ασφαλές Πόσιμο Νερό των ΗΠΑ (SDWA) ορίζει σαν Μέγιστο Επιτρεπτό Όριο την τιμή 100 mg/l.

### Σημασία της παραμέτρου

Το χρώμιο που απορροφάται από τον ανθρώπινο οργανισμό είναι μέχρι το 10% του προσλαμβανόμενου. Φαίνεται ότι το εξασθενές χρώμιο  $\text{Cr}^{6+}$  απορροφάται σε μεγαλύτερο βαθμό από το τρισθενές  $\text{Cr}^{3+}$  στην γαστρεντερική οδό. Η μέση απορρόφηση στην γαστρεντερική οδό των υδατοδιαλυτών ανόργανων ενώσεων του χρωμίου εκτιμάται στο 5% ενώ για τις αδιάλυτες, όπως τα οξείδια που χρησιμοποιούνται στα χρώματα, 0.5%. Το  $\text{Cr}^{6+}$  διαπερνά ταχύτατα την κυτταρική μεμβράνη σε αντίθεση με το  $\text{Cr}^{3+}$ . Συνεπώς το χρώμιο ευρίσκεται και στα ερυθρά αιμοσφαίρια και στο πλάσμα μετά την γαστρεντερική απορρόφηση του  $\text{Cr}^{6+}$  ενώ μόνο στο πλάσμα μετά την γαστρεντερική απορρόφηση του  $\text{Cr}^{3+}$ . Το  $\text{Cr}^{6+}$  που θα διαπεράσει την κυτταρική μεμβράνη μετατρέπεται γρήγορα σε  $\text{Cr}^{3+}$  που στη συνέχεια ενώνεται με τα μακρομόρια. Το χρώμιο στον ανθρώπινο οργανισμό τείνει να συσσωρεύεται κυρίως στους λεμφαδένες και στους πνεύμονες και δευτερευόντως στη σπλήνα, το ήπαρ και στους νεφρούς. Η ημερήσια ανάγκη σε αφομοιώσιμο  $\text{Cr}^{3+}$  για ένα ενήλικα εκτιμάται σε 0.5-2 mg. Υποθέτοντας 25% απορρόφηση για το βιολογικά δεσμευμένο  $\text{Cr}^{3+}$  στην τροφή, η απαραίτητη ημερήσια τροφοδοσία σε  $\text{Cr}^{3+}$  είναι 2-8 mg. Επιδημιολογικές μελέτες έχουν δείξει ότι το  $\text{Cr}^{6+}$  εισπνεόμενο είναι καρκινογόνο (καρκίνος του πνεύμονα) και για το λόγω αυτό έχει καταταγεί από το IARC στην Κατηγορία I (καρκινογόνο για τον άνθρωπο) ενώ το μεταλλικό χρώμιο και το  $\text{Cr}^{3+}$  κατατάσσονται στην Κατηγορία 3 (δεν θεωρούνται σαν καρκινογόνα για τον άνθρωπο).

### Γενικές πληροφορίες

Το χρώμιο και τα άλατά του χρησιμοποιούνται κυρίως στα βυρσοδεψεία, στην παραγωγή καταλυτών, στα χρώματα, μυκητοκτόνα, στην βιομηχανία γυαλιού και κεραμικών και για κράματα ή επιμεταλώσεις αντιδιαβρωτικής προστασίας. Στη φύση το χρώμιο ευρίσκεται σαν  $\text{Cr}^{3+}$  ή σαν  $\text{Cr}^{6+}$  με την σχετική τους συγκέντρωση εξαρτώμενη από το pH, το δυναμικό οξειδοαναγωγής, την παρουσία οξειδωτικών ή αναγωγικών ενώσεων και άλλες φυσικοχημικές παραμέτρους. Γενικά τα άλατα του  $\text{Cr}^{6+}$  είναι πιο διαλυτά από του  $\text{Cr}^{3+}$  κάνοντας την διασπορά του στα υδάτινα συστήματα πιο εύκολη. Στα επιφανειακά νερά οι συγκεντρώσεις του χρωμίου κυμαίνονται από 1 έως 10 mg/l. Η συγκέντρωση στα επιφανειακά νερά έχει άμεση και στενή συνάρτηση με την βιομηχανική ρύπανση. Στα υπόγεια νερά η συγκέντρωση είναι συνήθως κάτω από 1 mg/l αν και ρηχές γεωτρήσεις σε περιοχές με σημαντική ρύπανση μπορεί να περιέχουν μέχρι και 10 mg/l. Η τροφή μπορεί να περιέχει από <1 έως 1300 mg/kg. Οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις έχουν βρεθεί στο κρέας, το ψάρι, τα φρούτα και τα λαχανικά. Η μέση ημερήσια δόση χρωμίου από την τροφή και το νερό κυμαίνεται από 50 έως 950 mg. Στην ποσότητα αυτή η τροφή συνεισφέρει 93-98%. Αξίζει να σημειωθεί ότι το κάπνισμα στους εσωτερικούς χώρους αυξάνει το χρώμιο κατά 10-400 φορές σε σχέση με τον ανοικτό χώρο (περίπου 1000 mg/l).

### Μόλυβδος (Lead – Pb):

#### Διεθνής νομοθεσία

Η Οδηγία 98/83/ΕΚ περιλαμβάνει τον μόλυβδο στον κατάλογο των χημικών παραμέτρων που επηρεάζουν την υγεία, Παράρτημα I μέρος Β και ορίζει σαν παραμετρική τιμή 10 mg/l. Ωστόσο, αναγνωρίζεται μια «περίοδος χάριτος» 15 ετών προκειμένου τα κράτη μέλη της ΕΕ να αντικαταστήσουν τα όποια εξαρτήματα μόλυβδου περιλαμβάνουν στα δίκτυα του πόσιμου νερού. Για αυτή την περίοδο η παραμετρική τιμή ορίζεται στα 25 mg/l. Η ΠΟΥ επίσης ορίζει την τιμή 10 mg/l,

αναγνωρίζοντας ότι ο στόχος αυτός δεν μπορεί να επιτευχθεί στο άμεσο μέλλον. Ο νόμος για το Ασφαλές Πόσιμο Νερό των ΗΠΑ (SDWA) ορίζει σαν Μέγιστο Επιτρεπτό Όριο την τιμή 15 mg/l.

#### **Σημασία της παραμέτρου**

Περισσότερο από το 80% της ποσότητας που λαμβάνεται ημερησίως, προέρχεται από την τροφή και την σκόνη. Εκτιμάται ότι η μέση ημερήσια λήψη μολύβδου από το νερό για τους ενήλικες και τα παιδιά είναι ένα μικρό ποσοστό της συνολικής ποσότητας, αλλά σημαντικό για τα νεογνά. Όμως, η ημερήσια δόση μολύβδου που λαμβάνεται με το νερό εξαρτάται από το αν υπάρχουν σωλήνες μολύβδου και από το πόσο χρόνο το νερό παραμένει στάσιμο σε αυτούς. Το 10% περίπου του μολύβδου που καταπίνουμε αφομοιώνεται στη γαστρεντερική οδό. Το ποσοστό αυτό μπορεί να είναι υψηλότερο για τα παιδιά και τα νεογνά, σε περιόδους νηστείας και σε ορισμένες διατροφικές ανωμαλίες. Ο μολύβδος έχει δύο τρόπους συσσώρευσης στον οργανισμό. Ο πρώτος, αφορά το 90% του συνολικού μολύβδου στο σώμα, είναι στα οστά και έχει ένα βιολογικό χρόνο ημι-ζωής 20 χρόνια και το συνολικό ποσό του αυξάνεται συνεχώς κατά την διάρκεια της ζωής. Ο δεύτερος, που γίνεται στο αίμα, τους ιστούς και το ανανεώσιμο μέρος των οστών αφορά το υπόλοιπο 10% και έχει βιολογικό χρόνο ημι-ζωής 20 ημέρες. Απορροφημένος μολύβδος αποβάλλεται κυρίως με το ούρο και τα κόπρανα και σε μικρότερες ποσότητες με το γάλα, τον ιδρώτα, τα μαλλιά και τα νύχια. Έχει αποδειχθεί ότι ο μολύβδος μεταφέρεται και στον πλακούντα. Σε συνθήκες χρόνιας έκθεσης στον μολύβδο γίνεται σταθερή μεταφορά του σε διάφορα όργανα του σώματος. Έτσι η συγκέντρωση μολύβδου στο αίμα χρησιμοποιείται σαν δείκτης χρόνιας έκθεσης. Η τοξικότητα του μολύβδου έχει εξεταστεί εκτενώς. Τα χαρακτηριστικά δηλητηρίασης με μολύβδο που λαμβάνεται με εισπνοή ή κατάποση περιγράφεται σαν, απώλεια της όρεξης, αναιμία, αδιαθεσία, αϋπνία, πονοκέφαλος, πόνοι στους μυς και τα οστά, τρέμουλο, παραισθήσεις, διαστρεβλωμένη αντίληψη, μυϊκή αδυναμία, γαστρίτις, αλλαγές στο ήπαρ και υψηλή πίεση. Τα κύρια συστήματα που επηρεάζονται είναι το νευρικό σύστημα, το αίμα και οι νεφροί. Ο μολύβδος σε υψηλές δόσεις θεωρείται σαν συσσωρευμένο δηλητήριο του μεταβολισμού. Περίπου το 5-15% του μολύβδου που παίρνουμε από το στόμα απορροφάται στη γαστρεντερική οδό των ενηλίκων και από αυτό το 5% δεν αποβάλλεται. Τα παιδιά αφομοιώνουν το 50% και απορρίπτουν το 20%. Υπάρχουν πειραματικές ενδείξεις ότι αυξημένες συγκεντρώσεις μολύβδου στα παιδιά μπορεί να μειώσουν την νοημοσύνη τους. Έχει υπολογιστεί ότι παιδιά και εγκυμονούσες που πίνουν νερό με συγκέντρωση 100 mg/l μολύβδο μπορεί να υποστούν αύξηση στην συγκέντρωση του αίματος 40 - 50 ml/l, ενώ στους άλλους ενήλικες είναι μέχρι 25 mg/l. Ο μολύβδος και οι ανόργανες ενώσεις του έχουν καταχωρηθεί σαν πιθανά καρκινογόνες για τον άνθρωπο σε αντίθεση με τις οργανικές ενώσεις του μολύβδου. Δεν υπάρχουν ενδείξεις ότι ο μολύβδος είναι απαραίτητος για τον άνθρωπο.

#### **Γενικές πληροφορίες**

Η κύρια οδός έκθεσης στο μολύβδο για τον πληθυσμό γενικά είναι η τροφή. Για ορισμένες ομάδες είναι η αναπνοή. Η εκτιμώμενη ημερήσια λήψη με την τροφή είναι 20 - 400 mg. Η αέρια μόλυνση συνεισφέρει περίπου 20 mg και το πόσιμο νερό λιγότερο από 20 mg. Σε περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται σωλήνες μολύβδου η συνεισφορά του πόσιμου νερού είναι μεγαλύτερη (100 mg ή και μεγαλύτερη).

## ΕΠΙΛΟΓΟΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα περισσότερα προβλήματα στην ποιότητα του πόσιμου νερού, κυρίως στις μικρές κοινότητες, απορρέουν από μολύνσεις κοπρανώδους προέλευσης. Αρκετές φορές όμως, παρουσιάζονται σοβαρά προβλήματα από χημική ρύπανση, που οφείλεται σε φυσικές ή ανθρώπινες πηγές. Για τη διερεύνηση αυτών των περιπτώσεων πρέπει να γίνουν χημικές αναλύσεις. Ωστόσο θα ήταν πολύ δαπανηρό και χρονοβόρο να προσδιορισθούν πολλές παράμετροι και σε συνεχή βάση, ιδίως σε υδρεύσεις μικρών πληθυσμών. Γι' αυτό το λόγο οι παράμετροι που συνιστώνται για την παρακολούθηση της ποιότητας του πόσιμου νερού, είναι εκείνες που θα καθορίσουν την υγιεινή και ασφάλεια του συστήματος ύδρευσης. Η Υγειονομική Διάταξη αναφέρει τις παρακάτω παραμέτρους, που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για τους ελέγχους:

- Ο Ελάχιστος έλεγχος, E1 περιλαμβάνει: Οσμή, Γεύση, Αγωγιμότητα, Υπολειμματικό χλώριο, Μικροβιολογικά.
- Ο Έλεγχος ρουτίνας, E2 περιλαμβάνει: Οσμή, Γεύση, Θολερότητα, Αγωγιμότητα, pH, Υπολειμματικό χλώριο, Νιτρικά, Νιτρώδη, Αμμωνία, Μικροβιολογικά.
- Ο Περιοδικός έλεγχος, E3 περιλαμβάνει: τον E2 και άλλες παραμέτρους.
- Ο Έκτακτος έλεγχος, E4 γίνεται σε ειδικές περιπτώσεις ή ατυχήματα. Η αρμόδια αρχή καθορίζει τις παραμέτρους ανάλογα με τις συνθήκες. Πριν από την έναρξη εκμεταλλεύσεως μιας πηγής τροφοδοσίας, είναι σκόπιμο να γίνει μία γενική ανάλυση ( πρώτη εξέταση ). Οι παράμετροι, που πρέπει να μετρηθούν θα είναι αυτές του ελέγχου ρουτίνας, στις οποίες θα μπορούσαν να προστεθούν διάφορες τοξικές ή ανεπιθύμητες ουσίες, ανάλογα με τη θέση της πηγής, το είδος του εδάφους και τη ρύπανση από βιομηχανικά απόβλητα.

Όμως τα δύο μεγαλύτερα προβλήματα σύμφωνα με την οδηγία 98/83 για την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης είναι:

- Ο ελλιπής έλεγχος, όπου υπάρχουν προβλήματα των δικτύων από τους υπεύθυνους και της εφαρμογής της νομοθεσίας,
- Η ελλιπής επιμέλεια, όπου υπάρχει η ανεπαρκής προστασία των πηγών ύδρευσης, η ανεπαρκής συντήρηση δικτύων και η ανεπαρκής αξιολόγηση προτεραιοτήτων για τα έργα εκσυγχρονισμού των δικτύων ύδρευσης.

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Κ.Υ.Α Υ2/2600/2001 (ΦΕΚ 892/11.07.2001, τροποποίηση 26.04.2007 Φ.Ε.Κ Β' 630). Σε εναρμόνιση με την Οδηγία Συμβουλίου 98/83 Ε.Ε. «Για την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης».
2. Π.Σ. Κόλλιας, «Υδρεύσεις» Επιφανειακά – Υπόγεια ύδατα – Δίκτυα διανομής – Εγκαταστάσεις, Αθήνα, 1998.
3. Μ. Παπαπετροπούλου, Α. Μαυρίδου, Μικροβιολογία του υδάτινου περιβάλλοντος, Αθήνα, 1995.
4. Γ. Π. Μαρκαντωνάτος, Στοιχεία Υγιεινής Περιβάλλοντος και Υγειονομικής Μηχανικής, Αθήνα, 1984.
5. Γ. Π. Μαρκαντωνάτος, Στοιχεία Υγιεινής Περιβάλλοντος και Υγειονομικής Μηχανικής, Αθήνα, 1984.
6. Guidelines for Drinking Water Quality. World Health Organization, 3rd Ed (2006).
7. Χαλβαδάκης Κ. Π. Υδατική Χημεία Ιαν. 2004. 4- 22.
8. Σκαρδούτσος Γ., Το νερό και η υγιεινή παροχή του, <http://www.servitoros.gr/voria/view.php/23/569>.
9. Ζανάκη Κ. 2001 Έλεγχος Ποιότητας Νερού 158-160, εκδόσεις Ίων .
10. [www.waterair.gr/default.aspx?content=pages&cid=459&lid=1#prob\\_molivdo](http://www.waterair.gr/default.aspx?content=pages&cid=459&lid=1#prob_molivdo).
11. [www.watersave.gr/site/content/view/34/33](http://www.watersave.gr/site/content/view/34/33).
12. [www.waterinfo.gr/eedyp/Paros\\_papers/pappa\\_g.pdf](http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/pappa_g.pdf).
13. Παππά Γ., Υγειονομική σημασία των χημικών παραμέτρων στο πόσιμο νερό, [http://www.geo.auth.gr/ege2004/articles/HY20\\_314.pdf](http://www.geo.auth.gr/ege2004/articles/HY20_314.pdf).
14. Βασιλικιώτη Γ. Σ. – Φυτιάνου Κ. Κ. Θεσσαλονίκη 1986 Μέθοδοι Ελέγχου Ρυπάνσεως Περιβάλλοντος, 66-68 εκδόσεις Ζήτη.
15. Αλμπάνης Γ., Φυσικές και Χημικές Διεργασίες Εξυγίανσης και Παραγωγής Πόσιμου Νερού.
16. [www.avpappas.gr/sklhro\\_nero.html](http://www.avpappas.gr/sklhro_nero.html)
17. Τάνια Αρβανιτίδου - Βαγιωνά. Υγιεινή και Περιβάλλον. Εκδόσεις University Studio Press (1992).
18. Χ. Νικολαΐδης και Θ. Κ. Κωνσταντινίδης Περιφερειακό Εργαστήριο Δημόσιας Υγείας (Π.Ε.Δ.Υ.) Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, Αλεξανδρούπολη Εργαστήριο Υγιεινής και Προστασίας Περιβάλλοντος, Τμήματος Ιατρικής, Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης (Δ.Π.Θ.), Αλεξανδρούπολη Υγειονομική σημασία του πόσιμου νερού
19. “Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater”, 17<sup>th</sup> Edition, prepared and published by America Public Health Association, America Water Association and Water Pollution Control Federation.
20. W. Fresenius, K.E. Quentin, W. Schneider (Eds), “Water Analysis” Springer – Verlag, 1998.
21. Degremont, “Water Treatment Handbook” Fifth Edition, 1979, John Wiley and Sons.
22. C.N. Sawyer and P.L. McCarty: “Chemistry for Environmental Engineering”, Third Edition, 1978, McGraw – Hill International Editions (Chemical Engineering Series).
23. World Health Organization, “Guidelines for Drinking Water Quality”, Volume 1, 2, 3 Second Edition, 1993.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	2
ABSTRACT .....	3
ΠΡΟΛΟΓΟΣ .....	4
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	5
2. ΤΟ ΝΕΡΟ .....	6
2.1 Η σύστασή του .....	6
2.2 Φυσικές ιδιότητες του νερού .....	7
2.3 Χημικές ιδιότητες του νερού .....	7
2.4 Η σκληρότητα του νερού.....	8
2.5 Πόσιμα νερά .....	9
3. ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΤΟΥ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ .....	10
3.1 Το πόσιμο νερό προέρχεται .....	10
3.2 Νερό μέσο ζωής ανάγκη προστασίας .....	11
3.3 Οι τρεις καταστάσεις του νερού .....	13
3.4 Δομή του μορίου .....	13
4. ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΝΕΡΟΥ .....	14
4.1 Ποιότητα πόσιμου νερού .....	15
4.2 Εκτίμηση της ποιότητας του πόσιμου νερού .....	16
4.3 Το νερό .....	16
4.4 Φυσικά νερά .....	16
5. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΠΟΥ ΑΦΟΡΑ ΤΟ ΠΟΣΙΜΟ ΝΕΡΟ .....	17
5.1 Η κύρια χρήση του νερού .....	17
5.1.1 Παράγοντες που επηρεάζουν την κατανάλωση του πόσιμου νερού .....	17
5.1.2 Για τη σωστή και ασφαλή λειτουργία ενός δικτύου ύδρευσης απαιτούνται ορισμένες ενέργειες .....	18
5.2 Νομοθεσία .....	19
5.2.1 Σε γενικές γραμμές με την ανωτέρω ορίζονται .....	20
5.2.2 Υπενθυμίζεται ότι τα κυριότερα στοιχεία που εξετάζονται κατά την υγειονομική αναγνώριση .....	21
5.2.3 Ερμηνεία αποτελεσμάτων .....	21
6. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΟ ΠΟΣΙΜΟ ΝΕΡΟ .....	22
6.1 Χημική σύσταση νερών .....	22
6.1.1 Κύριες αντιδράσεις .....	23
6.1.2 Κύρια ανόργανα συστατικά .....	24
6.1.3 Δείκτες ποιότητας νερού .....	25
7. ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ .....	25
8. ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΤΟ ΠΟΣΙΜΟ ΝΕΡΟ .....	28
ΕΠΙΛΟΓΟΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	52
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	53

