



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΟΡΩΝ

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

(ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ, ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ, ΓΕΩΛΟΓΙΑ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ)

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Γεωλογική και υδροχημική μελέτη των ιστορικά
ιαματικών πηγών της περιοχής Τεμενίων, δυτική Κρήτη»**

Βαρδαλή Αναστασία

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Μανούτσογλου Ε., Καθηγητής (επιβλέπων)

Καλλίθρακας-Κοντός Ν. Καθηγητής

Σπανουδάκης Ν. Δρ. ΕΔΙΠ

Χανιά, 14/9/2018

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις των εξεταστών.

Ευχαριστίες

Με την επιτυχή ολοκλήρωση αυτής της εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους εκείνους που με καθοδήγησαν, με βοήθησαν και μοιράστηκαν τη γνώση και την εμπειρία τους μαζί μου. Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ. Εμμανουήλ Μανούτσογλου για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε αναθέτοντας μου τη παρούσα εργασία. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω το Δρ. Νικόλαο Σπανουδάκη, για τη καθοδήγηση, τη προθυμία του να μου παρέχει τη πολύτιμη βοήθεια του, τη κατανόησή του και την άριστη συνεργασία μας. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω το καθηγητή Νικόλαο Καλλίθρακα-Κοντό, για την τιμή που μου κάνει να είναι μέλος της εξεταστικής επιτροπής και την καθηγήτρια Ευπραξία Μαριά για την πολύτιμη βοήθειά της. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και τους φίλους μου για τη στήριξη και την εμπιστοσύνη που μου παρείχαν σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Περίληψη

Οι πηγές της περιοχής Τεμενίων είναι οι μόνες πηγές σε όλη τη Δυτική Κρήτη που έχουν αναγνωριστεί και λειτουργήσει ως ιστορικά ιαματικές πηγές με το Βασιλικό Διάταγμα της 31ης Αυγούστου 1957, αν και από τότε το νομοθετικό πλαίσιο έχει αλλάξει. Η παρούσα διπλωματική εργασία, ασχολήθηκε με τη γεωλογική και την υδροχημική ανάλυση των πηγών Μέσα Χωριό και Τζανουδιανά στην ευρύτερη περιοχή Τεμενίων. Όσον αφορά στο γεωλογικό περίγραμμα της περιοχής μελέτης, εργασίες πεδίου έδειξαν ότι οι δύο κύριες πηγές φιλοξενούνται εντός των μεταμορφωμένων πετρωμάτων του Φυλλιτικού Καλύμματος. Αν και στην ευρύτερη περιοχή υπάρχουν σε πολλές θέσεις εναλλαγές σχιστολίθων με μεταεβαπορίτες η χημική σύσταση των πηγών δεν επηρεάζεται από αυτούς. Τα δείγματα που λήφθηκαν σε τρεις δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν στις πηγές κατά την διάρκεια δύο υγρών και μιας ξηρής περιόδου επέτρεψαν τον καθορισμό των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών τους. Οι άμεσες μετρήσεις θερμοκρασιών επιτρέπουν την

ταξινόμηση των πηγών ως υπόθερμων. Με βάση τα αποτελέσματα που προέκυψαν από λεπτομερείς αναλύσεις κύριων ιόντων και ιχνοστοιχείων των υδάτων των πηγών στις τρεις διαφορετικές περιόδους και με βάση την θέση κατανομής των διαφόρων ιόντων στα εμπειρικά υδροχημικά διαγράμματα, τα ιστορικά ιαματικά ύδατα των πηγών χαρακτηρίζονται ελαφρώς όξινα, Na-Ca-Mg-Cl-HCO₃ τύπου και με μικρές συγκεντρώσεις ολικά διαλυμένων ιόντων (TDS), γεγονός που τα κάνει κατάλληλα για δίαιτα πτωχή σε νάτριο. Σε αντίθεση με την πλειονότητα των ιαματικών υδάτων που χαρακτηρίζονται από αυξημένα TDS και για αυτόν το λόγο χαρακτηρίζονται ως μεταλλικά νερά, τα νερά από την περιοχή Τεμενίων στηρίζουν τις ιαματικές τους ιδιότητες στο γεγονός ότι είναι ολιγομεταλλικά, δηλαδή περιέχουν λιγότερα διαλυμένα άλατα. Λόγω αυτών των χημικών χαρακτηριστικών συγκρίθηκαν διαλυτότητες συγκεκριμένων αλάτων των νερών των πηγών Τεμενίων με τις ποσότητες που περιέχονται σε νερό, που θεωρητικά πρέπει να καταναλώνει ο άνθρωπος ημερησίως και στο νερό που καταναλώνει στη πραγματικότητα ο μέσος άνθρωπος. Εκτός αυτών έγινε επίσης σύγκριση των ποσοτήτων των διαλυμένων κύριων ιόντων με κύρια ιόντα εμφιαλωμένων νερών από διάφορες πηγές της Κρήτης και των ιστορικά ιαματικών νερών των πηγών Μέσα Χωριό και Τζανουδιανά και εξήχθησαν χρήσιμα συμπεράσματα.

Abstract

The historical healing springs of Temenia are the only springs of Chania and Western Crete that have been recognized and utilized as healing springs with the Royal Decree of 31 August 1957, although since then the legal framework has been modified. This diploma thesis was focused in the geological and hydrochemical analysis of the Mesa Chorio and Tzanoudiana springs. According to the geological setting of the area and field work, the springs are hosted in the metamorphic Phyllitic nappe. Although the wider area is characterized by alternated schist and meta-evaporite rocks, the chemical composition of the waters is not affected. The water samples which were collected in three periods, two during the wet and one during the dry period, allowed the study of the physicochemical characteristics of the springs. The in situ measurements of the temperature imply that the springs are subthermal. According to the detailed chemical analyses of the water samples, for the major ions and trace elements content, for the

three periods and the consequent hydrochemical diagrams, the historical healing waters of the springs are characterized as slightly acidic, of Na-Ca-Mg-Cl-HCO₃-type with Very Low TDS, thus suitable for a low sodium diet. Unlike the majority of the healing waters which are characterized as mineral due to their elevated TDS levels, the waters from the Temenia region ought their healing nature to the fact that they are “very low mineral” waters. The concentrations of certain dissolved salts of the waters of the Temenia springs were compared with the amounts contained in water, which an adult should theoretically consume daily and with the water actually consumed by an average adult. In addition, the concentrations of dissolved minerals of the Mesa Chorio and Tzanoudiana springs were also compared with the concentrations of bottled waters from various springs of Crete and useful conclusions were drawn.

Πίνακας περιεχομένων

| | |
|---|----|
| Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή | 6 |
| Κεφάλαιο 2 Γεωλογία και Υδρογεωλογία..... | 9 |
| 2.1 Γεωλογία | 9 |
| 2.1.1 Γεωλογία της Κρήτης..... | 9 |
| 2.1.2 Γεωλογία περιοχής μελέτης..... | 11 |
| 2.1.3 Φυλλιτική - Χαλαζιτική σειρά στη Κρήτη | 13 |
| 2.2 Υδρογεωλογία | 14 |
| 2.2.1 Είδη Πηγών | 14 |
| 2.2.2 Θερμές, ζεστές και ιαματικές πηγές | 17 |
| 2.2.3 Ταξινόμηση Πηγών | 19 |
| 2.2.4 Καρστικές πηγές και καρστικοί υδροφόροι ορίζοντες | 20 |
| Κεφάλαιο 3. Φυσικές και χημικές παράμετροι του νερού | 22 |
| 3.1 Φυσικές παράμετροι..... | 22 |
| 3.2 Η προέλευση των κύριων ιόντων και των ιχνοστοιχείων στο νερό και τα οφέλη στον ανθρώπινο οργανισμό..... | 23 |
| 3.2.1 Κύρια στοιχεία..... | 23 |
| 3.2.2 Ιχνοστοιχεία..... | 30 |
| 3.3 Νομοθετικό Πλαίσιο | 42 |
| Κεφάλαιο 4 Δειγματοληψία, Επεξεργασία και Παρουσίαση Αποτελεσμάτων | 46 |
| 4.1 Εισαγωγή | 46 |
| 4.2 Δείγματα στην περιοχή μελέτης Τεμένια | 46 |
| 4.3 Υδροχημικά διαγράμματα | 52 |
| 4.4 Δείκτης κορεσμού ορυκτών (SI) | 56 |
| 4.5 Υδατικά Είδη..... | 57 |
| 4.6 Σύγκριση των υδάτων της περιοχής Τεμενίων με εμφιαλωμένα νερά διάφορων περιοχών της Κρήτης..... | 76 |
| Κεφάλαιο 5 Συμπεράσματα..... | 78 |
| Διεθνής Βιβλιογραφία | 80 |
| Ελληνική Βιβλιογραφία..... | 87 |
| Παράρτημα | 88 |

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή

Ἡ Ἑλλάς κατέχει αληθῶς προνομιοῦχον θέσιν μεταξύ των χωρῶν, αἵτινες πλουσίως ἐπροικίσθησαν ὑπὸ τῆς φύσεως ἀπὸ ποικίλης συστάσεως μεταλλικά ἱαματικά ὕδατα. Πρῶτον διότι εἰς τὰ ἐδάφη αὐτῆς ἀναβλύζει μέγας ἀριθμὸς μεταλλικῶν πηγῶν καὶ δεύτερον διότι ὅλοι οἱ τύποι καὶ αἱ κατηγορίαι τῶν μεταλλικῶν ὑδάτων ἀπαντῶσι παρ' αὐτῇ. Ὑδατα θειούχα καὶ ὑδροθειούχα, ἀλκαλικά, σιδηροῦχα, ραδιενεργά καὶ πλουσίως ραδιενεργά, χλωριονατριοῦχα, ἀκρατοθερμαί, ἀλιπηγαί καὶ ὀξυπηγαί, δηλαδὴ παντός εἶδους μεταλλικά ὕδατα, ἀναπηδῶσιν ἐκ των ἐγκάτων τῆς γῆς τῆς Χώρας ταύτης.

.....

Ἡ Νῆσος Κρήτη δὲν φημίζεται διὰ τὰς ἱαματικάς αὐτῆς πηγάς. Καὶ συμβαίνει τοῦτο κυρίως διότι δὲν ἔχει θερμάς πηγάς, δὲ αἱ εἰς αὐτὴν ἀναβλύζουσαι πλεῖσται ὅσαι ψυχραὶ μεταλλικαὶ τοιαῦται. Ἡ συγκέντρωσις τῶν στοιχείων καὶ δημοσίευσίς δια τοῦ παρόντος τεύχους τῶν ἀφορώντων τὰς μεταλλικάς ἐν Κρήτῃ πηγάς, ἐξ ὧν προκύπτει ὅτι ἐν τῇ μεγαλονήσῳ εὐρίσκονται 101 μεταλλικαὶ πηγαί, ἐκ τῶν ὁποίων 39 ἐν χρήσει θα δώσῃ ἀσφαλλῶς ἀφορμὴν εἰς τὴν μετὰ μείζονος προσοχῆς καὶ ζήλου παρακολούθησιν τοῦ ζητήματος καὶ δὴ τὴν χημικὴν πρωτίστως ἔρευναν τῶν ἐν λόγῳ πηγῶν. Βεβαίως αἱ πλεῖσται τῶν μεταλλικῶν πηγῶν τῆς Κρήτης εἶναι σιδηροῦχοι ἀλατοῦχοι πηγαί καὶ ὡς τοιαῦται χρησιμοποιοῦνται. Ὑπάρχουν ὅμως καὶ πηγαὶ μὲ ὕδατα μεταλλικά ἐντελῶς διαφόρου συστάσεως. Καὶ ἐὰν ἐπιτύχωμεν ἐλαχίστας ἐξ αὐτῶν, ἔστω καὶ δύο-τρεῖς, νὰ ἀναδείξωμεν ἐν Κρήτῃ, θὰ ἔχωμεν ἐπιτύχει κάτι πολλοῦ λόγου ἄξιον (Λέκκας 1938).

Αἰξίζει νὰ σημειωθεῖ ὅτι ἔχει περάσει σχεδὸν μια ἐκατονταετία ἀπὸ τὴν δημοσίευσιν αὐτοῦ τοῦ κειμένου καὶ δυστυχῶς δὲν ἔχει ξεκινήσει συστηματικὴς υδροχημικὴς ἀναλύσεις, ἐρμηνεία των μηχανισμῶν γένεσης των πηγῶν ἀδιάλειπτης παροχῆς στὴν Κρήτη καὶ εξέταση τους ὡς πρὸς τὰς ἱαματικὰς ιδιότητες. Φυσικὰ τὴν μεταπολεμικὴν περίοδο οἱ προσπάθειες ἐπικεντρώθηκαν στὴν εξασφάλισιν πόσιμου νεροῦ σὲ ὅλα, ἀκόμα καὶ τὰ μικρὰ χωριά, τὰς ἐπόμενες δεκαετίες οἱ περιφερειακὲς ἀλλὰ καὶ οἱ τοπικὲς ἀρχὲς ἀσχολήθηκαν με τὴν αὐξημένη ζήτησιν νεροῦ ἀπὸ τὰς συστηματικὰς καλλιέργειες καὶ τὸν συνεχῶς αὐξανόμενον τουρισμὸν τοῦ νησιοῦ τῆς Κρήτης καὶ τὴν

τελευταία δεκαετία ασχολούνται αφενός με την συστηματικά καταγραφή του υδατικού δυναμικού ταυτόχρονα με μια σωρεία προβλημάτων όπως η μείωση στάθμης υδροφόρων οριζόντων, τα εκτεταμένα φαινόμενα υφαλμύρινσης, αλλά και την σταδιακή υποβάθμιση της ποιότητας πόσιμου και αρδεύσιμου νερού από μια σειρά παραμέτρων, κυρίως ανθρωπογενούς προέλευσης (Μανούτσογλου 2017).

Η παρούσα διπλωματική έχει σκοπό τη γεωλογική και υδροχημική μελέτη των ιστορικών, ακρατόθερμων ιαματικών πηγών της περιοχής Τεμενίων (χάρτης σχήματος 1.1).

Συλλέχθηκαν δείγματα από δύο πηγές της περιοχής Τεμενίων, Μέσα Χωριό (πηγή 1) και Τζανουδιανά (πηγή 2), σε τρεις διαφορετικές ημερομηνίες δειγματοληψίας. Η πρώτη δειγματοληψία έγινε στις 19/3/2017 (Temenia 1.1 και Temenia 2.1), η δεύτερη στις 27/8/2017 (Temenia 1.2 και Temenia 2.2), και η τρίτη στις 2/1/2018 (Temenia 1.3 και Temenia 2.3).

Στην συνέχεια, στηριζόμενοι στις εργαστηριακές υποδομές του Πολυτεχνείου Κρήτης, πραγματοποιήθηκαν χημικές αναλύσεις των κύριων στοιχείων και ιχνοστοιχείων (των υδάτων) και με την βοήθεια του λογισμικού AQUACHEM της Waterloo Hydrogeologic, δημιουργήθηκε βάση δεδομένων με τα δείγματα της υπό μελέτη περιοχής, των Τεμενίων. Τα δείγματα μελετήθηκαν και συγκρίθηκαν ως προς την περιεκτικότητα τους σε κύρια ανιόντα και κατιόντα μέσω υδροχημικών διαγραμμάτων και ως προς τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά τους (pH, θερμοκρασία T (°C), συνολικά διαλυμένα στερεά TDS, ηλεκτρική αγωγιμότητα EC, δυναμικό οξειδοαναγωγής Eh κ.τ.λ.). Ακόμα, υπολογίστηκε ο δείκτης κορεσμού SI (δείκτης Langelier), για ορισμένα ορυκτά αλλά και τα υδατικά είδη που βρίσκονται εν διαλύσει στο νερό. Τέλος, έγινε η σύγκριση των υδάτων της περιοχής Τεμενίων με εμφιαλωμένα νερά από διάφορες πηγές ή γεωτρήσεις της Κρήτης.

Η εργασία αποτελείται από 4 ακόμη κεφάλαια : Στο 2^ο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην γεωλογία της Κρήτης και πιο συγκεκριμένα στο γεωλογικό περίγραμμα της περιοχής των Τεμενίων. Αναφέρονται επίσης, γενικά υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά διάφορων τύπων πηγών. Στο 3^ο κεφάλαιο αναφέρονται αρχικά οι φυσικές και χημικές παράμετροι του νερού και στη συνέχεια τα νομοθετικά όρια των τιμών των παραμέτρων του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης. Στο 4^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα δείγματα που συλλέχθηκαν από την υπό μελέτη περιοχή και εν συνεχεία λαμβάνει χώρα η εκτίμηση της σύστασης του νερού. Παρουσιάζονται επίσης, τα υδροχημικά χαρακτηριστικά των δειγμάτων με τη δημιουργία υδροχημικών διαγραμμάτων, τα

υδατικά είδη και η σύγκριση των υδάτων της περιοχής Τεμενίων με εμφιαλωμένα νερά από διάφορες πηγές ή γεωτρήσεις της Κρήτης. Στο 5^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την εν λόγω διπλωματική εργασία.



Σχήμα 1.1 Η περιοχή μελέτης (Τεμένια) και οι δύο μελετώμενες πηγές (Μέσα Χωριό και Τζανουδιανά)



Σχήμα 1.2 Υπόμνημα του παραπάνω χάρτη

Κεφάλαιο 2 Γεωλογία και Υδρογεωλογία

2.1 Γεωλογία

2.1.1 Γεωλογία της Κρήτης

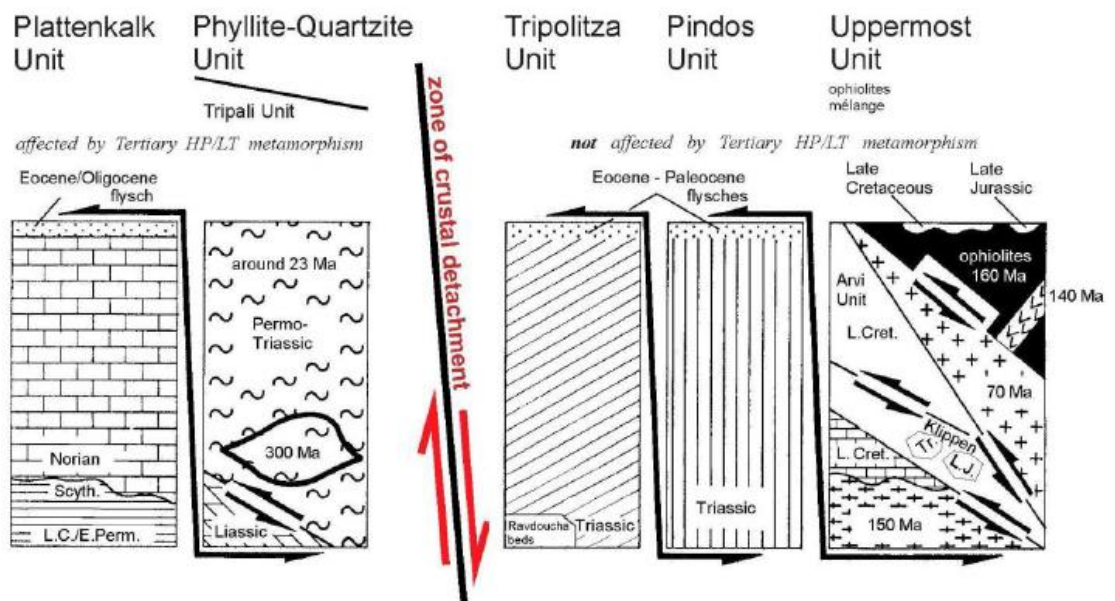
Η Κρήτη έχει μια ιδιαίτερα σύνθετη και πολύπλοκη γεωλογική δομή που καθορίστηκε από τις αλπικές ορογενετικές διαδικασίες στην Ανατολική Μεσόγειο, λόγω σύγκλισης της λιθοσφαιρικής πλάκας της Ευρασίας με την πλάκα της Αφρικής. Χαρακτηρίζεται από πολύπλοκα τεκτονικά γεγονότα όπως η τοποθέτηση αλληπάληλων τεκτονικών καλυμμάτων, η συμπίεση που εναλλάσσεται με την έκταση, η κατάρρευση των τεκτονικών καλυμμάτων, την εκταφή μεταμορφωμένων πετρωμάτων HP/LT καθώς και την δημιουργία ιζηματογενών λεκανών κατά το Νεογενές και Τεταρτογενές αλλά και την ανύψωση των πετρωμάτων του Νοεγενοϋς αλλά και του Τεταρτογενοϋς σε υψόμετρα εκατοντάδων μέτρων (Peterek & Schwarze, 2004). Αν και λείπουν πλουτώνιες δεισιδύσεις και μαγματικοί θάλαμοι στην ευρύτερη περιοχή της Κρήτης η έντονη κυρίως νεοτεκτονική δραστηριότητα σε συνδυασμό με μια λιθοστρωματογραφική διάταξη υδρογεωλογικά περατών και αδιαπέρατων στρωμάτων δημιουργούν συνθήκες ανάπτυξης όχι μόνο γεωθερμικών πεδίων χαμηλής ενθαλπίας, αλλά και εκατοντάδων πηγών που ορισμένες με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά (όξινη, υπόθερμη) χρίζουν ιδιαίτερης μελέτης (Μανούτσογλου 2017).

Στη Κρήτη παρατηρείται η ακόλουθη σειρά από βάση ως την κορυφή της τεκτονικής επαλληλίας.

- *Ομάδα Πλακωδών Ασβεστολίθων, παραυτόχθονη ομάδα, δύο κλαστικές ακολουθίες στην βάση και την οροφή που περικλείουν ανθρακικά με κερατολίθους, Πέρμιο έως Ολιγόκαινο.*
- *Ενότητα Τρυπαλίου αποτελούμενη από ημιμεταμορφωμένα έως μεταμορφωμένα κυρίως ανθρακικά πετρώματα ηλικίας Τριαδικό έως Λιάσιο.*
- *Ενότητα Φυλλιτών – Χαλαζιτών (Manutsoglu 2001) με ηλικία Άνω Πέρμιο έως και το Κάρνιο όπου στα κατώτερα τμήματα παρουσιάζονται εντός δολομιτών*

και ραουβάκων εμφανίσεις γύψου και ανυδρίτου και στα ανώτερα εναλλαγές φυλλιτών με στρώσεις χαλαζιτών και στρώσεις μετα-ηφαιστίτων.

- Ζώνη της Τρίπολης με το κατώτερο τμήμα να αποτελείται από την αργιλοσχιστολιθική – ανθρακική σειρά Ραβδούχα, το ανώτερο τμήμα από την ανθρακική σειρά της Τρίπολης και τέλος, στο ανώτατο τμήμα της σειράς παρουσιάζεται ο φλύσχος της Τρίπολης.
- Ζώνη Ωλονού – Πίνδου, όπου στην Κρήτη εντοπίζεται με τρεις σειρές: Πίνδου στη Δυτική Κρήτη με την τυπική στρωματογραφική ακολουθία της ενότητας της Πίνδου, Εθιάς στην Κεντρική Κρήτη και Μαγκασσά στην Ανατολική Κρήτη (Φυτρολάκης, 1980).
- Ανώτατη ενότητα, ένα σύνθετο πολύμεικτο λιθοφασικά τεκτονικό σύμπλεγμα που αποτελείται από επαλληλία καλυμμάτων (Bonneau 1984).



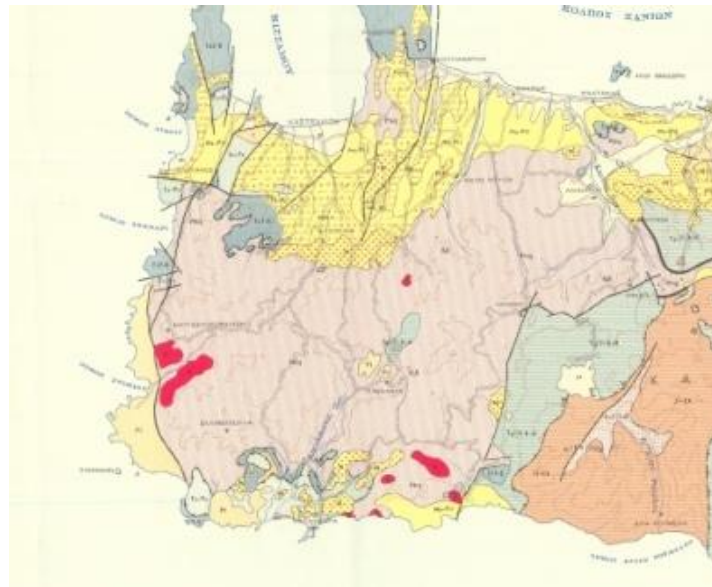
Σχήμα 2.1 Τεκτονική διάταξη των τεκτονοστρωματογραφικών ενοτήτων στην Κρήτη (τροποποιημένη από Seidel et al., 1982).

2.1.2 Γεωλογία περιοχής μελέτης

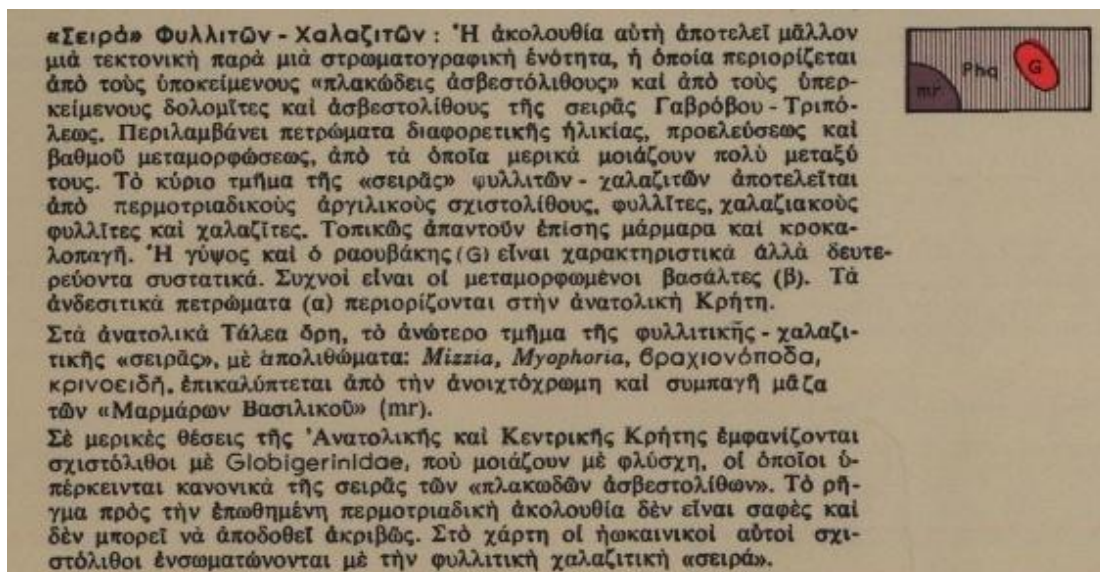
Όπως φαίνεται και από τα σχήματα 2.2, 2.3 και 2.4, η ευρύτερη περιοχή των Τεμενίων δομείται από μεταμορφωμένα πετρώματα του Φυλλιτικού Καλύμματος. Στην στενή περιοχή που εκρρέουν οι πηγές επικρατούν πετρώματα κυρίως της «Σειράς Φυλλιτών-Χαλαζιτών», της οποίας το κύριο τμήμα αποτελείται από περμοτριάδικούς αργιλικούς σχιστόλιθους, φυλλίτες, χαλαζιακούς φυλλίτες και χαλαζίτες. Τοπικά εμφανίζονται μάρμαρα και κροκαλοπαγή. Δευτερεύοντα αλλά χαρακτηριστικά συστατικά είναι τόσο η γύψος και ο ραουβάκης όσο και τα αδρομερή λατυποπαγή (ασβεστολιθικές λατύπες ποικίλης προελεύσεως και ηλικίας) και λατυποποιημένοι ασβεστόλιθοι.

Το χωριό Τεμένια συνδέεται με δρόμο με το χωριό Καμπανού. Η περιοχή Τεμενίων απαρτίζεται από κρυσταλλοσχιστώδες και κυρίως από τα κατώτερα μέλη αυτού. Κατά τη διαδρομή από Καμπανού προς Τεμένια και δίπλα στο χωριό Μάζα έχει παρατηρηθεί αρκετά εκτεταμένο κοίτασμα γύψου.

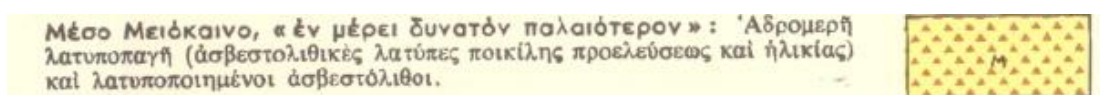
Στα Τεμένια και ειδικά στην τοποθεσία Δασκαλάκη Χάνι απαντά φλέβα χαλκούχου πυρίτη με σύνδρομο χαλαζία εντός ρηξιγενούς πετρώματος αποτιθέμενο εντός του κρυσταλλο-σχιστώδους. Στα χωριά Καμπανού και Τεμένια υπάρχουν πυρίτες σε μορφή χαλκοπυρίτη και υπό μορφή φλεβών εντός του κρυσταλλο-σχιστώδους, με μικρό τμήμα της φλέβας στα άκρα προς τον λειμωνίτη, οξειδωμένο. Οι παρείσακτες φλέβες και κοίτες λειμωνίτη θεωρείται ότι έχουν προέλθει από την οξείδωση κοιτασμάτων πυριτών. Είχε πραγματοποιηθεί παλαιότερα μικρή ερευνητική εργασία η οποία σταμάτησε μόλις ανευρέθηκε μετάλλευμα. Το κοίτασμα των Τεμενίων παρουσιάζει ενδιαφέρον για το λόγο ότι συνδέει γενετικά τους χαλκούχους πυρίτες με εκρηξιγενής σχηματισμούς του κρυσταλλοσχιστώδους (Σπανάκης 2015).



Σχήμα 2.2 Γεωλογικός χάρτης της υπό μελέτη περιοχής



Σχῆμα 2.3 Υπόμνημα 1 του γεωλογικού χάρτη



Σχῆμα 2.4 Υπόμνημα 2 του γεωλογικού χάρτη

2.1.3 Φυλλιτική - Χαλαζιτική σειρά στη Κρήτη

Οι σχηματισμοὶ τῆς Φυλλιτικῆς - Χαλαζιτικῆς σειρᾶς στὴν Κρήτη εἶναι ἀπωθημένοι πάνω στὴν Ενότητα Τρύπαλι ἢ πάνω στους ἀνώτερους ὀρίζοντες τῆς Ενότητος τῶν Plattenkalk (στους Πλακώδεις Ἀσβεστόλιθους) ἢ στο μεταφλύσχη τῆς Ενότητος αὐτῆς.

Πιο συγκεκριμένα, στὴν Κρήτη πάνω στὴ Φυλλιτικὴ - Χαλαζιτικὴ σειρά βρίσκεται τεκτονικά ἢ ἀνθρακικὴ σειρά τῆς ζώνης Γαβρόβου - Τρίπολης με τὸ σχιστολιθικὸ (κατὰ κανόνα) ὑπόβαθρο τῆς. Αὐτό, ὅπως εἶναι φυσικὸ, ἔχει σαν συνέπεια νὰ εἶναι δύσκολη ἡ διάκριση τῆς τεκτονικῆς αὐτῆς επαφῆς, ἐπειδὴ αὐτὴ γίνεται μεταξύ σχιστολιθικῶν, γενικά, πετρωμάτων, τοῦ υποβάθρου τῆς ζώνης Γαβρόβου - Τρίπολης καὶ τῆς Φυλλιτικῆς - Χαλαζιτικῆς σειρᾶς.

Το κατώτερο τμήμα τῆς Φυλλιτικῆς - Χαλαζιτικῆς σειρᾶς ἀποτελεῖται ἀπὸ δολομιτικούς ἀσβεστόλιθους, μαύρους ἀργιλικούς σχιστόλιθους, σχιστοψαμμίτες καὶ ραουβάκες με κοιτάσματα γύψου – ἀνυδρίτη. Ἀντίθετα, τὸ ἀνώτερο τμήμα τῆς σειρᾶς αὐτῆς

αποτελείται κυρίως από εναλλασσόμενους φυλλίτες και χαλαζίτες, με παρεμβολές λεπτοστρωματοδών μαρμάρων και μετακροκαλοπαγών, καθώς και σωμάτων μεταβασαλτών (N. Creuzburg & E. Siedel, 1975 κ.ά.).

Το πάχος της Φυλλιτικής - Χαλαζιτικής σειράς στη Δυτική Κρήτη είναι μεγαλύτερο από 1.500m (N. Φυτρολάκης, 1980).

Επίσης, οι σχηματισμοί της σειράς αυτής χαρακτηρίζονται από μεταμόρφωση υψηλών πιέσεων και χαμηλών θερμοκρασιών.

Τέλος, οι σχηματισμοί της Φυλλιτικής - Χαλαζιτικής σειράς αποτελούν την προς τα κάτω κανονική στρωματογραφική μετάβαση της ανθρακικής σειράς της ζώνης Γαβρόβου - Τρίπολης, με τη μεσολάβηση ενός μεταβατικού ορίζοντα μαργαϊκών ασβεστόλιθων με παρεμβολές κλαστικών στρωμάτων στη βάση του, που έχει ονομαστεί Σχηματισμός Ραβδούχων. Επίσης, στην Κρήτη οι σχηματισμοί της Φυλλιτικής - Χαλαζιτικής σειράς έχουν μεταμορφωθεί σε συνθήκες μέσων έως υψηλών πιέσεων και θερμοκρασίας 300-400°C και ότι τα ευρεθέντα, κατά καιρούς, απολιθώματα δίνουν στους σχηματισμούς της σειράς αυτής Άνω Περμική - Τριαδική (Κάρνιο ή λίγο νεότερη) ηλικία (V. Karakitsios 1987).

2.2 Υδρογεωλογία

Ένας υδροφορέας είναι ένας γεωλογικός σχηματισμός ή ομάδα υδραυλικά συνδεδεμένων γεωλογικών σχηματισμών που αποθηκεύουν και μεταδίδουν σημαντικές ποσότητες πόσιμου νερού. Τα κεφάλαια που ακολουθούν (2.2.1, 2.2.2, 2.2.3), αποτελούν αποσπάσματα του κειμένου Groundwater Hydrology of Springs των (Neven Kresic & Zoran Stevanovic 2010) που έχουν αποδοθεί στα ελληνικά.

2.2.1 Είδη Πηγών

Η **πηγή** είναι μία συγκεντρωμένη εκροή υπόγειου νερού που εμφανίζεται στην επιφάνεια του εδάφους ως ένα ρεύμα νερού που ρέει ελεύθερα. Οι πηγές και οι αναβλύσεις συνδέονται στενά με τον κύκλο του νερού στη φύση. Τα νερά των βροχών διεισδύουν στο υπέδαφος όπου συγκεντρώνονται σε υπόγειους ταμιευτήρες και στην συνέχεια βρίσκουν διέξοδο στην επιφάνεια μέσω των πηγών.

Η **πηγή διαρροής** είναι ένας γενικός όρος που χρησιμοποιείται για να δείξει διάχυτη εκκένωση νερού, συνήθως από μη στερεοποιημένα ιζήματα, όπως άμμο και χαλίκι, ή από χαλαρό έδαφος.

Η **πηγή θραύσης** (ή σχισμών) αναφέρεται σε συγκεντρωμένη εκκένωση νερού από τα ρήγματα, τις συνδέσεις, τα σχισίματα και άλλα θραύσματα στο πέτρωμα.

Ο όρος **σωληνοειδή πηγή** (ή πηγή σπηλαίου) χρησιμοποιείται μερικές φορές για να περιγράψει τη ροή από σχετικά μεγάλα ανοίγματα στα πετρώματα. Αυτές οι πηγές είναι χαρακτηριστικές των καρστικών σχηματισμών του εδάφους.

Οι **δευτερεύουσες πηγές** προέρχονται από τοποθεσίες που βρίσκονται μακριά από την κύρια εκκένωση της πηγής, η οποία καλύπτεται από κολλούβια (θραύσματα από πέτρες) ή άλλα φυσικά συντρίμια και ως εκ τούτου δεν είναι ορατή. Κατά τον εντοπισμό τέτοιων πηγών, πρέπει να γίνει κάθε προσπάθεια να αφαιρεθούν όλα τα συντρίμια και να βρεθεί το κύριο άνοιγμα ή ανοίγματα, καθώς οι δευτερεύουσες θέσεις εκκένωσης τείνουν να μεταναστεύουν με την πάροδο του χρόνου.

Γενικά, όταν η επαφή μεταξύ των πετρωμάτων (ιζήματα) και του αδιαπέρατου υποκείμενου πετρώματος κλίνει προς τη πηγή, προς την κατεύθυνση της ροής των υπόγειων υδάτων και ο υδροφορέας είναι πάνω από αυτή την αδιαπέρατη επαφή, η πηγή ονομάζεται **πηγή φθίνουσας επαφής**. Όταν η αδιαπέραστη επαφή κλίνει μακριά από τη πηγή, σε μια διεύθυνση αντίθετη από τη ροή του υπόγειου νερού, η πηγή ονομάζεται **πηγή επαφής υπερχειλίσσης**.

Όταν τα υπόγεια ύδατα αναγκάζονται να ανεβαίνουν από τα μεγαλύτερα βάθη του υδροφόρου ορίζοντα κατά μήκος της επαφής λόγω υδροστατικής πίεσης, η πηγή ονομάζεται **αύξουσα ή αρτεσιανή**. Τέτοιες πηγές συνήθως έχουν σταθερή θερμοκρασία νερού, που αν είναι υψηλότερη από τη μέση θερμοκρασία του αέρα στη θέση τους, τις καθιστά θερμές πηγές.

Οι **διακοπτόμενες πηγές** εκκενώνονται μόνο για μια χρονική περίοδο, ενώ άλλες φορές είναι ξηρές, αντανakλώντας άμεσα το σχέδιο επαναφόρτισης του υδροφορέα. Μπορούν να βρεθούν σε ομαδοποιημένα και μη στερεοποιημένα πετρώματα όλων των τύπων, αλλά οι πιο ενδιαφέρουσες είναι οι πηγές που εκκενώνονται από καρστικούς υδροφορείς.

Οι *πηγές εκκένωσης και ροής, ή οι περιοδικές πηγές*, βρίσκονται συνήθως σε ασβεστολιθικό (καρστ) έδαφος. Η εκκένωσή τους συμβαίνει σε σχετικά ομοιόμορφα χρονικά διαστήματα και εξηγείται από την ύπαρξη ενός σιφωνιού στο πέτρωμα που βρίσκεται πίσω από τη πηγή.

Η εκκένωση υπογείων υδάτων σε επιφανειακά υδατικά συστήματα είναι σε πολλές περιπτώσεις κάτω από την επιφάνεια των επιφανειακών υδάτων και δεν είναι άμεσα ορατή. Αυτή η εκκένωση μπορεί να είναι είτε διάχυτη, είτε να είναι συγκεντρωμένη υπό μορφή βυθισμένων πηγών . Οι *βυθισμένες πηγές* γλυκού νερού που εκκενώνονται στον πυθμένα της θάλασσας (υποβρύχιες πηγές) είναι γνωστές και έχουν εμπνεύσει τους ανθρώπους για χιλιετίες.

Ένα πλευρικό αδιαπέραστο εμπόδιο σε σπασμένο πέτρωμα, που προκαλείται από ρήγματα, μπορεί να αναγκάσει τα υπόγεια ύδατα από μεγαλύτερο βάθος να ανέλθουν και να εκκενωθούν στην επιφάνεια μέσω των υπερκείμενων πτυχωσιγενών ιζημάτων στην κοιλάδα ρεύματος. Αυτό το νερό μπορεί να έχει αυξημένη θερμοκρασία λόγω της κανονικής γεωθερμικής κλίσης στο φλοιό της Γης. Αυτές οι πηγές ονομάζονται *ιαματικές πηγές*.

Οι αποθέσεις τραβερτίνη που βρίσκονται μακριά από μόνιμες πηγές ή επιφανειακές ροές αποτελούν καλές ενδείξεις της παλαιότερης δραστηριότητας της πηγής και μπορεί επίσης να υποδεικνύουν την παρουσία κοντινών ενεργών πηγών.

Τα ρήγματα παίζουν σημαντικό ρόλο στην εμφάνιση πηγών, ειδικά σε σπασμένα πετρώματα και καρστικούς υδροφόρους ορίζοντες. Σε κάθε περίπτωση μπορούν να παίξουν έναν από τους ακόλουθους τρεις ρόλους: (1) αγωγός για τη ροή υπόγειων υδάτων, (2) αποθήκευση υπογείων υδάτων λόγω αυξημένου πορώδους μέσα στο ρήγμα (ζώνη ρηγμάτων), ή (3) σε μείωση του πορώδους μέσα στο ρήγμα.

Η καταστροφική επίδραση των ρηγμάτων οφείλεται σε τέσσερις κύριους μηχανισμούς:

-Η μετατόπιση των εναλλασσόμενων διαπερατών και αδιαπέρατων στρωμάτων γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε τα αδιαπέρατα στρώματα να φτάνουν σε επαφή με τις διαπερατές κλίνες.

-Λόγω μιας αργιλώδους κοίλης κατά μήκος του ρήγματος που προκαλείται από τη

τριβή και τη πολτοποίηση κατά τη μετατόπιση των πετρωμάτων, η κοίλη αυτή είναι χαραγμένη πάνω από τις άκρες των διαπερατών στρωμάτων. Η καταστροφικά αποτελέσματα των ρηγμάτων είναι πιο συνηθισμένα σε μη ενοποιημένους σχηματισμούς που περιέχουν σημαντικό αργιλικό υλικό.

-Τσιμεντοποίηση του χώρου πόρων με κατακρήμνιση υλικού, όπως ανθρακικού ασβεστίου, από τα υπόγεια ύδατα που κυκλοφορούν μέσω της ζώνης ρήγματος.

-Εναλλαγή επιμηκών κλαστικών επιπέδων παράλληλα προς το ρήγμα, έτσι ώστε η νέα τους διάταξη να μειώνει τη διαπερατότητα κάθετα προς το ρήγμα.

2.2.2 Θερμές, ζεστές και ιαματικές πηγές

Οι ιαματικές πηγές μπορούν να χωριστούν σε θερμές πηγές και ζεστές πηγές, ανάλογα με τη θερμοκρασία τους σε σχέση με τη θερμοκρασία του ανθρώπινου σώματος των 98ο Φαρενάιτ ή 37ο Κελσίου. Οι ζεστές πηγές έχουν υψηλότερη και οι θερμές πηγές χαμηλότερη θερμοκρασία. Μια ζεστή πηγή έχει θερμοκρασία μεγαλύτερη από τη μέση ετήσια θερμοκρασία του αέρα στη θέση της εκφόρτισης. Η θερμοκρασία του νερού και των δύο ομάδων ιαματικών πηγών μπορεί να κυμαίνεται διαχρονικά, αντανakλώντας περισσότερο ή λιγότερο την επιφανειακή επίδραση.

Οι *πίδακες* και οι *φουμαρόλες* απαντώνται γενικά σε περιοχές νέας ηφαιστειακής δραστηριότητας.

Οι εκτοξευτές *πίδακες* παρέχουν εκπληκτικές απεικονίσεις υπόγειας ενέργειας ξαφνικά απελευθερωμένες, αλλά οι μηχανισμοί τους δεν είναι πλήρως κατανοητοί. Μεγάλες ποσότητες ζεστού νερού θεωρούνται ότι πληρούν τις υπόγειες κοιλότητες. Μία ελαφρά μείωση της πίεσης ή μια αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί τη βρασμό μέρους του νερού. Οι προκύπτουσες δυνάμεις ατμού που υπερκαλύπτουν το νερό μέσω του αγωγού και στο έδαφος. Αυτή η απώλεια νερού μειώνει περαιτέρω την πίεση στο σύστημα αγωγών και το μεγαλύτερο μέρος του υπόλοιπου νερού ξαφνικά μετατρέπεται σε ατμό και εκρήγνυται στην επιφάνεια.

Οι *φουμαρόλες*, που εκπέμπουν μείγματα ατμού και άλλων αερίων, τροφοδοτούνται από αγωγούς που διέρχονται από το στρώμα πριν φτάσουν στην επιφάνεια του εδάφους. Το σουλφίδιο του υδρογόνου (H_2S), ένα από τα τυπικά αέρια που προέρχονται από τις *φουμαρόλες*, οξειδώνεται εύκολα σε θειικό οξύ και το φυσικό θείο. Αυτό αντιπροσωπεύει την έντονη χημική δραστηριότητα και τα έντονα

χρωματιστά πετρώματα σε πολλές θερμικές περιοχές (U.S. Geological Survey, 2009a).

Οι ιαματικές πηγές θερμαίνονται από τη φυσική θερμική ενέργεια μέσα στη Γη (γεωθερμική ενέργεια). Παρόλο που το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας αποθηκεύεται σε πετρώματα, το νερό και ο ατμός που περιέχονται σε ρήγματα και πόρους των πετρωμάτων είναι τα μόνα διαθέσιμα φυσικά μέσα για τη μεταφορά αυτής της ενέργειας στην επιφάνεια της Γης. Μερικές από τις μεγαλύτερες και πιο θερμές περιοχές πηγών έχουν χρησιμοποιηθεί για τη γεωθερμική ενέργεια. Αυτές οι περιοχές χαρακτηρίζονται από υψηλή διαπερατότητα, τουλάχιστον τοπικά σε ρήγματα και ιζηματογενή στρώματα. Αυτή η υψηλή διαπερατότητα επιτρέπει την κυκλοφορία ρευστού, το μεγαλύτερο μέρος της συνολικής θερμικής ροής μεταφέρεται προς τα πάνω σε νερό ή ατμό. Η κυκλοφορία έχει δημιουργήσει δεξαμενές αποθήκευσης θερμότητας πιο κοντά στην επιφάνεια της Γης από ό, τι είναι φυσιολογικά εφικτό μόνο από τη ροή αγωγιμότητας (White, 1965).

Στα συστήματα ζεστού νερού κυριαρχεί το κυκλοφορούν υγρό, το οποίο μεταφέρει το μεγαλύτερο μέρος της θερμότητας και ελέγχει σε μεγάλο βαθμό τις υπόγειες πιέσεις (σε αντίθεση με τα συστήματα που κυριαρχούν στα ατμό). Εντούτοις, μπορεί να υπάρχουν ορισμένοι ατμοί, γενικά ως φυσαλίδες διασπαρμένες στο νερό των ρηχών μερών χαμηλής πίεσης αυτών των συστημάτων. Τα πιο γνωστά συστήματα ζεστού νερού χαρακτηρίζονται από θερμές πηγές που εκκενώνονται στην επιφάνεια (Renner, White, and Williams, 1975).

Όλα τα συστήματα μεταφοράς θερμότητας διακρίνονται σε τρεις κλίμακες θερμοκρασιών: (1) Πάνω από 150 ° C, αυτά τα συστήματα μπορούν να ληφθούν υπόψη για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. (2) από 90 έως 150 ° C, τα συστήματα αυτά είναι ελκυστικά για τη θέρμανση χώρων και διαδικασιών και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. και (3) κάτω των 90 ° C, αυτά τα συστήματα μπορούν να τροφοδοτήσουν τις ενεργειακές ανάγκες των όλο και πιο δημοφιλών γεωθερμικών αντλιών θερμότητας και πολλών διαδικασιών που εξαρτώνται τώρα από τα ορυκτά καύσιμα.(Reed, 1983a).

Οι γεωθερμικοί πόροι χαμηλής θερμοκρασίας εμφανίζονται σε δύο τύπους γεωθερμικών συστημάτων:

-Συστήματα υδροθερμικής μεταφοράς, όπου η προς τα πάνω κυκλοφορία του

νερού μεταφέρει τη θερμική ενέργεια σε ταμιευτήρες σε μικρά βάθη ή στην επιφάνεια μέσω ιαματικών πηγών. Αυτά τα συστήματα συμβαίνουν συνήθως σε περιοχές ενεργού τεκτονισμού και υπερεθνικής ροής θερμότητας.

-Συστήματα που κυριαρχεί η αγωγιμότητα, όπου η ανοδική κυκλοφορία του υγρού είναι λιγότερο σημαντική από την ύπαρξη υψηλών κατακόρυφων κλίσεων θερμοκρασίας σε πετρώματα που περιλαμβάνουν υδροφορείς με σημαντική πλευρική έκταση. (Sorey, Natheson, and Smith, 1983a).

Ο όρος **μεταλλική πηγή** (ή **μεταλλικό νερό**) έχει διαφορετικό νόημα σε διάφορες χώρες και θα μπορούσε να χαρακτηριστεί πολύ ελαφρώς ως μια πηγή με νερό που έχει ένα ή περισσότερα χημικά χαρακτηριστικά διαφορετικά από το κανονικό πόσιμο νερό που χρησιμοποιείται για δημόσια χρήση. Για παράδειγμα, το νερό μπορεί να έχει αυξημένη περιεκτικότητα σε ελεύθερο αέριο διοξείδιο του άνθρακα (φυσικώς ανθρακούχο νερό), υψηλή περιεκτικότητα σε ραδόνιο ("ραδιενεργό" νερό, που καταναλώνεται ακόμα σε ορισμένα μέρη του κόσμου ως «φαρμακευτικό» νερό με «θαυματουργές» επιδράσεις), («καλό για δερματικές παθήσεις» και «μαλακό δέρμα»), υψηλό διαλυμένο μαγνήσιο ή απλά τα συνολικά διαλυμένα στερεά είναι υψηλότερα από 1000 mg/L. Ορισμένοι εμφιαλωτές νερού, εκμεταλλευόμενοι μια παγκόσμια έκρηξη στη χρήση εμφιαλωμένου νερού ετικετών πηγής που προέρχεται από μια πηγή ως "μεταλλικό" ακόμη και όταν δεν έχει ασυνήθιστα χημικά ή φυσικά χαρακτηριστικά.

2.2.3 Ταξινόμηση Πηγών

Αν και όλες οι πηγές εκφορτίζονται τελικά στην επιφάνεια της γης εξαιτίας της δύναμης της βαρύτητας, χωρίζονται σε δύο κύριες ομάδες που με βάση τη φύση του υδραυλικού φορτίου στον υποκείμενο υδροφόρο ορίζοντα στο σημείο εκκένωσης:

- Οι πηγές **βαρύτητας** εμφανίζονται υπό άγνωστες συνθήκες όπου το στρώμα του νερού διασχίζει την επιφάνεια της γης. Καλούνται επίσης καθοδικές πηγές.

- Οι **αρτεσιανές** πηγές εκκενώνονται υπό πίεση λόγω περιορισμένων συνθηκών στον υποκείμενο υδροφόρο ορίζοντα. Ονομάζονται επίσης αύξουσες ή ανερχόμενες πηγές.

Διάφορες ταξινομήσεις πηγών έχουν προταθεί, με βάση τα εξής διαφορετικά τους χαρακτηριστικά :

- Το ρυθμό αποβολής και την ομοιομορφία.

- Το χαρακτήρα του υδραυλικού φορτίου που δημιουργεί την εκκένωση (φθίνουσες ή βαρυτικές πηγές και ανερχόμενες ή αρτεσιανές πηγές).

- Τη γεωλογική και γεωμορφολογική δομή που ελέγχει την εκφόρτιση (κατάπτωση, επαφή, εμπόδιο και βυθισμένες πηγές).

- Τη ποιότητα νερού και τη θερμοκρασία.

Ο Meinzer (1927) παραθέτει όλα τα βασικά στοιχεία του χαρακτηρισμού μιας πηγής που μπορούν επίσης να χρησιμεύσουν ως βάσεις για την ταξινόμηση των πηγών. Τα στοιχεία αυτά είναι τα εξής :

- Το μέγεθος της πηγής.

- Η διακύμανση της παροχής.

- Ο ρόλος της γεωλογίας.

- Περιοχή αποστράγγισης, επαναφόρτιση, πηγή νερού.

- Αξιοποίηση και διατήρηση.

- Η ποιότητα του νερού.

Κατά την αξιολόγηση της διαθεσιμότητας των πηγών ύδατος, είναι σημαντικό να συμπεριληφθεί ένα μέτρο της μεταβλητότητας της εκκένωσης της πηγής, το οποίο θα πρέπει επίσης να βασίζεται σε περιόδους καταγραφών μεγαλύτερες από ένα υδρολογικό έτος. Το απλούστερο μέτρο της μεταβλητότητας είναι ο λόγος της μέγιστης προς την ελάχιστη απόρριψη : $I_v = Q_{\max}/Q_{\min}$

Οι πηγές με δείκτη μεταβλητότητας (I_v) μεγαλύτερο από 10 θεωρούνται εξαιρετικά μεταβλητές και εκείνες με $I_v < 2$ ονομάζονται μερικές φορές συνεχής ή σταθερές πηγές.

2.2.4 Καρστικές πηγές και καρστικοί υδροφόροι ορίζοντες

Τα υπόγεια ύδατα σε καρστικό περιβάλλον έχουν εμπνεύσει τους επιστήμονες, τους ερευνητές και τους απλούς ανθρώπους για χιλιετίες λόγω των πολλών συναρπαστικών πτυχών του:

- Τροφοδοτεί τις μεγαλύτερες πηγές του κόσμου, πολλές από τις οποίες επέτρεψαν την ίδρυση των πρώτων αστικών κέντρων στην ανθρώπινη ιστορία και εξακολουθούν να λειτουργούν ως αξιόπιστες πηγές υδροδότησης μέχρι σήμερα.

- Δημιουργεί ένα μυστηριώδη υπόγειο κόσμο σπηλαίων και σπηλαίων και υποστηρίζει τα ζωντανά πλάσματα, συχνά μοναδικά σε συγκεκριμένες τοποθεσίες.

- Συμπεριφέρεται απρόβλεπτα, καθώς μπορεί μερικές φορές να φτάσει τα εκατοντάδες πόδια μετά από έντονες βροχές σε λίγες ώρες, αφήνοντας ζωή σε πολλές προσωρινές πηγές και αυξάνοντας τη ροή μόνιμων πηγών χίλιες φορές.

- Είναι εξαιρετικά ευάλωτο τόσο στη φυσική όσο και στην ανθρωπογενή μόλυνση, περιορίζοντας έτσι σοβαρά την απεριόριστη χρήση του σε πολλά μέρη του κόσμου (Kresic, 2009).

Η κυριότερη συνέπεια της αυτο-οργανωμένης διαπερατότητας των καρστικών υδροφόρων στρωμάτων είναι ότι οι εκτάσεις αποχέτευσης των καρστικών πηγών συχνά εκτείνονται πέρα από τα τοπογραφικά χωρίσματα, υπό την προϋπόθεση ότι η υποκείμενη γεωλογία είναι σχετικά ομοιογενής (δηλαδή, τα ανθρακικά ιζηματογενή πετρώματα εκτείνονται σε αρκετές λεκάνες αποστράγγισης επιφανειακών υδάτων). Αυτός είναι και ο κύριος λόγος για τον οποίο οι καρστικοί υδροφόροι σχηματίζουν τις μεγαλύτερες πηγές του κόσμου.

Εκτός από την πλευρική ανάπτυξη των λεκανών αποστράγγισης υπογείων υδάτων σε καρστ, υπάρχει μια άλλη σημαντική πτυχή της διαδικασίας καρστικοποίησης, να συνεχίζει δηλαδή με βάθος, ανεξάρτητα από τη βάση διαβρωτικών επιφανειακών υδάτων. Με άλλα λόγια, με την προϋπόθεση ότι υπάρχει αρκετό πάχος των ανθρακικών ιζημάτων κάτω από τα χαρακτηριστικά επιφανειακών υδάτων ή σε επαφή με λιγότερο περατά πετρώματα, η διαδικασία διάλυσης έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη καρστικών αγωγών σε συνεχώς αυξανόμενα βάθη και σχηματισμό ανερχόμενων πηγών.

Συμπερασματικά, οι καρστικές πηγές και οι καρστικοί υδροφόροι σχηματίζουν έναν τεράστιο αλλά πολύ ευαίσθητο φυσικό θησαυρό που διατηρεί τη ροή πολλών επιφανειακών ρευμάτων και οικοσυστημάτων, παρέχει οικοτόπους για μοναδική χλωρίδα και πανίδα και έχει χρησιμοποιηθεί για να καλύψει τις ανάγκες ύδρευσης εκατοντάδων εκατομμυρίων ανθρώπους σε όλο τον κόσμο.

Κεφάλαιο 3. Φυσικές και χημικές παράμετροι του νερού

3.1 Φυσικές παράμετροι

Η **θερμοκρασία** των ρευστών καθορίζεται κυρίως από τη θερμοκρασία των πετρωμάτων. Στα υπόγεια ρευστά παραμένει σταθερή εκτός αν υπάρχουν μεταβολές της πιεζομετρικής επιφάνειας του υδροφορέα και των γεωθερμικών συνθηκών της περιοχής του υδροφορέα.

Το **pH** είναι το μέτρο μέτρησης της ενεργότητας των H^+ . Αυξάνεται προσθέτοντας στο διάλυμα βάση ή απομακρύνοντας το CO_2 . Πηγές H^+ σε φυσικά νερά: υδρόλυση, διάσταση, οξείδωση χουμικά και φουλβικά οξέα, όξινη βροχή, ηφαιστειακά αέρια και οργανικά οξέα. $pH = -\log_{10} [H^+]$

Το **Eh** είναι η ηλεκτρεγερτική δύναμη μιας αντίδρασης μετρημένη σε σχέση με το πρότυπο ηλεκτρόδιο υδρογόνου. Είναι μια περιβαλλοντική παράμετρος που αντικατοπτρίζει το οξειδοαναγωγικό δυναμικό ενός συστήματος σε σχέση με το ηλεκτρόδιο του υδρογόνου.

TOC, ο συνολικός οργανικός άνθρακας. Οι τιμές του TOC στα ιζήματα αποτελούν ποσοτική αποτίμηση της περιεχόμενης οργανικής ύλης.

Η **ηλεκτρική αγωγιμότητα** συνδέεται άμεσα με την ποσότητα και τη φύση των διαλυμένων ηλεκτρολυτών. Επίσης εξαρτάται από τη θερμοκρασία και χρησιμεύει για την εκτίμηση του TDS.

Τα **T.D.S** (ολικώς διαλελυμένα στερεά) εκφράζουν τη συνολική συγκέντρωση των διαλυμένων αλάτων στο νερό, χωρίς να περιλαμβάνονται τα αιωρούμενα ιζήματα, τα κολλοειδή και τα διαλυμένα αέρια. Το T.D.S. μπορεί να επηρεασθεί από τη διεύδυση της θάλασσας, την εξάτμιση του ρευστού και τη διάλυση ορυκτής ύλης.

Η **σκληρότητα** είναι το σύνολο των συγκεντρώσεων του ασβεστίου και του μαγνησίου σε mg/L του ανθρακικού ασβεστίου, που δείχνει την τάση για σχηματισμό ανθρακικών επικαθίσεων, συγκεκριμένα ονομάζεται ολική σκληρότητα. Μεταβάλλεται εποχιακά λόγω μεταβολής της σύστασης του νερού και της επιφανειακής απορροής. Τα υπόγεια νερά έχουν μεγαλύτερη σκληρότητα από τα επιφανειακά. Τέλος υπάρχει η μόνιμη σκληρότητα όπου είναι τα άλατα που δεν απομακρύνονται μετά το βρασμό αλλά και η προσωρινή σκληρότητα που είναι τα άλατα που απομακρύνονται με το βρασμό (Καμίτση 2017).

3.2 Η προέλευση των κύριων ιόντων και των ιχνοστοιχείων στο νερό και τα οφέλη στον ανθρώπινο οργανισμό

Το νερό παίζει σημαντικό ρόλο στο σώμα. Οι ενήλικοι κανονικού βάρους χρειάζονται 2,0-2,5 L/ημέρα νερό για σωστή ενυδάτωση και είναι γνωστό εδώ και αιώνες ότι τα ορυκτά που περιέχονται στο νερό είναι σημαντικά για τον άνθρωπο και τα ζώα. Ωστόσο στη πραγματικότητα ο μέσος άνθρωπος καταναλώνει περίπου 1,5 L νερό την ημέρα.

Στις επόμενες παραγράφους παρατίθενται στοιχεία σχετικά με την προέλευση των κύριων ιόντων και ιχνοστοιχείων (Hem, 1985) καθώς και τα οφέλη-κινδύνους για τη υγεία (Rosborg, 2015).

3.2.1 Κύρια στοιχεία

Όσον αφορά στη προέλευσή του το **Ασβέστιο** (Ca) είναι από τα κύρια στοιχεία των ηφαιστειακών πετρωμάτων και κυρίως της αλυσίδας των πυρόξενων, των αμφίβολων και των αστρίων. Περιέχεται επίσης σε πυριτικά που έχουν υποστεί μεταμορφισμό. Στα ανθρακικά απαντάται σε μορφή κρυσταλλικού ασβεστίτη ή αραγωνίτη ή δολομίτη, ενώ στα ιζηματογενή απαντάται στο γύψο, ανυδρίτη, φθορίτη, μοντοριλλονίτη και ζεόλιθους. Τέλος απαντάται σε ψαμμίτες και άλλα κλαστικά.

Όσον αφορά στη παρουσία του ασβεστίου στο πόσιμο νερό έχει παρατηρηθεί ότι μια κανονική καθημερινή πρόσληψη ασβεστίου από την κατανάλωση βιοαποδομήσιμου ασβεστίου μπορεί να είναι σημαντική για τη διατήρηση της ισορροπίας του ασβεστίου και τη βελτίωση της μάζας των οσφυϊκών οστών (Costi et al., 1999). Αποτελεί σημαντικό παράγοντα στη πήξη του αίματος και είναι απαραίτητο για την ενεργοποίηση των συσπάσεων των μυών. Το σκληρό νερό προστατεύει επίσης από διάφορα είδη καρκίνου (Yang et al., 1999a, b) και από την γνωστική εξασθένηση σε ηλικιωμένους (Emsley et al., 2000). Προφανώς, η επίδραση δεν ισχύει για συγκεντρώσεις ασβεστίου που υπερβαίνουν τα 80 mg/L. Από την άλλη πλευρά, το σκληρό νερό μπορεί να σχετίζεται με έκζεμα, κυρίως λόγω της επαφής του δέρματος με το νερό κατά τον καθαρισμό του σώματος και όχι τόσο λόγω κατάποσης (Chaumont

et al., 2012). Οι ασθενείς που σχηματίζουν πέτρες στα νεφρά εμφάνισαν αύξηση στην απέκκριση κρεατινίνης Ca/Mg στα ούρα, καθώς η σκληρότητα του πόσιμου ύδατος αυξήθηκε. Τέλος η έλλειψη ασβεστίου μπορεί να προκαλέσει κράμπες μυών, νευρικότητα αλλά και διαταραχές στη σκελετική δομή. Οι προτεινόμενες τιμές συγκέντρωσης για την αποφυγή παρενεργειών είναι 20-80 mg/L, Ca: Mg 2-3: 1. Τέλος το TDS δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1 g/L ως απόλυτο ανώτερο όριο, αλλά συνιστάται <500 mg/L. Ένα προτεινόμενο χαμηλότερο όριο TDS είναι 100 mg/L.

Όσον αφορά στη προέλευση του, το **Μαγνήσιο** (Mg) βρίσκεται σε αφθονία στα ηφαιστειακά πετρώματα και συγκεκριμένα στα σιδηρομαγνησιούχα ορυκτά όπως ο ολιβίνης, οι πυρόξενοι, οι αμφίβολοι και οι μαρμαρυγίες. Στα εξαλλοιωμένα πετρώματα απαντάται στο χλωρίτη και στο σερπεντίνη ενώ στα ιζηματογενή απαντάται σαν μαγνησίτης και δολομίτης. Τέλος υπάρχει σε αφθονία στους ασβεστόλιθους. Το μαγνήσιο συνεισφέρει επίσης στη σκληρότητα του νερού ενώ αποτελεί δομικό υλικό των οστών και των δοντιών καθώς και συστατικό πολλών ενζυμικών συστημάτων. Παράλληλα συμμετέχει στη σύνθεση των πρωτεϊνών και στη διέγερση των μυών και των νεύρων. Οι πόλεις που τροφοδοτούνται με νερό πλούσιο σε μαγνήσιο έδειξαν χαμηλότερη πρόωρη θνησιμότητα από όλες τις αιτίες θανάτου (Schroeder 1966) και συγκεκριμένα οι πόλεις που τροφοδοτούνται με ύδατα που έχουν συγκεντρώσεις μαγνησίου 20 mg/L, είχαν 35% χαμηλότερη θνησιμότητα λόγω καρδιαγγειακής νόσου, σε σύγκριση με τις πόλεις όπου η παροχή νερού είχε περίπου 2 mg/L. Επίσης υπάρχει σημαντική προστατευτική επίδραση της πρόσληψης μαγνησίου από το πόσιμο νερό κατά του καρκίνου του παχέος εντέρου, του μαστού και του προστάτη καθώς και κατά του διαβήτη. Τέλος πρέπει να σημειωθεί ότι η αυξημένη πρόσληψη αλάτων μαγνησίου, ιδιαίτερα του MgSO₄, μπορεί να προκαλέσει διάρροια (WHO 2011). Οι προτεινόμενες τιμές συγκέντρωσης για την αποφυγή παρενεργειών είναι 10-50 mg/L. Το συνιστώμενο ανώτατο όριο είναι 150 mg/L ενώ συνιστάται λόγος Ca: Mg 2-3: 1.

Το **Νάτριο** (Na) απαντάται σε αφθονία στα ηφαιστειακά, στα ιζηματογενή πετρώματα και στους εβαπορίτες. Το νάτριο απορροφάται στην επιφάνεια ορυκτών που έχουν την ικανότητα ιοντανταλλαγής όπως οι άργιλοι. Όσον αφορά στους αστρίους, οι καλιούχοι άστριοι αντιστέκονται στη διάβρωση ενώ τα ορυκτά με νάτριο και ασβέστιο είναι επιρρεπή. Στα ιζήματα resistate το νάτριο βρίσκεται σε μη εξαλλοιωμένους κόκκους,

σαν ακαθαρσία. Τα άλατα αυτά απομακρύνονται από τα ιζήματα και διαλύονται μετά από περιβαλλοντικές μεταβολές με αποτέλεσμα την απόπλυσή τους από το νερό. Στα υδρολύμματα τα σωματίδια είναι μικρά και η κυκλοφορία νερού περιορισμένη, έτσι το νερό που παγιδεύτηκε στο ίζημα διατηρεί τα ευδιάλυτα συστατικά για μεγάλες περιόδους. Γενικά η συγκέντρωση του νατρίου κυμαίνεται από 1mg/L στο νερό της βροχής ως 100,000 mg/L σε πετρελαϊκές άλμες. Παράλληλα το νάτριο είναι ζωτικής σημασίας μαζί με το κάλιο για την ισορροπία των σωματικών υγρών και το επίπεδο του pH και περιέχεται σε ποσοστό 75-98% στο αίμα και σε άλλα εξωκυττάρια υγρά (π.χ. λέμφος) καθώς και στα οστά. Η έλλειψη νατρίου μπορεί να δώσει συμπτώματα όπως ναυτία, κόπωση, μυϊκές κράμπες ενώ τα αποτελέσματα της περίσσειας νατρίου μπορεί να περιλαμβάνουν ναυτία, έμετο, σπασμούς, μυϊκές συσπάσεις και δυσκαμψία και εγκεφαλικό και πνευμονικό οίδημα. Αυξημένες συγκεντρώσεις νατρίου σε πόσιμο νερό μπορεί να προκαλέσουν αυξημένη αρτηριακή πίεση (Du et al., 2002, Calabrese and Tuthill 1981). Το σώμα γενικά δεν εξαρτάται από το νερό για νάτριο. Οι συγκεντρώσεις νατρίου που υπερβαίνουν τα 200 mg/L μπορεί να επηρεάσουν τη γεύση του πόσιμου νερού (WHO 2011). Οι προτεινόμενες τιμές συγκέντρωσης για την αποφυγή παρενεργειών είναι 20-100 mg/L και για το λόγο Na: K, επιθυμητή αναλογία είναι 2-5: 1.

Το **Κάλιο** (K) απαντάται σε μικρές ποσότητες στα ηφαιστειακά πετρώματα και σε μεγάλες στα ιζηματογενή. Απομακρύνεται δύσκολα από τα πυριτικά και σχηματίζει νέα στερεά αργιλικά προϊόντα. Τα κυριότερα ορυκτά στα οποία απαντάται είναι οι άστριοι, οι μαρμαρυγίες και ο λευκίτης. Στα ιζηματογενή πετρώματα εμφανίζεται σε μη εξαλλοιωμένους αστρίους, σε μαρμαρυγίες και σε άλλα αργιλικά ορυκτά. Επίσης απαντάται σε ψαμμίτες και σε εβαπορίτες που εμπλουτίζουν την πετρελαϊκή άλμη με κάλιο. Η συγκέντρωσή του καλίου στο νερό παραμένει χαμηλή λόγω σταθερότητας των αργυλοπυριτικών ορυκτών και η συγκέντρωσή του στα υπόγεια νερά είναι μερικές δεκάδες mg/L εκτός από περιπτώσεις νερών με πολλά διαλυμένα στερεά και των νερών από θερμές πηγές. Το κάλιο είναι υπεύθυνο για τη διέγερση των μυών και των νεύρων, επηρεάζει την καρδιακή λειτουργία και συμβάλει στη διατήρηση της αρτηριακής πίεσης. Η έλλειψη καλίου μπορεί να προκαλέσει μυϊκή αδυναμία και διαταραχή τόσο στη μετάδοση νευρικών ώσεων όσο και στη καρδιακή λειτουργία. Το επίπεδο του καλίου που βρίσκεται στο πόσιμο νερό είναι χαμηλό, και δεν αποτελεί ανησυχία για τους υγιείς ανθρώπους (WHO 2009). Μέτρια αυξημένες συγκεντρώσεις

καλίου, γενικά $<10 \text{ mg/L}$, μπορεί επίσης να προκύψουν από τη θεραπεία με υπερμαγγανικό κάλιο, KMnO_4 , ως οξειδωτικό στην επεξεργασία του νερού (WHO 2011). Δεδομένου ότι το κάλιο είναι χαμηλό στη δυτική διατροφή, το πόσιμο νερό μπορεί να θεωρηθεί ως σημαντική πηγή του καλίου στο μέλλον. Οι προτεινόμενες τιμές συγκέντρωσης για την αποφυγή παρενεργειών $5\text{-}10 \text{ mg/L}$, ενώ για το λόγο Na: K , επιθυμητή τιμή $2\text{-}5: 1$. Το προτεινόμενο εύρος συγκεντρώσεων καλίου μπορεί να αυξηθεί στο μέλλον λόγω ανησυχιών σχετικά με την ανάγκη για αύξηση της πρόσληψης K από τον άνθρωπο.

Στα ηφαιστειακά πετρώματα το **Χλώριο** (Cl) υπάρχει σε ορυκτά όπως ο σοδαλίτης (άστριος) και ο απατίτης, αλλά η συγκέντρωσή του στο νερό είναι πολύ μικρή. Η πιο σημαντική πηγή χλωρίου στο νερό είναι τα ιζηματογενή και συγκεκριμένα οι εβαπορίτες. Το χλώριο απαντάται είτε σαν κρύσταλλοι χλωριούχου νατρίου είτε σαν διάλυμα ιόντων νατρίου και χλωρίου. Οι ενώσεις του χλωρίου με αλκαλικά μέταλλα και αλκαλικές γαίες είναι ευδιάλυτες στο νερό. Το χλώριο περιέχεται σε μεγάλες ποσότητες στο υγρό του νωτιαίου μυελού και του εγκεφάλου και αποτελεί συστατικό του HCl στο στομάχι. Το αλάτι στη διατροφή γενικά παρέχει επαρκή ποσότητα χλωρίου που απαιτείται για το σώμα και συνεπώς δεν υπάρχει ανάγκη για αλάτι από το πόσιμο νερό. Γενικά η συγκέντρωση του χλωρίου σε πόσιμο νερό κυμαίνεται από 30 έως 70 mg/L . Τα αυξημένα επίπεδα χλωρίου απαντώνται κατά μήκος παράκτιων υδροφορέων και αποτελούν σαφή ένδειξη της διείσδυσης θαλάσσιου νερού. Η διείσδυση του θαλασσινού νερού προκαλείται κυρίως από την υπερβολική χρήση των υδροφορέων πόσιμου νερού που αντλούν θαλασσινό νερό από παράκτιους υδροφορείς (WHO 2011). Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO 2011) και η ΕΕ (2011) έχουν καθορίσει ένα συνιστώμενο ανώτατο όριο 250 mg/L για το Cl λόγω κυρίως της επίδρασης στη γεύση του νερού. Οι προτεινόμενες τιμές συγκέντρωσης για την αποφυγή παρενεργειών είναι $5\text{-}10 \text{ mg/L}$, ενώ για το λόγο Na: K , επιθυμητή τιμή $2\text{-}5: 1$. Συνιστώμενα όρια είναι $20\text{-}100 \text{ mg/L}$.

Τα **Διττανθρακικά** (HCO_3) δημιουργούνται λόγω της αλληλεπίδρασης του νερού με τον ασβεστίτη, τον δολομίτη και σπανιότερα το νακολίτη. Άλλες πηγές διττανθρακικών είναι η ατμόσφαιρα αλλά και η αναγωγή των θειικών. Το διττανθρακικό, HCO_3 , περιλαμβάνεται σε ένα από τα συστήματα ρύθμισης του pH του σώματος, το σύστημα καρβονικού οξέος / διττανθρακικού άλατος (Sonesson and

Sonesson 2001). Η διατροφή της πλειοψηφίας των ανθρώπων παράγει περίσσεια οξέων στο σώμα. Ένα χαμηλότερο περιβάλλον pH στο σώμα μπορεί να προκαλέσει μεταβολικές διαταραχές. Μόνο μια διατροφή πολύ πλούσια σε λαχανικά και φρούτα δεν παράγει περίσσεια οξέων στα κύτταρα του σώματος (Bowman and Russell 2006). Υπερβολικά οξέα εξάγονται μέσω των νεφρών. Η μείωση της νεφρικής λειτουργίας που σχετίζεται με την ηλικία μπορεί να μην καταφέρει να απομακρύνει τα οξέα που παράγονται στο σώμα και η περίσσεια οξέων αντιδρά με το αλκαλικό απόθεμα στα οστά και το αίμα. Η αλκαλικότητα που απαιτείται για τη διατήρηση του pH στο αίμα παρέχεται από τη σταδιακή απώλεια του ασβεστίου των οστών και ως εκ τούτου είναι ανεπιθύμητη (Sellmeyer et al., 2001). Αυτό το φαινόμενο είναι γνωστό ως η αρχή της μεταβολικής οξέωσης. Επιστημονικές έρευνες αναφέρουν ότι η ασυνήθιστα υψηλή πρόωρη θνησιμότητα νέων ανθρώπων, λόγω εγκεφαλικών επεισοδίων (αιφνίδιος θάνατος) μπορεί να οφείλεται σε πολύ χαμηλή ή αμελητέα αλκαλικότητα HCO_3^- στο πόσιμο νερό (Kobayashi 1957). Από την άλλη πλευρά, η αυξημένη συγκέντρωση HCO_3^- στο πόσιμο νερό βοηθά στην ελαχιστοποίηση της απώλειας ουρικού ασβεστίου και μαγνησίου (Hu et al., 1993, Rylander et al., 2006). Μετά την κατανάλωση διττανθρακικού νερού παρατηρήθηκαν σημαντικές μειώσεις της ολικής χοληστερόλης (Pérez-Granados et al., 2010). Έτσι, το διττανθρακικό μεταλλικό νερό θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για δίαιτες, για τη μείωση του καρδιαγγειακού κινδύνου και για την πρόληψη της οστεοπόρωσης (Wynn et al., 2009). Οι προτεινόμενες τιμές συγκέντρωσης για την αποφυγή παρενεργειών είναι 100-300 mg/L.

Το **Θείο** (S) στην αναγωγική του μορφή απαντάται σε ηφαιστειακά αλλά και σε ιζηματογενή πετρώματα σαν μεταλλικά σουλφίδια σχηματίζοντας κοιτάσματα οικονομικής σημασίας. Όταν αυτά τα σουλφίδια εξαλλοιώνονται από το νερό, τότε οξειδώνεται το θείο και απελευθερώνονται ιόντα SO_4^{2-} στο διάλυμα, ενώ παράλληλα απελευθερώνονται ιόντα υδρογόνου σε σημαντικές ποσότητες. Οι κρύσταλλοι σιδηροπυρίτη που υπάρχουν σε πολλά ιζηματογενή πετρώματα είναι σημαντική πηγή Fe^{+2} και SO_4^{2-} . Το θείο υπάρχει σε κάποια ηφαιστειακά πετρώματα της ομάδας των αστρίων αλλά πιο πολύ στα εβαποριτικά ιζήματα σαν γύψος ή ανυδρίτης. Οι θειούχες ενώσεις με βάριο και στρόντιο είναι πιο δυσδιάλυτες άρα και πιο σπάνιες. Παράλληλα το θείο βρίσκεται σε όλους τους ιστούς και αποτελεί συστατικό των αμινοξέων, ενζύμων και άλλων ενεργειακά πλούσιων ενώσεων ενώ βοηθά στην αποτοξίνωση του οργανισμού από φαινόλες, αλκοόλες και στεροειδή. Θεωρείται ότι μειώνει τους

κινδύνους για την υγεία που συνδέονται με την πρόσληψη βαρέων μετάλλων (Watts 1997). Οι υψηλές συγκεντρώσεις στο πόσιμο νερό μπορούν να είναι καθαρτικό, ειδικά σε βρέφη που τρέφονται με βρεφική τροφή που παράγεται από νερό πλούσιο σε θειικά (WHO 2011). Κατά συνέπεια, όταν το θειικό άλας είναι σε χαμηλές συγκεντρώσεις μπορεί να προκληθεί δυσκοιλιότητα. Τα ποσοστά θνησιμότητας λόγω της υψηλής αρτηριακής πίεσης και της αρτηριοσκλήρυνσης ήταν υψηλότερα στις πόλεις όπου το πόσιμο νερό είχε χαμηλή συγκέντρωση SO_4 . Οι προτεινόμενες τιμές συγκέντρωσης για αποφυγή παρενεργειών είναι 50-250 mg/L. Για το εμπλουτισμένο με Mg νερό, συνιστάται ένα προσωρινό ανώτερο όριο ($\text{Mg} + \text{SO}_4$) $\approx 400 \text{ mg / L}$, με μέγιστη συγκέντρωση Mg 150 mg /L.

Το **Φθόριο** (F) συμπεριλαμβάνεται στις χημικές αναλύσεις σαν κύριο ιόν, παρόλο που η συγκέντρωση του στο νερό σπάνια ξεπερνά το 1mg/L. Ο φθορίτης είναι το πιο συνηθισμένο ορυκτό του φθορίου, απαντάται στα ηφαιστειακά και ιζηματογενή πετρώματα. Ακόμα ο απατίτης και οι μαρμαρυγίες έχουν φθόριο. Η ηφαιστειακή τέφρα είναι πλούσια σε φθόριο και οι στρώσεις της μαζί με άλλα ιζήματα βοηθούν στον εμπλουτισμό του νερού σε φθόριο. Τα αλκαλικά νερά έχουν υψηλότερα ποσοστά φθορίου και το θαλασσινό νερό έχει 1,3 mg/L περιεκτικότητα σε φθόριο. Τέλος, η απορρόφηση είναι μεγαλύτερη για $\text{pH} > 6$ και αμελητέα για $\text{pH} < 4$ και $\text{pH} > 7,5$. Παράλληλα περίπου το 99% του φθορίου στον οργανισμό βρίσκεται στα δόντια και στα οστά, προφυλάσσει από τη τερηδόνα αλλά μπορεί να γίνει τοξικό αν ληφθεί σε μεγάλες ποσότητες. Από τη δεκαετία του 1950, το F προστέθηκε στα δημόσια ύδατα για την πρόληψη της τερηδόνας σε ορισμένες χώρες (WHO 2005). Κάτοικοι περιοχών που τροφοδοτούνται με πόσιμο νερό που περιέχει φθόριο πάνω από 1 mg/L μπορεί να εμφανίσουν οδοντική φθορίωση. Οι προτεινόμενες τιμές συγκέντρωσης για την αποφυγή παρενεργειών είναι 0,8-1,2 mg L.

Το τετράεδρο **Πυρίτιο** (SiO_4^{-4}) είναι η βασική μονάδα για το σχηματισμό ορυκτών που αποτελούν τα ηφαιστειακά και μεταμορφωμένα πετρώματα. Ο όρος silica αναφέρεται στο SiO_2 και περιγράφει το πυρίτιο που περιέχεται και το οποίο έχει ενυδατωθεί. Το κρυσταλλικό SiO_2 στη μορφή του χαλαζία είναι κύριο συστατικό των ηφαιστειακών πετρωμάτων, αποτελεί τον κύριο όγκο κόκκων ψαμμιτών και είναι δυσδιάλυτο. Το πυρίτιο στο νερό προέρχεται από πυριτικά ορυκτά μέσω διάβρωσης. Το πυρίτιο περιλαμβάνεται στους συνδετικούς ιστούς, για παράδειγμα το δέρμα, τα

νύχια, τα μαλλιά, τους τένοντες και την αορτή. Η δυσλειτουργία του πυριτίου μπορεί να προκαλέσει τραυματισμούς στο κεντρικό νευρικό σύστημα (CNS) στα ζώα, ειδικά για τον εγκέφαλο, και να διαταράξει τον σχηματισμό του συνδετικού ιστού και του οστικού ιστού, του δέρματος, των νυχιών και των δοντιών (Exley 1998, Schwarz and Milne 1972). Οι υψηλές συγκεντρώσεις πυριτίου στο πόσιμο νερό μπορεί να προστατεύσουν από την εξασθένηση της γνωστικής λειτουργίας και την αθηροσκλήρωση. Οι προτεινόμενες τιμές συγκέντρωσης για την αποφυγή παρενεργειών είναι 2-10 mg/L.

Πίνακας 3.1 Τα μακροθρεπτικά συστατικά του πόσιμου νερού, συνοπτικά, (Rosborg, 2015)

| Στοιχείο | Όρια (mg/l) | Ειδικά σχόλια | Συνιστώμενη ημερήσια διαιτητική πρόσληψη (mg/day) | Συμβολή στη καθημερινή κατανάλωση |
|-----------------------------------|-------------|---|---|---|
| Ασβέστιο (Ca) | 20-80 | Ανταγωνιστικό έναντι των Cd, Pb. | 800-1000 | Νερό πηγής: 0,4-33% Εμφιαλωμένο νερό:2,7-77% |
| Μαγνήσιο (Mg) | 10-50 | Ανταγωνιστικό έναντι του Fe | 300-420 | Νερό πηγής: 0,3-4,2% Εμφιαλωμένο νερό:0,2-62% |
| Διττανθρακικά (HCO ₃) | 100-300 | | | |
| Θειικά (SO ₄) | 50-250 | Οι συγκεντρώσεις του Mg+ SO ₄ δεν πρέπει να υπερβαίνουν τα 400 mg/l (διάρροια) | Ημερήσια πρόσληψη: περίπου 500 | |
| Κάλιο (K) | 5-10 | Αυξημένες συγκεντρώσεις μπορεί να προκαλέσουν | Ημερήσια πρόσληψη:3.500 | Νερό πηγής: 0-2,2% Εμφιαλωμένο νερό:0-13% |

| | | | | |
|--------------|---------|--|--------------------------------------|--|
| | | γεύση(>10mg/l | | |
| Νάτριο (Na) | 20-100 | | Ημερήσια τροσληψη:2.000- 3.000 | Νερό πηγής: 0,1-10% Εμφιαλωμένο νερό:0,1-65% |
| Χλώριο (Cl) | 20-100 | >250mg/l δίνει γεύση | Ημερήσια τροσληψη:<3.000 | Νερό πηγής: 0,3-11% Εμφιαλωμένο νερό:0,03-11% |
| Φθόριο (F) | 0,8-1,2 | | 3-4 | Νερό πηγής: 0- 52% Εμφιαλωμένο νερό:14-218% |
| Ινρίτιο (Si) | 2-10 | Ελέγχει τον μεταβολισμό του Ca και του Mg. Ανταγωνιστική εναντίον του Al | 25-30 | Νερό πηγής: 0,2-15% Εμφιαλωμένο νερό:6-60% |

3.2.2 Ιχνοστοιχεία

Πρωταρχική πηγή **Νιτρικών** (NO_3, NO_2) είναι το άζωτο της ατμόσφαιρας που γίνεται οργανικό άζωτο μέσω στερεοποίησης του αζώτου. Στη συνέχεια γίνεται ανόργανα αμμωνικά άλατα μέσω της αποσύνθεσης φυτών και τέλος μετατρέπεται σε νιτρικά μέσω νιτροποίησης. Τα νιτρικά υπάρχουν σχεδόν σε όλα τα φυσικά νερά. Όταν υπάρχουν σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες των 20 mg/L, υπάρχει πιθανότητα μόλυνσης από λιπάσματα, αστικά λήμματα και καλλιέργειες. Στις αστικές περιοχές που στερούνται κεντρικού συστήματος ύδρευσης και αποχέτευσης, το άζωτο από τα ανθρώπινα απόβλητα φαίνεται να είναι η σημαντικότερη πηγή. Τα βρέφη που τρέφονται με μπιμπερό ενδέχεται να διατρέχουν κίνδυνο εάν οι συγκεντρώσεις NO_3 είναι υψηλές στο νερό, δεδομένου ότι το NO_3 μπορεί να αναχθεί σε νιτρώδες, NO_2 , στο στομάχι πολύ μικρών βρεφών. Πολλές μελέτες δείχνουν επίσης ότι τα αυξημένα επίπεδα NO_3 στο πόσιμο νερό προκαλούν διάρροια, ενώ σε ακραίες συγκεντρώσεις το NO_2 μπορεί να προκαλέσει ασφυξία. Για την αποφυγή παρενεργειών η συγκέντρωση

του NO_3 πρέπει να είναι $<50 \text{ mg / L}$ και η συγκέντρωση του NO_2 πρέπει να είναι κάτω από $0,5 \text{ mg / L}$.

Το **Αργίλιο**(Al) κατά την αποσάθρωση των ηφαιστειακών πετρωμάτων σχηματίζει άλλα στερεά από αυτά που προήλθε, όπως το καθαρό υδροξείδιο του αλουμινίου. Σε χαμηλό pH επικάθεται σε μορφή θειούχου υδροξείδιου του αργίλου. Τα πιο γνωστά ιζηματογενή του αργίλιου είναι οι άργιλοι. Τα ορυκτά των αργίλων έχουν στρώσεις αργιλίου και πυριτίου. Αν το pH αυξηθεί λίγο επέρχεται πολυμερισμός του αργιλίου και προκύπτουν ορυκτά διαφορετικού μεγέθους και δομής από το καθαρό υδροξείδιο του αλουμινίου. Το αργίλιο στον ανθρώπινο οργανισμό συσσωρεύεται στα νεφρά, ενώ αλληλεπιδρά με τα Ca, F, Fe, Mg, P και Sr και χρησιμοποιείται για τη θεραπεία της φθορίωσης και για τη μείωση της απορρόφησης P σε ασθενείς με ουραιμία. Το αργίλιο στο πόσιμο νερό αποτελεί κίνδυνο όσον αφορά πιθανά νευρολογικά συμπτώματα, όπως η νόσος του Alzheimer, η άνοια (Flaten 2001, Martyn et al., 1989, Neri and Hewith 1991) και η οστεοπόρωση. Οι προτεινόμενες τιμές συγκέντρωσης για την αποφυγή παρενεργειών είναι $<0,2 \text{ mg / L}$.

Το **Αρσενικό**(As) είναι ένα στοιχείο που απαντάται στο υπέδαφος και σε ανόργανη μορφή στα ορυκτά. Είναι ένα ιχνοστοιχείο που απαντάται σε πολλά μαγματικά πετρώματα, σε γρανίτες, σε βασικά στρώματα, αλλά και σε ορισμένους τύπους ιζηματογενών υποβάθρων, ειδικά σε σχιστόλιθους με υψηλό οργανικό περιεχόμενο. Το αρσενικό δεν θεωρείται απαραίτητο και χρησιμοποιήθηκε για τη θεραπεία της σύφιλης πριν από την εμφάνιση των αντιβιοτικών. Η έκθεση στο αρσενικό μέσω του πόσιμου νερού προκαλεί αυξανόμενη ανησυχία για τη δημόσια υγεία. Το ανόργανο αρσενικό είναι καρκινογόνο και η κατάποση μεγάλων ποσοτήτων αρσενικού συνδέεται με τον καρκίνο του δέρματος και του πνεύμονα, δερματικές, γαστρεντερικές, αναπνευστικές και καρδιαγγειακές διαταραχές, την κατασταλτική ρύθμιση των ορμονών, την περιφερική νευροπάθεια και την αποβολή εμβρύου. Οι προτεινόμενες τιμές συγκέντρωσης για την αποφυγή παρενεργειών είναι $<0,01 \text{ mg / L}$.

Το **Βόριο** (B) συγκεντρώνεται στη Γη επειδή οι πιο συνηθισμένες φυσικές ενώσεις του, δηλαδή τα βορικά ορυκτά, είναι αρκετά ευδιάλυτα στο νερό. Αυτά εξορύσσονται βιομηχανικά ως εβαπορίτες, όπως ο κερνίτης. Οι πιο σημαντικές ποσότητες αυτών των βορικών ορυκτών βρίσκονται σε περιοχές με προηγούμενη ηφαιστειακή δραστηριότητα και φαίνεται ότι σχετίζονται με τα νερά πρώην θερμών πηγών. Το

ορυκτό που κρυσταλλώνεται αρχικά σε αυτές τις περιοχές είναι ο ουλεξίτης. Παράλληλα το βόριο είναι απαραίτητο για υγιή οστά και αρθρώσεις (McCoy et al., 1994, Newnham 1994) και χρησιμοποιείται ως διαμορφωτής της ανοσολογικής απόκρισης, ενώ είναι σημαντικό για τη σύνθεση και τη λειτουργία του εγκεφάλου. Οι ευεργετικές δράσεις του βορίου περιλαμβάνουν την ανακούφιση από την αρθρίτιδα, την ανάπτυξη και τη συντήρηση των οστών, τη λειτουργία του κεντρικού νευρικού συστήματος, τη μείωση του κινδύνου για καρκίνο, τη διευκόλυνση των ορμονών και τη διαμόρφωση του οξειδωτικού στρες (Nielsen and Meacham 2011). Οι προτεινόμενες τιμές συγκέντρωσης για την αποφυγή παρενεργειών είναι 0,1-1 mg / L.

Κύρια πηγή για το **Βάριο** (Ba) αποτελεί ο βαρίτης, ο οποίος διαλύεται και περιέχεται στις πετρελαϊκές άλμες. Το θαλασσινό νερό περιέχει 0,02 mg/L βάριο ενώ υψηλή περιεκτικότητα έχουν οι πετρελαϊκές άλμες. Όσον αφορά στην επίδρασή του στον άνθρωπο, υπάρχουν ενδείξεις ότι η υψηλή πρόσληψη βαρίου μπορεί να οδηγήσει σε καρδιαγγειακά προβλήματα (Perry et al., 1989), π.χ. αυξημένη πίεση στο αίμα. Επιπλέον, αυξημένα επίπεδα βαρίου στο πόσιμο νερό φαίνεται να σχετίζονται με εντερικές και καρδιαγγειακές παθήσεις. Η συγκέντρωση Ba που μειώνει το ενδεχόμενο παρενεργειών είναι <0,7 mg / L ενώ αν αποδειχθεί απαραίτητο 0,07-0,7 mg / L.

Το **Χρώμιο** δεν εμφανίζεται σε στοιχειακή μορφή και το κύριο ορυκτό του είναι ο χρωμίτης. Τα βασάλτικα πετρώματα έχουν συνήθως υψηλότερη περιεκτικότητα σε χρώμιο. Το χρώμιο εμφανίζεται σε πολλές διαφορετικές καταστάσεις οξείδωσης και οι εξασθενείς ενώσεις του είναι οι πλέον τοξικές. Το χρώμιο χρησιμοποιείται από τον οργανισμό για τον μεταβολισμό του σακχάρου και επομένως για τον έλεγχο του διαβήτη (Anderson 1998, 1999 · Dattilo 2003). Ενδεχομένως χαμηλό χρώμιο μπορεί να σχετίζεται με καρδιακές παθήσεις (Rimm 2002, Simonoff 1984). Το πόσιμο νερό μπορεί επίσης να περιέχει τοξικό χρώμιο, λόγω μόλυνσης από τις βιομηχανίες (WHO 2011). Μερικοί άνθρωποι που χρησιμοποιούν νερό που περιέχει χρώμιο για πολλά χρόνια μπορεί να παρουσιάσουν αλλεργική δερματίτιδα και άλλες δερματικές αντιδράσεις (US EPA 2012a). Οι προτεινόμενες τιμές συγκέντρωσης για την αποφυγή παρενεργειών είναι 0,01-0,05 mg / L.

Ο **Χαλκός** (Cu) εμφανίζεται περισσότερο στο φλοιό της γης ως θειούχο ορυκτό, όπως ο χαλκοπυρίτης, ο κοβελλίνης, ο χαλκοσύνης, ο κυπρίτης, ο μαλαχίτης και ο αζουρίτης. Η συγκέντρωσή του στα ορυκτά αυτά είναι συνήθως χαμηλή. Μεταλλικός

χαλκός παράγεται από τα παραπάνω μεταλλεύματα με πυρομεταλλουργία (φρύξη, σύντηξη και εξευγενισμό). Όσον αφορά στον ανθρώπινο οργανισμό, ο χαλκός είναι σημαντικός για την παραγωγή ενέργειας, την αντιοξειδωτική λειτουργία και ενδεχομένως την καρδιαγγειακή υγεία. Ιδιαίτερα σημαντικά για το μεταβολισμό του σιδήρου και για τον ιστό είναι τα ένζυμα που περιέχουν χαλκό. Τα παιδιά που πάσχουν από σύνδρομο Menkes, με ελάχιστη απορρόφηση χαλκού, παρουσιάζουν επιδείνωση της πνευματικής τους υγείας, υποθερμία και ανωμαλίες στο συνδετικό ιστό (Harris και Gitlin 1996). Η νόσος του Wilson, από την άλλη πλευρά, είναι μια διαταραχή τοξικότητας, όπου ο χαλκός συσσωρεύεται στο ήπαρ, στον εγκέφαλο και στα μάτια και καταλήγει στην κίρρωση του ήπατος και στον νευρολογικό εκφυλισμό. Το μεταλλικό νερό που έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε μέταλλα, το μαλακό νερό ή το όξινο νερό διαλύει εύκολα το χαλκό από τους σωλήνες των υδραυλικών εγκαταστάσεων. Τα αυξημένα επίπεδα χαλκού μπορούν να προκαλέσουν εντερικά προβλήματα, όπως διάρροια, ειδικά σε βρέφη (Rosborg 2005 · Knobeloch et al., 1994, Stenhammar 1999). Οι προτεινόμενες τιμές συγκέντρωσης για την αποφυγή παρενεργειών είναι 0,02-0,2 mg /L.

Ο **Σίδηρος** (Fe) απαντάται ως τρισθενής και είναι αδιάλυτος εκτός αν είναι πολύ όξινα τα νερά. Σε αρκετά αναγωγικά και αναερόβια νερά, η αναγωγική μορφή του δισθενούς σιδήρου υπάρχει σε σημαντικές ποσότητες. Σε υψηλώς αναγωγικά νερά με παρουσία H_2S , το σιδηρούχο ιόν απομακρύνεται με καθίζηση ως σιδηροπυρίτης ή μαρκασίτης. Ο σίδηρος αποτελεί απαραίτητο συστατικό των πρωτεϊνών που μεταφέρουν την αιμοσφαιρίνη στο αίμα και αποθηκεύουν οξυγόνο, καθώς και των ενζύμων της βιολογικής οξείδωσης που μεταφέρουν οξυγόνο. Ο σίδηρος αποθηκεύεται σαν σύμπλοκο σιδήρου-πρωτεΐνης (τρανσφερίνη) στο εντερικό τοίχωμα και από εκεί μεταφέρεται στο αίμα με τις πρωτεΐνες στα όργανα που το μετατρέπουν και το αποθηκεύουν (ήπαρ, νωτιαίος μυελός, σπλήνα). Ο σίδηρος ζωικής προέλευσης απορροφάται από τον ανθρώπινο οργανισμό καλύτερα από αυτόν που είναι φυτικής προέλευσης. Το σώμα σε ορισμένα άτομα μπορεί να υποφέρει από υπερφόρτωση σιδήρου. Μπορεί να εμφανιστούν εντερικές διαταραχές όπως η διάρροια, ο λήθαργος, ο κοιλιακός πόνος, η μεταβολική οξέωση και η ηπατική βλάβη (Banner and Tong 1986, Klaassen et al., 1996, Rosborg 2008). Τέλος παρουσιάζεται σιδηροπενική αναιμία λόγω χρόνιας έλλειψης σιδήρου είτε λόγω ανεπαρκούς προσλαμβανόμενης ποσότητας, ανεπαρκούς βαθμού απορρόφησης, μεγάλης απώλειας ή μεγάλης ανάγκης

για σίδηρο. Οι προτεινόμενες τιμές συγκέντρωσης για την αποφυγή παρενεργειών είναι 0,02-0,2 mg/L.

Ο **Υδράργυρος** (Hg) απαντάται σε κοιτάσματα κινναβαρίτη (θειούχος υδράργυρος). Η κόκκινη χρωστική ουσία που προέρχεται από τον κινναβαρίτη λαμβάνεται ως επί το πλείστον από αντίδραση του υδραργύρου με θείο. Ο κινναβαρίτης είναι υψηλά τοξικός εάν καταποθεί ή εισπνευθεί η σκόνη του. Δηλητηρίαση από υδράργυρο μπορεί επίσης να προκύψει με έκθεση σε υδατοδιαλυτές μορφές υδραργύρου (χλωριούχο υδράργυρο ή μεθυλhydrάργυρο), εισπνοή υδρατμών υδραργύρου ή κατανάλωση θαλασσινης τροφής μολυσμένης από υδράργυρο. Η υψηλή έκθεση σε ανόργανο υδράργυρο μπορεί να οδηγήσει σε δερματικά εξανθήματα και δερματίτιδα, μεταβολές στη διάθεση, παραφροσύνη, απώλεια μνήμης, διαταραχές του μυοκαρδίου, μυϊκή αδυναμία, βλάβη στο γαστρεντερικό σωλήνα και στα νεφρά (Chang and Hartmann 1972, US EPA 2013b). Οι προτεινόμενες τιμές συγκέντρωσης για την αποφυγή παρενεργειών είναι <0,001 mg / L.

Το **Λίθιο** (Li) απαντάται σε πυρόξενους και μαρμαρυγίες και προέρχεται από πετρελαϊκές άλμες και από τους εβαπορίτες. Η περιεκτικότητα του νερού σε λίθιο αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας ενώ το μαγνήσιο μειώνεται. Το λίθιο απορροφάται από τον αλίτη και τις αργίλους. Το περιεχόμενο λίθιο στις πετρελαϊκές άλμες είναι 5-50 mg/L ενώ στο θαλασσινό νερό 0,17 mg/L. Στον τομέα της ιατρικής χρησιμοποιείται ευρέως για τη θεραπεία της διπολικής διαταραχής και για την πρόληψη της συμπεριφοράς αυτοκτονίας σε άτομα με διαταραχές της διάθεσης. Οι περιοχές με υψηλότερες φυσικές συγκεντρώσεις λιθίου στο πόσιμο νερό συνδέονται με χαμηλότερα ποσοστά θνησιμότητας από αυτοκτονία. Χαμηλότερα περιστατικά βίαιης εγκληματικής συμπεριφοράς αναφέρονται επίσης σε περιοχές με αυξημένο λίθιο σε πόσιμο νερό (Schrauzer και Shrestha 1990). Από την άλλη πλευρά, μια μελέτη στη βόρεια Αργεντινή έδειξε ότι ο υποθυρεοειδισμός μπορεί να προκληθεί από την κατάποση υπερβολικής ποσότητας λιθίου μέσω των υπόγειων υδάτων. Οι προτεινόμενες τιμές συγκέντρωσης για την αποφυγή παρενεργειών είναι 0,05-0,2 mg/L.

Ως ελεύθερο στοιχείο, το **Μαγγάνιο** (Mn) είναι μέταλλο και έχει βιομηχανική χρήση, στην κατασκευή κραμάτων, ειδικά το ανοξείδωτο ατσάλι. Κυριότερα ορυκτά του μαγγανίου είναι ο μαγγανίτης, ο ροδοχρωσίτης, ο πυρολουσίτης και ο κρυπτομέλας. Η

συγκέντρωση του μαγγανίου στο νερό εξαρτάται από το pH και τη συγκέντρωση οξυγόνου, καθώς υψηλότερες συγκεντρώσεις εμφανίζονται σε νερό με χαμηλότερες τιμές pH και φτωχό σε οξυγόνο. Το μαγγάνιο επίσης αποτελεί συστατικό ορισμένων ενζύμων (γλυκονογένεση) και συμβάλει στη διατήρηση της σταθερής συγκέντρωσης γλυκόζης. Η έλλειψη μαγγανίου μπορεί να προκαλέσει οστεοπόρωση, διαβήτη, επιληψία και άλλες διαταραχές στον εγκέφαλο, αθηροσκλήρωση, εξασθενημένη επούλωση πληγών και καταρράκτη (Klimis-Tavantzis 1994). Τα συμπτώματα σε άτομα που παθαίνουν δηλητηρίαση από μαγγάνιο είναι υπερδιέγερση, ψευδαισθήσεις και βίαιη συμπεριφορά (Mena 1981). Οι προτεινόμενες τιμές συγκέντρωσης για την αποφυγή παρενεργειών είναι 0,02-0,05 mg/L.

Το **Μολυβδαίνιο** (Mo) δεν υπάρχει ελεύθερο στη φύση. Κυριότερο ορυκτό του είναι ο μολυβδαινίτης. Το μολυβδαίνιο είναι απαραίτητο για τα ένζυμα, ένα εκ των οποίων είναι η θειώδης οξειδάση που καταλύει την οξειδωση του θειώδους άλατος προς το θεικό, το οποίο είναι σημαντικό για την αποτοξίνωση στο ήπαρ και είναι απαραίτητο για το μεταβολισμό των θεικών αμινοξέων. Η ανωμαλία ή η απουσία της θειώδους οξειδάσης οδηγεί σε νευρολογικά συμπτώματα και πρόωμο θάνατο (Abumrad et al., 1981). Το μολυβδαίνιο είναι σημαντικά υψηλότερο στα αλκαλικά νερά, εδάφη και λαχανικά σε σύγκριση με τα όξινα και παρατηρήθηκε ότι οι γυναίκες που ζούσαν σε περιοχές με αλκαλικά νερά, ήταν πιο υγιείς. Οι προτεινόμενες τιμές συγκέντρωσης για την αποφυγή παρενεργειών είναι 0,005-0,02 mg/L.

Η **Αμμωνία** (NH₄) προέρχεται από την αποσύνθεση αζωτούχας ζωικής και φυτικής ύλης. Μαζί με τα αμμωνικά άλατα βρίσκονται επίσης σε μικρές ποσότητες στο νερό της βροχής, όπου το χλωριούχο αμμώνιο και το θεικό αμμώνιο προέρχεται από ηφαιστειακές εκλύσεις. Είναι σημαντική για τη ρύθμιση οξέων-βάσεων και τη βιοσύνθεση των πουρινών, των πυριμιδινών και των μη βασικών αμινοξέων. Η υψηλή πρόσληψη NH₄ προκαλεί οξέωση, διαταράσσοντας την ανοχή στη γλυκόζη και μειώνοντας την ευαισθησία ιστού στην ινσουλίνη (US EPA 1989). Μπορεί να μειώσει την οστική μάζα, την περιεκτικότητα σε ασβέστιο και το pH του αίματος (WHO 1996a). Τέλος τα υψηλά επίπεδα αμμωνίας μπορεί να είναι ένας δείκτης πιθανής μόλυνσης από βακτήρια, λυματολάσπη ή ζωικά απόβλητα. Οι προτεινόμενες τιμές συγκέντρωσης για την αποφυγή παρενεργειών είναι <0,5 mg /L.

Το **Νικέλιο** (Ni) απαντάται ως μεταλλικό μαζί με τον σίδηρο στους μετεωρίτες. Ως ορυκτά του νικελίου ενδιαφέρον έχουν ο νικελίνης και η παραλλαγή του μιλλερίνης, το αρσενονικέλιο, το αντιμονονικέλιο, ο αρσενονικελοπυρίτης, ο αντιμονονικελοπυρίτης και ο χλωανθίτης. Το νικέλιο είναι απαραίτητο για τις κατώτερες μορφές ζωής, όπου αλληλεπιδρά με άλλες λειτουργίες ως μέρος των ενζύμων. Η στέρηση του νικελίου επηρεάζει αρνητικά την αναπαραγωγική λειτουργία, τον μεταβολισμό των υδατανθράκων και του λίπους και την αντοχή των οστών. Οι θυρεοειδείς και επινεφριδικοί αδένες στους ανθρώπους περιέχουν σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις νικελίου (Bowman and Russell 2006). Το νικέλιο προκαλεί δερματίτιδα εξ επαφής (WHO 2011), η πρόσληψη του μέσω των πνευμόνων μπορεί να προκαλέσει καρκίνο και τα άλατα του ενεργούν για τη διάβρωση των εντέρων (WHO 2005). Η συγκέντρωση νικελίου που μειώνει το ενδεχόμενο παρενεργειών είναι $<0,05 \text{ mg / L}$ και εάν αποδειχθεί απαραίτητο $0,01-0,05 \text{ mg / L}$.

Ο **Μόλυβδος** (Pb) εξάγεται από το γαληνίτη και θεωρείται αξιόλογο προστατευτικό απέναντι στη ραδιενέργεια. Οι συγκεντρώσεις του στα υπόγεια ύδατα είναι πολύ χαμηλές και η συσσώρευση του στα επιφανειακά εδαφικά στρώματα έχει μεγάλη οικολογική σημασία, διότι επηρεάζει τη βιολογική δραστηριότητα στο έδαφος (KabataPendias και Mukherjee 2007). Ο μόλυβδος εφόσον εκτεθεί στη φύση και έρθει σε επαφή με τον άνθρωπο, μπορεί να προκαλέσει βλάβες στα νεφρά, στο συκώτι, στο αίμα, στο δέρμα, στους πνεύμονες, καθώς και αναπνευστικά προβλήματα και καρκινογενέσεις. Γι' αυτό τα υλικά τα οποία περιέχουν μόλυβδο, όπως οι ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές, επιβάλλεται να ανακυκλώνονται. Οι προτεινόμενες τιμές συγκέντρωσης για την αποφυγή παρενεργειών είναι $<0,010 \text{ mg / L}$.

Το **Αντιμίνιο** (Sb) βρίσκεται στη φύση κυρίως με τη μορφή του αντιμονίτη, ενός θειούχου ορυκτού. Υπάρχουν ενδείξεις ότι το αντιμόνιο μπορεί να προκαλέσει καρκίνο, αλλά αυτό δεν έχει αποδειχθεί για την κατανάλωση από πόσιμο νερό. Επιπλέον έχουν αναφερθεί επιδράσεις του αντιμονίου στην αναπαραγωγή (WHO 2003a). Οι συγκεντρώσεις στο πόσιμο νερό είναι γενικά $<1 \text{ mg/L}$, αλλά μπορεί να είναι $> 100 \text{ mg / L}$ σε μολυσμένες περιοχές από την αποστράγγιση όξινου εξόρυξης άνθρακα, τη διύλιση πετρελαίου και την κατασκευή επιβραδυντικών πυρκαγιάς. Το αρσενικό και το αντιμόνιο συνυπάρχουν συχνά (Gebel 1996). Τα υψηλά επίπεδα του στο πόσιμο νερό μπορεί να προκαλέσουν αυξημένα επίπεδα χοληστερόλης, αλλά και

μειωμένα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα (US EPA 2012a). Η συγκέντρωση του πρέπει να είναι $<0,005 \text{ mg/L}$ για να μην υπάρχουν παρενέργειες.

Το **Σελήνιο** (Se) εμφανίζεται τόσο σε στοιχειακή μορφή όσο και με το θείο σε σουλφιδικά μεταλλεύματα. Το σελήνιο είναι τόσο σπάνιο όσο ο άργυρος και ο υδράργυρος και πάνω από 5.000 φορές σπανιότερο από το θείο. Τα καθαρά ορυκτά σεληνίου είναι σπάνια. Τα ηφαιστειακά πετρώματα μπορούν να περιέχουν περισσότερα από 10 g σελήνιο ανά τόνο. Το σελήνιο βρίσκεται επίσης σε υψηλότερες συγκεντρώσεις σε κοιτάσματα άνθρακα και πετρελαίου. Στους ωκεανούς οι συγκεντρώσεις σεληνίου κυμαίνονται μεταξύ 20 και 200 mg / τόνο, οι οποίες παρατηρούνται κατά μήκος των ακτών όπου το περιεχόμενο σελήνιο στο περιβάλλον είναι υψηλό λόγω του θαλάσσιου αερολύματος (Fordyce 2013). Είναι μέρος κάποιων πολύ σημαντικών αντιοξειδωτικών, καθώς και ορισμένων αμινοξέων (Schomburg 2011, Triggiani e tal., 2009) και απαιτείται για την σωστή λειτουργία του θυρεοειδούς, των όρχεων, του προστάτη, του εγκεφάλου και για την ανάπτυξη και τη λειτουργία των μυών (Berr et al., 2012, Fairweather-Tait et al., 2010, Lescure et al., 2008, Lescure et al., 2009, Rayman et al., 2006, Schweizer κ.ά., 2011). Τα άτομα με ασθένειες όπως ρευματοειδή αρθρίτιδα και καρκίνο, συχνά έχουν χαμηλά επίπεδα σεληνίου στον οργανισμό τους (Canter et al., 2007, WHO 2011). Η ασθένεια του Kaschin-Beck, μια ασθένεια των οστών που είναι γνωστή κυρίως από την Κίνα, με παραμορφώσεις των οστών και των αρθρώσεων, σχετίζεται με την ανεπάρκεια σεληνίου (WHO 2011). Ωστόσο, το σελήνιο μπορεί επίσης να είναι τοξικό όταν απορροφάται σε υπερβολικές ποσότητες μακροπρόθεσμα. Τα πιο συνηθισμένα συμπτώματα είναι οι αλλοιώσεις του δέρματος και του τριχωτού της κεφαλής, οι ανωμαλίες των νυχιών και των τριχών, συμπεριλαμβανομένης της απώλειας τους (Hira et al., 2004, Srivastava κ.ά., 1995, Thérond κ.ά., 1997, Yang and Zhou 1994). Τέλος υπερβολικά επίπεδα σεληνίου μειώνουν την κινητικότητα του σπέρματος (Hawkes and Turek 2001). Οι προτεινόμενες τιμές συγκέντρωσης για την αποφυγή παρενεργειών είναι 0.005-0.05 mg/ L.

Τα κυριότερα ορυκτά του **Στροντίου** (Sr) είναι ο σελεστίνης (ή γλαύκινος) και ο στροντιανίτης. Το στρόντιο βρίσκεται συνήθως μαζί με το ασβέστιο στο γεωλογικό υπόβαθρο και υπάρχει στενή σχέση μεταξύ της απορρόφησης και της εναπόθεσης τους στο σώμα (Hutchison et al., 1992). Έχει ραδιενεργό ισότοπο και μάλιστα η εσωτερική έκθεση σε αυτό συνδέεται με τον καρκίνο των οστών, τον καρκίνο του μαλακού ιστού

κοντά στο οστό και τη λευχαιμία (US EPA 2012b). Το ανώτατο όριο πρόσληψης στροντίου προτείνεται να είναι 0,2 mg / L

Το **Τιτάνιο** (Ti) εμφανίζεται στη φύση πάντα ενωμένο και στα ορυκτά που υπάρχει οξυγόνο αλλά και αλκαλιμέταλλα, μέταλλα αλκαλικών γαιών, σίδηρος, μαγγάνιο, χαλκός και πυρίτιο. Τα κυριότερα ορυκτά από τα οποία εξάγεται είναι το ρουτίλιο, το λευκόξενο και ο ιλμενίτης που είναι πολύ διασπαρμένα σε όλη τη Γη. Το τιτάνιο μπορεί να συσσωρευτεί στους πνεύμονες και τον λεμφικό ιστό και χρησιμοποιείται σε οδοντιατρικά υλικά, συμπληρώματα φαρμάκων και εμφυτεύματα ισχίου και γόνατος (Lenntech 2013). Οι συγκεντρώσεις του στο νερό είναι πολύ χαμηλές, συνήθως <1 µg / L. Η εκτιμώμενη ημερήσια πρόσληψη είναι περίπου 0,8 mg.

Το **Ουράνιο**(U) μπορεί να βρεθεί σε διάφορους τύπους πετρωμάτων. Οι γρανίτες, οι σχιστόλιθοι και ορισμένοι τύποι ψαμμιτών μπορεί να περιέχουν πολύ υψηλά επίπεδα ουρανίου. Το ουράνιο συσσωρεύεται στα νεφρά και τον σκελετό, και ελάχιστα στο ήπαρ (La Touche et al., 1987). Η υψηλή πρόσληψη ουρανίου μπορεί να διαταράξει τον σχηματισμό των οστών (Milgram et al., 2007), να επηρεάσει αρνητικά το νευρικό σύστημα (Bussy et al., 2006, Lestaevel κ.ά., 2005) και να προκαλέσει οξειδωτικό στρες. Το ουράνιο από το πόσιμο νερό ως αιτία νεφρικής νόσου έχει γίνει πρόσφατα ζήτημα για τους παραγωγούς πόσιμου νερού, καθώς δεν βρέθηκε κατώτατο όριο για την αποφυγή της αρνητικής επίδρασης στα νεφρά (Kurtio e tal., 2002). Επίσης το ουράνιο στο πόσιμο νερό επηρεάζει αρνητικά τη γονιμότητα (Raymond-Whish et al., 2007). Τα απορρίμματα από την εξόρυξη ουρανίου οδηγούν σε πηγές πόσιμου νερού με αυξημένα επίπεδα ακτινοβολίας. Οι πιθανές επιπτώσεις στην υγεία περιλαμβάνουν τον καρκίνο των οστών και τη μειωμένη λειτουργία των νεφρών από την έκθεση σε ραδιονουκλεΐδια στο πόσιμο νερό (US EPA 2013c). Οι προτεινόμενες τιμές συγκέντρωσης για την αποφυγή είναι < 0,015 mg/L.

Το **Βανάδιο** (V) απαντάται σε περίπου 65 διαφορετικά ορυκτά, τα σημαντικότερα εκ των οποίων είναι ο καρνοτίτης, ο βαναδινίτης, ο ροσκοελίτης και ο πατρονίτης. Απαντάται επίσης σε ορισμένα κοιτάσματα αργού πετρελαίου, ορυκτών ανθράκων και βιτουμενίτες. Το βανάδιο βρίσκεται φυσικά στο έδαφος, στο νερό και στον αέρα και αποτελεί επίσης βιομηχανικό ρύπο. Μιμείται ενέργειες παρόμοιες με την ινσουλίνη στους ανθρώπους (Marzban και McNeill 2003). Γενικά, η τοξικότητα των ενώσεων του είναι χαμηλή, ενώ οι περισσότερες τοξικές επιδράσεις των ενώσεων βαναδίου που

γεννήθηκαν στον αέρα προέρχονται από τον τοπικό ερεθισμό των οφθαλμών και του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος και όχι από τη συστηματική τοξικότητα (Barceloux 1999). Τέλος δεν υπήρχαν μελέτες σχετικά με την επίδραση στο ανθρώπινο σώμα του βαναδίου από πόσιμο νερό. Οι προτεινόμενες τιμές συγκέντρωσης για την αποφυγή παρενεργειών είναι 0,001-0,01 mg / L.

Το κύριο ορυκτό του **Ψευδάργυρου (Zn)** είναι ο σφαλερίτης που απαντάται συχνά μαζί με άλλα σουλφιδικά ορυκτά. Τα εδάφη που προέρχονται από βασικά πυριγενή πετρώματα έχουν υψηλά επίπεδα ψευδάργυρου, ενώ τα εδάφη που είναι πιο πλούσια σε πυρίτιο είναι αξιοσημείωτα φτωχά σε ψευδάργυρο. Είναι συστατικό και ενεργοποιητής πολλών ενζύμων του μεταβολισμού των βασικών θρεπτικών συστατικών και παράλληλα είναι συστατικό και σταθεροποιητής βιολογικών μεμβρανών. Δρα στην αποθήκευση ινσουλίνης στο πάγκρεας και υποστηρίζει το ανοσοποιητικό σύστημα. Τα συμπτώματα ανεπάρκειας του ψευδάργυρου περιλαμβάνουν την επιβραδυνόμενη ανάπτυξη, την δυσλειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος, δερματικές βλάβες, μειωμένη όρεξη, σκελετικές ανωμαλίες, μειωμένη αναπαραγωγική ικανότητα, χαμηλό αριθμό σπερματοζωαρίων και ανορεξία. Η λήψη περισσότερων από 4-8 g μπορεί να προκαλέσει συμπτώματα όπως διάρροια, έμετο, ναυτία, πυρετό και λήθαργο (WHO 1996). Οι προτεινόμενες τιμές συγκέντρωσης για την αποφυγή παρενεργειών είναι 0,02-0,2 mg /L.

Πίνακας 3.2 Τα μικροθρεπτικά συστατικά του πόσιμου νερού, συνοπτικά, (Rosborg, 2015)

| Στοιχείο | Όρια (mg/l) | Ειδικά σχόλια | Ενιστώμενη ημερήσια διαιτητική πρόσληψη (mg/day) | Συμβολή στη καθημερινή κατανάλωση |
|------------|-------------|--|--|--|
| Βόριο(Bo) | 0,1-1 | Ευγκεντρώσεις στο έδαφος 30-100 mg/l | Ημερήσια πρόσληψη:1-13 | |
| Χρώμιο(Cr) | 0,01-0,05 | Το οξαλικό μειώνει τη πρόσληψη, το Fe λειτουργεί | 0,05-0,2 | Νερό πηγής: 0-2,4% Εμφιαλωμένο νερό:0-69% |

| | | | | |
|-----------------|------------|--|---|--|
| | | ανταγωνιστικά | | |
| Χρυσός(Cu) | 0,02-0,2 | Η έκπλυση εξαλείφει το Cu. Για Zn, Fe και Mo είναι ανταγωνιστές. | 0,9 | Νερό πηγής: 0-256% Εμφιαλωμένο νερό:0-1,2% |
| Σίδηρος(Fe) | 0,02-0,2 | Ευγκεντρώσεις >20 mg/l προκαλούν σκουριασμένα ιζήματα, χρωματισμό ελυσμένων ούχων. | 15 | Νερό πηγής: 0-46% Εμφιαλωμένο νερό:0-1,3% |
| Λίθιο(Li) | 0,05-0,2 | | Η ημερήσια πρόσληψη είναι συνήθως 0,2-0,6, από φαρμακολογική άποψη όμως είναι 140-210 | Νερό πηγής: Εμφιαλωμένο νερό:0,1-119% |
| Μαγγάνιο(Mn) | 0,02-0,05 | Για αυξημένα Fe και Μη προκαλούν τα μαύρα (Mn) και τα σκουριασμένα (Fe) ιζήματα | Ασφαλής και επαρκής πρόσληψη:2-5 | Νερό πηγής: 0,1-13% Εμφιαλωμένο νερό:0-3,2% |
| Μολυβδαίνιο(Mo) | 0,005-0,02 | Ο Cu είναι ανταγωνιστής. Mo μειώνει τα συμπτώματα της υπερφόρτωσης Cu και το αντίστροφο) | 0,045 | Νερό πηγής: 0-18% Εμφιαλωμένο νερό:0-29% |
| Σελήνιο(Se) | 0,005-0,05 | Προστατεύει από Hg και από τη τοξικότητα του μεθυλοαργύρου | 0,05 Επαρκής:0,2 | Νερό πηγής: 0,2-19% Εμφιαλωμένο νερό:0-5% |

| | | | | |
|---------------------------|------------|--|--|--|
| Βανάδιο(V) | 0,001-0,01 | | 0,006-0,018 | Νερό πηγής: 0-42% Εμφιαλωμένο νερό:0- 1.400% |
| Ψευδάργυρος(Zn) | 0,02-0,2 | Το Zn είναι γνωστό ότι αναστέλλει τη χρήση Cu. | 5-20 | Νερό πηγής: 0-15% Εμφιαλωμένο νερό:0-150% |
| Αργίλιο(Al) | ≤0,2 | Αλληλεπιδρά με Ca, F, Fe, Mg, P και Sr. | 3-14 | Νερό πηγής: 0-36% Εμφιαλωμένο νερό:0,3-4% |
| Αμμωνία(NH ₄) | ≤0,5 | Δείκτης ρύπανσης βακτηρίων, λυμάτων ή ζωικών αποβλήτων. | 5-20 | |
| Αντιμόνιο(Sb) | ≤0,005 | As και Sb συχνά συνυπάρχουν. | 0,0002-0,023 | |
| Αρσενικό(As) | 0,001-0,01 | As και Sb συχνά συνυπάρχουν. Το As χρησιμοποιούταν για την αντιμετώπιση της σύφιλης. | Εκτιμώμενη ημερήσια τρόσληψη (μη μολυσμένο DW):0,03 | |
| Βάριο(Ba) | 0,07-0,7 | | 0,3 | |
| Μόλυβδος(Pb) | ≤0,01 | Το Pb μπορεί να ανταγωνιστεί τον χαλκό και να δράσει ανταγωνιστικά έναντι του Ca | 0,02-0,5 | Νερό πηγής: 0-16% Εμφιαλωμένο νερό:0-8% |
| Υδράργυρος(Hg) | 0,001 | | 0,002-0,02 | Νερό πηγής: 0-0,4% Εμφιαλωμένο νερό:0-3% |
| Νικέλιο(Ni) | 0,01-0,05 | Είναι | ≤0,15 | Νερό πηγής: |

| | | | | |
|--------------------------|--------------|---|--------------------------------|----------------------------------|
| | | απαραίτητο για τις χαμηλότερες μορφές ζωής. | | 0-127% Εμφιαλωμένο νερό:0-50% |
| Νιτρικά(NO_3) | ≤ 50 | | Ημερήσια πρόσληψη: περίπου 20 | |
| Νιτρώδη(NO_2) | $\leq 0,5$ | Η χλωρίωση του πόσιμου νερού μπορεί να προκαλέσει το σχηματισμό νιτρωδών | | |
| Τιτάνιο(Ti) | | Οι συγκεντρώσεις του Ti σε όξινα νερά ήταν $< 50 \mu\text{g/l}$, και σε αλκαλικά μέχρι $210 \mu\text{g/l}$ | Ημερήσια πρόσληψη: περίπου 0,8 | |
| Ουράνιο(U) | $\leq 0,015$ | Συγκεντρώσεις U: $100-300 \mu\text{g/L}$, κοινές στα φυσιοδικά υπόγεια ύδατα. Σε Ευρωπαϊκά εμφιαλωμένα νερά: $< 0,001-0,229 \mu\text{g/l}$ | | |
| Στρόντιο(Sr) | $0,02-0,2$ | | Μέση πρόσληψη: περίπου 2 | |

3.3 Νομοθετικό Πλαίσιο

Το ΦΕΚ 3282B της 19/09/2017 αναφέρεται στην «Ποιότητα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης» και έχει στόχο «την προστασία της ανθρώπινης υγείας από τις δυσμενείς επιπτώσεις που οφείλονται στη ρύπανση ή/και μόλυνση του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης μέσω της εξασφάλισης ότι είναι υγιεινό και καθαρό».

Ως "Νερό ανθρώπινης κατανάλωσης" ορίζεται :

α) το νερό, είτε στη φυσική του κατάσταση είτε μετά από επεξεργασία, που προορίζεται για πόση, μαγείρεμα, προπαρασκευή τροφής ή άλλες οικιακές χρήσεις, ανεξάρτητα από την προέλευσή του και από το εάν παρέχεται από δίκτυο διανομής, από βυτίο, ή σε φιάλες ή δοχεία.

β) Το νερό που χρησιμοποιείται στις επιχειρήσεις παραγωγής τροφίμων για την παρασκευή, επεξεργασία, συντήρηση ή εμπορία προϊόντων ή ουσιών, που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση. Το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης δεν εντάσσεται στην έννοια του τροφίμου, παρέχεται με υποχρέωση της Πολιτείας σε όλους τους πολίτες της επικράτειας ως δημόσιο αγαθό, μη υπαγόμενο στους κανόνες της αγοράς και διέπεται από τους νόμους της υγειονομικής μηχανικής.

Οι εξαιρέσεις από τους παραπάνω ορισμούς αποτελούν το φυσικό μεταλλικό νερό ,το νερό, που θεωρείται φάρμακο και το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης που λαμβάνεται από συγκεκριμένη (ατομική) πηγή με παροχή μικρότερη των 10 m³ ημερησίως κατά μέσο όρο, ή που εξυπηρετεί λιγότερα από 50 άτομα. Η ανωτέρω εξαίρεση είναι δυνατή μόνον εάν το νερό δεν διατίθεται στο πλαίσιο εμπορικής ή δημόσιας δραστηριότητας.

Οι υπεύθυνοι σε συνεργασία με τις αρμόδιες Αρχές πρέπει να λαμβάνουν τα αναγκαία μέτρα ώστε να εξασφαλιστεί ότι το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης είναι υγιεινό και καθαρό. Το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης είναι υγιεινό και καθαρό εφόσον είναι απαλλαγμένο μικροοργανισμών και παρασίτων, και οποιωνδήποτε ουσιών, σε αριθμούς και συγκεντρώσεις, που αποτελούν ενδεχόμενο κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία και πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις παρακάτω πίνακα. Επιπλέον οι υπεύθυνοι σε συνεργασία με τις αρμόδιες Αρχές πρέπει να λαμβάνουν όλα τα αναγκαία μέτρα προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι, το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης συμμορφούται προς τις απαιτήσεις της παρούσας διάταξης και να εξασφαλίζουν ότι τα μέτρα που λαμβάνονται για την εφαρμογή της παρούσας διάταξης δεν οδηγούν, σε καμιά περίπτωση, σε άμεση ή έμμεση υποβάθμιση της σημερινής ποιότητας του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, στο μέτρο που αυτό αφορά στην προστασία της

ανθρώπινης υγείας, ούτε σε αύξηση της ρύπανσης του νερού που χρησιμοποιείται για την παραγωγή πόσιμου νερού.

Οι Ποιοτικές και χημικές προδιαγραφές ,δηλαδή οι τιμές των παραμέτρων του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 3.3. Χημικές παράμετροι (Λαμπαδαρίδης 2018)

| Παράμετρος | Παραμετρική τιμή-Μονάδα | Σημειώσεις |
|---|-------------------------|------------|
| Αντιμόνιο | 5,0 µg/L | |
| Αρσενικό | 10 µg/L | |
| Βόριο | 1,0 mg/L | |
| Χρώμιο | 50 µg/L | Σημείωση 1 |
| Χαλκός | 2,0 mg/L | Σημείωση 1 |
| Φθοριοϋόχα | 1,5 mg/L | |
| Μόλυβδος | 10 µg/L | Σημείωση 1 |
| Υδράργυρος | 1,0 µg/L | |
| Νικέλιο | 20 µg/L | Σημείωση 1 |
| Ξελήνιο | 10 µg/L | |
| Νιτρικά | 50 mg/L | Σημείωση 2 |
| Νιτρώδη | 0,50 mg/L | Σημείωση 2 |
| <p><u>Σημείωση 1:</u> Η τιμή ισχύει για δείγμα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης που λαμβάνεται στη βρύση με μέθοδο δειγματοληψίας που ικανοποιεί τις απαιτήσεις της παρ. 2α του Μέρους Δ του Παραρτήματος II. Οι υπεύθυνοι σε συνεργασία με τις αρμόδιες Αρχές λαμβάνουν υπόψη τα τεριστατικά μεγίστων επιπέδων που ενδέχεται να έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία.</p> | | |

Σημείωση 2: Οι αρμόδιες Αρχές εξασφαλίζουν ότι τηρείται ο όρος $[\text{νιτρικά}]/50 + [\text{νιτρώδη}]/3 < 1$, οι αγκύλες υποδηλούν συγκέντρωση σε mg/l για νιτρικά (NO₃) και για τα νιτρώδη άλατα (NO₂), καθώς και ότι η τιμή 0,10 mg/l για τα νιτρώδη τηρείται για το νερό που προέρχεται από εγκαταστάσεις επεξεργασίας.

Πίνακας 3.4 Ενδεικτικές παράμετροι (Λαμπαδαρίδης 2018)

| Παράμετρος | Παραμετρική τιμή-Μονάδα | Σημειώσεις |
|--|--------------------------|--|
| Αργίλιο | 200 µg/L | |
| Χλωριούχα | 250 mg/L | Το νερό δεν πρέπει να είναι διαβρωτικό. |
| Σίδηρος | 200 µg/l | |
| Μαγγάνιο | 50 µg/l | |
| Θευκά | 250 mg/L | Το νερό δεν πρέπει να είναι διαβρωτικό. |
| Νάτριο | 200 mg/L | |
| Ολικός οργανικός άνθρακας (TOC) | Άνευ ασυνήθους μεταβολής | Η παράμετρος αυτή δεν χρειάζεται να μετράται για παροχές κάτω των 10.000 m ³ ημερησίως. |

Κεφάλαιο 4 Δειγματοληψία, Επεξεργασία και Παρουσίαση Αποτελεσμάτων

4.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο αναφέρονται τα δεδομένα που συλλέχθηκαν στην περιοχή μελέτης, όπως ημερομηνία δειγματοληψίας, θερμοκρασία, pH, Eh, ηλεκτρική αγωγιμότητα και οι χημικές αναλύσεις της σύστασης του νερού τόσο σε κύρια ιόντα όσο και σε ιχνοστοιχεία οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν και για τη δημιουργία υδροχημικών διαγραμμάτων. Ακόμα αναφέρονται οι συγκεντρώσεις των υδατικών ειδών των κύριων στοιχείων και των ιχνοστοιχείων. Λαμβάνοντας υπόψη τόσο τη προτεινόμενη όσο και τη πραγματική ημερήσια πρόσληψη νερού υπολογίστηκαν οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις των κύριων στοιχείων και των ιχνοστοιχείων των υδάτων της περιοχής μελέτης. Τέλος, γίνεται σύγκριση των υδάτων της περιοχής μελέτης με εμφιαλωμένα νερά από διάφορες πηγές και γεωτρήσεις της Κρήτης.

4.2 Δείγματα στην περιοχή μελέτης Τεμένια

Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στις πηγές στο χωριό Τεμένια, Ν. Χανίων (Μέσα χωριό και Τζανουδιανά), σε τρεις εποχές, δύο υγρές και μια ξηρή. Τα δείγματα φιλτραρίστηκαν με πορώδη φίλτρα 0.45 μm, αποθηκεύτηκαν σε μπουκάλια πολυαιθυλενίου υψηλής πυκνότητας (HDPE), συντηρηθήκαν με οξύνιση (HNO_3 2%) και εστάλησαν στο εργαστήριο για ανάλυση ως προς τα κύρια ανιόντα και κατιόντα. Η ανάλυση των κύριων κατιόντων (K, Mg, Ca) και των ιχνοστοιχείων (Ti, V, Mn κτλ) πραγματοποιήθηκε με φασματοσκοπία ατομικών μαζών επαγωγικά συζευγμένου πλάσματος (ICP-MS 7500cx, Agilent Technologies), ενώ των ανιόντων με φασματοφωτομετρία (Hach DR2800). Στον Πίνακα 4.3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των αναλύσεων, όσον αφορά στις συγκεντρώσεις των κύριων ιόντων στο νερό. Στον πίνακα 4.4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των αναλύσεων, όσον αφορά στις συγκεντρώσεις των ιχνοστοιχείων στο νερό. Οι συντεταγμένες των πηγών και οι ημερομηνίες που πραγματοποιήθηκαν οι δειγματοληψίες φαίνονται στον πίνακα 4.1.

Οι μετρήσεις πεδίου που πραγματοποιήθηκαν κατά τη δειγματοληψία των νερών στο ύπαιθρο με τη χρήση φορητών οργάνων (pH, Ολικά Διαλυμένα Στερεά (TDS)), θερμοκρασία και αγωγιμότητα) καθώς και οι μετρήσεις του Eh και της σκληρότητας που πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο, παρουσιάζονται στον πίνακα 4.2.



Σχήμα 4.1 Η πηγή Μέσα Χωριό



Σχήμα 4.2 Η πηγή Τζανουδιανά

Πίνακας 4.1 Συντεταγμένες και ημερομηνίες

| Δείγμα | X | Y | Z | Ημερομηνία Δειγματοληψίας | Ημερομηνία Ανάλυσης |
|------------|--------|---------|--------|------------------------------|------------------------|
| Πηγή 1 | m | m | m(asl) | | |
| Temenia1-1 | 477638 | 3905521 | 732 | 19/3/2017 | 24/3/2017 |
| Temenia1-2 | 477638 | 3905521 | 732 | 27/8/2017 | 29/8/2017 |
| Temenia1-3 | 477638 | 3905521 | 732 | 2/1/2018 | 28/2/2018 |
| Πηγή 2 | | | | | |
| Temenia2-1 | 477491 | 3905232 | 714 | 19/3/2017 | 24/3/2017 |
| Temenia2-2 | 477491 | 3905232 | 714 | 27/8/2017 | 29/8/2017 |
| Temenia2-3 | 477491 | 3905232 | 714 | 2/1/2018 | 28/2/2018 |

Σύμφωνα με τις μετρήσεις που πίνακα 3.2 και του διαγράμματος Piper (Σχήμα 4.1) προκύπτει ότι:

Το νερό της Πηγής 1 κατά τη πρώτη δειγματοληψία στις 19/3/2017 είναι τύπου Na-HCO₃-Cl, με pH ίσο με 5,7 και θερμοκρασία 15,6 °C . Έχει TDS ίσο με 50 mg/l και ηλεκτρική αγωγιμότητα ίση με 222 μS/cm (Πίνακας 4.2). Κατά τη δεύτερη δειγματοληψία στις 27/8/2017 παρατηρείται ότι είναι Na-Ca-Mg-Cl-HCO₃ τύπου με pH ίσο με 6,4 και θερμοκρασία 19,3°C. Έχει TDS ίσο με 140 mg/l και ηλεκτρική αγωγιμότητα ίση με 320 μS/cm. Κατά τη τρίτη δειγματοληψία στις 2/1/2018 διατηρείται ο ίδιος τύπος νερού, Na-Ca-Mg-Cl-HCO₃ με pH ίσο με 6,4 και θερμοκρασία 13,5 °C. Έχει TDS ίσο με 50 mg/l και ηλεκτρική αγωγιμότητα ίση με 120 μS/cm.

Όσον αφορά στο νερό της Πηγής 2 παρατηρείται ότι κατά την δειγματοληψία στις 19/3/2017 είναι Mg-Na-Ca-Cl-HCO₃ τύπου με pH 5,8 και θερμοκρασία 14,7 °C. Έχει TDS ίσο με 100 mg/l και ηλεκτρική αγωγιμότητα ίση με 260 μS/cm.

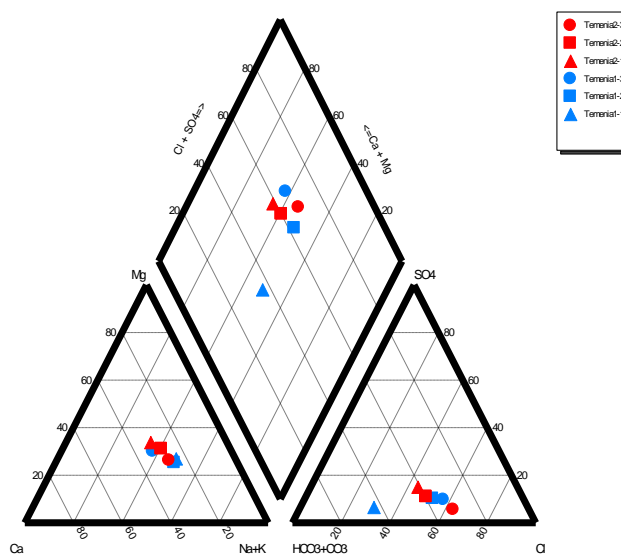
Κατά τη δειγματοληψία στις 27/8/2017 ο τύπος του νερού στη συγκεκριμένη πηγή είναι Na-Mg-Ca-Cl-HCO₃ με pH ίσο με 6,4 και θερμοκρασία 18,5 °C. Έχει TDS ίσο

με 100 mg/l και ηλεκτρική αγωγιμότητα ίση με 220 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Τέλος στις 2/1/2018 το pH είναι ίσο με 6,1, η θερμοκρασία 14,1 $^{\circ}\text{C}$ και ο τύπος του νερού είναι Na-Ca-Mg-Cl- HCO_3 , όμοιος δηλαδή με της Πηγής 1 κατά την ίδια χρονική περίοδο. Έχει TDS ίσο με 90 mg/l και ηλεκτρική αγωγιμότητα ίση με 220 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Σχήμα 4.3).

Παρατηρείται ότι ο τύπος του νερού διαφοροποιείται τόσο στην κάθε πηγή όσο και κατά τις διαφορετικές εποχές δειγματοληψίας.

Πίνακας 4.2 Φυσικοχημικές παράμετροι

| Δείγμα | T | pH (field) | Ηλεκτρική Αγωγιμότητα | TDS | Eh | Σκληρότητα |
|------------|--------------------|---------------|--------------------------|------|-------|------------|
| Πηγή 1 | $^{\circ}\text{C}$ | | $\mu\text{S}/\text{cm}$ | mg/l | mV | mg/l |
| Temenia1-1 | 15,6 | 5,7 | 222 | 50 | 210 | 8 |
| Temenia1-2 | 19,3 | 6,4 | 320 | 140 | 332,3 | 2,6 |
| Temenia1-3 | 13,5 | 6,4 | 120 | 50 | 189 | 3,1 |
| Πηγή 2 | | | | | | |
| Temenia2-1 | 14,7 | 5,8 | 260 | 100 | 247,8 | 5,3 |
| Temenia2-2 | 18,5 | 6,4 | 220 | 100 | 300 | 4,2 |
| Temenia2-3 | 14,1 | 6,1 | 220 | 90 | 188 | 1,9 |



Σχήμα 4.3 Διάγραμμα Piper

Πίνακας 4.3 Συγκεντρώσεις κύριων ιόντων στο νερό

| Δείγμα | Ca | Mg | Na | K | SO4 | HCO3 | Cl | F | SiO2 |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|----------|------------|-------------|-----------|----------|-------------|
| Πηγή 1 | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l |
| Temenia1-1 | 3,91 | 2,63 | 8,63 | 0,47 | 8,10 | 98,10 | 27,0 | 0,01 | 2,65 |
| Temenia1-2 | 5,43 | 3,22 | 11,29 | 0,61 | 7,00 | 32,15 | 26,2 | <DL | 4,62 |
| Temenia1-3 | 10,34 | 5,84 | 13,28 | 0,674 | 8,90 | 37,90 | 37,8 | <DL | 5,35 |
| Πηγή 2 | | | | | | | | | |
| Temenia2-1 | 10,16 | 6,66 | 12,29 | 0,95 | 19,00 | 65,40 | 40,6 | 0,08 | 2,74 |
| Temenia2-2 | 10,93 | 7,29 | 17,10 | 1,29 | 11,40 | 51,78 | 37,4 | <DL | 4,96 |
| Temenia2-3 | 5,26 | 3,05 | 9,64 | 0,659 | 3,30 | 23,00 | 27,0 | <DL | 5,33 |

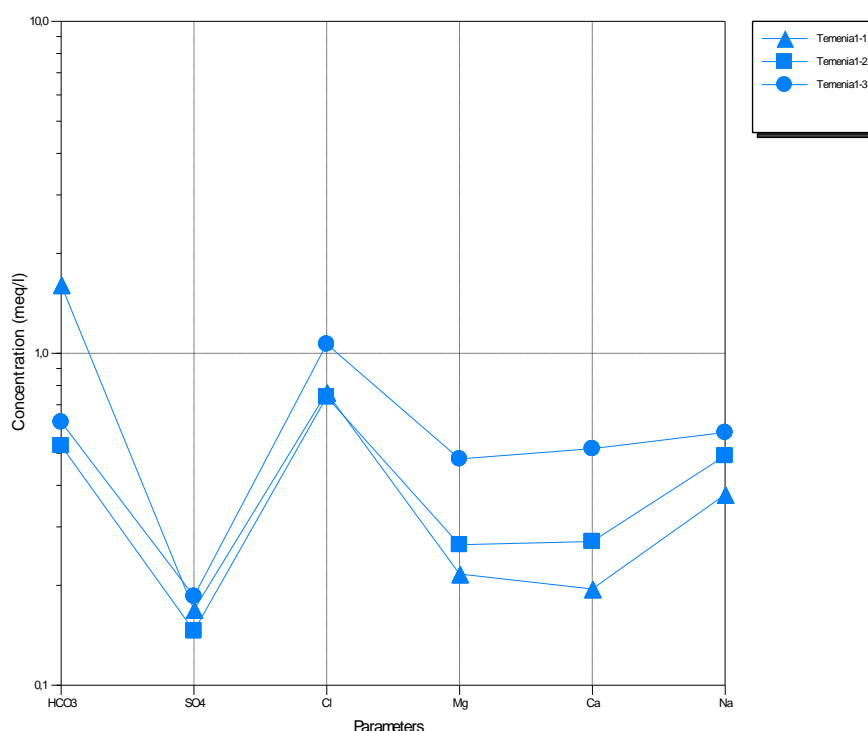
Πίνακας 4.4 Συγκεντρώσεις ιχνοστοιχείων στο νερό

| Δείγμα | NO3 | Al | B | Ba | Cu | Fe | Li | Mn | Mo | NH4 | Pb | Sb | Se | Sr | V | Zn |
|------------|------|-------|------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Πηγή 1 | mg/l | μg/l | μg/l | μg/l | μg/l | μg/l | μg/l | μg/l | μg/L | mg/l | μg/l | μg/L | μg/L | mg/l | μg/L | μg/l |
| Temenia1-1 | 1,07 | <DL | <DL | 2,00 | <DL | <DL | <DL | 5,50 | 8,52 | <DL | <DL | 3,84 | <DL | 0,02 | 0,88 | 5,47 |
| Temenia1-2 | 0,36 | 15,67 | 1,07 | 4,27 | <DL | 145 | <DL | 38,56 | 3,26 | 0,04 | <DL | 4,12 | <DL | 0,03 | <DL | <DL |
| Temenia1-3 | 1,69 | <DL | <DL | 8,50 | <DL | 15,50 | 0,57 | <DL | <DL | <DL | 0,35 | 1,58 | 0,15 | 0,05 | 1,83 | 6,00 |
| Πηγή 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temenia2-1 | 1,54 | <DL | <DL | 3,78 | <DL | <DL | <DL | 9,32 | 0,16 | 0,03 | <DL | 2,57 | <DL | 0,06 | 0,13 | 3,44 |
| Temenia2-2 | 1,51 | 7,34 | 2,13 | 6,06 | <DL | 27,52 | <DL | <DL | 1,40 | 0,03 | <DL | 3,67 | 1,60 | 0,05 | <DL | <DL |
| Temenia2-3 | 0,92 | <DL | 7,30 | 2,54 | <DL | 30,26 | 0,76 | 20,19 | <DL | <DL | 0,18 | 1,57 | <DL | 0,03 | 1,81 | 4,13 |

4.3 Υδροχημικά διαγράμματα

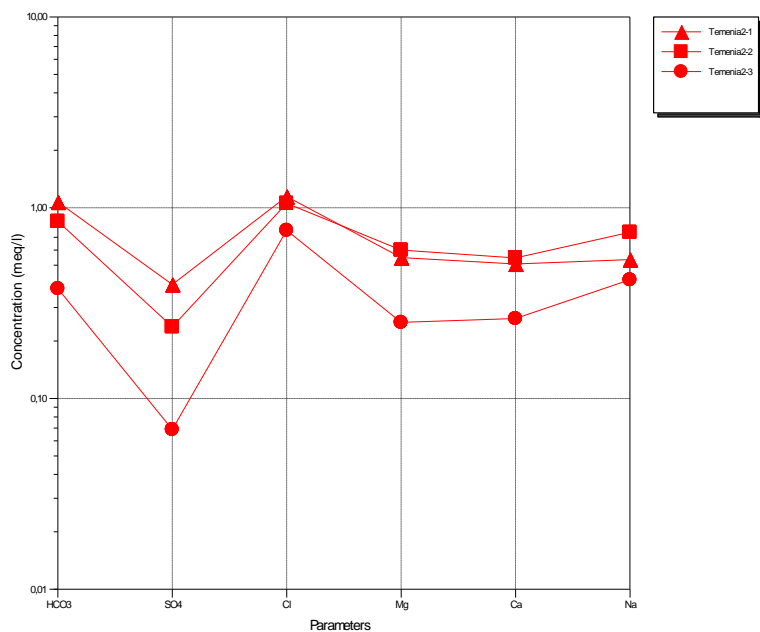
Για την καλύτερη εποπτεία των δεδομένων του πίνακα 4.4 κατασκευάστηκαν διαγράμματα Schoeller όπου στον κατακόρυφο άξονα, οι συγκεντρώσεις αναγράφονται σε meq/l σε λογαριθμική κλίμακα.

Από το διάγραμμα Schoeller για την πηγή 1 (σχήμα 4.4), βλέπουμε ότι η συγκέντρωση των θεϊκών ανιόντων είναι πολύ χαμηλή. Χαμηλή περιεκτικότητα παρατηρείται ακόμα σε Mg^{2+} , Ca^{2+} , Na^+ . Τέλος μέτρια συγκέντρωση παρατηρείται σε HCO_3^- και σε Cl^- . Επειδή η γραμμή μετακινείται κάθετα χωρίς να αλλάζει το σχήμα της, προκύπτει το συμπέρασμα ότι πιθανώς υπάρχει ανάμιξη του νερού με το νερό της βροχής, δηλαδή υπάρχει αραίωση ή συμπύκνωση του νερού.



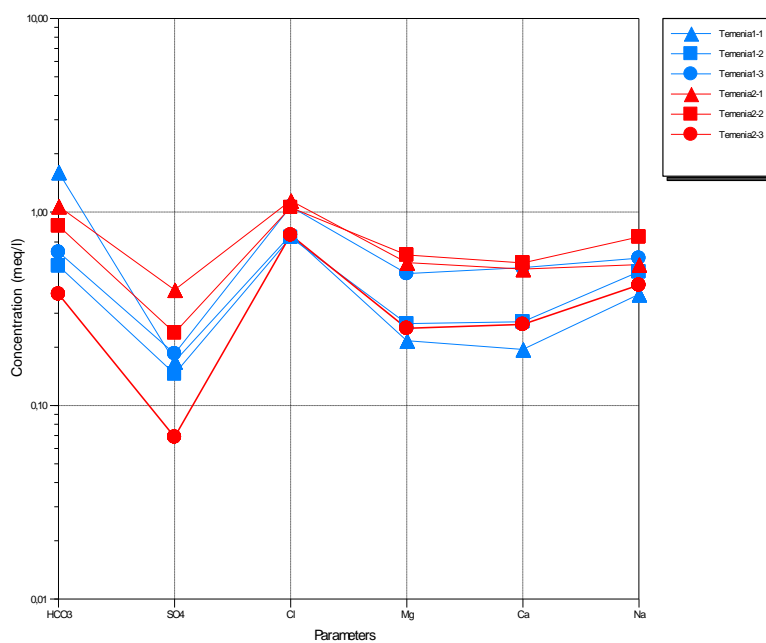
Σχήμα 4.4 Διάγραμμα Schoeller-Πηγή 1

Από το διάγραμμα Schoeller για τη πηγή 2 (σχήμα 4.5), παρατηρείται ότι όπως και στη πηγή 1 οι συγκεντρώσεις σε Mg^{2+} , Ca^{2+} , Na^+ είναι χαμηλές, ενώ οι τιμές του SO_4^{2-} είναι αρκετά χαμηλές. Τέλος μέτρια συγκέντρωση παρατηρείται σε HCO_3^- και σε Cl^- . Επειδή η γραμμή μετακινείται κάθετα χωρίς να αλλάζει το σχήμα της, προκύπτει το συμπέρασμα ότι πιθανώς υπάρχει ανάμιξη του νερού με το νερό της βροχής, δηλαδή υπάρχει αραίωση ή συμπύκνωση του νερού.



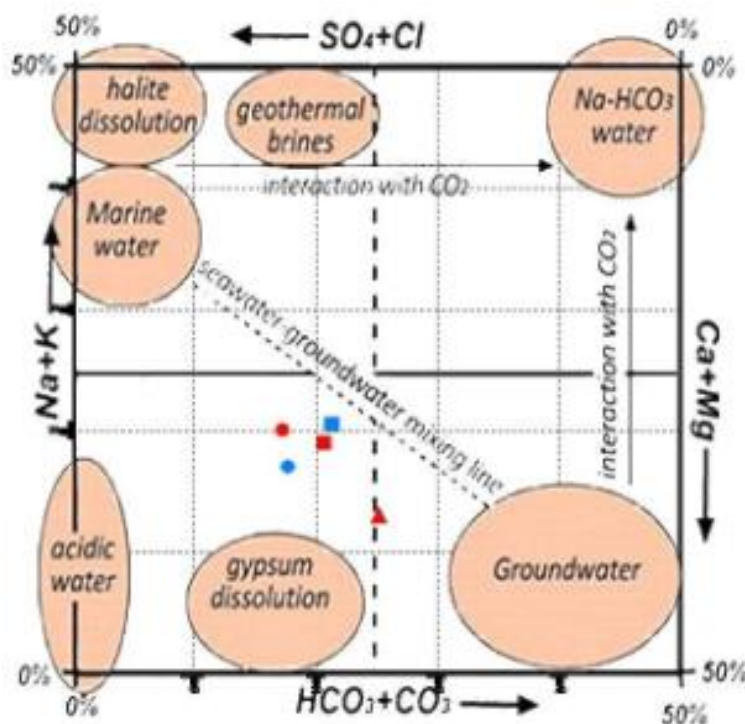
Σχήμα 4.5 Διάγραμμα Schoeller-Πηγή 2

Για λόγους σύγκρισης στο διάγραμμα Schoeller του σχήματος 4.6 παρατίθενται τα δεδομένα και των δυο πηγών και για τις τρεις δειγματοληψίες.



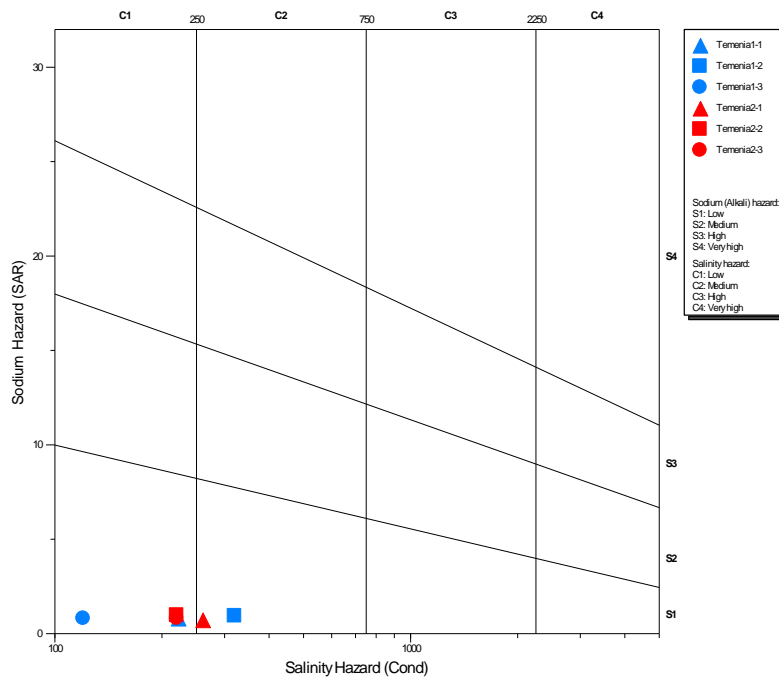
Σχήμα 4.6 Διάγραμμα Schoeller-Πηγή 1 και Πηγή 2

Από το διάγραμμα Ludwig Langelier φαίνεται ότι στη πηγή 1 κατά την πρώτη περίοδο δειγματοληψίας τα νερά τείνουν προς τη περιοχή των υπόγειων νερών, ενώ προς τη περιοχή διαλυτοποίησης της γύψου τείνουν τόσο να δείγματα της πηγής 1 κατά τις άλλες δυο περιόδους δειγματοληψίας, όσο και όλα τα δείγματα της πηγής 2.



Σχήμα 4.7 Διάγραμμα Ludwig Langelier

Από το διάγραμμα Wilcox παρατηρείται ότι τα νερά και των δύο πηγών κατά τις τρεις περιόδους δειγματοληψίας έχουν καλή ποιότητα. Τα νερά της πρώτης και της τρίτης δειγματοληψίας για την Πηγή 1 καθώς και τα νερά της δεύτερης και τρίτης δειγματοληψίας της Πηγής 2 βρίσκονται στην κατηγορία C1-S1, που σημαίνει ότι έχουν καλή ποιότητα. Τα νερά της δεύτερης δειγματοληψίας της Πηγής 1 και της πρώτης δειγματοληψίας της Πηγής 2 βρίσκονται στην κατηγορία C1-S2, C2-S1, που σημαίνει ότι έχουν καλή ως μέτρια ποιότητα



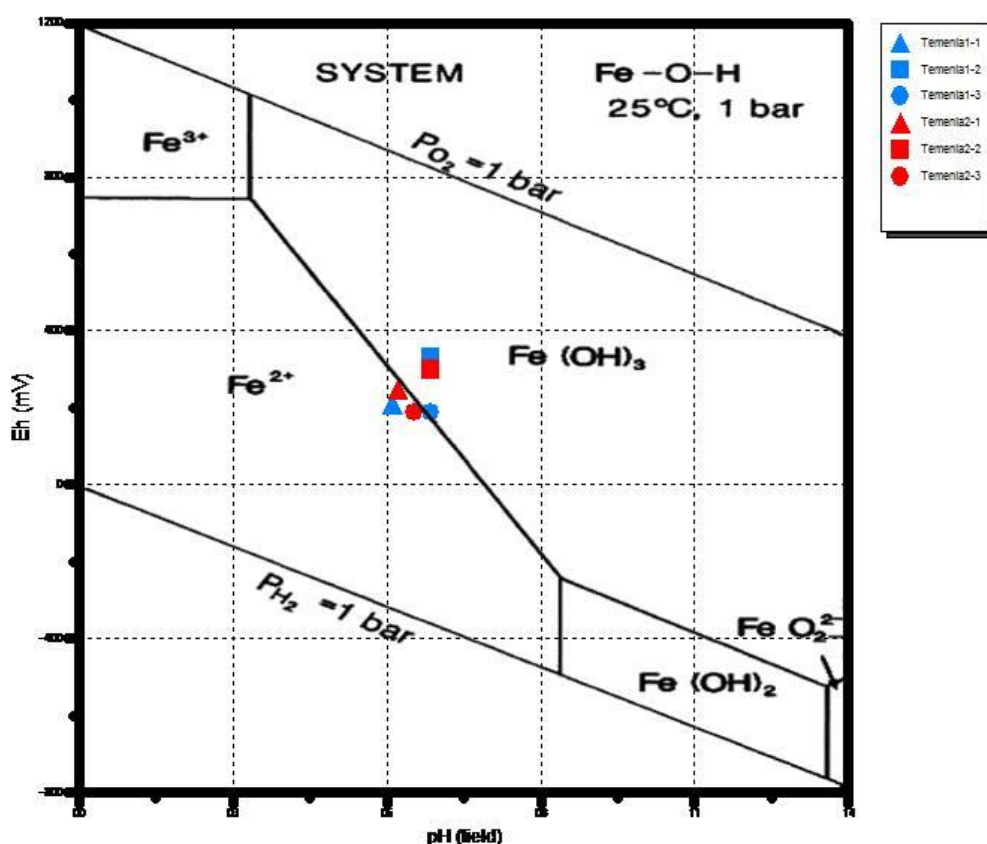
Σχήμα 4.8 Διάγραμμα Wilcox

Για τη μελέτη του δυναμικού οξειδοαναγωγής των δειγμάτων κατασκευάστηκε διάγραμμα pH-Eh για το σίδηρο και το οποίο υπερτίθεται στο πρότυπο διάγραμμα (σχήμα 4.9)

Όσον αφορά στη Πηγή 1, κατά την πρώτη δειγματοληψία η συγκέντρωση του σιδήρου είναι κάτω από το όριο ανιχνευσιμότητας (πίνακας 4.4). Κατά τη δεύτερη δειγματοληψία η συγκέντρωση του σιδήρου είναι 0,145 mg/l και βρίσκεται στη γραμμή ισορροπίας της μετατροπής του δισθενούς σιδήρου σε τρισθενή. Κατά την τρίτη δειγματοληψία η συγκέντρωση του σιδήρου είναι 0,0155 mg/l και βρίσκεται στη γραμμή ισορροπίας της μετατροπής του δισθενούς σιδήρου σε τρισθενή.

Όσον αφορά στη Πηγή 2, κατά την πρώτη δειγματοληψία η συγκέντρωση του σιδήρου είναι επίσης κάτω από το όριο ανιχνευσιμότητας (πίνακας 4.4). Κατά τη δεύτερη δειγματοληψία η συγκέντρωση του σιδήρου είναι 0,0275 mg/l και βρίσκεται στη γραμμή ισορροπίας της μετατροπής του δισθενούς σιδήρου σε τρισθενή. Κατά την τρίτη δειγματοληψία η συγκέντρωση του σιδήρου είναι 0,0303 mg/l και

βρίσκεται στη γραμμή ισορροπίας της μετατροπής του δισθενούς σιδήρου σε τρισθενή.



Σχήμα 4.9 Διάγραμμα Eh-pH με τη βοήθεια πρότυπου διαγράμματος Eh-pH από το βιβλίο του Douglas G. Brookins,(1988).

4.4 Δείκτης κορεσμού ορυκτών (SI)

Όταν το νερό κινείται ανάμεσα σε πετρώματα, τα διαλύει μέχρις ότου κορεστεί στα ορυκτά από τα οποία αποτελούνται τα πετρώματα. Η γνώση του βαθμού κορεσμού του νερού στα εκάστοτε ορυκτά είναι πολύ χρήσιμη διότι εκτός του ότι είναι ένας δείκτης του χρόνου επαφής του νερού με τα ορυκτά, έχει επίσης μεγάλη σημασία για τη ποσοτική εκτίμησης της ικανότητάς του να διαβρώνει ή να αποθέτει άλατα. Αν το νερό είναι σε ισορροπία με ένα ορυκτό, ο δείκτης κορεσμού είναι ίσος με το μηδέν. Εάν είναι ακόρεστο, ο δείκτης κορεσμού είναι αρνητικός, ενώ αν είναι υπέρκορο ο δείκτης κορεσμού είναι θετικός.

Όσον αφορά στη Πηγή 1, κατά την πρώτη δειγματοληψία παρατηρείται ότι το νερό είναι ακόρεστο. Κατά τη δεύτερη δειγματοληψία το νερό είναι κορεσμένο σε γυψίτη, FeOH_3 , γκαιτίτη, αιματίτη, καολίνη, καλιούχες μαρμαρυγίες, ενώ οριακά ακόρεστο σε ορυκτά του χαλαζία. Κατά τη τρίτη δειγματοληψία το νερό είναι κορεσμένο σε αιματίτη, χαλαζία και οριακά ακόρεστο σε χαλκηδόνιο.

Όσον αφορά στη Πηγή 2, κατά την πρώτη δειγματοληψία το νερό είναι οριακά ακόρεστο σε χαλαζία και χαλκηδόνιο. Κατά τη δεύτερη δειγματοληψία το νερό είναι κορεσμένο σε γκαιτίτη και καλιούχες μαρμαρυγίες, ενώ οριακά ακόρεστο σε FeOH_3 , χαλκηδόνιο, γυψίτη και χαλαζία. Τέλος κατά τη τρίτη δειγματοληψία το νερό είναι κορεσμένο σε γκαιτίτη και αιματίτη, ενώ είναι οριακά ακόρεστο σε χαλκηδόνιο και χαλαζία.

4.5 Υδατικά Είδη

Τα δεδομένα από τις επιτόπιες και τις εργαστηριακές μετρήσεις καθώς και τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων μελετήθηκαν περαιτέρω με τη βοήθεια του λογισμικού PHREEQC του USGS (United States Geological Survey). Χρησιμοποιώντας τη βάση δεδομένων του προγράμματος η οποία λαμβάνει υπόψη τις θερμοδυναμικές ιδιότητες ορυκτών (Σταθερά ισορροπίας, ελεύθερη ενέργεια, κλπ) υπολογίστηκαν τα υδατικά είδη που βρίσκονται εν διαλύσει στο νερό. Με βάση τα αποτελέσματα προκύπτει ότι:

Για την Πηγή 1, παρατηρείται ότι για κάθε κύριο στοιχείο κυριαρχούν κάποια υδατικά είδη. Συγκεκριμένα για τον C το HCO_3^- , για το Mg το Mg^{+2} και το MgHCO_3^+ , για το Ca το CaHCO_3^+ , το Ca^{+2} και το CaSO_4 , για το Cl το Cl^- , για το F το F^- και το MgF^+ , για το K το K^+ και το KSO_4^- , για το S το SO_4^{-2} , για το Na το Na^+ , το NaHCO_3 και το NaSO_4 και για το Si το H_4SiO_4 και το $\text{H}_3\text{SiO}^{-4}$ (Πίνακας 4.5).

Τα υδατικά είδη των ιχνοστοιχείων που κυριαρχούν στα δείγματά μας για την Πηγή 1 είναι τα εξής: για το Ba το Ba^{+2} και το BaSO_4 , για το Mn το MnHCO_3^+ , το MnSO_4 και το MnCl^+ , για το Zn το Zn^{+2} , το ZnHCO_3^+ και το ZnSO_4 , για το Al το $\text{Al}(\text{OH})^{4-}$, το $\text{Al}(\text{OH})^{2+}$ και το $\text{Al}(\text{OH})_3$, για το B το H_3BO_3 και το H_2BO_3 , για το Fe το Fe^{+2} , το FeHCO_3^+ , το FeSO_4 και το $\text{Fe}(\text{OH})^{2+}$, για το Li το Li^+ , για το N το NO_2^- , για το Pb το Pb^{+2} , το PbCO_3 και το PbHCO_3^+ (Πίνακας 4.6).

Πίνακας 4.5 Τα υδατικά είδη των κύριων στοιχείων για την Πηγή 1

| C | Mg | | Ca | | | Cl | F | | K | | S | Na | | | Si |
|------------------|------------------|---------------------|---------------------|------------------|-------------------|-----------------|----------------|------------------|----------------|-------------------|-------------------------------|-----------------|--------------------|-------------------|---------------------------------|
| mg/l | mg/l | | mg/l | | | mg/l | μg/l | | μg/l | | mg/l | mg/l | | | mg/l |
| HCO ₃ | Mg ⁺² | MgHCO ³⁺ | CaHCO ³⁺ | Ca ⁺² | CaSO ₄ | Cl ⁻ | F ⁻ | MgF ⁺ | K ⁺ | KSO ⁴⁻ | SO ₄ ⁻² | Na ⁺ | NaHCO ₃ | NaSO ₄ | H ₄ SiO ₄ |
| 98,03 | 2,53 | 0,08 | 0,09 | 3,81 | 0,13 | 26,65 | 9,924 | 0,109 | 468 | 0,421 | 7,89 | 8,63 | 0,03 | 0,01 | 4,24 |
| 15,19 | 3,13 | 0,03 | 0,05 | 5,34 | 0,17 | 25,86 | 0 | 0 | 605 | 0,506 | 6,73 | 11,29 | 0,01 | 0,01 | 7,38 |
| 17,94 | 5,68 | 0,07 | 0,09 | 10,16 | 0,36 | 37,31 | 0 | 0 | 672 | 0 | 8,40 | 13,27 | 0,01 | 0,01 | 8,54 |

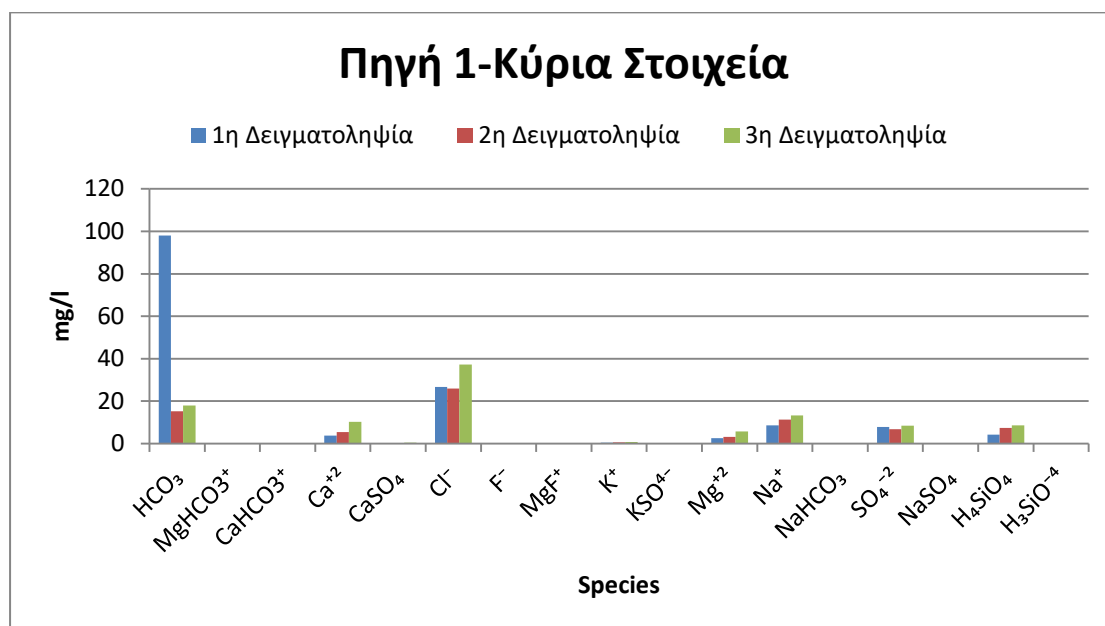
Πίνακας 4.6 Τα υδατικά είδη των ιχνοστοιχείων στοιχείων για την Πηγή 1

| Ba | | Mn | | | | | Zn | | | Al | | | B | |
|------------------|-------------------|------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|----------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|---------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| μg/l | | μg/l | | | | | μg/l | | | μg/l | | | μg/l | |
| Ba ⁺² | BaSO ₄ | Mn ⁺² | MnHCO ₃ ⁺ | MnSO ₄ | MnCO ₃ | MnCl ⁺ | Zn ⁺² | ZnHCO ₃ ³⁺ | ZnSO ₄ | Al(OH) ⁴⁻ | Al(OH) ²⁺ | Al(OH) ₃ | H ₃ BO ₃ | H ₂ BO ₃ |
| 1,92 | 0,09 | 4,87 | 0,88 | 0 | 0 | 0 | 4,59 | 1,11 | 0,14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4,14 | 0,18 | 36,65 | 2,21 | 0,80 | 0,27 | 0,15 | 0 | 0 | 0 | 11,31 | 10,68 | 4,34 | 6,13 | 0,08 |
| 8,21 | 0,41 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5,49 | 0,50 | 0,17 | 0 | 0 | 0 | 46,07 | 0 |

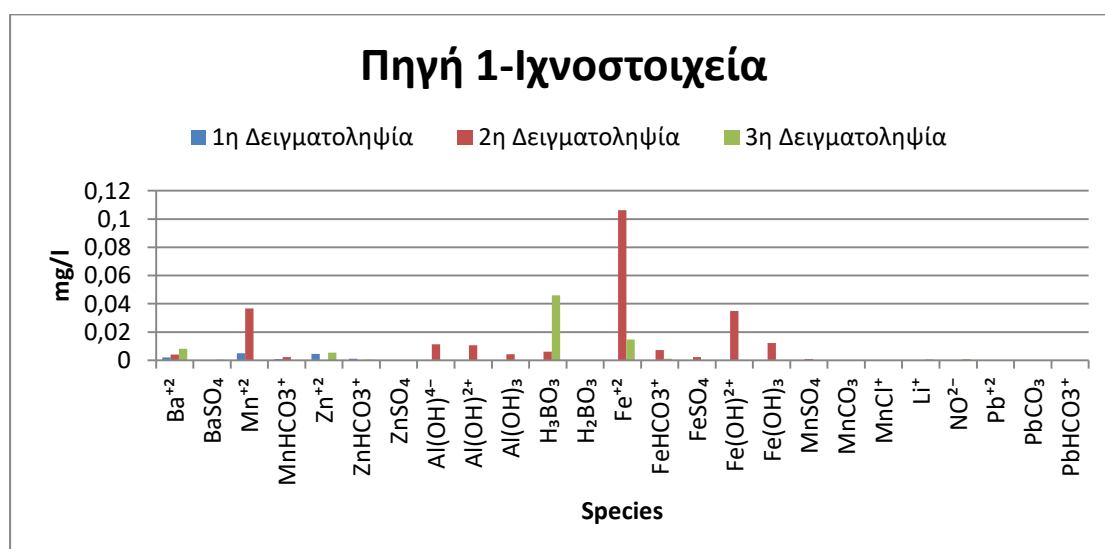
Πίνακας 4.6 (συνέχεια) Τα υδατικά είδη των ιχνοστοιχείων στοιχείων για την Πηγή 1

| Fe | | | | | Li | N | Pb | | |
|------------------------|--------------------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| μg/l | | | | | μg/l | μg/l | μg/l | | |
| Fe⁺² | FeHCO₃⁺ | FeSO₄ | Fe(OH)²⁺ | Fe(OH)₃ | Li⁺ | NO²⁻ | Pb⁺² | PbCO₃ | PbHCO₃³⁺ |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 6,18 | 7,13 | 2,29 | 34,86 | 12,28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14,64 | 1,13 | 0 | 0,01 | 0 | 0,58 | 0,91 | 0,16 | 0,15 | 0,07 |

Οι συγκεντρώσεις των υδατικών ειδών των κύριων στοιχείων (σχήμα 4.10) και των ιχνοστοιχείων (σχήμα 4.11) των δειγμάτων μας για την Πηγή 1 φαίνονται στα παρακάτω διαγράμματα.



Σχήμα 4.10 Οι συγκεντρώσεις των υδατικών ειδών των κύριων στοιχείων



Σχήμα 4.11 Οι συγκεντρώσεις των υδατικών ειδών των ιχνοστοιχείων

Όσον αφορά στη κατανομή των ειδών των κύριων στοιχείων των δειγμάτων μας για την Πηγή 2, παρατηρείται ότι για κάθε κύριο στοιχείο κυριαρχούν κάποια υδατικά είδη. Συγκεκριμένα για το C το HCO_3^- , για το Mg το Mg^{+2} και το MgHCO_3^+ , για το Ca το CaHCO_3^+ , το Ca^{+2} και το CaSO_4 , για το Cl το Cl^- , για το F το F^- και το MgF^+ , για το K το K^+ και το KSO_4^- , για το S το SO_4^{-2} , για το Na το Na^+ , το NaHCO_3 και το NaSO_4 και για το Si το H_4SiO_4 και το $\text{H}_3\text{SiO}^{-4}$ (Πίνακας 4.7).

Τα υδατικά είδη των ιχνοστοιχείων που κυριαρχούν στα δείγματά μας για την Πηγή 2 είναι τα εξής: για το Ba το Ba^{+2} και το BaSO_4 , για το Mn το MnHCO_3^+ , το MnSO_4 και το MnCl^+ , για το Zn το Zn^{+2} , το ZnHCO_3^+ και το ZnSO_4 , για το Al το $\text{Al}(\text{OH})^{4-}$, το $\text{Al}(\text{OH})^{2+}$ και το $\text{Al}(\text{OH})_3$, για το B το H_2BO_3 και το H_3BO_3 , για το Fe το Fe^{+2} , το FeHCO_3^+ , το FeSO_4 και το $\text{Fe}(\text{OH})^{2+}$, για το Li το Li^+ , για το N το NO_2^- , για το Pb το Pb^{+2} , το PbCO_3 και το PbHCO_3^+ (Πίνακας 4. 8).

Πίνακας 4.7 Τα υδατικά είδη των κύριων στοιχείων για την Πηγή 2

| C | Mg | | | Ca | | | Cl | F | | K | | Na | | | S | Si | |
|------------------|------------------|-------------------|---------------------|---------------------|------------------|-------------------|-----------------|----------------|------------------|----------------|------------------|-----------------|--------------------|-------------------|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| mg/l | mg/l | | | mg/l | | | mg/l | µg/l | | µg/l | | mg/l | | | mg/l | µg/l | |
| HCO ₃ | Mg ⁺² | MgSO ₄ | MgHCO ³⁺ | CaHCO ³⁺ | Ca ⁺² | CaSO ₄ | Cl ⁻ | F ⁻ | MgF ⁺ | K ⁺ | KSO ⁴ | Na ⁺ | NaHCO ₃ | NaSO ₄ | SO ₄ ⁻² | H ₄ SiO ₄ | H ₃ SiO ⁻⁴ |
| 30,97 | 6,37 | 0,68 | 0,14 | 0,15 | 9,84 | 0,72 | 40,08 | 78,83 | 2,07 | 946,92 | 1,84 | 12,28 | 0,02 | 0,04 | 17,90 | 4375,68 | 0,144 |
| 24,46 | 7,05 | 0,50 | 0,12 | 0,14 | 10,68 | 0,48 | 36,93 | 0 | 0 | 1288,17 | 1,59 | 17,10 | 0,03 | 0,02 | 10,63 | 7928,64 | 1,202 |
| 10,92 | 2,98 | 0,06 | 0,04 | 0,04 | 5,21 | 0,08 | 26,66 | 0 | 0 | 657 | 0 | 9,64 | 0,01 | 0 | 3,19 | 8510,40 | 0,54 |

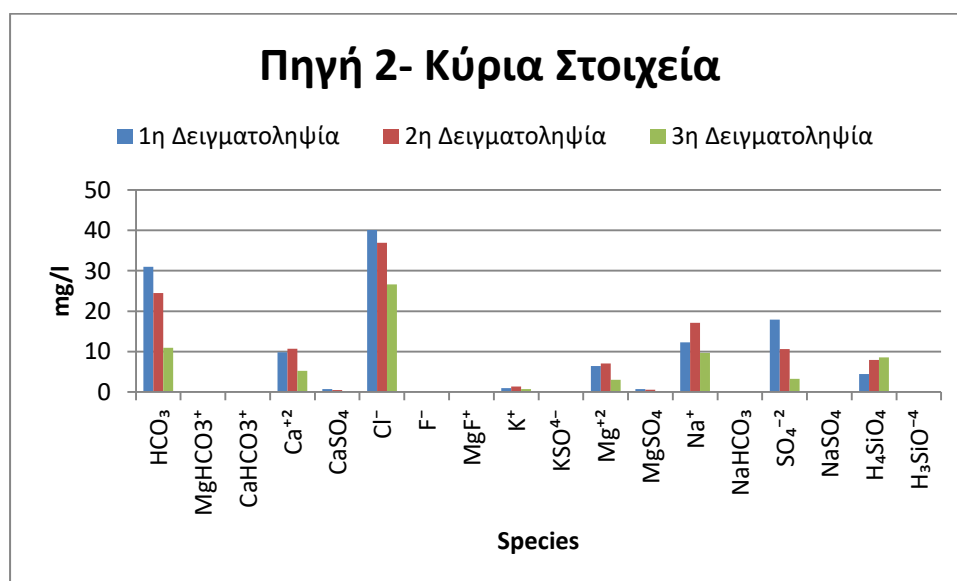
Πίνακας 4.8 Τα υδατικά είδη των ιχνοστοιχείων για την Πηγή 2

| Ba | | Mn | | | | | Al | | | B | | Zn | | |
|------------------|-------------------|------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------|----------------------|---------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------------|-------------------|
| μg/l | | μg/l | | | | | μg/l | | | μg/l | | μg/l | | |
| Ba ⁺² | BaSO ₄ | Mn ⁺² | MnHCO ₃ ⁺ | MnSO ₄ | MnCO ₃ | MnCl ⁺ | Al(OH) ⁴⁻ | Al(OH) ²⁺ | Al(OH) ₃ | H ₃ BO ₃ | H ₂ BO ₃ | Zn ⁺² | ZnHCO ₃ ⁺ | ZnSO ₄ |
| 3,54 | 0,36 | 8,49 | 0,99 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,01 | 0,47 | 0,19 |
| 5,81 | 0,35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5,17 | 5,09 | 1,94 | 12,20 | 0,02 | 0 | 0 | 0 |
| 2,50 | 0,05 | 19,51 | 0,85 | 0,19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 41,83 | 0 | 3,91 | 0,23 | 0 |

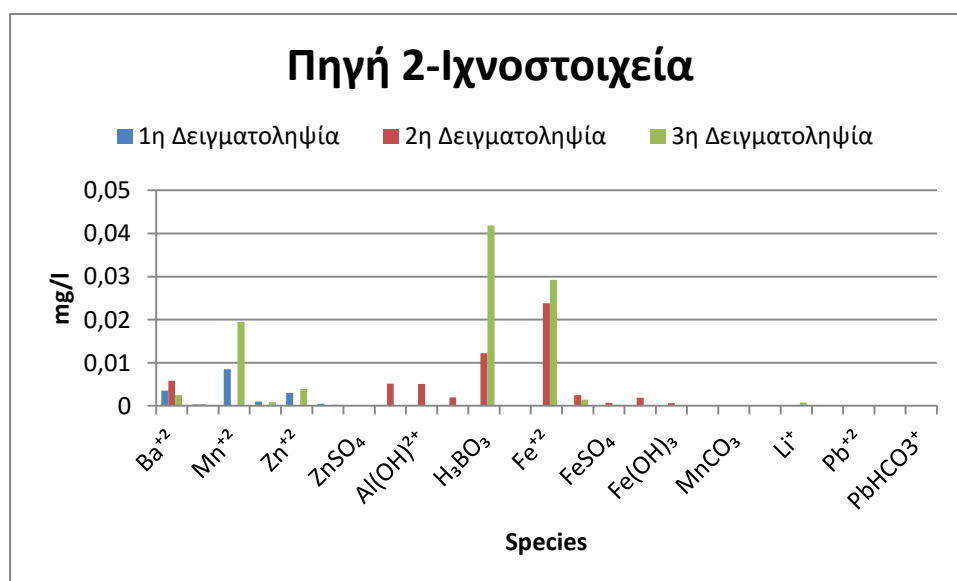
Πίνακας 4.8 (συνέχεια) Τα υδατικά είδη των ιχνοστοιχείων για την Πηγή 2

| Fe | | | | | Li | N | Pb | | |
|------------------------|--------------------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|
| μg/l | | | | | μg/l | μg/l | μg/l | | |
| Fe⁺² | FeHCO₃⁺ | FeSO₄ | Fe(OH)²⁺ | Fe(OH)₃ | Li⁺ | NO²⁻ | Pb⁺² | PbCO₃ | PbHCO³⁺ |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23,83 | 2,46 | 0,73 | 1,91 | 0,64 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29,26 | 1,43 | 0,28 | 0 | 0 | 0,76 | 0 | 0,11 | 0,03 | 0,03 |

Οι συγκεντρώσεις των υδατικών ειδών των κύριων στοιχείων (σχήμα 4.12) και των ιχνοστοιχείων (σχήμα 4.13) των δειγμάτων μας για την Πηγή 2 φαίνονται στα παρακάτω διαγράμματα.



Σχήμα 4.12 Οι συγκεντρώσεις των υδατικών ειδών των κύριων στοιχείων



Σχήμα 4.13 Οι συγκεντρώσεις των υδατικών ειδών των ιχνοστοιχείων

Δεδομένου ότι ο άνθρωπος πρέπει να καταναλώνει 2-2,5 L νερό την ημέρα, υπολογίζονται οι συγκεντρώσεις κύριων στοιχείων (πίνακας 4.9) και ιχνοστοιχείων (πίνακας 4.10) που πρέπει να προσλαμβάνει ημερησίως.

Πίνακας 4.9 Συγκεντρώσεις κύριων ιόντων στην προτεινόμενη ημερήσια πρόσληψη νερού

| Δείγμα | Ca | Mg | Na | K | SO ₄ | HCO ₃ | Cl | F | SiO ₂ |
|------------|-------|-------|-------|------|-----------------|------------------|-------|------|------------------|
| Πηγή 1 | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l |
| Temenia1-1 | 8,79 | 5,91 | 19,42 | 1,06 | 18,23 | 220,73 | 60,75 | 0,02 | 5,97 |
| Temenia1-2 | 12,22 | 7,25 | 25,40 | 1,37 | 15,75 | 72,34 | 58,95 | | 10,40 |
| Temenia1-3 | 23,27 | 13,14 | 29,87 | 1,52 | 20,03 | 85,28 | 85,05 | | 12,03 |
| Πηγή 2 | | | | | | | | | |
| Temenia2-1 | 22,87 | 14,98 | 27,65 | 2,14 | 42,75 | 147,15 | 91,35 | 0,18 | 6,16 |
| Temenia2-2 | 24,59 | 16,41 | 38,48 | 2,91 | 25,65 | 116,51 | 84,15 | | 11,17 |
| Temenia2-3 | 11,84 | 6,85 | 21,69 | 1,48 | 7,43 | 51,75 | 60,75 | | 11,99 |

Πίνακας 4.10. Συγκεντρώσεις ιχνοστοιχείων στην προτεινόμενη ημερήσια πρόσληψη νερού

| Δείγμα | NO3 | Al | B | Ba | Fe | Li | Mn | Mo |
|-------------------|------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|
| Πηγή 1 | mg/l | μg/l | μg/l | μg/l | mg/l | μg/l | μg/l | μg/L |
| Temenia1-1 | 2,41 | | | 4,50 | | | 12,38 | 19,17 |
| Temenia1-2 | 0,81 | 35,26 | 2,41 | 9,61 | 0,33 | | 86,76 | 7,33 |
| Temenia1-3 | 3,80 | | | 19,11 | 0,04 | 1,29 | | |
| Πηγή 2 | | | | | | | | |
| Temenia2-1 | 3,47 | | | 8,51 | | | 20,95 | 0,36 |
| Temenia2-2 | 3,40 | 16,51 | 4,79 | 13,64 | 0,06 | | | 3,15 |
| Temenia2-3 | 2,07 | | 16,42 | 5,72 | 0,07 | 1,70 | 45,43 | |

Πίνακας 4.10 (συνέχεια). Συγκεντρώσεις ιχνοστοιχείων στην προτεινόμενη ημερήσια πρόσληψη νερού

| Δείγμα | NH4 | Pb | Sb | Se | Sr | V | Zn |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Πηγή 1 | mg/l | μg/l | μg/L | μg/L | mg/l | μg/L | μg/l |
| Temenia1-1 | | | 8,64 | | 0,05 | 1,97 | 12,30 |
| Temenia1-2 | 0,09 | | 9,27 | | 0,07 | | |
| Temenia1-3 | | 0,79 | 3,56 | 0,35 | 0,11 | 4,11 | 13,50 |
| Πηγή 2 | | | | | | | |
| Temenia2-1 | 0,07 | | 5,77 | | 0,12 | 0,30 | 7,75 |
| Temenia2-2 | 0,07 | | 8,25 | 3,60 | 0,12 | | |
| Temenia2-3 | | 0,40 | 3,53 | | 0,06 | 4,06 | 9,30 |

Στη συνέχεια υπολογίστηκε το ποσοστό επί τοις εκατό της συγκέντρωσης των κύριων στοιχείων (πίνακας 4.11) και των ιχνοστοιχείων (πίνακας 4.12) που πρέπει να λαμβάνουμε ημερησίως από το νερό προς την συνιστώμενη ημερήσια διαιτητική πρόσληψη (RDA).

Πίνακας 4.11 Ποσοστό συγκέντρωσης κύριων ιόντων στην προτεινόμενη ημερήσια πρόσληψη νερού

| Δείγμα | Ca | Mg | Na | K | SO ₄ | HCO ₃ | Cl | F | SiO ₂ |
|------------|------|-------|------|------|-----------------|------------------|------|------|------------------|
| Πηγή 1 | % | % | % | % | % | % | % | % | % |
| Temenia1-1 | 0,98 | 1,64 | 0,78 | 0,03 | 3,65 | 49,05 | 2,03 | 0,64 | 21,7 |
| Temenia1-2 | 1,36 | 2,01 | 1,02 | 0,04 | 3,15 | 16,08 | 1,97 | | 37,8 |
| Temenia1-3 | 2,59 | 3,65 | 1,19 | 0,04 | 4,01 | 18,95 | 2,84 | | 43,76 |
| Πηγή 2 | | | | | | | | | |
| Temenia2-1 | 2,54 | 4,16 | 1,11 | 0,06 | 8,55 | 32,70 | 3,05 | 5,14 | 22,4 |
| Temenia2-2 | 2,73 | 4,56 | 1,54 | 0,08 | 5,13 | 25,89 | 2,81 | | 40,61 |
| Temenia2-3 | 1,32 | 1,903 | 0,86 | 0,04 | 1,49 | 11,50 | 2,03 | | 43,58 |

Πίνακας 4.12 Ποσοστό συγκέντρωσης ιχνοστοιχείων στην προτεινόμενη ημερήσια πρόσληψη νερού

| Δείγμα | NO3 | Al | B | Ba | Fe | Li | Mn | Mo | NH4 | Pb | Sb | Se | Sr | Ti | U | V | Zn |
|------------|-----|-------|------|------|------|-------|------|-------|------|------|-------|------|------|----|---|-------|------|
| Πηγή1 | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % |
| Temenia1-1 | 12 | | | 1,5 | | | 0,41 | 42,62 | | | 37,58 | | 2,42 | | | 10,94 | 0,07 |
| Temenia1-2 | 4 | 0,40 | 0,03 | 3,20 | 2,17 | | 2,89 | 16,30 | 0,52 | | 40,30 | | 3,28 | | | | |
| Temenia1-3 | 19 | | | 6,37 | 0,23 | 0,32 | | | | 0,31 | 15,51 | 0,69 | 5,56 | | | 22,86 | 0,08 |
| Πηγή 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temenia2-1 | 17 | | | 2,84 | | | 0,70 | 0,81 | 0,39 | | 25,12 | | 6,22 | | | 1,66 | 0,04 |
| Temenia2-2 | 7 | 0, 20 | 0,07 | 4,55 | 0,41 | | | 7 | 0,39 | | 35,90 | 7,20 | 5,91 | | | | |
| Temenia2-3 | 10 | | 0,23 | 1,91 | 0,45 | 0,425 | 1,51 | | | 0,15 | 15,39 | | 2,86 | | | 22,58 | 0,05 |

Στη πραγματικότητα όμως ο μέσος άνθρωπος καταναλώνει 1,5 L νερό την ημέρα, οπότε παρακάτω υπολογίζεται οι συγκεντρώσεις των κύριων στοιχείων (πίνακας 4.13) και των ιχνοστοιχείων (πίνακας 4.14) που λαμβάνει ο άνθρωπος ημερησίως αλλά και το ποσοστό επί τοις εκατό των συγκεντρώσεων των κύριων στοιχείων (πίνακας 4.15) και των ιχνοστοιχείων (πίνακας 4.16) που λαμβάνουμε ημερησίως από το νερό προς την συνιστώμενη ημερήσια διαιτητική πρόσληψη (RDA).

Πίνακας 4.13 Συγκεντρώσεις κύριων στοιχείων στην πραγματική ημερήσια πρόσληψη νερού

| Δείγμα | Ca | Mg | Na | K | SO ₄ | HCO ₃ | Cl | F | SiO ₂ |
|-------------------|-------|-------|-------|------|-----------------|------------------|-------|------|------------------|
| Πηγή 1 | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l |
| Temenia1-1 | 5,86 | 3,94 | 12,94 | 0,71 | 12,15 | 147,15 | 40,50 | 0,02 | 3,98 |
| Temenia1-2 | 8,15 | 4,83 | 16,93 | 0,91 | 10,50 | 48,23 | 39,30 | | 6,93 |
| Temenia1-3 | 15,51 | 8,75 | 19,91 | 1,01 | 13,35 | 56,85 | 56,70 | | 8,02 |
| Πηγή 2 | | | | | | | | | |
| Temenia2-1 | 15,25 | 9,98 | 18,43 | 1,43 | 28,50 | 98,10 | 60,90 | 0,12 | 4,11 |
| Temenia2-2 | 16,40 | 10,91 | 25,65 | 1,94 | 17,10 | 77,67 | 56,10 | | 7,44 |
| Temenia2-3 | 7,89 | 4,56 | 14,45 | 0,99 | 4,95 | 34,5 | 40,50 | | 7,98 |

Πίνακας 4.14 Συγκεντρώσεις ιχνοστοιχείων στην πραγματική ημερήσια πρόσληψη νερού

| Δείγμα | NO3 | Al | B | Ba | Fe | Li | Mn | Mo | NH ₄ | Pb | Sb | Se | Sr | V | Zn |
|-------------------|------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|-----------------|------|------|------|-------|------|------|
| Πηγή 1 | mg/l | μg/l | μg/l | μg/l | mg/l | μg/l | μg/l | μg/L | mg/l | μg/l | μg/L | μg/L | μg/l | μg/L | μg/l |
| Temenia1-1 | 1,61 | | | 3 | | | 8,30 | 12,79 | | | 5,76 | | 32 | 1,31 | 8,20 |
| Temenia1-2 | 0,54 | 23,51 | 1,61 | 6,50 | 0,22 | | 57,80 | 4,89 | 0,06 | | 6,18 | | 44 | | |
| Temenia1-3 | 2,54 | | | 12,7 | 0,02 | 0,86 | | | | 0,53 | 2,38 | 0,23 | 74 | 2,74 | 9,00 |
| Πηγή 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temenia2-1 | 2,31 | | | 5,68 | | | 13,90 | 0,24 | 0,05 | | 3,85 | | 83 | 0,20 | 5,17 |
| Temenia2-2 | 2,27 | 11,01 | 3,19 | 9,09 | 0,04 | | | 2,10 | 0,05 | | 5,51 | 2,40 | 78 | | |
| Temenia2-3 | 1,38 | | 10,95 | 3,81 | 0,05 | 1,13 | 30,30 | | | 0,26 | 2,36 | | 38,20 | 2,71 | 6,20 |

Πίνακας 4.15 Ποσοστό συγκέντρωσης κύριων στοιχείων στην πραγματική ημερήσια πρόσληψη νερού

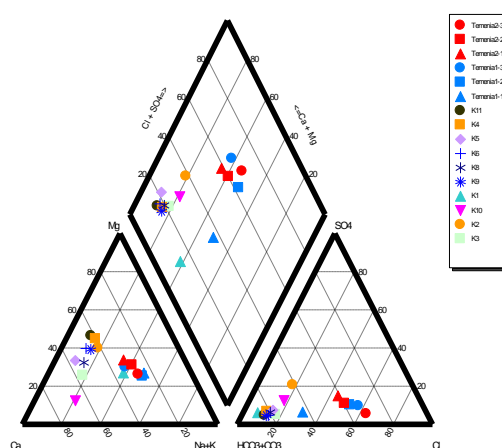
| Δείγμα | Ca | Mg | Na | K | SO ₄ | HCO ₃ | Cl | F | SiO ₂ |
|------------|------|------|------|------|-----------------|------------------|------|------|------------------|
| Πηγή 1 | % | % | % | % | % | % | % | % | % |
| Temenia1-1 | 0,65 | 1,10 | 0,52 | 0,02 | 2,43 | 32,7 | 1,35 | 0,43 | 14,47 |
| Temenia1-2 | 0,91 | 1,34 | 0,68 | 0,03 | 2,10 | 10,72 | 1,31 | | 25,20 |
| Temenia1-3 | 1,72 | 2,43 | 0,80 | 0,03 | 2,67 | 12,63 | 1,89 | | 29,17 |
| Πηγή 2 | | | | | | | | | |
| Temenia2-1 | 1,69 | 2,77 | 0,74 | 0,04 | 5,70 | 21,80 | 2,03 | 3,43 | 14,94 |
| Temenia2-2 | 1,82 | 3,04 | 1,03 | 0,06 | 3,42 | 17,26 | 1,87 | | 27,07 |
| Temenia2-3 | 0,88 | 1,27 | 0,58 | 0,03 | 0,99 | 7,67 | 1,35 | | 29,05 |

Πίνακας 4.16 Ποσοστό συγκέντρωσης ιχνοστοιχείων στην πραγματική ημερήσια πρόσληψη νερού

| Δείγμα | NO3 | Al | B | Ba | Fe | Li | Mn | Mo | NH4 | Pb | Sb | Se | Sr | V | Zn |
|------------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|
| Πηγή1 | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % |
| Temenia1-1 | 8,03 | | | 1 | | | 0,28 | 28,41 | | | 25,05 | | 1,61 | 7,29 | 0,05 |
| Temenia1-2 | 2,70 | 0,28 | 0,02 | 2,14 | 1,45 | | 1,93 | 10,87 | 0,34 | | 26,87 | | 2,19 | | |
| Temenia1-3 | 12,68 | | | 4,25 | 0,15 | 0,21 | | | | 0,20 | 10,34 | 0,46 | 3,70 | 15,24 | 0,05 |
| Πηγή 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temenia2-1 | 11,55 | | | 1,89 | | | 0,47 | 0,54 | 0,26 | | 16,75 | | 4,15 | 1,11 | 0,03 |
| Temenia2-2 | 11,33 | 0,13 | 0,05 | 3,03 | 0,28 | | | 4,67 | 0,26 | | 23,94 | 4,80 | 3,94 | | |
| Temenia2-3 | 6,90 | | 0,16 | 1,27 | 0,30 | 0,28 | 1,01 | | | 0,10 | 10,26 | | 1,91 | 15,05 | 0,04 |

4.6 Σύγκριση των υδάτων της περιοχής Τεμενίων με εμφιαλωμένα νερά διάφορων περιοχών της Κρήτης

Παρακάτω γίνεται η σύγκριση των υδάτων της πηγής 1 και της πηγής 2 της περιοχής Τεμενίων με εμφιαλωμένα νερά από διάφορες πηγές ή γεωτρήσεις της Κρήτης, μέσω του διαγράμματος Piper και Schoeller.



Σχήμα 4.14 Διάγραμμα Piper των πηγών Τεμενίων και εμφιαλωμένων νερών διάφορων πηγών της Κρήτης

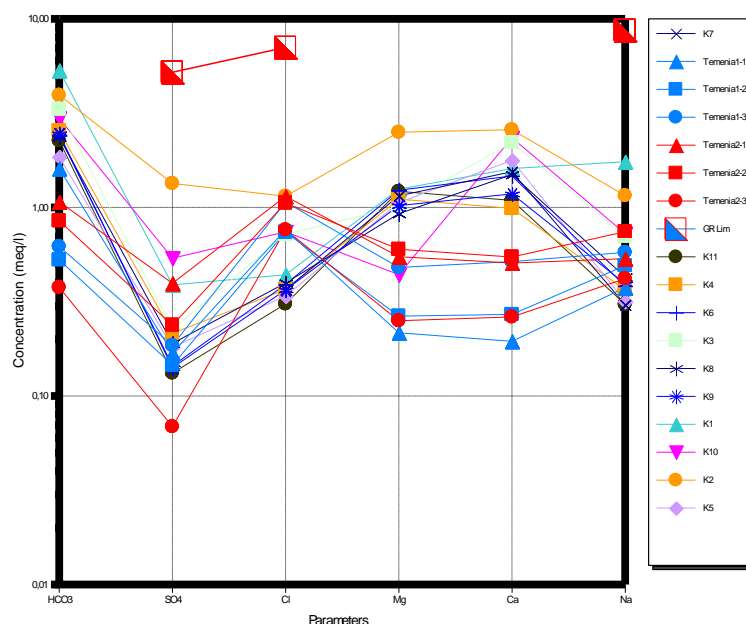
Στο διάγραμμα Piper διακρίνουμε τρία επιμέρους διαγράμματα

Ως προς τα κατιόντα, παρατηρείται ότι η σύσταση των περισσότερων εμφιαλωμένων νερών από τις διάφορες πηγές ή γεωτρήσεις της Κρήτης, είναι ασβεστούχα-μαγνησιούχα σε αντίθεση με τη σύσταση των πηγών της περιοχής των Τεμενίων που είναι μικτή.

Ως προς τα ανιόντα, παρατηρείται ότι η σύσταση όλων των εμφιαλωμένων νερών από τις διάφορες πηγές ή γεωτρήσεις της Κρήτης είναι ανθρακική. Όσον αφορά στη σύσταση των νερών των πηγών Τεμενίων μπορεί να χαρακτηριστεί κυρίως ως μικτή, με κάποιες εποχιακές διακυμάνσεις όπου γίνεται χλωριούχα και ανθρακική

Ως προς το σύνολο όλα τα εμφιαλωμένα νερά από της διάφορες πηγές ή γεωτρήσεις της Κρήτης χαρακτηρίζονται ως ασβεστό-μαγνησιούχο-ανθρακικά, ενώ τα νερά των

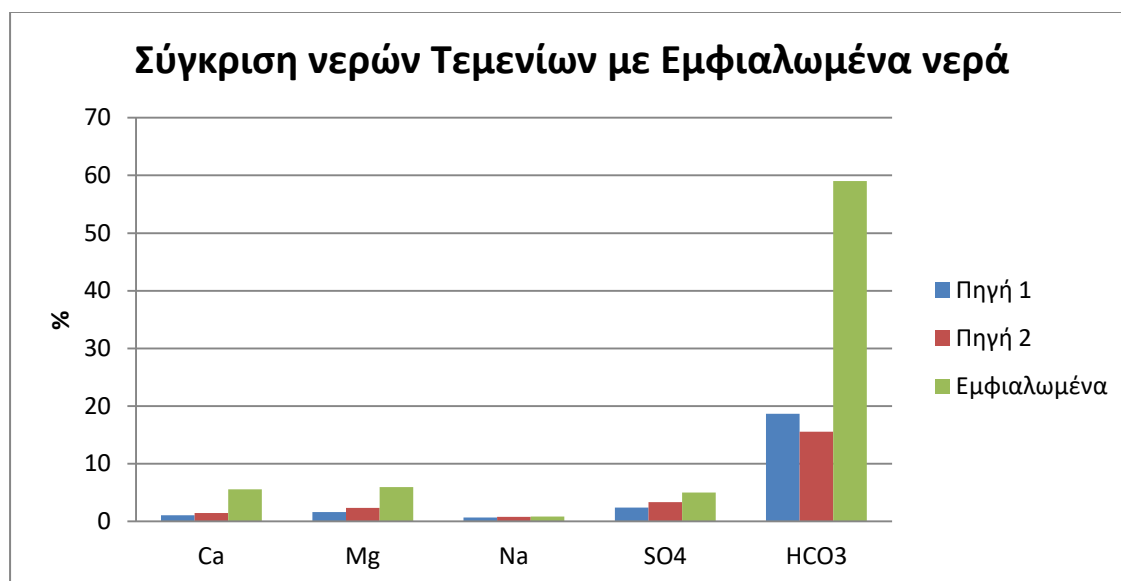
δύο πηγών της περιοχής Τεμενίων χαρακτηρίζονται ως νάτριο-ασβεστό-μαγνησιούχο-χλωριό-ανθρακικά.



Σχήμα 4.15 Διάγραμμα Schoeller των πηγών Τεμενίων και εμφιαλωμένων νερών διάφορων πηγών της Κρήτης

Από το παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται ότι για όλα τα κύρια ιόντα οι συγκεντρώσεις των εμφιαλωμένων νερών των διάφορων πηγών της Κρήτης κυμαίνονται σε ίδιες και σε μεγαλύτερες τιμές από τις συγκεντρώσεις των νερών της περιοχής των Τεμενίων. Πιο συγκεκριμένα στα εμφιαλωμένα νερά παρατηρείται μεγάλη συγκέντρωση ασβεστίου (Ca) και μαγνησίου (Mg) και αρκετά μεγάλη συγκέντρωση ανθρακικών (HCO_3).

Τέλος με τη βοήθεια των Πινάκων 4.13 και 4.15 και τη χρήση της βάσης δεδομένων που δημιουργήθηκε για τα εμφιαλωμένα νερά των διαφόρων πηγών και γεωτρήσεων της Κρήτης, δημιουργήθηκε το παρακάτω ραβδόγραμμα, με σκοπό τη σύγκριση των κατά μέσο όρο ποσοστών συγκέντρωσης κύριων στοιχείων στην ημερήσια πρόσληψη νερού.



Σχήμα 4.16 Ραβδόγραμμα σύγκρισης των κατά μέσο όρο ποσοστών συγκέντρωσης κύριων στοιχείων στην ημερήσια πρόσληψη νερού για τις πηγές της περιοχής Τεμενίων και τα εμφιαλωμένα νερά της Κρήτης.

Κεφάλαιο 5 Συμπεράσματα

Τα νερά των πηγών 1 στο Μέσα χωριό (Λιμπιναρέ) και 2 στα Τζανουδιανά χαρακτηρίζονται ως υπόθερμα με εύρος θερμοκρασιών από 13,5 °C ως 19,3 °C και ελαφρώς όξινα με εύρος τιμών pH από 5,7 ως 6,4. Ενώ στην ευρύτερη περιοχή υπάρχει πολύ γυψος, οι πηγές περιέχουν ελάχιστα θειϊκά αλλά σε σχέση με τις υπόλοιπες έχουν το ακόλουθο γνώρισμα : είναι μη μεταλλικές με TDS<1000 mg/L. Έχουν μικρές συγκεντρώσεις TDS με εύρος τιμών από 50 mg/l ως 140 mg/l, γεγονός που τα κάνει διουρητικά, ειδικά δηλαδή για την αντιμετώπιση της ψαμμίας (πέτρες στα νεφρά). *Εις το Μέσα Χωριό (Λιμπιναρέ), υπάρχει πηγή ιαματική πόσιμος, διουρητική (Λέκκας 1938).*

Έχουν μικρές περιεκτικότητες σε κύρια ανιόντα και κατιόντα . Για παράδειγμα η συγκέντρωση του ασβεστίου (Ca) κυμαίνεται από 3,91-10,34 mg/l , του μαγνησίου (Mg) από 2,63-7,29 mg/l, του νατρίου (Na) μεταξύ 8,63-17,10 mg/l, του φθορίου (F) από τιμές κάτω από το όριο ανιχνευσιμότητας ως 0,08 mg/l , του καλίου (K) από 0,47-1,29 mg/l, των θεικών (SO₄) μεταξύ 3,30-19 mg/l, των ανθρακικών (HCO₃) μεταξύ 23-98 mg/l, του χλωρίου (Cl) από 26,2-40,6 mg/l και των πυριτικών (SiO₂) από 2,65-5.35 mg/l . Σύμφωνα όμως με τον πίνακα 3.3 οι μετρήσεις αυτές είναι κάτω

από το όριο των συγκεντρώσεων που πρέπει να λαμβάνει ένας άνθρωπος, συνεπώς τα νερά αυτά δεν καλύπτουν τις διατροφικές ανάγκες αλλά είναι διουρητικά και κατάλληλα για δίαιτα πτωχή σε νάτριο. Η έλλειψη αυτών των κύριων ιόντων μπορεί μεν σε ακραίες περιπτώσεις να προκαλέσει προβλήματα όπως τερηδόνα, μυϊκή αδυναμία, διαταραχή της σκελετικής δομής καθώς και διάφορα είδη καρκίνου αλλά δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι τα νερά αυτά δεν αποτελούν φάρμακα ή συμπληρώματα διατροφής .

Όσον αφορά στα ιχνοστοιχεία, παρατηρούνται επίσης μικρές περιεκτικότητες. Συγκεκριμένα, οι συγκεντρώσεις των νιτρικών (NO_3), του βαρίου (Ba) και το αντιμονίου (Sb) δεν εμφανίζουν σημαντικές διακυμάνσεις κατά τις τρεις δειγματοληψίες αλλά οι τιμές τους είναι κάτω από το κατώτερο όριο των συνιστώμενων συγκεντρώσεων για αποφυγή κινδύνου στον άνθρωπο, ενώ το στρόντιο (Sr) δεν εμφανίζει μεν σημαντικές εποχιακές διακυμάνσεις αλλά οι τιμές του βρίσκονται εντός των συνιστώμενων ορίων. Αυτές οι μικρές περιεκτικότητες αποτελούν θετικό στοιχείο διότι αποφεύγονται προβλήματα υγείας που σχετίζονται με την υψηλή πρόσληψη αυτών των ιχνοστοιχείων όπως καρδιαγγειακά προβλήματα και διάφορα είδη καρκίνου.

Στη συνέχεια παρατηρούμε ότι εποχιακές διακυμάνσεις καθώς και μικρές τιμές οι οποίες όμως βρίσκονται εντός των ορίων των συγκεντρώσεων που πρέπει να λαμβάνει ένας άνθρωπος, εμφανίζουν οι συγκεντρώσεις του αργιλίου (Al), του σιδήρου (Fe), του μολύβδου (Pb), του μαγγανίου (Mn), του μολυβδαινίου (Mo) και της αμμωνίας (NH_4) ενώ τιμές κάτω από το κατώτερο όριο εμφανίζουν οι συγκεντρώσεις του βορίου (B), του λιθίου (Li), του σεληνίου (Se), του βανναδίου (V) και του ψευδαργύρου (Zn). Το ότι οι συγκεντρώσεις του βορίου, του ψευδάργυρου και του σεληνίου είναι τόσο μικρές δεν αποτελεί μεν θετικό στοιχείο για τα νερά αυτά διότι το βόριο αποτελεί ένα ευεργετικό στοιχείο για τον ανθρώπινο οργανισμό, η έλλειψη ψευδαργύρου μπορεί να προκαλέσει δυσλειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος και δερματικές βλάβες και οι ελλειπείς συγκεντρώσεις σεληνίου μπορούν να προκαλέσουν πρόβλημα την σωστή λειτουργία του θυρεοειδούς, των όρχεων, του προστάτη, του εγκεφάλου στην ανάπτυξη και τη λειτουργία των μυών αλλά τα νερά αυτά δεν συνίστανται για συμπληρώματα διατροφής ή φάρμακα.

Τέλος συγκεντρώσεις κάτω από το όριο ανιχνευσιμότητας παρατηρούνται για το χαλκό (Cu), τα νιτρώδη (NO₂), το χρώμιο (Cr), τον υδράργυρο (Hg), το αρσενικό (As) και το τιτάνιο (Ti), θετικό γεγονός λόγω της τοξικότητας και της επικινδυνότητας των παραπάνω στοιχείων για τον άνθρωπο.

Βεβαίως το γεγονός ότι η έλλειψή ή η υψηλή περιεκτικότητα κάποιων στοιχείων μπορεί σε μερικές ακραίες περιπτώσεις να προκαλέσει τα παραπάνω προβλήματα υγείας δεν σημαίνει ότι τα νερά των μελετώμενων πηγών είναι επικίνδυνα. Αντιθέτως πρόκειται για πολύ καθαρά νερά, που περιέχουν κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία ιδιαίτερος θρεπτικά για τον ανθρώπινο οργανισμό, απαλλαγμένα από τοξικά και επικίνδυνα στοιχεία και όπως αναφέρθηκε και παραπάνω κατάλληλα για δίαιτα πτωχή σε νάτριο και διουρητικά. Ο ιστορικά ιαματικός τους χαρακτήρας οφείλεται στο γεγονός ότι είναι oligομεταλλικά. Οι τιμές των υδάτων των υπό μελέτη πηγών της περιοχής Τεμενίων, βρίσκονται εντός των νομοθετικών ορίων του ΦΕΚ 3282B της 19/09/2017. Τέλος υπάρχουν καλές παροχές ώστε να γίνουν ουσιαστικές προσπάθειες για την αναγνώριση των μελετούμενων πηγών ως ιαματικές.

Διεθνής Βιβλιογραφία

Abumrad NN, Schneider AJ, Stee D, Rogers LS (1981) Amino acid intolerance during prolonged total parental nutrition reversed by molybdate therapy. Am J Clin Nutr 34:2551.59

Anderson RA (1999) Chromium and diabetes. R Nutr 15:720–722

Anderson RA (1998) Chromium, glucose intolerance and diabetes. J Am Coll Nutr 17(6):548–555.

Banner W, Tong T (1986) Iron poisoning. Pediatr Clin North Am 33(2):393–409.

Barceloux DG (1999) Vanadium. J Toxicol Clin Toxicol 37(2):265–278.

Berr C, Arnaud J, Akbaraly TN (2012) Selenium and cognitive impairment: A brief review based on results from the EVA study. Biofactors 38(2):139–144.

Bonneau, M., Meulenkamp, J.E, Jonkers, H.A.(1984): Geological map of Greece, 1:50.000, Tympakion sheet, Institute of Geology and Mineral Exploration, Athens.

- Bowman BA, Russell RM (2006) Nutrition, vol 1, 9th edn. ILSI, International Life Sciences Institute, Washington, DC .
- Bussy C, Lestaevél P, Dhiex B, Amourette C, Paquet F, Gourmelon P, Houpert P (2006) Chronic ingestion of uranyl nitrate perturbs acetylcholinesterase activity and monoamine metabolism in male rat brain. *Neurotoxicology* 27(2):245–252 .
- Bussy C, Lestaevél P, Dhiex B, Amourette C, Paquet F, Gourmelon P, Houpert P (2006) Chronic ingestion of uranyl nitrate perturbs acetylcholinesterase activity and monoamine metabolism in male rat brain. *Neurotoxicology* 27(2):245–252
- Calabrese EJ, Tuthill RW (1981) The influence of elevated levels of Na in drinking water on elementary and high school students in Massachusetts. *Sci Total Environ* 18:117–133.
- Canter PH, Wider B, Ernst E (2007) The antioxidant vitamins A, C, E and selenium in the treatment of arthritis: a systematic review of randomized clinical trials. *Rheumatology* 46(8):1223–1323
- Chang L, Hartmann HA (1972) Blood–brain barrier dysfunction in experimental mercury intoxication. *Acta Neuropathol* 21:179–184.
- Chaumont A, Voisin C, Sardella A, Bernard A (2012) Interactions between domestic water hardness, infant swimming and atopy in the development of childhood eczema. *Environ Res* 116:52–57
- Costi D, Calcaterra PG, Iori N, Vourna S, Nappi G, Passeri M (1999) Importance of bioavailable calcium in drinking water for the maintenance of bone mass in post-menopausal women. *J Endocrinol Invest* 22:852–856
- Creutzburg N. & Seidel, E. (1975): Zum Stand der Geologie des Praneogens auf Kreta - N. Jb. Geol. Palaont. Abh., 149 (3), pp. 363—383, Stuttgart.
- Dattilo AM (2003) Chromium in health and disease. *Nutr Today* 38:121–133 .
- Dornsiepen U.F., Manutsoglu E., Mertmann D. (2001): Permian – Triassic palaeogeography of the external Hellenides, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 172, pp. 327-338.
- Douglas G. Brookins,(1988). Eh-pH Diagrams for Geochemistry. Department of Geology
University of New Mexico Albuquerque. NM 87 t 3 t. USA
- Emsley CL, Gao S, Li Y, Liang C, Ji R, Hall KS, Cao J, Ma F, Wu Y, Ying P, Zhang Y, Sun S, Unverzagt FW, Slemenda CW, Hendrie HC (2000) Trace element levels in drinking water and cognitive function among elderly Chinese. *Am J Epidemiol* 151:913–920.

- Exley C (1998) Silicon in life: a bioinorganic solution to bioorganic essentiality. *J Inorg Biochem* 69:139–144.
- airweather-Tait SJ, Collings R, Hurst R (2010) Selenium bioavailability: current knowledge and future research requirements. *Am J Clin Nutr* 91:1484S–1491S
- Flaten TP (2001) Aluminium as a risk factor in Alzheimer's disease, with emphasis on drinking water. *Brain Res Bull* 55(2):187–196 .
- ordyce F (2013) Selenium deficiency and toxicity in the environment. In: Selinus O, Alloway B, Centeno JA, Finkelman RB, Fuge R, Lindh U, Smedley P (eds) *Essentials of Medical geology*. Springer, 826 p
- Gebel T (1996) Arsenic and antimony: comparative approach on mechanistic toxicology. *Chem Biol Interact* 107:131–144
- Harris ZL, Gitlin JD (1996) Genetic and molecular basis for copper toxicity. *Am J Clin Nutr* 63:836S–841S.
- Hawkes WC, Turek PJ (2001) Effects of dietary selenium on sperm motility in healthy men. *J Androl* 22:764–772.
- Hem J. D. (1985): *Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water*. Third Edition. U.S Geological. Survey. Water Supply. pp 22-54. United States.
- Hira CK, Partal K, Dhillon KS (2004) Dietary selenium intake by men and women in high and low selenium areas of Punjab. *Public Health Nutr* 7:39–43.
- Hu JF, Zhao XH, Parpia B, Campbell TC (1993) Dietary intakes and urinary excretion of Ca and acids: a cross-sectional study of women In China. *Am J Clin Nutr* 58:398–406.
- Hutchison AJ, Boulton HF, Herman K, Day JP, Prescott M, Gokal R (1992) Use of oral stable strontium to provide an index of intestinal Ca absorption in chronic ambulatory peritoneal dialysis patients. *Miner Electrolyte Metab* 18:160–165
- Kabata Pendias A, Mukherjee A (2007) *Trace elements from soil to human*. Springer, 550 p
- Karakitsios V., (1987): Sur la signification de la "série de Trypali" dans la région de Sellia en Crète occidentale (Grèce) - C. R. Acad. Sc., Paris, t. 304, serie II, n. 3, p. 123128.
- Klaassen C, Amdur M, Doull J (1996) *Toxicology, the basic science of poisons*, 5th International Edition. McGraw-Hill, Health Professions Division, New York
- Klimis-Tavantzis DJ (1994) *Manganese in health and disease*. CRC Press, Boca Raton.

- Knobeloch I, Ziarnic M, Howard J, Theis B, Farmer D, Anderson H, Proctor M (1994) Gastrointestinal upsets associated with ingestion of copper-contaminated water. *Environ Health Perspect* 102:958–961
- Kobayashi J (1957) On geographical relationship between the chemical nature of river water and death rate from apoplexy. *Berichte des Ohara Instituts für landwirtschaftliche Biologie Okyama University* 11:12–21
- Kresic, N., 2009. *Groundwater Resources: Sustainability, Management, and Restoration*. McGraw Hill, New York.
- Kurtio P, Auvinen A, Salonen L, Saha H, Pekkanen J, Makelainen I, Vaisanen SB, Penttilä IM, Komulainen H (2002) Renal effects of uranium in drinking water. *Environ Health Perspect* 110:337–342
- La Touche YD, Willis DL, Dawydiak OI (1987) Absorption and biokinetics of U in rats following an oral administration of uranyl nitrate solution. In: *Uranium in drinking water*, http://www.who.int/water_sanitation_health/. World Health Organisation, Geneva. WHO/SDE/WSH/03.04/118
- Lenntech (2013) <http://www.lenntech.com/periodic/water/titanium/titanium-and-water.htm>
- Lescure A, Rederstorff M, Krol A, Guicheney P, Allamand V (2009) Selenoprotein function and muscle disease. *Biochim Biophys Acta* 1790:1569–1574 .
- Lescure A, Denizak M, Rederstorff M, Krol A (2008) Molecular basis for the role of selenium in muscle development and function. *Chem Biodivers* 5:408–413
- Martyn CN, Osmond C, Edwardson JA, Lacey RF, Barker DJP, Harris EC (1989) Geographical relation between Alzheimer's disease and drinking water. *Lancet* 14:59–62.
- Marzban L, McNeill JH (2003) Insulin-like actions of vanadium: potential as a therapeutic agent. *J Trace Elem Exp Med* 16:253–267
- McCoy X, Kenney MA, Montgomery C, Irwin A, Williams L, Orrell R (1994) Relation of boron to the composition and mechanical properties of bone. *Environ Health Perspect* 102(7):49–53.
- Meinzer, O.E., 1927. *Large Springs in the United States*. U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 557, Washington, DC.
- Mena I (1981) Manganese. In: Bronner F, Coburn JW (eds) *Disorders of mental metabolism*. Academic, New York, pp 233–270.
- Milgram S, Carrière M, Thiebault C, Berger P, Khodja H, Gouget B (2007) Cell-metal interactions: a comparison of natural uranium to other common metals in renal

cells and bone osteoblasts. Science direct, nuclear instruments and methods. Phys Res (260):254–258

Neri LC, Hewith D (1991) Aluminum, Alzheimer's disease and drinking water. Lancet 338(8763):390 .

Newnham X (1994) Essentiality of boron for healthy bones and joints. Environ Health Perspect 102(Suppl 7):83–85.

Nielsen FH, Meacham SL (2011) Growing evidence for human health benefits of boron. J Evid- Based Complement Altern Med 16(3):169–180

Pérez-Granados AM, Navas-Carretero S, Schoppen S, Vaquero MP (2010) Reduction in cardiovascular risk by Na-bicarbonated mineral water in moderately hypercholesterolemic young adults. J Nutr Biochem 21(10):948–953.

Perry HM Jr, Kopp SJ, Perry EF, Erlanger MW (1989) Hypertension and associated cardiovascular abnormalities induced by chronic barium feeding. J Toxicol Environ Health 28:373–388

Peterek, A. and Schwarze, J. (2004). Architecture and Late Pliocene to recent evolution of outer-arc basins of the Hellenic subduction zone (south-central Crete, Greece). J Geodyn 38, 19-55.

Rayman M, Thompson A, Warren-Perry M, Galassini R, Catterick J, Hal E, Lawrence D, Bliss J (2006) Impact of selenium on mood and quality of life: a randomized controlled trial. Biol Psychiatry 59:147–154.

Raymond-Whish S, Mayer LP, O'Neil T, Martinez A, Sellers MA, Christian PJ, Marion SL, Begay C, Propper CR, Hoyer PB, Dyer CA (2007) Drinking water with uranium below the U.S. EPA water standard causes estrogen receptor-dependent responses in female mice. Environ Health Perspect 115(12):1711–1716

Reed, M.J., 1983a. Summary. In: Reed, M.J. (Ed), Assessment of Low-Temperature Geothermal Resources of the United States-1982. Geological Survey 892. U.S. Department of the Interior, pp.67-73.

Renner, J.L., White, D.E., Williams, D.L., 1975. Hydrothermal Convection Systems. In: White, D.E, Williams, D.L (Eds), Assessment of Geothermal Resources of the United States-1975. Geological Survey 726. U.S. Department of the Interior, Washington, DC, pp.5-57.

Rimm X (2002) Toenail chromium levels and risk of coronary heart disease among normal and overweight men. AHA-Epidemiology meeting abstract, Honolulu, Hawaii.

- Rosborg I (2008) High iron concentrations in drinking water –a potential health risk? In: Conference book. COST Action 637, Metals and related substances in drinking water, 2nd conference, Lisbon, Oct 2008.
- Rosborg I (2005) Mineral element contents in drinking water – aspects on quality and potential links to human health. Doctoral thesis, Lund University .
- Rylander R, Remer T, Berkemeyer S, Vormann J (2006) Acid-base status affects renal Mg losses in healthy, elderly persons. *J Nutr* 136:2374–2377.
- Schomburg L (2011) Selenium, selenoproteins and the thyroid gland: interactions in health and disease. *Nat Rev Endocrinol* 8:160–171
- Schrauzer GN, Shrestha KP (1990) Lithium in drinking water and the incidences of crimes, suicides, and arrests related to drug addictions. *Biol Trace Elem Res* 25(2):105–113
- Schroeder HA (1966) Municipal drinking water and cardiovascular death rates. *JAMA* 195(2):181–185.
- Schwarz K, Milne DB (1972) Growth promoting effects of silicon in rats. *Nature* 239:333–334.
- Schweizer U, Dehina N, Schomburg L (2011) Disorders of selenium metabolism and selenoprotein function. *Curr Opin Pediatr* 23:429–435.
- Seidel, E., Kreuzer, H., Harre, W. (1982): A Late Oligocene/Early Miocene High Pressure Belt in the External Hellenides. *Geol. Jb., E* 23, pp.165–206.
- Sellmeyer DE, Stone KL, Sebastian A, Cummings SR (2001) A high ratio of dietary animal to vegetable protein increases the rate of bone loss and the risk of fracture in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 73(1):118–122.
- Simonoff M (1984) Chromium deficiency and cardiovascular risk. *Cardiovasc Res* 18:591–596 .
- Sonesson B, Sonesson G (2001) Anatomy and physiology. (Anatomi och fysiologi, in Swedish). LIBER, Falköping
- Sorey, M.L., Natheson, M., Smith, C., 1983a. Methods for Assessing Low-Temperatures Geothermal Resources. In: Reed, M.J. (Ed) Assessment of Low-Temperature Geothermal Resources of the United States-1982. Geological Survey 892. U.S. Department of the Interior, pp.17-30.
- Srivastava AK, Gupta BN, Bihari V, Gaur JS (1995) Generalized hair loss and selenium exposure. *Vet Hum Toxicol* 37(5):468–469
- Stenhammar L (1999) Diarrhoea following contamination of drinking water with copper. *Eur J Med Res* 28:217–218.

Thérond P, Malvy D, Favier A (1997) Toxicity of oral pharmacological doses of selenium. *Nutr Clin Met* 11:91–101 (in French)

Triggiani V, Tafaro E, Giagulli VA, Sabbà C, Resta F, Licchelli B, Guastamacchia E (2009) Role of iodine, selenium and other micronutrients in thyroid function and disorders. *Endocr Metab Immune Disord Drug Targets* 9(3):277–294 .

US EPA (2013b) Mercury. Health effects. <http://www.epa.gov/hg/effects.htm#elem>

US EPA (2013c) Addressing uranium contamination on the Navajo Nation. In: Uranium contamination stakeholder workshop, Gallup, New Mexico. <http://www.epa.gov/region9/superfund/navajo-nation/>

US EPA (2012a) <http://water.epa.gov/drink/contaminants/basicinformation/chromium.cfm>.

US EPA (2012b) <http://water.epa.gov/drink/contaminants/basicinformation/copper.cfm>

US EPA (1989) Summary review of health effects associated with ammonia. (EPA/600/8-89/052F). US Environmental Protection Agency, Washington, DC .

U.S. Geological Survey, 2009a. Geysers, Fumaroles, and Hot Springs.

Watts DL (1997) Trace elements and other essential elemental nutrients. Clinical application of tissue mineral analysis. 2nd Writer's B-I-O-C-K edition.

White, D.E., 1965. Geothermal Energy. Geological Survey Circular 519, United States Department of the Interior, Washington, DC.

WHO (2011) Guidelines for drinking water quality, 4th edn, Geneva, Switzerland.

WHO (2009) Calcium and magnesium in drinking water. World Health Organization, Geneva.

WHO (2005) Nutrients in drinking water. Water, sanitation and health protection and the human environment. World Health Organization, Geneva.

WHO (2003a) Antimony in drinking water. Background document for development of WHO guidelines for drinking water quality. WHO/SDE/WSH/05.04/74. World Health Organisation, Geneva.

WHO (1996a) Trace elements in human nutrition and health. WHO, Geneva

Wikipedia

Wynn B, Krieg M-A, Aeschlimann J-M, Burckhardt P (2009) Alkaline mineral water lowers bone resorption even in Ca sufficiency: alkaline mineral water and bone metabolism. *Bone* 44:120–124

Yang CY, Tsai SS, Lai TC, Hung CF, Chiu HF (1999a) Rectal cancer mortality and total hardness levels in Taiwan's drinking water. Environ Res 80:311–316 Yang CY, Chiu HF, Cheng MF, Tsai SS, Hung CF, Lin MC (1999b) Esophageal cancer mortality and total hardness levels in Taiwan's drinking water. Environ Res 81:302–308

Yang G, Zhou R (1994) Further observations on the human maximum safe dietary selenium intake in a seleniferous area of China. J Trace Elem Electrolytes Health Dis 8(3–4):159–165

Ελληνική Βιβλιογραφία

Αγριμάκη, Α. (2016). Μελέτη γεωλογικών παραμέτρων και διερεύνηση της θερμοκρασίας του υπόγειου υδροφορέα στην νοτιοδυτική Μεσσαρά, Κρήτη, Πολυτεχνείο Κρήτης, Σχολή Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, Χανιά.

Καμίτση, Δ. (2017). Συγκρίσεις των πιθανών γεωθερμικών πεδίων χαμηλής ενθαλπίας της Μεσσαράς με αντίστοιχα της Δυτικής Ελλάδας, Πολυτεχνείο Κρήτης, Σχολή Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, Χανιά.

Μπουτσάκης, Κ. (2016). Διερεύνηση θερμοκρασιακών μεταβολών σε υδροφορείς της Μεσσαράς, Πολυτεχνείο Κρήτης, Σχολή Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, Χανιά.

Λαμπαδαρίδης Εμ.,(2018). Σύγκριση χημικών αναλύσεων εμφιαλωμένων νερών με χημικές αναλύσεις υδάτων πιθανών γεωθερμικών πεδίων χαμηλής ενθαλπίας από τη περιοχή της Μεσσαράς-Κρήτη, Πολυτεχνείο Κρήτης, Σχολή Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, Χανιά.

Λέκκας, Ν. (1938). Αι επτακόσiai πενήντα μεταλλικαί πηγαί της Ελλάδος, Αθήνα.

Μανούτσογλου, Ε. et al .(2017). Οι ιαματικές πηγές της επαρχίας Σφακίων, Κρήτη.

Σπανάκης, Ι. (2015). Μελέτη των ιστορικών μεταλλευτικών δραστηριοτήτων στην Δυτική Κρήτη, Πολυτεχνείο Κρήτης, Σχολή Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, Χανιά.

Φυτρολάκης Ν. (1980): Η γεωλογική δομή της Κρήτης- Προβλήματα, παρατηρήσεις και συμπεράσματα. Διατριβή υφηγεσίας. Εκδ. Έδρας Ορυκτολογίας- Πετρογραφίας- Γεωλογίας, Ε.Μ.Π., Αθήνα.



ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ

ΤΟΥ ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

Έν Αθήναις
τῇ 30 Σεπτεμβρίου 1937

ΤΕΥΧΟΣ ΠΡΩΤΟΝ

Ἀριθμός φύλλου 195

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΑ ΔΙΑΤΑΓΜΑΤΑ

Ν. Δ. 3764. Περί υπαγωγῆς τοῦ Κλάδου Συντάξεων τοῦ Ταμείου Ἀσφαλίσεως Ἀμεινεργατῶν Πειραιῶς εἰς τὸ Ι.Κ.Α. 1

ΔΙΑΤΑΓΜΑΤΑ

Περί παροχώρησις τῆς ἐκμεταλλεύσεως τῆς ἰαματικῆς πηγῆς Κόθνου εἰς τὴν ἐμῶνυμον κοινότητα. 2

Περί ἀνακηρύξεως τῶν πηγῶν Μέσα χωριό (Λιμπινιάρ) καὶ Τ'ανουδιανά κοινότητος Τριφυλίας (Σελινίου) Κρήτης. 3

Περί τροποποιήσεως τοῦ ἀπὸ 8—24.5.57 Β. Δ. περὶ διενεργείας ἐρευνῆς πρὸς κατάρτισιν μετρώου βιομηχανικῶν καὶ βιοτεχνικῶν ἐπιχειρήσεων τῆς Χώρας καὶ συγκέντρωσιν συναρῶν στατιστικῶν δεδομένων. 4

ΠΡΑΞΕΙΣ ΥΠΟΥΡΓΙΚΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ

1791. Περί συμπληρώσεως τῶν περὶ ἀποδοχῶν τῶν Ὑπαξιωματικῶν καὶ Ἀξιωμασιτῶν τῶν Ἐνόπλων Δυνάμεων διατάξεων 5

1792. Περί παροχῆς ἐπιθέματος εἰς ἅπαντας τοὺς ἐν ἐνεργείᾳ Ἀξιωματικούς τοῦ Στρατοῦ Ἑλλάς Β. Ναυτικοῦ καὶ Β. Ἀεροπορίας. 6

ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΑ ΔΙΑΤΑΓΜΑΤΑ

(1)

ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟΝ ΔΙΑΤΑΓΜΑ ὑπ' ἀριθ. 3764.

Περί υπαγωγῆς τοῦ Κλάδου Συντάξεων τοῦ Ταμείου Ἀσφαλίσεως Ἀμεινεργατῶν Πειραιῶς εἰς τὸ Ι.Κ.Α.

ΠΑΥΛΟΣ

ΒΑΣΙΛΕΥΣ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΩΝ

Ἐχόντες ὑπ' ὄψιν τὰς διατάξεις τοῦ ἀρθροῦ 35 τοῦ Συντάγματος καὶ τὴν ἀπὸ 10 καὶ 11 Σεπτεμβρίου 1937 σύμφωνον γνώμην τῆς κατὰ τὴν παράγραφον 2 τοῦ αὐτοῦ ἀρθροῦ 35 Βεβηκῆς Ἐπιτροπῆς ἐκ Βουλαιῶν, προτάσει τοῦ Ἡμετέρου Ὑπουργικοῦ Συμβουλίου, ἀπεφασίσταμεν καὶ διατάξαμεν:

Κλάδου Συντάξεων αὐτοῦ εἰς τὸ σύνολον τῶν ἐνεργητικῶν καὶ παθητικῶν περιουσιακῶν του στοιχείων καὶ ἀπαιτήσεων, ὡς καὶ τῶν πάσης φύσεως δικαιωμάτων καὶ ὑποχρεώσεων του. Ἀπασα ἡ κινητὴ καὶ ἀκίνητος περιουσία τοῦ καταργουμένου Κλάδου Συντάξεων τοῦ Ταμείου Ἀσφαλίσεως Ἀμεινεργατῶν Πειραιῶς περιέρχεται αὐτοδικαίως καὶ ἄνευ ἐτέρας διατυπώσεως εἰς τὸν Κλάδον Συντάξεων τοῦ Ι.Κ.Α.

Ἄρθρον 2.

1. Ἀπὸ τῆς κατὰ τὸ προηγουμένον ἄρθρον καταργήσεως τοῦ παρὰ τοῦ Ταμείου Ἀσφαλίσεως Ἀμεινεργατῶν Πειραιῶς Κλάδου Συντάξεων, τὰ παρ' αὐτῷ ἠσφαλισμένα πρόσωπα συνεχίζουν τὴν ἀσφάλισιν συντάξεως παρὰ τοῦ Ι.Κ.Α. ἐφαρμοζομένων ἐφεξῆς τῶν ἐκάστοτε διατάξεων τῆς διενεργείας τοῦ Ι.Κ.Α. νομοθεσίας, ἐφ' ὅσον δὲν τροποποιούνται διὰ τοῦ παρόντος.

2. Αἱ ἐν τῇ ἀσφάλισι τοῦ καταργουμένου Κλάδου πραγματοποιηθεῖσαι ἡμέραι ἐργασίας, λογίζονται ὡς πραγματοποιηθεῖσαι εἰς τὴν ἀσφάλισιν τοῦ Ι.Κ.Α. διὰ τὴν ἀπόκρησιν τῶν ὑπὸ τούτου προβλεπομένων δικαιωμάτων πρὸς παροχὰς καὶ εἰς κλάσεις ὁρίσθησιν δὲ ἀποφάσεως τοῦ Διοικητικοῦ Συμβουλίου τοῦ Ι.Κ.Α.

3. Ὁ κατὰ τὸ Καταστατικὸν τοῦ Ταμείου Ἀσφαλίσεως Ἀμεινεργατῶν Πειραιῶς χρόνος προϋπηρεσίας, ἐφ' ὅσον ἀνεγνωρίσθῃ κατὰ τὰς οὐκείας διατάξεις τοῦ Καταστατικοῦ τοῦ Ταμείου, λογίζεται ὡς χρόνος πραγματικῆς ἀσφαλίσεως παρὰ τοῦ Ι.Κ.Α. καὶ εἰς κλάσεις ὁρίσθησιν δὲ ὑπὸ τοῦ Διοικητικοῦ Συμβουλίου αὐτοῦ, ὑπὸ τὸν ὅρον πάντως, ὅτι δὲν ἐλήφθῃ ὑπ' ὄψιν διὰ τὴν ἀπονυμῆν ἐτέρας συντάξεως παρ' ὀργανισμοῦ κυρίας ἀσφαλίσεως ἢ παρὰ τοῦ Δημοσίου.

Ἄρθρον 3.

1. Ἀπὸ τῆς κατὰ τὸν παρόντα νόμον υπαγωγῆς εἰς τὴν ἀσφάλισιν τοῦ Ι.Κ.Α. τῶν παρὰ τοῦ καταργουμένου Κλάδου ἠσφαλισμένων καὶ διὰ τὴν ἀντιμετώπισιν τῶν ὑπὸ τοῦ Ι.Κ.Α. ἀναλαμβανομένων δυνάμει τοῦ παρόντος βαρῶν, αἱ ὑπὲρ τοῦ Κλάδου Συντάξεων τοῦ Ι.Κ.Α. εἰσφορὰὶ ὁρίζονται ἢ μὲν τοῦ Ο.Α.Π. ἐργοδοτικῆς εἰσφορὰ ἴση πρὸς 14 ο/ο, ἢ δὲ τοῦ ἠσφαλισμένου ἴση πρὸς 3.500/ο τοῦ συνόλου τῶν ἀποδοχῶν τῶν μονίμων ἐργατῶν τοῦ Ο.Α.Π., μὴ ἰσχυουσῶν τῶν σχετικῶν γενικῶν διατάξεων τῆς νομοθεσίας τοῦ Ι.Κ.Α. τῶν ὁρίζουσῶν τὸ ὅψος τῶν ὑπὲρ τοῦ Κλάδου Συντάξεων αὐτοῦ εἰσφορῶν.

2. Αἱ κατὰ τὴν προηγουμένην παράγραφον εἰσφορὰὶ θὰ ἰσχύουν δι' ὅσον χρόνον αἱ ὑπὸ τῆς νομοθεσίας τοῦ Ι.Κ.Α. προβλεπόμεναι ἀντίστοιχοι εἰσφορὰὶ εἶναι μικρότεραι τούτων.

“Αρθρον 1.
“Από 1ης ‘Οκτωβρίου 1957 ὁ παρὰ τῷ Ταμείῳ ‘Ασφαλίσεως
Λιμενεργατῶν Πειραιῶς, Κλάδος Συντάξεων καταργεῖται
συγχωνευόμενος εἰς τὸ Ι.Κ.Α. ὅπερ ὑπεύρεχται διὰ τοῦ

οὐχὶ δὲ πάντως πέραν τῆς δεκαπενταετίας ἀπὸ τῆς ἰσχύος
τοῦ παρόντος, μετὰ τὴν πάροδον τῆς ἑποίας αἱ εἰσφορὰὶ τοῦ
Ο.Α.Π. καὶ τῶν Λιμενεργατῶν Πειραιῶς διέπονται ὑπὸ τῆς
καείμενης νομοθεσίας τοῦ Ι.Κ.Α.

1498

ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ (ΤΕΥΧΟΣ ΠΡΩΤΟΝ)

“Αρθρον 4.

1. Οἱ κατὰ τὴν παρόντα νόμον ὑπαγόμενοι εἰς τὴν
ἀσφάλειαν τοῦ Ι.Κ.Α. δικαιούνται συντάξεως παρὰ τοῦ
Ι.Κ.Α. κατὰ τὰς διατάξεις τοῦ Α.Ν. 1846/1951 ὡς αὐτὸς
ἐτροποποιήθη μεταγενεστέρως. Εἰδικῶς προκειμένου περὶ
συντάξεως λόγῳ γήρατος αὐτοὶ δικαιούνται πλήρους συντά-
ξεως μετὰ τὴν συμπλήρωσιν τοῦ 60οῦ ἔτους ἐν ᾧ ἐπὶ ἐπαγ-
ματοποιήσαν 4.500 τοὐλάχιστον ἡμέρας ἐργασίας ἐν ἀσφα-
λίσει.

2. Οἱ ὡς ἂνω παραλλήλως δικαιούνται ν’ ἀσκήσουν τὴν
ἐκκαίωκα τῆς συνταξιοδοτήσεως λόγῳ γήρατος μέχρι τῆς
31ης Δεκεμβρίου 1960, βάσει τῶν ἰσχυουσῶν διατάξεων
τοῦ Α. Νόμου 1846/1951. Ὡς πρὸς τὸν τρόπον ὑπολογισμοῦ
καὶ τὸ ὅριον τῶν συντάξεων, τὰς προσαυξήσεις, τὰ δικαιω-
δόχα πρόσωπα κλπ., ἐφαρμόζονται αἱ ἐκάστοτε ἰσχύουσαι
διατάξεις τῆς διεποούσης τὸ “Ιδρυμα Κοινωνικῶν “Ασφα-
λίσεων νομοθεσίας.

“Αρθρον 5.

1. “Απὸ τῆς συγχωνεύσεως τοῦ Κλάδου Συντάξεων εἰς
τὸ Ι.Κ.Α. ἀφ’ ἑκείνου κατὰ 50 ο/ο αἱ ὑπὸ τοῦ Ταμείου
“Ασφαλίσεως Λιμενεργατῶν Πειραιῶς παρ’ ὀφειμένου συντά-
ξεως πρὸς τοὺς συνταξιούχους τοῦ καταργουμένου κλάδου.

2. Αἱ διατάξεις τῆς παρ. 4 τοῦ ἀρθρου 56 τοῦ Α.Ν.
1846/1951 δὲν ἔχουν ἐφαρμογὴν διὰ τοὺς συνταξιούχους
τοῦ δυνάμει τοῦ παρόντος συγχωνευομένου εἰς τὸ Ι.Κ.Α.
Κλάδου Συντάξεων τοῦ Ταμείου “Ασφαλίσεως Λιμενεργατῶν
Πειραιῶς.

3. Οὐδενὶ μὲν συντάξι ἐκ τῶν παρεχόμενων εἰς τοὺς
μέχρι τῆς ἰσχύος τοῦ παρόντος καταστάνας συνταξιούχους
δύναται νὰ εἶναι κατωτέρω τοῦ ἐκάστοτε ἰσχύοντος κατω-
τάτου ὅριου τῶν αὐτῶν συντάξεων τοῦ Ι.Κ.Α. τῆς αὐτῆς
κατηγορίας συνταξιούχου.

4. Συνταξιούχοι τοῦ Ταμείου “Ασφαλίσεως Λιμενε-
ργατῶν Πειραιῶς, τυγχάνοντες καὶ συνταξιούχοι τοῦ Ι.Κ.Α.
κατὰ τὸν χρόνον καταργήσεως τοῦ Κλάδου Συντάξεων τοῦ
Ταμείου “Ασφαλίσεως Λιμενεργατῶν Πειραιῶς, δικαιούνται
μόνον τῆς μεγαλύτερας συντάξεως προσημειωμένης κατὰ
25 ο/ο τῆς μικροτέρας· μὴ δυνάμενον τοῦ ποσοῦ τῆς μεγα-
λυτέρας συντάξεως μετὰ τῆς τοιαύτης προσαυξήσεως νὰ
ὑπερβαίῃ τὸ σύνολον τῶν 25 βασικῶν ἐκάστοτε ἡμερομι-
σθίων τῶν ἐν ἐνεργείᾳ συναδελφικῶν των.

“Αρθρον 6.

1. “Απὸ τῆς 1ης ‘Οκτωβρίου 1957 τὸ Ταμεῖον Προνοίας
Λιμενεργατῶν Πειραιῶς καταργεῖται ὡς αὐτοτελὲς ὄργανον
καὶ θέλει λειτουργεῖν ὡς ἰδιαίτερος Κλάδος συνιστώ-
μενος δυνάμει τοῦ παρόντος, παρὰ τῷ Ταμείῳ “Ασφαλίσεως
Λιμενεργατῶν Πειραιῶς, ὅπερ μετονομάζεται εἰς “Ταμεῖον
“Ασφαλίσεως “Ασθενείας καὶ Προνοίας Λιμενεργατῶν Πει-
ραιῶς ἀποκαλούμενον ἐφεξῆς ἐν τῷ παρόντι χάριν συντο-
μίας Τ. Α. Α. Π. Α. Π.»

“Αρθρον 7.

Τὸ Τ.Α.Α.Π.Α.Π. διοικεῖται ἐπὶ τῇ βάσει τῆς διεποούσης
τοῦ Ταμείου “Ασφαλίσεως Λιμενεργατῶν Πειραιῶς Νομοθε-
σίας καὶ ὑπὸ τοῦ ἤδη Διοικητικοῦ Συμβουλίου αὐτοῦ μέχρι
λήξεως τῆς θητείας του ἢ μέχρι τῆς κατὰ τὰς καείμενας δια-
τάξεις ἀνασυγκροτήσεώς του.

“Αρθρον 8.

1. “Απὸ 1ης ‘Οκτωβρίου 1957 αἱ ὑπὲρ τοῦ Τ.Α.Α.Π.Α.Π.
μηνιαῖαι εἰσφορὰὶ ἡσφαλισμένων καὶ ἐργαζομένου (Ο.Α.Π.)
ὑπολογιζόμεναι ἐπὶ τοῦ συνόλου τῶν ἀποδοχῶν τῶν ἡσφα-
λισμένων ὀρίζονται κατὰ κλάδον ἀσφαλίσεως ὡς ἀκολουθῶσαι:
α) Κλάδος “Ασθενείας, εἰσφορὰ ἡσφαλισμένων 3 1/2 ο/ο,
εἰσφορὰ Ο.Α.Π. 5 ο/ο.

β) Κλάδος Προνοίας, εἰσφορὰ ἡσφαλισμένων 4 ο/ο
εἰσφορὰ Ο.Α.Π. 2 ο/ο.

“Η εἰσφορὰ τοῦ Ο.Α.Π. ἐξ 1 ο/ο διὰ τὸ ἐργατικόν
ἀτύχημα καταργεῖται ἀπὸ τῆς αὐτῆς ὡς ἂνω ἡμερομηνίας,
τῶν ἀσφαλιστικῶν παροχῶν χορηγουμένων ὑπὸ τοῦ Κλάδου
“Ασθενείας τοῦ Τ.Α.Α.Π.Α.Π. ἢ τοῦ Κλάδου Συντάξεων
τοῦ Ι.Κ.Α. ἀναλόγως τῶν συνεπειῶν τοῦ ἐργατικοῦ ατυ-
χήματος.

2. Αἱ ὑπὸ τῶν συνταξιούχων τῶν εἰς τὸν Κλάδον
ἀσθενείας ἡσφαλισμένων ὑφαιλούμεναι εἰς τὸ ΤΑΑΠΑΠ
εἰσφορὰὶ ὀρίζονται ἀπὸ τῆς αὐτῆς ὡς ἂνω ἡμερομηνίας
εἰς 6 ο/ο παρακρατοῦνται ὑπὸ τοῦ Ι.Κ.Α. καὶ κατὰ τὴν καταβολὴν
τῶν συντάξεων καὶ ἀποδίδονται εἰς ΤΑΑΠΑΠ ἐντὸς τοῦ
ἐπομένου ἀπὸ τῆς παρακρατήσεως μηνός.

“Αρθρον 9

1. Τὸ προσωπικὸν τοῦ καταργουμένου Ταμείου Προ-
νοίας διατηρεῖται ἐντασσόμενον εἰς τὸ προσωπικὸν τοῦ
ΤΑΑΠΑΠ.

“Εντὸς μηνὸς ἀπὸ τῆς συγχωνεύσεως τοῦ Κλάδου
Συντάξεων τοῦ ΤΑΑΠ εἰς τὸ Ι.Κ.Α. μετατάσσονται εἰς
τὸ Ι.Κ.Α. ἐπὶ ὑπάλληλοι ἐκ τῶν ὑπηρετούντων εἰς τὸν Κλάδον
τούτων ὀριζόμενοι ὑπὸ τοῦ Δ. Σ. τοῦ ΤΑΑΠΑΠ ἐφαρμοζο-
μένων τῶν διατάξεων τοῦ ἀρθρου 55 τοῦ Α. Ν. 1846/51.

Ὡσαύτως μετατάσσεται καὶ ὁ νεώτερος ἐκ τῶν ὑπη-
ρευτούντων διοικητῶν εἰς τὸ ΤΑΑΠ, τῆς παρ’ αὐτῷ διευ-
γυρικῆς τοῦ ὑπηρεσίας θεωρουμένης ὡς τοιαύτης τοῦ Ι.Κ.Α.

“Η ἐνταξίς τοῦ προσωπικοῦ τοῦ Ταμείου Προνοίας
Λιμενεργατῶν εἰς τὸ ΤΑΑΠΑΠ ἐνεργεῖται δι’ ἀποφάσεως
τοῦ Δ.Σ., αὐτοῦ εἰς θέσεις ἀντιστοίχους πρὸς τὰς κατεχο-
μένους ὑπὸ τῶν μετατασσόμενων εἰς τὸ Ι.Κ.Α. ὑπallήλων
ἢ ἑτέρας κενὰς ὀργανικὰς θέσεις παρὰ τῷ ΤΑΑΠΑΠ. “Εκ
τῆς ἐντάξεως δὲν δύναται νὰ προκύβῃ μείωσις τῶν ἀποδοχῶν
τῶν ἐντασσόμενων.

Διευθυντῆς τοῦ ΤΑΑΠΑΠ διατηρεῖται ὁ Διευθυντῆς
τοῦ ΤΑΑΠ.

2. “Εφεξῆς αἱ κενοόμεναι θέσεις τῶν διοικητικῶν
ὑπαλλήλων τοῦ ΤΑΑΠΑΠ πλὴν τῆς θέσεως τοῦ Δ/του δὲν

2. Από της αυτής ημερομηνίας το Τ.Α.Α.Π.Α.Π. υπεισέρχεται διά του παρ' αὐτῶ κατὰ τὴν προηγουμένην παράγραφον Κλάδου Προνοίας εἰς τὸ σύνολον τῶν ἐνεργητικῶν καὶ παθητικῶν περιουσιακῶν στοιχείων, ὡς καὶ τῶν πάσης φύσεως δικαιωμάτων καὶ ὑποχρεώσεων τοῦ καταργουμένου Ταμείου Προνοίας Λιμενεργατῶν Πειραιῶς.

3. Ἀπασις ἡ κινητὴ καὶ ἀκίνητος περιουσία τοῦ καταργουμένου Ταμείου Προνοίας Λιμενεργατῶν Πειραιῶς, περιέρχεται δυνάμει τοῦ παρόντος εἰς τὸν παρὰ τῷ Τ.Α.Α.Π.Α.Π. Κλάδον Προνοίας.

4. Ὁ συνιστώμενος Κλάδος Προνοίας, ἔχει οὐκονομικὴν καὶ λογιστικὴν αὐτοτέλειαν καὶ διέπεται ὑπὸ τῆς Νομοθεσίας τῆς διαποῦσης τοῦ καταργουμένου Ταμείου Προνοίας Λιμενεργατῶν Πειραιῶς μέχρι τροποποιήσεώς της κατὰ τὰς κειμένης διατάξεις.

5. Τὸ ἐκείναις ἐρ' ἀπαρ' βοήθημα τῶν ἀποπτῶν καὶ ἀρχιτῶν τὸ παρεχόμενον εἰς τοὺς ἀπὸ 1ης Μαιου 1957 καὶ ἐφεξῆς ἐξερχομένους τῆς ὑπηρεσίας τοῦ Ο.Α.Π. προσορίζεται κατὰ 50 %, διὰ τοὺς ἔχοντας συμπληρωμένην ἡμερομηνίαν 10 ἐτῶν.

πληροῦνται μέχρις οὗ ὁ ἀριθμὸς τῶν ὑπαλλήλων αὐτοῦ περιορισθῇ εἰς τὸν κατ' ἀπόφασιν τοῦ Διοικητικοῦ Συμβουλίου ἐγκρινομένην ὑπὸ τοῦ Ὑπουργοῦ Ἐργασίας ὁρισθόμενον ἀριθμὸν ὑπαλλήλων, ὁ ὅποτος θέλει κριθῇ ἀναγκαῖος διὰ τὴν λειτουργίαν τοῦ ΤΑΑΠΑΠ.

3. Οἱ ἐκ τῶν ὑπαλλήλων τοῦ καταργηθέντος Ταμείου Προνοίας Λιμενεργατῶν Πειραιῶς μὴ ἀποδεχόμενοι τὴν ἐνταξίν των, δικαιούνται ν' ἀποχωρήσωσι τῆς ὑπηρεσίας παρατούμενοι μέχρι τῆς 31)3)58. Τὸ αὐτὸ δικαίωμα ἀποχωρήσεως ἐπίσης ἔχουσι καὶ οἱ ὑπάλληλοι τοῦ τέως ΤΑΑΠ. Οἱ οὗτοι παρατούμενοι δικαιούνται τῆς ὑπὸ τῶν διατάξεων τοῦ ἀρθρου 55 παρ. 2 τοῦ Α.Ν.1846)51 ὁριζομένης ἀποζημιώσεως καὶ πηγάζουσι τῆς ὑπὸ τῶν αὐτῶν διατάξεων προβλεπομένης ἀσφαλιστικῆς προστασίας.

Ἄρθρον 10.

Κυροῦται ἡ ὑπ' ἀριθ. 187)1957 Πρᾶξις τοῦ Διοικητικοῦ Συμβουλίου τοῦ Ο.Α.Π. ἀπερ' χορηγήσεως εἰς τοὺς βραβευθέντας κατὰ τὴν ἀρχιτεκτονικὴν διαγωνισμὸν ἔκπονήσεως προμελέτης τῶν ἔργων ἀνωδομῆς ἀρχιτεκτονικῆς

ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ (ΤΕΥΧΟΣ ΠΡΩΤΟΝ)

1499

τῶν ὑπὸ τῆς διακρίσεως προβλεπομένων βραβείων καὶ καταβολῆς ἀμοιβῆς εἰς τὰ μέλη κ.λ.π. τῆς κριτικῆς Ἐπιτροπῆς.

Ἐν τῇ Β. Ἑλληνικῇ Πρεσβείᾳ Βιέννης τῇ 25 Σεπτεμβρίου 1957

ΠΑΥΛΟΣ

Β.

ΤΟ ΥΠΟΥΡΓΙΚΟΝ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΝ

Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΚΑΡΑΜΑΝΛΗΣ

ΤΑ ΜΕΛΗ

Α. ΧΡΑΜΗΣ, Κ. ΠΑΠΑΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ, Α. ΜΑΚΡΗΣ, Α. ΓΕΡΟΚΩΣΤΟΠΟΥΛΟΣ, Π. ΠΑΠΑΛΗΓΟΥΡΑΣ, Γ. Ι. ΡΑΛΛΗΣ, Σ. ΘΕΟΤΟΚΗΣ, Α. Π. ΤΣΑΛΔΑΡΗ, Α. ΜΠΟΥΡΝΙΑΣ, Κ. ΤΣΑΤΣΟΣ Ν. ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ, Α. ΑΛΙΠΡΑΝΤΗΣ, Τ. ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΑΚΟΣ.

Ἐδωρήθη καὶ ἐτέθη ἡ μεγάλη τοῦ Κράτους σφραγίς.

Ἐν Ἀθήναις τῇ 30 Σεπτεμβρίου 1957

Ο ΕΠΙ ΤΗΣ ΔΙΚΑΙΟΛΟΓΗΣ ΥΠΟΥΡΓΟΣ

Κ. ΠΑΠΑΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ

ΔΙΑΤΑΓΜΑΤΑ

(2)

Περὶ παραχωρήσεως τῆς ἐκμεταλλεύσεως τῆς ἱαματικῆς πηγῆς Κυθνου εἰς τὴν ἐνώνυμον Κοινότητα.

ΠΑΥΛΟΣ
ΒΑΣΙΛΕΥΣ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΩΝ

Ἐχόντες ὑπ' ἑξίν:

1) Τὸ ἀρθρον 1 τοῦ Ν. Α. 3016)54 περὶ τροποποιήσεως καὶ συμπληρώσεως διατάξεων τινῶν ἀφορῶν τὴν λειτουργίαν καὶ ἐκμετάλλευσιν τῶν ἱαματικῶν πηγῶν καὶ περὶ τρόπου προσλήψεως ὑδρολόγων ἱατρῶν.

2) Τὸ ἀρθρον 10 παρ. 2α τοῦ Ν. 3076)54 περὶ τροποποιήσεως καὶ συμπληρώσεως τοῦ Α.Ν. 1671)51 περὶ Ὑ-

2) Τὸ ἀπὸ 7)21 8.1920 Β. Δ. ἀπερ' ἀνακηρύξεως μῆδς πηγῆς ὑδάτων μεταλλικῶν ἢ μὴ εἰς ἱαματικὴν κλπ.α.

3) Τὸν Ν. 1624)51 περὶ κινήσεως τροποποιήσεως καὶ συμπληρώσεως τοῦ Α. Ν. 1565)1950 περὶ συστάσεως Ἑλληρικῆς Ὁργανισμοῦ Τοιοῦτου.

4) Τὸ ἀρθρον 10 παρ. 2α τοῦ Ν. 3076)1954 περὶ τροποποιήσεως καὶ συμπληρώσεως τοῦ Α. Ν. 1671)1951 περὶ Ὑπουργικοῦ Συμβουλίου καὶ Ὑπουργείου.

5) Τὴν ὑπ' ἀριθ. 216)1957 γνωμοδότησιν τοῦ Ἀνωτάτου Ὑγειονομικοῦ Συμβουλίου καὶ

6) Τὴν ὑπ' ἀριθ. 191)10.7.57 ἀπόφασιν τοῦ Δ. Σ. τοῦ Ε.Ο.Τ.α προτάσει τοῦ Ἡμετέρου ἐπὶ τῆς Προεδρίας τῆς Καθεστῆσεως Ὑπουργοῦ, ἀπερασίσαι καὶ διατάσσαι:

Ἄρθρον μόνον.

Ἀνακηρύσσονται ὡς ἱαματικαὶ αἱ κάτωθι πηγαί :

α) Μόσα χωριὸν (Λιμναριὸν) Κοινότητος Ταμνίων Κρήτης, ὡς ἀπλὴ ἀκρατοπηγὴ.

β) Τζανουλιανὰ Κοινότητος Ταμνίων Κρήτης, ὡς ἀπλὴ ἀκρατοπηγὴ.

Εἰς τὸν Ἡμέτερον ἐπὶ τῆς Προεδρίας τῆς Κυβερνήσεως Ὑπουργὸν ἀνατίθεμεν τὴν δημοσίευσιν καὶ ἐκτέλεσιν τοῦ παρόντος Διατάγματος.

Ἐν Κερκύρῃ τῇ 31 Αὐγούστου 1957

ΠΑΥΛΟΣ

Β.

Ο ΠΑΡΑ ΤΗΣ ΠΡΟΕΔΡΙΑΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΥΠΟΥΡΓΟΣ

Κ. ΤΣΑΤΣΟΣ

(4)

Περὶ τροποποιήσεως τοῦ ἀπὸ 7—24.5.57 Β. Διατάγματος περὶ διεργείας ἀρεύνης πρὸς κοτάρσιον μαγνῆ-

3) Την κατά την συνεδρίσιν της 10.7.57 ληφθείσαν σύμφωνον απόφασιν του Δ.Σ. του Ελληνικού Οργανισμού Τοιρισμού, προτάσει του Ημετέρου επί της Προεδρίας της Κυβερνήσεως Υπουργού, άποφασισαμεν και διατάξαμεν :

Άρθρον μόνον.

Παραχωρείται εις την Κοινότητα Κόβνου του Νομού Κοζάνης δια είκοσι έξι άτη ή έκμετάλλευσις της έμμετικής πηγής Κόβνου, της έκμεταλλεύσεως άρχαιμένης από της δημοσιεύσεως του παρόντος.

Η παραχώρησις γίνεται υπό τους όρους τούς καθορισθέντας δια των κατά τας 23 και 29 συνεδριάσεις των 24.5.57 και 10.7.57 αντίστοιχως ληφθεισών άποφάσεων του Δ. Σ. του Ε.Ο.Τ.

Εις τόν Ημέτερον επί της Προεδρίας της Κυβερνήσεως Υπουργόν ανατίθεται την δημοσίευσιν και εκτέλεσιν του παρόντος Διατάγματος.

Εν Κερκίρα τη 31 Αυγούστου 1957

**ΠΑΥΛΟΣ
Β.**

Ο ΠΑΡΑ ΤΗΝ ΠΡΟΕΔΡΙΑΝ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΥΠΟΥΡΓΟΣ
Κ. ΤΣΑΤΣΟΣ

(3)

Περί άναγκηρύσεως των πηγών Μέσα Χωριό (Λαμνινάρι) και Τριανταγιό Κοινότητος Τριανίου (Σελινίου) Κρήτης.

**ΠΑΥΛΟΣ
ΒΑΣΙΛΕΥΣ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΩΝ**

Έχοντας υπ' όψιν :

1) Τό άρθρον 1 του Ν. 2188(1920) περί έμμετικών πη-

λών πηγών και περί άναγκηρύσεως των πηγών μετ' άποφάσεων των αρμόδιων στατιστικών θεσμοδότηων.

ΠΑΥΛΟΣ

ΒΑΣΙΛΕΥΣ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΩΝ

Έχοντας υπ' όψιν :

1) Τάς διατάξεις των παραγράφων 2 και 4 του άρθρου 21 Νομοθετικού Διατάγματος υπ' αριθ. 3627(56) περί δημοσίευσής της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας της Ελλάδος, 2) τό από 8)24.5.57 Β Διατάγμα περί διενεργείας έρεύνης πρὸς κατάρτισιν μητρώου βιομηχανικών και βιοτεχνικών επιχειρήσεων της Χώρας και συγκέντρωσιν συνάφων στατιστικών δεδομένων και 3) την υπ' αριθ. 549)57 γνυμοδότησιν του Συμβουλίου Επικρατείας, προτάσει των Ημετέρων επί του Συντονισμού και Οικονομικών Υπουργών άποφασισαμεν και διατάξαμεν :

Άρθρον μόνον

Η εν άρθρω 4 του από 8)24 Μαΐου 1957 Β. Διατάγματος περί διενεργείας έρεύνης πρὸς κατάρτισιν μητρώου βιομηχανικών και βιοτεχνικών Επιχειρήσεων της Χώρας και συγκέντρωσιν συναφών στατιστικών δεδομένων καθοριζόμενη ήμερομηνία παραώσεως της έρεύνης παρατείνεται μέχρι της 31ης Δεκεμβρίου 1957.

Εις τόν Ημέτερον επί του Συντονισμού Υπουργόν ανατίθεται την δημοσίευσιν και εκτέλεσιν του παρόντος Διατάγματος.

Εν τη Β. Ελλην. Προεδρία Βιέννης τη 28 Σ)βρίου 1957

**ΠΑΥΛΟΣ
Β.**

ΟΙ ΥΠΟΥΡΓΟΙ
ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΥ ΕΠΙ ΤΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΥΠΟΥΡΓΩΝ

1500

ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ (ΤΕΥΧΟΣ ΠΡΩΤΟΝ)

ΠΡΑΞΕΙΣ ΥΠΟΥΡΓΙΚΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ

(9)

Πράξις υπ' αριθ. 1791 της 27 Σεπτεμβρίου 1957.

Περί συμπληρώσεως των περί άποδοχών των Υπαξιωματικών και Άνθυπασιών των Ενόπλων Δυνάμεων διατάξεων.

ΤΟ ΥΠΟΥΡΓΙΚΟΝ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΝ

Λαβόν υπ' όψιν εισήγησιν των επί του Συντονισμού, Εθνικής Άρόνης και Οικονομικών κ. Υπουργών και την άνάγκην διελπίσεως των άποδοχών των Υπαξιωματικών των Ενόπλων Δυνάμεων,

ΑΠΟΦΑΣΙΖΕΙ :

Άρθρον 1.

Ο έκαστος κατά τας κειμένης διατάξεις όριζόμενος βαθμικός μηνιαίος μισθός των μονίμων εν ενεργεία και των λαμβανόντων άποδοχάς μονίμου, έξι μόντων, άνακατατεταγμένων και έφ' όσον εν μονίμων άνακατατεταγμένων Δεκανίων, Λαχιών, Ήπιλογιών και Άνθυπασιών του Στρατού Ήερθς και των όμοισθόντων του Β.Ν. και της Β.Α., προσαυξάνεται κατά 20%) από της συμπληρώσεως της βάσει της κειμένης νομοθετίας άναληφθείσης υπ' αύτών υποχρεώσεως παραμνήης εις τας τάξεις, ως μονίμων, έξι μόντων ή άνακατατεταγμένων, άλλ.) όχι! πρὸ της συμπληρώσεως έκτακτους τεσσάρτης.

ισχύος της παρούσης, ως εάν ατεν ίσχυε πρὸ της ήμερομηνίας προαγωγής αύτών, άνευ όμως δικαιώματος λήξεως της διαφοράς άναδρομικώς.

2. Διὰ τόν υπολογισμόν της διαφοράς μεταξύ των άποδοχών Άνθυπασιών, Αρχικλυστού ή Αρχισμηνίου και των τοισύτων Άξιωματικού, λαμβάνονται υπ' όψιν άφ' ενός αί άποδοχάι Άνθυπασιού ή όμοισθόντου του Β. Ν. ή Β. Α., άν θά έδικαιούτο σήμερα βάσει της συμπληρωμένης υπ' αύτών πραγματικής συνολικής ύπηρεσίας Άνθυπασιού, Αρχικλυστού ή Αρχισμηνίου, κατά την ήμερομηνίαν της προαγωγής των εις Άνθυπαλαιότητα ή όμοισθόντους του Β. Ν. ή της Β. Α., βάσει του νυν ισχύοντος μισθολογίου και των διατάξεων της παρούσης και άφ' έτέρου αί καταβαλλόμεναι αύτοίς σήμερα άποδοχαί.

Άρθρον 5.

Η παρούσα ίσχύουσα από 1 Οκτωβρίου 1957 κωδифύεται νομοθετικώς μερίμνη του κ. Υπουργού Οικονομικών.

Εκδόσαν την υπ' αριθ. 1791 παρούσαν πράξιν του.

Ο Πρόεδρος

Άκριβές αντίγραφο

Εν Αθήναις σήμερον

Ο Γραμματέας του Υπουργικού Συμβουλίου
ΓΕΩΡΓ. ΤΡΙΒΥΖΑΣ

Άρθρον 2.

1. Ο έκαστος θαυμάς μηχανίας μεθόδους των μονίμων εν ενεργεία Ανδραποτιστών του Στρατού Ξηράς και των ομοιοδόξων του Β. Ν. και της Β. Α. προσαυξάνεται κατά 10α)ο δι' έκαστην τριετίαν εὐδοκίμου παραμονῆς εἰς τὸν βαθμὸν τοῦτον καὶ μέχρι τριῶν ἐν συνόλῳ τριετίων, ὑπολογιζομένων ἀπ' ἧς οὗτοι ἐλάττων ὀλόκληρον τὸ κατὰ νόμον ἐπίδομα εὐδοκίμου παραμονῆς εἰς τὸν βαθμὸν τοῦ Ανδραποτιστοῦ ἢ ομοιοδόξου Β. Ν. ἢ Β. Α. ἢ ὀλόκληρον τὸ ἐπίδομα λόγῳ ἐξαντλήσεως τῆς ἱεραρχίας.

2. Αἱ κατὰ τὸ παρὸν ἄρθρον προσαυξήσεις καταβάλλονται ἀθροιστικῶς μετὰ τῆς κατὰ τὸ ἀρθρ. 1 τῆς παρούσης τοιούτης ἐπὶ πλεόν πάσης ἄλλης ἐξ οὐσδήποτε αἰτίας καταβαλλομένης αὐξήσεως ἢ ἐπιδόματος.

Άρθρον 3.

1. Οἱ ἐν τῇ παρούσῃ περιλαμβανόμενοι Ανδραποτιστοὶ ἢ ομοιοδόξοι Β. Ν. καὶ Β. Α., προαυγάζονται εἰς ἀνωτέρους βαθμούς, λαμβάνουν τὰς ἐν γένει ἀπολαβὰς τοῦ νέου βαθμοῦ των, ἐὰν τοῦ ἐκαστοῦ ἰσχύοντος μεθολογίου, σὺν τῇ διαφορά μεταξὺ αὐτῶν καὶ τοῦ συνόλου τῶν ἐν γένει ἀπολαβῶν, περιλαμβανομένων καὶ τῶν πάσης φύσεως ἐπιδομάτων, ἃ ἐλάμβανον ἐν τῷ βαθμῷ τοῦ Ανδραποτιστοῦ ἢ ομοιοδόξου τοῦ Β. Ν. ἢ Β. Α.

2. Ἡ κατὰ τὴν προηγούμενην παράγραφον διαφορά συμπληρῶνται ἐν ὅλῳ ἢ ἐν μέρει πρὸς μεταγενεστέραν τυχὸν αὐξήσιν τῶν ἀποδοχῶν, λόγῳ προαγωγῆς ἢ λήθους ἐπιδόματος εὐδοκίμου παραμονῆς ἢ τοιούτου λόγῳ ἐξαντλήσεως ἱεραρχίας.

Άρθρον 4.

1. Εἰς τὰ ἀρθρα 2 καὶ 3 τῆς παρούσης ὑπάρχοντες καὶ πάντες οἱ ὑπηρετούντες σήμερον μόνον Αἰνωματικοὶ Στρατοῦ Ξηράς, Β. Ναυτικοῦ καὶ Β. Ἀεροπορίας, οἱ προερχόμενοι ἐξ Ἰπποκλαδικῶν καὶ προαχθέντες εἰς Αἰνωματικούς πρὸ τῆς

(7)

Πράξις ὑπ' ἀρθρ. 1792, τῆς 27ης Σεπτεμβρίου 1957. Περὶ παροχῆς ἐπιδόματος εἰς ἀπαντας τοὺς ἐν ενεργείᾳ αἰνωματικούς τοῦ Στρατοῦ Ξηράς, Β. Ναυτικοῦ καὶ Β. Ἀεροπορίας.

ΤΟ ΓΥΟΥΡΓΙΚΟΝ ΣΥΜΒΟΛΑΙΟΝ

Λατίν π' ἔστιν πρόστασις τῶν ἐπὶ τοῦ Συντονισμοῦ, Ἐθνικῆς Ἀμύνης καὶ Οἰκονομικῶν κ.κ. Ὑπουργῶν, ἀπορροῦσαι:

1. Ἐγκρίναι τὴν ἀπὸ 1 Ὀκτωβρίου 1957 χορηγήσιν εἰς ἀπαντας τοὺς ἐν ενεργείᾳ (ἐν ενεργῇ ὑπηρεσίᾳ) αἰνωματικούς τοῦ Στρατοῦ Ξηράς, Βασιλικῆς Ναυτικῆς καὶ Β. Ἀεροπορίας ἀπὸ τοῦ βαθμοῦ τοῦ Λοχαγῶ — Ὑποπλοίαρχου — Σμηναγοῦ (σμηναγὰς ἀπολαβόμενου) καὶ ἀνω, μηχανίας ἐπιδόματος λόγῳ εἰδικῶν συνθημῶν ὑπηρεσίας, ἐριζομένου κατὰ κατηγορίας, ὡς κατωθί:

α) Ἀνώτατοι καὶ Ἀνώτεροι Αἰνωματικοὶ δραχ. 400.
β) Λοχαγοί, Ὑποπλοίαρχοι, Σμηναγοὶ δραχ. 300.

2. Τὸ ἐπίδομα τοῦτο ὑπὸκειται εἰς τὸν φόρον εἰσδήματος, ἀπολλασσόμενον πάσης ὑπὲρ τρίτων κρατήσεως.

3. Ὁ τρόπος δικαιολογήσεως καὶ πάντα ἀναγκαῖα λεπτομέρεια ἐρεθίζονται δι' ἀποφάσεις τοῦ Ὑπουργοῦ Ἐθνικῆς Ἀμύνης.

Ἡ παρούσα κεραιθίζεται νομοθετικῶς μερίμνη τοῦ κ. Ὑπουργοῦ τῶν Οἰκονομικῶν.

Ἐκδόσαν πρὸς τοῦτο τὴν ὑπ' ἀρθρ. 1792 παρούσαν πρᾶξιν του, ἰσχύουσιν ἀπὸ 1 Ὀκτωβρίου 1957.

Ὁ Πρόεδρος

Ἀκριδὲς ἀντίγραφον

Ἐν Ἀθήναις αὐθιγερὸν

Ὁ Γραμματεὺς τοῦ Ὑπουργικοῦ Συμβουλίου
Γ. ΤΡΙΒΥΖΑΣ

Τὸ Μέλη



39381

ΕΦΗΜΕΡΙΔΑ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

19 Σεπτεμβρίου 2017

ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

Αρ. Φυλλίου 3282

ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ

Αριθμ. Γ1(δ)/ΓΠ οικ.67322

Ποιότητα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις της Οδηγίας 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης, της 3ης Νοεμβρίου 1998 όπως τροποποιήθηκε με την Οδηγία (ΕΕ) 2015/1787 (L260, 7.10.2015).

ΟΙ ΥΠΟΥΡΓΟΙ

ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ - ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ - ΥΓΕΙΑΣ - ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ,

Έχοντας υπόψη:

1. Τις διατάξεις του άρθρου 1 του α.ν. 2520/1940 «Περί Υγειονομικών Διατάξεων» (ΦΕΚ 237/Α/1940), όπως ισχύει.
2. Τις διατάξεις του άρθρου 43 του ν. 4025/2011 (ΦΕΚ 228/Α/2011) όπως τροποποιήθηκαν με τις διατάξεις του άρθρου 58 (παρ. 1-4) του ν. 4075/2012 (ΦΕΚ 89/Α/2012).
3. Τις διατάξεις των ν. 3172/03 (ΦΕΚ 197/Α/2003) για την οργάνωση και εκσυγχρονισμό των Υπηρεσιών Δημ. Υγείας και ν. 3370/2005 (ΦΕΚ 176/Α/2005) για την οργάνωση και λειτουργία των Υπηρεσιών Δημ. Υγείας.
4. Το π.δ. 106/2014 (ΦΕΚ 173/Α/2014) «Οργανισμός Υπουργείου Υγείας», όπως ισχύει.
5. Το π.δ. 63/2005 (ΦΕΚ 98/Α/2005) «Κωδικοποίηση της νομοθεσίας για την κυβέρνηση και τα κυβερνητικά όργανα», όπως ισχύει.
6. Τις διατάξεις του ν.3852/2010 «Νέα Αρχιτεκτονική της Αυτοδιοίκησης και της Αποκεντρωμένης Διοίκησης- Πρόγραμμα Καλλικράτης» (ΦΕΚ 87/Α/2010), όπως ισχύει.
7. Τις διατάξεις του άρθρου 1 (παρ. 1, 2, 3 και 4) και του άρθρου 2 (παρ. 1ζ, 1η) του ν. 1338/1983 «Εφαρμογή του Κοινοτικού Δικαιού» (Α' 34) όπως αυτός τροποποιήθηκε

9. Την υπ' αριθμ. Η.Π. 11764/653/2006 υπουργική απόφαση «Πρόσβαση του κοινού στις δημόσιες Αρχές για παροχή πληροφοριών σχετικά με το περιβάλλον, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2003/4/ΕΚ «για την πρόσβαση του κοινού σε περιβαλλοντικές πληροφορίες και για την κατάργηση της οδηγίας 90/313/ΕΟΚ» του Συμβουλίου. Αντικατάσταση της υπ' αριθμ. 77921/1440/95 κοινής υπουργικής απόφασης» (ΦΕΚ 327/Β/2006).

10. Τις διατάξεις του άρθρου 10 του ν. 1650/1986 «Για την προστασία του περιβάλλοντος» (ΦΕΚ 160/Α/1986).

11. Την Υ2/2600/2001 (ΦΕΚ 892Β/11-7-2001) κοινή υπουργική απόφαση σχετικά με την «ποιότητα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης» όπως τροποποιήθηκε με την ΔΥΤ2/Γ.Π.οικ.38295/22.3.07 κοινή υπουργική απόφαση (ΦΕΚ 630/Β/26.4.2007).

12. Την Οδηγία 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου της Ευρ. Ένωσης, της 3ης Νοεμβρίου 1998, σχετικά με την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης.

13. Την Οδηγία (ΕΕ) 2015/1787 της Επιτροπής της 6ης Οκτωβρίου 2015 για την τροποποίηση των παραρτημάτων II και III της Οδηγίας 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου σχετικά με την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης.

14. Την υπ. αριθμ. Π/112/1057/2016/1.2.2016 κοινή υπουργική απόφαση «θέσπιση απαιτήσεων προστασίας της υγείας του πληθυσμού από ραδιενεργές ουσίες που περιέχονται στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης, σε συμμόρφωση προς την Οδηγία 2013/51/ΕΥΡΑΤΟΜ του Συμβουλίου, της 22ας Οκτωβρίου 2013» (ΦΕΚ 241/Β/9-2-2016).

15. Το γεγονός ότι, όπως προκύπτει από το άρθρο 9 της Οδηγίας 98/83 ΕΚ και σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, έχει παρέλθει η προθεσμία για τη δυνατότητα χορήγησης παρέκκλισης από την παραμετρική τιμή των χημικών παραμέτρων (Μέρος Β Παράρτημα Ι της Οδηγίας 98/83/ΕΚ).

με το άρθρο 6 του ν. 1440/1984 «Συμμετοχή της Ελλάδας στο κεφάλαιο, στα αποθεματικά και στις προβλέψεις της Ευρωπαϊκής Τράπεζας Επενδύσεων κ.λπ.» (Α' 70) και του άρθρου 65 του ν. 1892/1990 (Α' 101) όπως ισχύει σήμερα 8. Τις διατάξεις του άρθρου 2 του ν. 2077/1992 «Κύρωση της Συνθήκης για την Ευρωπαϊκή Ένωση και των σχετικών πρωτοκόλλων και δηλώσεων που περιλαμβάνονται στην τελική πράξη» (ΦΕΚ 136/Α/7.8.1992).

16. Την αρχή της προφύλαξης σε συνδυασμό με τα τελευταία διεθνή επιστημονικά και τεχνολογικά δεδομένα 17. Την υπ' αριθμ. Υ172/4.11.2016 απόφαση του Πρωθυπουργού «Καθορισμός σειράς τάξης των Υπουργείων» (ΦΕΚ 3610/Β/2016).

18. Το π.δ. 100/2014 «Οργανισμός του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κлиматικής Αλλαγής» (ΦΕΚ 167/Β/28.8.2014) σε συνδυασμό με την κοινή υπουργική

απόφαση 322/2013 (ΦΕΚ 679/Β/2013) «Οργάνωση της Ειδικής Γραμματείας Υδάτων του ΥΠΕΚΑ», όπως ισχύουν.

19. Την με αριθμ. Υ/98/2016 απόφαση του Πρωθυπουργού «Ανάθεση αρμοδιοτήτων στον Αναπληρωτή Υπουργό Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Σωκράτη Φαμέλλο» (ΦΕΚ Β/3722).

20. Την από 6/7/2017 αιτιολογημένη εισήγηση του Τμήματος Υγιεινής Περιβάλλοντος της Δ/νσης Δημόσιας Υγείας του Υπουργείου Υγείας, σύμφωνα με τα αναφερόμενα στο άρθρο 58 παρ.1 του ν.4075/2012.

21. Την ανάγκη προστασίας της δημόσιας υγείας.

22. Την αριθμ. Β1α/Γ.Π.οικ. 53994/12.7.2017 εισήγηση της Γεν. Δ/νσης Οικονομικών Υπηρεσιών του Υπουργείου Υγείας ότι από το περιεχόμενο της παρούσας ΥΑ δεν προκαλείται δαπάνη σε βάρος του κρατικού προϋπολογισμού.

Άρθρο 1

Σκοπός

(άρθρο 1 Οδηγίας 98/83/ΕΚ)

Σκοπός της παρούσας Απόφασης είναι:

α) η συμμόρφωση της Ελληνικής Νομοθεσίας με τις διατάξεις της Οδηγίας (ΕΕ) 2015/1787 της Επιτροπής (L260, 7.10.2015) «για την τροποποίηση των παραρτημάτων II και III της Οδηγίας 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου σχετικά με την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης», και β) η αναδιτύπωση της κοινής υπουργικής απόφασης Υ2/2600/2001 (ΦΕΚ 892/Β/2001) σχετικά με την ποιότητα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης όπως αυτή έχει τροποποιηθεί με τη ΔΥΤ2/ΓΠοικ 38295/22.3.2007 κοινή υπουργική απόφαση (ΦΕΚ 630/Β/26.4.2007) και έχει διορθωθεί στα ΦΕΚ 986/Β/2007 και ΦΕΚ 1215/Β/2012 με στόχο την προστασία της ανθρώπινης υγείας από τις δυσμενείς επιπτώσεις που οφείλονται στη ρύπανση ή/

3. "οικιακά συστήματα διανομής": οι σωληνώσεις, τα εξαρτήματα και οι συσκευές που έχουν εγκατασταθεί μεταξύ των κρουνών που συνήθως χρησιμοποιούνται για παροχή νερού ανθρώπινης κατανάλωσης και του δικτύου διανομής, αλλά μόνον εφόσον αυτά δεν υπάγονται στην ευθύνη του φορέα ύδρευσης, υπό την ιδιότητα του αυτή.

4. "επικύρωση": ως επικύρωση μεθόδων (validation) ορίζεται η διαδικασία που αποδεικνύει ότι η μέθοδος δίνει το σωστό αποτέλεσμα όσον αφορά π.χ. σε προκαθορισμένα Όρια ανίχνευσης, εκλεκτικότητας/επιλεκτικότητας, επαναληψιμότητας, αναπαραγωγιμότητας και γραμμικότητας. Ο όρος αυτός προσδιορίζεται περαιτέρω στο πρότυπο ISO/IEC 17025.

Άρθρο 3

Εξαιρέσεις

(Άρθρο 3 Οδηγίας 98/83/ΕΚ)

Η παρούσα Απόφαση δεν εφαρμόζεται:

α) Στο φυσικό μεταλλικό νερό που αναγνωρίζεται ως τέτοιο με απόφαση του Υπουργού Υγείας, σύμφωνα με το π.δ. 433/1983 "Όροι εκμετάλλευσης και κυκλοφορίας στο εμπόριο των φυσικών μεταλλικών νερών" (ΦΕΚ 163/ Α/1983), όπως αυτό τροποποιήθηκε με την κοινή υπουργική απόφαση Υ2/οικ. 329/1998 (ΦΕΚ 114 Β/1998), τα οποία εκδόθηκαν σε εναρμόνιση της Οδηγίας 80/777/ΕΟΚ της 15ης Ιουλίου 1980, όπως αυτή τροποποιήθηκε από την Οδηγία 96/70/Ε.Κ του Συμβουλίου της 23ης Νοεμβρίου 1996, περί προσεγγίσεως των νομοθεσιών των κρατών μελών σχετικά με την εκμετάλλευση και τη θέση στο εμπόριο των φυσικών μεταλλικών νερών και αναδιτύπώθηκε με την Οδηγία 2009/54/ΕΚ.

β) Στο νερό, που θεωρείται φάρμακο κατά την έννοια της κοινής υπουργικής απόφασης ΔΥΤ 3α/ΓΠ32221/13

και μόλυνση του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης μέσω της εξασφάλισης ότι είναι υγιεινό και καθαρό.

Άρθρο 2

Ορισμοί

(Άρθρο 2 Οδηγίας 98/83/ΕΚ)

Κατά την έννοια της παρούσας νοούνται ως:

1. "νερό ανθρώπινης κατανάλωσης":

α) το νερό, είτε στη φυσική του κατάσταση είτε μετά από επεξεργασία, που προορίζεται για πόση, μαγείρεμα, προπαρασκευή τροφής ή άλλες οικιακές χρήσεις, ανεξάρτητα από την προέλευσή του και από το εάν παρέχεται από δίκτυο διανομής, από βυτίο, ή σε φιάλες ή δοχεία.

β) το νερό που χρησιμοποιείται στις επιχειρήσεις παραγωγής τροφίμων για την παρασκευή, επεξεργασία, συντήρηση ή εμπορία προϊόντων ή ουσιών, που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση.

Το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης δεν εντάσσεται στην έννοια του τροφίμου, παρέχεται με υποχρέωση της Πολιτείας σε όλους τους πολίτες της επικράτειας ως δημόσιο αγαθό, μη υπαγόμενο στους κανόνες της αγοράς και διέπεται από τους νόμους της υγειονομικής μηχανικής.

2. "οικιακές χρήσεις": χρήσεις του νερού, κατά τρόπο που να έρχεται σε άμεση ή έμμεση επαφή με τον ανθρώπινο οργανισμό

(ΦΕΚ Β/1049), όπως ισχύει σήμερα.

γ) Στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης που λαμβάνεται από συγκεκριμένη (ατομική) πηγή με παροχή μικρότερη των 10 m³ ημερησίως κατά μέσο όρο, ή που εξυπηρετεί λιγότερα από 50 άτομα. Η ανωτέρω εξαίρεση είναι δυνατή μόνον εάν το νερό δεν διατίθεται στο πλαίσιο εμπορικής ή δημόσιας δραστηριότητας.

Άρθρο 4

Γενικές υποχρεώσεις

(Άρθρο 4 Οδηγίας 98/83/ΕΚ)

1. Με την επιφύλαξη των υποχρεώσεων τους δυνάμει άλλων κοινοτικών ή εθνικών διατάξεων, οι υπεύθυνοι σε συνεργασία με τις αρμόδιες Αρχές λαμβάνουν τα αναγκαία μέτρα ώστε να εξασφαλιστεί ότι το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης είναι υγιεινό και καθαρό. Για τους σκοπούς των ελαχίστων απαιτήσεων της παρούσας υγειονομικής διάταξης, το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης είναι υγιεινό και καθαρό εφόσον:

α) είναι απαλλαγμένο μικροοργανισμών και παρασίτων, και οποιωνδήποτε ουσιών, σε αριθμούς και συγκεντρώσεις, που αποτελούν ενδεχόμενο κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία και

β) πληροί τις ελαχίστες απαιτήσεις του Παραρτήματος Ι μέρη Α και Β, και εφόσον σύμφωνα με τις σχετικές δια-

τάξεις των άρθρων 5 έως 9, οι υπεύθυνοι σε συνεργασία με τις αρμόδιες Αρχές λαμβάνουν όλα τα αναγκαία μέτρα προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι, το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης συμμορφούται προς τις απαιτήσεις της παρούσας διάταξης.

2. Οι υπεύθυνοι σε συνεργασία με τις αρμόδιες Αρχές εξασφαλίζουν ότι τα μέτρα που λαμβάνονται για την εφαρμογή της παρούσας διάταξης δεν οδηγούν, σε καμιά περίπτωση, σε άμεση ή έμμεση υποβάθμιση της σημερινής ποιότητας του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, στο μέτρο που αυτό αφορά στην προστασία της ανθρώπινης υγείας, ούτε σε αύξηση της ρύπανσης του νερού που χρησιμοποιείται για την παραγωγή πόσιμου νερού.

Άρθρο 5

Ποιοτικές προδιαγραφές

(Άρθρο 45 Οδηγίας 98/83/ΕΚ)

σία με τις αρμόδιες Αρχές εξασφαλίζουν παρόλα ταύτα ότι:

α) λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα ώστε να μειωθεί ή να εξαλειφθεί ο κίνδυνος μη τήρησης των παραμετρικών τιμών, όπως η παροχή οδηγιών στους ιδιοκτήτες σχετικά με κάθε ενδεχόμενη επανορθωτική ενέργεια που θα μπορούσαν να αναλάβουν ή και λαμβάνονται άλλα μέτρα, όπως κατάλληλες τεχνικές επεξεργασίας, προκειμένου να μεταβληθεί η φύση ή οι ιδιότητες του νερού πριν από την διάθεσή του ώστε να μειωθεί ή να εξαλειφθεί ο κίνδυνος ότι το νερό δεν ανταποκρίνεται στις παραμετρικές τιμές μετά τη διάθεσή και

β) οι ενδιαφερόμενοι καταναλωτές ενημερώνονται δεόντως και λαμβάνουν οδηγίες για ενδεχόμενες πρόσθετες επανορθωτικές ενέργειες που θα πρέπει να αναλάβουν.

Άρθρο 7

Οι τιμές των παραμέτρων του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης καθορίζονται στο Παράρτημα Ι.

Ειδικότερα όσον αφορά στις παραμέτρους του Παραρτήματος Ι μέρος Γ, οι τιμές αυτές καθορίζονται μόνον για λόγους παρακολούθησης και για την τήρηση των υποχρεώσεων του άρθρου 8.

Άρθρο 6

Σημείο τήρησης

(Άρθρο 6 Οδηγίας 98/83/ΕΚ)

1. Οι παραμετρικές τιμές που καθορίζονται σύμφωνα με το άρθρο 5, πρέπει να τηρούνται:

α) για το νερό που παρέχεται από το δίκτυο διανομής, στο σημείο, εντός του κτιρίου ή της κτιριακής εγκατάστασης, στο οποίο βγαίνει από τη βρύση, που χρησιμοποιείται συνήθως για παροχή νερού ανθρώπινης κατανάλωσης

β) για το νερό που παρέχεται από βυτίο, στο σημείο όπου το νερό εξέρχεται από το βυτίο

γ) για νερό που τοποθετείται σε φιάλες ή δοχεία προς πώληση, στο σημείο στο οποίο το νερό τοποθετείται σε φιάλες ή δοχεία

δ) για το νερό που χρησιμοποιείται σε επιχείρηση παραγωγής τροφίμων, στο σημείο όπου το νερό χρησιμοποιείται στην επιχείρηση

2. Στην περίπτωση του νερού της παραγράφου 1 εδάφιο (α), οι υπεύθυνοι σε συνεργασία με τις αρμόδιες Αρχές τεκμαίρεται ότι πληρούν τις υποχρεώσεις του παρόντος άρθρου, του άρθρου 4 και του άρθρου 8 παραγράφου 2, εφόσον είναι δυνατόν να αποδειχθεί ότι η μη τήρηση των παραμετρικών τιμών που καθορίζονται σύμφωνα με το άρθρο 5, οφείλεται στο οικιακό σύστημα διανομής ή στην συντήρηση του, εξαιρουμένων όμως των κτιρίων και κτιριακών εγκαταστάσεων όπου το νερό παρέχεται στο κοινό, όπως στα σχολεία, τα νοσοκομεία και τα εστιατόρια, για τα οποία ο υπεύθυνος ορίζεται από τις κείμενες διατάξεις.

3. Όταν εφαρμόζεται η παράγραφος 2, και υπάρχει κίνδυνος ότι το νερό της παραγράφου 1 εδάφιο (α), δεν ανταποκρίνεται στις παραμετρικές τιμές που καθορίζονται σύμφωνα με το άρθρο 5, οι υπεύθυνοι σε συνεργα-

Παρακολούθηση

(Άρθρο 7 Οδηγίας 98/83/ΕΚ)

1. Οι υπεύθυνοι σε συνεργασία με τις αρμόδιες Αρχές λαμβάνουν όλα τα αναγκαία μέτρα ώστε να εξασφαλίσουν ότι παρακολουθείται τακτικά η ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, προκειμένου να ελεγχεται αν το διατιθέμενο στους καταναλωτές νερό πληροί τις απαιτήσεις της παρούσας διάταξης και ιδίως τις παραμετρικές τιμές που καθορίζονται σύμφωνα με το άρθρο 5. Θα πρέπει να λαμβάνονται δείγματα τα οποία να είναι αντιπροσωπευτικά της ποιότητας του νερού που καταναλώνεται καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Επιπλέον, οι υπεύθυνοι σε συνεργασία με τις αρμόδιες Αρχές λαμβάνουν όλα τα αναγκαία μέτρα ώστε να εξασφαλίζεται ο έλεγχος της αποτελεσματικής απολύμανσης του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, σύμφωνα με τις διατάξεις της Υ.Μ. 5673/4.12.57 (ΦΕΚ 5/Β/1958), όταν αυτή αποτελεί μέρος της διαδικασίας επεξεργασίας ή διανομής του νερού και ότι η συγκέντρωση των παραπρόϊοντων απολύμανσης συγκρατείται σε όσο το δυνατόν πιο χαμηλά όρια, χωρίς να διακυβεύεται η απολύμανση.

2. Για την τήρηση των υποχρεώσεων της παραγράφου 1, οι υπεύθυνοι σε συνεργασία με τις αρμόδιες Αρχές καταρτίζουν κατάλληλα προγράμματα παρακολούθησης του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης.

Τα εν λόγω προγράμματα παρακολούθησης πρέπει να πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις του Παραρτήματος ΙΙ.

3. Τα σημεία δειγματοληψίας καθορίζονται από τους υπεύθυνους σε συνεργασία με τις αρμόδιες Αρχές και πρέπει να συμμορφώνονται με τις σχετικές απαιτήσεις του Παραρτήματος ΙΙ.

4α) Οι υπεύθυνοι σε συνεργασία με τις αρμόδιες Αρχές πρέπει να τηρούν τις προδιαγραφές αναλύσεως παραμέτρων που καθορίζονται στο Παράρτημα ΙΙΙ.

β) Αντί των μεθόδων που αναφέρονται στο Παράρτημα ΙΙΙ μέρος Α, είναι δυνατόν να χρησιμοποιούνται εναλλακτικές μέθοδοι (επικυρωμένες), εφόσον μπορεί να αποδειχθεί ότι τα λαμβανόμενα αποτελέσματα είναι τουλάχιστον εξίσου αξιόπιστα με εκείνα των μεθόδων που έχουν προκαθοριστεί. Εάν χρησιμοποιηθεί εναλλακτική μέθοδος το Υπουργείο Υγείας διαβιβάζει στην Επι-

τροπή όλα τα σχετικά στοιχεία που αφορούν τη μέθοδο αυτή και την ισοδυναμία της.

γ) Για τις παραμέτρους του Παραρτήματος ΙΙΙ μέρος Β, είναι δυνατόν να χρησιμοποιείται οποιαδήποτε μέθοδος ανάλυσης, εφόσον τηρούνται οι απαιτήσεις του μέρους αυτού.

5. Παρακολούθηση της ποιότητας του νερού από τις αρμόδιες Αρχές

Οι Υπηρεσίες Περιβαλλοντικής Υγιεινής και Υγιονομικού Ελέγχου των Περιφερειακών Ενότητων παρακολουθούν συστηματικά την κατάσταση των συστημάτων ύδρευσης στην περιοχή αρμοδιότητάς τους. Για το σκοπό αυτό διενεργούν υγιονομικούς ελέγχους με συχνότητα σύμφωνα με τον Πίνακα που ακολουθεί:

| Όγκος νερού (V) που διανέμεται ή παράγεται ημερησίως εντός της ζώνης παροχής (Βλέπε σημειώσεις 1 και 2) m ³ | Αριθμός ελέγχων |
|--|---|
| ≤100 | Κατά την κρίση της Υπηρεσίας και τουλάχιστον μία φορά ανά τριετία |
| 100<V≤1000 | 1 ανά έτος |
| 1000<V≤10.000 | 2 ανά έτος |
| 10.000<V≤100.000 | 3 ανά έτος |
| >100.000 | 4 ανά έτος |

Σημείωση 1: Ως ζώνη παροχής νοείται μια γεωγραφικά καθορισμένη περιοχή εντός της οποίας το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης εισέρχεται από μία ή περισσότερες πηγές και η ποιότητα του νερού μπορεί να θεωρηθεί ως περίπου ομοιόμορφη.

Σημείωση 2: Οι όγκοι υπολογίζονται ως μέσες τιμές για ένα ημερολογιακό έτος. Για τον καθορισμό της ελάχιστης συχνότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο αριθμός κατοίκων μιας ζώνης παροχής αντί για τον όγκο του νερού, με την παραδοχή ότι η κατά κεφαλήν κατανάλωση νερού είναι 200 L/ημέρα.

Ο υγιονομικός έλεγχος περιλαμβάνει:

- υγιονομική αναγνώριση των διαφόρων τμημάτων των συστημάτων ύδρευσης (από την πηγή έως το σημείο τήρησης του άρθρου 6) και του τρόπου λειτουργίας τους
- δειγματοληψία νερού για εργαστηριακές εξετάσεις όλων των παραμέτρων του Παραρτήματος Ι.
- έλεγχο του υπολειμματικού χλωρίου.

Τα αποτελέσματα αποστέλλονται άμεσα στο Υπουργείο Υγείας.

6. Οι υπεύθυνοι σε συνεργασία με τις αρμόδιες Αρχές εξασφαλίζουν ότι διενεργείται συμπληρωματική κατά περίπτωση παρακολούθηση για τις ουσίες και τους μικροοργανισμούς για τους οποίους δεν καθορίζεται παραμετρική τιμή σύμφωνα με το άρθρο 5, όταν υπάρχουν

Άρθρο 8

Επανορθωτικές ενέργειες και περιορισμοί χρήσεως (Άρθρο 8 Οδηγίας 98/83/ΕΚ)

1. Οι υπεύθυνοι σε συνεργασία με τις αρμόδιες Αρχές μεριμνούν ώστε να διερευνάται αμέσως κάθε παράλειψη της τήρησης των παραμετρικών τιμών που καθορίζονται σύμφωνα με το άρθρο 5 ώστε να εντοπίζονται τα αίτια.

2. Εάν, παρά τα μέτρα που λαμβάνονται για να τηρηθούν οι υποχρεώσεις του άρθρου 4 παράγραφος 1, το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης εξακολουθεί να μην πληροί τις παραμετρικές τιμές που καθορίζονται σύμφωνα με το άρθρο 5, και με την επιφύλαξη του άρθρου 6 παράγραφος 2, οι υπεύθυνοι σε συνεργασία με τις αρμόδιες Αρχές εξασφαλίζουν ότι αναλαμβάνονται, το ταχύτερο δυνατόν, οι απαιτούμενες επανορθωτικές ενέργειες για την αποκατάσταση της ποιότητας του, και δίνουν προτεραιότητα στην εφαρμογή τους, λαμβάνοντας υπόψη μεταξύ άλλων και το βαθμό υπέρβασης των σχετικών παραμετρικών τιμών και τον ενδεχόμενο κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία.

3. Ανεξαρτήτως του αν έχει σημειωθεί ή όχι η μη τήρηση των παραμετρικών τιμών, οι υπεύθυνοι σε συνεργασία με τις αρμόδιες Αρχές εξασφαλίζουν ότι η παροχή νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, το οποίο αποτελεί ενδεχόμενο κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία απαγορεύεται και διακόπτεται ή περιορίζεται η χρήση του ή αναλαμβάνονται οι αναγκαίες ενέργειες για να προστατευθεί η ανθρώπινη υγεία.

Στις περιπτώσεις αυτές, οι καταναλωτές ενημερώνονται αμέσως σχετικά και τους παρέχονται οι απαραίτητες οδηγίες. Οι υπεύθυνοι σε συνεργασία με τις αρμόδιες Αρχές αποφασίζουν ποιες ενέργειες δύναμει της παρούσας παραγράφου θα πρέπει να αναληφθούν, λαμβάνοντας επίσης υπόψη τους κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία οι οποίοι θα προέκυπταν από τυχόν διακοπή της παροχής ή περιορισμό της χρήσης νερού ανθρώπινης κατανάλωσης. Οι αρμόδιες Αρχές καταρτίζουν κατευθυντήριες οδηγίες προς τους υπευθύνους για την εκκλήρωση των ανωτέρω υποχρεώσεων της παρούσας παραγράφου.

4. Σε περίπτωση μη τήρησης των παραμετρικών τιμών ή των προδιαγραφών του παραρτήματος Ι μέρος Γ, οι υπεύθυνοι σε συνεργασία με τις αρμόδιες Αρχές εξετάζουν κατά πόσον αυτή η μη τήρηση δημιουργεί κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία. Οι υπεύθυνοι σε συνεργασία με τις αρμόδιες Αρχές αναλαμβάνουν επανορθωτικές ενέργειες για την αποκατάσταση της ποιότητας του νερού εφόσον αυτό απαιτείται για την προστασία της ανθρώπινης υγείας. Οι υπεύθυνοι σε συνεργασία με τις αρμόδιες Αρχές εξασφαλίζουν ότι, όταν αναλαμβάνονται επανορθωτικές ενέργειες, οι καταναλωτές ενημερώνονται σχετικά εκτός από τις περιπτώσεις κατά τις οποίες οι αρμόδιες Αρχές κρίνουν ότι η μη τήρηση των παραμετρικών τιμών είναι άνευ σημασίας.

Άρθρο 9

λόγοι να πιστεύεται ότι οι ουσίες ή οι οργανισμοί αυτοί ενδέχεται να υπάρχουν σε ποσότητες ή αριθμούς που αποτελούν ενδεχόμενο κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία (Παράρτημα II, Μέρος Ε).

Εξασφάλιση της ποιότητας, επεξεργασίας, εξοπλισμού και υλικών (Άρθρο 10 Οδηγίας 98/83/ΕΚ)

1. Οι υπεύθυνοι, όπως ορίζονται στο άρθρο 11 παρ. 2,

λαμβάνουν όλα τα αναγκαία μέτρα ώστε να εξασφαλίζεται ότι κάθε ουσία ή κάθε υλικό νέων εγκαταστάσεων, που χρησιμοποιείται σύμφωνα με τις κείμενες διατάξεις, την τεχνολογία και τα επισήμως αναγνωρισμένα μέσα και τις Αρχές ελέγχου και πιστοποίησης, για την παραγωγή ή τη διανομή νερού ανθρώπινης κατανάλωσης καθώς και οι προσμείξεις που προέρχονται από αυτές τις ουσίες ή υλικά νέων εγκαταστάσεων δεν παραμένουν στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από εκείνες που απαιτούνται για τους σκοπούς της χρήσης τους και δεν υποβαθμίζουν, άμεσα ή έμμεσα, την προστασία της ανθρώπινης υγείας, όπως προβλέπεται στην παρούσα απόφαση.

2. Για τους πλαστικούς σωλήνες στα δίκτυα ύδρευσης εφαρμόζονται οι διατάξεις της υπ' αριθμ. οικ. 14097/757 (ΠΕΚ 3346/Β/14.12.2012) υπουργικής απόφασης.

Άρθρο 10

Ζώνες προστασίας

Προκειμένου το νερό που παρέχεται για ανθρώπινη κατανάλωση να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της παρούσας και στα πλαίσια προστασίας της δημόσιας υγείας είναι αναγκαίο να λαμβάνονται κατά προτεραιότητα τα απαραίτητα μέτρα προστασίας των σημείων υδροληψίας για την παραγωγή νερού ανθρώπινης κατανάλωσης (θέσπιση ζωνών προστασίας, κλπ.) σύμφωνα με τις διατάξεις του ν. 1650/1986 για το περιβάλλον, τις διατάξεις για τη διαχείριση των υδατικών πόρων (π.δ. 51/2007, ν.3199/2003), όπως αυτές εκάστοτε ισχύουν καθώς και τα οικεία Σχέδια Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών των Υδατικών Διαμερισμάτων της Χώρας.

Άρθρο 11

Καθορισμός αρμοδίων Αρχών, υπευθύνων

1. "Αρμόδιες Αρχές" για την εφαρμογή των διατάξεων της παρούσας Υγειονομικής Διατάξης είναι οι Υπηρεσίες Περιβαλλοντικής Υγιεινής και Υγειονομικού Ελέγχου

• Προτείνουν τη λήψη των κατάλληλων προληπτικών και επανορθωτικών μέτρων .

• Στα πλαίσια της συνεργασίας με την Κεντρική Υπηρεσία του Υπουργείου Υγείας αποστέλλουν τα ανωτέρω αξιολογημένα στοιχεία παρακολούθησης της ποιότητας του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης και προτάσεις για την αντιμετώπιση ενδεχόμενων προβλημάτων στο Τμήμα Υγιεινής Περιβάλλοντος της Δ/σης Δημόσιας Υγείας του Υπουργείου Υγείας

1.2. Το Υπουργείο Υγείας συγκεντρώνει όλα τα σχετικά στοιχεία ποιότητας του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης και συνεργάζεται με το Υπουργείο Εσωτερικών, για την αξιολόγηση τους και τη λήψη μέτρων για την προστασία της Δημόσιας Υγείας. Το Υπουργείο Υγείας αποστέλλει τα στοιχεία που απαιτούνται, για κάθε σχετική ενημέρωση και εμπρόθεσμη γνωστοποίηση στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Επίσης το Υπουργείο Υγείας καταρτίζει κατευθυντήριες οδηγίες προς τους υπευθύνους για την εκπλήρωση των υποχρεώσεων τους.

Οι αρμοδιότητες των Υπηρεσιών της υποπαραγράφου 1.1 του παρόντος άρθρου καθορίζονται ειδικότερα από τις εκάστοτε ισχύουσες διατάξεις περί αποκέντρωσης.

2. "Υπεύθυνοι" για τη συμμόρφωση προς τους όρους της παρούσας Υγειονομικής Διατάξης, όσον αφορά τα οριζόμενα:

α) στο άρθρο 6.1.α (για το νερό του δικτύου ύδρευσης) είναι:

- για τις υδρεύσεις Δήμων ο φορέας λειτουργίας του δικτύου (Δήμοι, Σύνδεσμοι Δήμων, Δ.Ε.Υ.Α., Διαδημοτικές Ε.Υ.Α., με όρια ευθύνης όπως περιγράφονται στο καταστατικό σύστασής τους, Εταιρείες Ύδρευσης), η ΕΥΔΑΠ για την πόλη των Αθηνών σύμφωνα με τα προβλεπόμενα όρια ευθύνης της, η ΕΥΑΘ για την πόλη της Θεσσαλονίκης σύμφωνα με τα προβλεπόμενα όρια ευθύνης της).

- για τις βιομηχανίες, επιχειρήσεις, ιδρύματα κ.λπ. που διαθέτουν δική τους ύδρευση, οι νόμιμοι εκπρόσωποί τους

των Περιφερειακών Ενοτήτων και σε επιπλέον βαθμό το Υπουργείο Υγείας.

1.1. Οι Υπηρεσίες Περιβαλλοντικής Υγιεινής και Υγειονομικού Ελέγχου των Περιφερειακών Ενοτήτων, ασκούν εποπτικό έλεγχο της ποιότητας του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, προκειμένου να διαπιστωθεί αν το πόσιμο νερό που διαθέτουν για κατανάλωση οι υπεύθυνοι της παρ. 2 του παρόντος άρθρου ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις που προδιαγράφονται στο παράρτημα Ι. Ειδικότερα:

- Παρακολουθούν την ορθή εφαρμογή και εκτέλεση της παρούσας Υγειονομικής διάταξης στα γεωγραφικά όρια της ευθύνης τους.
- Οργανώνουν και εφαρμόζουν προγράμματα ολοκληρωμένων υγειονομικών αναγνωρίσεων των συστημάτων ύδρευσης.
- Διενεργούν υγειονομικούς ελέγχους των συστημάτων ύδρευσης στην περιοχή αρμοδιότητας τους σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στην παρ. 5 του άρθρου 7 της παρούσας.
- Συγκεντρώνουν και αξιολογούν τα στοιχεία παρακολούθησης της ποιότητας του πόσιμου νερού.

- για τις βιομηχανίες που ευρίσκονται μέσα σε βιομηχανικές περιοχές με κεντρικό δίκτυο ύδρευσης, η ΕΤΒΑ ή ο φορέας λειτουργίας τους

- για τις ιδιωτικές υδρεύσεις, οι ιδιοκτήτες ή οι νομείς των εγκαταστάσεων ύδρευσης.

β) στο άρθρο 6.1.β (για το νερό που παρέχεται από βυτία) είναι οι ιδιοκτήτες ή οι υπεύθυνοι των βυτίων ή οι νόμιμοι εκπρόσωποι των επιχειρήσεων.

γ) στο άρθρο 6.1.γ (για το νερό που τοποθετείται σε φιάλες ή δοχεία προς πώληση) είναι οι νόμιμοι εκπρόσωποι των εγκαταστάσεων εμφιάλωσης.

δ) στο άρθρο 6.1.δ (για το νερό επιχείρησης παραγωγής τροφίμων) είναι οι νόμιμοι εκπρόσωποι των επιχειρήσεων αυτών.

Οι υποχρεώσεις των "υπευθύνων" καθορίζονται από την Γ3α/761/68 Υγειονομική Διάταξη, όπως αυτή εκάστοτε ισχύει, ειδικότερα όμως αφορούν:

Ι) στην παρακολούθηση του νερού που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση μέσω προγραμμάτων παρακολούθησης όπως αναφέρεται στα Μέρη Α έως Ε του Παραρτήματος ΙΙ, σε Εργαστήρια όπως προσδιορίζεται στο Παράρτημα ΙΙΙ και

ΙΙ) στη λήψη γενικά κάθε μέτρου που θα διασφαλίζει κανονική παροχή υγιεινού νερού σε μόνιμη βάση.

Ειδικότερα οι υποχρεώσεις των υπευθύνων, σύμφωνα με το άρθρο 6.1.α., αφορούν επιπλέον και στη μελέτη, κατασκευή, λειτουργία, συντήρηση και υγειονομική αναγνώριση των συστημάτων ύδρευσης καθώς και στην επεξεργασία του πόσιμου νερού, ώστε να αποφεύγεται κάθε υγειονομικός κίνδυνος.

3. Οι εργαστηριακές αναλύσεις για την παρακολούθηση του νερού που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση σύμφωνα με το Παράρτημα ΙΙ, διενεργούνται σε εργαστήρια που πληρούν τις προδιαγραφές του Παραρτήματος ΙΙΙ.

Άρθρο 12

Ενημέρωση και εκθέσεις

(Άρθρο 13 Οδηγίας 98/83/ΕΚ)

1. Οι υπεύθυνοι λαμβάνουν τα αναγκαία μέτρα ώστε να εξασφαλιστεί ότι παρέχονται στους καταναλωτές κατάλληλες και ενημερωμένες πληροφορίες σχετικά με την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης. Οι

(Α' 273), όπως κάθε φορά ισχύουν και του άρθρου 43 του ν.4025/2011 όπως ισχύει.

ΙΙ) οι διατάξεις των άρθρων 28 και 29 του ν. 1650/1986 (Α' 160), όπως τροποποιημένα ισχύουν.

ΙΙΙ) τα άρθρα 4 και 5 του ν. 4042/2012 (Α' 24), όπως κάθε φορά ισχύουν.

Εφόσον η παράβαση αφορά παροχή νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, ακατάλληλου ή επικινδύνου για τη δημόσια υγεία, εφαρμόζεται το άρθρο 281 του ΠΚ, αν από άλλες διατάξεις νόμων ή διαταγμάτων δεν προβλέπεται βαρύτερη ποινή.

Η παράβαση των διατάξεων της παρούσας απόφασης συνιστά παράνομη συμπεριφορά σύμφωνα με την περίπτωση (αα) της παραγράφου α' του άρθρου 2 και του παραρτήματος Α' του ν. 4042/2012 (ΦΕΚ Α' 24/13.2.2012).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ

ΜΕΡΟΣ Α'

υπεύθυνοι συλλέγουν και αποστέλλουν στο Υπουργείο Υγείας κατά τακτά χρονικά διαστήματα στοιχεία για την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης και οπωσδήποτε τα ετήσια στοιχεία ποιότητας του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης εντός διμήνου από τη λήξη του έτους αναφοράς.

2. Με την επιφύλαξη της οδηγίας 2003/4/ΕΚ «για την πρόσβαση του κοινού σε περιβαλλοντικές πληροφορίες και για την κατάργηση της οδηγίας 90/313/ΕΟΚ» που ενσωματώθηκε στο Εθνικό Δίκαιο με την υπ' αριθ. Η.Π. 11764/653/2006 υπουργική απόφαση «Πρόσβαση του κοινού στις δημόσιες Αρχές για παροχή πληροφοριών σχετικά με το περιβάλλον, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της του Συμβουλίου. Αντικατάσταση της υπ' αριθ. 77921/1440/95 κοινής υπουργικής απόφασης» (ΦΕΚ 327/Β/2006) το Υπουργείο Υγείας δημοσιεύει ανά τριετία έκθεση για την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης με στόχο την ενημέρωση των καταναλωτών.

Κάθε έκθεση αφορά, τουλάχιστον, τις συγκεκριμένες παροχές νερού που υπερβαίνουν τα 1000 m³ ημερησίως κατά μέσον όρο, ή εξυπηρετούν περισσότερα από 5000 άτομα, καλύπτει τρία ημερολογιακά έτη και δημοσιεύεται πριν από το τέλος του ημερολογιακού έτους που έπεται της περιόδου στην οποία αναφέρεται.

3. Το Υπουργείο Υγείας διαβιβάζει τις εκθέσεις του στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή εντός δύο μηνών από τη δημοσίευσή τους.

Άρθρο 13
Διοικητικές κυρώσεις

Διοικητικές κυρώσεις επιβάλλονται με βάση το άρθρο 30 του ν. 1650/1986 (ΦΕΚ Α/160) όπως έχει τροποποιηθεί και ισχύει σήμερα.

Άρθρο 14
Ποινικές κυρώσεις

Εφαρμόζονται:

1) οι διατάξεις του άρθρου 3 του α.ν.2520/1940

1. Μικροβιολογικές παράμετροι

| Παράμετρος | Παραμετρική τιμή (αριθμός/100 ml) |
|--|-----------------------------------|
| <i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>) | 0 |
| Εντερόκοκκοι | 0 |

2. Για το νερό που πωλείται σε φιάλες ή δοχεία, ισχύουν τα ακόλουθα:

| Παράμετρος | Παραμετρική τιμή | Σημειώσεις |
|--|------------------|------------|
| <i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>) | 0/250 mL | |
| Εντερόκοκκοι | 0/250 mL | |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | 0/250 mL | |
| Αριθμός αποικιών σε 22 °C | 100/mL | Σημείωση 1 |
| Αριθμός αποικιών σε 37° C | 20/mL | Σημείωση 1 |

Σημείωση 1: Οι τιμές της ανώτατης συγκέντρωσης πρέπει να μετρώνται μέσα στις 12 ώρες που ακολουθούν τη συσκευασία, ενώ το νερό των δειγμάτων θα πρέπει να διατηρείται σε θερμοκρασία 5±3°C κατά τη διάρκεια των 12 ωρών.

3. Για το νερό που κυκλοφορεί στο εσωτερικό δίκτυο ύδρευσης νοσοκομείων, κλινικών, κέντρων υγείας, οίκων ευγηρίας, καθορίζονται επιπλέον οι ακόλουθες παράμετροι:

| Παράμετρος | Παραμετρική τιμή |
|-------------------------------|------------------|
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | 0 cfu/100mL |
| <i>Legionella</i> | 1000 cfu /1L |

4. Για το νερό που κυκλοφορεί στο εσωτερικό δίκτυο ύδρευσης τουριστικών εγκαταστάσεων, ξενοδοχείων, φυλακών, στρατοπέδων καθορίζεται επιπλέον η ακόλουθη παράμετρος:

| Παράμετρος | Παραμετρική τιμή |
|-------------------|------------------|
| <i>Legionella</i> | 1000 cfu /1L |

