



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ & ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΓΓΕΙΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΕΜΦΙΑΛΩΜΕΝΩΝ ΝΕΡΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΕΙΔΙΚΟ ΔΕΙΚΤΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΚΑΙΣΑΡ ΤΣΑΚΙΡΗΣ

Επιβλέπων:

Β.Τσιχριντζής, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2016



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ & ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΓΓΕΙΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΕΜΦΙΑΛΩΜΕΝΩΝ ΝΕΡΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ
ΕΙΔΙΚΟ ΔΕΙΚΤΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΚΑΙΣΑΡ ΤΣΑΚΙΡΗΣ

Επιβλέπων:

Β.Τσιχριντζής, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2016

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Μετά από την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα ήθελα να μεταβιβάσω τις θερμότερες ευχαριστίες μου στους ανθρώπους που συνέβαλαν ουσιαστικά αλλά και ηθικά στην εκπόνηση της.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον κ. Β. Τσιχριτζή, Καθηγητή Ε.Μ.Π., που με την ιδιότητα του επιβλέποντος έδειξε εμπιστοσύνη στο πρόσωπό μου για την διερεύνηση μίας πολύ χρήσιμης και ενδιαφέρουσας επιστημονικής περιοχής. Ακόμα, τον ευχαριστώ ιδιαίτερα για τις κρίσιμες και επιστημονικά άρτιες συμβουλές του, χάρις στις οποίες ξεπεράστηκαν τα όποια προβλήματα υπήρξαν, τις παρατηρήσεις του και το συνεχές ενδιαφέρον του για την πρόοδο αυτής της διπλωματικής εργασίας.

Ευχαριστίες οφείλω επίσης στα μέλη της εξεταστικής επιτροπής της διπλωματικής εργασίας, κ. Σ. Γιακουμάκη, Αν. Καθηγητή Ε.Μ.Π. και κ. Ι. Ναλμπάντη, Επικ. Καθηγητή Ε.Μ.Π., τόσο για την κριτική ανάγνωση του κειμένου, τις παρατηρήσεις και τα σχόλιά τους όσο και για την επιστημονική γνώση που μου μετέδωσαν ως καθηγητές μου όλα αυτά τα 5 έτη.

Ακόμα, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Δ. Αλεξάκη, Δρ. Γεωλόγο - Γεωχημικό, επιστημονικό συνεργάτη του Εργαστηρίου Εγγειοβελτιωτικών Έργων και Διαχείρισης Υδατικών Πόρων, για την επιστημονική του καθοδήγηση και βοήθεια κατά τη διάρκεια διεξαγωγής των εργαστηριακών μετρήσεων.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και ιδιαίτερα τον πατέρα μου για την αμέριστη συμπαράστασή του όλα αυτά τα χρόνια τόσο στις εύκολες όσο και τις δύσκολες στιγμές μου, την αδιάκοπη ηθική του στήριξη, τις γεμάτες εμπειρία επιστημονικές του παρατηρήσεις καθώς και για την εμπιστοσύνη και πίστη που έδειχνε πάντα στο πρόσωπό μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	15
1.1.	Στόχος και διάρθρωση διπλωματικής εργασίας.....	17
2	ΠΟΙΟΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ.....	18
2.1.	Οργανοληπτικές παράμετροι	18
2.2.	Φυσικοχημικές παράμετροι	19
2.3.	Παράμετροι που αφορούν ανεπιθύμητες ουσίες	27
2.4.	Παράμετροι που αφορούν τοξικές ουσίες	29
2.5.	Μικροβιολογικές παράμετροι	30
3	ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	33
3.1.	Εισαγωγή.....	33
3.2.	Η Ευρωπαϊκή οδηγία 98/83/ΕΚ σχετικά με την ποιότητα του νερού για ανθρώπινη κατανάλωση.....	34
3.3.	Η Ευρωπαϊκή οδηγία 2003/40/ΕΚ σχετικά με τα φυσικά μεταλλικά νερά.....	37
3.4.	Η Ελληνική νομοθεσία για τις ετικέτες του εμφιαλωμένου νερού	38
3.5.	Η Ευρωπαϊκή οδηγία 2009/54/ΕΚ σχετικά με την εκμετάλλευση και τη θέση των φυσικών μεταλλικών νερών στο εμπόριο.....	39
4	ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ	41
4.1.	Ποιότητα νερού και δείκτες ποιότητας νερού.....	41
4.2.	Παραδείγματα δεικτών ποιότητας.....	43
4.2.1.	Ο Δείκτης του Horton.....	43
4.2.2.	Ο Δείκτης του Brown (NSF-WQI).....	44
4.2.3.	Ο Δείκτης του Bhargava	47
4.2.4.	Ο “Καθολικός” Δείκτης Ποιότητας Νερού.....	49
4.2.5.	Ο δείκτης ποιότητας εμφιαλωμένου νερού του Toma.....	51
4.2.6.	Ο δείκτης CCME - WQI	53
4.2.7.	Άλλοι Δείκτες Ποιότητας Νερού	54
5	ΑΡΧΕΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΕΝΟΣ ΔΕΙΚΤΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ	58
5.1.	Εισαγωγή.....	58
5.2.	Η επιλογή των παραμέτρων	59
5.3.	Η κανονικοποίηση των παραμέτρων	60
5.3.1.	Υποδείκτες.....	60
5.4.	Ο καθορισμός των βαρών των παραμέτρων.....	61
5.5.	Ο καθορισμός του τρόπου συνυπολογισμού των υποδεικτών για την παραγωγή του τελικού δείκτη	62
5.6.	Χαρακτηριστικά μοντέλων συνυπολογισμού υποδεικτών	63
5.6.1.	Ασάφεια ή αβεβαιότητα	63
5.6.2.	Συμψηφισμός.....	63
5.6.3.	Αντιπροσωπευτικότητα.....	63

5.6.4. Ευαισθησία	63
5.6.5. Ακαμψία	63
6 Ο ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΕΜΦΙΑΛΩΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ BWQI.....	65
6.1. Γενικά	65
6.2. Βασικά χαρακτηριστικά και μορφή του δείκτη εμφιαλωμένου νερού BWQI	66
6.3. Κανονικοποίηση των τιμών των παραμέτρων ποιότητας.....	68
6.4. Επιλογή των παραμέτρων ποιότητας νερού για τον δείκτη BWQI	72
6.5. Εύρεση των συντελεστών ευαισθησίας	80
7 ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΜΦΙΑΛΩΜΕΝΩΝ ΝΕΡΩΝ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ	85
7.1. Εισαγωγή.....	85
7.2. Καταγραφή ποιοτικών χαρακτηριστικών που αναγράφονται στις ετικέτες των δειγμάτων	86
7.3. Μεθοδολογία εκτέλεσης εργαστηριακών μετρήσεων.....	93
7.4. Καταγραφή αποτελεσμάτων εργαστηριακών μετρήσεων	95
8 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΕΜΦΙΑΛΩΜΕΝΩΝ ΝΕΡΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟΝ ΕΙΔΙΚΟ ΔΕΙΚΤΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ BWQI	101
8.1. Εισαγωγή-Παρατηρήσεις	101
8.2. Υπολογισμός υποδεικτών SI	102
8.2.1. Υπολογισμός υποδεικτών με βάση τις αναγραφόμενες ενδείξεις στις ετικέτες των δειγμάτων	102
8.2.2. Υπολογισμός υποδεικτών με βάση τα αποτελέσματα των εργαστηριακών μετρήσεων	107
8.3. Αποτελέσματα BWQI και κατάταξη δειγμάτων εμφιαλωμένων νερών	111
8.3.1. Κατάταξη δειγμάτων με βάση τις ενδείξεις στις ετικέτες	112
8.3.2. Κατάταξη δειγμάτων με βάση τις εργαστηριακές μετρήσεις	115
9 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΑ ΣΧΟΛΙΑ	118
Βιβλιογραφία	120
Παράρτημα 1: Νομοθετικό Πλαίσιο.....	124
Παράρτημα 2: Λογισμικό Υπολογισμού BWQI μέσω Διαδικτύου	174
Παράρτημα 3: Εμπορικές Επωνυμίες Δειγμάτων	179

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1 ΟΡΙΑΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΟΔΗΓΙΑ 98/83/ΕΚ	32
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1 ΟΡΙΑΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΩΝ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΚΑΙ ΧΩΡΩΝ	34
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΟΥ NSF-WQI ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥΣ	45
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΤΟΥ NSF-WQI ΚΑΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΕΛΙΚΩΝ ΒΑΡΩΝ	46
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3 ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ ΥΠΟΔΕΙΚΤΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΔΕΙΚΤΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΤΟΥ ΒΗΑΡΓΑΝΑ	48
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4 ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΟΡΦΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ «ΚΑΘΟΛΙΚΟΥ» ΔΕΙΚΤΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ ΤΟΥ ΒΟΥΑΣΙΟΓΛΟΥ (2007)	49
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5 ΒΑΘΜΟΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΚΑΙ ΒΑΡΗ ΠΟΥ ΚΑΘΟΡΙΣΤΗΚΑΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΟΡΦΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ «ΚΑΘΟΛΙΚΟΥ» ΔΕΙΚΤΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ ΤΟΥ ΒΟΥΑΣΙΟΓΛΟΥ (2007)	51
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.6 ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΟΥ WQI	52
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.7 ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΚΑΙ ΜΟΝΑΔΕΣ ΒΑΡΟΥΣ ΑΝΑ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΤΟΥ ΤΟΜΑ	53
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.8 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΛΛΩΝ ΣΥΧΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ	55
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΑΠΑΙΤΟΥΝ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΙΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΑ ΕΜΦΙΑΛΩΜΕΝΑ ΝΕΡΑ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ	74
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2 ΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΒWQI ΚΑΙ ΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥΣ	75
ΠΙΝΑΚΑΣ 7.1 ΑΝΑΓΡΑΦΟΜΕΝΕΣ ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΚΥΡΙΩΝ ΚΑΤΙΟΝΤΩΝ ΣΤΙΣ ΕΤΙΚΕΤΕΣ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	87
ΠΙΝΑΚΑΣ 7.2 ΑΝΑΓΡΑΦΟΜΕΝΕΣ ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΚΥΡΙΩΝ ΚΑΤΙΟΝΤΩΝ ΣΤΙΣ ΕΤΙΚΕΤΕΣ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	88
ΠΙΝΑΚΑΣ 7.3 ΑΝΑΓΡΑΦΟΜΕΝΕΣ ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΚΥΡΙΩΝ ΑΝΙΟΝΤΩΝ ΣΤΙΣ ΕΤΙΚΕΤΕΣ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	89
ΠΙΝΑΚΑΣ 7.4 ΑΝΑΓΡΑΦΟΜΕΝΕΣ ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΚΥΡΙΩΝ ΑΝΙΟΝΤΩΝ ΣΤΙΣ ΕΤΙΚΕΤΕΣ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	90
ΠΙΝΑΚΑΣ 7.5 ΑΝΑΓΡΑΦΟΜΕΝΕΣ ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΡΗ, ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ, ΟΛΙΚΗΣ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΣΤΕΡΕΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΟΣ ΣΤΙΣ ΕΤΙΚΕΤΕΣ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ (ΔΕΙΓΜΑΤΑ 1-40)	91
ΠΙΝΑΚΑΣ 7.6 ΑΝΑΓΡΑΦΟΜΕΝΕΣ ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΡΗ, ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ, ΟΛΙΚΗΣ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΣΤΕΡΕΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΟΣ ΣΤΙΣ ΕΤΙΚΕΤΕΣ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ (ΔΕΙΓΜΑΤΑ 41-79)	92
ΠΙΝΑΚΑΣ 7.7 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΥΡΙΩΝ ΚΑΤΙΟΝΤΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	95
ΠΙΝΑΚΑΣ 7.8 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΥΡΙΩΝ ΚΑΤΙΟΝΤΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	96
ΠΙΝΑΚΑΣ 7.9 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΥΡΙΩΝ ΑΝΙΟΝΤΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	97
ΠΙΝΑΚΑΣ 7.10 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΥΡΙΩΝ ΑΝΙΟΝΤΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	98
ΠΙΝΑΚΑΣ 7.11 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΡΗ, ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΣΥΝΟΛΟΥ ΔΙΑΛΕΛΥΜΕΝΩΝ ΑΛΑΤΩΝ (TDS) (ΔΕΙΓΜΑΤΑ 1-30)	99
ΠΙΝΑΚΑΣ 7.12 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΡΗ, ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΣΥΝΟΛΟΥ ΔΙΑΛΕΛΥΜΕΝΩΝ ΑΛΑΤΩΝ (TDS) (ΔΕΙΓΜΑΤΑ 31-57)	100
ΠΙΝΑΚΑΣ 8.1 ΤΙΜΕΣ ΤΩΝ ΥΠΟΔΕΙΚΤΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΝΑΓΡΑΦΟΜΕΝΕΣ ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΣΤΙΣ ΕΤΙΚΕΤΕΣ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ (ΔΕΙΓΜΑΤΑ 1-40)	103
ΠΙΝΑΚΑΣ 8.2 ΤΙΜΕΣ ΤΩΝ ΥΠΟΔΕΙΚΤΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΝΑΓΡΑΦΟΜΕΝΕΣ ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΣΤΙΣ ΕΤΙΚΕΤΕΣ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ (ΔΕΙΓΜΑΤΑ 41-79)	104
ΠΙΝΑΚΑΣ 8.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ E.COLI, ΡΗ ΚΑΙ «ΠΙΘΑΝΟΥ ΜΗΔΕΝΙΣΜΟΥ» (ΔΕΙΓΜΑΤΑ 1-40)	105

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ E. COLI, PH ΚΑΙ «ΠΙΘΑΝΟΥ ΜΗΔΕΝΙΣΜΟΥ» (ΔΕΙΓΜΑΤΑ 40-79)	106
ΠΙΝΑΚΑΣ 8.5 ΤΙΜΕΣ ΤΩΝ ΥΠΟΔΕΙΚΤΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ (ΔΕΙΓΜΑΤΑ 1-30)	107
ΠΙΝΑΚΑΣ 8.6 ΤΙΜΕΣ ΤΩΝ ΥΠΟΔΕΙΚΤΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ (ΔΕΙΓΜΑΤΑ 31-57)	108
ΠΙΝΑΚΑΣ 8.7 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ E. COLI, PH ΚΑΙ «ΠΙΘΑΝΟΥ ΜΗΔΕΝΙΣΜΟΥ» (ΔΕΙΓΜΑΤΑ 1-30)	109
ΠΙΝΑΚΑΣ 8.8 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ E. COLI, PH ΚΑΙ «ΠΙΘΑΝΟΥ ΜΗΔΕΝΙΣΜΟΥ» (ΔΕΙΓΜΑΤΑ 31-57)	110
ΠΙΝΑΚΑΣ 8.9 ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΙ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ ΒWQI ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΣΤΙΣ ΕΤΙΚΕΤΕΣ ΤΟΥΣ	112
ΠΙΝΑΚΑΣ 8.10 ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΙ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ ΒWQI ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	115
ΠΙΝΑΚΑΣ Π1 ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ ΕΠΩΝΥΜΙΕΣ ΤΩΝ 79 ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΕΜΦΙΑΛΩΜΕΝΩΝ ΝΕΡΩΝ ΠΟΥ ΑΞΙΟΛΟΓΗΘΗΚΑΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΤΑΧΘΗΚΑΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟΝ ΕΙΔΙΚΟ ΔΕΙΚΤΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΒWQI	179

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

ΣΧΗΜΑ 6.1 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ Λ ΣΤΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΟΥ ΥΠΟΔΕΙΚΤΗ SI ΣΤΟΝ ΔΕΙΚΤΗ ΒWQI	68
ΣΧΗΜΑ 6.2 ΣΥΜΜΕΤΡΙΚΗ ΤΡΙΓΩΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ	69
ΣΧΗΜΑ 6.3 ΜΗ ΣΥΜΜΕΤΡΙΚΗ ΤΡΙΓΩΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ	70
ΣΧΗΜΑ 6.4 ΣΥΜΜΕΤΡΙΚΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΤΡΑΠΕΖΟΕΙΔΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ	70
ΣΧΗΜΑ 6.5 ΜΗ ΣΥΜΜΕΤΡΙΚΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΤΡΑΠΕΖΟΕΙΔΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ	71
ΣΧΗΜΑ 6.6 ΜΗ ΣΥΜΜΕΤΡΙΚΗ ΤΕΘΛΑΣΜΕΝΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ	71
ΣΧΗΜΑ 6.7 ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ <i>ESCHERICHIA COLI</i>	76
ΣΧΗΜΑ 6.8 ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ ΤΩΝ ΝΙΤΡΙΚΩΝ ΑΛΑΤΩΝ (NO_3^-)	76
ΣΧΗΜΑ 6.9 ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ ΤΩΝ ΝΙΤΡΩΔΩΝ ΑΛΑΤΩΝ (NO_2^-)	77
ΣΧΗΜΑ 6.10 ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ ΤΩΝ ΧΛΩΡΙΟΝΤΩΝ (CL^-)	77
ΣΧΗΜΑ 6.11 ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ ΤΩΝ ΘΕΙΪΚΩΝ (SO_4^{2-})	78
ΣΧΗΜΑ 6.12 ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ PH	78
ΣΧΗΜΑ 6.13 ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ	79
ΣΧΗΜΑ 8.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΟΙΟΤΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΕΜΦΙΑΛΩΜΕΝΩΝ ΝΕΡΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΝΑΓΡΑΦΟΜΕΝΕΣ ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΣΤΙΣ ΕΤΙΚΕΤΕΣ ΣΕ ΠΟΣΟΣΤΑ ΕΠΙ ΤΗΣ ΕΚΑΤΟ	114
ΣΧΗΜΑ 8.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΟΙΟΤΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΕΜΦΙΑΛΩΜΕΝΩΝ ΝΕΡΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΕ ΠΟΣΟΣΤΑ ΕΠΙ ΤΗΣ ΕΚΑΤΟ	117

Abstract

Several researchers have developed decision-making tools on the quality of raw water data, mainly to facilitate drinking water monitoring. These tools, usually indices, aim at assessing the overall quality of surface or groundwaters. Recently few more indices were proposed for assessing the drinking water quality at the outlets of the water distribution systems. The present study focuses on the quality of bottled water which is a fast growing category of drinking water. In this study a new water quality index, the BWQI (Bottled Water Quality Index), is proposed for assessing the quality of bottled waters which are sold in the Greek territory. The BWQI is a two stages index. The first stage is an on/off operation on two parameters (pH and the bacteria E.coli). Provided that the assessment of the first stage is successful, a second stage follows. The second stage is a multiplicative type index using 5 key quality parameters belonging to 3 different categories of significance. The parameters used are: nitrates, nitrites, chlorides, sulphates and electrical conductivity. The normalization of the values of the selected parameters is achieved through the membership functions, similar to those used in the fuzzy logic. According to the BWQI assessment, 79 different bottled waters have been analysed based on both the data on the labels and the laboratory analyses of samples performed at the Laboratory of Reclamation Works and Water Resources Management of the National Technical University of Athens. In both cases the results show that the majority of the bottled waters sold within the Greek territory are of excellent or good quality, while a very small number of bottled waters was assessed as of unacceptable quality. During this assessment, a noticeable number of bottled waters could not be assessed due to the lack of information provided on the labels. Finally, an online application was built as an open access software for easy and quick calculation and use of the BWQI, in which the user is called to submit the absolute values of the parameters of the bottled water of interest and the software returns the BWQI score.

Περίληψη

Η ποιότητα του νερού αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για τη χρήση του καθώς και για την γενικότερη κατάσταση του υδάτινου σώματος. Για την αξιολόγηση της ποιότητας ενός υδατικού πόρου απαιτούνται η μέτρηση και η ανάλυση ενός μεγάλου αριθμού παραμέτρων που προσδιορίζουν την ποιότητά του. Η διαδικασία αυτή είναι γενικά μεγάλου κόστους και δεν είναι κατανοητή και εύκολη στη χρήση από μη ειδικούς, που πολλές φορές καλούνται να πάρουν σχετικές αποφάσεις.

Για την συνολική αξιολόγηση του νερού και την ευρύτερη κατανόηση του επιπέδου ποιότητάς του προτάθηκαν ειδικοί δείκτες που στηρίζονται σε ένα μικρό αριθμό παραμέτρων και είναι εύκολα κατανοητοί από την πλειονότητα του πληθυσμού. Οι περισσότεροι από τους μέχρι σήμερα προτεινόμενους δείκτες αναφέρονται κυρίως στο ανεπεξέργαστο νερό (raw water). Λόγω της σημασίας της ποιότητας νερού για την ανθρώπινη υγεία έχουν προταθεί και δείκτες για το πόσιμο νερό.

Στη διπλωματική αυτή εργασία προτείνεται ένας νέος δείκτης για την αξιολόγηση και κατάταξη, από πλευράς ποιότητας, των εμφιαλωμένων νερών που κυκλοφορούν στην ελληνική αγορά.

Ο προτεινόμενος δείκτης BWQI (Bottled Water Quality Index) είναι ένας σύνθετος δείκτης που εμπεριέχει δύο στάδια για την αξιολόγηση και την κατάταξη των εμφιαλωμένων νερών. Το πρώτο στάδιο είναι μία ναι/όχι διαδικασία που αναφέρεται σε δύο σημαντικές παραμέτρους ποιότητας (το pH και την συγκέντρωση του βακτηρίου E.coli). Εφόσον ο έλεγχος του πρώτου σταδίου αποβεί θετικός για το εξεταζόμενο δείγμα, ξεκινά η αξιολόγηση του δεύτερου σταδίου που στηρίζεται σε 5 βασικές παραμέτρους που κατανέμονται σε 3 επίπεδα σημαντικότητας (νιτρικά, νιτρώδη, χλωριόντα, θειϊκά, ηλεκτρική αγωγιμότητα).

Ο δείκτης στο δεύτερο στάδιο χρησιμοποιεί ένα πολλαπλασιαστικό μοντέλο με 5 υποδείκτες των οποίων η συμμετοχή στον τελικό δείκτη αντιπροσωπεύεται με τον συντελεστή ευαισθησίας καθενός υποδείκτη, που είναι ο εκθέτης της τιμής του κάθε υποδείκτη. Σημειώνεται ότι για τη μετατροπή των απόλυτων τιμών των παραμέτρων στην

ίδια κλίμακα από 0 έως 1 χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της Συνάρτησης Συμμετοχής (Membership Function) της Ασαφούς Λογικής.

Με βάση τον προτεινόμενο δείκτη BWQI αξιολογήθηκαν και κατατάχθηκαν από πλευράς ποιότητας 79 διαφορετικά εμφιαλωμένα νερά που κυκλοφορούν στην Ελλάδα, τόσο με βάση τα αναγραφόμενα στις ετικέτες τους στοιχεία όσο και με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις εργαστηριακές μετρήσεις που διεξήχθησαν στο εργαστήριο Εγγειοβελτιωτικών Έργων και Διαχείρισης Υδατικών Πόρων της Σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών Ε.Μ.Π.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι με βάση τις ετικέτες τα περισσότερα εμφιαλωμένα νερά που κυκλοφορούν στην ελληνική αγορά είναι πολύ καλής έως και άριστης ποιότητας. Ωστόσο, ένα μικρό ποσοστό των εμφιαλωμένων νερών αξιολογήθηκε ως ακατάλληλο με βάση τις παραδοχές του προτεινόμενου δείκτη.

Τέλος, κατασκευάστηκε μία ηλεκτρονική εφαρμογή για την εύκολη και γρήγορη χρήση του προτεινόμενου δείκτη από τους ενδιαφερόμενους σε πραγματικό χρόνο μέσω διαδικτύου, η οποία λειτουργεί τόσο σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές όσο και σε κινητές συσκευές που έχουν δυνατότητα σύνδεσης στο διαδίκτυο. Ο χρήστης της εφαρμογής καλείται να υποβάλει τις απόλυτες τιμές των παραμέτρων του προς εξέταση εμφιαλωμένου νερού και στη συνέχεια η εφαρμογή επιστρέφει τη τελική βαθμολογία του με βάση τον προτεινόμενο δείκτη.



1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα προβλήματα που σχετίζονται με τους υδατικούς πόρους απασχολούν όλα τα μέρη του κόσμου. Η ανισοκατανομή των υδατικών πόρων στο χρόνο και στο χώρο και οι θέσεις των κέντρων κατανάλωσης μακριά από τις πηγές νερού αποτελούν πρωταρχικούς λόγους ύπαρξης προβλημάτων. Χαρακτηριστικά παραδείγματα από περασμένους αιώνες δείχνουν ότι κράτη καταστράφηκαν από την έλλειψη νερού, πληθυσμοί μετανάστευσαν σε άλλες περιοχές, πληθυσμοί αποδεκατίσθηκαν λόγω ασθενειών που σχετίζονται με την ποιότητα του νερού και πολιτισμοί εξαφανίσθηκαν από ακραία υδρολογικά φαινόμενα όπως οι πλημμύρες και οι ξηρασίες.

Με τη πάροδο του χρόνου και με την αύξηση του πληθυσμού της γης αναπτύχθηκαν μεγάλες πόλεις. Έτσι ολοένα και γινόταν πιο επιτακτική η ανάγκη για εξεύρεση και αξιοποίηση περισσότερων διαθέσιμων υδατικών πόρων εξαιτίας των οικονομικών δραστηριοτήτων των ανθρώπων αλλά κυρίως και της ανάγκης για παραγωγή τροφών. Μεγάλα έργα υποδομής, μεταφοράς και διανομής νερού που έχουν σωθεί από τη Ρωμαϊκή εποχή δείχνουν τη μεγάλη ανάγκη και τη μεγάλη προσπάθεια για να ικανοποιηθούν η αστική και αργότερα η αγροτική ζήτηση.

Κατά τη σύγχρονη εποχή και κυρίως τον 20ο αιώνα, με τη βοήθεια της τεχνολογίας και της ενέργειας, πραγματοποιήθηκαν χιλιάδες έργα μεταφοράς και αποθήκευσης νερού, μεγάλα αρδευτικά έργα, δίκτυα ύδρευσης σε πόλεις και χωριά, εγκαταστάσεις καθαρισμού του νερού, δίκτυα αποχέτευσης, αντιπλημμυρικά έργα και πάσης φύσεως μικρά και μεγάλα έργα για την αξιοποίηση των υδατικών πόρων και την προστασία των πληθυσμών από τις ασθένειες που σχετίζονται με το νερό. Ακόμα πολλά από τα έργα που κατασκευάστηκαν είχαν ως στόχο την προστασία των ανθρώπων, των υποδομών και των περιουσιών από τα ακραία φαινόμενα που έχουν σχέση με τον κύκλο του νερού.

Στη σύγχρονη εποχή παρουσιάσθηκαν επίσης πολλές νέες αιτίες για τη δημιουργία προβλημάτων που σχετίζονται με το νερό όπως:

- η αστικοποίηση, δηλαδή η μαζική μετακίνηση του αγροτικού πληθυσμού στα αστικά κέντρα,
- οι μετακινήσεις πληθυσμών από το εσωτερικό (ενδοχώρα) στα παράλια,
- η αύξηση του τουριστικού ρεύματος σε περιοχές με λιγοστούς υδατικούς πόρους,
- οι πόλεμοι που δημιουργούν μεταναστευτικές ροές προς διάφορες κατευθύνσεις,
- η κλιματική αλλαγή που οξύνει τα προβλήματα σε χώρες με λιγοστούς υδατικούς πόρους,
- η εκτεταμένη ρύπανση από τη βιομηχανία, τις πόλεις και τις αγροτικές δραστηριότητες που καταστρέφει τους υδατικούς πόρους και εντείνει τα προβλήματα ποσότητας και ποιότητας.

Το κυρίαρχο πρόβλημα της έλλειψης νερού μαστίζει πολλές αναπτυσσόμενες χώρες κυρίως της Αφρικής, της Ασίας, αλλά σταδιακά όλο και περισσότερο απλώνεται και στις αναπτυγμένες χώρες της Αμερικής, της Ωκεανίας και της Ευρώπης.

Συνοφασμένο με το πρόβλημα της έλλειψης νερού είναι και το πρόβλημα της υποβαθμισμένης ποιότητας νερού που είναι πολλές φορές ο βασικός λόγος για την μη αξιοποίηση σημαντικών ποσοτήτων υδατικών πόρων. Είναι γεγονός ότι οι ρυπασμένοι υδατικοί πόροι στην πλειονότητά τους δεν αποτελούν διαθέσιμους υδατικούς πόρους για ανθρώπινη κατανάλωση και οικιακές δραστηριότητες.

Είναι λοιπόν προφανές ότι η ποιότητα νερού ενός υδατικού πόρου καθορίζει και τον τύπο της χρήσης του. Στο σημείο αυτό είναι απαραίτητο να τονισθεί ότι δεν νοείται εκτίμηση καταλληλότητας του υδατικού πόρου αν πρώτα δεν καθορίσουμε τη χρήση του. Δηλαδή ένας πόρος μπορεί για παράδειγμα να είναι κατάλληλος για άρδευση αλλά όχι και για ανθρώπινη κατανάλωση. Συνεπώς η ποιότητα ενός υδατικού πόρου σχετίζεται άμεσα με την χρήση του. Η αντίληψη αυτή στη σύγχρονη εποχή τείνει να υποχωρήσει μπροστά στην πολυπλοκότητα των σχέσεων μεταξύ των χρήσεων νερού, των οικοσυστημάτων και του περιβάλλοντος γενικότερα. Έτσι, οι σύγχρονες κανονιστικές διατάξεις, όπως για παράδειγμα οι Ευρωπαϊκές Οδηγίες για το νερό, οι Αμερικανικές Οδηγίες κλπ προτείνουν την κατάταξη των υδατικών πόρων από πλευράς ποιότητας σε επίπεδα γενικού χαρακτηρισμού (π.χ. καλή, μέτρια κλπ).

Είναι γεγονός ότι ο χαρακτηρισμός της ποιότητας ενός υδατικού πόρου (ή ενός υδάτινου σώματος ή συστήματος όπως αναφέρει η Ευρωπαϊκή Οδηγία 2000/60) κρίνεται από τη μέτρηση πολλών παραμέτρων σε δείγματα νερού, που παραδοσιακά αναφέρονται ως: οργανοληπτικές, φυσικοχημικές και μικροβιολογικές.

Ο αριθμός των παραμέτρων που χαρακτηρίζουν ένα δείγμα νερού μπορεί να αριθμεί πολλές δεκάδες παραμέτρους που είναι δύσκολο να μετρώνται, να καταγράφονται και να αναλύονται για όλα τα σημεία ενδιαφέροντος. Επίσης, κάποιες από τις παραμέτρους δεν είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους ή αλληλοεπηρεάζονται (π.χ. υπάρχει σχέση που συνδέει τα ολικά διαλυμένα στερεά με την ηλεκτρική αγωγιμότητα). Είναι, λοιπόν, προφανές ότι η επιλογή ενός μικρού αριθμού παραμέτρων από το σύνολο των παραμέτρων που χαρακτηρίζουν την ποιότητα ενός δείγματος νερού, αποτελεί μια κρίσιμη επιλογή που είναι όμως αναγκαία λόγω του μεγάλου χρονικού και οικονομικού κόστους των μετρήσεων και αναλύσεων μεγάλου αριθμού παραμέτρων.

Με βάση τα παραπάνω, εδώ και μερικές δεκαετίες, οι επιστήμονες έχουν ασχοληθεί ιδιαίτερα με τα θέματα ποιότητας νερού και με την ανάπτυξη αντιπροσωπευτικών δεικτών που κατατάσσουν τα νερά σε κατηγορίες με βάση την συνολική ποιότητά τους. Οι δείκτες αυτοί στηρίζονται σε ένα μικρό αριθμό βασικών ποιοτικών παραμέτρων, είναι συνήθως εύκολοι στη χρήση, και με τον τρόπο αυτό μπορούν να χρησιμοποιηθούν και να αξιοποιηθούν τα αποτελέσματά τους από μη ειδικούς (π.χ αρμόδιους στη λήψη των αποφάσεων-managers) και από τους ενδιαφερόμενους (stakeholders). Η χρήση των δεικτών

διευκολύνει τα μέγιστα στην έγκαιρη και ορθολογική λήψη των αποφάσεων και συμβάλλει καθοριστικά στη συμμετοχή του κοινού στις αποφάσεις.

Όπως θα αναπτυχθεί αναλυτικά σε επόμενο κεφάλαιο, έχουν προταθεί διάφοροι δείκτες από διάφορους ερευνητές για το επιφανειακό και υπόγειο νερό, και για διάφορους τύπους χρήσης. Αναντίστοιχα με τα παραπάνω, για τα εμφιαλωμένα νερά δεν έχει διεξαχθεί έρευνα σε τέτοιο βάθος και επομένως δεν έχουν διαμορφωθεί αντίστοιχοι δείκτες.

1.1. ΣΤΟΧΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στόχος της διπλωματικής αυτής εργασίας αποτελεί η διαμόρφωση ενός απλού (στη χρήση) δείκτη ποιότητας νερού, κατάλληλου για την αξιολόγηση της ποιότητας των εμφιαλωμένων νερών.

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας προτείνεται ένας νέος δείκτης ποιότητας εμφιαλωμένου νερού. Με βάση τον προτεινόμενο αυτό νέο δείκτη γίνεται η αξιολόγηση και κατάταξη από πλευράς ποιότητας των εμφιαλωμένων νερών που κυκλοφορούν στην ελληνική αγορά. Συνολικά αξιολογούνται και κατατάσσονται από πλευράς ποιότητας 79 διαφορετικά προϊόντα εμφιαλωμένου νερού, με βάση τόσο τα χαρακτηριστικά που περιγράφονται στις ετικέτες τους, όσο και με βάση τις αναλύσεις που έγιναν στο εργαστήριο.

Στα κεφάλαια που ακολουθούν παρουσιάζονται και αναλύονται οι ποιοτικές παράμετροι του νερού για ανθρώπινη κατανάλωση (Κεφάλαιο 2), το Νομοθετικό Πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης που διέπει τα θέματα ποιότητας νερού (τρεχούμενου και εμφιαλωμένου) (Κεφάλαιο 3).

Στο Κεφάλαιο 4 παρουσιάζονται οι πιο «δημοφιλείς» δείκτες ποιότητας νερού, ενώ στο Κεφάλαιο 5 παρουσιάζονται οι αρχές και η μεθοδολογία κατασκευής ενός δείκτη ποιότητας νερού.

Στο Κεφάλαιο 6 αναλύεται η διαδικασία διαμόρφωσης του νέου δείκτη ποιότητας εμφιαλωμένου νερού και στο Κεφάλαιο 7 γίνεται η καταγραφή των ποιοτικών χαρακτηριστικών των εμφιαλωμένων νερών που κυκλοφορούν στην Ελληνική αγορά με βάση τις ετικέτες και τις χημικές αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Εγγειοβελτιωτικών Έργων και Διαχείρισης Υδατικών Πόρων του Ε.Μ.Π.

Τέλος, στο Κεφάλαιο 8 γίνεται η κατάταξη της των περισσότερων εμφιαλωμένων νερών της Ελληνικής αγοράς με βάση τον προτεινόμενο νέο δείκτη και στο Κεφάλαιο 9 παρουσιάζονται τα βασικά συμπεράσματα της διπλωματικής εργασίας. Το κυρίως κείμενο ακολουθούν τρία παραρτήματα: το πρώτο αναφέρεται στις Ευρωπαϊκές και Ελληνικές Οδηγίες τόσο για το πόσιμο όσο και για το εμφιαλωμένο νερό, στο δεύτερο παρουσιάζεται ένα λογισμικό για τον υπολογισμό του προτεινόμενου δείκτη μέσω του διαδικτύου ενώ στο τρίτο παρουσιάζονται οι εμπορικές επωνυμίες των εμφιαλωμένων νερών που αξιολογήθηκαν.

2 ΠΟΙΟΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

Με βάση την Οδηγία 80/778/ΕΟΚ “Ποιότητα του Πόσιμου Νερού”, Υγιεινομική Διάταξη Α5/288/86 (ΦΕΚ 53/Β/20.2.1986), οι παράμετροι του πόσιμου νερού κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τα χαρακτηριστικά, τις ιδιότητές τους και την επικινδυνότητα τους και καθορίζονται “ενδεικτικά επίπεδα” και “ανώτατες επιτρεπτές τιμές”. Οι παράμετροι έτσι χωρίζονται σε:

1. *Οργανοληπτικές παραμέτρους*, οι οποίες έχουν σχέση με τα αισθητικά χαρακτηριστικά του νερού
2. *Χημικές παραμέτρους*, όπου στην κατηγορία αυτή εντάσσονται οι φυσικοχημικές παράμετροι (ανόργανες και οργανικές παράμετροι)
3. *Μικροβιολογικές παραμέτρους*.

2.1. ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

- **Χρώμα (Colour)**

Το χρώμα του νερού μπορεί να οφείλεται στην παρουσία οργανικού υλικού (χημικά οξέα, τύρφη) ή οξει-υδροξειδίων του σιδήρου (Fe)/μαγγανίου (Mn) ή σε τεχνητές χρωστικές ουσίες. Το νερό θα πρέπει να είναι πρακτικώς απαλλαγμένο από χρώμα ώστε να είναι αισθητικά ευχάριστο.

- **Θολερότητα (Turbidity)**

Αποτελεί μέτρο της διαύγειας ή διαφάνειας του νερού. Η αυξημένη θολερότητα μπορεί να οφείλεται σε παράγοντες όπως η παρουσία αιωρούμενων στερεών (suspended solids), παρουσία οξει-υδροξειδίων σιδήρου (Fe)/μαγγανίου (Mn), υψηλή συγκέντρωση βακτηρίων ή ακόμα και στην παρουσία μικρών φυσαλίδων αέρα.

- **Γεύση/ Οσμή (Taste/Odour)**

Δυσάρεστη γεύση και οσμή οφείλονται σε διάφορες αιτίες, όπως η ρύπανση από αστικά απόβλητα, η εξαιρετικά υψηλή συγκέντρωση συγκεκριμένων στοιχείων όπως ο σίδηρος (Fe), το μαγγάνιο (Mn), το αργίλιο (Al), η αναερόβια χημική αποσύνθεση οργανικής ύλης και η παρουσία άλγης (algae).

- **Θερμοκρασία (Temperature)**

Η θερμοκρασία επηρεάζει σημαντικά όλες τις χημικές αντιδράσεις των υδατικών συστημάτων. Αύξηση της θερμοκρασίας του νερού συνεπάγεται μείωση της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου και μείωση της πυκνότητάς του. Όταν η θερμοκρασία του νερού είναι πάνω από 25°C τότε επηρεάζεται η γεύση του, ενώ η επιθυμητή θερμοκρασία του νερού που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση κυμαίνεται από 7-11°C.

- **Ενεργός Οξύτητα (pH)**

Το pH, εκφράζει την συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου (H⁺) που περιέχει ένα υδατικό διάλυμα και ορίζεται ως η αρνητική λογαριθμική συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου:

$$pH = -\log(H^+) \quad (2.1)$$

Η κλίμακα μέτρησης του pH είναι από 0 έως 14. Το νερό χαρακτηρίζεται ως ουδέτερο όταν το pH σε θερμοκρασία 25°C έχει τιμή pH=7.0. Όταν η τιμή του pH είναι μικρότερη από 7.0 το νερό χαρακτηρίζεται ως όξινο, ενώ όταν η τιμή είναι μεγαλύτερη από 7 το νερό χαρακτηρίζεται ως αλκαλικό. Με βάση την οδηγία 98/83/EK για το πόσιμο νερό πρέπει να ισχύει $6,5 \leq pH \leq 9,5$ ενώ σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO) και το Environmental Protection Agency των Η.Π.Α πρέπει να ισχύει $6,5 \leq pH \leq 8,5$.

Η τιμή του pH στο νερό:

- a) Ρυθμίζει τους μηχανισμούς των αντιδράσεων που ελέγχουν την ποιότητα του νερού,
- b) Σε συνάρτηση με το δυναμικό οξειδοαναγωγής (Eh) καθορίζει την χημική μορφή με την οποία ένα στοιχείο εμφανίζεται στο νερό και
- c) Παρεμποδίζει ή επιταχύνει τις βιοχημικές διεργασίες. Για παράδειγμα τα κύτταρα ζώντων οργανισμών επιβιώνουν σε τιμές pH οι οποίες κυμαίνονται μεταξύ 5 και 9.

- **Δυναμικό Οξειδοαναγωγής (Redox potential-Eh)**

Το δυναμικό οξειδοαναγωγής εξαρτάται από τις συγκεντρώσεις των αναγωγικών και οξειδωτικών παραγόντων. Ελεύθερα ηλεκτρόνια δεν υπάρχουν στο διάλυμα, έτσι μία ημι-αντίδραση οξείδωσης (απώλεια ηλεκτρονίων) εξισορροπείται από μία ημι-αντίδραση αναγωγής (πρόσληψη ηλεκτρονίων). Οι οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις ελέγχουν την ευκινησία των μεταλλικών ιόντων στο διάλυμα μεταβάλλοντας το φορτίο τους, το οποίο στην συνέχεια μεταβάλλει την διαλυτότητά τους. Στη συνέχεια τα στοιχεία είτε παραμένουν σε ιοντική μορφή στο διάλυμα είτε καθιζάνουν.

Το δυναμικό οξειδοαναγωγής (Eh) του υδατικού διαλύματος είναι άμεσα μετρήσιμο. Η μέτρηση του πραγματοποιείται με ειδικά ηλεκτρόδια λευκόχρυσου (platinum electrode) σε Volts σε σχέση με το δυναμικό του υδρογόνου που είναι μηδέν. Εάν η τιμή του Eh στο υδατικό περιβάλλον είναι θετική (Eh>0), τότε οι συνθήκες είναι οξειδωτικές, ενώ εάν είναι αρνητική (Eh<0) τότε οι συνθήκες είναι αναγωγικές.

- **Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (Electrical Conductivity)**

Η ικανότητα ενός υλικού να είναι αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος, ονομάζεται ηλεκτρική αγωγιμότητα. Η αγωγιμότητα όγκου νερού ίσου με 1 cm³, στην θερμοκρασία των 25°C, ονομάζεται ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα. Είναι το αντίστροφο της ηλεκτρικής αντίστασης και μονάδα μέτρησης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας είναι το microSiemens ανά cm (μS/cm).

Όπως είναι φανερό η ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι η αριθμητική έκφραση των ηλεκτρικών φορτίων που φέρει ένα υδατικό διάλυμα.

Ένας άλλος παράγοντας ο οποίος επηρεάζει την ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι η θερμοκρασία. Σημειώνεται ότι η αύξηση της θερμοκρασίας κατά 1°C προκαλεί αύξηση της αγωγιμότητας κατά 2% περίπου.

Το επιτρεπόμενο ανώτατο όριο της αγωγιμότητας είναι 2500 mS/cm, μετρημένη στους 20°C για τα επιτραπέζια νερά, ενώ για τα φυσικά μεταλλικά νερά δεν ορίζεται όριο (Κοινοτική Οδηγία 98/83/ΕΚ).

- **Αλκαλικότητα (alkalinity)**

Αλκαλικότητα ονομάζεται η ικανότητα του νερού να εξουδετερώνει μία ορισμένη ποσότητα υδρογονοκατιόντων (H⁺). Η αλκαλικότητα προσδιορίζεται με τιτλοδότηση του δείγματος με πρότυπο διάλυμα θειϊκού οξέος (H₂SO₄) και έχει τις παρακάτω μορφές έκφρασης:

Ολική αλκαλικότητα, αντιστοιχεί στην ποσότητα του οξέος που απαιτείται για την εξουδετέρωση μέχρι την τιμή pH 4.3, όπου αλλάζει χρώμα ο δείκτης ηλιανθίνης.

Η σχέση υπολογισμού της ολικής αλκαλικότητας είναι:

$$\text{Ολική αλκαλικότητα} = (\text{HCO}_3^-) + 2(\text{CO}_3^{2-}) + (\text{OH}^-) - (\text{H}^+) \quad (2.2)$$

Αλκαλικότητα φαινολοφθαλεΐνης, αντιστοιχεί στην ποσότητα του οξέος που απαιτείται για την εξουδετέρωση μέχρι την τιμή pH=8.3, όπου αλλάζει χρώμα ο δείκτης φαινολοφθαλεΐνης.

Η σχέση υπολογισμού της αλκαλικότητας φαινολοφθαλεΐνης είναι:

Αλκαλικότητα φαινολοφθαλείνης= (CO₃²⁻)

(2.3)

Στο pH των φυσικών νερών (6.5-8.5) ουσιαστικά υπάρχουν μόνο τα ιόντα των όξινων ανθρακικών (HCO₃⁻).

- **Σκληρότητα (Hardness)**

Η σκληρότητα του νερού εκφράζει την περιεκτικότητά του σε κατιόντα κυρίως ασβεστίου (Ca²⁺) και μαγνησίου (Mg²⁺) δύο απαραίτητων στοιχείων για τον ανθρώπινο οργανισμό. Η σκληρότητα επηρεάζεται από τα πετρώματα από τα οποία διέρχεται το νερό και διακρίνεται σε παροδική, που οφείλεται στα ανθρακικά άλατα του ασβεστίου [Ca(HCO₃)₂] και του μαγνησίου [Mg(HCO₃)₂], και σε μόνιμη, που οφείλεται στα χλωριούχα (CaCl₂, MgCl₂) και τα θειικά άλατα του ασβεστίου και του μαγνησίου (CaSO₄, MgSO₄). Η ολική σκληρότητα (H_T), δηλαδή το άθροισμα της παροδικής και της μόνιμης, εκφράζεται σε mg/L (CaCO₃) και υπολογίζεται με βάση τις συγκεντρώσεις των ιόντων ασβεστίου και μαγνησίου, σύμφωνα με την σχέση:

$$H_T = 2.495 * Ca + 4.112 * Mg$$

(2.4)

Μεγάλες τιμές σκληρότητας δεν αποτελούν κίνδυνο για την υγεία, αντιθέτως, έχει βρεθεί συσχέτιση μεταξύ της αυξημένης σκληρότητας και της μείωσης των καρδιαγγειακών παθήσεων (Lacey 1981, Powel et al. 1982). Όμως, το σκληρό νερό είναι ακατάλληλο για οικιακή και βιομηχανική χρήση λόγω του σχηματισμού ανθρακικών αλάτων στις σωληνώσεις, στις οικιακές συσκευές και στους λέβητες. Ακόμα το πόσιμο νερό δεν πρέπει να έχει μεγάλη σκληρότητα διότι κατά την παραμονή του νερού στους σωλήνες του δικτύου ύδρευσης, οι σωληνώσεις διαβρώνονται και είναι πιθανό το νερό να εμπλουτισθεί με τα προϊόντα της διάβρωσης των σωληνώσεων (π.χ. μόλυβδο-Pb).

Είναι χαρακτηριστικό ότι η Ευρωπαϊκή νομοθεσία δεν προβλέπει όρια σκληρότητας του πόσιμου νερού ενώ και ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (World Health Organisation, WHO) στις αναθεωρημένες του οδηγίες (WHO 2006) δεν έθεσε κάποιο όριο.

- **Στερεά (ολικά στερεά, ολικά εναιωρούμενα στερεά, ολικά διαλυμένα στερεά)**

- i. Ολικά Στερεά (Total Solids-TS)

Πρόκειται για το στερεό υπόλειμμα ορισμένου όγκου δείγματος νερού το οποίο προσδιορίζεται με ζύγιση μετά από εξάτμιση του νερού σε θερμοκρασία 103-105°C. Από την διαφορά του απόβαρου της κάψας από το μικτό βάρος της κάψας και του στερεού υπολείμματος, προκύπτει το βάρος του στερεού υπολείμματος.

ii. Ολικά Ενωρούμενα Στερεά (Total Suspended Solids-TSS)

Προκειται για λεπτόκοκκο υλικό το οποίο αποτελείται κυρίως από αργιλικά ορυκτά, ανόργανες και οργανικές ενώσεις. Είναι όλα τα στερεά σωματίδια τα οποία κατακρατούνται από ηθμό ινών υάλου οπής διαμέτρου 1μm και παραμένουν μετά από ξήρανση του ηθμού σε θερμοκρασία 103-105°C. Τα ολικά αιωρούμενα στερεά δεν καθιζάνουν από το νερό υπό τις επικρατούσες συνθήκες και έχουν την ιδιότητα να προσροφούν στην επιφάνεια διαλυτές ανόργανες και οργανικές ενώσεις επηρεάζοντας την χημική του σύσταση. Η παρουσία των ολικών αιωρούμενων στερεών προκαλεί θολότητα η οποία συνεπάγεται αισθητική υποβάθμιση του νερού.

iii. Ολικά Διαλυμένα Στερεά (Total Dissolved Solids-TDS)

Τα ολικά διαλυμένα στερεά εκφράζουν την συνολική συγκέντρωση των διαλυμένων χλωριούχων, θειϊκών, νιτρικών, νιτρωδών και αμμωνιακών αλάτων. Πρόκειται για τα σωματίδια εκείνα, τα οποία διέρχονται από τον ηθμό που αποτελείται από γυάλινες ίνες οπής διαμέτρου 1μm και παραμένουν μετά από ξήρανση του ηθμού σε θερμοκρασία 180°C. Η συγκέντρωση και το είδος των διαλυμένων αλάτων εξαρτάται από την ορυκτολογία και τη χημική σύσταση των πετρωμάτων, την ταχύτητα ροής, καθώς και τον χρόνο παραμονής του νερού στον υδροφόρο ορίζοντα. Μολονότι, τα ολικά διαλυμένα στερεά δεν φαίνεται να είναι επικίνδυνα για την ανθρώπινη υγεία, συνήθως συνιστάται να είναι λιγότερα από 500 mg/L στο πόσιμο νερό. Πάνω από αυτή τη συγκέντρωση το νερό σταδιακά αρχίζει να έχει ιδιαίτερη γεύση (Μήτρακας 2001).

• **Νάτριο (Na⁺)**

Η Οδηγία 98/83/ΕΚ ορίζει για το νάτριο την παραμετρική τιμή των 200 mg/L και το κατατάσσει στις ενδεικτικές παραμέτρους. Οι Οδηγίες του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (WHO 2006) δεν προσδιορίζει κάποιο Μέγιστο Επιτρεπτό Όριο (ΜΕΟ) σε σχέση με την υγεία, αλλά συνιστά ως όριο μια ενδεικτική τιμή 200 mg/L που επηρεάζει τη γεύση.

Το νάτριο είναι απαραίτητο στοιχείο σε πολλούς φυσιολογικούς μηχανισμούς του σώματος για την ανάπτυξη τους, ενώ η τοξικότητα των ενώσεων του θεωρείται μηδενική. Είναι ένας από τους σημαντικότερους ηλεκτρολύτες που συμβάλλει στο ισοζύγιο των υγρών του οργανισμού, ενώ συμμετέχει και στη σύσπαση των μυών.

Η επαρκής και ασφαλής ποσότητα ημερήσιας πρόσληψης νατρίου είναι 1100-3300 mg για ενήλικες και 115 -750 mg για νεογνά. Η λήψη 30-40 g ανά ημέρα από υγιείς ενήλικες άνδρες μπορεί να είναι τοξική, συνοδευόμενη από εμφανή οιδήματα, ενώ η χρόνια υπερβολική λήψη νατρίου μπορεί να συσχετιστεί με την υπέρταση. Σε άτομα που πάσχουν από υπέρταση ή από χρόνιες καρδιακές παθήσεις, κύρωση ή νεφρικές ασθένειες, τα συμπτώματα του νατρίου μπορεί να εμφανιστούν σε χαμηλότερες τιμές ημερήσιας λήψης. Έχει βρεθεί ότι το χλωριούχο κάλιο (KCl) εξουδετερώνει τα υπερτασικά συμπτώματα που προκαλούνται από την χρόνια υπερβολική λήψη αλατιού (NaCl). Συμπερασματικά, μια ημερήσια δόση εύρους 1.6 - 9.6 g γενικά θεωρείται ότι δεν έχει επιπτώσεις στην υγεία ενός

κανονικού ατόμου, ενώ η λήψη μεγαλύτερης ποσότητας από 2-3 g ημερησίως μπορεί να διαταράξει την ισορροπία των ηλεκτρολυτών του οργανισμού και να είναι επικίνδυνη σε περιπτώσεις καρδιοπαθειών.

Το νάτριο αντιπροσωπεύει το 2.6% του στερεού φλοιού της γης και είναι το έκτο κατά σειρά στοιχείο στη φύση, για το λόγο αυτό περιέχεται σε όλα τα φυσικά νερά σε συγκεντρώσεις που κυμαίνονται από 1-1500 mg/L, ενώ στα πόσιμα νερά δεν υπερβαίνει τα 20 mg/L. Συγκεντρώσεις νατρίου μεγαλύτερες από 200 mg/L επηρεάζουν τη γεύση του νερού. Τα άλατα νατρίου βρίσκονται σε σημαντικές ποσότητες στο έδαφος, στα φυτά, στο νερό και στις τροφές. Στις περισσότερες χώρες οι πηγές υδροδότησης περιέχουν λιγότερο από 20 mg/L νάτριο, αλλά σε μερικές περιπτώσεις η συγκέντρωση του νατρίου ξεπερνά τα 250 mg/L.

- **Κάλιο (K⁺)**

Τόσο η Οδηγία 98/83/EK όσο και ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO 2006) δεν ορίζουν κάποιο συγκεκριμένο όριο και δεν το περιλαμβάνουν σε κανένα κατάλογο παραμέτρων προς επιτήρηση. Σύμφωνα με τον (Gray 1994), προτείνεται η ημερήσια κατανάλωση εμφιαλωμένων νερών με συγκέντρωση καλίου μικρότερη των 12 mg/L.

Κάλιο που προσλαμβάνεται από το στόμα απορροφάται πλήρως στην ανώτερη εντερική διαδρομή. Οι νεφρικοί μηχανισμοί είναι πρώτιστης σημασίας στην διατήρηση της απαραίτητης ποσότητας καλίου στο σώμα και την διατήρηση της συγκέντρωσής του στο πλάσμα σε πολύ στενά όρια. Όταν η πρόσληψη του καλίου αυξάνεται, προκαλείται μία αντίστοιχη αύξηση της διούρησης, ώστε το ολικό ποσό του καλίου στο σώμα να μην ξεπεράσει το κανονικό. Το συνολικό ποσό του καλίου στο σώμα είναι 200 mg ανά κιλό βάρους σώματος, δηλαδή για ένα ενήλικα 70 κιλών είναι 14 g (Σκληβανιώτης 2004).

Το κάλιο είναι απαραίτητο στοιχείο για τη ρύθμιση της ενυδάτωσης των κυττάρων και τη διατήρηση του ισοζυγίου των υγρών στον οργανισμό μας, ενώ παράλληλα, συμβάλλει στη μετάδοση των νευρικών σημάτων μεταξύ των νευρώνων, καθώς και στη σύσπαση των μυών. Συμπτώματα της έλλειψης καλίου είναι αδυναμία, ανορεξία, ναυτία, εμετοί. Το πλέον σύνηθες σύμπτωμα είναι η μυϊκή αδυναμία καθώς και νευρολογικές δυσλειτουργίες. Η έλλειψη καλίου προκαλεί δομική και λειτουργική βλάβη των νεφρών (Σκληβανιώτης, 2004). Αντιθέτως, αν και δεν θεωρείται τοξικό, η μακροχρόνια έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις καλίου θα πρέπει να αποφεύγεται.

Το κάλιο είναι το έβδομο στοιχείο στη φύση, είναι σε αφθονία, επομένως βρίσκεται σε όλα τα φυσικά νερά. Στα υπόγεια και επιφανειακά νερά συναντάται συνήθως σε συγκεντρώσεις μικρότερες των 10 mg/L. Το κάλιο απαντάται ευρέως στα τρόφιμα τόσο ως φυσικό συστατικό όσο και ως πρόσθετο. Η ημερήσια δόση για τους ενήλικες κυμαίνεται από 2000-4500 mg, ενώ η λήψη καλίου μέσω του νερού είναι λιγότερο από 1% της ημερήσιας δόσης.

- **Μαγνήσιο (Mg^{2+})**

Τόσο η Οδηγία 98/83/ΕΚ όσο και ο WHO δεν ορίζουν κάποιο συγκεκριμένο όριο και δεν το περιλαμβάνουν σε κανένα κατάλογο παραμέτρων προς επιτήρηση.

Το μαγνήσιο είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα στοιχεία στον στερεό φλοιό της γης αποτελώντας το 2.1% αυτού. Αποτελεί συστατικό των σιδηρομαγνησιούχων ορυκτών και των ανθρακικών πετρωμάτων, κυρίως σε όσα περιέχουν μαγνησίτη και δολομίτη, ενώ στα εξαλλοιωμένα πετρώματα βρίσκεται σε σερπεντίνες, χλωρίτες και μοντμοριλλονίτες (Σκληβανιώτης 2004).

Το μαγνήσιο είναι από τα συνηθισμένα συστατικά των φυσικών νερών εξαιτίας του ότι υπάρχει σε αφθονία στη φύση. Το μαγνήσιο συνεισφέρει σημαντικά στην σκληρότητα του νερού ενώ μπορεί να του προσδώσει δυσάρεστη γεύση. Το όριο συγκέντρωσης που προκαλεί δυσάρεστη γεύση για τα συνήθη άτομα είναι 500 mg/L, ενώ για ορισμένα ευαίσθητα άτομα μπορεί να κατέβει στα 100 mg/L (Σκληβανιώτης 2004). Για παιδιά ηλικίας έως 7 ετών, προτείνεται η κατανάλωση εμφιαλωμένου νερού με χαμηλά επίπεδα μαγνησίου, ενώ παράλληλα πρέπει να σημειωθεί ότι τα νερά που περιέχουν μαγνήσιο σε μορφή θειικού μαγνησίου μπορούν να λειτουργήσουν ως ισχυρά καθαρτικά για το ανθρώπινο σώμα (Gray 1994).

Το Μαγνήσιο (Mg^{2+}) αποτελεί μια κύρια διαιτητική απαίτηση του ανθρώπινου σώματος, αλλά και ένα κύριο παράγοντα, μαζί με το ασβέστιο, για τη διαμόρφωση της ολικής σκληρότητας του νερού, η οποία μειώνει τον κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων. Το μαγνήσιο αποτελεί κύριο δομικό στοιχείο οστών και δοντιών, αφού ο μεταβολισμός του συνδέεται με αυτόν του ασβεστίου (Gray 1994). Λαμβάνει μέρος σε άλλες λειτουργίες του οργανισμού, όπως ο μεταβολισμός του καλίου, του ασβεστίου, της βιταμίνης D, των πρωτεϊνών και της γλυκόζης. Το μαγνήσιο συμμετέχει στις αντιδράσεις της πρωτεϊνοσύνθεσης, βοηθάει τους μύες να χαλαρώσουν μετά την σύσπαση, προσδίδει σκληρότητα στα δόντια, ενεργοποιεί τα ένζυμα και διαβιβάζει την νευρική ώση στα νεύρα. Η κατανάλωση νερού με συγκεντρώσεις μαγνησίου μεγαλύτερες από 125 mg/L μπορεί να έχουν καθαρτικές και διουρητικές ιδιότητες. Το μαγνήσιο μαζί με το ασβέστιο συμβάλλουν στην καλύτερη λειτουργία της καρδιάς.

Τα συμπτώματα της συστηματικής έλλειψης μαγνησίου είναι η αίσθηση κόπωσης, οι συχνές κράμπες, η ναυτία ή και ανορεξία. Επιπλέον, η κατάθλιψη, η τενατία, η μη φυσιολογική συμπεριφορά, ο παροξυσμός και η μείωση ανάπτυξης αποτελούν συμπτώματα της έλλειψης μαγνησίου και συνήθως, εμφανίζεται σε νεφρική ανεπάρκεια ή αλκοολισμό. Ο οργανισμός έχει την τάση να αποθηκεύει μαγνήσιο στα οστά, συνεπώς είναι σπάνιο να εμφανίσει κανείς έλλειψη μαγνησίου σε βαθμό που να προκληθεί σοβαρό πρόβλημα όπως μυϊκές διαταραχές (Σκληβανιώτης 2004).

Το μαγνήσιο είναι ένα βασικό ορυκτό στοιχείο για τον άνθρωπο. Η ημερήσια δόση σε μαγνήσιο που συνιστάται είναι 30 mg για νεογνά κάτω των 6 μηνών, 310-400 mg για ενήλικες μεγαλύτερους των 19 ετών και 310-360 mg για εγκυμονούσες ή θηλάζουσες γυναίκες (Institute of Medicine-U.S.A. 1997).

- **Ασβέστιο (Ca²⁺)**

Τόσο η Οδηγία 98/83/EK όσο και ο WHO δεν ορίζουν κάποιο συγκεκριμένο όριο και δεν το περιλαμβάνουν σε κανένα κατάλογο παραμέτρων προς επιτήρηση. Το ασβέστιο δεν συναντάται ελεύθερο στη φύση, διότι οξειδώνεται πολύ εύκολα στον αέρα. Υπάρχει σε όλα τα φυσικά νερά και προέρχεται από τα πετρώματα διαμέσου των οποίων διέρχεται το νερό.

Το ασβέστιο είναι βασικό στοιχείο για τον οργανισμό και μη τοξικό όταν λαμβάνεται από το στόμα, ενώ συγκεντρώσεις μέχρι και 1800 mg/L στο πόσιμο νερό θεωρούνται ως αβλαβείς. Η ημερήσια πρόσληψη σε ασβέστιο για τον άνθρωπο εκτιμάται στα 800 mg, ενώ ανάλογα με τη συγκέντρωση το πόσιμο νερό συμβάλλει από 5-30% της ημερήσιας δόσης. Πρόσληψη ασβεστίου πάνω από 1000 mg ανά ημέρα για μακρές περιόδους μπορεί να προκαλέσει μείωση του μαγνησίου στον ορό του αίματος.

Το ασβέστιο αποτελεί βασικό δομικό συστατικό των οστών και των δοντιών. Παράλληλα, συμμετέχει στη λειτουργία των μυών και στη μετάδοση των σημάτων μεταξύ των νεύρων.

Το ασβέστιο που περιέχεται στο νερό έχει καλή βιοδιαθεσιμότητα, δηλαδή αξιοποιείται πλήρως από τον οργανισμό του ανθρώπου και μπορεί να συμβάλει στη συνολική ημερήσια πρόσληψη ασβεστίου. Ταυτόχρονα, η κατανάλωση ασβεστίου είναι ιδιαίτερα ωφέλιμη σε ηλικίες που είναι απαραίτητες οι αυξημένες ποσότητες λήψης ασβεστίου (π.χ. μικρά παιδιά, γυναίκες στην εμμηνόπαυση). Μολονότι, ο ανθρώπινος οργανισμός έχει τη δυνατότητα να προσαρμόζει την απορρόφηση και χρήση ασβεστίου ανάλογα με την προσλαμβανόμενη ποσότητα, εκτιμάται ότι η παρατεταμένη χαμηλή λήψη ασβεστίου μπορεί να οδηγήσει στην οστεοπόρωση.

Η σκληρότητα του νερού οφείλεται κυρίως στην διάλυση αλάτων του ασβεστίου και μαγνησίου. Χαμηλά επίπεδα σκληρότητας έχουν συσχετιστεί με καρδιοαγγειακές παθήσεις (Σκληβανιώτης 2004). Εντούτοις, μια θεώρηση της επιδημιολογικής βιβλιογραφίας δείχνει ότι μπορεί να υπάρχει κάποιος παράγοντας του πόσιμου νερού που σχετίζεται με καρδιοαγγειακές ασθένειες, αλλά δεν είναι πιθανό ο παράγοντας αυτός να είναι η σκληρότητα του νερού αυτή καθ' αυτή, διότι δεν μπορεί να συσχετιστεί με κάποιο βιολογικό μηχανισμό, αλλά και λόγω των πολλών εξαιρέσεων που αναφέρονται στις αρνητικές επιπτώσεις της σκληρότητας στις καρδιοαγγειακές παθήσεις (Σκληβανιώτης 2004).

- **Χλώριο (Cl⁻)**

Η Οδηγία 98/83/EK ορίζει ως παραμετρική τιμή τα 250 mg/L και κατατάσσει την παράμετρο

αυτή στις ενδεικτικές παραμέτρους. Ο WHO (2006), ο οποίος δεν το θεωρεί ως παράμετρο υγείας, αλλά παράμετρο που επηρεάζει την αισθητική του πόσιμου νερού, ορίζει το ίδιο όριο με την παραπάνω οδηγία, προκειμένου να μην προκαλούνται παράπονα από τους καταναλωτές και να μην αναπτύσσονται συνθήκες διάβρωσης.

Το χλώριο είναι ευρέως διαδεδομένο στην φύση και συνιστά περίπου το 0.05% του στερεού φλοιού της γης. Το μεγαλύτερο από αυτό το ποσό ευρίσκεται διαλυμένο στην θάλασσα, αλλά και σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις στο φυσικό γλυκό νερό. Κύρια προέλευση είναι τα ιζηματογενή πετρώματα, που περιέχουν αργιλικά ορυκτά θαλάσσιας γέννησης και οι εβαπορίτες, ενώ η διείσδυση της θάλασσας στους παράκτιους υδροφόρους αποτελεί μια άλλη πηγή. Στις βιομηχανικές περιοχές, η αύξηση του χλωρίου προέρχεται από την καύση των πλαστικών και τα θερμοηλεκτρικά εργοστάσια (Lambrakis et al. 2000).

Η ημερήσια λήψη χλωρίου από έναν ενήλικα είναι 2-5 g, ενώ το ποσό χλωριόντων που προσλαμβάνει ο άνθρωπος από το πόσιμο νερό είναι ελάχιστο σε σχέση με αυτό που προσλαμβάνει από την τροφή του. Παράλληλα, υψηλές συγκεντρώσεις χλωριόντων στο νερό, αν και δεν έχουν επιβλαβή επίδραση στον άνθρωπο, προσδίδουν μία δυσάρεστη γεύση και ορισμένες επιδημιολογικές μελέτες αναφέρουν ότι προκαλούνται καρδιαγγειακά προβλήματα (Lambrakis et al. 2000).

Το ιόν του χλωρίου είναι το πλέον διαδεδομένο στο ανθρώπινο σώμα και συμβάλλει σημαντικά στις οσμωτικές διαδικασίες των εξωκυτταρικών υγρών. Τα χλωριούχα ιόντα συμβάλλουν στη διατήρηση της ηλεκτρικής ουδετερότητας των ερυθρών αιμοσφαιρίων και στην παραγωγή του υδροχλωρικού οξέος στο στομάχι (Lambrakis et al. 2000).. Η επιθυμητή ανώτατη τιμή των 250 mg/L που έχει ορίσει ο WHO (2006) βασίζεται μόνο στην αρνητική επίπτωση στη γεύση του νερού. Νερό με συγκέντρωση μεγαλύτερη από 150 mg/L, επιταχύνει την διαδικασία της διάβρωσης στους μεταλλικούς αγωγούς με αποτέλεσμα να εντείνονται τα φαινόμενα "καφετί" χρωματισμού του νερού λόγω σκουριάς.

- **Θειϊκά (SO_4^{2-})**

Στην Οδηγία 98/83/EK τα θειϊκά ιόντα κατατάσσονται στις ενδεικτικές παραμέτρους, για τα οποία ορίζεται η παραμετρική τιμή των 250 mg/L. Ο WHO (2006) τα κατατάσσει στον κατάλογο των παραμέτρων ορίζοντας την ίδια τιμή για λόγους γεύσης και διάβρωσης. Ο νόμος για το Ασφαλές Πόσιμο Νερό των ΗΠΑ (SDWA) ορίζει ως Μέγιστο Επιτρεπτό Όριο (ΜΕΟ) την τιμή 500 mg/L.

Γενικά, τα θειϊκά ιόντα αποτελούν συστατικό πολλών ορυκτών και πετρωμάτων, που περιέχουν θειϊκό ασβέστιο ή θειϊκό πυρίτιο, εμπλουτίζοντας έτσι τα φυσικά νερά ανάλογα με το είδος των πετρωμάτων και τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Επιπλέον, τα θειϊκά ιόντα υπάρχουν στην ατμόσφαιρα ως δευτερογενής ρύπος και αποτίθενται στο έδαφος και τα νερά με την «όξινη βροχή». Οι ανόργανες θειϊκές ενώσεις έχουν μεταβλητή τοξικότητα, η οποία εξαρτάται και από το κατιόν που συνδυάζεται το θειϊκό ιόν. Η θανατηφόρα δόση για

τον άνθρωπο, με τη μορφή θειϊκού καλίου ή θειϊκού ψευδαργύρου, είναι 45.000 mg.

Τα Θειϊκά Άλατα (SO_4^{2-}) μπορούν να δημιουργήσουν ισχυρές επιπλοκές, κυρίως στα μικρά παιδιά και στους ευαίσθητους ενήλικες, με μια αύξηση των επιπέδων τους, καθώς είναι ισχυρά καθαρτικά. Για το λόγο αυτό, προτείνονται συγκεντρώσεις θειϊκών μικρότερες από 30 mg/L στα εμφιαλωμένα νερά (Gray 1994). Τα κύρια παρατηρούμενα συμπτώματα υγείας από κατάποση μεγάλων δόσεων θειϊκών είναι η κάθαρση, η αφυδάτωση και ο γαστρεντερικός ερεθισμός. Κατάποση 9 g θειϊκού καλίου, δηλαδή περίπου 36 mg ανά κιλό βάρους σώματος, έχει καθαρτικές ιδιότητες στους ενήλικες. Τα θειϊκά άλατα του νατρίου, του ασβεστίου και μαγνησίου σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες των 700 mg/L δίνουν στα πόσιμα νερά δυσάρεστη γεύση. Ο έλεγχος των θειϊκών αλάτων στα πόσιμα νερά έχει μεγάλη σημασία διότι έχει βρεθεί ότι τα θειϊκά μαγνησίου σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες των 600 mg/L έχουν καθαρτική δράση στον άνθρωπο.

2.3. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΑΝΕΠΙΘΥΜΗΤΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

- **Νιτρικά ιόντα (NO_3^-)**

Η Οδηγία 98/83/ΕΚ ορίζει για τα νιτρικά ιόντα σαν παραμετρική τιμή τα 50 mg/L και τα κατατάσσει στον κατάλογο των χημικών παραμέτρων σημαντικών για την υγεία. Ο νόμος για το Ασφαλές Πόσιμο Νερό των ΗΠΑ (SDWA) ορίζει σαν Μέγιστο Επιτρεπτό Όριο την συγκέντρωση των 10 mg/L για νιτρικό άζωτο, που ισοδυναμεί με 44 mg/L σε νιτρικά. Ο WHO (2006) ορίζει ως όριο την συγκέντρωση των 50 mg/L.

Η τοξικότητα των νιτρικών για τον άνθρωπο οφείλεται κυρίως στην μετατροπή των νιτρικών (NO_3^-) σε νιτρώδη (NO_2^-), τα οποία οξειδώνουν την φυσική αιμογλοβίνη του αίματος σε μεθαιμογλοβίνη, η οποία δεν μπορεί να μεταφέρει οξυγόνο στους ιστούς. Οι γαστρεντερικές μολύνσεις μπορεί να συντελέσουν σε μαζική αναγωγή των νιτρικών σε νιτρώδη, ενώ και πολλές περιπτώσεις μεθαιμογλοβιναιμίας σε νεογνά έχουν συσχετιστεί με παρόμοιες μολύνσεις από νερό με νιτρικά πάνω από 60 mg/L.

Έχει δειχθεί ότι στο ανθρώπινο στομάχι μπορεί να σχηματιστούν N-νίτροσο ενώσεις από νιτρώδη και κατ' επέκταση από τα νιτρικά, οι περισσότερες από τις οποίες για ενδεικτικά στοιχεία, έχει ευρεθεί ότι είναι καρκινογόνες. Ωστόσο, ο WHO (2006) θεωρεί ότι δεν υπάρχουν πειστικές αποδείξεις για συσχέτιση καρκίνου του στομάχου και κατανάλωσης νερού με συγκεντρώσεις νιτρικών έως 45 mg/L. Σύμφωνα με τον Gray (1994), η μεγάλη συγκέντρωση των νιτρικών, μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα, για το λόγο αυτό είναι επιθυμητά τα μικρά επίπεδα νιτρικών στα εμφιαλωμένα νερά.

Τα νιτρικά ιόντα χρησιμοποιούνται κυρίως στην παρασκευή λιπασμάτων, ενώ σε μικρότερο βαθμό για την παραγωγή εκρηκτικών και το καθαρό νιτρικό κάλιο για κατασκευή γυαλιού. Τα νιτρικά που βρίσκονται στο έδαφος απορροφώνται από τις ρίζες των φυτών και χρησιμοποιούνται για την παραγωγή οργανικών ενώσεων του αζώτου. Τα νιτρικά είναι ένα πρόβλημα που θα ενταθεί στο μέλλον από την αλόγιστη χρήση λιπασμάτων (Σκληβανιώτης

2004). Η μέση ποσότητα νιτρικών που λαμβάνονται με την τροφή εκτιμάται ότι είναι της τάξης των 40-100 mg ανά ημέρα, ενώ κατά άλλες εκτιμήσεις μπορεί να φτάσει έως τα 270 mg ανά ημέρα και προέρχονται κυρίως από τα λαχανικά και το παστό κρέας.

- **Νιτρώδη ιόντα (NO₂⁻)**

Η Οδηγία 98/83/ΕΚ ορίζει για τα νιτρώδη ιόντα σαν παραμετρική τιμή τα 0,5 mg/L και τα κατατάσσει στον κατάλογο των χημικών παραμέτρων σημαντικών για την υγεία. Ο νόμος για το Ασφαλές Πόσιμο Νερό των ΗΠΑ (SDWA) ορίζει σαν Μέγιστο Επιτρεπτό Όριο την τιμή 1 mg/L για νιτρικό άζωτο, που ισοδυναμεί με 3,2 mg/L σε νιτρικά. Ο WHO (2006), σχετικά με την ποιότητα νερού, προτείνει σαν οδηγό την τιμή των 3 mg/L για τα νιτρώδη ιόντα.

Τα νιτρώδη ιόντα απορροφώνται ταχύτατα από τα έντερα στο αίμα και μπορεί να είναι παρόντα στη γαστρεντερική οδό είτε με την απ' ευθείας λήψη τροφής που περιέχει νιτρώδη είτε με μετατροπή νιτρικών σε νιτρώδη από βακτήρια. Τα νιτρώδη που εισέρχονται στο αίμα οξειδώνουν τον αιμογλοβινικό σίδηρο συντελώντας έτσι στην αύξηση της μεθαιμογλοβίνης. Η ένωση αυτή δεν μπορεί να αφομοιώσει και να μεταφέρει οξυγόνο και έτσι έχουμε εμφάνιση μεθαιμογλοβιναιμίας, ενώ έχουν αναφερθεί κι άλλα τοξικά αποτελέσματα των νιτρωδών. Η χαμηλότερη τοξική δόση που έχει αναφερθεί είναι 1 mg ανά κιλό βάρους σώματος. Δοκιμές σε ζώα έδειξαν ότι οι αζωτούχες ενώσεις, που σχηματίζονται από αντίδραση των αμυνών με νιτρώδη, μπορεί να έχουν μεταλλακτικές και καρκινογόνες ιδιότητες. Πάντως δεν υπάρχει καμία απ' ευθείας ένδειξη ότι τα νιτρώδη είναι καρκινογόνα για τον άνθρωπο (Σκληβανιώτης 2004).

Με βάση τα υπάρχοντα τοξικολογικά δεδομένα το ισχύον όριο της οδηγίας 98/83/ΕΚ θεωρείται αυστηρό τουλάχιστον σε ότι αφορά την υγεία. Δεδομένου ότι στην κοιλότητα του στόματος και στη γαστρεντερική οδό σχηματίζονται πολύ μεγαλύτερες ποσότητες νιτρωδών από αυτές που προσλαμβάνονται ευθέως από το νερό, το χαμηλό μέγιστο επιτρεπτό όριο δεν είναι αναγκαίο. Για ένα κανονικά αεριζόμενο νερό με καλή μικροβιολογική ποιότητα φαίνεται πιο λογικό να υιοθετηθεί η πρόταση του WHO (2006). Επειδή συνήθως νιτρικά και νιτρώδη συνυπάρχουν, η συγκέντρωσή τους πρέπει να ελέγχεται ταυτοχρόνως.

- **Φθόριο (F⁻)**

Η Οδηγία 98/83/ΕΚ ορίζει σαν παραμετρική τιμή 1.5 mg/L και κατατάσσει το φθόριο στις χημικές παραμέτρους που είναι σημαντικές για την υγεία. Ο WHO (2006) το κατατάσσει επίσης στις παραμέτρους που είναι σημαντικές για την υγεία και ορίζει σαν οδηγό την τιμή 1.5 mg/L. Η νομοθεσία των Η.Π.Α (EPA 2009) ορίζει σαν Μέγιστο Επιτρεπτό Όριο την τιμή 1 mg/L.

Το φθόριο συναντάται στα νερά με τη μορφή φθοριούχων αλάτων, που προέρχονται από ηφαιστειογενή πετρώματα. Δεν βρίσκεται σε στοιχειακή μορφή στη φύση, επειδή είναι πολύ δραστικό στοιχείο. Το φθόριο σε μικρά ποσά αποτελεί βασικό στοιχείο για την

διατροφή του ανθρώπου, ενώ παράλληλα παρεμποδίζει την οδοντική σήψη. Υπερβολική συγκέντρωση φθοριόντων στο πόσιμο νερό προκαλεί ανεπιθύμητη οδοντική και σκελετική φθορίαση, ενώ σε πολύ υψηλές δόσεις το φθόριο είναι πολύ τοξικό για τον άνθρωπο. Παθολογικά συμπτώματα είναι η γαστρεντερική αιμορραγία και η τοξική νεφρίτης. Ωστόσο, θεωρείται ότι δεν είναι καρκινογόνο για τον άνθρωπο.

Ίχνη ή και μεγαλύτερες συγκεντρώσεις συχνά σχετίζονται με υπόγεια προέλευση. Περιοχές που είναι πλούσιες σε φθοριούχα ορυκτά μπορεί να παράγουν νερό με συγκεντρώσεις μέχρι και 10 mg/L. Οι συνήθεις διαδικασίες επεξεργασίας νερού αφαιρούν ένα μικρό ποσοστό (10-20%) των φθοριόντων, έτσι το φθόριο στον καταναλωτή είναι περίπου το ίδιο με αυτό στο ανεπεξέργαστο νερό. Όλες οι τροφές περιέχουν ίχνη φθορίου, ορισμένες όμως, όπως το ψάρι, μερικά λαχανικά και το τσάι, περιέχουν πολύ υψηλότερες συγκεντρώσεις. Η αποδεκτή μέση ημερήσια δόση είναι τα 4 mg.

2.4. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΟΞΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

- **Χρώμιο (Cr)**

Η Οδηγία 98/83/ΕΚ περιλαμβάνει το χρώμιο στον κατάλογο των χημικών παραμέτρων που επηρεάζουν την υγεία και ορίζει σαν παραμετρική τιμή τα 50 µg/L. Ο WHO (2006) εκτιμά ότι λόγω των διαφορετικών επιπτώσεων που έχει το τρισθενές και το εξασθενές χρώμιο στην υγεία πρέπει να υπάρχουν διαφορετικά όρια για το κάθε ένα. Όμως, οι αναλυτικές δυσκολίες και οι μεταπτώσεις από το ένα σθένος στο άλλο μέσα στο νερό, ανάλογα με τις συνθήκες ευνοούν τον ορισμό μίας συνολικής τιμής. Προς το παρόν εκτιμάται ότι η τιμή των 50 µg/L είναι επαρκής για την μη πρόκληση σοβαρών κινδύνων για την υγεία. Η νομοθεσία των Η.Π.Α (EPA 2009) ορίζει σαν Μέγιστο Επιτρεπτό Όριο την τιμή 100 µg/L.

Το χρώμιο (Cr), είναι ένα μεταλλικό στοιχείο που συναντάται με πολλές διαφορετικές μορφές, οι σπουδαιότερες από τις μορφές του είναι το στοιχειακό χρώμιο Cr(0), το τρισθενές χρώμιο Cr(III) και το εξασθενές χρώμιο Cr(VI). Το στοιχειακό χρώμιο Cr(0) δε συναντάται ποτέ στη φύση, ενώ το τρισθενές χρώμιο Cr(III) αποτελεί απαραίτητο ιχνοστοιχείο στη δίαιτα του ανθρώπου για την ενεργοποίηση της ινσουλίνης και βοηθά στο μεταβολισμό της γλυκόζης, των πρωτεϊνών και των λιπών. Σε αντίθεση με το τρισθενές χρώμιο Cr(III), το εξασθενές Cr(VI), είναι πολύ τοξικό και καρκινογόνο. Στα φυσικά νερά, το χρώμιο απαντάται συνήθως με τη μορφή εξασθενούς χρωμίου Cr(VI) και η παρουσία του συνδέεται κυρίως με ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Η εισπνοή αέρα που περιέχει υψηλά επίπεδα εξασθενούς χρωμίου Cr(VI) είναι δυνατόν να προκαλέσει ερεθισμό στη μύτη, ρινορραγίες, έλκη και οπές στο ρινικό διάφραγμα. Η απευθείας εισαγωγή στον οργανισμό μεγάλων ποσοτήτων εξασθενούς χρωμίου μέσω των τροφών ή του πόσιμου νερού είναι δυνατόν, να προκαλέσουν στομαχικές διαταραχές και έλκη, σπασμούς, καταστροφή των νεφρών και του ήπατος ακόμα και θάνατο.

Μελέτες και στατιστικά αποτελέσματα απέδειξαν τον αυξημένο κίνδυνο εκδήλωσης καρκίνου μετά από έκθεση σε εξασθενές χρώμιο. Ο WHO (2006) και το EPA (2009) κατατάσσει τις ενώσεις του εξασθενούς χρωμίου ως καρκινογόνες, ενώ του τρισθενούς χρωμίου ως μη καρκινογόνα για τον άνθρωπο.

- **Μόλυβδος (Pb)**

Η Οδηγία 98/83/ΕΚ περιλαμβάνει τον μόλυβδο στον κατάλογο των χημικών παραμέτρων που επηρεάζουν την υγεία και ορίζει σαν παραμετρική τιμή τα 10 µg/L.

Ο WHO (2006) επίσης ορίζει την τιμή 10 µg/L, ενώ η νομοθεσία των Η.Π.Α. (EPA 2009) ορίζει σαν Μέγιστο Επιτρεπτό Όριο την συγκέντρωση των 15 µg/L. Συνήθως, τα φυσικά νερά περιέχουν έως και 5 µg/L μόλυβδο.

Στην ατμόσφαιρα υπάρχουν μεγάλες ποσότητες μολύβδου από τον τετρααιθυλιούχο μόλυβδο, που προστίθεται στη βενζίνη σαν αντικροτικό. Επίσης, ο μόλυβδος χρησιμοποιείται για την παραγωγή μπαταριών, κραμάτων, χρωστικών και αντισκωριακών.

Η τοξικότητα του μολύβδου έχει εξεταστεί εκτενώς και προέκυψε ότι είναι δηλητήριο με συσσωρευτική δράση. Τα χαρακτηριστικά δηλητηρίασης με μόλυβδο που λαμβάνεται με εισπνοή ή κατάποση περιγράφεται σαν απώλεια της όρεξης, αναιμία, αδιαθεσία, αϋπνία, πονοκέφαλος, πόνοι στους μυς και τα οστά, τρέμουλο, παραισθήσεις, διαστρεβλωμένη αντίληψη, μυϊκή αδυναμία, γαστρίτιδα, βλάβες στο συκώτι και υψηλή αρτηριακή πίεση. Τα κύρια συστήματα που επηρεάζονται είναι το νευρικό σύστημα, ο εγκέφαλος, το αίμα και τα νεφρά.

Ο μόλυβδος σε υψηλές δόσεις θεωρείται σαν συσσωρευμένο δηλητήριο του μεταβολισμού. Το 5-15% περίπου μολύβδου που προσλαμβάνουμε από το στόμα απορροφάται στη γαστρεντερική οδό των ενηλίκων, ενώ το 5% από αυτό δεν αποβάλλεται. Τα παιδιά αφομοιώνουν το 50% και απορρίπτουν το 20%. Υπάρχουν πειραματικές ενδείξεις ότι αυξημένες συγκεντρώσεις μολύβδου μπορεί να μειώσουν την νοημοσύνη των παιδιών και να προκαλέσουν αύξηση της συγκέντρωσης του αίματος. Ο μόλυβδος και οι ανόργανες ενώσεις του έχουν καταχωρηθεί σαν πιθανά καρκινογόνες για τον άνθρωπο σε αντίθεση με τις οργανικές ενώσεις του. Ταυτόχρονα, δεν υπάρχει ένδειξη ότι ο μόλυβδος είναι ωφέλιμος για τον άνθρωπο.

2.5. ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Στα φυσικά νερά περιέχεται μεγάλος αριθμός μικροοργανισμών, οι περισσότεροι από τους οποίους αποτελούν μέρος της φυσικής χλωρίδας του νερού. Οι μικροοργανισμοί καταλήγουν στο νερό είτε μέσω φυσικών φαινομένων (π.χ. βροχές), είτε μέσω ανθρωπογενών δραστηριοτήτων (π.χ. απόβλητα, λυματολάσπη, αστικά λύματα).

Οι μικροοργανισμοί διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

- i. Ιοί, έχουν μέγεθος 0,01-0,3 μm και είναι υποχρεωτικά παρασιτικοί οργανισμοί, δηλαδή πολλαπλασιάζονται μόνο μέσα σε κάποιο άλλο ζωντανό οργανισμό,
- ii. Βακτήρια, έχουν μέγεθος 0,5-5 μm και τα περισσότερα ζουν σε ουδέτερο pH,
- iii. Μήκυτες, είναι αερόβιοι πολυκύταρροι οργανισμοί και είναι πιο ανθεκτικοί από τα βακτήρια σε όξινο pH και σε ξηρό περιβάλλον. Η παρουσία τους στο νερό συχνά προσδίδει δυσάρεστη οσμή και γεύση,
- iv. Ακτινομύκητες, μοιάζουν με τους μύκητες στη δομή αλλά το μέγεθός τους μοιάζει με των βακτηρίων (0,5-5μm),
- v. Φύκη, αποτελούν την πλειοψηφία των ειδών που ζουν στα γλυκά νερά και είναι οι κύριοι παραγωγοί της οργανικής ύλης που ανιχνεύεται στο νερό, ενώ αν κάποιο είδος πολλαπλασιαστεί υπέρμετρα τότε μπορεί να δώσει χαρακτηριστικό χρώμα στο νερό,
- vi. Πρωτόζωα, είναι οργανισμοί μεγέθους 10-100 μm οι οποίοι τρέφονται κυρίως με βακτήρια.

Η καταμέτρηση των μικροβιακών δεικτών που υπάρχουν στο πόσιμο νερό καθορίζουν την μικροβιολογική του καταλληλότητα. Οι μικροβιακοί δείκτες είναι μικροοργανισμοί οι οποίοι συνήθως προέρχονται από το γαστρεντερικό σωλήνα του ανθρώπου και των ζώων. Οι σπουδαιότεροι από τους μικροβιακούς δείκτες του νερού είναι τα ολικά κολοβακτηριοειδή (total coliforms), τα κοπρανώδη κολοβακτηριοειδή (faecal coliforms) και οι κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι (faecal streptococci) (Παπαπετροπούλου και Μαυρίδου 1995). Η παρουσία κοπρανωδών (faecal) μικροβίων στο δείγμα νερού είναι ένδειξη ύπαρξης εντεροϊών, οι οποίοι εγκυμονούν σοβαρότατους κινδύνους για τον ανθρώπινο οργανισμό.

Όλες οι υδατογενείς επιδημίες από μικροοργανισμούς έχουν εποχιακή κατανομή με μεγαλύτερο ποσοστό το καλοκαίρι και κυρίως τον μήνα Ιούλιο. Ο χρόνος επιβίωσης των παθογόνων μικροοργανισμών στο νερό μπορεί να είναι από μερικές μέρες έως ένα έτος.

Με βάση την Οδηγία 98/83/ΕΚ οι παραμετρικές τιμές για τα *Escherichia coli* (*E.coli*) και τους εντερόκοκκους είναι 0 (αριθμός/100ml) ενώ για το νερό το οποίο πωλείται σε φιάλες ή δοχεία ισχύουν τα ακόλουθα:

Πίνακας 2.1 Οριακές τιμές μικροβιολογικών παραμέτρων με βάση την Οδηγία 98/83/ΕΚ

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή
Escherichia coli (E.coli)	0/250mL
Εντερόκοκκοι	0/250mL
Pseudomonas aeruginosa	0/250mL
Αριθμός αποικιών σε 22°C	100/mL
Αριθμός αποικιών σε 37°C	20/mL

3 ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ποιότητα του νερού που προσδιορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση είναι πολύ σημαντική για την υγεία των ανθρώπων. Για την προστασία της υγείας των καταναλωτών έχουν θεσπιστεί οι βασικές ποιοτικές προδιαγραφές με τις οποίες το νερό για ανθρώπινη κατανάλωση θα πρέπει να συμμορφώνεται τόσο σε Ευρωπαϊκό (98/83/ΕΚ) όσο και σε Διεθνές επίπεδο (WHO 2006, EPA 2009). Τα πρώτα κριτήρια καταλληλότητας του πόσιμου νερού νομοθετήθηκαν το 1914 και καθόριζαν τον συνολικό αριθμό βακτηρίων ο οποίος δεν θα έπρεπε να υπερβαίνει τις 2 αποικίες ανά 100mL. Τα πρώτα αυτά κριτήρια είχαν κυρίως ως στόχο την πρόληψη της μετάδοσης ασθενειών από τις μετακινήσεις του πληθυσμού με πλοία και τρένα. Αρκετές πολιτείες της Αμερικής υιοθέτησαν τις παραπάνω οδηγίες ως νόμους (Τσακίρης και Αλεξάκης 2010).

Στην σημερινή εποχή, οι αρμόδιοι δημόσιοι οργανισμοί ή φορείς, όπως το Department of Water Affairs and Forestry (Νότια Αφρική) και το Environmental Protection Agency (Η.Π.Α) έχουν αναλάβει την προστασία της δημόσιας υγείας θεσπίζοντας οριακές τιμές για τις ποιοτικές παραμέτρους του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, εργασία που κρίνεται ιδιαίτερα δύσκολη αφού πρέπει να συνεκτιμηθούν τοξικολογικά στοιχεία και να καθορισθεί ένα συντηρητικό σενάριο έκθεσης του ανθρώπινου οργανισμού στους ρύπους καθώς και να εκπονηθεί μελέτη εκτίμησης κινδύνου (Τσακίρης και Αλεξάκης 2010). Ανάμεσα στις νομοθεσίες των κρατών εντοπίζονται διαφορές σχετικά με τα όρια των παραμέτρων για το πόσιμο νερό ακόμα και για φυσικοχημικά στοιχεία που αποδεδειγμένα επιφέρουν βλάβες στην ανθρώπινη υγεία. Παρακάτω παρουσιάζεται ένας πίνακας που περιέχει ενδεικτικά μερικές από τις διαφορές και τις ομοιότητες που εντοπίζονται στις παραμετρικές τιμές για το πόσιμο νερό σε μια σειρά από φυσικοχημικά στοιχεία μεταξύ των οδηγιών διαφορετικών κρατών ανά τον κόσμο (Ευρωπαϊκή Ένωση, Η.Π.Α., Καναδάς) καθώς και του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (WHO).

Πίνακας 3.1 Οριακές τιμές ενδεικτικών παραμέτρων των κυριότερων οργανισμών και χωρών

Παράμετρος	WHO (2006)	Ευρωπαϊκή Ένωση (98/83/ΕΚ)	Η.Π.Α (EPA 2009)	Καναδάς (CCME 2001)
Ακρυλαμίδιο	-	0.10 µg/L	-	-
Αντιμόνιο	-	5.0 µg/L	6.0 µg/L	6.0 µg/L
Αρσενικό	10 µg/L	10 µg/L	10 µg/L	10.0 µg/L
Βάριο	700 µg/L	-	2 mg/L	1.00 mg/L
Βόριο	2.4 mg/L	1.0 mg/L	μη διαθέσιμο	5.00 mg/L
Βρωμικά	-	10 µg/L	10 µg/L	-
Κάδμιο	3 µg/L	5 µg/L	5 µg/l	5.00 µg/L
Χρώμιο	50 µg/L	50 µg/L	0.1 mg/L	0.050 mg/L
Χαλκός	-	2.0 mg/L	ΤΤ	1.00 mg/L
Κυανιούχα	-	50 µg/L	0.2 mg/L	-
Φθοριούχα	1.5 mg/L	1.5 mg/L	4 mg/L	-
Μόλυβδος	-	10 µg/L	15 µg/L	10.0 µg/L
Υδράργυρος	6 µg/L	1 µg/L	2 µg/L	-
Νικέλιο	-	20 µg/L	-	-
Νιτρικά	50 mg/L	50 mg/L	10 mg/L (ως N)	45 mg/L (ως N)
Νιτρώδη	3 mg/L	0.50 mg/L	1 mg/L (ως N)	3 mg/L(ως N)
Σελήνιο	40 µg/L	10 µg/L	50 µg/L	10.0 µg/L
pH	6.5 έως 8.5	6.5 έως 9.5	6.5 έως 8.5	6.5 έως 8.5

3.2. Η ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΔΗΓΙΑ 98/83/ΕΚ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

Η οδηγία αυτή αποσκοπεί στην προστασία της υγείας του κοινού με την καθιέρωση κριτηρίων υγιεινής και καθαριότητας στα οποία πρέπει να ανταποκρίνεται το πόσιμο νερό στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ). Παρακάτω δίνονται κάποια από τα βασικά στοιχεία της οδηγίας ενώ ολόκληρη η οδηγία με τα όρια των μικροβιολογικών και φυσικοχημικών παραμέτρων παρουσιάζεται στο Παράρτημα 1.

Πόσιμο νερό

Η οδηγία ισχύει για όλα τα νερά που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση, εξαιρουμένων των φυσικών μεταλλικών νερών και των θεραπευτικών νερών.

Γενικές υποχρεώσεις

Τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε το πόσιμο νερό:

- να μην περιέχει συγκεντρώσεις μικροοργανισμούς, παράσιτα ή κάθε άλλη ουσίας σε συγκέντρωση τέτοια που μπορεί να δημιουργήσει κίνδυνο για την υγεία των ανθρώπων
- να τηρεί τις ελάχιστες απαιτήσεις (μικροβιολογικές, χημικές και ραδιενεργές παράμετροι) που καθορίζονται στην οδηγία.

Ακόμα, τα κράτη μέλη λαμβάνουν όλα τα απαραίτητα μέτρα, ώστε να προσφέρονται εγγυήσεις υγιεινής και καθαριότητας των νερών που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση.

Πρότυπα ποιότητας

Τα κράτη μέλη καθορίζουν παραμετρικές τιμές που αντιστοιχούν τουλάχιστον στις τιμές που διευκρινίζονται στην οδηγία. Σε ό,τι αφορά τις παραμέτρους που δεν εμφανίζονται στην οδηγία, οι οριακές τιμές καθορίζονται από τα κράτη μέλη, αν αυτό κρίνεται απαραίτητο, για την προστασία της υγείας.

Έλεγχος

Η οδηγία επιβάλλει στα κράτη μέλη την υποχρέωση να ελέγχουν τακτικά την ποιότητα των νερών που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση, ακολουθώντας τις προσδιοριζόμενες αναλυτικές μεθόδους στην οδηγία ή άλλες ισοδύναμες μεθόδους. Για το λόγο αυτό, προσδιορίζουν τα σημεία δειγματοληψίας και καθορίζουν προγράμματα ελέγχων.

Διορθωτικά μέτρα και περιορισμοί στη χρήση

Σε περίπτωση μη τήρησης των παραμετρικών τιμών, τα εκάστοτε ενδιαφερόμενα κράτη μέλη μεριμνούν για τη λήψη των απαραίτητων διορθωτικών μέτρων, όσο το δυνατόν γρηγορότερα, για να αποκαταστήσουν την ποιότητα του νερού. Ανεξάρτητα από την τήρηση ή μη τήρηση των παραμετρικών τιμών, τα κράτη μέλη απαγορεύουν τη διάθεση πόσιμου νερού ή περιορίζουν τη χρήση ή και λαμβάνουν κάθε απαραίτητο μέτρο αν διαπιστώσουν ότι το νερό αυτό παρουσιάζει ενδεχομένως κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία. Οι καταναλωτές ενημερώνονται για τα εν λόγω μέτρα.

Παρεκκλίσεις

Η οδηγία προβλέπει τη δυνατότητα για τα κράτη μέλη να θεσπίζουν παρεκκλίσεις στις παραμετρικές τιμές μέχρι κάποια μέγιστη τιμή, υπό την προϋπόθεση ότι:

- η παρέκκλιση δεν συνιστά κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία.
- δεν υπάρχει άλλος ενδεδειγμένος τρόπος για να διατηρηθεί η διάθεση πόσιμου νερού σε μια συγκεκριμένη περιοχή.

- η παρέκκλιση πρέπει να είναι περιορισμένης το δυνατόν χρονικής διάρκειας και να μη ξεπερνά τα τρία χρόνια (η ανανέωση της παρέκκλισης για δύο πρόσθετες περιόδους των τριών ετών είναι δυνατή).

Η εκχώρηση της παρέκκλισης πρέπει να συνοδεύεται με εμπειριστατωμένη αιτιολογία, εκτός αν το υπόψη κράτος μέλος εκτιμά ότι η μη τήρηση της οριακής τιμής δεν είναι σοβαρή και μπορεί να διορθωθεί σύντομα. Τα νερά που πωλούνται σε φιάλες ή σε δοχεία δεν μπορούν να τύχουν παρεκκλίσεων.

Το κράτος μέλος που εκχωρεί παρέκκλιση πρέπει να ενημερώνει:

- τον πληθυσμό της περιοχής
- την Επιτροπή (Commission), σε προθεσμία δύο μηνών, αν η παρέκκλιση αφορά στη διάθεση περισσότερων από 1000 m³ κατά μέσο όρο ή τον εφοδιασμό περισσότερων των 5000 ατόμων.

Εγγύηση ποιοτικής διαχείρισης, εξοπλισμού και υλικών

Ούτε τα υλικά ούτε οι ουσίες που χρησιμοποιούνται σε νέες εγκαταστάσεις παρασκευής ή διάθεσης πόσιμου νερού δεν μπορούν να περιέχονται στο πόσιμο νερό πέρα από κάποιο εντελώς απαραίτητο επίπεδο.

Επανεξέταση

Τουλάχιστον κάθε πέντε χρόνια η Επιτροπή επανεξετάζει τις καθορισμένες με την Οδηγία παραμέτρους υπό το φως των νέων τεχνολογικών και επιστημονικών εξελίξεων. Στην αποστολή αυτή συνεπικουρείται από επιτροπή συγκροτούμενη από εκπροσώπους των κρατών μελών.

Ενημέρωση και υποβολή εκθέσεων

Κάθε τρία χρόνια, τα κράτη μέλη δημοσιεύουν έκθεση προς τους καταναλωτές σχετικά με την ποιότητα του πόσιμου νερού. Με βάση τις εκθέσεις αυτές, η Επιτροπή εκπονεί κάθε τρία χρόνια μια συνθετική έκθεση για την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης στην ΕΕ.

Προθεσμία συμμόρφωσης

Σε προθεσμία πέντε ετών το αργότερο, τα κράτη μέλη λαμβάνουν τα απαραίτητα μέτρα για να εξασφαλίσουν ότι η ποιότητα του νερού είναι σύμφωνη προς τις διατάξεις της οδηγίας. Η προθεσμία αυτή μπορεί, σε εξαιρετικές περιπτώσεις, να παραταθεί για περίοδο που δεν ξεπερνά τα τρία χρόνια.

Κατάργηση

Η οδηγία 98/83/ΕΚ αντικατέστησε την οδηγία 80/778/ΕΟΚ από τις 25 Δεκεμβρίου 2003. Η πιο σημαντική μεταβολή στην οδηγία είναι η ελάττωση από 50 µg/L σε 10 µg/L του ανώτατου επιτρεπόμενου ορίου συγκέντρωσης του μολύβδου στο πόσιμο νερό. Η μεταβολή αυτή, η οποία αντικατοπτρίζει τις πρόσφατες συστάσεις του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (WHO), αφορά αρχικά στην προστασία των βρεφών, των μικρών παιδιών και των εγκύων από τις νευροτοξικές δράσεις του μολύβδου (Pb). Μία επίσης σημαντική μεταβολή στην οδηγία, ήταν και η αύξηση του ανώτατου ορίου για τα νιτρώδη ιόντα από 0,1 mg/L σε 0,5 mg/L που εικάζεται ότι οφείλεται στην αδυναμία πολλών χωρών να τηρήσουν τα προτεινόμενα επίπεδα.

3.3. Η ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΔΗΓΙΑ 2003/40/ΕΚ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΑ ΦΥΣΙΚΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΝΕΡΑ

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, εκτιμώντας ότι ορισμένα φυσικά μεταλλικά νερά ενδέχεται να περιέχουν συστατικά σε φυσική κατάσταση που να επιφέρουν κίνδυνο στην ανθρώπινη υγεία όταν υπάρχουν σε υψηλές συγκεντρώσεις, προέβη το 2003 σε αναθεώρηση της λίστας των οριακών συγκεντρώσεων και των ενδείξεων προκειμένου να επιτευχθεί η επισήμανση των συστατικών των φυσικών μεταλλικών νερών, καταργώντας την προηγούμενη Οδηγία 80/777/ΕΟΚ και εκδίδοντας την Οδηγία 2003/40/ΕΚ (Παράρτημα 1).

Ορισμένα από τα όρια τα οποία τέθηκαν αφορούν συστατικά όπως ο μόλυβδος (10 µg/L), το χρώμιο (50 µg/L), τα φθοριούχα (5000 µg/L), τα νιτρικά (50000 µg/L) και τα νιτρώδη (100 µg/L). Τα συστατικά αυτά πρέπει να περιέχονται στο νερό αποκλειστικά με φυσικό τρόπο και η παρουσία τους να μην συνδέεται με ενδεχόμενη ρύπανση της πηγής.

Η Οδηγία 2003/40/ΕΚ αναφέρει πως κάθε κράτος μέλος και οι αντίστοιχες αρμόδιες αρχές του μπορούν να καθορίζουν όρια χαμηλότερα από αυτά που τίθενται στην Οδηγία για τα νιτρικά και τα νιτρώδη άλατα που περιέχονται στα φυσικά μεταλλικά νερά τα οποία προέρχονται από την επικράτειά τους.

Ακόμα, στην Οδηγία τονίζεται ότι το φθόριο σε χαμηλά επίπεδα συγκέντρωσης μπορεί να οφελήσει τις οδοντοστοιχίες των ανθρώπινων οργανισμών, ενώ οι υπερβολικά υψηλές συγκεντρώσεις φθορίου μπορεί να επιφέρουν σημαντικές βλάβες στην υγεία. Πιο

συγκεκριμένα και με βάση την νομοθεσία στα φυσικά μεταλλικά νερά τα οποία φέρουν συγκεντρώσεις φθορίου μεγαλύτερες του 1,5 mg/L είναι υποχρεωτική η ένδειξη στην ετικέτα τους «περιέχει ποσότητα φθορίου μεγαλύτερη των 1,5 mg/L: δεν είναι κατάλληλο για τακτική κατανάλωση από βρέφη και παιδιά ηλικίας μικρότερης των 7 ετών».

Επιπρόσθετα, η επισήμανση των φυσικών μεταλλικών νερών που αποτέλεσαν το αντικείμενο κατεργασίας με εμπλουτισμένο με όζον αέρα, πρέπει να φέρει, κοντά στην ένδειξη της αναλυτικής σύνθεσης σε χαρακτηριστικά στοιχεία, την ένδειξη «νερό που έχει υποστεί κατεργασία με επιτρεπόμενη τεχνική οξυγόνωσης με αέρα εμπλουτισμένο με όζον».

Η Κοινή Υπουργική Απόφαση Υ2/56561/2004 (ΦΕΚ 887/Β'/15-7-2004) της ελληνικής νομοθεσίας εναρμονίζει την Ελληνική με την Ευρωπαϊκή νομοθεσία και συγκεκριμένα με την Κοινοτική Οδηγία 2003/40/ΕΚ. Το ελληνικό κράτος δεν καθόρισε χαμηλότερες τιμές για τα νιτρικά και τα νιτρώδη άλατα στα φυσικά μεταλλικά νερά, που αντλούνται στη επικράτειά του και υιοθέτησε τις ίδιες ακριβώς τιμές που αναφέρονται στην Οδηγία 2003/40/ΕΚ.

3.4. Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΤΙΚΕΤΕΣ ΤΟΥ ΕΜΦΙΑΛΩΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ

Η ελληνική νομοθεσία, με το Άρθρο 30 «Επιγραφές στις φιάλες» της Κοινής Υπουργικής Απόφασης Α1β/4841/79 (ΦΕΚ Β' 696) «Περί της ποιότητας των εμφιαλωμένων νερών», προσδιορίζει τις προδιαγραφές, που οφείλουν να τηρούνται στις αναγραφόμενες ενδείξεις των εμφιαλωμένων νερών.

Συγκεκριμένα, στο εν λόγω άρθρο αναφέρεται ότι κάθε φιάλη ή δοχείο θα φέρει στερεά κολλημένη ταινία στην οποία θα αναγράφονται ευκρινώς:

- i. ο εμπορικός τίτλος της επιχειρήσεως εμφιαλώσεως και ο αριθμός της άδειας λειτουργίας του εργοστασίου,
- ii. η πηγή προελεύσεως του νερού,
- iii. επίσημη φυσική και χημική ανάλυση του νερού που θα στηρίζεται στο μέσο όρο των αποτελεσμάτων των τεσσάρων εποχιακών εξετάσεων του προηγούμενου χρόνου. Οι αναγραφόμενες παράμετροι της φυσικής και χημικής αναλύσεως θα δίνουν αντιπροσωπευτική εικόνα της ποιότητας του νερού και θα καθορίζονται κάθε φορά με γνώμονα τα χαρακτηριστικά του νερού,
- iv. η τυχόν εφαρμοζόμενη επεξεργασία καθαρισμού και απολυμάνσεως και τυχόν προστιθέμενα συστατικά,
- v. η ημερομηνία εμφιαλώσεως ή ο κωδικός αριθμός παραγωγής σύμφωνα με τις υποδείξεις του Υπουργείου Κοινωνικών Υπηρεσιών,
- vi. η υπόδειξη διατηρήσεως σε σκιερό και δροσερό μέρος (το πολύ σε θερμοκρασία μέχρι 18°C),
- vii. εφόσον το νερό προορίζεται για εξαγωγή τα πιο πάνω στοιχεία θα είναι γραμμένα και σε μια ξένη γλώσσα κατά προτίμηση στην Αγγλική και κατά σύσταση στη γλώσσα της χώρας του προορισμού.

Σημειώνεται ότι, στην ετικέτα, δεν επιτρέπεται να αναφέρονται θεραπευτικές ιδιότητες του εμφιαλωμένου νερού (όπως θεραπευτικό, ιαματικό, φυσικό νερό, μεταλλικό νερό ή φυσικό μεταλλικό νερό πηγής) ή αναλόγου περιεχομένου διαφήμιση με τα μέσα ενημέρωσης.

Εμφιαλωμένο νερό που δηλώνεται με διαφορετικό τρόπο πέραν από επιτραπέζιο, φυσικό μεταλλικό νερό και νερό πηγής, απαγορεύεται να διατίθεται στη κατανάλωση.

3.5. Η ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΔΗΓΙΑ 2009/54/ΕΚ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΚΑΙ ΤΗ ΘΕΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΝΕΡΩΝ ΣΤΟ ΕΜΠΟΡΙΟ

Με βάση την Οδηγία 2009/54/ΕΚ (Παράρτημα 1) κάθε δοχείο που περιέχει φυσικό μεταλλικό νερό πρέπει να είναι εφοδιασμένο με διάταξη κλεισίματος σχεδιασμένη, με τέτοιο τρόπο ώστε να αποκλείει κάθε δυνατότητα παραποίησης ή μόλυνσης. Ακόμα, η συγκεκριμένη Οδηγία καθορίζει για τα εμφιαλωμένα νερά τις αναγραφόμενες στην ετικέτα ενδείξεις τους.

Η ονομασία πώλησης των φυσικών μεταλλικών νερών είναι «φυσικό μεταλλικό νερό» ή αν πρόκειται για αναβράζουσα φυσικό μεταλλικό νερό ανάλογα με την περίπτωση, «φυσικό μεταλλικό νερό, φυσικώς αεριούχο», «φυσικό μεταλλικό νερό ενισχυμένο με αέριο της πηγής», «φυσικό μεταλλικό νερό με προσθήκη διοξειδίου του άνθρακα». Η επισήμανση των φυσικών μεταλλικών νερών, περιλαμβάνει τις ακόλουθες υποχρεωτικές ενδείξεις:

- i. την αναφορά της αναλυτικής σύνθεσης με απαρίθμηση των χαρακτηριστικών στοιχείων του,
- ii. τον τόπο όπου γίνεται η εκμετάλλευση της πηγής και την ονομασία αυτής,
- iii. την ένδειξη των ενδεχόμενων κατεργασιών
- iv. ελλείψει κοινοτικών διατάξεων σχετικά με τις ενδείξεις περί τυχόν κατεργασιών, τα κράτη μέλη δύνανται να διατηρούν τις εθνικές τους διατάξεις.

Το όνομα της τοποθεσίας, του οικισμού ή της θέσης μπορεί να περιληφθεί στο κείμενο της εμπορικής επωνυμίας, υπό την προϋπόθεση ότι πρόκειται για φυσικό μεταλλικό νερό που προέρχεται από πηγή που αποτελεί αντικείμενο εκμετάλλευσης στον τόπο που υποδεικνύεται από την εμπορική επωνυμία και ότι το όνομα αυτό δεν οδηγεί σε σύγχυση όσον αφορά τον τόπο στον οποίο γίνεται η εκμετάλλευση της πηγής. Απαγορεύεται η διάθεση στο εμπόριο ενός φυσικού μεταλλικού νερού προερχόμενου από μία και την αυτή πηγή υπό πολλές διαφορετικές εμπορικές επωνυμίες.

Αξίζει στο σημείο αυτό να επισημανθεί ότι με βάση την νομοθεσία, τόσο στις συσκευασίες ή στις ετικέτες όσο και κατά την οποιαδήποτε μορφής διαφήμιση, απαγορεύεται η χρησιμοποίηση ενδείξεων, κατασκευαστικών ή εμπορικών σημάτων, απεικονίσεων ή άλλων συμβολικών σημάτων που:

- i. για ένα φυσικό μεταλλικό νερό, υπαινίσσονται ένα χαρακτηριστικό που το νερό δεν κατέχει, ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά την καταγωγή, την ημερομηνία έκδοσης άδειας εκμετάλλευσης, τα αποτελέσματα αναλύσεων καθώς και κάθε αναφορά ανάλογη προς τις εγγυήσεις αυθεντικότητας,
- ii. για ένα συσκευασμένο πόσιμο νερό που δεν ανταποκρίνεται στις διατάξεις, είναι ικανά να δημιουργήσουν σύγχυση με ένα φυσικό μεταλλικό νερό, και ιδίως η περιγραφή «μεταλλικό νερό».

4 ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ

4.1. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ

Η ποιότητα του νερού επηρεάζεται από οτιδήποτε το νερό πιθανώς έχει παρασύρει μαζί του κατά τη διάρκεια του υδρολογικού κύκλου και έχει μεταφέρει στο υδάτινο σώμα σε διαλυμένη, κolloειδή, ή αιωρούμενη μορφή. Ένας τρόπος να περιγραφεί η ποιότητα ενός δείγματος νερού είναι η καταγραφή σε λίστα των συγκεντρώσεων όλων των παραμέτρων που περιέχονται στο δείγμα. Μία τέτοιου είδους λίστα όμως πιθανώς να περιέχει από 20 έως και εκατοντάδες παραμέτρους. Επιπλέον, μία τέτοια λίστα θα ήταν εξαιρετικά δυσνόητη για τους καταναλωτές του νερού και θα ήταν εύκολα αντιληπτή και χρήσιμη μόνο σε ειδικούς στην ποιότητα νερού.

Το παραπάνω πρόβλημα καθιστά αδύνατη τη σύγκριση μεταξύ δύο δειγμάτων νερού που προέρχονται από διαφορετική πηγή με τη μέθοδο της καταγραφής σε λίστα όλων των αποτελεσμάτων που βρέθηκαν μετά την χημική ανάλυση του δείγματος για τις φυσικοχημικές και μικροβιολογικές παραμέτρους. Για παράδειγμα, ένα δείγμα νερού το οποίο περιέχει 6 παραμέτρους σε ποσοστό 10% περισσότερο από τα επιτρεπτά επίπεδα (π.χ. σκληρότητα, χλώριο, θειικά, σίδηρος, φθόριο και νάτριο) μπορεί να μην είναι τόσο ακατάλληλο για ανθρώπινη κατανάλωση όσο ένα άλλο δείγμα νερού με μία μόνο παράμετρο εκτός των επιτρεπόμενων ορίων (π.χ. υδράργυρος 5% περισσότερο).

Οι δείκτες ποιότητας νερού είναι τα κατάλληλα επιστημονικά εργαλεία με τα οποία τα παραπάνω προβλήματα σύγκρισης μπορούν να επιλυθούν. Οι δείκτες αυτοί στοχεύουν στην απόδοση μίας και μόνο τιμής σε ότι αφορά την ποιότητα ενός δείγματος νερού, χρησιμοποιώντας κάποιες ή και όλες τις παραμέτρους που αξιολογούνται κατά την χημική ανάλυση, ανάλογα κάθε φορά με τον τρόπο λειτουργίας τους. Με τον τρόπο αυτό, οποιοσδήποτε είναι σε θέση να αξιολογεί και να κατατάσσει τα διάφορα δείγματα ανάλογα με την τιμή του δείκτη, εύκολα, γρήγορα και χωρίς να έχει εξειδικευμένες γνώσεις στο αντικείμενο της ποιότητας νερού.

Συνοπτικά, οι δείκτες ποιότητας μπορούν να φανούν χρήσιμοι στα παρακάτω:

1. Χωροθέτηση πηγής

Οι δείκτες ποιότητας νερού μπορούν να έχουν εφαρμογή προκειμένου να υποβοηθήσουν σε αποφάσεις σχετικές με τους υδατικούς πόρους που μπορούν να αξιοποιηθούν και στη χωροθέτηση τους.

2. Κατάταξη χωροθετήσεων και προτεραιότητες

Οι δείκτες ποιότητας νερού μπορούν να αξιοποιηθούν προκειμένου να γίνει σύγκριση της ποιότητας του νερού σε διαφορετικές θέσεις ή γεωγραφικές περιοχές. Επίσης, μπορούν να βοηθήσουν στον καθορισμό των προτεραιοτήτων αξιοποίησης υπαρχόντων υδατικών πόρων.

3. Συμμόρφωση με τις παραμετρικές τιμές

Οι δείκτες ποιότητας νερού μπορούν να έχουν εφαρμογή σε δείγματα νερού από συγκεκριμένες τοποθεσίες προκειμένου να διαπιστωθεί και σε τι βαθμό γίνεται υπέρβαση ή όχι των παραμετρικών τιμών που καθορίζονται από την νομοθεσία.

4. Ανάλυση τάσης

Οι δείκτες ποιότητας νερού μπορούν να έχουν εφαρμογή σε δείγματα που συλλέχθηκαν σε διαφορετικές χρονικές περιόδους και με τον τρόπο αυτό να διερευνηθεί η ύπαρξη τάσης που ενδεχομένως υπάρχει στην ποιότητα νερού (θετική ή αρνητική) σε μια συγκεκριμένη περιοχή.

5. Πληροφόρηση του κοινού

Οι δείκτες ποιότητας νερού αποτελούν μία εύκολα κατανοητή μέθοδο αξιολόγησης αποτελεσμάτων ποιότητας νερού, πράγμα που τους καθιστά ιδιαίτερα χρήσιμους σε θέματα πληροφόρησης των πολιτών κυρίως για τα νερά που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση.

6. Επιστημονική έρευνα

Η σταθερή και μόνιμη ποιότητα ενός δείκτη ο οποίος μπορεί να μετατρέψει έναν μεγάλο όγκο δεδομένων σε μία απλή βαθμολογία είναι εξαιρετικά σημαντική και χρήσιμη για την επιστημονική έρευνα. Για παράδειγμα ένας τέτοιου είδους δείκτης θα μπορούσε να φανεί πολύ χρήσιμος στην αξιολόγηση της ποιότητας του νερού σε σχέση με τις ανθρώπινες δραστηριότητες και την οικιστική και βιομηχανική ανάπτυξη ή και στην εξέταση διάφορων παραμέτρων σχετικών με θέματα οικολογικής ανάπτυξης και βελτίωσης.

Μπορεί οι δείκτες ποιότητας νερού να έχουν κερδίσει έδαφος κυρίως τις τελευταίες δεκαετίες, όμως η βασική ιδέα σε αρχική μορφή εμφανίστηκε πρώτα στη Γερμανία το 1848, όπου η παρουσία ή η απουσία ορισμένων οργανισμών στο νερό αποτέλεσε παράγοντα σύνδεσης της ποιότητας του νερού με την ανθρώπινη υγεία (Abbasi and Abbasi 2012). Από τότε οι Ευρωπαϊκές χώρες ανέπτυξαν και εφάρμοσαν διαφορετικά συστήματα αξιολόγησης της ποιότητας των νερών εντός των συνόρων τους. Αυτά τα συστήματα, αντί να δίνουν μία

μεμονωμένη τιμή για την αξιολόγηση των υδάτινων σωμάτων, προσδιόριζαν και κατηγοριοποιούσαν τα ύδατα αυτά σώματα σε κλάσεις-επίπεδα ρύπανσης. Αντίθετα, οι δείκτες οι οποίοι χρησιμοποιούν μία αριθμητική κλίμακα για να αναπαραστήσουν τις διαβαθμίσεις της ποιότητας του νερού είναι μία πιο πρόσφατη εξέλιξη, η οποία ξεκίνησε με το δείκτη του Horton το 1965.

4.2. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΔΕΙΚΤΩΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται μερικοί πολύ γνωστοί δείκτες ποιότητας νερού που βρίσκουν ευρεία εφαρμογή σε διάφορες χώρες του κόσμου από οργανισμούς, εταιρείες σχετικές με την ποιότητα και παροχή του νερού, κυβερνήσεις και τοπικές κοινότητες.

4.2.1. Ο Δείκτης του Horton

Ο συγκεκριμένος δείκτης (Horton 1965) αποτελεί τον πρώτο ουσιαστικό Δείκτη Ποιότητας Νερού και βασίζεται στις εξής τρεις αρχές:

1. Ο αριθμός των μεταβλητών που χρησιμοποιούνται από το δείκτη να είναι περιορισμένος για λόγους εύκολης χρήσης
2. Οι μεταβλητές να είναι σημαντικές στις περισσότερες περιοχές
3. Μόνο μεταβλητές για τις οποίες υπάρχουν αξιόπιστα δεδομένα θα πρέπει να χρησιμοποιούνται στο δείκτη

Ο Horton έκανε επιλογή 10 πολύ συχνά μετρούμενων μεταβλητών για την ποιοτική αξιολόγηση του νερού μεταξύ των οποίων είναι το διαλυμένο οξυγόνο (DO), το pH, τα κολοβακτηρίδια, η αγωγιμότητα, η αλκαλικότητα και το χλώριο. Η ειδική αγωγιμότητα αξιοποιήθηκε ως μία χονδροειδής εκτίμηση των ολικών διαλυμένων στερεών (TDS), ενώ με τη βοήθεια του ενεργού άνθρακα και του χλωροφόρμιου (μέθοδος CCE-Carbon Chloroform Extract) προσδιορίζεται η ποσότητα οργανικής ύλης στο νερό.

Μία από τις μεταβλητές, η επεξεργασία των λυμάτων (ως ποσοστό επί της 100 του εξυπηρετούμενου πληθυσμού), σχεδιάστηκε έτσι ώστε να αντικατοπτρίζει την αποτελεσματικότητα των διαδικασιών μείωσης του φορτίου με βάση την παραδοχή ότι οι χημικές και βιολογικές μετρήσεις της ποιότητας έχουν μικρή σημαντικότητα σε σχέση με την ουσιαστική μείωση των ροών ανεπεξέργαστων λυμάτων. Τα βάρη του δείκτη είναι ακέραιοι μεταξύ του 1 και του 4. Αξίζει να σημειωθεί εδώ πως ο Horton δεν χρησιμοποίησε καμία τοξικολογική παράμετρο.

Το αποτέλεσμα του δείκτη υπολογίζεται με τη βοήθεια μιας γραμμικής αθροιστικής καμπύλης-συνάρτησης. Έτσι το αποτέλεσμα υπολογίζεται με βάση την παρακάτω εξίσωση:

$$QI = \frac{\sum_{i=1}^n W_i I_i}{\sum_{i=1}^n W_i} M_1 M_2 \quad (4.1)$$

όπου I_i =υποδείκτης για την κάθε παράμετρο, W_i =το βάρος της κάθε παραμέτρου και M_1, M_2 =συντελεστές οι οποίοι αντικατοπτρίζουν την θερμοκρασία και την προφανή ρύπανση αντίστοιχα.

Ο δείκτης του Horton είναι εύκολος στους υπολογισμούς, παρά το γεγονός ότι οι συντελεστές M_1 και M_2 χρειάζονται κάποια επεξεργασία για να ταιριάζουν στην εκάστοτε περίπτωση δείγματος.

Η δομή, τα βάρη που δόθηκαν στις παραμέτρους και η βαθμολογική κλίμακα είναι αρκετά υποκειμενικά αφού βασίζονται στην κρίση του δημιουργού και σε μερικούς από τους συνεργάτες του. Η πρωτοποριακή αυτή προσπάθεια του Horton ακολουθήθηκε από πολλούς επιστήμονες, οι οποίοι προσπάθησαν να αναπτύξουν δείκτες λιγότερο υποκειμενικούς αλλά και όλο και περισσότερο πιο ευαίσθητους και χρηστικούς.

4.2.2. Ο Δείκτης του Brown (NSF-WQI)

Ο Brown και οι συνεργάτες (Brown et al 1970) του ανέπτυξαν έναν δείκτη ποιότητας νερού παρόμοιο στη δομή με αυτόν του Horton αλλά με πολύ περισσότερη προσοχή και διεξάγοντας έρευνα σε βάθος για την επιλογή των παραμέτρων, αναπτύσσοντας μία κοινή κλίμακα και αποδίδοντας βάρη μετά από εφαρμογή της μεθόδου Delphi σε ένα πλήθος ειδικών.

Η προσπάθεια αυτή υποστηρίχθηκε από τον Οργανισμό Εθνικής Υγείας των Η.Π.Α. (National Sanitation Foundation) για αυτό το λόγο ο δείκτης αυτός είναι γνωστός και ως NSF-WQI.

Με βάση τις αποφάσεις και την ενδεδειγμένη έρευνα των 142 ειδικών σε θέματα ποιότητας νερού ερευνητών της επιτροπής, επιλέχθηκαν (μετά από διάφορες φάσεις) 11 παράμετροι από τις αρχικά 35 υποψήφιες. Οι παράμετροι αυτές κατατάχθηκαν σε μία μειούμενη κλίμακα με βάση την σημαντικότητά τους και την επιρροή που έχουν στην γενικότερη ποιότητα του νερού και παρουσιάζονται παρακάτω:

Πίνακας 4.1 Κατάταξη παραμέτρων του NSF-WQI με βάση τη σημαντικότητά τους

Παράμετρος	Βαθμολογία σημαντικότητας
DO	1
BOD	2
Θολερότητα	3
Ολικά στερεά	4
Νιτρικά	5
Φωσφορικά	6
pH	7
Θερμοκρασία	8
Κοπρανώδη κολοβακτηριοειδή(FC)	9
Παρασιτοκτόνα	10
Τοξικά στοιχεία	11

Οι επιστήμονες κλήθηκαν να δώσουν τη σχέση συγκέντρωσης-τιμής υποδείκτη προκειμένου να αξιολογηθούν οι διαφορετικές συγκεντρώσεις των δειγμάτων για την κάθε παράμετρο. Έτσι έδωσαν αυτή τη σχέση με τη μορφή γραφήματος για κάθε παράμετρο. Συγκεκριμένα για τα παρασιτοκτόνα και τα τοξικά στοιχεία δόθηκε η τιμή 0 στο δείκτη ποιότητας νερού στην περίπτωση που οι ολικές συγκεντρώσεις αυτών ξεπερνούσαν τα 0.1 mg/L.

Ακόμα, οι ειδικοί που συμμετείχαν στη διαμόρφωση του δείκτη κλήθηκαν να συγκρίνουν τη γενικότερη ποιότητα νερού χρησιμοποιώντας μία κλίμακα από το 1 (υψηλότερη) έως το 5 (χαμηλότερη) για την τελική επιλογή των παραμέτρων. Στη συνέχεια ο αριθμητικός μέσος υπολογίστηκε από τις βαθμολογίες των ειδικών.

Για να μετατραπούν οι βαθμολογίες σε βάρη, ένα προσωρινό βάρος με τιμή 1 δόθηκε σε κάθε παράμετρο η οποία έπερνε την υψηλότερη ως προς τη σημαντικότητα βαθμολογία. Όλα τα άλλα προσωρινά βάρη υπολογίστηκαν διαιρώντας την υψηλότερη βαθμολογία με τον μέσο βαθμό σημαντικότητας της κάθε παραμέτρου. Κάθε προσωρινό βάρος διαιρέθηκε με το άθροισμα όλων των προσωρινών βαρών έτσι ώστε να υπολογιστεί το τελικό βάρος. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι παράμετροι, οι μέσες τιμές των βαθμολογιών σημαντικότητας που έδωσαν οι ειδικοί, τα προσωρινά βάρη καθώς και τα τελικά βάρη των επιλεγμένων παραμέτρων.

Πίνακας 4.2 Παράμετροι του NSF-WQI και προσδιορισμός τελικών βαρών

Παράμετροι	Μέσος όρος όλων των βαθμολογιών σημαντικότητας που έδωσαν οι ειδικοί	Προσωρινά Βάρη	Τελικά Βάρη
DO	1,4	1,0	0,17
Πυκνότητα Κοπρανωδών κολοβακτηριοειδών(FC)	1,5	0,9	0,16
pH	2,1	0,7	0,11
BOD (5 μέρες)	2,3	0,6	0,11
Νιτρικά	2,4	0,6	0,10
Φωσφορικά	2,4	0,6	0,10
Θερμοκρασία	2,4	0,6	0,10
Θολερότητα	2,9	0,5	0,08
Ολικά Στερεά	3,2	0,4	0,07
Σύνολο			1,00

Ο αρχικός δείκτης που προτάθηκε από τον Brown (1970) είχε την ακόλουθη μορφή

$$WQI = \sum_{i=1}^9 w_i T_i(p_i) = \sum_{i=1}^9 w_i q_i \quad (4.2)$$

Όπου p είναι η μετρημένη τιμή της παράμετρου i και

T_i είναι το ποιοτικό επίπεδο της τιμής της παραμέτρου i μετά από μετατροπή μέσω της καμπύλης, p_i, σε ποιοτικό επίπεδο q_i έτσι ώστε

T_ip_i=q_i και το w_i να είναι το σχετικό βάρος της παραμέτρου i έτσι ώστε να ισχύει:

$$\sum_{i=1}^9 w_i = 1 \quad (4.3)$$

Ο δείκτης του Brown αντικατοπτρίζει τη γενικότερη ποιότητα του νερού. Δεν αναγνωρίζει και δεν συμπεριλαμβάνει ειδικές χρήσεις του νερού όπως πόσιμο νερό, νερό για άρδευση, νερό για βιομηχανική χρήση κλπ.

Λόγω αυτού του γεγονότος υπήρξε μία έντονη τάση από κάποιους ειδικούς να αναθεωρήσουν το θέμα της επιλογής των παραμέτρων και της καταλληλότητάς τους για συμπερίληψη στον δείκτη ποιότητας νερού. Παράγοντες που οδήγησαν σε αυτή την τάση είναι η διαθεσιμότητα των δεδομένων και η ύπαρξη αναλυτικών μεθόδων για την μέτρηση διάφορων παραμέτρων.

Κατά την εφαρμογή του δείκτη του Brown, βρέθηκε ότι η αθροιστική ή αριθμητική μορφοποίηση του υπολογιστικού μοντέλου του δείκτη, παρότι είναι εύκολη στην κατανόηση και στον υπολογισμό, δεν διαθέτει την κατάλληλη ευαισθησία στην μεταφορά της πληροφορίας μίας παραμέτρου με πολύ χαμηλή βαθμολογία στον τελικό δείκτη. Το γεγονός αυτό έκανε τον Brown (1973) και τους συνεργάτες του να προτείνουν μία παραλλαγή του NSF-WQI με την ακόλουθη πολλαπλασιαστική μορφή:

$$WQI = \prod_{i=1}^n S_i^{w_i} \quad (4.4)$$

Οι εκτενείς δοκιμές και έρευνες έδειξαν ότι το πολλαπλασιαστικό μοντέλο του δείκτη ήταν περισσότερο σύμφωνο με τις απόψεις των ειδικών από το αθροιστικό μοντέλο. Παρόλα αυτά και οι δύο μορφές του δείκτη χρησιμοποιούνται ακόμα και σήμερα (Lumb et al. 2011).

4.2.3. Ο Δείκτης του Bhargava

Αυτός είναι ένας από τους πρώτους δείκτες ποιότητας νερού (Bhargava 1983,1985) που αναφέρεται στη διεθνή βιβλιογραφία και έχει ως δημιουργό του τον Bhargava. Ο δείκτης αυτός είναι κατάλληλος για αξιολόγηση της ποιότητας του νερού που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση. Για την μορφοποίηση του δείκτη, ο Bhargava αναγνώρισε 4 κατηγορίες παραμέτρων. Κάθε κατηγορία περιείχε παραμέτρους ίδιου τύπου.

Η πρώτη κατηγορία περιλάμβανε τις συγκεντρώσεις των κολοβακτηριοειδών προκειμένου να αντικατοπτρίζει την βακτηριακή ποιότητα του νερού.

Η δεύτερη κατηγορία περιλάμβανε τοξικά, βαρέα μέταλλα, κλπ, από τα οποία μερικά ή και όλα παρουσιάζουν ιδιαίτερα τοξική επίδραση στον καταναλωτή.

Η τρίτη κατηγορία περιλάμβανε παραμέτρους οι οποίες επηρεάζουν φυσικές ιδιότητες του νερού όπως η οσμή, το χρώμα και η θολρότητα.

Η τέταρτη κατηγορία περιλαμβάνει μη οργανικές και οργανικές μη τοξικές παραμέτρους, όπως τα χλωριούχα άλατα, τα θειικά, καταλύτες αφρού, το σίδηρο, το μαγγάνιο, τον ψευδάργυρο, τον χαλκό, τα ολικά διαλυμένα στερεά κλπ.

Οι μεταβλητές με τις παραμετρικές τιμές τους (με βάση τις οδηγίες του Environmental Protection Agency των Η.Π.Α), και οι υποδείκτες που χρησιμοποιήθηκαν (συναρτήσεις υποδεικτών) από το Bhargava, οι οποίοι περιέχουν την επίδραση των συγκεντρώσεων διαφορετικών παραμέτρων, καθώς και η βαρύτητά τους, δίνονται στον Πίνακα 4.3.

Πίνακας 4.3 Συναρτήσεις υποδεικτών για το Δείκτη Ποιότητας Πόσιμου Νερού του Bhargava

Μεταβλητές	Συνάρτηση υποδείκτη	Τιμή C
Κατηγορία 1 Κολοβακτηριοειδής οργανισμοί π.χ κολοβακτηρίδια	$f_1 = \exp[-16(C-1)]$	Αριθμός κολοβακτηριδίων/100 mL
Κατηγορία 2 Βαρέα μέταλλα, άλλα τοξικά κλπ π.χ. Cr, Pb, Ag	$f_1 = \exp[-4(C-1)]$	0,05 mg/L έκαστος
Κατηγορία 3 Φυσικές μεταβλητές π.χ. θολερότητα, χρώμα	$f_1 = \exp[-2(C-1)]$	1 TU, 15 μονάδες χρώματος
Κατηγορία 4 Οργανικές και μη οργανικές μη τοξικές ουσίες π.χ. χλωριόντα, θειικά, Ολικά διαλυμένα στερεά (TDS)	$f_1 = \exp[-2(C-1)]$	250 mg/L έκαστος (οργανικές) 500 mg/L (μη οργανικές)

Οι υποδείκτες συνυπολογίζονται με βάση τον παρακάτω τύπο:

$$WQI = \left[\prod_{i=1}^n f_i \right]^{1/n} \quad (4.5)$$

όπου,

- $f_i(P_i)$ είναι η συνάρτηση ευαισθησίας της μεταβλητής i και
- n ο αριθμός των μεταβλητών

Ο δείκτης εφαρμόστηκε στα πρωτογενή ποιοτικά δεδομένα του νερού στον πυθμένα και στην επιφάνεια του ποταμού Yamuna στο Δελχί (Bhargava 1985). Ο Bhargava επισημαίνει χαρακτηριστικά ότι το δημόσιο πόσιμο νερό για να είναι κατάλληλο θα πρέπει να επιτυγχάνει $WQI > 90$.

4.2.4. Ο “Καθολικός” Δείκτης Ποιότητας Νερού

Ο Boyacıoğlu (2007) έλαβε υπόψη του τις ποιοτικές παραμετρικές τιμές που έθεσε το Συμβούλιο των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (ΕΚ 1991), τους Τουρκικούς κανονισμούς για τον έλεγχο της ρύπανσης του νερού και επιστημονικές πληροφορίες προκειμένου να επιλέξει 12 ποιοτικές παραμέτρους του νερού ως τις πιο αντιπροσωπευτικές για την αξιολόγηση της ποιότητας του πόσιμου νερού (βλέπε πίνακα 4.4).

Πίνακας 4.4 Κατηγοριοποίηση της ποιότητας του νερού για την μορφοποίηση του «Καθολικού» Δείκτη Ποιότητας Νερού του Boyacıoğlu (2007)

Parameter	Unit	Class I (Excellent)	Class II (Acceptable)	Class III (Polluted)
Total Coliform	CPU/100 mL	50	5000	50000
Cadmium	mg/L	0.003	0.005	0.01
Cyanide	mg/L	0.01	0.05	0.1
Mercury	mg/L	0.0001	0.0005	0.002
Selenium	mg/L	0.01	0.01	0.02
Arsenic	mg/L	0.02	0.05	0.1
Fluoride	mg/L	1	1.5	2
Nitrate–nitrogen	mg/L	5	10	20
DO	mg/L	8	6	3
pH		6.5–8.5	5.5–6.4 8.6–9	<5.5 >9
BOD	mg/L	<3	<5	<7
Total phosphorus- PO ₄ -P	mg/L	0.02	0.16	0.65

Τέθηκαν 3 κλάσεις ποιότητας για το νερό κάθε μία από τις οποίες αντιπροσωπεύει τις κατηγορίες «εξαιρετικό», «αποδεκτό» και «ρυπασμένο».

Για τον καθορισμό των βαρών στις ποιοτικές μεταβλητές του νερού οι ακόλουθοι παράγοντες λήφθηκαν υπόψη:

- Οι χημικές παράμετροι είχαν χαμηλότερο βάρος από ότι οι μικροβιολογικές διότι οι τελευταίες ανήκουν στην κατηγορία με την πιο ισχυρή επίδραση στην ανθρώπινη υγεία.
- Υψηλότερες τιμές βαρών δόθηκαν σε εκείνες τις παραμέτρους που θεωρούνται και είναι γνωστές για πρόκληση θεμάτων υγείας

Τα προσωρινά βάρη είχαν τιμές από 1 έως 4 στη βάση μιας κλίμακας σημαντικότητας. Στην κλίμακα αυτή το 1,2,3 και 4 αντικατοπτρίζουν, αντίστοιχα, τον βαθμό σημαντικότητας σε μέτριο, πολύ σημαντικό και εξαιρετικά σημαντικό.

Κάθε βάρος στη συνέχεια διαιρέθηκε με το άθροισμα όλων των βαρών προκειμένου να καθορισθεί ο τελικός παράγοντας του βάρους.

Ο δείκτης ποιότητας υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$UWQI = \sum_{i=1}^n w_i I_i \quad (4.6)$$

όπου,

- w_i είναι το βάρος της μεταβλητής i και
- I_i ο υποδείκτης για κάθε παράμετρο i

Πίνακας 4.5 Βαθμός σημαντικότητας παραμέτρων και βάρη που καθορίστηκαν για την μορφοποίηση του «Καθολικού» Δείκτη Ποιότητας Νερού του *Boyasioglu* (2007)

Κατηγορία	Μεταβλητή	Βαθμολογία	Συντελεστής βάρους
Κίνδυνος υγείας	Ολικά κολοβακτηρίδια	4	0,114
	Κάδμιο	3	0,086
	Κυάνιο	3	0,086
	Υδράργυρος	3	0,086
	Σελήνιο	3	0,086
	Αρσενικό	4	0,113
	Φθόριο	3	0,086
	Νιτρικά-Άζωτο	3	0,086
Λειτουργικά	DO	4	0,114
Παρακολούθηση	pH	1	0,029
Οξυγόνο	BOD	2	0,057
Εξάντληση	Ολικός Φώσφορος	2	0,057

Τέλος, οι τιμές του δείκτη που βρίσκονται μεταξύ 0 έως και λιγότερο από 25 αντιστοιχούν σε πολύ χαμηλή ποιότητα νερού, από 25 έως και λιγότερο από 50 σε μέτρια ποιότητα νερού, από 50 έως και λιγότερο από 75 σε ικανοποιητική ποιότητα νερού, από 75 έως και λιγότερο από 95 σε καλή ποιότητα νερού, ενώ οι τιμές του δείκτη από 95 και άνω αντιστοιχούν σε εξαιρετική ποιότητα νερού.

4.2.5. Ο δείκτης ποιότητας εμφιαλωμένου νερού του *Toma*

Ο συγκεκριμένος δείκτης (*Toma et al.* 2013) κατασκευάστηκε προκειμένου να γίνει η ποιοτική αξιολόγηση δειγμάτων εμφιαλωμένου νερού στην πόλη Ερμπίλ του Ιράκ, τόσο ως προς την καταλληλότητά τους για τις βιοτικές κοινότητες όσο και για ανθρώπινη κατανάλωση (*Ramakrishnaiah* 2009). Ο δείκτης χρησιμοποιεί 9 παραμέτρους (θολερότητα, ηλεκτρική αγωγιμότητα, ολικά διαλυμένα στερεά, pH, αλκαλικότητα, σκληρότητα, ασβέστιο, μαγνήσιο και νιτρικά άλατα), αξιοποιώντας τις παραμετρικές τιμές που ορίζει ο

(WHO 2006) και κατηγοριοποιεί το νερό σε 4 βαθμίδες ποιότητας όπως αυτές φαίνονται στον Πίνακα 4.6.

Πίνακας 4.6 Κατηγοριοποίηση ποιότητας νερού με βάση την τιμή του WQI

Τιμή WQI	Κατάσταση ποιότητας νερού
<50	Εξαιρετική
50-100	Καλή
100-200	Μέτρια
200-300	Πολύ μέτρια
>300	Μη αποδεκτή

Ο υπολογισμός του δείκτη γίνεται με βάση την μέθοδο του σταθμισμένου αριθμητικού μέσου. Η μεταβλητή q_i είναι ένας παράγοντας που εκφράζει την σχετική τιμή της παραμέτρου σε σύγκριση με το αντίστοιχο ανώτατο επιτρεπτό όριο της και υπολογίζεται όπως στην εξίσωση 4.7 (Yisa and Jimoh 2010).

$$q_i = \frac{100 (V_n - V_i)}{V_s - V_i} \quad (4.7)$$

όπου, V_s =παραμετρική τιμή της παραμέτρου,

V_i = η ιδανική τιμή της παραμέτρου.

Στις περισσότερες περιπτώσεις ισχύει $V_i=0$ εκτός από συγκεκριμένες παραμέτρους όπως το pH, τα διαλυμένο οξυγόνο κλπ. Για τις παραμέτρους αυτές η ποιοτική αξιολόγησή τους γίνεται με βάση τις εξισώσεις 4.8 και 4.9:

$$q_{pH} = \frac{100 (V_{pH} - 7.0)}{8.5 - 7.0} \quad (4.8)$$

$$q_{DO} = \frac{100 (V_{DO} - 14.6)}{5.0 - 14.6} \quad (4.9)$$

Στον Πίνακα 4.7 παρουσιάζονται οι 9 παράμετροι που χρησιμοποιεί ο δείκτης καθώς και τα βάρη τους τα οποία υπολογίζονται με βάση την εξίσωση 4.10.

$$W_i = 1/S_i \quad (4.10)$$

όπου, W_i = μονάδα βάρους της παραμέτρου i

S_i = παραμετρική τιμή της παραμέτρου i

Πίνακας 4.7 Παραμετρικές τιμές και μονάδες βάρους ανά παράμετρο του δείκτη του Tota

Παράμετρος	Μονάδα	Παραμετρική τιμή	Μονάδα βάρους (W_i)
Θολερότητα	NTU	5	0.2
Ηλεκτρική Αγωγιμότητα	$\mu\text{S}/\text{cm}$	1000	0.001
Ολικά Διαλυμένα Στερεά	mg/L	500	0.002
pH	κλίμακα pH	6.5-8.5	0.133
Αλκαλικότητα	mgCaCO ₃ /L	200	0.005
Ολική Σκληρότητα	mgCaCO ₃ /L	200	0.005
Ασβέστιο	mg/L	100	0.01
Μαγνήσιο	mg/L	30	0.033
Νιτρικά	mg/L	50	0.02

Τέλος, το αποτέλεσμα του δείκτη δίνεται με βάση την εξίσωση 4.11:

$$WQI = \frac{\sum_{i=1}^9 q_i W_i}{\sum_{i=1}^9 W_i} \quad (4.11)$$

4.2.6. Ο δείκτης CCME - WQI

Ο δείκτης CCME-WQI είναι ένας από τους πιο συχνά χρησιμοποιούμενους δείκτες και αναπτύχθηκε από το Συμβούλιο των Υπουργείων Περιβάλλοντος του Καναδά (Canadian Council of Ministers of the Environment 2001) με στόχο να αποτελέσει ένα επικοινωνιακό εργαλείο επιστημονικής βάσης, το οποίο θα αξιολογεί ποιοτικά δεδομένα διαφόρων μεταβλητών βάσει σαφώς ορισμένων από το χρήστη ποιοτικών ορίων. Μαθηματικά ο δείκτης συνδυάζει εκτιμήσεις τριών ποιοτικών παραμέτρων (έκταση, συχνότητα, μέγεθος) για την παραγωγή του τελικού αδιάστατου αποτελέσματος, το οποίο είναι ένας αριθμός μεταξύ 0 και 100, με το 100 να εκφράζει εξαιρετική ποιότητα ενώ το 0 κακή ποιότητα (CCME 2001,2003). Με βάση το αποτέλεσμα αυτό ο υδατικός πόρος που αξιολογείται κάθε

φορά κατατάσσεται σε μία από τις πέντε κατηγορίες: εξαιρετικός, καλός, μέτριος, οριακός, κακός.

Η παράμετρος της έκτασης προσδιορίζει τον αριθμό των μεταβλητών που δεν ανταποκρίνονται στους στόχους/όρια που έχουν τεθεί, η παράμετρος της συχνότητας προσδιορίζει τον αριθμό των περιπτώσεων που αυτοί οι στόχοι/όρια δεν ικανοποιούνται, ενώ η παράμετρος του μεγέθους εκφράζει τον βαθμό στον οποίον τα εξεταζόμενα δείγματα αποκλίνουν από τα αντίστοιχα ποιοτικά όρια (CCME 2001). Για λόγους απλοποίησης, έχει αναπτυχθεί ειδικό ελεύθερο λογισμικό υπολογισμού του δείκτη στο διαδίκτυο, το οποίο περιέχει όλες τις απαραίτητες εξισώσεις για τους χρήστες προκειμένου να προσδιορίσουν την αριθμητική τιμή του CCME-WQI και να αξιολογήσουν σχετικά εύκολα την ποιότητα ενός υδατικού πόρου (CCME 2001). Για τον υπολογισμό του CCME-WQI είναι απαραίτητη η επιλογή τουλάχιστον τεσσάρων ποιοτικών παραμέτρων νερού και με τουλάχιστον τέσσερις δειγματοληψίες. Ακόμα, εφόσον δεν προσδιορίζεται από το CCME (2001) ο μέγιστος αριθμός δειγμάτων ή μεταβλητών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν, ο χρήστης καλείται να κρίνει ο ίδιος με επιστημονικά κριτήρια ποιες και πόσες μεταβλητές πρέπει να επιλεγούν προκειμένου να περιγράψουν όσο το δυνατόν καλύτερα την ποιοτική κατάσταση ενός υδατικού πόρου (Alexakis et al. 2016).

Η δυνατότητα συνδυασμού πλήθους μετρήσεων διαφορετικών ποιοτικών μεταβλητών και η αναπαράσταση αυτών μέσω μίας μόνο τιμής συνιστούν τα πλεονεκτήματα του δείκτη CCME-WQI. Ωστόσο, ο δείκτης αυτός δεν παρέχει τη δυνατότητα εφαρμογής σε διαφορετικού τύπου οικοσυστήματα, ενώ είναι πιθανό τα εξαγόμενα αποτελέσματα να παρουσιάζουν σημαντική ευαισθησία ανάλογα με τον τρόπο διαμόρφωσης του δείκτη και τα δεδομένα της κάθε μελέτης περίπτωσης (Alexakis et al. 2016). Παρόλα αυτά, η διαμόρφωση του συγκεκριμένου δείκτη δεν αποβλέπει στην κατάργηση ή την αντικατάσταση μίας λεπτομερούς ανάλυσης των ποιοτικών μεταβλητών, αλλά περισσότερο στη δημιουργία ενός εργαλείου στη διάθεση των αρμόδιων για τη διαχείριση της ποιότητας του νερού φορέων, προκειμένου να επικοινωνήσουν τη συνολική ποιοτική κατάσταση του εκάστοτε υδατικού πόρου (Roopam et al. 2013).

4.2.7. Άλλοι Δείκτες Ποιότητας Νερού

Στον Πίνακα 4.8 που ακολουθεί, παρουσιάζονται συνοπτικά ακόμα μερικά παραδείγματα συχνά χρησιμοποιούμενων δεικτών ποιότητας νερού. Στον Πίνακα αυτόν παρουσιάζονται επίσης οι παράμετροι που χρησιμοποιούν οι δείκτες, οι υποδείκτες SI_i , τα βάρη w_i που καθορίζονται σε κάθε περίπτωση, το μοντέλο συνυπολογισμού των υποδεικτών καθώς και το εύρος των αποτελεσμάτων κάθε δείκτη (Abbasi and Abbasi, 2012).

Πίνακας 4.8 Παραδείγματα άλλων συχνά χρησιμοποιούμενων Δεικτών Ποιότητας Νερού

Index	Parameter	Subindex, SI_i	W_i	Aggregation formulation	Range of WQI
NSF-WQI (Brown et al. 1970)	DO (%)	142 experts drew curves for raw data and assigned a value ranging from 0 (<i>worst</i>) to 100 (<i>best</i>) and final curves were obtained with the weighting curves for each parameter	0.17	$\sum_{i=1}^N SI_i W_i$	0-25 = very bad
	FC, MPN/100 mL		0.16		26-50 = bad
	pH		0.11		51-70 = regular
	BOD ₅ (ppm)		0.11		71-90 = good
	Nitrates (ppm)		0.10		91-100 = excellent
	Total phosphates (ppm)		0.10		
	Temp. (°C)		0.10		
	Turbidity, NTU/JTU		0.08		
	Total solids (ppm)		0.07		
O-WQI (Dunnette 1979; Cude 2001)	Temp (°C)	1, <i>a</i>	$\sqrt{\frac{N}{\sum_{i=2}^N \frac{1}{SI_i^2}}}$	10-59 = very poor	
	DO (%)	1,2		60-79 = poor	
	BOD ₅ (mg/L)	2		80-84 = fair	
	pH	2		85-89 = good	
	Ammonia+Nitrate nitrogen (mg/L)	2		90-100 = excellent	
	Total phosphorus (mg/L)	1, <i>b</i>			
	Total solids (mg/L)	2			
	FC (#/100 mL)	2			
PW-WQI (Pesce and Wunderlin 2000)	DO (mg/L)	4	$\frac{\sum_{i=1}^3 SI_i}{3}$	0 = minimum quality	

Πίνακας 4.8(συνέχεια) Παραδείγματα άλλων συχνά χρησιμοποιούμενων Δεικτών Ποιότητας Νερού

Index	Parameter	Subindex, SI_i	W_i	Aggregation formulation	Range of WQI
CPCB – WQI (Sarkar and Abbasi 2006)	Conductivity ($\mu\text{S}/\text{cm}$)				100 = maximum quality
	Turbidity, NTU				
	DO (%)	3	0.31	$\sum_{i=1}^N SI_i W_i$	<38 = bad to very bad 38-50 = bad
	BOD ₅ (mg/L)	3	0.19		50-63 = medium to good
	pH	3	0.22		63-100 = good to excellent
River pollution index (RPI) (Liou et al. 2004)	FC (MPN/100 mL)	5	0.28		
	DO (mg/L)	4		$SI_{\text{temp}} \cdot SI_{\text{pH}} \cdot SI_{\text{tox}} \left[\sum_{i=1}^3 SI_i W_i \times \sum_{j=1}^2 SI_j W_j \times \sum_{k=1}^1 SI_k \right]^{1/3}$	Value varies from 0-64.8 and are divided into nonpolluted, lightly polluted, moderately polluted, and grossly polluted
	BOD ₅ (mg/L)				
	Ammonia nitrogen (mg/L)			SI_j = subindex for two particulate parameters	
	Suspended solids (mg/L)			SI_k = sub-index for FC	
	Turbidity (NTU)			SI_i = sub -index for last three parameter	
	Temp. (°C)				
	FC (MPN/100 m/L)				
	pH				
	Toxicity				
S-WQI (Said et al. (2004)	DO (%)			$\log \left[\frac{DO^{1.5}}{(3.8)^{TP} (\text{Turb})^{TP} 15^{FC/1000} + 0.14(\text{Con})^{0.5}} \right]$	<1 = poor
	Con ($\mu\text{S}/\text{cm}$)				<2 = marginal and remediation
	Turbidity, Turb (NTU)				3-2 = acceptable
	FC, MPN/100 mL				3 = very good
	Total phosphorus, TP (mg/L)				0 = minimum quality
ISQA*	Temp. (°C)	3		$SI_{\text{TEMP}}(SI_{\text{FOC}} + SI_{\text{SS}} + SI_{\text{DO}} + SI_{\text{Con}})$	100 = maximum quality
	TOC (mg/L)	3			
	SS (mg/L)	3			
	DO (mg/L)	3			
	Con ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	5			
	Not fixed	F_1 : scope (% of variables that do not meet their objectives at least once); F_2 : frequency (% of individual tests that do not meet their objectives); F_3 : amplitude (amount by which failed tests do not meet their objectives)			$100 - \left(\frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1.732} \right)$

Πίνακας 4.8(συνέχεια) Παραδείγματα άλλων συχνά χρησιμοποιούμενων Δεικτών Ποιότητας Νερού

Index	Parameter	Subindex, SI _i	W _i	Aggregation formulation	Range of WQI
S-T WQI	Not fixed	Monotonically decreasing		$\left[1 - N + \sum_{i=1}^N SI_i^{-\log_2(N-1)}\right]^{-1/\log_2 N - 1}$	0-0.25 = poor
(Swamee and Tyagi 2007)		Subindices,			0.26-0.50 = fair
		$SI = \left(1 + \frac{P}{P_C}\right)^{-m}$			0.51-0.70 = medium/average
		Nonuniformly decreasing subindices,			0.71-0.90 = good
		$SI = \frac{1 + \left(\frac{P}{P_T}\right)^4}{1 + 3\left(\frac{P}{P_T}\right)^4 + 3\left(\frac{P}{P_T}\right)^8}$			0.91-1.0 = excellent
		Unimodal subindices,			
		$SI = \frac{qr + (n+q)(1-r) + \left(\frac{P}{P_C}\right)^r}{q + n(1-r)\left(\frac{P}{P_C}\right)^{n+q}}$			

5 ΑΡΧΕΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΕΝΟΣ ΔΕΙΚΤΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ

5.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Για την ανάπτυξη και κατασκευή ενός Δείκτη Ποιότητας Νερού συνήθως ακολουθούνται τα τέσσερα παρακάτω βήματα. Ανάλογα όμως με τον στόχο που έχει τεθεί είναι πιθανόν να μεσολαβήσουν επιπρόσθετα βήματα (Abbasi and Abbasi 2012):

1. Η επιλογή παραμέτρων.
2. Ο μετασχηματισμός των παραμέτρων διαφορετικών μονάδων και διαστάσεων σε μια κοινή κλίμακα (κανονικοποίηση).
3. Ο καθορισμός του βάρους της κάθε παραμέτρου με βάση τη σημαντικότητά της
4. Ο καθορισμός του τρόπου συνυπολογισμού όλων των υποδεικτών προκειμένου να παραχθεί το τελικό αποτέλεσμα.

Από τα παραπάνω, τα βήματα 1, 2 και 4 είναι απαραίτητα για όλους τους δείκτες ενώ υπάρχουν περιπτώσεις δεικτών που αγνοούν το βήμα 3 κατά την διαδικασία κατασκευής και μορφοποίησής τους.

Με την χρήση ενός Δείκτη Ποιότητας Νερού οποιοσδήποτε μπορεί να κρίνει την καταλληλότητα ενός υδάτινου σώματος για συγκεκριμένο τύπο χρήσης αλλά μπορεί και επίσης εύκολα να συγκρίνει την ποιότητα δύο διαφορετικών υδάτινων σωμάτων. Η διαδικασία όμως κατασκευής και μορφοποίησης ενός τέτοιου δείκτη δεν κρίνεται καθόλου εύκολη κυρίως λόγω της εμπλοκής αβεβαιοτήτων και πολυπλοκότητας.

Με βάση τα παραδείγματα δεικτών που παρουσιάστηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια και τη διαφορετική κατηγορία χρήσης που ανήκει ο κάθε δείκτης γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι ειδικά τα βήματα 1 (επιλογή παραμέτρων) και 3 (καθορισμός βάρους της κάθε παραμέτρου) περιέχουν μεγάλη δόση υποκειμενικότητας και προσωπικής κρίσης του μελετητή-ερευνητή. Καμία τεχνική κατασκευής δεικτών ποιότητας δεν μπορεί να προσφέρει 100% αντικειμενικότητα στα βήματα 1 και 3. Ακόμα και στην περίπτωση που η επιλογή των παραμέτρων γίνει με βάση στατιστική ανάλυση μεγάλου όγκου παλαιότερων δεδομένων, σχετικά αντικειμενική διαδικασία, προκύπτουν μεγάλες αβεβαιότητες και ατέλειες.

Η μόνη τεχνική που πιθανόν να μειώνει την υποκειμενικότητα και την ανακρίβεια κατά την κατασκευή και μορφοποίηση ενός Δείκτη Ποιότητας Νερού είναι η συλλογή πολλών διαφορετικών απόψεων από ειδικούς σε θέματα ποιότητας νερού και αυτή η συλλογή απόψεων να γίνει κατά τα πρότυπα του δείκτη NSF-WQI (Brown 1970) που περιγράφηκε αναλυτικά σε προηγούμενο κεφάλαιο.

5.2. Η ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

Είναι γνωστό πως ένα δείγμα νερού μπορεί να περιέχει εκατοντάδες συστατικά, συμπεριλαμβανομένων στοιχείων σε ουδέτερη ή ιοντική μορφή (μέταλλα, μη-μέταλλα, μεταλλοειδή), οργανικά στοιχεία (παρασιτοκτόνα, απορρυπαντικά, άλλα οργανικά βιομηχανικής ή φυσικής προέλευσης), ανιόντα όπως ανθρακικά, διττανθρακικά, θειϊκά, νιτρικά, νιτρώδη κλπ. Ακόμα, ένα δείγμα νερού μπορεί να περιέχει διαλυμένα στερεά τα οποία με τη σειρά τους αποτελούνται από περίπλοκες χημικές ενώσεις, να περιέχει ραδιενέργεια και να έχει χρώμα και οσμή. Τέλος μπορεί να περιέχει παθογόνα βακτήρια, μύκητες κλπ.

Ένας Δείκτης Ποιότητας Νερού θα ήταν εξαιρετικά δύσχρηστος στην περίπτωση που χρησιμοποιούσε κάθε πιθανό περιεχόμενο συστατικό στοιχείο του δείγματος. Για τον λόγο αυτό, πρέπει να γίνει τέτοια επιλογή παραμέτρων έτσι ώστε το αποτέλεσμα του δείκτη να αντικατοπτρίζει ικανοποιητικά τη γενικότερη ποιότητα του νερού για συγκεκριμένη χρήση. Έτσι, οι Δείκτες Ποιότητας Νερού κατασκευάζονται στη βάση επιλογής λίγων παραμέτρων οι οποίες θεωρούνται πως έχουν αυξημένη επιρροή στην συνολική ποιότητα του νερού.

Στο σημείο αυτό, όπως αναφέρθηκε και στη προηγούμενη παράγραφο, το στοιχείο της υποκειμενικότητας είναι ιδιαίτερα έντονο. Πολλοί διαφορετικοί ειδικοί σε θέματα ποιότητας νερού είναι πιθανόν να έχουν διαφορετική άποψη για τη σημαντικότητα μιας παραμέτρου ακόμα και όταν πρόκειται για νερό που εξετάζεται για την καταλληλότητα του σε ίδιου τύπου χρήση (π.χ. ανθρώπινη κατανάλωση). Για παράδειγμα, ένας ειδικός σε ιατρικά θέματα μπορεί να θεωρεί ένα δείγμα νερού το οποίο δεν περιέχει κανένα βλαβερό συστατικό αλλά έχει περίεργη οσμή ως πολύ καλό. Κατά την άποψή του η παράμετρος της οσμής παίζει ελάχιστο ρόλο στην γενικότερη ποιότητα του συγκεκριμένου δείγματος νερού. Όμως σε άλλους, η περίεργη οσμή στο πόσιμο νερό μπορεί να είναι ανεπίτρεπτη και για το λόγο αυτό να θεωρούν πως η οσμή θα πρέπει να αποτελεί την παράμετρο «κλειδί» σε οποιοδήποτε Δείκτη Ποιότητας Νερού για ανθρώπινη κατανάλωση.

Σημαντικό στοιχείο ακόμα αποτελεί και το γεγονός πως τα ανώτατα επιτρεπόμενα όρια των φυσικοχημικών και μικροβιολογικών παραμέτρων δεν είναι κοινά σε όλες τις χώρες του κόσμου. Επιπρόσθετα, αυτά διαρκώς αναθεωρούνται με βάση τα συμπεράσματα επιστημονικών ερευνών που γίνονται για την αξιολόγηση, τη χρησιμότητα ή την επικινδυνότητά των στοιχείων αυτών για τον ανθρώπινο οργανισμό και το περιβάλλον.

Έτσι, η επιλογή των παραμέτρων συνοδεύεται με αβεβαιότητα και υποκειμενικότητα, ενώ επηρεάζει ιδιαίτερα και τη χρησιμότητα του Δείκτη Ποιότητας Νερού. Χρειάζεται μεγάλη προσοχή και εμπειρία προκειμένου να εξασφαλισθεί ότι όλες οι αντιπροσωπευτικές παράμετροι έχουν περιληφθεί στην κατασκευή, μορφοποίηση και χρήση ενός Δείκτη Ποιότητας Νερού.

Στην περίπτωση που κρίνεται σκόπιμο να μειωθεί η υποκειμενικότητα στην επιλογή των παραμέτρων, η διενέργεια στατιστικών αναλύσεων ίσως είναι βοηθητική προς αυτή την κατεύθυνση. Όμως, ενώ θεωρητικά τέτοιες προσεγγίσεις γενικά κρίνονται αντικειμενικές,

είναι πιθανό να οδηγήσουν σε εσφαλμένα αποτελέσματα επειδή οι συσχετίσεις μεταξύ των δεδομένων μπορεί να προκύπτουν ευκαιριακά και δεν είναι απαραίτητο ότι έχουν προκύψει από σχέση αιτίου-αποτελέσματος. Για παράδειγμα, τα δεδομένα του χλωρίου σε μια περιοχή είναι πολύ πιθανόν να συσχετίζονται με τα δεδομένα εξαφάνισης ενός είδους ψαριού, αλλά στην πραγματικότητα αυτά τα δύο μπορεί να μην έχουν καμία απολύτως σχέση (Abbasi and Abbasi 2012).

5.3. Η ΚΑΝΟΝΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

Οι διαφορετικές ποιοτικές παράμετροι του νερού εκφράζονται σε διαφορετικές μονάδες. Για παράδειγμα, η θερμοκρασία εκφράζεται σε βαθμούς Κελσίου ή Fahrenheit, τα κολοβακτηρίδια σε αριθμούς, η ηλεκτρική αγωγιμότητα σε mS/cm, ενώ τα περισσότερα χημικά στοιχεία σε mg/L. Επίσης, από παράμετρο σε παράμετρο τα εύρη των τιμών μπορεί να διαφέρουν αισθητά. Για παράδειγμα, το διαλυμένο οξυγόνο σπάνια θα ξεπεράσει το εύρος 0-12 mg/L, ενώ το νάτριο μπορεί να εμφανίσει τιμές στο εύρος 0-1000 mg/L ή και περισσότερο. Τοξικά στοιχεία όπως ο υδράργυρος σπάνια εμφανίζονται σε συγκεντρώσεις άνω του 1 mg/L, ενώ σχεδόν πάντοτε στοιχεία όπως το χλώριο και τα θειικά εμφανίζονται σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες του 1 mg/L.

Μία πολύ σημαντική διαπίστωση σε σχέση με το θέμα της κανονικοποίησης των παραμέτρων είναι και το γεγονός πως οι ποιοτικές παράμετροι του νερού είναι πιθανόν να έχουν εντελώς διαφορετική σχέση συγκέντρωσης-επιρροής. Για παράδειγμα, ένα δείγμα νερού το οποίο έχει συγκέντρωση σε χλώριο της τάξης των 10 mg/L μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι το ίδιο κατάλληλο και με ένα δείγμα νερού που περιέχει 15 φορές περισσότερο χλώριο. Αντίθετα, ένα δείγμα νερού που περιέχει 0,001 mg/L υδραργύρου κρίνεται αποδεκτό μεν για ανθρώπινη κατανάλωση αλλά δεν συμβαίνει το ίδιο όμως και στην περίπτωση που έχει έστω και διπλάσια συγκέντρωση.

Με βάση τα παραπάνω, προτού γίνει η μορφοποίηση και κατασκευή του δείκτη ποιότητας θα πρέπει όλες οι συγκεντρώσεις των παραμέτρων να μετατραπούν σε μία κοινή κλίμακα συνήθως με εύρος από 0 έως 1. Κάποιοι δείκτες ποιότητας χρησιμοποιούν για αυτή την κανονικοποίηση την κλίμακα από 0 έως 100 αλλά στην ουσία πρόκειται για κοσμητική και μόνο διαφορά.

5.3.1. Υποδείκτες

Ένας δείκτης της συνολικής ποιότητας του νερού μπορεί να εμπεριέχει διάφορους υποδείκτες. Οι υποδείκτες, ένας για κάθε επιλεγμένη παράμετρο, κατασκευάζονται με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε οι μονάδες τους και το εύρος των συγκεντρώσεων κάθε παραμέτρου (από τα εξαιρετικά αποδεκτά επίπεδα έως τα εντελώς μη αποδεκτά) να μετατρέπονται σε μία απλή κλίμακα.

Αν θεωρήσουμε έναν αριθμό από n ρύπους και μεταβλητές $(X_1, X_2, \dots, X_i, X_n)$, τότε για κάθε μεταβλητή X_i , ο υποδείκτης I_i υπολογίζεται σύμφωνα με την συνάρτηση υποδείκτη $f_i(X_i)$:

$$I_i = F_i(X_i) \quad (5.1)$$

Στους περισσότερους δείκτες, διαφορετικές μαθηματικές συναρτήσεις χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των υποδεικτών των διαφορετικών παραμέτρων-μεταβλητών αποδίδοντας έτσι συναρτήσεις της μορφής $f_1(X_1), f_2(X_2), f_3(X_3), \dots, f_n(X_n)$. Τέτοιες συναρτήσεις μπορεί να αποτελούνται από απλά γινόμενα, από τις παραμέτρους-μεταβλητές υψωμένες σε κάποια δύναμη ή και από άλλες συναρτησιακές σχέσεις.

Μετά τον υπολογισμό των υποδεικτών, ακολουθεί η διαδικασία συνυπολογισμού των υποδεικτών με βάση μια δεύτερη μαθηματική διαδικασία προκειμένου να διαμορφωθεί το τελικό αποτέλεσμα του δείκτη μέσω της συνάρτησης συνυπολογισμού που έχει την ακόλουθη γενική μορφή:

$$I = g(I_1, I_2, \dots, I_n) \quad (5.2)$$

Η συνάρτηση (5.2), συνήθως είναι είτε το άθροισμα των υποδεικτών, είτε το γινόμενο όλων ή μερικών από τους υποδείκτες ή κάποιου άλλου τύπου μαθηματική διαδικασία συνυπολογισμού.

Οι υποδείκτες μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε έναν από τους παρακάτω γενικούς τύπους:

1. Γραμμικοί
2. Μη γραμμικοί
3. Τμηματικά γραμμικοί
4. Τμηματικά μη γραμμικοί

5.4. Ο ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΒΑΡΩΝ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

Όπως αναλύθηκε σε προηγούμενο εδάφιο η επιλογή των παραμέτρων είναι τόσο απαραίτητη όσο και προκλητική διαδικασία έτσι ώστε να επιλεγούν λίγες από τις εκατοντάδες ποιοτικές παράμετρους του νερού με τέτοιο τρόπο, ώστε να επιτυγχάνεται ισορροπία μεταξύ του μεγέθους του δείκτη, της αυθεντικότητας-αξιοπιστίας των δεδομένων της ποιότητας του νερού καθώς και της αποτελεσματικότητας του δείκτη.

Όμως ακόμα και μετά την επιλογή 10-20 παραμέτρων, παραμένει το πρόβλημα του καθορισμού του βάρους της κάθε παραμέτρου. Επειδή όλες οι επιλεγμένες παράμετροι θεωρούνται σημαντικές ως παράγοντες της ποιότητας του νερού, είναι γεγονός πως στην πραγματικότητα δεν έχουν όλες την ίδια σημαντικότητα. Έτσι, μεταξύ των επιλεγμένων παραμέτρων κάποιες θα έχουν αυξημένη βαρύτητα-σημαντικότητα σε σχέση με άλλες.

Κάποιοι δείκτες ποιότητας νερού δίνουν ίσα βάρη σε όλες τις επιλεγμένες παραμέτρους. Όμως στις περισσότερες περιπτώσεις δεικτών ποιότητας νερού δίνονται διαφορετικά βάρη στις διάφορες παραμέτρους. Ο καθορισμός του βάρους μοιάζει με την διαδικασία επιλογής των παραμέτρων σε ότι αφορά την υποκειμενικότητα που υπεισέρχεται στην όλη διαδικασία. Για το λόγο αυτό, ειδικά διαμορφωμένες τεχνικές συλλογής γνώμων και απόψεων όπως η μέθοδος Delphi (Abbasi and Arya 2000) χρησιμοποιούνται προκειμένου να μειώσουν την υποκειμενικότητα και να βελτιώσουν την αξιοπιστία. Αξίζει εδώ να σημειωθεί ότι η μέθοδος Delphi είναι μία πολύπλοκη και χρονοβόρα διαδικασία. Αυτός ίσως είναι και ο λόγος που δεν βρίσκουμε τόσους νέους δείκτες ποιότητας νερού βασισμένους σε αυτήν την μέθοδο.

5.5. Ο ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ ΣΥΝΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΥΠΟΔΕΙΚΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΤΕΛΙΚΟΥ ΔΕΙΚΤΗ

Στο τελικό βήμα, οι υποδείκτες συνυπολογίζονται προκειμένου να παραχθεί το τελικό αποτέλεσμα του δείκτη ποιότητας νερού. Πολλοί τρόποι συνυπολογισμού είναι δυνατοί με κυριότερους τους παρακάτω:

Αθροιστικός συνυπολογισμός: Σε αυτόν τον τρόπο συνυπολογισμού, οι υποδείκτες συνδυάζονται μέσω αθροίσματος (π.χ. αριθμητικός μέσος). Αυτός ο τρόπος συνυπολογισμού υποδεικτών αποτελεί τον πιο συχνά χρησιμοποιούμενο αφού δείκτες όπως του Horton(1965), του Brown (1970), του Prati (1971), του Dinius (1972) και του Otto (1978) -μεταξύ άλλων- είναι βασισμένοι σε αυτό το μοντέλο.

Πολλαπλασιαστικός συνυπολογισμός: Σε αυτόν τον τρόπο συνυπολογισμού, οι υποδείκτες συνδυάζονται μέσω γινομένου (π.χ. γεωμετρικός μέσος). Οι δείκτες του Landwehr (1974), του Walski and Parker (1974), του Bhargava (1985), του Dinius (1987) και άλλοι έχουν βασιστεί σε αυτό το μοντέλο συνυπολογισμού υποδεικτών.

Λογικός συνυπολογισμός: Στο λογικό συνυπολογισμό, οι υποδείκτες συνδυάζονται μέσω λογικής διαδικασίας (π.χ. μέγιστη ή ελάχιστη τιμή μιας παραμέτρου). Ο δείκτης του Smith (1990) αποτελεί παράδειγμα αυτού του μοντέλου συνυπολογισμού.

Τέλος, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ο συνδυασμός των παραπάνω τρόπων συνυπολογισμού. Τέτοια παράδειγμα δεικτών αποτελούν οι δείκτες του Inhaber (1975) και του Dojlido (1974).

5.6. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΣΥΝΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΥΠΟΔΕΙΚΤΩΝ

5.6.1. Ασάφεια ή αβεβαιότητα

Η ασάφεια ή αβεβαιότητα είναι το χαρακτηριστικό ενός δείκτη ποιότητας ο οποίος μπορεί να δείχνει ότι η ποιότητα νερού είναι χαμηλή (μη αποδεκτή) όταν οι επιμέρους υποδείκτες δείχνουν να κινούνται σε ικανοποιητικά επίπεδα. Προφανώς αυτό οφείλεται στον μηχανισμό συνυπολογισμού των υποδεικτών που μετατρέπει τα σχετικά ικανοποιητικά αποτελέσματα των υποδεικτών σε χαμηλό αποτέλεσμα για τον τελικό δείκτη.

5.6.2. Συμψηφισμός

Ο συμψηφισμός είναι το χαρακτηριστικό ενός δείκτη ο οποίος μπορεί να δείχνει καλή ποιότητα για το νερό με έναν ή περισσότερους υποδείκτες να δείχνουν το αντίθετο (δηλαδή να βρίσκονται εκτός των επιτρεπόμενων ορίων). Αυτό προφανώς οφείλεται στο γεγονός ότι το μοντέλο συνυπολογισμού συντελεί ώστε να δημιουργούνται συμψηφισμοί στην απόδοση των επιμέρους παραμέτρων και πολλές φορές οι συμψηφισμοί αυτοί να αποδίδουν παράλογα αποτελέσματα.

5.6.3. Αντιπροσωπευτικότητα

Ένας δείκτης ποιότητας θεωρείται “αντιπροσωπευτικός” αν δεν επηρεάζεται από κάποια ή κάποιες ακραίες τιμές ενός υποδείκτη. Με άλλα λόγια, ένας αντιπροσωπευτικός δείκτης της ποιότητας δεν πρέπει να παρασύρεται από μια μόνο παράμετρο που έχει πιθανόν πολύ μικρή επίδοση, αλλά να αποδίδει τη συνολική κατάσταση της ποιότητας του νερού.

5.6.4. Ευαισθησία

Η ευαισθησία είναι ένα θετικό χαρακτηριστικό ενός δείκτη που βοηθά στις συγκρίσεις μεταξύ δειγμάτων νερού διακρίνοντας καθαρά ποιο δείγμα υπερτερεί του άλλου από πλευράς ποιότητας. Ένας ευαίσθητος δείκτης καλύπτει γενικά ένα μεγαλύτερο εύρος τιμών σε σύγκριση με ένα λιγότερο ευαίσθητο δείκτη.

5.6.5. Ακαμψία

Η ακαμψία είναι ένα αρνητικό χαρακτηριστικό ενός δείκτη ποιότητας και αντιπροσωπεύει την αδυναμία του δείκτη να περιλάβει και άλλες παραμέτρους (υποδείκτες) πέρα των αρχικών. Για παράδειγμα, πολλές φορές μπορεί ένας οργανισμός υπεύθυνος για την αξιολόγηση της ποιότητας του νερού να χρησιμοποιεί έναν γενικό δείκτη ποιότητας νερού, αλλά να θέλει να προσθέσει μία ή περισσότερες παραμέτρους. Αυτό μπορεί να συμβεί όταν σε μία συγκεκριμένη τοποθεσία ο δείκτης δείχνει καλή ποιότητα νερού αλλά το νερό ίσως να περιέχει συστατικά ακατάλληλα τα οποία απλώς ο δείκτης δεν τα περιλαμβάνει στον υπολογισμό του. Ακόμα, ένας τέτοιος οργανισμός μπορεί να χρησιμοποιεί έναν δείκτη ποιότητας νερού, που αναπτύχθηκε και κατασκευάστηκε για μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή, και να πρέπει να χρησιμοποιηθεί σε μία άλλη περιοχή όπου το κλίμα και άλλες

περιβαλλοντικές συνθήκες να είναι εντελώς διαφορετικές. Για να μπορέσει έτσι ο οργανισμός να χρησιμοποιήσει αυτόν τον δείκτη και να έχει αξιόπιστα αποτελέσματα θα πρέπει ίσως να κάνει κάποιες αλλαγές που αφορούν τον αριθμό των ποιοτικών παραμέτρων που χρησιμοποιούνται (δηλαδή να προσθέσει παραμέτρους).

Έτσι, η ακαμψία σχετίζεται με τον αριθμό (N) των υποδεικτών. Όταν νέοι υποδείκτες προστίθενται στο μοντέλο συνυπολογισμού, τότε μπορεί εξαιτίας της ακαμψίας, να αλλάζει η τιμή του τελικού δείκτη αναντίστοιχα από την επιρροή και τα μεγέθη των υποδεικτών (Swamee and Tyagi 2000, 2007).

Τα περισσότερα από τα μοντέλα συνυπολογισμού δεν έχουν προβλέψει το ενδεχόμενο προσθήκης μίας ή περισσότερων παραμέτρων στις ήδη προεπιλεγμένες ποιοτικές παραμέτρους του νερού.

6 Ο ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΕΜΦΙΑΛΩΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ ΒWQI

6.1. ΓΕΝΙΚΑ

Στα προηγούμενα κεφάλαια παρουσιάσθηκε ένας μεγάλος αριθμός από δείκτες ποιότητας νερού που αναφέρονται γενικά στην ποιότητα του νερού υδάτινων σωμάτων που βρίσκονται στη φύση και επομένως έχουν πιθανόν δεχθεί την επίδραση διάφορων ρύπων.

Στην περίπτωση που το νερό προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση προσανατολιζόμαστε σε υδάτινα σώματα κατά το μάλλον ή ήττον προστατευμένα από διάφορους ρύπους. Συνεπώς, σ'αυτή την περίπτωση, αναφερόμαστε σε νερά καλής γενικά ποιότητας που με κάποια επεξεργασία (ή και σε συγκεκριμένες περιπτώσεις χωρίς επεξεργασία) μπορούν να δίνονται για ανθρώπινη κατανάλωση.

Τέλος, το νερό που φτάνει στον καταναλωτή για οικιακή χρήση είναι προφανές ότι πρέπει να είναι κατάλληλης ποιότητας ώστε να είναι πόσιμο και να μπορεί να χρησιμοποιείται για διαδικασίες που σχετίζονται με την υγιεινή των ανθρώπων και την παραγωγή τροφών. Στην περίπτωση δηλαδή της άμεσης χρήσης του νερού για ανθρώπινη κατανάλωση εκτιμάται ότι το νερό πρέπει να είναι απαλλαγμένο από τους σημαντικούς τουλάχιστον ρύπους.

Εντούτοις, για την αξιολόγηση τέτοιων δειγμάτων νερού που λαμβάνονται από διάφορα σημεία του δικτύου διανομής του νερού σε έναν οικισμό, πρέπει να επιλέγεται ο δείκτης που να περιλαμβάνει και παραμέτρους, που δεν είναι ίσως πιθανόν να βρεθούν με επικίνδυνες τιμές για τους ανθρώπους, αλλά πρέπει να ελέγχονται γιατί είναι κρίσιμες παράμετροι για την ανθρώπινη υγεία.

Στο κεφάλαιο αυτό επιχειρείται να διατυπωθεί ένας δείκτης ποιότητας νερού για τα εμφιαλωμένα νερά που κυκλοφορούν και είναι διαθέσιμα για άμεση χρήση από ανθρώπινους οργανισμούς όλων των ηλικιών. Όπως και στην περίπτωση του νερού που φτάνει στον καταναλωτή από τα δίκτυα ύδρευσης έτσι και το εμφιαλωμένο νερό πρέπει να είναι απαλλαγμένο από κάθε είδους ρύπανση που έχει επίδραση στην υγεία των ανθρώπινων οργανισμών. Επιπλέον, όλες οι άλλες παράμετροι (οργανοληπτικές και φυσικοχημικές) πρέπει να βρίσκονται εντός των αποδεκτών ορίων όπως αυτές περιγράφονται στις προδιαγραφές για το πόσιμο νερό του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (WHO 2006), του Environmental Protection Agency (EPA 2009) και της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Οδηγία 98/83/ΕΚ).

Ιδιαίτερα για το εμφιαλωμένο φυσικό μεταλλικό νερό (που αποτελεί μια χωριστή κατηγορία νερού για ανθρώπινη κατανάλωση), υπάρχουν ειδικές προδιαγραφές που περιγράφονται στις Οδηγίες των Διεθνών Οργανισμών, της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Οδηγία 2003/40/ΕΚ) ή της Εθνικής Νομοθεσίας κάθε χώρας.

Η φιλοσοφία στην οποία στηρίζεται ο δείκτης που προτείνεται σ'αυτό το κεφάλαιο είναι ότι:

- i. ο δείκτης πρέπει να είναι γενικός με την υπόθεση ότι το νερό χρησιμοποιείται από ανθρώπους διάφορων ηλικιών με διαφορετική κατάσταση υγείας
- ii. ο δείκτης υποθέτει την καθημερινή κατανάλωση του ίδιου εμφιαλωμένου νερού και για μακροχρόνια χρήση

Επομένως, ο δείκτης πρέπει να χρησιμοποιεί παραμέτρους και παραμετρικές τιμές του πόσιμου νερού (Οδηγία 98/83/ΕΚ). Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάποιων εμφιαλωμένων φυσικών μεταλλικών νερών που αποκλίνουν από τους γενικούς κανόνες για το πόσιμο νερό, είναι πιθανόν να αποτελούν μειονέκτημα για το συγκεκριμένο εμφιαλωμένο νερό εφόσον οι συγκεντρώσεις των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών αυτών υπερβαίνουν τα όρια που προβλέπει η νομοθεσία. Έτσι ένα φυσικό μεταλλικό νερό που περιέχει ένα στοιχείο σε μεγάλη συγκέντρωση που εξυπηρετεί συγκεκριμένες ομάδες πληθυσμού, δεν αποτελεί πλεονέκτημα αλλά μειονέκτημα για το δείκτη που προτείνεται. Για παράδειγμα, η πρόσληψη μαγνησίου σε υψηλές συγκεντρώσεις βοηθάει τους ανθρώπους με προβλήματα στο πεπτικό σύστημα, αλλά η κατανάλωσή του δεν συνιστάται για παιδιά ηλικίας κάτω των 7 ετών (Gray 1994).

Με βάση τα παραπάνω και παρά τη γενική ομολογία ότι τα εμφιαλωμένα νερά είναι γενικά πολύ καλής ποιότητας, ο δείκτης ποιότητας νερού θα πρέπει να εμπεριέχει και κάποιες παραμέτρους σημαντικές για την ανθρώπινη υγεία, παρά το γεγονός ότι δεν είναι πιθανόν στα εμφιαλωμένα νερά να ανιχνεύονται συγκεντρώσεις σε στοιχεία και ουσίες που καθιστούν τις παραμέτρους αυτές επικίνδυνες για την ανθρώπινη υγεία.

6.2. ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΜΟΡΦΗ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΕΜΦΙΑΛΩΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ BWQI

Ο δείκτης εμφιαλωμένου νερού BWQI (Bottled Water Quality Index) που προτείνεται και περιγράφεται σ' αυτό το κεφάλαιο στηρίζεται σε μια σειρά επιδιώξεων-στόχων που πρέπει να ικανοποιούνται. Οι επιδιώξεις αυτές είναι συνοπτικά:

- i. να περιέχει όλες τις κρίσιμες παραμέτρους ποιότητας του νερού
- ii. να διαθέτει ευαισθησία για τη σύγκριση μεταξύ εμφιαλωμένων νερών
- iii. να χρησιμοποιεί τις αδιάστατες τιμές των μετρήσεων των παραμέτρων (normalization)
- iv. να χρησιμοποιεί κατάλληλες συναρτήσεις που να περιγράφουν τη συμπεριφορά των τιμών των παραμέτρων σε σχέση με τις παραμετρικές τιμές που καθορίζονται από την νομοθεσία, ενώ παράλληλα να συσχετίζουν τις τιμές των μετρήσεων/συγκεντρώσεων με κατάλληλη τιμή στην κλίμακα του δείκτη
- v. να δίνει ως αποτέλεσμα συγκεκριμένη αριθμητική τιμή στην κλίμακά του
- vi. να είναι απλός και κατανοητός χρησιμοποιώντας την κλίμακα 0-1 ή 0-100%.

Με βάση τις παραπάνω επιδιώξεις, προτείνεται ο “πολλαπλασιαστικός” δείκτης BWQI που έχει την εξής μορφή:

$$BWQI = \prod_{i=1}^N SI_i^{A_i} \tag{6.1}$$

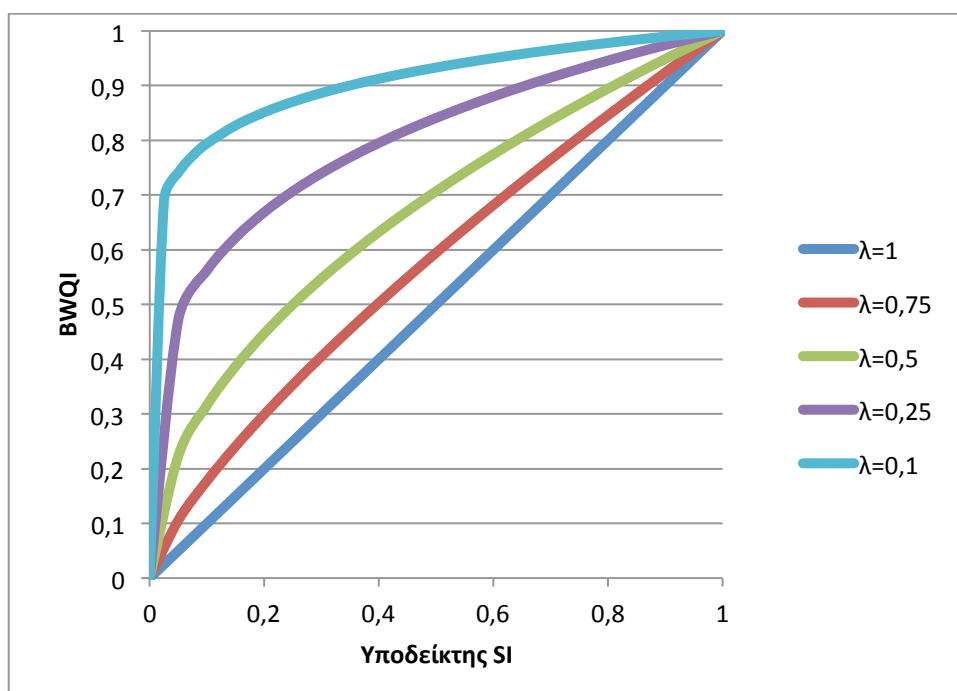
Όπου:

- S_i είναι ο υποδείκτης που αντιστοιχεί στην παράμετρο I_i ,
- λ_i είναι ο συντελεστής ευαισθησίας του υποδείκτη S_i και
- N είναι ο αριθμός των υποδεικτών δηλαδή των επιμέρους παραμέτρων που εξετάζονται.

Σημειώνεται ότι ο δείκτης ποιότητας BWQI, αλλά και οι υποδείκτες παίρνουν τιμές από 0 έως 1. Η μετατροπή των απολύτων τιμών των συγκεντρώσεων των παραμέτρων σε υποδείκτες γίνεται μέσω των σχετικών συναρτήσεων που παρουσιάζονται στην επόμενη παράγραφο.

Επίσης, οι τιμές του συντελεστή ευαισθησίας λ_i είναι θετικοί αριθμοί μικρότεροι ή ίσοι με 1. Αν $\lambda=1$ αυτό σημαίνει ότι ο αντίστοιχος υποδείκτης είναι ιδιαίτερα κρίσιμος για τον συνολικό δείκτη και τον επηρεάζει με σχέση 1 προς 1. Στην περίπτωση αυτή μπορούμε να υποθέσουμε ότι ο τελικός δείκτης στηρίζεται απόλυτα στον υποδείκτη αυτόν και οι άλλες παράμετροι δεν επηρεάζουν τον τελικό δείκτη. Αν ο λ είναι κοντά στο μηδέν (π.χ $\lambda=0,10$), τότε ο επηρεασμός του BWQI δεν είναι μεγάλος επειδή η παράμετρος που αντιστοιχεί στον υποδείκτη αυτόν δεν είναι τόσο σημαντική ή επικίνδυνη.

Στο Σχήμα 6.1 παρουσιάζεται η σύγκριση τεσσάρων τιμών του συντελεστή λ με τον τελικό δείκτη BWQI. Για λόγους παρουσίασης οι τιμές του λ παίρνονται από το σύνολο των τιμών (0,10 , 0,25 , 0,50 , 0,75 , 1). Είναι προφανές ότι η επιλογή του συντελεστή ευαισθησίας κάθε υποδείκτη (παραμέτρου) είναι μια πολύ σοβαρή επιλογή που απαιτεί εξειδικευμένη εμπειρία και γνώση. Συνεπώς, το τμήμα αυτό της διαδικασίας κατασκευής του δείκτη χρειάζεται συστηματική προσπάθεια και στενή συνεργασία με ειδικούς.



Σχήμα 6.1 Η επίδραση του συντελεστή ευαισθησίας λ στη συμμετοχή του υποδείκτη SI στον δείκτη BWQI

6.3. ΚΑΝΟΝΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ

Σημαντικό στοιχείο του δείκτη είναι η αντικατάσταση των τιμών των επιμέρους παραμέτρων ποιότητας από μεγέθη μεταξύ 0 και 1. Πρόκειται δηλαδή για μία συναρτησιακή μεταφορά των απολύτων τιμών των παραμέτρων στο κλειστό διάστημα $[0,1]$.

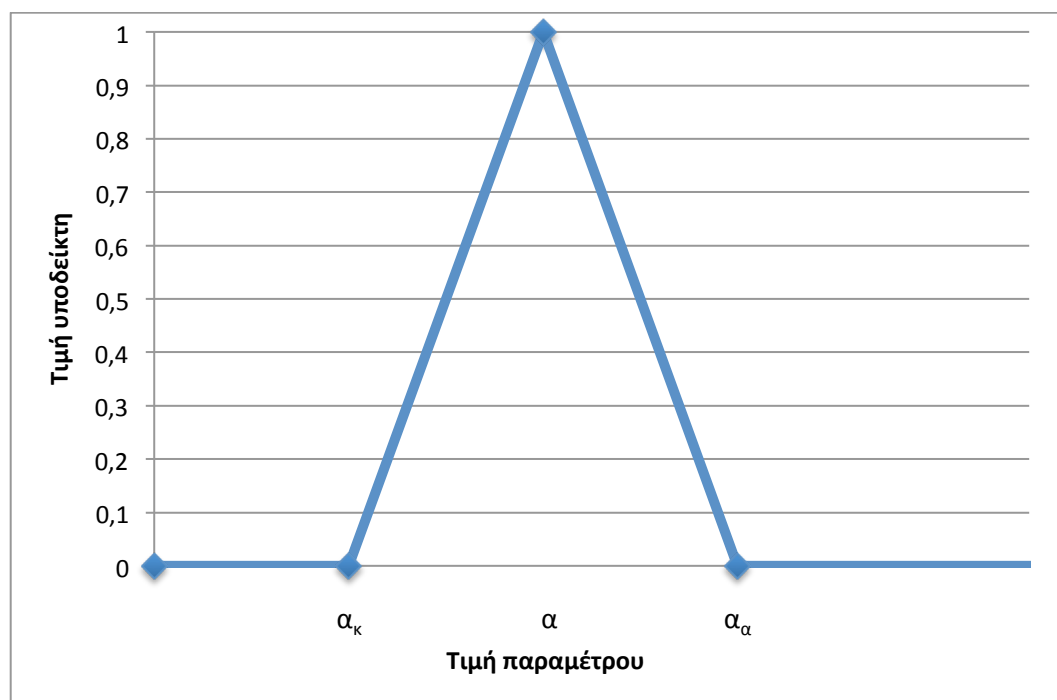
Η διαδικασία αυτή μπορεί να γίνει με πολλούς τρόπους που έχουν χρησιμοποιηθεί από άλλους ερευνητές για τη διαμόρφωση των δεικτών που κατασκεύασαν. Μεταξύ των μεθόδων αυτών είναι και ο πολλαπλασιασμός της τιμής της παραμέτρου με το αντίστροφο μιας χαρακτηριστικής τιμής της παραμέτρου (π.χ. προτεινόμενη τιμή, όριο κλπ) (Toma et al. 2013). Επίσης, άλλη μέθοδος κανονικοποίησης είναι ο καθορισμός της κλάσης του υποδείκτη και η χρησιμοποίηση του αριθμού της κλάσης για την υπόλοιπη διαδικασία. Αντί δηλαδή των τιμών των υποδεικτών, να χρησιμοποιούνται οι αριθμοί των αντίστοιχων κλάσεων στις οποίες ανήκουν.

Τέτοιες μέθοδοι κανονικοποίησης αν και ιδιαίτερα απλές είναι σχετικά αυθαίρετες (όπως πολλαπλασιασμός επί το αντίστροφο μιας χαρακτηριστικής τιμής), ή μειωμένης ακρίβειας με αποτέλεσμα την απώλεια μετρημένης πληροφορίας (όπως είναι η αντιστοίχιση της τιμής της παραμέτρου με την κλάση).

Στην περίπτωση του Δείκτη BWQI που προτείνεται σε αυτή την διπλωματική εργασία, ως μέθοδος κανονικοποίησης έχει επιλεγεί η μέθοδος των Συναρτήσεων Συμμετοχής (Membership Functions) ή συναρτήσεων καταλληλότητας κατά άλλους, της Ασαφούς Λογικής. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή το σημειοσύνολο των τιμών μιας μεταβλητής

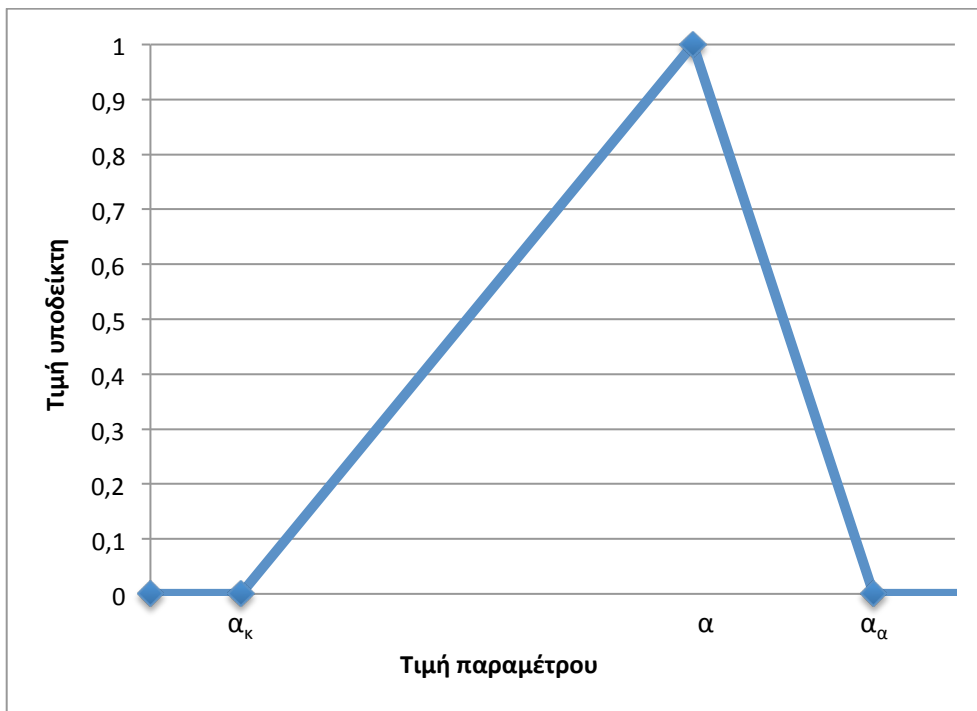
συσχετίζεται με το σημειοσύνολο του κλειστού διαστήματος $[0,1]$ μέσω μιας συνάρτησης που αντιπροσωπεύει το βαθμό καταλληλότητας της κάθε τιμής της μεταβλητής. Η διαδικασία αυτή περιγράφεται αναλυτικά στη Μέθοδο της Ασαφούς Λογικής και είναι ιδιαίτερα χρήσιμη αν γνωρίζουμε τα όρια εντός των οποίων κινείται μια μεταβλητή και την τιμή ή την περιοχή που η μεταβλητή έχει τη μέγιστη βαθμολόγηση. Έτσι, παρουσιάζονται διάφορα σχήματα αυτής της συνάρτησης ανάλογα με την περίπτωση (Σχήματα 6.2 έως και 6.6).

Αν για παράδειγμα υπάρχει μια τιμή της παραμέτρου που είναι η μόνη κατάλληλη (άριστη τιμή), η τιμή αυτή αντιστοιχίζεται με 1 που είναι ο μέγιστος βαθμός που παίρνει η συνάρτηση. Αν δεξιά και αριστερά της βέλτιστης αυτής τιμής παρατηρείται σταδιακή απομάκρυνση από τη βέλτιστη τιμή, φτάνουμε σε δύο ακραίες τιμές, «όρια» της μεταβλητής, πέρα από τα οποία οι τιμές δεν είναι καθόλου αποδεκτές και επομένως η συνάρτηση παίρνει την τιμή 0. Στο Σχήμα 6.2α παρουσιάζεται αυτή η γραμμική τριγωνική συνάρτηση που στην ασαφή λογική αντιπροσωπεύει έναν ασαφή συμμετρικό τριγωνικό αριθμό με μέση τιμή α και άνω και κάτω όριο α_α και α_κ , αντίστοιχα. Στην περίπτωση αυτή, η τιμή της συνάρτησης καταλληλότητας μεταβάλλεται από 0 μέχρι 1 για τιμές της μεταβλητής από α_κ μέχρι α_α . Για τιμές εκτός των ορίων α_κ και α_α , η τιμή της συνάρτησης καταλληλότητας είναι 0.

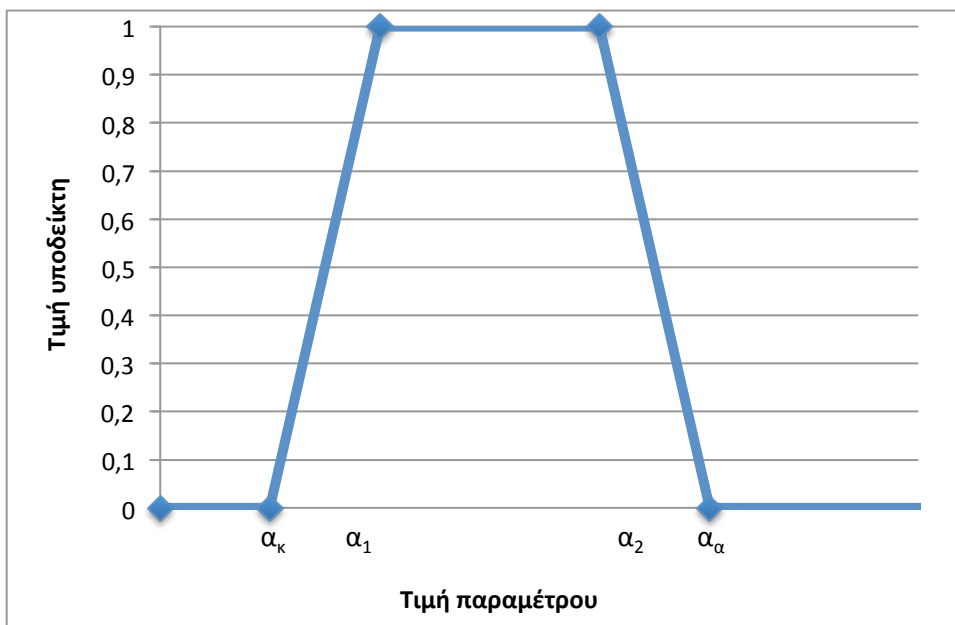


Σχήμα 6.2 Συμμετρική τριγωνική γραμμική συνάρτηση καταλληλότητας

Στο Σχήμα 6.3 παρουσιάζεται όμοια γραμμική συνάρτηση μη συμμετρική ενώ στο Σχήμα 6.4 παρουσιάζεται η συμμετρική γραμμική τραπεζοειδής συνάρτηση καταλληλότητας.

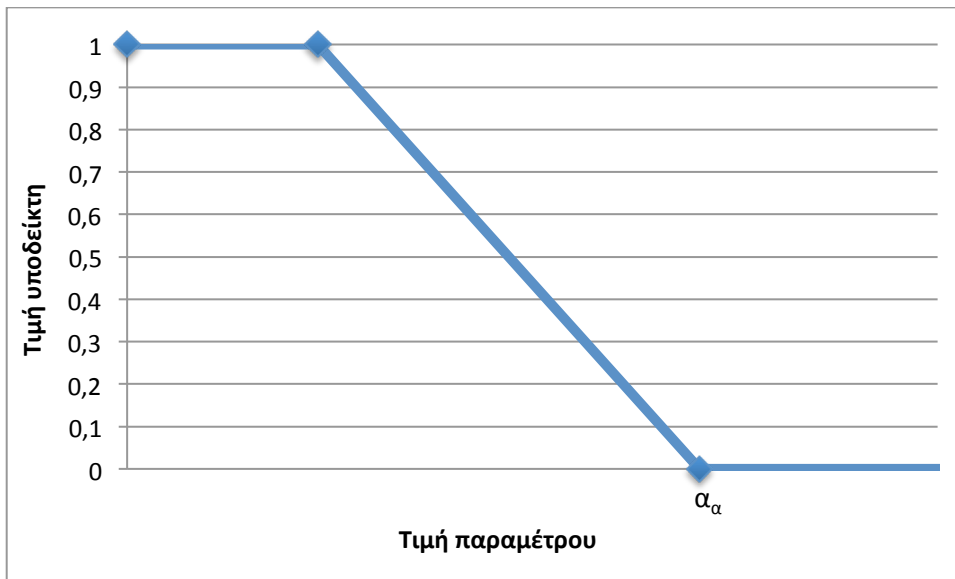


Σχήμα 6.3 Μη συμμετρική τριγωνική γραμμική συνάρτηση καταλληλότητας

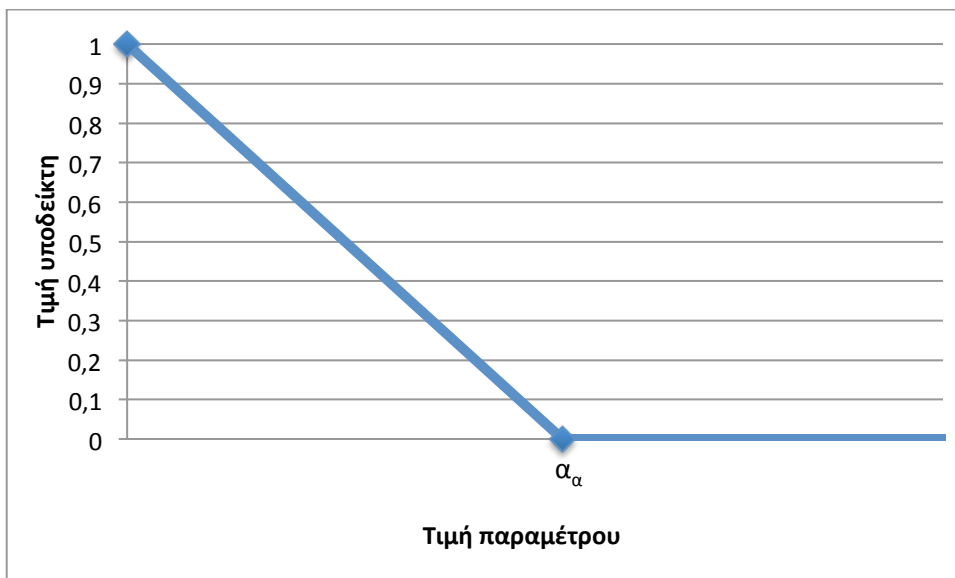


Σχήμα 6.4 Συμμετρική γραμμική τραπεζοειδής συνάρτηση καταλληλότητας

Τέλος, στο Σχήμα 6.5 παρουσιάζεται η μη συμμετρική γραμμική τραπεζοειδής συνάρτηση καταλληλότητας. Στην περίπτωση αυτή, οι τιμές της παραμέτρου μέχρι το όριο α_k είναι απόλυτα κατάλληλες (βαθμός 1), η βαθμολογία τους μειώνεται γραμμικά μέχρι το όριο α_α (όπου μηδενίζεται) και πάνω από το όριο αυτό η συνάρτηση έχει τιμή 0. Αν μόνο ο μηδενισμός της παραμέτρου είναι αποδεκτός και υπάρχει ένα άνω όριο όπου η συνάρτηση μηδενίζεται τότε προκύπτει η συνάρτηση του Σχήματος 6.6.



Σχήμα 6.5 Μη συμμετρική γραμμική τραπεζοειδής συνάρτηση καταλληλότητας



Σχήμα 6.6 Μη συμμετρική τεθλασμένη γραμμική συνάρτηση καταλληλότητας

Είναι προφανές ότι στη θεωρία της Ασαφούς Λογικής υπάρχουν πολλές άλλες μορφές της συνάρτησης καταλληλότητας, όχι πάντα γραμμικές. Για τις ανάγκες του δείκτη BWQI, θεωρήθηκε ότι οι μορφές της συνάρτησης που παρουσιάζονται στα Σχήματα 6.2 έως και 6.6 ή οι παραλλαγές αυτών είναι κατάλληλες για την κανονικοποίηση των επιμέρους παραμέτρων.

Με βάση τα παραπάνω, οι τιμές της παραμέτρου που εξετάζουμε (άξονας X) μπορούν να μετατραπούν σε τιμές μεταξύ 0 και 1 (άξονας Y) και με τον τρόπο αυτό να χρησιμοποιηθούν ως τις κανονικοποιημένες ποσότητες που αποτελούν τους αντίστοιχους υποδείκτες.

Για την κατανόηση κατασκευής των υποδεικτών, ας θεωρήσουμε ένα παράδειγμα με την ύπαρξη νιτρικών στο πόσιμο νερό. Προφανώς τα νιτρικά δεν πρέπει να υπάρχουν στο πόσιμο νερό σε συγκεντρώσεις πάνω από ένα όριο. Στους κανονισμούς της Ευρωπαϊκής Ένωσης και με βάση την οδηγία 98/83/EK για το πόσιμο νερό θεωρείται ότι υπάρχει ένα άνω όριο στη συγκέντρωση των νιτρικών (50 mg/L) πάνω από το οποίο το νερό θεωρείται ακατάλληλο. Επομένως, για τιμή νιτρικών σε ένα δείγμα 0, αυτό σημαίνει τιμή της συνάρτησης (δηλ. του υποδείκτη) είναι 1. Δηλαδή, το νερό είναι απολύτως κατάλληλο για ανθρώπινη κατανάλωση (άριστο). Επίσης, αν η συγκέντρωση νιτρικών φτάνει ή υπερβαίνει το όριο καταλληλότητας (ανώτατη επιτρεπτή τιμή), η συνάρτηση (ο υποδείκτης) παίρνει την τιμή 0. Η πιο κατάλληλη συνάρτηση που απεικονίζει την παραπάνω σχέση είναι αυτή του σχήματος 6.2ε με την υπόθεση βέβαια ότι η υποβάθμιση του υποδείκτη από το 1 στο 0 γίνεται για λόγους απλοποίησης με γραμμικό τρόπο. Τέλος, επειδή ο προτεινόμενος δείκτης BWQI είναι πολλαπλασιαστικού τύπου η τιμή του υποδείκτη μεταφέρεται στον τελικό δείκτη ως όρος ενός γινομένου που έχει τη μορφή S^{λ} .

Όπως είναι φανερό για $SI=0$ (ο όρος αυτός που αντιπροσωπεύει τη συμμετοχή του υποδείκτη στον BWQI) είναι 0 ανεξαρτήτως της τιμής του συντελεστή ευαισθησίας λ . Επίσης, αν $SI=1$ και πάλι ο όρος $S^{\lambda}=1$ ανεξαρτήτως της τιμής του λ .

Γενικά η τιμή του συντελεστή ευαισθησίας λ , όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, που αντιπροσωπεύει το «βάρος» για τη συμμετοχή του υποδείκτη SI στο γινόμενο που δίνει τον BWQI, πρέπει να προκύπτει με ιδιαίτερη προσοχή και συνδρομή ειδικών. Στην περίπτωση που εξετάζουμε, αν $\lambda=1$ τότε ο SI μεταφέρεται αυτούσιος στο γινόμενο (Εξίσωση 6.1). Αν $\lambda < 1$ τότε η συγκεκριμένη παράμετρος μεταφέρεται με μειωμένη βαρύτητα στον BWQI όπως προκύπτει από το Σχήμα 6.1.

Για λόγους οικονομίας δεν αναφέρονται εδώ άλλα παραδείγματα παραμέτρων που ακολουθούν άλλες συναρτήσεις από αυτές που γραφικά παρουσιάζονται στο Σχήμα 6.2.

6.4. ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΤΟΝ ΔΕΙΚΤΗ BWQI

Σύμφωνα με τον πολλαπλασιαστικό τύπο υπολογισμού του BWQI που προτείνεται, κάθε απόκλιση από τη βέλτιστη τιμή ή το διάστημα κατάλληλων τιμών του κάθε επιμέρους υποδείκτη SI , μεταδίδεται στον τελικό δείκτη με άμεσο και «έντονο» τρόπο, χωρίς να μπορεί να συμψηφισθεί ενδεχομένως από την καλή συμπεριφορά των άλλων υποδεικτών. Το τελευταίο αυτό γεγονός θα μπορούσε να συμβεί αν ο δείκτης ήταν αθροιστικού τύπου όπως πολλοί από τους δείκτες που έχουν προταθεί στο παρελθόν. Συνεπώς, ο BWQI λόγω της φύσης του είναι ένας ιδιαίτερα ευαίσθητος δείκτης που δίνει σημαντικότητα σε κάθε επιμέρους υποδείκτη. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της περίπτωσης που ένας υποδείκτης είναι μηδέν με αποτέλεσμα ο τελικός BWQI να είναι επίσης μηδέν.

Στην παράγραφο αυτή επιλέγεται ένας βασικός αριθμός παραμέτρων που αντιστοιχεί σε ίδιο αριθμό υποδεικτών. Με βάση το στόχο που τέθηκε ο δείκτης να είναι απλός ώστε να

μπορεί να χρησιμοποιηθεί εύκολα, ο αριθμός των παραμέτρων δεν πρέπει να υπερβαίνει τις 10, από τις παραμέτρους που πρέπει να παρακολουθούνται συστηματικά σύμφωνα με την Οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα εμφιαλωμένα νερά (98/83/ΕΚ και 2003/40/ΕΚ). Στον Πίνακα 6.1 παρουσιάζονται όλες οι 42 απαιτούμενες παράμετροι χωρισμένες σε τρεις κατηγορίες, σύμφωνα με την νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης:

- a) Παράμετροι υπό παρακολούθηση
- b) Τοξικές και επικίνδυνες ουσίες και
- c) Ανεπιθύμητες ουσίες

Στην δεύτερη κατηγορία υπάρχουν και ανώτατα επιτρεπόμενα όρια (σε $\mu\text{g/L}$) όπως φαίνονται στον Πίνακα 6.1, ενώ στην τρίτη κατηγορία δεν επιτρέπεται καθόλου η παρουσία τους.

Πίνακας 6.1 Παράμετροι που απαιτούν παρακολούθηση ως προς τις συγκεντρώσεις τους στα εμφιαλωμένα νερά σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή νομοθεσία

1.Παράμετροι προς παρακολούθηση που απαιτούν μετρήσεις		
pH	Ασβέστιο	Μαγνήσιο
Νάτριο	Κάλιο	Σίδηρος
Μαγγάνιο	Όξινα Ανθρακικά	Ανθρακικά
Χλώριο	Θειικά	Αμμώνιο
Νιτρικά	Νιτρώδη	Συν.οργανικός άνθρακας
Ηλεκτρική Αγωγιμότητα	Θερμοκρασία	Φωσφορικά
Ελεύθερο Διοξείδιο του Άνθρακα	Φθοριούχα	Διοξείδιο του πυριτίου
2.Τοξικές παράμετροι και επικίνδυνα στοιχεία		
Μόλυβδος (10)	Αρσενικό (10)	Κυάνιο (50)
Κάδμιο (5)	Χρώμιο (50)	Σελήνιο (10)
Νικέλιο (50)	Αντιμόνιο (10)	Ψευδάργυρος (1)
3.Ανεπιθύμητα στοιχεία		
Χαλκός	Υδράργυρος	Αλουμίνιο
Κοβάλριο	Στρόντιο	Λίθιο
Βάριο	Ιώδιο	Βρώμιο
Σουλφίδιο	Μολυβδαίνιο	Άργυρος

Από τις 21 παραμέτρους της πρώτης κατηγορίας του Πίνακα 6.1 που είναι παράμετροι που παρακολουθούνται και συνήθως αναγράφονται στις ετικέτες των εμφιαλωμένων νερών, επιλέχθηκαν 6 με βάση τη σημαντικότητα τους για την ανθρώπινη υγεία και την ορθολογική αξιολόγηση της ποιότητας του νερού για ανθρώπινη κατανάλωση. Κριτήριο επίσης για την επιλογή των παραπάνω παραμέτρων ήταν η ανεξαρτησία των παραμέτρων. Για τον λόγο αυτό, για παράδειγμα, δεν επιλέχθηκε η παράμετρος των συνολικών διαλυμένων στερεών (TDS), που συχνά χρησιμοποιείται από άλλους δείκτες, διότι υπάρχει σχέση σύνδεσης με

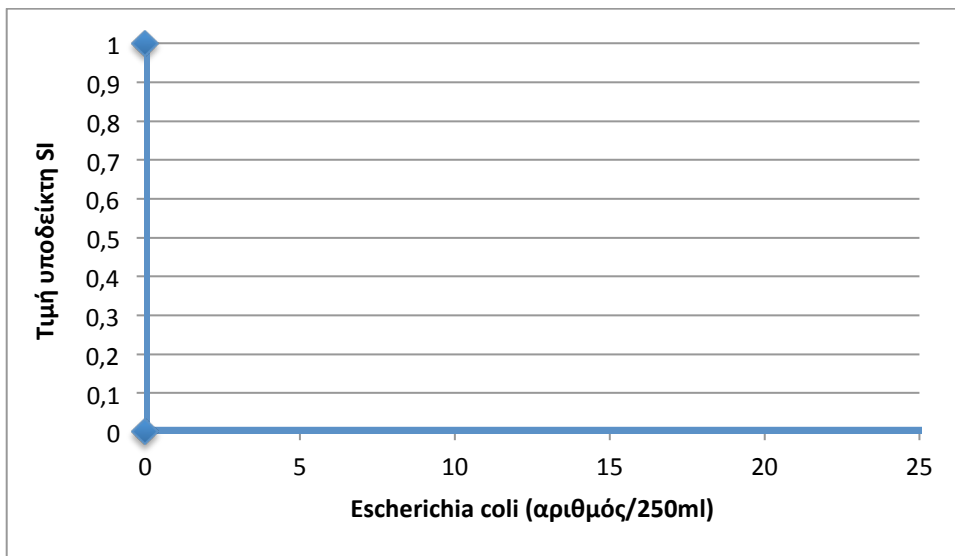
την ηλεκτρική αγωγιμότητα. Η χρήση της παραμέτρου της ηλεκτρικής αγωγιμότητας, και προκειμένου να διατηρηθεί η ανεξαρτησία των παραμέτρων, γίνεται εφόσον δεν επιλεγούν οι παράμετροι του ασβεστίου, μαγνησίου, νατρίου και καλίου. Είναι γνωστό ότι η ηλεκτρική αγωγιμότητα εξαρτάται από τις τιμές αυτών των στοιχείων.

Είναι προφανές ότι η επιλογή των παραμέτρων έγινε με βάση τη σημαντικότητα τους με ακέραια κλίμακα από 3 έως και 1 με το 3 να υποδηλώνει πολύ υψηλή σημαντικότητα, ενώ το 1 χαμηλή. Για το λόγο αυτό, στον Πίνακα 6.2, δεν αναφέρονται παράμετροι όπως HCO_3^- , SiO_2^- κ.α. που με βάση τις πηγές της διεθνούς βιβλιογραφίας δεν θεωρούνται υψηλής σημαντικότητας για την ανθρώπινη υγεία. Αντίθετα, στις 6 φυσικοχημικές παραμέτρους που επιλέχθηκαν προστέθηκε και μία μικροβιολογική παράμετρος. Συγκεκριμένα επιλέχθηκε ως παράμετρος προς εξέταση για τον δείκτη ποιότητας νερού BWQI, ο πληθυσμός του βακτηρίου *Escherichia coli* που με βάση τη διεθνή βιβλιογραφία κρίνεται ίσως η πιο κρίσιμη παράμετρος για την ανθρώπινη υγεία. Δηλαδή, ο δείκτης BWQI χρησιμοποιεί τελικά 3 παραμέτρους με επίπεδο σημαντικότητας 3, 3 παραμέτρους με επίπεδο σημαντικότητας 2 και 1 παράμετρο με επίπεδο σημαντικότητας 1.

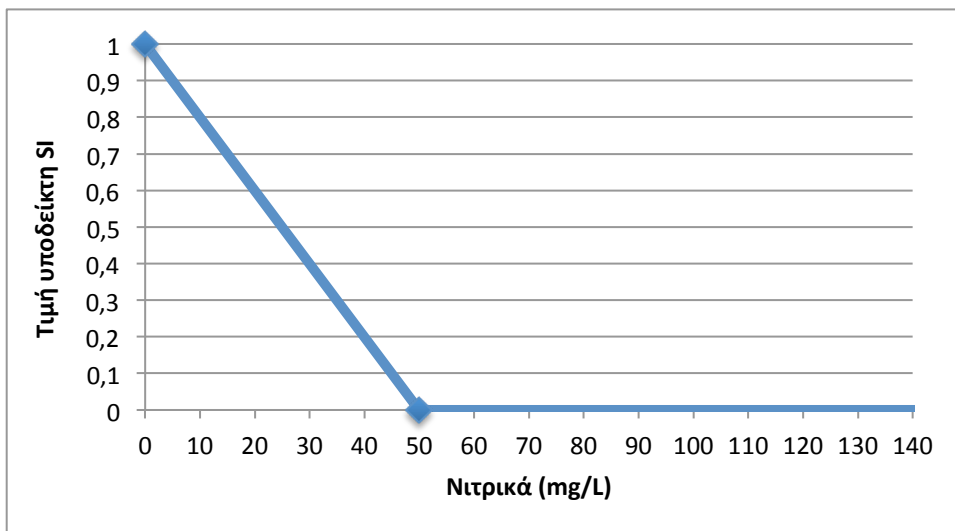
Πίνακας 6.2 Οι παράμετροι του Δείκτη BWQI και το επίπεδο σημαντικότητας τους

Παράμετροι	Μονάδες	Επίπεδο σημαντικότητας
Escherichia Coli	Αριθμός/250mL	3
Νιτρικά (NO_3^-)	mg/L	3
Νιτρώδη (NO_2^-)	mg/L	3
Χλωριόντα (Cl^-)	mg/L	2
Θειικά (SO_4^{2-})	mg/L	2
pH	mg/L	2
Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC)	$\mu\text{S}/\text{cm}$	1

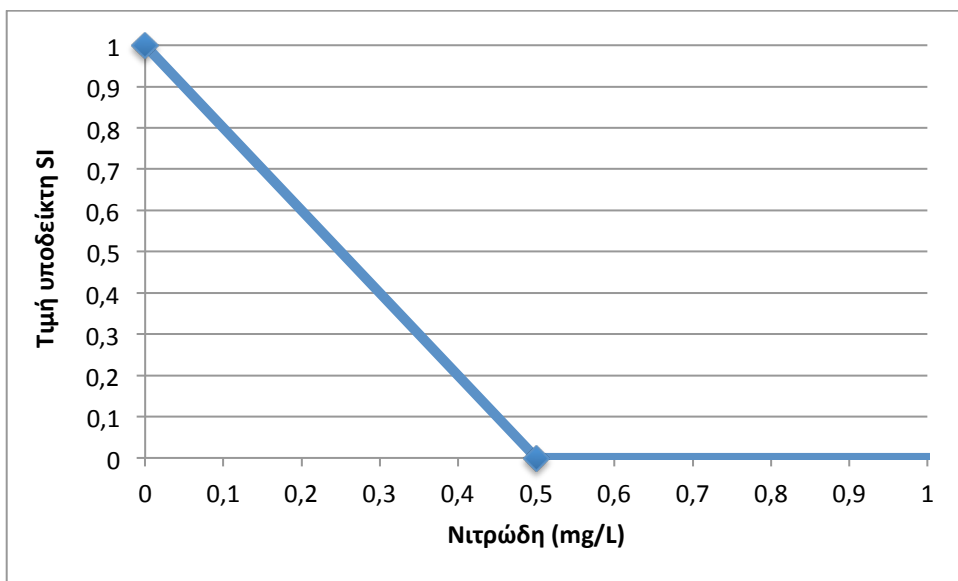
Στη συνέχεια ακολουθούν οι συναρτήσεις καταλληλότητας των επιμέρους παραμέτρων του δείκτη BWQI.



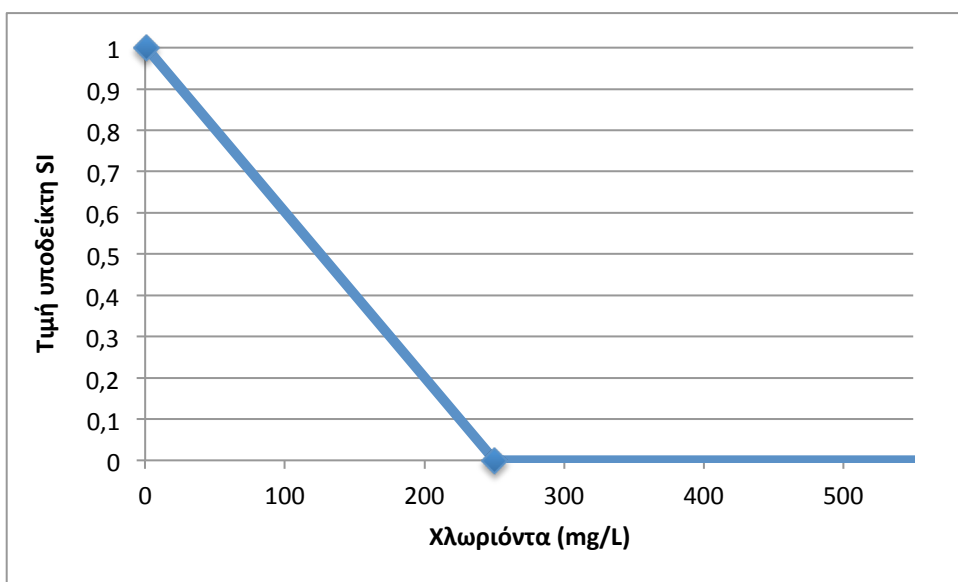
Σχήμα 6.7 Συνάρτηση καταλληλότητας της παραμέτρου *Escherichia coli*



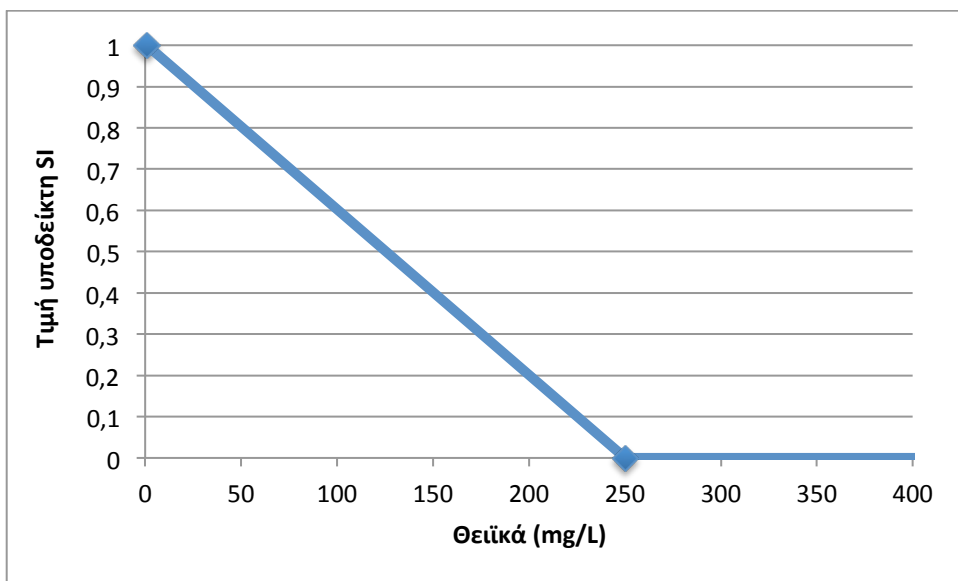
Σχήμα 6.8 Συνάρτηση καταλληλότητας της παραμέτρου των νιτρικών αλάτων (NO_3^-)



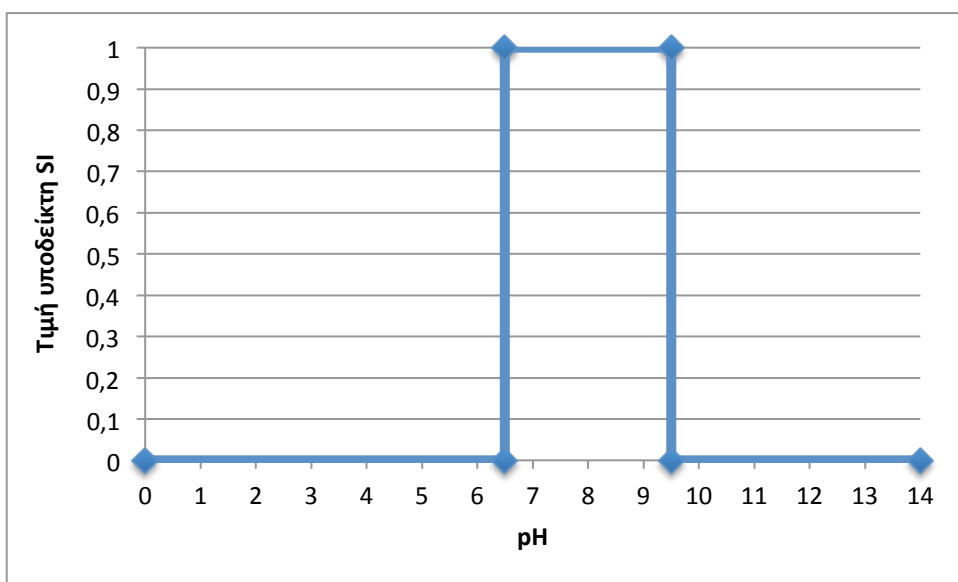
Σχήμα 6.9 Συνάρτηση καταλληλότητας της παραμέτρου των νιτρωδών αλάτων (NO_2^-)



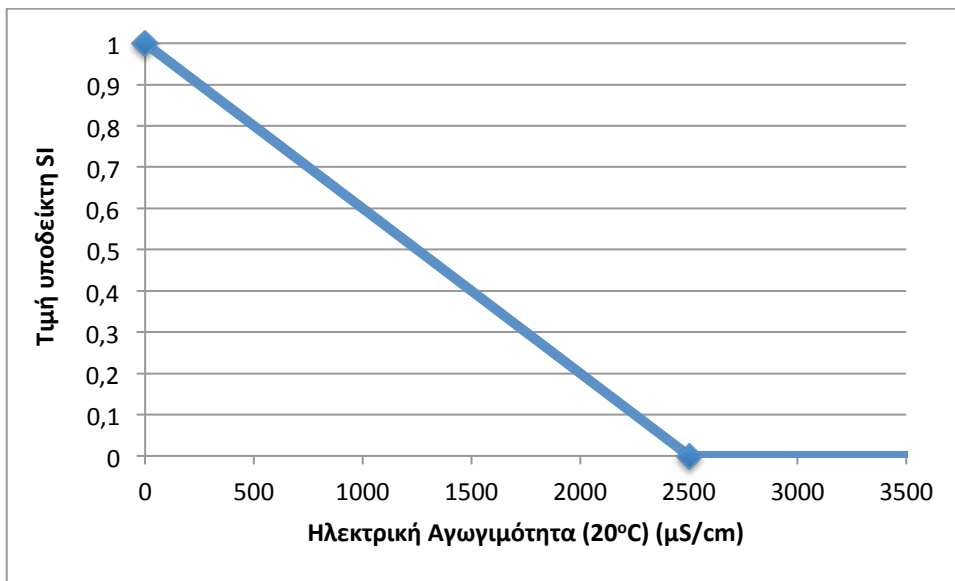
Σχήμα 6.10 Συνάρτηση καταλληλότητας της παραμέτρου των χλωριόντων (Cl^-)



Σχήμα 6.11 Συνάρτηση καταλληλότητας της παραμέτρου των θειικών (SO_4^{2-})



Σχήμα 6.12 Συνάρτηση καταλληλότητας της παραμέτρου pH



Σχήμα 6.13 Συνάρτηση καταλληλότητας της παραμέτρου της ηλεκτρικής αγωγιμότητας

Όπως παρατηρούμε στο Σχήμα 6.7, για την μικροβιολογική παράμετρο του πληθυσμού του βακτηρίου *Escherichia coli*, αν ο πληθυσμός δεν είναι 0 (αριθμός/ 250mL) τότε ο υποδείκτης παίρνει την τιμή 0 και επομένως δεν έχει νόημα η περαιτέρω διερεύνηση της ποιότητας του δείγματος νερού αφού κρίνεται ακατάλληλο. Το ίδιο συμβαίνει και στην περίπτωση του pH (Σχήμα 6.12), όπου εφόσον το δείγμα δεν παρουσιάσει τιμή εντός των προβλεπόμενων από την Ευρωπαϊκή νομοθεσία ορίων ($6,5 \leq pH \leq 9,5$), ο υποδείκτης παίρνει την τιμή 0, το δείγμα κρίνεται ακατάλληλο και επομένως και πάλι δεν έχει νόημα η περαιτέρω διερεύνηση της ποιότητας του δείγματος.

Με βάση τα παραπάνω, πρώτα γίνεται η εξέταση των παραμέτρων *Escherichia coli* και pH και στη συνέχεια όλων των υπόλοιπων παραμέτρων για την παραγωγή του τελικού δείκτη BWQI. Έτσι στο επόμενο εδάφιο που ακολουθεί σχετικά με την εύρεση των συντελεστών ευαισθησίας, οι παραπάνω δύο παράμετροι έχουν εξαιρεθεί από τη συμμετοχή τους στο δείκτη και έτσι τελικά δημιουργούνται 3 κατηγορίες σημαντικότητας (σύνολο 5 παράμετροι), με την πιο υψηλή κατηγορία (βαθμός σημαντικότητας 3) και την μεσαία κατηγορία (βαθμός σημαντικότητας 2) να αποτελούνται από 2 παραμέτρους η καθεμία. Ακόμα η χαμηλής σημαντικότητας κατηγορία (βαθμός σημαντικότητας 1) αποτελείται από 1 παράμετρο (ηλεκτρική αγωγιμότητα), η οποία αντιπροσωπεύει σε σημαντικό βαθμό τις συγκεντρώσεις σε ασβέστιο, μαγνήσιο, νάτριο και κάλιο του δείγματος νερού που εξετάζεται κάθε φορά.

Οι συναρτήσεις καταλληλότητας κατασκευάστηκαν έχοντας υπόψη τις παραμετρικές τιμές που ορίζει η Ευρωπαϊκή νομοθεσία με την Οδηγία 98/83/ΕΚ για το νερό που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση (*Escherichia coli*, νιτρικά, νιτρώδη, χλωρίοντα, θειικά, pH, ηλεκτρική αγωγιμότητα).

6.5. ΕΥΡΕΣΗ ΤΩΝ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

Για την εύρεση των συντελεστών ευαισθησίας των επιμέρους υποδεικτών του BWQI γίνονται οι ακόλουθες παραδοχές με βάση όλα τα προηγηθέντα:

- i. Υπάρχουν 3 κατηγορίες σημαντικότητας με ένα μικρό αριθμό υποδεικτών η καθεμία (π.χ. 2 ή 1)
- ii. Η επίδραση των υποδεικτών της κατηγορίας υψηλής σημαντικότητας (3) στον τελικό δείκτη είναι τριπλάσια αυτής της κατηγορίας χαμηλής σημαντικότητας (1). Ακόμα η επίδραση της κατηγορίας μεσαίας σημαντικότητας (2) είναι διπλάσια αυτής της κατηγορίας χαμηλής σημαντικότητας (1).
- iii. Όταν οι τιμές των υποδεικτών είναι ίδιες (πάντα μικρότερες ή ίσες της μονάδας) τότε και ο συνολικός BWQI έχει την ίδια τιμή
- iv. Όλοι οι συντελεστές ευαισθησίας των παραμέτρων που ανήκουν στην ίδια κατηγορία σημαντικότητας είναι ίδιοι.

Ας θεωρηθεί ότι η πρώτη κατηγορία έχει 2 υποδείκτες (τους 1 και 2), η δεύτερη κατηγορία 2 υποδείκτες (τους 3 και 4) και η τρίτη κατηγορία 1 υποδείκτη (τον 5).

Με βάση αυτές τις υποθέσεις και προκειμένου να αξιοποιηθεί όλη η πληροφορία μέσω των υποδεικτών, μπορούν να γραφούν οι εξισώσεις:

$$W = w^{\lambda_1} w^{\lambda_2} w^{\lambda_3} w^{\lambda_4} w^{\lambda_5} \quad (6.2)$$

όπου W ο τελικός δείκτης BWQI και $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_5$ οι συντελεστές ευαισθησίας που αντιστοιχούν σε κάθε υποδείκτη.

Ισχύει ότι:

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5 = 1 \quad (6.3)$$

Οι δύο αυτές εξισώσεις (6.2 και 6.3) μπορούν να γραφούν:

$$W = w^{\Lambda_1} w^{\Lambda_2} w^{\Lambda_3} \quad (6.4)$$

όπου $\Lambda_1, \Lambda_2, \Lambda_3$ οι συντελεστές ευαισθησίας που αντιστοιχούν σε κάθε κατηγορία σημαντικότητας. Επομένως ισχύει:

$$\Lambda_1 + \Lambda_2 + \Lambda_3 = 1 \quad (6.5)$$

$$\text{όπου } \Lambda_3 = \lambda_1 + \lambda_2$$

$$\Lambda_2 = \lambda_3 + \lambda_4$$

$$\Lambda_1 = \lambda_5$$

Λόγω των επιδράσεων των κατηγοριών σημαντικότητας στον τελικό δείκτη μπορούν να γραφούν οι εξισώσεις:

$$1-w^{\Lambda_3} = 3(1-w^{\Lambda_1}) \quad (6.6)$$

$$1-w^{\Lambda_2} = 2(1-w^{\Lambda_1}) \quad (6.7)$$

Οι εξισώσεις 6.5, 6.6 και 6.7 αποτελούν σύστημα τριών εξισώσεων με τρεις αγνώστους με την παραδοχή ότι το w είναι γνωστό. Επειδή οι τιμές του w κυμαίνονται συνήθως στην περιοχή 0,70-0,90, επιλέγουμε την μέση τιμή του διαστήματος δηλαδή 0,80. Συνεπώς αν οι τιμές των υποδεικτών είναι όλες ίσες με 0,80 τότε ο τελικός δείκτης θα πρέπει να είναι 0,80.

Αν επιλέξουμε διαφορετική τιμή του w σε απόσταση από το 0,80 ενδεχομένως να υπάρχουν μικρές αποκλίσεις στο προσδιορισμό των $\Lambda_1, \Lambda_2, \Lambda_3$ σε σχέση με τις τιμές που προκύπτουν με την υπόθεση του 0,80.

Με την επίλυση του συστήματος των τριών εξισώσεων προκύπτουν τα εξής αποτελέσματα: $\Lambda_3=0,50, \Lambda_2=0,33, \Lambda_1=0,17$ και συνεπώς $\Lambda_1+\Lambda_2+\Lambda_3=1$.

$$\text{Δηλαδή } \lambda_1 = \lambda_2 = \Lambda_3/2 = 0,25$$

$$\lambda_3 = \lambda_4 = \Lambda_2/2 = 0,16$$

$$\lambda_5 = \Lambda_1/1 = 0,17$$

Με βάση την θεώρηση που υιοθετήθηκε προηγουμένως, όλοι οι υποδείκτες συμμετέχουν με τον αντίστοιχο συντελεστή ευαισθησίας της κατηγορίας σημαντικότητας στην οποία ανήκουν.

Βεβαίως υπάρχουν μεταξύ άλλων και επιλογές όπως:

- i. Ο υποδείκτης με τη μικρότερη τιμή στην κατηγορία να αντιπροσωπεύει την κατηγορία σημαντικότητας (συνολικά τρεις)
- ii. Ο υποδείκτης κάθε κατηγορίας να είναι ο μέσος όρος των υποδεικτών της κατηγορίας (τρεις συνολικά)

Η πρώτη από αυτές τις θεωρήσεις δεν υιοθετήθηκε λόγω της απώλειας πληροφορίας που εμπεριέχει, με αποτέλεσμα οι συγκρίσεις μεταξύ των εμφιαλωμένων νερών να μην είναι απόλυτα ορθολογικές και αδέκαστες. Επιπλέον μπορεί να οδηγεί σε πολύ χαμηλές τιμές τον τελικό δείκτη χωρίς στην πραγματικότητα αυτό να αντιστοιχεί με την συνολική εικόνα ενός δείγματος νερού που εξετάζεται.

Τέλος, η περίπτωση του μέσου όρου των υποδεικτών κάθε κατηγορίας έχει ως αποτέλεσμα την εξομάλυνση και πρακτικά την «απόκρυψη» αδυναμιών που μπορεί να υπάρχουν (π.χ. η περίπτωση ύπαρξης ιδιαίτερα χαμηλού υποδείκτη). Ακόμα, οι αποκλίσεις μεταξύ των τελικών δεικτών εμφιαλωμένων νερών με διαφορετικά χαρακτηριστικά τείνουν να πλησιάζουν μεταξύ τους και η σύγκριση να είναι ασαφής.

Τώρα εξετάζεται κατά πόσο διαφοροποιούνται οι συντελεστές ευαισθησίας αν το επίπεδο των υποδεικτών είναι διαφορετικό του 0,80 που χρησιμοποιήθηκε προηγουμένως. Ας εξετάσουμε την τιμή 0,70 για όλους τους υποδείκτες. Τότε το σύστημα γίνεται:

$$1-0,7^{\Lambda_3}=3(1-0,7^{\Lambda_1}) \quad (6.8)$$

$$1-0,7^{\Lambda_2}=2(1-0,7^{\Lambda_1}) \quad (6.9)$$

$$\Lambda_1+\Lambda_2+\Lambda_3=1 \quad (6.10)$$

Με την επίλυση του συστήματος των τριών εξισώσεων προκύπτουν τα εξής αποτελέσματα $\Lambda_3=0,50$, $\Lambda_2=0,33$, $\Lambda_1=0,17$ δηλαδή $\Lambda_1+\Lambda_2+\Lambda_3=1$. Όπως φαίνεται οι τιμές αυτές είναι οι ίδιες όπως στην προηγούμενη περίπτωση με την ακρίβεια στα δύο δεκαδικά. Με βάση αυτό το αποτέλεσμα μπορούμε να συμπεράνουμε ότι οι τιμές των συντελεστών ευαισθησίας είναι ανθεκτικοί και πρακτικά δεν εξαρτώνται από το επίπεδο των τιμών των υποδεικτών.

Αξίζει εδώ να σημειωθεί ότι η υπόθεση ότι “όταν οι υποδείκτες έχουν όλοι την ίδια τιμή τότε η τιμή του τελικού δείκτη είναι η ίδια”, μετά από διερεύνηση με τα υπάρχοντα προϊόντα εμφιαλωμένου νερού, κρίθηκε ιδιαίτερα συντηρητική και είχε ως αποτέλεσμα οι τιμές του δείκτη για τα διάφορα προϊόντα να μην απέχουν σημαντικά μεταξύ τους. Για να διορθωθεί αυτή η αδυναμία της μεθόδου εισάγουμε ένα συντελεστή αποδοτικότητας e όπως φαίνεται στη διαμόρφωση της εξίσωσης 6.5 του συστήματος, η οποία γίνεται πλέον:

$$\Lambda_1+\Lambda_2+\Lambda_3=e \quad (6.11)$$

Όπου e μια τιμή περί το 1,20.

Η διόρθωση αυτή έχει ως πρακτικό αποτέλεσμα τη μείωση του τελικού δείκτη κάτω από το επίπεδο των υποδεικτών. Αν για παράδειγμα όλοι οι υποδείκτες είναι ίσοι με 0,80, ο τελικός δείκτης με την εισαγωγή του συντελεστή αποδοτικότητας $e=1,20$ αποδίδει τελικό δείκτη $BWQI \approx 0,75$. Με άλλα λόγια η μέθοδος γίνεται αυστηρότερη και ελαφρώς πιο ευαίσθητη στους επιμέρους υποδείκτες.

Στην παραπάνω περίπτωση έχει προηγηθεί η επίλυση του συστήματος των παρακάτω εξισώσεων με $w=0,80$ και $e=1,20$:

$$1-w^3=3(1-w^1) \quad (6.12)$$

$$1-w^2=2(1-w^1) \quad (6.13)$$

$$\Lambda_1+\Lambda_2+\Lambda_3=e \quad (6.14)$$

Η επίλυση του συστήματος των παραπάνω εξισώσεων οδηγεί στα αποτελέσματα $\Lambda_3=0,60$, $\Lambda_2=0,40$, $\Lambda_1=0,20$.

Με βάση την ανάλυση που προηγήθηκε οι παράμετροι στις κατηγορίες με βαθμό σημαντικότητας 3 και 2 είναι δύο στην καθεμιά, ενώ η κατηγορία με βαθμό σημαντικότητας 1 αποτελείται από μόνο 1 παράμετρο. Έτσι η επιλογή των δύο παραμέτρων σε κάθε μια από τις 2 πιο σημαντικές κατηγορίες παραμέτρων είναι κρίσιμη. Για τη μικρότερη κατηγορία σημαντικότητας η επίδραση στον τελικό δείκτη θεωρείται πολύ μικρή. Ειδικά λοιπόν σ'αυτή την κατηγορία κρίνεται προτιμότερη η χρήση μίας μόνο παραμέτρου (ηλεκτρική αγωγιμότητα) που έχει σαφή όρια από την νομοθεσία και βοηθά τον δείκτη να γίνει περισσότερο ευαίσθητος χωρίς να έχουμε απώλεια πληροφορίας.

Τελικά, για την πρώτη κατηγορία επιλέγονται οι παράμετροι:

Νιτρικά, με $\lambda_1=0,30$

Νιτρώδη, με $\lambda_2=0,30$

Για την δεύτερη κατηγορία σημαντικότητας επιλέγονται οι παράμετροι:

Χλωριόντα, με $\lambda_3=0,20$

Θειικά, με $\lambda_4=0,20$

Και για την τρίτη κατηγορία σημαντικότητας επιλέγεται η παράμετρος:

Ηλεκτρική αγωγιμότητα ($20^\circ C$), με $\lambda_5=0,20$.

Οι τιμές αυτές των δεικτών ευαισθησίας αποτελούν την τελική επιλογή για τον προτεινόμενο δείκτη BWQI και χρησιμοποιούνται στα επόμενα κεφάλαια της διπλωματικής εργασίας για την αξιολόγηση και κατάταξη από πλευράς ποιότητας των εμφιαλωμένων νερών που κυκλοφορούν στην ελληνική αγορά.

7.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αξιολογήθηκε ένας μεγάλος αριθμός δειγμάτων εμφιαλωμένων νερών που κυκλοφορούν στην Ελλάδα. Συγκεκριμένα αξιολογήθηκαν 79 εμφιαλωμένα νερά τα οποία συλλέχθηκαν από διάφορα σημεία λιανικής πώλησης από όλη την Ελλάδα.

Τα δείγματα που παρουσιάζονται παρακάτω με κωδική ονομασία 1 έως και 35, προέρχονται από τυχαία επιλογή μικρών και μεγάλων καταστημάτων σε ολόκληρη την Ελλάδα και συλλέχθηκαν κατά το έτος 2011 στο πλαίσιο προηγούμενης διπλωματικής εργασίας (Τζίμα 2012) του εργαστηρίου Εγγειοβελτιωτικών Έργων και Διαχείρισης Υδατικών Πόρων του ΕΜΠ από τις παρακάτω πόλεις: Αθήνα, Θεσσαλονίκη, Πάτρα, Γιάννενα, Πρέβεζα, Βόλος, Καρδίτσα, Λάρισα, Κέρκυρα, Λευκάδα, Χίος, Ύδρα, Ηράκλειο, Χανιά και Ρόδος.

Τα δείγματα με κωδική ονομασία από 36 έως και 57 συλλέχθηκαν κατά την περίοδο Οκτωβρίου-Νοεμβρίου 2011, και πάλι στο πλαίσιο προηγούμενης διπλωματικής εργασίας του Εργαστηρίου Εγγειοβελτιωτικών Έργων και Διαχείρισης Υδατικών Πόρων του ΕΜΠ (Παλόγλου 2012).

Όλες οι εργαστηριακές μετρήσεις διεξήχθησαν στο Εργαστήριο Εγγειοβελτιωτικών Έργων και Διαχείρισης Υδατικών Πόρων του ΕΜΠ κατά την περίοδο συλλογής και εκπόνησης των παραπάνω δύο διπλωματικών εργασιών και με τον τεχνολογικό εξοπλισμό που αυτό διαθέτει.

Τα δείγματα με κωδική ονομασία από 58 έως και 79 συλλέχθηκαν κατά την περίοδο Μαρτίου-Ιουνίου 2016 στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας από διάφορα σημεία τόσο λιανικής όσο και χονδρικής πώλησης στην περιοχή της Αττικής. Η συλλογή αυτή των δειγμάτων είχε ως στόχο την εύρεση όσο το δυνατόν πιο δυσεύρετων ετικετών εμφιαλωμένου νερού προκειμένου μαζί με τα δείγματα των προηγούμενων διπλωματικών εργασιών να γίνει μία περισσότερο πλήρης και συνολική αξιολόγηση για το σύνολο των εμφιαλωμένων νερών που κυκλοφορούν στον ελλαδικό χώρο.

Ο απαιτούμενος ελάχιστος όγκος δείγματος νερού για τον προσδιορισμό των ποιοτικών παραμέτρων είναι περίπου 500 mL. Επομένως, κατά τη συλλογή των δειγμάτων προτιμήθηκαν οι συσκευασίες των 500 mL, με εξαίρεση ορισμένες ετικέτες εμφιαλωμένου

νερού που δεν κατέστη δυνατόν να βρεθεί η συγκεκριμένη συσκευασία, με αποτέλεσμα η φιάλη των εν λόγω δειγμάτων να είναι μεγέθους 750mL, 800mL, 1L ή και 1,5L.

7.2. ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΠΟΥ ΑΝΑΓΡΑΦΟΝΤΑΙ ΣΤΙΣ ΕΤΙΚΕΤΕΣ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

Η διαδικασία που προηγήθηκε της διεξαγωγής των χημικών αναλύσεων είναι η καταγραφή των ποιοτικών χαρακτηριστικών που αναγράφονται στην ετικέτα κάθε δείγματος. Η διαδικασία αυτή κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική καθώς δίνει την δυνατότητα σύγκρισης των δειγμάτων μεταξύ τους, τόσο σε επίπεδο ποιοτικών χαρακτηριστικών όσο και σε επίπεδο συμμόρφωσης με την ευρωπαϊκή και εθνική νομοθεσία. Κατά τη διαδικασία αυτή κρίθηκε αναγκαίο, κυρίως για την περαιτέρω αξιοποίηση των στοιχείων που αναγράφονται στις ετικέτες των δειγμάτων, να μη χρησιμοποιηθούν τα σύμβολα ανισότητας (που σε πολλές περιπτώσεις αναγράφονται) και να χρησιμοποιηθεί το αντίστοιχο όριο (π.χ αντί για $<0,05$ χρησιμοποιείται η τιμή 0,05).

Παρακάτω παρουσιάζονται οι Πίνακες 7.1 έως 7.6 που περιέχουν τις βασικές φυσικοχημικές παραμέτρους που αναγράφονται στις ετικέτες των δειγμάτων (νάτριο, κάλιο, μαγνήσιο, ασβέστιο, pH, ηλεκτρική αγωγιμότητα, όξινα ανθρακικά, νιτρικά, νιτρώδη,θειικά, χλωριόντα, σκληρότητα, στερεό υπόλειμμα). Αξίζει να σημειωθεί ότι σε πολλές ετικέτες δειγμάτων δεν αναγράφονται ακόμα και βασικές ποιοτικές παράμετροι, ενώ ορισμένα δείγματα αναγράφουν σε διαφορετικές μονάδες τα αποτελέσματα της χημικής ανάλυσης.

Σύμφωνα με τη νομοθεσία, κάθε δείγμα πρέπει να αναγράφει στην ετικέτα του τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την επίσημη φυσική και χημική ανάλυση του νερού που θα στηρίζεται στο μέσο όρο των αποτελεσμάτων των τεσσάρων εποχιακών εξετάσεων του προηγούμενου χρόνου.

Οι αναγραφόμενες παράμετροι της φυσικής και χημικής ανάλυσης θα πρέπει να δίνουν αντιπροσωπευτική εικόνα της ποιότητας του νερού και να καθορίζονται κάθε φορά με γνώμονα τα χαρακτηριστικά του. Το γεγονός αυτό δημιουργεί ασάφεια ως προς το ποιες ποιοτικές παράμετροι θα πρέπει να αναγράφονται στην ετικέτα και αιτιολογεί τις διαφορές και τα κενά που παρατηρούμε κατά την αξιολόγηση των δειγμάτων.

Ακόμα, παρατηρήσαμε ότι οι χημικές αναλύσεις συνήθως διεξάγονται από το Ι.Γ.Μ.Ε. ή κάποιο πανεπιστημιακό ίδρυμα (π.χ. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης) ενώ για εισαγόμενα νερά η χημική ανάλυση έχει διεξαχθεί από αντίστοιχο φορέα. Ιδιαίτερα αξιοσημείωτο είναι όμως το γεγονός πως σε πολλές ετικέτες δειγμάτων αναφέρεται χημική ανάλυση αρκετά παλαιά σε σχέση με την ημερομηνία παραγωγής τους.

Με βάση λοιπόν τις παραπάνω παρατηρήσεις κρίνεται αναγκαίο να καθοριστούν από τη νομοθεσία κοινές αναγραφόμενες παράμετροι και στις ίδιες μονάδες για όλα τα εμφιαλωμένα νερά (τουλάχιστον αυτών που προέρχονται από την ελληνική επικράτεια), προκειμένου ο καταναλωτής να είναι σε θέση να συγκρίνει τα προϊόντα μεταξύ τους.

Πίνακας 7.1 Αναγραφόμενες ενδείξεις κύριων κατιόντων στις ετικέτες των δειγμάτων

(δείγματα 1-40)

Κωδική ονομασία	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	Ca ⁺⁺ (mg/L)	Mg ⁺⁺ (mg/L)
1	2,4	0,6	0,26	84,80	1,40
2	18,00	1,30	-	79,00	22,00
3	8,80	1,20	0,26	69,00	6,60
4	2,80	0,40	0,26	97,00	3,40
5	4,90	1,89	0,00	96,60	11,30
6	2,40	0,60	0,26	84,80	1,40
7	9,60	0,40	0,26	75,50	22,70
8	3,60	0,50	0,05	22,00	82,00
9	7,80	1,10	0,26	75,20	11,20
10	7,00	0,40	0,26	28,40	13,60
11	16,30	0,90	0,26	12,00	74,40
12	5,30	3,90	0,05	99,00	4,50
13	4,10	0,82	0,05	99,20	2,20
14	12,70	1,50	0,01	59,30	8,30
15	5,30	3,90	0,05	99,00	4,50
16	13,40	1,50	0,26	87,30	10,00
17	13,50	0,50	-	54,90	10,80
18	2,40	0,60	0,26	84,80	1,40
19	2,40	0,60	0,26	84,80	1,40
20	2,74	1,02	0,05	57,10	6,70
21	8,20	0,40	0,26	38,00	11,70
22	5,70	0,32	0,26	36,70	6,70
23	2,40	0,60	0,26	84,80	1,40
24	4,50	0,55	0,05	22,00	88,40
25	7,90	0,60	0,26	31,90	14,80
26	24,40	1,30	-	54,90	25,20
27	7,10	1,10	0,00	24,50	11,50
28	7,00	0,50	0,26	33,20	14,20
29	38,50	1,60	0,10	47,80	12,10
30	1,50	0,40	0,26	69,00	5,30
31	20,00	1,40	N.D.	46,00	51,00
32	1,06	0,33	0,99	25,26	5,73
33	4,60	3,90	0,05	99,00	4,40
34	9,60	0,40	0,26	75,50	22,70
35	9,60	0,40	0,26	75,50	22,70
36	25,30	1,50	-	55,00	22,90
37	79,00	7,30	-	19,40	71,10
38	29,20	3,85	-	56,10	29,70
39	76,10	7,70	0,02	15,60	65,30
40	6,56	2,00	0,20	66,33	21,29

Πίνακας 7.2 Αναγραφόμενες ενδείξεις κύριων κατιόντων στις ετικέτες των δειγμάτων

(δείγματα 41-79)

Κωδική ονομασία	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	Ca ⁺⁺ (mg/L)	Mg ⁺⁺ (mg/L)
41	4,10	0,82	0,05	99,20	2,20
42	8,80	1,20	0,26	69,00	6,60
43	1,50	0,40	0,26	63,70	1,00
44	2,40	0,60	0,26	84,80	1,40
45	21,00	1,40	0,00	46,00	50,00
46	1,40	0,30	0,00	56,20	1,30
47	2,80	0,40	0,26	97,00	3,40
48	2,20	0,60	0,00	85,30	5,60
49	97,00	13,90	1,10	295,00	72,00
50	3,50	1,30	0,26	274,00	24,00
51	6,50	1,00	-	80,00	26,00
52	22,00	3,10	0,03	319,00	11,00
53	33,60	2,00	-	179,00	52,00
54	7,70	-	-	94,00	20,00
55	9,40	2,80	-	468,00	74,50
56	3,00	0,50	-	4,50	1,30
57	6,56	2,00	0,20	66,33	21,29
58	5,10	0,70	0,00	19,80	82,80
59	6,00	0,90	-	50,30	30,80
60	6,00	1,00	-	51,10	29,70
61	5,60	0,70	-	40,50	10,10
62	82,00	11,00	-	180,00	54,00
63	2,30	0,10	0,10	3,70	22,00
64	1,20	-	-	180,00	41,00
65	5,10	2,00	0,20	89,00	28,40
66	2,20	0,30	0,10	44,30	1,10
67	8,80	0,50	-	66,90	21,20
68	7,20	0,40	0,10	24,50	12,60
69	12,00	6,00	-	12,00	8,00
70	6,40	0,80	-	32,00	6,20
71	21,40	1,20	-	30,50	12,20
72	6,00	-	-	5,00	1,00
73	18,00	5,00	-	18,00	15,00
74	0,65	0,25	-	0,75	0,15
75	41,50	2,20	0,07	51,00	23,4
76	5,60	1,23	0,10	96,05	8,3
77	-	-	-	-	-
78	257,00	13,00	-	107,00	39,00
79	8,80	0,50	-	66,90	21,20

Πίνακας 7.3 Αναγραφόμενες ενδείξεις κύριων ανιόντων στις ετικέτες των δειγμάτων

(δείγματα 1-40)

Κωδική ονομασία	HCO ₃ ⁻ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)	SO ₄ ⁻ (mg/L)
1	252,00	7,00	6,40	0,09	5,00
2	287,00	35,00	10,00	-	33,00
3	225,00	9,40	5,00	0,05	16,10
4	288,00	7,80	6,70	0,05	8,30
5	207,50	14,40	13,50	0,00	51,00
6	252,00	7,00	6,40	0,09	5,00
7	330,00	17,30	5,00	0,05	9,60
8	460,00	5,60	10,30	0,01	13,90
9	278,00	11,30	0,23	0,05	6,30
10	142,00	13,60	5,00	0,05	6,10
11	372,00	39,20	7,20	0,05	6,70
12	311,00	4,50	5,80	0,01	9,50
13	301,50	9,20	4,16	0,05	5,00
14	-	35,50	5,70	0,01	26,00
15	311,00	4,50	5,80	0,01	9,50
16	245,00	16,00	15,50	0,05	41,50
17	190,30	28,00	5,00	-	10,30
18	252,00	7,00	6,40	0,09	5,00
19	252,00	7,00	6,40	0,09	5,00
20	-	2,94	3,27	0,17	3,67
21	161,00	14,90	5,00	0,05	6,70
22	139,00	10,60	5,00	0,10	5,00
23	252,00	7,00	6,40	0,09	5,00
24	476,00	7,80	10,00	0,01	15,00
25	159,50	15,20	5,00	0,05	5,60
26	278,00	31,30	5,00	0,05	14,70
27	107,40	17,80	6,60	0,01	10,00
28	158,80	12,30	5,00	0,10	5,00
29	159,00	75,00	5,00	0,10	20,00
30	210,00	5,00	5,00	0,05	20,30
31	376,00	25,00	10,00	0,00	14,00
32	54,00	2,83	-	-	1,00
33	317,00	5,00	6,00	0,01	10,00
34	330,00	17,30	5,00	0,05	9,60
35	330,00	17,30	5,00	0,05	9,60
36	248,00	35,30	4,40	0,05	15,60
37	439,00	57,70	5,00	-	24,10
38	372,00	25,10	5,70	0,00	28,50
39	430,00	65,80	5,70	0,00	28,70
40	262,00	6,91	9,15	0,05	9,99

Πίνακας 7.4 Αναγραφόμενες ενδείξεις κύριων ανιόντων στις ετικέτες των δειγμάτων
(δείγματα 41-79)

Κωδική ονομασία	HCO ₃ ⁻ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)	SO ₄ ⁻ (mg/L)
41	301,50	9,20	4,16	0,05	5,00
42	225,00	9,40	5,00	0,05	16,10
43	192,00	5,00	5,00	0,09	5,00
44	252,00	7,00	6,40	0,09	5,00
45	378,00	26,00	10,00	0,00	15,00
46	186,00	3,10	4,70	0,00	1,90
47	288,00	7,80	6,70	0,05	8,30
48	233,00	3,90	1,80	0,00	10,20
49	1394,00	23,00	4,30	0,00	59,00
50	975,00	7,50	8,90	0,05	9,40
51	360,00	6,80	3,70	-	12,60
52	-	8,30	2,00	0,01	-
53	239,00	54,80	3,00	-	445,00
54	248,00	-	-	-	120,00
55	372,00	7,60	2,90	-	1121,00
56	15,00	5,00	1,90	-	4,00
57	262,00	6,91	9,15	0,05	9,99
58	444,00	5,70	9,90	-	19,40
59	313,00	2,20	9,00	-	3,70
60	313,00	2,50	9,00	-	4,10
61	150,00	6,10	3,10	-	5,30
62	769,00	95,00	1,00	-	-
63	117,00	5,00	2,00	-	5,00
64	-	-	-	-	-
65	351,00	4,88	8,22	0,10	6,62
66	139,00	5,00	1,80	0,05	5,30
67	307,00	15,10	3,20	0,05	5,00
68	133,00	12,10	5,00	0,10	5,00
69	74,00	15,00	7,30	-	9,00
70	103,00	8,50	2,90	-	22,00
71	88,00	21,00	0,10	-	28,00
72	12,00	-	-	-	-
73	153,00	9,00	1,00	-	1,00
74	0,00	0,75	0,15	-	0,65
75	240,00	62,00	2,20	0,01	28,50
76	311,00	6,80	7,75	0,10	11,60
77	-	-	-	-	-
78	791,00	254,00	-	-	14,00
79	307,00	15,10	3,20	0,05	5,00

Πίνακας 7.5 Αναγραφόμενες ενδείξεις pH, ηλεκτρικής αγωγιμότητας, ολικής σκληρότητας και στερεού υπολείμματος στις ετικέτες των δειγμάτων (δείγματα 1-40)

Κωδική ονομασία	pH	Αγωγιμότητα (20°C)	Ολική Σκληρότητα mg/L (ως CaCO ₃)	Στερεό Υπόλειμμα (260°C)
1	7,30	430,00	215,00	-
2	7,70	632,00	39 °F	-
3	7,60	404,00	199,00	240 ppm (180°C)
4	7,20	500,00	256,00	-
5	6,90	583,00	288,00	0,26 g/L
6	7,30	430,00	215 mg/L (ως CaCO ₃)	-
7	7,50	555,00	282,00	-
8	-	729,00	39 °F	0,41 g/L
9	7,40	480,00	236,00	280 ppm (180°C)
10	7,80	271,00	7°D	150 mg/L (260°C)
11	8,20	700,00	336,00	400 mg/L (260°C)
12	-	-	-	0,3 g/L
13	7,22	498,00	240,00	310 ppm (260°C)
14	7,71	401,00	18,2 Γαλλικοί βαθμοί	255 mg/L (180°C)
15	-	-	-	-
16	7,70	538,00	259 ppm	-
17	7,50	429,00	180,80	-
18	7,30	430,00	215,00	-
19	7,30	430,00	215,00	-
20	7,70	285,00	17 Γαλλικοί Βαθμοί	-
21	7,40	306,00	8,1°dH	170 mg/L (260°C)
22	7,90	275,00	119,00	-
23	7,30	430,00	215,00	-
24	-	719,00	41,5°F	0,41 g/L
25	7,70	304,00	7,9°D	168,3 mg/L (260°C)
26	7,90	561,00	245,00	-
27	8,05	268,00	108,00	125 mg/L (180°C)
28	7,90	308,00	139,00	170 mg/L (180°C)
29	7,20	537,00	169,00	330 mg/L (180°C)
30	7,60	375,00	194,00	-
31	-	676,00	18°D	390 mg/L
32	7,95	189,50	86,81	113 mg/L (180°C)
33	-	-	-	0,31 g/L
34	7,50	555,00	282,00	-
35	7,50	555,00	282,00	-
36	7,80	579,00	248,00	-
37	7,80	799,09	295 ppm	-
38	7,90	680,00	269,00	-
39	8,00	789,04	305,00	-
40	7,50	448,00	22,8°F	280 mg/L (180°C)

Πίνακας 7.6 Αναγραφόμενες ενδείξεις pH, ηλεκτρικής αγωγιμότητας, ολικής σκληρότητας και στερεού υπολείμματος στις ετικέτες των δειγμάτων (δείγματα 41-79)

Κωδική ονομασία	pH	Αγωγιμότητα (20°C)	Ολική Σκληρότητα mg/L (ως CaCO ₃)	Στερεό Υπόλειμμα (260°C)
41	7,22	454,79	240,00	248 mg/L (180°C)
42	7,60	368,95	199 ppm	-
43	7,70	300,46	160,00	-
44	7,30	392,69	215,00	-
45	-	675,00	17,9°D	0,38 g/L
46	7,40	277,63	145,80	-
47	7,20	456,62	256,00	-
48	7,40	415,00	233,00	-
49	-	2170,00	103,4°F	1,28 g/L
50	6,50	1345,00	-	840 mg/L
51	7,20	-	-	309 (180°C)
52	6,00	-	-	-
53	7,70	-	-	-
54	7,80	-	-	400 mg/L (180°C)
55	-	-	-	-
56	6,00	-	-	33
57	7,50	448,00	22,8°F	280 mg/L (180°C)
58	7,10	656,62	39°F	-
59	7,52	420,00	-	265 (180°C)
60	7,54	425,00	-	268 (180°C)
61	-	-	170,00	-
62	-	1392,69	-	-
63	8,90	169,86	-	-
64	-	-	-	-
65	7,50	449,32	-	-
66	8,00	216,44	115,00	130 (260°C)
67	7,80	472,15	254,00	-
68	8,10	239,27	8,1°D	150 (260°C)
69	7,00	-	130,00	-
70	-	-	189,00	-
71	7,20	-	-	208 (180°C)
72	6,00	-	-	-
73	7,70	-	-	-
74	6,80	-	-	-
75	7,70	505,02	22,3 Γαλλικοί βαθμοί	250 (180°C)
76	7,50	436,53	254,00	-
77	-	-	-	-
78	-	-	-	-
79	7,80	472,15	254,00	-

Αξίζει να σημειωθεί ότι όπου η αναγραφόμενη ένδειξη της ηλεκτρικής αγωγιμότητας αναφερόταν σε διαφορετική θερμοκρασία από τους 20°C, και προκειμένου να είναι αξιοποιήσιμα τα δεδομένα για το στάδιο των υπολογισμών, έγιναν οι απαραίτητες αναγωγές με βάση την εμπειρική σχέση:

$$EC(t_1) = \frac{EC(t_2)}{1+0,019*|t_1-t_2|} \quad (7.1)$$

όπου t_1 η θερμοκρασία στην οποία μετρήθηκε η αγωγιμότητα που αναγράφεται στην ετικέτα του δείγματος και $t_2=20^{\circ}\text{C}$.

7.3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Για την διενέργεια των εργαστηριακών μετρήσεων των δειγμάτων εμφιαλωμένου νερού εφαρμόστηκε συγκεκριμένη μεθοδολογία κατά τα πρότυπα διεξαγωγής χημικών αναλύσεων προκειμένου να εξασφαλισθεί η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων.

Μετά, λοιπόν, τη συλλογή των δειγμάτων, ακολούθησε η άμεση μεταφορά τους στο εργαστήριο Εγγειοβελτιωτικών Έργων και Διαχείρισης Υδατικών Πόρων της Σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών Ε.Μ.Π, για την διενέργεια των αναλύσεων, όπου τα δείγματα εμφιαλωμένων νερών ανοίγονται για πρώτη φορά. Για πολλές παραμέτρους είναι απαραίτητος ο άμεσος προσδιορισμός τους, ενώ για άλλες γίνεται κατάλληλη αποθήκευση-συντήρηση του δείγματος και προσδιορισμός τους σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Η αποθήκευση των δειγμάτων έγινε σε ψυκτικό θάλαμο συντήρησης σε θερμοκρασία $4 - 6^{\circ}\text{C}$, ώστε τουλάχιστον κατά το διάστημα διεξαγωγής των μετρήσεων να περιοριστούν τυχόν αλλοιώσεις των ποιοτικών χαρακτηριστικών των νερών, που οφείλονται σε ενδεχόμενη αύξηση της θερμοκρασίας ή στην έκθεσή τους στην ηλιακή ακτινοβολία. Σε περίπτωση αύξησης της θερμοκρασίας ή υπέρμετρη έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία είναι πιθανό να αναπτυχθούν παθογόνοι μικροοργανισμοί και έτσι να αλλοιωθούν σημαντικά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των δειγμάτων.

Για κάθε δείγμα εμφιαλωμένου νερού, και αμέσως μετά το άνοιγμά του, προσδιορίστηκαν στο εργαστήριο με τη βοήθεια του πολύμετρου YSI Professional Plus και χρησιμοποιώντας ειδικό δοχείο μεγέθους περίπου 50mL, οι εξής φυσικοχημικές παράμετροι: θερμοκρασία, ειδική αγωγιμότητα, αγωγιμότητα, ολικά διαλυμένα στερεά, και pH. Πριν από τη διεξαγωγή της μέτρησης για κάθε δείγμα προηγείται ο καθαρισμός με ρίψη απεσταγμένου νερού μέσω υδροβολέα, τόσο των αισθητήρων του πολύμετρου όσο και του δοχείου που χρησιμοποιούνταν για την αποθήκευση του δείγματος κατά τη λήψη της τελικής μέτρησης. Στη συνέχεια ακολουθούσε η διαδικασία ξεπλύματος και πάλι τόσο των αισθητήρων του πολυμέτρου όσο και του δοχείου με μικρή ποσότητα από το δείγμα προς ανάλυση. Η διαδικασία αυτή ήταν απαραίτητη πριν από κάθε μέτρηση προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι τα αποτελέσματα που προέκυπταν δεν επηρεάζονταν από το προηγούμενο δείγμα που μετρήθηκε. Ακολούθως, ξαναποθετούσαμε ποσότητα περίπου 50 mL στο ειδικό δοχείο από το δείγμα προς ανάλυση και τοποθετούσαμε τους αισθητήρες της συσκευής έτσι ώστε αυτοί να ήταν βυθισμένα στο νερό του δείγματος. Τέλος, καταγράψαμε τις ενδείξεις που εμφανίζει το πολύμετρο στην οθόνη του.

Για τον προσδιορισμό των ανιόντων και κατιόντων των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της ιοντικής χρωματογραφίας με χρήση της συσκευής DIONEX ICS 3000. Τα ιόντα προσδιορίστηκαν με σύγκριση των χρόνων κατακράτησης με εκείνους των μεικτών προτύπων πιστοποιημένων διαλυμάτων που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή της καμπύλης βαθμονόμησης (ποιοτικός προσδιορισμός). Σημειώνεται ότι κατά την ανάλυση μιας σειράς δειγμάτων (batch), η απόκλιση των χρόνων κατακράτησης για κάθε ένα από τα ιόντα, δεν θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από $\pm 10\%$ και ότι οι χρόνοι κατακράτησης μπορεί να εξαρτώνται από τη συγκέντρωση και τη σύσταση του δείγματος. Η επεξεργασία των χρωματογραφημάτων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του λογισμικού Chromeleon Version 6.8 και το εμβαδόν της κορυφής που λαμβάνεται από τα χρωματογραφήματα είναι ανάλογο της συγκέντρωσης του ιόντος (ποσοτικός προσδιορισμός).

7.4. ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Παρακάτω παρουσιάζονται στους Πίνακες 7.7 έως και 7.12 όλα τα αποτελέσματα των εργαστηριακών μετρήσεων για τα 57 δείγματα εμφιαλωμένου νερού και για όλες τις ποιοτικές παραμέτρους που χρησιμοποιήθηκαν στο πλαίσιο αυτής της διπλωματικής εργασίας.

Πίνακας 7.7 Αποτελέσματα κύριων κατιόντων με βάση τις εργαστηριακές μετρήσεις των δειγμάτων (δείγματα 1-30)

Κωδική Ονομασία	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Ca ⁺⁺ (mg/L)	Mg ⁺⁺ (mg/L)
1	2,35	0,42	85,40	0,53
2	21,09	1,24	45,54	18,62
3	8,06	1,39	64,63	5,18
4	2,42	0,59	84,86	0,82
5	14,29	1,91	93,63	16,31
6	2,43	0,59	86,92	0,78
7	8,51	0,35	68,31	20,51
8	4,31	0,53	21,46	72,66
9	7,44	0,66	72,86	10,50
10	6,66	0,32	26,61	11,90
11	17,38	0,82	8,79	63,57
12	4,47	3,42	95,85	5,22
13	4,56	0,59	99,30	2,21
14	15,61	0,90	66,56	4,92
15	4,46	3,10	103,15	4,87
16	14,41	1,72	93,67	8,54
17	14,33	0,64	52,96	9,69
18	2,47	0,59	86,44	0,82
19	2,07	0,43	88,01	1,20
20	2,52	0,69	53,08	6,71
21	6,61	0,34	26,70	12,22
22	5,78	0,26	36,15	7,55
23	2,09	0,45	101,16	1,23
24	4,13	0,55	18,89	67,56
25	6,62	0,34	26,76	11,90
26	24,59	1,12	59,39	22,06
27	7,37	0,46	26,50	10,54
28	7,19	0,38	32,02	13,37
29	40,68	1,75	49,37	10,52
30	1,53	0,38	75,70	8,70

Πίνακας 7.8 Αποτελέσματα κύριων κατιόντων με βάση τις εργαστηριακές μετρήσεις των δειγμάτων
(δείγματα 31-57)

Κωδική Ονομασία	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Ca ⁺⁺ (mg/L)	Mg ⁺⁺ (mg/L)
31	20,99	1,35	42,56	44,75
32	0,96	0,24	26,59	6,42
33	4,23	3,34	103,88	4,13
34	8,83	0,35	65,60	19,37
35	8,75	0,37	66,28	20,37
36	21,13	0,83	56,80	18,06
37	72,69	6,05	14,85	49,88
38	28,96	4,06	57,62	26,85
39	72,25	6,29	14,65	48,68
40	6,29	0,71	58,02	18,05
41	4,71	0,64	90,72	2,04
42	7,45	1,15	62,47	5,00
43	1,75	0,40	63,76	0,78
44	2,52	0,64	86,69	0,81
45	20,43	1,41	43,69	42,50
46	1,70	0,46	46,00	0,76
47	2,80	0,47	107,90	1,39
48	1,93	0,60	70,69	3,92
49	96,50	13,57	322,50	57,23
50	4,50	1,17	288,00	25,11
51	6,41	1,00	78,75	20,48
52	22,00	3,61	317,00	10,01
53	31,51	2,11	256,73	40,22
54	6,95	4,22	91,63	15,15
55	8,44	2,89	453,10	64,26
56	2,74	0,29	5,10	1,59
57	5,03	0,52	97,59	15,66

Πίνακας 7.9 Αποτελέσματα κύριων ανιόντων με βάση τις εργαστηριακές μετρήσεις των δειγμάτων
(δείγματα 1-30)

Κωδική Ονομασία	Cl ⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)	SO ₄ ⁻ (mg/L)
1	4,54	4,29	0,00	1,59
2	31,64	8,34	0,00	30,79
3	6,51	3,11	0,02	11,66
4	4,62	4,31	0,00	1,75
5	9,20	10,90	0,00	75,81
6	4,75	4,45	0,00	1,75
7	10,06	1,51	0,00	5,49
8	4,32	7,67	0,00	10,96
9	7,20	0,67	0,00	4,67
10	8,40	2,55	0,00	3,01
11	30,37	6,01	0,00	4,22
12	3,13	3,63	0,00	10,57
13	5,91	2,97	0,00	4,41
14	21,03	5,68	0,00	18,47
15	3,20	3,67	0,00	10,36
16	12,27	13,07	0,00	46,73
17	20,37	3,16	0,00	8,04
18	4,97	4,61	0,00	1,86
19	3,90	5,37	0,00	5,83
20	0,80	1,91	0,00	2,96
21	8,68	2,46	0,00	3,23
22	7,25	1,27	0,00	3,55
23	3,81	5,36	0,00	5,69
24	4,24	8,35	0,00	10,97
25	8,47	2,25	0,00	3,22
26	27,75	0,38	0,00	12,86
27	9,45	6,86	0,00	5,46
28	9,25	2,94	0,01	3,43
29	69,47	3,37	0,00	15,91
30	1,05	6,05	0,00	23,25

Πίνακας 7.10 Αποτελέσματα κύριων ανιόντων με βάση τις εργαστηριακές μετρήσεις των δειγμάτων

(δείγματα 31-57)

Κωδική Ονομασία	Cl ⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)	SO ₄ ⁻ (mg/L)
31	18,69	7,83	0,00	12,53
32	0,73	0,64	0,00	1,95
33	3,13	4,16	0,15	8,81
34	10,70	1,38	0,00	5,76
35	10,62	1,44	0,00	5,66
36	21,65	0,53	0,14	12,33
37	51,02	0,20	0,01	16,53
38	16,12	0,88	0,01	15,62
39	53,53	0,10	0,01	23,29
40	4,34	5,74	0,01	8,29
41	6,39	2,54	0,01	3,41
42	6,11	2,66	0,01	11,45
43	2,27	3,22	0,01	1,21
44	5,31	4,67	0,01	1,80
45	19,25	7,57	0,01	12,54
46	2,19	3,57	0,11	1,85
47	11,50	5,89	0,10	9,70
48	2,46	3,06	0,01	7,59
49	14,50	6,53	0,00	34,36
50	2,87	7,52	0,00	2,10
51	5,52	2,81	0,01	10,99
52	5,68	0,65	0,00	30,03
53	37,26	0,18	0,00	534,96
54	2,23	0,27	0,01	118,53
55	4,13	2,38	0,00	1221,64
56	5,70	0,74	0,01	5,90
57	4,57	10,42	0,01	9,73

Πίνακας 7.11 Αποτελέσματα εργαστηριακών μετρήσεων pH, ηλεκτρικής αγωγιμότητας και συνόλου διαλελυμένων αλάτων (TDS) (δείγματα 1-30)

Κωδική Ονομασία	pH	Αγωγιμότητα (20°C)	Σύνολο διαλελυμένων αλάτων (TDS) (mg/L)
1	7,40	420,64	300,00
2	7,35	649,32	461,50
3	7,15	388,77	276,90
4	7,00	419,82	299,00
5	6,83	631,96	448,50
6	6,85	420,00	299,00
7	6,96	515,07	364,00
8	6,75	674,89	481,00
9	7,06	445,57	317,20
10	7,34	262,19	286,55
11	7,52	656,62	468,00
12	7,03	536,99	383,50
13	6,95	504,11	357,50
14	7,20	438,26	312,00
15	6,94	542,47	383,50
16	7,15	582,65	416,00
17	7,31	411,14	292,50
18	7,57	424,02	301,60
19	7,43	490,41	351,00
20	7,67	323,38	230,10
21	7,98	266,85	189,80
22	7,95	268,77	191,10
23	7,45	496,80	351,00
24	7,29	675,80	481,00
25	7,87	267,03	189,80
26	7,85	587,21	416,00
27	8,00	261,55	185,90
28	7,90	302,65	215,15
29	7,23	566,21	403,00
30	7,69	461,19	331,50

Πίνακας 7.12 Αποτελέσματα εργαστηριακών μετρήσεων pH, ηλεκτρικής αγωγιμότητας και συνόλου διαλυμένων αλάτων (TDS) (δείγματα 31-57)

Κωδική Ονομασία	pH	Αγωγιμότητα (20°C)	Σύνολο διαλυμένων αλάτων (TDS) (mg/L)
31	7,38	684,93	487,50
32	7,86	191,32	136,50
33	7,43	548,86	390,00
34	7,78	529,68	377,00
35	7,76	524,20	370,5
36	7,82	567,12	403,00
37	8,03	863,93	617,50
38	8,07	636,53	455,00
39	8,24	863,93	617,50
40	7,92	450,87	320,45
41	7,79	468,31	333,45
42	7,95	379,36	234,00
43	7,86	329,22	304,85
44	7,75	427,12	355,55
45	7,86	684,02	228,80
46	5,23	321,92	338,65
47	5,35	476,53	269,75
48	7,89	378,81	1378,00
49	6,07	1932,42	975,00
50	5,89	1366,21	416,00
51	7,75	585,39	1040,00
52	6,27	1465,75	903,50
53	5,42	1265,75	429,00
54	7,95	598,17	1605,50
55	7,70	2256,62	46,80
56	7,40	65,57	233,35
57	5,58	464,29	343,20



8 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΕΜΦΙΑΛΩΜΕΝΩΝ ΝΕΡΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟΝ ΕΙΔΙΚΟ ΔΕΙΚΤΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ BWQI

8.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται σε κατάταξη τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη χρήση της μεθοδολογίας του δείκτη ποιότητας εμφιαλωμένου νερού BWQI που αναλύθηκε στο κεφάλαιο 6. Η χρήση του BWQI έγινε τόσο χρησιμοποιώντας τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που αναγράφονται στις ετικέτες των δειγμάτων όσο και τα αποτελέσματα των εργαστηριακών μετρήσεων.

Όπως προαναφέρθηκε για την διενέργεια των υπολογισμών που απαιτούνται για τον προσδιορισμό του τελικού αποτελέσματος του κάθε δείγματος στην περίπτωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των ετικετών δεν σύμβολα ανισοτήτων και επιλέχθηκε η αναγραφόμενη οριακή τιμή.

Ακόμα οι αναλύσεις που διεξήχθησαν αφορούν μόνο τις φυσικοχημικές παραμέτρους του νερού και όχι μικροβιολογικές παραμέτρους (π.χ. *Escherichia coli*). Για το λόγο αυτό έγινε η παραδοχή ότι όλα τα δείγματα που αξιολογήθηκαν εμφανίζουν μηδενικό αριθμό αποικιών/250ml από το βακτήριο *E.coli* τόσο στην περίπτωση της αξιολόγησης με βάση τις αναγραφόμενες ενδείξεις στις ετικέτες, όσο και στην περίπτωση χρήσης των εργαστηριακών μετρήσεων. Με βάση την παραδοχή αυτή, όλα τα δείγματα κρίνονται κατάλληλα για περαιτέρω αξιολόγηση και υπολογισμό των υποδεικτών εφόσον και η τιμή του pH βρίσκεται εντός των ορίων της Ευρωπαϊκής νομοθεσίας ($6,5 \leq pH \leq 9,5$).

8.2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΥΠΟΔΕΙΚΤΩΝ SI

Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των υποδεικτών SI για το κάθε δείγμα και για την κάθε ποιοτική παράμετρο που χρησιμοποιεί ο BWQI. Πιο αναλυτικά παρουσιάζονται οι υποδείκτες των 5 παραμέτρων που έχουν επιλεγεί: νιτρικά, νιτρώδη, χλωριόντα, θειϊκά και ηλεκτρική αγωγιμότητα (20°C). Ακόμα, οι παράμετροι E.coli και pH παρουσιάζονται με βάση τις παραπάνω παραδοχές στη λογική μορφή (TRUE ή FALSE), όπου TRUE σημαίνει τήρηση των ορίων που θέτει η νομοθεσία, ενώ FALSE σημαίνει ότι παρουσιάζονται τιμές εκτός ορίων. Επιπρόσθετα, παρουσιάζεται μία ακόμα στήλη, αυτή του «Πιθανού μηδενισμού» η οποία με βάση την τιμή που παίρνει (TRUE ή FALSE) μηδενίζει ή όχι το τελικό αποτέλεσμα του BWQI ανεξάρτητα από τα αποτελέσματα των υπόλοιπων υποδεικτών. Ο μηδενισμός αυτός πραγματοποιείται στην περίπτωση που η στήλη «Πιθανός μηδενισμός» πάρει την τιμή FALSE, δηλαδή όταν και οι δύο ή έστω και μία εκ των παραμέτρων E.coli και pH παίρνουν την τιμή FALSE.

Στους πίνακες που ακολουθούν εμφανίζονται με παύλα (-) όσοι υποδείκτες δεν μπορούν να υπολογιστούν λόγω ελλειπών στοιχείων (ή διαφορετικών μονάδων) στις ετικέτες των δειγμάτων, ενώ με κόκκινο εμφανίζονται όσες τιμές των υποδεικτών υποδηλώνουν ενδείξεις ή τιμές εκτός των ορίων που θέτει η Ευρωπαϊκή νομοθεσία.

8.2.1. Υπολογισμός υποδεικτών με βάση τις αναγραφόμενες ενδείξεις στις ετικέτες των δειγμάτων

Παρακάτω παρουσιάζονται στους Πίνακες 8.1 έως 8.4 όλα τα αποτελέσματα των υπολογισμών που έγιναν μέσω του λογισμικού Microsoft Excel προκειμένου να προσδιοριστούν οι υποδείκτες SI του δείκτη ποιότητας εμφιαλωμένου νερού BWQI με βάση τις αναγραφόμενες ενδείξεις στις ετικέτες των 79 δειγμάτων.

Πίνακας 8.1 Τιμές των υποδεικτών με βάση τις αναγραφόμενες ενδείξεις στις ετικέτες των δειγμάτων (δείγματα 1-40)

Κωδική ονομασία	ΥΠΟΔΕΙΚΤΕΣ SI				
	ΝΙΤΡΙΚΑ SI	ΝΙΤΡΩΔΗ SI	ΧΛΩΡΙΟΝΤΑ SI	ΘΕΪΚΑ SI	ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ SI
1	0,872	0,820	0,972	0,980	0,828
2	0,800	-	0,860	0,868	0,747
3	0,900	0,900	0,962	0,936	0,838
4	0,866	0,900	0,969	0,967	0,800
5	0,730	1,000	0,942	0,796	0,767
6	0,872	0,820	0,972	0,980	0,828
7	0,900	0,900	0,931	0,962	0,778
8	0,794	0,980	0,978	0,944	0,708
9	0,995	0,900	0,955	0,975	0,808
10	0,900	0,900	0,946	0,976	0,892
11	0,856	0,900	0,843	0,973	0,720
12	0,884	0,980	0,982	0,962	-
13	0,917	0,900	0,963	0,980	0,801
14	0,886	0,980	0,858	0,896	0,840
15	0,884	0,980	0,982	0,962	-
16	0,690	0,900	0,936	0,834	0,785
17	0,900	-	0,888	0,959	0,828
18	0,872	0,820	0,972	0,980	0,828
19	0,872	0,820	0,972	0,980	0,828
20	0,935	0,660	0,988	0,985	0,886
21	0,900	0,900	0,940	0,973	0,878
22	0,900	0,800	0,958	0,980	0,890
23	0,872	0,820	0,972	0,980	0,828
24	0,800	0,980	0,969	0,940	0,712
25	0,900	0,900	0,939	0,978	0,878
26	0,900	0,900	0,875	0,941	0,776
27	0,868	0,980	0,929	0,960	0,893
28	0,900	0,800	0,951	0,980	0,877
29	0,900	0,800	0,700	0,920	0,785
30	0,900	0,900	0,980	0,919	0,850
31	0,800	1,000	0,900	0,944	0,730
32	-	-	0,989	0,996	0,924
33	0,880	0,980	0,980	0,960	-
34	0,900	0,900	0,931	0,962	0,778
35	0,900	0,900	0,931	0,962	0,778
36	0,912	0,900	0,859	0,938	0,768
37	0,900	-	0,769	0,904	0,680
38	0,886	1,000	0,900	0,886	0,728
39	0,886	1,000	0,737	0,885	0,684
40	0,817	0,900	0,972	0,960	0,821

Πίνακας 8.2 Τιμές των υποδεικτών με βάση τις αναγραφόμενες ενδείξεις στις ετικέτες των δειγμάτων (δείγματα 41-79)

Κωδική ονομασία	ΥΠΟΔΕΙΚΤΕΣ ΣΙ				
	ΝΙΤΡΙΚΑ ΣΙ	ΝΙΤΡΩΔΗ ΣΙ	ΧΛΩΡΙΟΝΤΑ ΣΙ	ΘΕΪΚΑ ΣΙ	ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ ΣΙ
41	0,917	0,900	0,963	0,980	0,818
42	0,900	0,900	0,962	0,936	0,852
43	0,900	0,820	0,980	0,980	0,880
44	0,872	0,820	0,972	0,980	0,843
45	0,800	1,000	0,896	0,940	0,730
46	0,906	1,000	0,988	0,992	0,889
47	0,866	0,900	0,969	0,967	0,817
48	0,964	1,000	0,984	0,959	0,834
49	0,914	1,000	0,908	0,764	0,132
50	0,822	0,900	0,970	0,962	0,462
51	0,926	-	0,973	0,950	-
52	0,960	0,980	0,967	-	-
53	0,940	-	0,781	0,000	-
54	-	-	-	0,520	-
55	0,942	-	0,970	0,000	-
56	0,962	-	0,980	0,984	-
57	0,817	0,900	0,972	0,960	0,821
58	0,802	-	0,977	0,922	0,737
59	0,820	-	0,991	0,985	0,832
60	0,820	-	0,990	0,984	0,830
61	0,938	-	0,976	0,979	-
62	0,980	-	0,620	-	0,443
63	0,960	-	0,980	0,980	0,932
64	-	-	-	-	-
65	0,836	0,800	0,980	0,974	0,820
66	0,964	0,900	0,980	0,979	0,913
67	0,936	0,900	0,940	0,980	0,811
68	0,900	0,800	0,952	0,980	0,904
69	0,854	-	0,940	0,964	-
70	0,942	-	0,966	0,912	-
71	0,998	-	0,916	0,888	-
72	-	-	-	-	-
73	0,980	-	0,964	0,996	-
74	0,997	-	0,997	0,997	-
75	0,956	0,980	0,752	0,886	0,798
76	0,845	0,800	0,973	0,954	0,825
77	-	-	-	-	-
78	-	-	0,000	0,944	-
79	0,936	0,900	0,940	0,980	0,811

Πίνακας 8.3 Αποτελέσματα αξιολόγησης *E.coli*, pH και «πιθανού μηδενισμού» (δείγματα 1-40)

Κωδική ονομασία	<i>E.coli</i>	pH	Πιθανός Μηδενισμός
1	TRUE	TRUE	TRUE
2	TRUE	TRUE	TRUE
3	TRUE	TRUE	TRUE
4	TRUE	TRUE	TRUE
5	TRUE	TRUE	TRUE
6	TRUE	TRUE	TRUE
7	TRUE	TRUE	TRUE
8	TRUE	-	-
9	TRUE	TRUE	TRUE
10	TRUE	TRUE	TRUE
11	TRUE	TRUE	TRUE
12	TRUE	-	-
13	TRUE	TRUE	TRUE
14	TRUE	TRUE	TRUE
15	TRUE	-	-
16	TRUE	TRUE	TRUE
17	TRUE	TRUE	TRUE
18	TRUE	TRUE	TRUE
19	TRUE	TRUE	TRUE
20	TRUE	TRUE	TRUE
21	TRUE	TRUE	TRUE
22	TRUE	TRUE	TRUE
23	TRUE	TRUE	TRUE
24	TRUE	-	-
25	TRUE	TRUE	TRUE
26	TRUE	TRUE	TRUE
27	TRUE	TRUE	TRUE
28	TRUE	TRUE	TRUE
29	TRUE	TRUE	TRUE
30	TRUE	TRUE	TRUE
31	TRUE	-	-
32	TRUE	TRUE	TRUE
33	TRUE	-	-
34	TRUE	TRUE	TRUE
35	TRUE	TRUE	TRUE
36	TRUE	TRUE	TRUE
37	TRUE	TRUE	TRUE
38	TRUE	TRUE	TRUE
39	TRUE	TRUE	TRUE
40	TRUE	TRUE	TRUE

Πίνακας 8.4 Αποτελέσματα αξιολόγησης *E.coli*, pH και «πιθανού μηδενισμού» (δείγματα 40-79)

Κωδική ονομασία	<i>E.coli</i>	pH	Πιθανός Μηδενισμός
41	TRUE	TRUE	TRUE
42	TRUE	TRUE	TRUE
43	TRUE	TRUE	TRUE
44	TRUE	TRUE	TRUE
45	TRUE	-	-
46	TRUE	TRUE	TRUE
47	TRUE	TRUE	TRUE
48	TRUE	TRUE	TRUE
49	TRUE	-	-
50	TRUE	TRUE	TRUE
51	TRUE	TRUE	TRUE
52	TRUE	FALSE	FALSE
53	TRUE	TRUE	TRUE
54	TRUE	TRUE	TRUE
55	TRUE	-	-
56	TRUE	FALSE	FALSE
57	TRUE	TRUE	TRUE
58	TRUE	TRUE	TRUE
59	TRUE	TRUE	TRUE
60	TRUE	TRUE	TRUE
61	TRUE	-	-
62	TRUE	-	-
63	TRUE	TRUE	TRUE
64	TRUE	-	-
65	TRUE	TRUE	TRUE
66	TRUE	TRUE	TRUE
67	TRUE	TRUE	TRUE
68	TRUE	TRUE	TRUE
69	TRUE	TRUE	TRUE
70	TRUE	-	-
71	TRUE	TRUE	TRUE
72	TRUE	FALSE	FALSE
73	TRUE	TRUE	TRUE
74	TRUE	TRUE	TRUE
75	TRUE	TRUE	TRUE
76	TRUE	TRUE	TRUE
77	TRUE	-	-
78	TRUE	-	-
79	TRUE	TRUE	TRUE

8.2.2. Υπολογισμός υποδεικτών με βάση τα αποτελέσματα των εργαστηριακών μετρήσεων

Παρακάτω παρουσιάζονται στους Πίνακες 8.5 έως 8.8 όλα τα αποτελέσματα των υπολογισμών που έγιναν μέσω του λογισμικού Microsoft Excel προκειμένου να προσδιοριστούν οι υποδείκτες SI του δείκτη ποιότητας εμφιαλωμένου νερού BWQI με βάση τα αποτελέσματα των εργαστηριακών μετρήσεων των 57 δειγμάτων.

Πίνακας 8.5 Τιμές των υποδεικτών με βάση τα αποτελέσματα των εργαστηριακών μετρήσεων των δειγμάτων (δείγματα 1-30)

Κωδική Ονομασία	ΥΠΟΔΕΙΚΤΕΣ SI				
	ΝΙΤΡΙΚΑ SI	ΝΙΤΡΩΔΗ SI	ΧΛΩΡΙΟΝΤΑ SI	ΘΕΪΚΑ SI	ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ SI
1	0,914	1,000	0,982	0,994	0,832
2	0,833	1,000	0,873	0,877	0,740
3	0,938	0,960	0,974	0,953	0,844
4	0,914	1,000	0,982	0,993	0,832
5	0,782	1,000	0,963	0,697	0,747
6	0,911	1,000	0,981	0,993	0,832
7	0,970	1,000	0,960	0,978	0,794
8	0,847	1,000	0,983	0,956	0,730
9	0,987	1,000	0,971	0,981	0,822
10	0,949	1,000	0,966	0,988	0,895
11	0,880	1,000	0,879	0,983	0,737
12	0,927	1,000	0,987	0,958	0,785
13	0,941	1,000	0,976	0,982	0,798
14	0,886	1,000	0,916	0,926	0,825
15	0,927	1,000	0,987	0,959	0,783
16	0,739	1,000	0,951	0,813	0,767
17	0,937	1,000	0,919	0,968	0,836
18	0,908	1,000	0,980	0,993	0,830
19	0,893	1,000	0,984	0,977	0,804
20	0,962	1,000	0,997	0,988	0,871
21	0,951	1,000	0,965	0,987	0,893
22	0,975	1,000	0,971	0,986	0,892
23	0,893	1,000	0,985	0,977	0,801
24	0,833	1,000	0,983	0,956	0,730
25	0,955	1,000	0,966	0,987	0,893
26	0,992	1,000	0,889	0,949	0,765
27	0,863	1,000	0,962	0,978	0,895
28	0,941	0,980	0,963	0,986	0,879
29	0,933	1,000	0,722	0,936	0,774
30	0,879	1,000	0,996	0,907	0,816

Πίνακας 8.6 Τιμές των υποδεικτών με βάση τα αποτελέσματα των εργαστηριακών μετρήσεων των δειγμάτων (δείγματα 31-57)

Κωδική Ονομασία	ΥΠΟΔΕΙΚΤΕΣ SI				
	ΝΙΤΡΙΚΑ SI	ΝΙΤΡΩΔΗ SI	ΧΛΩΡΙΟΝΤΑ SI	ΘΕΪΚΑ SI	ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ SI
31	0,843	1,000	0,925	0,950	0,726
32	0,987	1,000	0,997	0,992	0,923
33	0,917	0,700	0,987	0,965	0,780
34	0,972	1,000	0,957	0,977	0,788
35	0,971	1,000	0,958	0,977	0,790
36	0,989	0,720	0,913	0,951	0,773
37	0,996	0,980	0,796	0,934	0,654
38	0,982	0,980	0,936	0,938	0,745
39	0,998	0,980	0,786	0,907	0,654
40	0,885	0,980	0,983	0,967	0,820
41	0,949	0,980	0,974	0,986	0,813
42	0,947	0,980	0,976	0,954	0,848
43	0,936	0,980	0,991	0,995	0,868
44	0,907	0,980	0,979	0,993	0,829
45	0,849	0,980	0,923	0,950	0,726
46	0,929	0,780	0,991	0,993	0,871
47	0,882	0,800	0,954	0,961	0,809
48	0,939	0,980	0,990	0,970	0,848
49	0,869	1,000	0,942	0,863	0,227
50	0,850	1,000	0,989	0,992	0,454
51	0,944	0,980	0,978	0,956	0,766
52	0,987	1,000	0,977	0,880	0,414
53	0,996	1,000	0,851	0,000	0,494
54	0,995	0,980	0,991	0,526	0,761
55	0,952	1,000	0,983	0,000	0,097
56	0,985	0,980	0,977	0,976	0,974
57	0,792	0,980	0,982	0,961	0,814

Πίνακας 8.7 Αποτελέσματα αξιολόγησης *E.coli*, pH και «πιθανού μηδενισμού» (δείγματα 1-30)

Κωδική Ονομασία	<i>E.coli</i>	pH	Πιθανός Μηδενισμός
1	TRUE	TRUE	TRUE
2	TRUE	TRUE	TRUE
3	TRUE	TRUE	TRUE
4	TRUE	TRUE	TRUE
5	TRUE	TRUE	TRUE
6	TRUE	TRUE	TRUE
7	TRUE	TRUE	TRUE
8	TRUE	TRUE	TRUE
9	TRUE	TRUE	TRUE
10	TRUE	TRUE	TRUE
11	TRUE	TRUE	TRUE
12	TRUE	TRUE	TRUE
13	TRUE	TRUE	TRUE
14	TRUE	TRUE	TRUE
15	TRUE	TRUE	TRUE
16	TRUE	TRUE	TRUE
17	TRUE	TRUE	TRUE
18	TRUE	TRUE	TRUE
19	TRUE	TRUE	TRUE
20	TRUE	TRUE	TRUE
21	TRUE	TRUE	TRUE
22	TRUE	TRUE	TRUE
23	TRUE	TRUE	TRUE
24	TRUE	TRUE	TRUE
25	TRUE	TRUE	TRUE
26	TRUE	TRUE	TRUE
27	TRUE	TRUE	TRUE
28	TRUE	TRUE	TRUE
29	TRUE	TRUE	TRUE
30	TRUE	TRUE	TRUE

Πίνακας 8.8 Αποτελέσματα αξιολόγησης *E.coli*, pH και «πιθανού μηδενισμού» (δείγματα 31-57)

Κωδική Ονομασία	<i>E.coli</i>	pH	Πιθανός Μηδενισμός
31	TRUE	TRUE	TRUE
32	TRUE	TRUE	TRUE
33	TRUE	TRUE	TRUE
34	TRUE	TRUE	TRUE
35	TRUE	TRUE	TRUE
36	TRUE	TRUE	TRUE
37	TRUE	TRUE	TRUE
38	TRUE	TRUE	TRUE
39	TRUE	TRUE	TRUE
40	TRUE	TRUE	TRUE
41	TRUE	TRUE	TRUE
42	TRUE	TRUE	TRUE
43	TRUE	TRUE	TRUE
44	TRUE	TRUE	TRUE
45	TRUE	TRUE	TRUE
46	TRUE	FALSE	FALSE
47	TRUE	FALSE	FALSE
48	TRUE	TRUE	TRUE
49	TRUE	FALSE	FALSE
50	TRUE	FALSE	FALSE
51	TRUE	TRUE	TRUE
52	TRUE	FALSE	FALSE
53	TRUE	FALSE	FALSE
54	TRUE	TRUE	TRUE
55	TRUE	TRUE	TRUE
56	TRUE	TRUE	TRUE
57	TRUE	FALSE	FALSE

8.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ BWQI ΚΑΙ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΕΜΦΙΑΛΩΜΕΝΩΝ ΝΕΡΩΝ

Στο εδάφιο αυτό παρουσιάζονται οι πίνακες των αποτελεσμάτων με την βαθμολογία BWQI που προέκυψε για κάθε δείγμα. Πιο συγκεκριμένα, στους Πίνακες 8.9 και 8.10 που ακολουθούν παρουσιάζονται τα δείγματα με σειρά από το καλύτερο προς το χειρότερο από πλευράς ποιότητας και με βάση τη βαθμολογία BWQI τους. Ακόμα, στις περιπτώσεις που αναγράφεται παύλα (-) στην στήλη της βαθμολογίας του δείγματος, η αιτία μη απόδοσης τιμής αναγράφεται στη στήλη «Παρατηρήσεις». Στις περιπτώσεις που εμφανίζονται βαθμολογίες με κόκκινο χρώμα, αυτό σημαίνει ότι το συγκεκριμένο δείγμα νερού κρίνεται ακατάλληλο για ανθρώπινη κατανάλωση με βάση τον δείκτη ποιότητας εμφιαλωμένου νερού BWQI που προτείνεται σε αυτή τη διπλωματική εργασία.

8.3.1. Κατάταξη δειγμάτων με βάση τις ενδείξεις στις ετικέτες

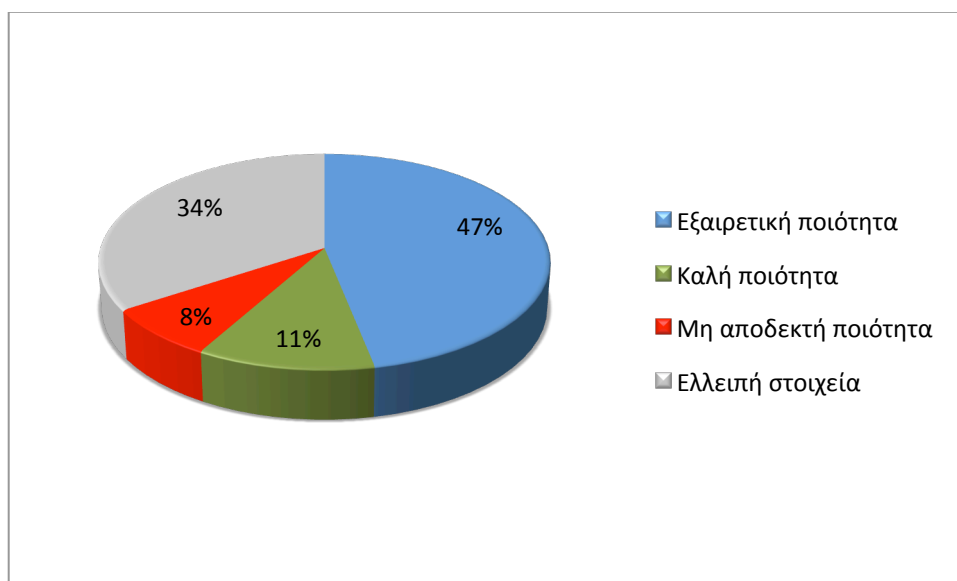
Πίνακας 8.9 Τελική κατάταξη και βαθμολογία BWQI των δειγμάτων με βάση τις ενδείξεις στις ετικέτες τους

Βαθμολογία BWQI	Κωδική Ονομασία	Παρατηρήσεις(ελλειπή στοιχεία στην ετικέτα)
0,944	46	
0,943	48	
0,933	66	
0,914	9	
0,910	27	
0,903	10	
0,899	25	
0,898	21	
0,896	41	
0,896	67	
0,896	79	
0,893	13	
0,890	42	
0,890	30	
0,887	3	
0,883	43	
0,880	47	
0,878	14	
0,876	4	
0,876	68	
0,874	22	
0,873	7	
0,873	34	
0,873	35	
0,870	28	
0,865	44	
0,865	38	
0,865	40	
0,865	57	
0,864	75	
0,862	1	
0,862	6	
0,862	18	
0,862	19	
0,862	23	
0,858	26	
0,856	36	
0,844	65	
0,843	76	
0,840	20	

Πίνακας 8.9 Τελική κατάταξη και βαθμολογία BWQI των δειγμάτων με βάση τις ενδείξεις στις ετικέτες τους (συνέχεια)

Βαθμολογία BWQI	Κωδική Ονομασία	Παρατηρήσεις(ελλιπή στοιχεία στην ετικέτα)
0,832	11	
0,821	39	
0,815	5	
0,791	29	
0,786	16	
0,772	50	
0,00	52	
0,00	55	
0,00	56	
0,00	72	
0,00	78	
0,00	53	
-	2	δεν αναγράφονται τα νιτρώδη
-	8	δεν αναγράφεται το pH
-	12	δεν αναγράφονται το pH και η αγωγιμότητα
-	15	δεν αναγράφονται το pH και η αγωγιμότητα
-	17	δεν αναγράφονται τα νιτρώδη
-	24	δεν αναγράφεται το pH
-	31	δεν αναγράφεται το pH
-	32	δεν αναγράφονται τα νιτρικά και τα νιτρώδη
-	33	δεν αναγράφονται το pH και η αγωγιμότητα
-	37	δεν αναγράφονται τα νιτρώδη
-	45	δεν αναγράφεται το pH
-	49	δεν αναγράφεται το pH
-	51	δεν αναγράφονται τα νιτρώδη
-	54	δεν αναγράφονται τα νιτρικά, τα νιτρώδη και το pH
-	58	δεν αναγράφονται τα νιτρώδη
-	59	δεν αναγράφονται η αγωγιμότητα και τα νιτρώδη
-	60	δεν αναγράφονται η αγωγιμότητα και τα νιτρώδη
-	61	δεν αναγράφονται η αγωγιμότητα, τα νιτρώδη και το pH
-	62	δεν αναγράφονται το pH, τα θειικά και τα νιτρώδη
-	63	δεν αναγράφονται τα νιτρώδη
-	64	δεν αναγράφονται ποιοτικά χαρακτηριστικά
-	69	δεν αναγράφονται η αγωγιμότητα και τα νιτρώδη
-	70	δεν αναγράφονται η αγωγιμότητα, τα νιτρώδη και το pH
-	71	δεν αναγράφονται η αγωγιμότητα, τα νιτρώδη και το pH
-	73	δεν αναγράφονται η αγωγιμότητα και τα νιτρώδη
-	74	δεν αναγράφονται η αγωγιμότητα και τα νιτρώδη
-	77	δεν αναγράφονται φυσικοχημικά στοιχεία

Με βάση την κατάταξη που φαίνεται στον Πίνακα 8.9, 37 εμφιαλωμένα νερά (47%) αξιολογούνται με βαθμολογία άνω του 0.85 (εξαιρετική ποιότητα), 9 εμφιαλωμένα νερά (11%) αξιολογούνται με βαθμολογία στο διάστημα 0.70-0.85 (καλή ποιότητα), ενώ 6 εμφιαλωμένα νερά (8%) κρίθηκαν ακατάλληλα με βάση τις παραδοχές και την μεθοδολογία του προτεινόμενου δείκτη. Τα υπόλοιπα 27 εμφιαλωμένα νερά (34%) δεν ήταν δυνατόν να αξιολογηθούν λόγω ελλειπών στοιχείων στις ετικέτες τους. Πιο αναλυτικά τα παραπάνω αποτελέσματα που προέκυψαν με βάση τις αναγραφόμενες ενδείξεις στις ετικέτες των εμφιαλωμένων νερών παρουσιάζονται στο Σχήμα 8.1 που ακολουθεί:



Σχήμα 8.1 Αποτελέσματα ποιοτικής αξιολόγησης των δειγμάτων εμφιαλωμένων νερών με βάση τις αναγραφόμενες ενδείξεις στις ετικέτες σε ποσοστά επί της εκατό

8.3.2. Κατάταξη δειγμάτων με βάση τις εργαστηριακές μετρήσεις

Πίνακας 8.10 Τελική κατάταξη και βαθμολογία BWQI των δειγμάτων με βάση τα αποτελέσματα των εργαστηριακών μετρήσεων

Βαθμολογία BWQI	Κωδική Ονομασία
0,978	32
0,975	56
0,962	22
0,958	20
0,955	25
0,954	10
0,954	21
0,948	9
0,945	43
0,941	28
0,936	48
0,934	7
0,934	1
0,933	4
0,933	35
0,933	34
0,933	42
0,932	6
0,931	41
0,931	18
0,931	13
0,925	27
0,924	44
0,924	17
0,923	3
0,921	12
0,921	15
0,918	19
0,918	23

Πίνακας 8.10 Τελική κατάταξη και βαθμολογία BWQI των δειγμάτων με βάση τα αποτελέσματα των εργαστηριακών μετρήσεων (συνέχεια)

Βαθμολογία BWQI	Κωδική Ονομασία
0,914	26
0,914	51
0,911	40
0,908	38
0,905	30
0,898	14
0,882	8
0,879	11
0,878	24
0,869	31
0,865	45
0,860	29
0,860	37
0,853	39
0,845	2
0,834	36
0,825	33
0,825	54
0,822	16
0,809	5
0,000	46
0,000	47
0,000	49
0,000	50
0,000	52
0,000	53
0,000	55
0,000	57

Με βάση την κατάταξη που φαίνεται στον Πίνακα 8.10, 43 εμφιαλωμένα νερά (75%) αξιολογούνται με βαθμολογία άνω του 0.85 (εξαιρετική ποιότητα), 6 εμφιαλωμένα νερά (11%) αξιολογούνται με βαθμολογία στο διάστημα 0.70-0.85 (καλή ποιότητα), ενώ 8 εμφιαλωμένα νερά (14%) κρίθηκαν ακατάλληλα με βάση τις παραδοχές και την μεθοδολογία του προτεινόμενου δείκτη. Πιο αναλυτικά τα παραπάνω αποτελέσματα που προέκυψαν με βάση τις εργαστηριακές μετρήσεις των εμφιαλωμένων νερών παρουσιάζονται στο Σχήμα 8.2 που ακολουθεί:



Σχήμα 8.2 Αποτελέσματα ποιοτικής αξιολόγησης των δειγμάτων εμφιαλωμένων νερών με βάση τις εργαστηριακές μετρήσεις σε ποσοστά επί της εκατό



9 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΑ ΣΧΟΛΙΑ

Η ποιότητα νερού αποτελεί βασική παράμετρο για τη διαχείριση υδατικών πόρων. Για τον χαρακτηρισμό της ποιότητας του νερού πρέπει να μετράται και να αναλύεται ένας μεγάλος αριθμός παραμέτρων με διαφορετική σημαντικότητα η καθεμιά. Ιδιαίτερα για το νερό που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση πρέπει να εξετάζονται κυρίως συγκεκριμένες παράμετροι που επηρεάζουν άμεσα την υγεία των ανθρώπων.

Επειδή η χρήση πολλών παραμέτρων ποιότητας δεν βοηθά στην εύκολη αξιολόγηση και εκτίμηση της ποιότητας του νερού, κυρίως από μη ειδικούς, χρησιμοποιούνται τις τελευταίες δεκαετίες ειδικοί δείκτες που με απλοποιημένο τρόπο παρουσιάζουν μία εύκολα κατανοητή ένδειξη για την συνολική ποιότητα του νερού.

Στη διπλωματική αυτή εργασία διαμορφώθηκε και προτάθηκε ένας νέος δείκτης ποιότητας νερού κατάλληλος για την αξιολόγηση της ποιότητας των εμφιαλωμένων νερών. Ο δείκτης χρησιμοποιεί 5 ποιοτικές παραμέτρους (νιτρικά, νιτρώδη, χλωριόντα, θειικά και ηλεκτρική αγωγιμότητα) με την προϋπόθεση ότι το δείγμα νερού που εξετάζεται κρίνεται κατάλληλο με βάση την τιμή του pH και τον πληθυσμό του βακτηρίου *Escherichia coli*.

Ο προτεινόμενος δείκτης είναι κατάλληλος αποκλειστικά για την αξιολόγηση εμφιαλωμένων προϊόντων νερού και είναι πολλαπλασιαστικού τύπου με εκθέτη σε κάθε επιμέρους υποδείκτη (5 συνολικά που αντιστοιχούν στις 5 ποιοτικές παραμέτρους που επιλέχθηκαν), που αντιπροσωπεύει τον βαθμό ευαισθησίας του υποδείκτη στον τελικό δείκτη. Ο δείκτης είναι απλός και ευαίσθητος και μπορεί να χρησιμοποιείται παντού μέσα από μία εφαρμογή στο διαδίκτυο που κατασκευάστηκε στο πλαίσιο αυτής της διπλωματικής εργασίας.

Ο δείκτης στηρίζεται σε ορισμένες παραδοχές, εκ των οποίων η πιο βασική είναι ότι τα αποτελέσματά του αφορούν στην αξιολόγηση εμφιαλωμένων νερών για καθημερινή και μακροχρόνια χρήση από ομάδες πληθυσμού και ανθρώπους με διαφορετική κατάσταση υγείας. Με βάση αυτήν την παραδοχή ο δείκτης μπορεί να χαρακτηριστεί ως «γενικός» αφού δεν εξετάζει τις ιδιότητες (ποιοτικά χαρακτηριστικά) ορισμένων εμφιαλωμένων νερών ως προς την καταλληλότητά τους για ορισμένες ομάδες πληθυσμού, αλλά για το σύνολο του πληθυσμού. Έτσι είναι πιθανόν να μην αξιολογούνται θετικά φυσικά μεταλλικά νερά που διαθέτουν μεγάλη συγκέντρωση κάποιων στοιχείων που είναι ενδεχομένως χρήσιμα για συγκεκριμένες ομάδες πληθυσμού. Αντίθετα, τα εμφιαλωμένα νερά που ικανοποιούν τις απαιτήσεις της Οδηγίας 98/83/ΕΚ για το πόσιμο νερό αξιολογούνται θετικά.

Χρησιμοποιώντας τον προτεινόμενο δείκτη BWQI έγινε η αξιολόγηση και η κατάταξη από πλευράς ποιότητας των περισσότερων εμφιαλωμένων νερών που κυκλοφορούν στην Ελλάδα. Συλλέχθηκαν συνολικά 79 διαφορετικά εμφιαλωμένα νερά που μελετήθηκαν με βάση τα στοιχεία που αναγράφονται στις ετικέτες τους αλλά και τα αποτελέσματα των

εργαστηριακών μετρήσεων που διεξήχθησαν στο Εργαστήριο Εγγειοβελτιωτικών Έργων και Διαχείρισης Υδατικών Πόρων του ΕΜΠ.

Με βάση τις αναγραφόμενες ενδείξεις στις ετικέτες των εμφιαλωμένων νερών και μετά από χρήση του προτεινόμενου δείκτη BWQI, τα προϊόντα κατατάχθηκαν από πλευράς ποιότητας από το καλύτερο προς το χειρότερο. Με βάση αυτήν την κατάταξη 37 εμφιαλωμένα νερά αξιολογούνται με βαθμολογία άνω του 0.85 (εξαιρετική ποιότητα), 9 εμφιαλωμένα νερά αξιολογούνται με βαθμολογία στο διάστημα 0.70-0.85 (καλή ποιότητα), ενώ 6 εμφιαλωμένα νερά κρίθηκαν ακατάλληλα με βάση τις παραδοχές και την μεθοδολογία του προτεινόμενου δείκτη. Τα υπόλοιπα 27 εμφιαλωμένα νερά δεν ήταν δυνατόν να αξιολογηθούν λόγω ελλειψών στοιχείων στις ετικέτες τους.

Μετά από τις αναλύσεις που έγιναν σε 57 δείγματα από τα παραπάνω στο Εργαστήριο Εγγειοβελτιωτικών Έργων και Διαχείρισης Υδατικών Πόρων του Ε.Μ.Π. και μετά από χρήση του προτεινόμενου δείκτη BWQI, τα προϊόντα και πάλι κατατάχθηκαν από πλευράς ποιότητας από το καλύτερο προς το χειρότερο. Με βάση τη κατάταξη αυτή, 43 εμφιαλωμένα νερά (75%) αξιολογούνται με βαθμολογία άνω του 0.85 (εξαιρετική ποιότητα), 6 εμφιαλωμένα νερά (11%) αξιολογούνται με βαθμολογία στο διάστημα 0.70-0.85 (καλή ποιότητα), ενώ 8 εμφιαλωμένα νερά (14%) κρίθηκαν ακατάλληλα με βάση τις παραδοχές και την μεθοδολογία του προτεινόμενου δείκτη.

Ακόμα, για την εύκολη και γρήγορη χρήση του δείκτη BWQI, στο πλαίσιο αυτής της διπλωματικής εργασίας κατασκευάστηκε μία κατάλληλη εφαρμογή που είναι διαθέσιμη παντού μέσω διαδικτύου. Ο χρήστης καλείται να συμπληρώσει τις τιμές των βασικών παραμέτρων του BWQI στο κινητό του ή στον υπολογιστή του και αμέσως μετά να δει τη βαθμολογία του εμφιαλωμένου νερού που τον ενδιαφέρει στην οθόνη του.

Όπως γίνεται φανερό περαιτέρω έρευνα απαιτείται για τον ορθολογικό καθορισμό των ορίων μεταξύ των κλάσεων «εξαιρετικό», «καλό», «μέτριο», «ακατάλληλο».

Ο δείκτης BWQI θα μπορούσε ίσως να χρησιμοποιηθεί και για την αξιολόγηση του πόσιμου νερού όπως αυτό φτάνει στους καταναλωτές μέσα από τα δίκτυα ύδρευσης των οικισμών. Επομένως, το αμέσως επόμενο στάδιο είναι να ελεγχθεί (και ίσως να προσαρμοστεί) ο BWQI για την περίπτωση αξιολόγησης του νερού αυτών των δικτύων.

Τέλος, στην κατεύθυνση αυτή πρέπει να γίνουν προσπάθειες για την κατανόηση και υιοθέτηση του δείκτη από τους καταναλωτές και το ευρύ κοινό. Αυτό θα συμβάλλει ιδιαίτερα στην ενεργό συμμετοχή του κοινού στη λήψη των αποφάσεων σχετικών με θέματα διαχείρισης υδατικών πόρων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

Ζανάκη Κ. (1996). Έλεγχος Ποιότητας Νερού, Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα. ISBN 960- 405-501-1.

ΕΚ (Ευρωπαϊκή Κοινότητα) (1998). Οδηγία 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου σχετικά με την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης. Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, L 330/32, 05/12/1998.

ΕΚ (Ευρωπαϊκή Κοινότητα) (2003). Οδηγία 2003/40/Ε της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για τον καθορισμό του καταλόγου, των οριακών τιμών συγκεντρώσεων και των ενδείξεων για την επισήμανση των συστατικών των φυσικών μεταλλικών νερών, καθώς και των όρων χρήσης του εμπλουτισμένου με όζον αέρα στην κατεργασία ορισμένων φυσικών μεταλλικών νερών και νερών πηγής. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 126/34, 22/05/2003.

ΕΚ (Ευρωπαϊκή Κοινότητα) (2009). Οδηγία 2009/54/Ε του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου σχετικά με την εκμετάλλευση και τη θέση στο εμπόριο των φυσικών μεταλλικών νερών. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 164/45, 26/06/2009.

Κοκκινάς Ι. (2011), αρθ. Εξασθενές χρώμιο σε εμφιαλωμένα νερά.

Κουφογιαννάκη Α. (2003). Νερό ανθρώπινης κατανάλωσης – Χημικές & Φυσικοχημικές παράμετροι σύμφωνα με την Οδηγία 98/83/ΕΚ.

ΚΥΑ Α1β/4841 (1979). Υγειονομική Διάταξη περί της ποιότητας των εμφιαλωμένων νερών. Εφημερίδα της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, τεύχος δεύτερο, αριθμός φύλλου 696, 21 Αυγούστου 1979.

ΚΥΑ Υ2/2600 (2001). Ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης. Εφημερίδα της κυβέρνησης της Ελληνικής Δημοκρατίας, τεύχος δεύτερο, αριθμός φύλλου 892, 11 Ιουλίου 2001.

ΚΥΑ Υ2/56561 (2004). Καθορισμός του καταλόγου των οριακών τιμών συγκεντρώσεων και των ενδείξεων για την επισήμανση των συστατικών των φυσικών μεταλλικών νερών, καθώς και των όρων χρήσης του εμπλουτισμένου με όζον αέρα στην κατεργασία ορισμένων φυσικών μεταλλικών νερών και νερών πηγής. Εφημερίδα της κυβέρνησης της Ελληνικής Δημοκρατίας, τεύχος δεύτερο, αριθμός φύλλου 887, 15 Ιουνίου 2004.

Μήτρακας Μ., (2001). Ποιοτικά χαρακτηριστικά και επεξεργασία νερού, 2η έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη.

Παπαπετροπούλου, Μ. Και Μαυρίδου, Α., 1995. «Μικροβιολογία του Υδάτινου Περιβάλλοντος», Εκδόσεις Π. Τραύλος-Ε.Κωσταράκη, Αθήνα, σ.222.

Σκληβανιώτης Μ. (2004). Ποιότητα πόσιμου νερού, Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης-Αποχέτευσης Πάτρας. Τεύχος 35, σ. 300.

Τσακίρης Γ., Αλεξάκης Δ. (2010). Ποιότητα νερού για ανθρώπινη κατανάλωση, Κεφάλαιο 5 στο Τσακίρης Γ. (Υπεύθυνος Έκδοσης), Υδραυλικά Έργα – Σχεδιασμός και Διαχείριση (Τόμος Ι): Αστικά Υδραυλικά Έργα, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα.

Διεθνής

Abbasi T., Abbasi S.A, 2012. Water Quality Indices. Elsevier

Abbasi, S.A., Arya, D.S., 2000. Environmental Impact Assessment. Discovery Publishing House, New Delhi.

ADWG, 2004. Australian Drinking Water Guidelines, Australian Government. National Health and Medical Research Council. www.nhmrc.gov.au/publications.

Alexakis D., Tsihrintzis V.A., Tsakiris G., Gikas G.D. (2016). Suitability of Water Quality Indices for application in lakes in the Mediterranean, Water Resources Management, 30(5), 1621-1633.

Bhargava, D.S., 1983. Use of a water quality index for river classification and zoning of Ganga River. Environmental Pollution Series B: Chemical and Physical 6 (1), 51-67.

Bhargava, D.S., 1985. Water quality variations and control technology of Yamuna River. Environmental Pollution Series A: Ecological and Biological 37 (4), 355-376.

Brown, R.M., McClelland, N.I., Deininger, R.A., Tozer, R.G., 1970. A water quality index - do we dare? Water Sewage Works 117, 339-343.

Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME) (2001) Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life. CCME water quality index 1.2, User's Manual, Winnipeg.

Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME) (2003) CCME Water quality index workshop, November 24–25, Halifax, NS, Canada. Canadian Council of Ministers of the Environment Winnipeg, MB.

Chang, N.-B., Chen, H.W., Ning, S.K., 2001. Identification of river water quality using the fuzzy synthetic evaluation approach. Journal of Environmental Management 63 (3), 293-305.

Dinius, S.H., 1972. Social accounting system for evaluating water. Water Resources Research 8 (5), 1159-1177.

Dojlido, J., Raniszewski, I.J., Woyciechowska, J., 1994. Water quality index - application for rivers in Vistula river basin in Poland. *Water Science and Technology* 30, 57-64.

EPA (U.S. Environmental Protection Agency). (2009). Retrieved January 3, 2009 from <http://www.epa.gov>.

Food and Drug Administration (FDA) (2008). 21 CFR part 165: Beverages: Bottled water. FDA.

Gray, N. F. (1994). Alternatives to tap water, Chapter 8 in Gray N. F., *Drinking water quality – Problems and solutions*, John Wiley and Sons, Chichester.

Horton, R.K., 1965. An index number system for rating water quality. *Journal of Water Pollution Control Federation* 37 (3), 300-306.

Inhaber, H., 1975. An approach to a water quality index for Canada. *Water Research* 9 (9), 821-833.

Islam, N., Sadiq, R., Rodriguez, M.J., Francisque, A., 2011. Reviewing source water protection strategies: A conceptual model for water quality assessment. *Environmental Reviews* 19, 68-105.

Institute of Medicine (IOM). Food and Nutrition Board. *Dietary Reference Intakes: Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D and Fluoride* external link disclaimer. Washington, DC: National Academy Press, 1997.

Toma, J., Ahmed, R., Abdulla, Z., «Application of Water Quality Index for Assessment Water Quality in Some Bottled Water Erbil City, Kurdistan Region, Iraq», *Journal of Advanced Laboratory Research in Biology*, Volume 4, Issue 4, October 2013, pages 118-124.

Lacey, R.F., (1981). *Changes in Water Hardness and Cardiovascular Death-Rates*. Technical Report 171, Water Research Centre, Medmenham.

Powell, R., Packham, R.F., Lacey, R.F., Russell, P.F., (1982). *Water Quality and Cardiovascular Disease in British Towns*. Technical Report 171, Water Research Centre, Medmenham.

Lambrakis, N., Andreou, A.S., Polydoropoulos, P., Georgopoulos, E., Bountis, T., 2000. Non-linear analysis and forecasting of a brackish karstic spring. *Water Resour. Res.* 36 (4), 875–884.

Landwehr, J.M., Deininger, R.A., McClelland, N.L., Brown, R.M., 1974. An objective water quality index. *Journal of the Water Pollution Control Federation* 46 (7), 1804-1807.

Lumb, A., Sharma, T.C., Bibeault, J.-F., 2011. A Review of genesis and evolution of water quality index (WQI) and some future directions. *Water Quality, Exposure and Health*, 1-14.

Otto, W.R., 1978. *Environmental Indices: Theory and Practice*. Ann Arbor Science Publishers Inc, Ann Arbor, MI.

Poonam, T., Tanushree, B., Sukalyan, C., (2013). Water Quality Indices-important tools for water quality assessment: a review, *International Journal of Advances in Chemistry*, 1(1), 15-28.

Prati, L., Pavanello, R., Pesarin, F., 1971. Assessment of surface water quality by a single index of pollution. *Water Research* 5, 741-751.

Ramakrishnaiah, C.R., C. Sadashivalah and G. Ranganna, (2009). Assessment of water quality index for the groundwater in Tumkur Taluk, Karnataka State. *Indian J. Chem.*, 6: 523-530. H- 8/1.

Sawyer, C.N., McCarty P.L., Parkin G.F., 1994. «Chemistry for environmental engineering», 4th ed., McGraw-Hill, New York, 658 pp.

Smith, D.G., 1990. A better water quality indexing system for rivers and streams. *Water Research* 24 (10), 1237-1244.

Swamee, P.K., Tyagi, A., 2000. Describing water quality with aggregate index. *ASCE Journal of Environmental Engineering* 126 (5), 451-455.

Swamee, P.K., Tyagi, A., 2007. Improved method for aggregation of water quality subindices. *Journal of Environmental Engineering* 133 (2), 220-225.

Walski, T.M., Parker, F.L., 1974. Consumers water quality index. *ASCE Journal of Environmental Engineering Division* 100 (EE3), 593-611.

Yisa, J., Jimoh, T., (2010). Analytical Studies on Water Quality Index of River Landzu. *American Journal of Applied Sciences* 7 (4): 453- 458.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1: ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Στο εδάφιο αυτό παρουσιάζεται όλο το νομοθετικό πλαίσιο που σχετίζεται με την παρούσα διπλωματική εργασία. Πιο συγκεκριμένα και με την σειρά που αναφέρονται ακολουθούν η Ευρωπαϊκή Οδηγία 98/83/ΕΚ σχετικά με την ποιότητα του νερού για ανθρώπινη κατανάλωση, η Ευρωπαϊκή Οδηγία 2003/40/ΕΚ σχετικά με τα φυσικά μεταλλικά νερά, καθώς και η Ευρωπαϊκή Οδηγία 2009/54/ΕΚ σχετικά με την εκμετάλλευση και τη θέση των φυσικών μεταλλικών νερών στο εμπόριο.

Το έγγραφο αυτό συνιστά βοήθημα τεκμηρίωσης και δεν δεσμεύει τα κοινοτικά όργανα

► B

ΟΔΗΓΙΑ 98/83/ΕΚ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ
της 3ης Νοεμβρίου 1998
σχετικά με την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης
(ΕΕ L 330 της 5.12.1998, σ. 32)

Τροποποιείται από:

	Επίσημη Εφημερίδα		
	αριθ.	σελίδα	ημερομηνία
► <u>M1</u> Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1882/2003 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 29ης Σεπτεμβρίου 2003	L 284	1	31.10.2003



ΟΔΗΓΙΑ 98/83/ΕΚ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ

της 3ης Νοεμβρίου 1998

σχετικά με την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης

ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ,

Έχοντας υπόψη:

τη συνθήκη για την ίδρυση της Ευρωπαϊκής Κοινότητας, και ιδίως το άρθρο 130 Σ παράγραφος 1,

την πρόταση της Επιτροπής ⁽¹⁾,

τη γνώμη της Οικονομικής και Κοινωνικής Επιτροπής ⁽²⁾,

τη γνώμη της Επιτροπής των Περιφερειών ⁽³⁾,

Αποφασίζοντας σύμφωνα με τη διαδικασία που προβλέπεται στο άρθρο 189 Γ ⁽⁴⁾,

Εκτιμώντας:

- (1) ότι επιβάλλεται η προσαρμογή στην επιστημονική και τεχνολογική πρόοδο της οδηγίας 80/778/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 15ης Ιουλίου 1980, περί της ποιότητας του πόσιμου νερού ⁽⁵⁾: ότι, με βάση την εμπειρία που αποκτήθηκε από την εφαρμογή της προαναφερόμενης οδηγίας, απαιτείται η εκπόνηση του ενδεδειγμένου ελαστικού και διαφανούς νομικού πλαισίου ώστε να μπορούν τα κράτη μέλη να επιλύουν τα προβλήματα τήρησης των προδιαγραφών· ότι, επιπλέον, η οδηγία αυτή θα πρέπει να επανεξετασθεί υπό το πρίσμα της συνθήκης για την Ευρωπαϊκή Ένωση, και ιδίως της αρχής της επικουρικότητας·
- (2) ότι, παράλληλα με τις διατάξεις του άρθρου 3 Β της συνθήκης, που ορίζει ότι η δράση της Κοινότητας δεν υπερβαίνει να αναγκαία όρια για την επίτευξη των στόχων της συνθήκης, απαιτείται η αναθεώρηση της οδηγίας 80/778/ΕΟΚ ώστε να καταστεί εφικτή η τήρηση των βασικών ποιοτικών και υγειονομικών παραμέτρων, παρέχοντας στα κράτη μέλη την ελευθερία να προσθέτουν και άλλες παραμέτρους, όπου χρειάζεται·
- (3) ότι, σύμφωνα με την αρχή της επικουρικότητας, η δράση της Κοινότητας πρέπει να υποστηρίζει και να συμπληρώνει τη δράση που αναλαμβάνουν οι αρμόδιες αρχές στα κράτη μέλη·
- (4) ότι, σύμφωνα με την αρχή της επικουρικότητας, οι φυσικές και κοινωνικοοικονομικές διαφορές μεταξύ των διαφόρων περιοχών της Ένωσης επιβάλλουν τη λήψη των περισσοτέρων αποφάσεων σχετικά με ελέγχους, αναλύσεις και μέτρα αντιμετώπισης των προβλημάτων, τήρησης των προδιαγραφών, σε τοπικό, περιφερειακό ή εθνικό επίπεδο, στο βαθμό κατά τον οποίο οι διαφορές αυτές δεν αφαιρούν την αξία της εγκαθίδρυσης του πλαισίου νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων που θεσπίζεται στην παρούσα οδηγία·

⁽¹⁾ ΕΕ C 131 της 30.5.1995, σ. 5 και ΕΕ C 213 της 15.7.1997, σ. 8.

⁽²⁾ ΕΕ C 82 της 19.3.1996, σ. 64.

⁽³⁾ ΕΕ C 100 της 2.4.1996, σ. 134.

⁽⁴⁾ Γνώμη του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου της 12ης Δεκεμβρίου 1996 (ΕΕ C 20 της 20.1.1997, σ. 133), κοινή θέση του Συμβουλίου της 19ης Δεκεμβρίου 1998 (ΕΕ C 91 της 26.3.1998, σ. 1) και απόφαση του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου της 13ης Μαΐου 1998 (ΕΕ C 167 της 1.6.1998, σ. 92).

⁽⁵⁾ ΕΕ L 229 της 30.8.1980, σ. 11· οδηγία όπως τροποποιήθηκε τελευταία από την πράξη προσχώρησης του 1994.

▼B

- (5) ότι επιβάλλεται η θέσπιση κοινοτικών προδιαγραφών για βασικές και προληπτικές ποιοτικές παραμέτρους σε θέματα υγείας, για το νερό που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση, προκειμένου να καθορισθούν οι προς επίτευξη ελάχιστοι ποιοτικοί περιβαλλοντικοί στόχοι, σε συνδυασμό και με άλλα κοινοτικά μέτρα, ώστε να διατηρείται και να προωθείται η αειφόρος χρήση του νερού που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση·
- (6) ότι, λόγω της σημασίας για την ανθρώπινη υγεία της ποιότητας του νερού που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση, επιβάλλεται να θεσπισθούν σε κοινοτικό επίπεδο οι βασικές ποιοτικές προδιαγραφές με τις οποίες πρέπει να συμμορφώνεται το νερό που προορίζεται για το σκοπό αυτό·
- (7) ότι επιβάλλεται να συμπεριληφθεί και το νερό που χρησιμοποιείται στη βιομηχανία παραγωγής τροφίμων εκτός αν διαπιστώνεται ότι η χρησιμοποίηση τέτοιου νερού δεν επηρεάζει την υγιεινότητα του τελικού προϊόντος·
- (8) ότι για να τηρούνται οι ποιοτικές προδιαγραφές για το πόσιμο νερό από τις επιχειρήσεις ύδρευσης, θα πρέπει να διασφαλιστεί με τα κατάλληλα μέτρα προστασίας η καθαρότητα των επιφανειακών και υπογείων υδάτων· ότι ο σκοπός αυτός μπορεί επίσης να εξασφαλισθεί με κατάλληλα μέτρα επεξεργασίας του νερού πριν από τη διάθεσή του·
- (9) ότι η συνοχή της ευρωπαϊκής πολιτικής για τα ύδατα προϋποθέτει την έκδοση κατάλληλης οδηγίας-πλαισίου για τα ύδατα σε εύθετο χρόνο·
- (10) ότι επιβάλλεται να αποκλεισθούν από το πεδίο εφαρμογής της παρούσας οδηγίας τα φυσικά μεταλλικά νερά και τα νερά φαρμακευτικών ιδιοτήτων αφού έχουν θεσπισθεί ειδικοί κανόνες για αυτούς τους τύπου νερού·
- (11) ότι χρειάζονται μέτρα για να μπορούν να επιτευχθούν όλες οι άμεσα σχετικές με την υγεία παράμετροι και άλλες παράμετροι, όπου διαπιστώνεται υποβάθμιση της ποιότητας· ότι επιπλέον τέτοια μέτρα θα πρέπει να συντονίζονται κατάλληλα με την εφαρμογή της οδηγίας 91/414/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 15ης Ιουλίου 1991, σχετικά με τη διάθεση στην αγορά φυτοπροστατευτικών προϊόντων⁽¹⁾, και της οδηγίας 98/8/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 18ης Φεβρουαρίου 1998 σχετικά με τη διάθεση στην αγορά βιοκτόνων προϊόντων⁽²⁾·
- (12) ότι επιβάλλεται να καθορισθούν ιδιαίτερες παραμετρικές τιμές για ουσίες σημαντικές στην Κοινότητα, σε αρκετά αυστηρά επίπεδα ώστε να εξασφαλίζεται η επίτευξη των στόχων της παρούσας οδηγίας·
- (13) ότι οι παραμετρικές τιμές βασίζονται στην υπάρχουσα επιστημονική εμπειρία και ότι η αρχή της προληπτικής δράσης, ελήφθη επίσης υπόψη· ότι οι τιμές αυτές επιλέχθηκαν ώστε να εξασφαλίζεται η ασφαλής διά βίου κατανάλωση νερού που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση, επιτυγχάνοντας έτσι υψηλό επίπεδο προστασίας της υγείας·
- (14) ότι θα πρέπει να επιτευχθεί ισορροπία για την πρόληψη τόσο των μικροβιολογικών όσο και των χημικών κινδύνων· ότι, προς τούτο, και με βάση μελλοντική επανεξέταση των παραμετρικών τιμών, η κατάρτιση των παραμετρικών τιμών που θα εφαρμόζονται στο νερό που προορίζεται για ανθρώ-

(¹) ΕΕ L 230 της 19.8.1991, σ. 1· οδηγία όπως τροποποιήθηκε τελευταία από την οδηγία 96/68/ΕΚ της Επιτροπής (ΕΕ L 277 της 30.10.1996, σ. 25).

(²) ΕΕ L 123 της 24.4.1998, σ. 1.

▼B

πινη κατανάλωση θα πρέπει να βασίζεται σε κριτήρια δημόσιας υγείας και σε μέθοδο αξιολόγησης του κινδύνου·

- (15) ότι, προς το παρόν, δεν υπάρχουν επαρκείς αποδείξεις στις οποίες θα μπορούσαν να βασισθούν παραμετρικές τιμές για τις χημικές ουσίες που διαταράσσουν τη λειτουργία των ενδοκρινών αδένων, εντείνεται όμως η ανησυχία για τις πιθανές επιπτώσεις βλαβερών για την υγεία ουσιών στα ανθρώπινα όντα και στην άγρια ζωή·
- (16) ότι ιδίως οι προδιαγραφές που παραρτήματος I βασίζονται γενικά στις κατευθυντήριες γραμμές της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας για την ποιότητα του πόσιμου νερού, καθώς και στη γνώμη της επιστημονικής συμβουλευτικής επιτροπής της Επιτροπής για την εξέταση της τοξικότητας και της οικοτοξικότητας των χημικών ουσιών·
- (17) ότι επιβάλλεται τα κράτη μέλη να καθορίζουν τιμές άλλων πρόσθετων παραμέτρων μη συμπεριλαμβανομένων στο παράρτημα I, όπου το κρίνουν σκόπιμο για να προστατεύουν την ανθρώπινη υγεία στο έδαφός τους·
- (18) ότι τα κράτη μέλη μπορούν να ορίσουν τιμές για άλλες πρόσθετες παραμέτρους που δεν περιλαμβάνονται στο παράρτημα I, όταν αυτό κρίνεται απαραίτητο για λόγους που αφορούν την εξασφάλιση της ποιότητας της παραγωγής, διανομής και επιθεώρησης του νερού που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση·
- (19) ότι, όταν τα κράτη μέλη κρίνουν απαραίτητο να θεσπίσουν προδιαγραφές αυστηρότερες από εκείνες που ορίζονται στο παράρτημα I μέρη A και B, ή προδιαγραφές για πρόσθετες παραμέτρους που δεν περιλαμβάνονται στο παράρτημα I αλλά είναι απαραίτητες για την προστασία της ανθρώπινης υγείας, κοινοποιούν τις εν λόγω προδιαγραφές στην Επιτροπή·
- (20) ότι τα κράτη μέλη είναι υποχρεωμένα, όταν θεσπίζουν ή διατηρούν αυστηρότερα μέσα προστασίας, να τηρούν τις αρχές και τους κανόνες της συνθήκης, όπως έχουν ερμηνευθεί από το Δικαστήριο·
- (21) ότι οι παραμετρικές τιμές πρέπει να τηρούνται στο σημείο όπου το νερό που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση διατίθεται στον κατάλληλο καταναλωτή·
- (22) ότι η ποιότητα του νερού που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση μπορεί να επηρεάζεται από το σύστημα κατ' οίκον διανομής· ότι, επιπλέον, αναγνωρίζεται ότι η ευθύνη για το σύστημα κατ' οίκον διανομής και τη συντήρησή του, δεν μπορεί να βαρύνει τα κράτη μέλη·
- (23) ότι θα πρέπει να θεσπισθούν προγράμματα ελέγχου από κάθε κράτος μέλος για το νερό που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση σχετικά με την τήρηση των απαιτήσεων της παρούσας οδηγίας· ότι τέτοια προγράμματα ελέγχου θα πρέπει να είναι τα ενδεδειγμένα για τις τοπικές ανάγκες και να τηρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις ελέγχου που θεσπίζονται στην παρούσα οδηγία·
- (24) ότι οι χρησιμοποιούμενες για την ποιοτική ανάλυση του νερού μέθοδοι όταν αυτό προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση θα πρέπει να είναι τέτοιες ώστε να εξασφαλίζεται η αξιοπιστία και συγκρισιμότητα των λαμβανομένων αποτελεσμάτων·
- (25) ότι τα οικεία κράτη μέλη θα πρέπει, σε περίπτωση μη τήρησης των προδιαγραφών της παρούσας οδηγίας, να προβαίνουν στη διερεύνηση των αιτιών και να εξασφαλίζουν ότι αναλαμβάνεται η ενδεδειγμένη επανορθωτική δράση ώστε να αποκαθίσταται το ταχύτερο δυνατόν η ποιότητα του νερού·
- (26) ότι είναι βασικής σημασίας η πρόληψη ενδεχόμενων κινδύνων για τη δημόσια υγεία προερχομένων από μολυ-

▼B

σμένο νερό· ότι θα πρέπει να διακόπτεται η παροχή ή να περιορίζεται η χρήση τέτοιου νερού·

- (27) ότι, σε περίπτωση μη τήρησης μιας παραμέτρου ενδεικτικής σημασίας, τα οικεία κράτη μέλη εξετάζουν αν η εν λόγω μη τήρηση δημιουργεί κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία· ότι θα πρέπει να αναλαμβάνουν επανορθωτική δράση προκειμένου να αποκατασταθεί η ποιότητα του νερού όπου αυτό είναι απαραίτητο για την προστασία της ανθρώπινης υγείας·
- (28) ότι όπου απαιτείται κάποια επανορθωτική δράση για την αποκατάσταση της ποιότητας του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, σύμφωνα με το άρθρο 130 Ρ παράγραφος 2 της συνθήκης, θα πρέπει να δίδεται προτεραιότητα σε δράσεις που αντιμετωπίζουν το πρόβλημα στην πηγή του·
- (29) ότι, υπό ορισμένες συνθήκες, τα κράτη μέλη θα πρέπει να επιτρέπεται να χορηγούν παρεκκλίσεις από την παρούσα οδηγία· ότι, επιπλέον, απαιτείται η εκπόνηση του κατάλληλου πλαισίου για τις εν λόγω παρεκκλίσεις, με την επιφύλαξη ότι η παρέκκλιση δεν ενέχει ενδεχόμενους κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία και ότι η υδροδότηση για την ανθρώπινη κατανάλωση της σχετικής περιοχής δεν είναι δυνατόν να διατηρηθεί με κανένα άλλο εύλογο τρόπο·
- (30) ότι, επειδή κατά την παρασκευή ή τη διανομή νερού που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση, μπορεί να χρησιμοποιούνται ορισμένες ουσίες ή ορισμένα υλικά, απαιτείται η θέσπιση κανόνων που θα διέπουν τη χρήση τους κατά τρόπο ώστε να αποφεύγονται ενδεχόμενες ανεπιθύμητες δράσεις για την ανθρώπινη υγεία·
- (31) ότι η επιστημονική και τεχνική πρόοδος μπορεί να απαιτήσει τη γρήγορη προσαρμογή των τεχνικών απαιτήσεων που προβλέπονται στα παραρτήματα II και III· ότι, περαιτέρω, για να διευκολυνθεί η εφαρμογή των μέτρων που απαιτούνται για το σκοπό αυτό, θα πρέπει να προβλεφθεί διαδικασία με βάση την οποία η Επιτροπή θα μπορεί να θεσπίσει προσαρμογές αυτής της φύσεως με την επικουρία μιας επιτροπής αποτελούμενης από εκπροσώπους των κρατών μελών·
- (32) ότι θα πρέπει οι καταναλωτές να ενημερώνονται κατά κατάλληλο και ενδεδειγμένο τρόπο σχετικά με την ποιότητα του νερού που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση, για κάθε παρέκκλιση που υιοθετείται από τα κράτη μέλη, καθώς και για κάθε επανορθωτική δράση που αναλαμβάνεται από τις αρμόδιες αρχές· ότι, επιπλέον, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι τεχνικές και στατιστικές ανάγκες της Επιτροπής και το δικαίωμα όλων των πολιτών στην πλήρη ενημέρωση σχετικά με την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης·
- (33) ότι, σε εξαιρετικές περιστάσεις και για καθορισμένες γεωγραφικές περιοχές, τα κράτη μέλη μπορεί να χρειασθούν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα για να συμμορφωθούν με ορισμένες διατάξεις της παρούσας οδηγίας·
- (34) ότι η παρούσα οδηγία δεν θα πρέπει να επηρεάζει τις υποχρεώσεις των κρατών μελών που αφορούν τις προθεσμίες μεταγραφής στην εθνική νομοθεσία, ή τις προθεσμίες εφαρμογής, που αναφέρονται στο παράρτημα IV,

▼B

ΕΞΕΔΩΣΕ ΤΗΝ ΠΑΡΟΥΣΑ ΟΔΗΓΙΑ:

Άρθρο 1

Στόχος

1. Η παρούσα οδηγία αφορά την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης.
2. Στόχος της παρούσας οδηγίας είναι η προστασία της ανθρώπινης υγείας από τις δυσμενείς επιπτώσεις που οφείλονται στη μόλυνση του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, μέσω της εξασφάλισης ότι είναι υγιεινό και καθαρό.

Άρθρο 2

Ορισμοί

Για τους σκοπούς της παρούσας οδηγίας 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, εκτός αν οι αρμόδιες εθνικές αρχές κρίνουν ότι η ποιότητα του νερού δεν μπορεί να επηρεάσει την υγιεινή των τροφίμων στην τελική τους μορφή·
2. «οικιακά συστήματα διανομής»: ο σωληνώσεις, τα εξαρτήματα και οι συσκευές που έχουν εγκατασταθεί μεταξύ των βρυσών που συνήθως χρησιμοποιούνται για ανθρώπινη κατανάλωση και του δικτύου διανομής, αλλά μόνον εφόσον αυτά δεν υπάγονται στην ευθύνη του φορέα ύδρευσης, υπό την ιδιότητά του αυτή.

Άρθρο 3

Εξαιρέσεις

1. Η παρούσα οδηγία δεν εφαρμόζεται:
 - α) στο φυσικό μεταλλικό νερό που αναγνωρίζεται ως τέτοιο από τις αρμόδιες εθνικές αρχές, σύμφωνα με την οδηγία 80/777/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 15ης Ιουλίου 1980, περί προσεγγίσεως των νομοθεσιών των κρατών μελών σχετικά με την εκμετάλλευση και τη θέση στο εμπόριο των φυσικών μεταλλικών νερών ⁽¹⁾·
 - β) στο νερό που θεωρείται φαρμακευτικό ιδιοσκεύασμα κατά την έννοια της οδηγίας 65/65/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 26ης Ιανουαρίου 1965, περί της προσεγγίσεως των νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων σχετικά με τα φάρμακα ⁽²⁾.
2. Τα κράτη μέλη μπορούν να εξαιρούν από τις διατάξεις της παρούσας οδηγίας:
 - α) το νερό που προορίζεται αποκλειστικά για σκοπούς για τους οποίους οι αρμόδιες αρχές κρίνουν ότι η ποιότητα του νερού δεν επηρεάζει, άμεσα ή έμμεσα, την υγεία των ενδιαφερόμενων καταναλωτών·

⁽¹⁾ ΕΕ L 229 της 30.8.1980, σ. 1· οδηγία όπως τροποποιήθηκε τελευταία από την οδηγία 96/70/ΕΚ (ΕΕ L 299 της 23.11.1996, σ. 26).

⁽²⁾ ΕΕ L 22 της 9.2.1965, σ. 369· οδηγία όπως τροποποιήθηκε τελευταία από την οδηγία 93/39/ΕΟΚ (ΕΕ L 214 της 24.8.1993, σ. 22).

▼B

β) το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης που λαμβάνεται από συγκεκριμένη πηγή με παροχή κάτω των 10 m³ ημερησίως κατά μέσο όρο ή που εξυπηρετεί κάτω από 50 άτομα, εκτός εάν το νερό διατίθεται στο πλαίσιο εμπορικής ή δημόσιας δραστηριότητας.

3. Τα κράτη μέλη που εφαρμόζουν τις εξαιρέσεις της παραγράφου 2 στοιχείο β) εξασφαλίζουν ότι, ο ενδιαφερόμενος πληθυσμός ενημερώνεται σχετικά καθώς και για κάθε ενέργεια που μπορεί να αναληφθεί για να προστατευθεί η ανθρώπινη υγεία από τις δυσμενείς επιπτώσεις που οφείλονται στη μόλυνση του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης. Επιπλέον, όταν ένας ενδεχόμενος κίνδυνος για την ανθρώπινη υγεία λόγω της ποιότητας του νερού αυτού είναι προφανής, πρέπει να παρέχονται αμέσως οι κατάλληλες οδηγίες στον ενδιαφερόμενο πληθυσμό.

*Άρθρο 4***Γενικές υποχρεώσεις**

1. Με την επιφύλαξη των υποχρεώσεών τους δυνάμει άλλων κοινοτικών διατάξεων, τα κράτη μέλη λαμβάνουν τα αναγκαία μέτρα ώστε να εξασφαλιστεί ότι το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης είναι υγιεινό και καθαρό. Για τους σκοπούς των ελαχίστων απαιτήσεων της παρούσας οδηγίας, 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 ελάχιστες απαιτήσεις του παραρτήματος I μέρη A και B,

και εφόσον, σύμφωνα με τις σχετικές διατάξεις των άρθρων 5 έως 8 και 10, τα κράτη μέλη λαμβάνουν, σύμφωνα με τη συνθήκη, όλα τα αναγκαία μέτρα προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης συμμορφούται προς τις απαιτήσεις της παρούσας οδηγίας.

2. Τα κράτη μέλη εξασφαλίζουν ότι τα μέτρα που λαμβάνονται για την εφαρμογή των διατάξεων της παρούσας οδηγίας δεν οδηγούν, σε καμιά περίπτωση, σε άμεση ή έμμεση υποβάθμιση της σημερινής ποιότητας του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, στο μέτρο που αυτό αφορά την προστασία της ανθρώπινης υγείας, ούτε σε αύξηση της ρύπανσης του νερού που χρησιμοποιείται για την παραγωγή πόσιμου νερού.

*Άρθρο 5***Ποιοτικές προδιαγραφές**

1. Τα κράτη μέλη καθορίζουν τιμές για τις παραμέτρους του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης οι οποίες αναφέρονται στο παράρτημα I.

2. Οι τιμές που καθορίζονται σύμφωνα με την παράγραφο 1 δεν πρέπει να είναι λιγότερο αυστηρές από τις τιμές του παραρτήματος I. Όσον αφορά τις παραμέτρους του παραρτήματος I μέρος Γ, οι τιμές καθορίζονται μόνον για λόγους παρακολούθησης και για την τήρηση των υποχρεώσεων του άρθρου 8.

3. Τα κράτη μέλη καθορίζουν τιμές για πρόσθετες παραμέτρους που δεν περιλαμβάνονται στο παράρτημα I όταν το επιβάλλει η προστασία της δημόσιας υγείας στο εθνικό τους έδαφος ή σε μέρος αυτού. Οι καθοριζόμενες τιμές θα πρέπει να πληρούν, τουλάχιστον, τις απαιτήσεις του άρθρου 4 παράγραφος 1 στοιχείο α).



Άρθρο 6

Σημείο τήρησης

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

- α) για το νερό που παρέχεται από δίκτυο διανομής, στο σημείο, εντός του κτιρίου ή της κτιριακής εγκατάστασης, στο οποίο βγαίνει από τις βρύσες που χρησιμοποιούνται συνήθως για ανθρώπινη κατανάλωση·
- β) για το νερό που παρέχεται από βυτίο, στο σημείο όπου το νερό βγαίνει 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 στοιχείο α), τα κράτη μέλη τεκμαίρεται ότι πληρούν τις υποχρεώσεις του παρόντος άρθρου, του άρθρου 4 και του άρθρου 8 παράγραφος 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 στη συντήρησή του, εξαιρουμένων των κτιρίων και κτιριακών εγκαταστάσεων όπου το νερό παρέχεται στο κοινό, όπως στα σχολεία, τα νοσοκομεία και τα εστιατόρια.

3. Όταν εφαρμόζεται η παράγραφος 2, και υπάρχει κίνδυνος ότι το νερό της παραγράφου 1 στοιχείο α), δεν ανταποκρίνεται στις παραμετρικές τιμές που καθορίζονται σύμφωνα με το άρθρο 5, τα κράτη μέλη εξασφαλίζουν παρόλα ταύτα ότι:

- α) είτε 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 τη διάθεσή του ώστε να μειωθεί ή να εξαλειφθεί ο κίνδυνος ότι το νερό δεν ανταποκρίνεται στις παραμετρικές τιμές μετά τη διάθεση

και

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

Άρθρο 7

Παρακολούθηση

1. Τα κράτη μέλη λαμβάνουν όλα τα αναγκαία μέτρα ώστε να εξασφαλίσουν ότι παρακολουθείται τακτικά η ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, προκειμένου να ελέγχεται αν το διατιθέμενο στους καταναλωτές νερό πληροί τις απαιτήσεις της παρούσας οδηγίας, 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 καταναλίσκεται καθόλη τη διάρκεια του έτους. Επιπλέον, τα κράτη μέλη λαμβάνουν όλα τα αναγκαία μέτρα ώστε να εξασφαλίζεται ο έλεγχος της αποτελεσματικής απολύμανσης του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, όταν αυτή αποτελεί μέρος της διαδικασίας επεξεργασίας ή διανομής του νερού και ότι οποιαδήποτε επιμόλυνση από υποπροϊόντα απολύμανσης συγκροτείται σε όσο το δυνατόν πιο χαμηλά όρια, χωρίς να διακυβεύεται η απολύμανση.

▼B

2. Για την τήρηση των υποχρεώσεων της παραγράφου 1, οι αρμόδιες αρχές καταρτίζουν κατάλληλα προγράμματα παρακολούθησης του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης. Τα εν λόγω προγράμματα παρακολούθησης πρέπει να πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις του παραρτήματος II.
3. Τα σημεία δειγματοληψίας καθορίζονται από τις αρμόδιες αρχές και πρέπει να συμμορφούνται με τις σχετικές απαιτήσεις του παραρτήματος II.
4. Για την παρακολούθηση που αναφέρεται στο παρόν άρθρο, μπορούν να καθορίζονται κοινοτικές κατευθυντήριες γραμμές σύμφωνα με τη διαδικασία του άρθρου 12.
5. α) Τα κράτη μέλη πρέπει να τηρούν τις προδιαγραφές αναλύσεως παραμέτρων που καθορίζονται στο παράρτημα III
 - β) Αντί των μεθόδων που αναφέρονται στο παράρτημα III μέρος 1, είναι δυνατόν να χρησιμοποιούνται εναλλακτικές μέθοδοι εφόσον μπορεί να αποδειχθεί ότι τα λαμβανόμενα αποτελέσματα είναι τουλάχιστον εξίσου αξιόπιστα με εκείνα των μεθόδων που έχουν προκαθοριστεί. Τα κράτη μέλη που χρησιμοποιούν εναλλακτική μέθοδο διαβιβάζουν στην Επιτροπή όλα τα σχετικά στοιχεία που αφορούν τη μέθοδο αυτή και την ισοδυναμία της.
 - γ) Για τις παραμέτρους του παραρτήματος III μέρη 2 και 3, είναι δυνατόν να χρησιμοποιείται οποιαδήποτε μέθοδος ανάλυσης εφόσον τηρούνται οι απαιτήσεις των μερών αυτών.
6. Τα κράτη μέλη 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 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.

*Άρθρο 8***Επανορθωτικές ενέργειες και περιορισμοί χρήσεως**

1. Τα κράτη μέλη 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, τα ενδιαφερόμενα κράτη μέλη εξασφαλίζουν ότι αναλαμβάνονται, το ταχύτερο δυνατόν, οι απαιτούμενες επανορθωτικές ενέργειες για την αποκατάσταση της ποιότητάς του, και δίνουν προτεραιότητα την εφαρμογή τους, λαμβάνοντας μεταξύ άλλων υπόψη τον 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, τα κράτη μέλη εξασφαλίζουν ότι απαγορεύεται η παροχή νερού ανθρώπινης κατανάλωσης το οποίο αποτελεί ενδεχόμενο κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία ή ότι περιορίζεται η χρήση του ή ότι αναλαμβάνονται οι όποιες απαιτούμενες ενέργειες για να προστατευθεί η ανθρώπινη υγεία. Στις περιπτώσεις αυτές, οι καταναλωτές ενημερώνονται αμέσως σχετικά και τους παρέχονται οι αναγκαίες οδηγίες.
4. Οι αρμόδιες αρχές ή άλλοι αρμόδιοι φορείς αποφασίζουν ποιές ενέργειες δυνάμει της παραγράφου 3 θα πρέπει να αναληφθούν, λαμβάνοντας επίσης υπόψη τους κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία οι οποίοι θα προέκυπταν από τυχόν διακοπή

▼B

της παροχής ή περιορισμό της χρήσης νερού ανθρώπινης κατανάλωσης.

5. Τα κράτη μέλη μπορούν να καθορίζουν κατευθύνσεις για να επικουρούν τις αρμόδιες αρχές κατά την εκπλήρωση των υποχρεώσεών τους δυνάμει της παραγράφου 4.

6. Σε περίπτωση μη τήρησης των παραμετρικών τιμών ή των προδιαγραφών του παραρτήματος I μέρος Γ, τα κράτη μέλη εξετάζουν κατά πόσον αυτή η μη τήρηση δημιουργεί κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία. Τα κράτη μέλη αναλαμβάνουν επανορθωτικές ενέργειες για την αποκατάσταση της ποιότητας του νερού εφόσον αυτό απαιτείται για την προστασία της ανθρώπινης υγείας.

7. Τα κράτη μέλη 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

Παρεκκλίσεις

1. Τα κράτη μέλη μπορούν να προβλέπουν παρεκκλίσεις από τις παραμετρικές τιμές που καθορίζονται στο παράρτημα I μέρος Β ή που καθορίζονται σύμφωνα με το άρθρο 5 παράγραφος 3, μέχρις ενός ανώτατου ορίου που καθορίζουν τα ίδια, εφόσον η παρέκκλιση δεν συνεπάγεται πιθανό κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία και εφόσον η παροχή νερού ανθρώπινης κατανάλωσης στη συγκεκριμένη περιοχή δεν μπορεί να εξασφαλισθεί με άλλον εύλογο τρόπο. Οι παρεκκλίσεις πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερης διάρκειας και δεν πρέπει να υπερβαίνουν την τριετία προς το τέλος της οποίας πρέπει να πραγματοποιείται επανεξέταση προκειμένου να καθοριστεί κατά πόσον έχει σημειωθεί ικανοποιητική πρόοδος. Όταν τα κράτη μέλη προτίθενται να παραχωρήσουν δεύτερη παρέκκλιση, γνωστοποιούν την επανεξέταση και τους λόγους για την απόφασή τους για παραχώρηση δεύτερης παρέκκλισης, στην Επιτροπή. Αυτή η δεύτερη παρέκκλιση δεν πρέπει επίσης να υπερβαίνει την τριετία.

2. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις, τα κράτη μέλη μπορούν να υποβάλλουν στην Επιτροπή αίτηση για τρίτη παρέκκλιση για περίοδο που δεν υπερβαίνει την τριετία. Η Επιτροπή αποφασίζει σχετικά με την αίτηση αυτή εντός τριών μηνών.

3. Στις παρεκκλίσεις που παραχωρούνται σύμφωνα με την παράγραφο 1 ή 2, διευκρινίζονται τα ακόλουθα:

- α) ο λόγος της παρέκκλισης·
- β) η συγκεκριμένη παράμετρος, τα σχετικά αποτελέσματα της προηγούμενης παρακολούθησης, και η ανώτατη επιτρεπόμενη τιμή βάσει της παρέκκλισης·
- γ) η γεωγραφική περιοχή, η ημερησίως παρεχόμενη ποσότητα νερού, ο θιγόμενος πληθυσμός, καθώς και κατά πόσον ή όχι θίγεται κάποια αφορώμενη επιχείρηση παραγωγής τροφίμων·
- δ) ένα κατάλληλο σύστημα παρακολούθησης, με αυξημένη συχνότητα παρακολούθησης, εφόσον απαιτείται·
- ε) η σύνοψη του προγράμματος των απαιτούμενων επανορθωτικών ενεργειών, στο οποίο συμπεριλαμβάνονται χρονοδιάγραμμα εργασιών, εκτίμηση κόστους και διατάξεις για την επανεξέταση·

στ) η αιτούμενη διάρκεια της παρέκκλισης.

4. Εάν οι αρμόδιες αρχές κρίνουν ότι η μη τήρηση της παραμετρικής τιμής είναι άνευ σημασίας και εφόσον, με τις επανορθωτικές ενέργειες που αναλαμβάνονται σύμφωνα με το άρθρο 8 παράγραφος 2, είναι δυνατόν να αντιμετωπισθεί το

▼B

πρόβλημα εντός 30 το πολύ ημερών, δεν απαιτείται η εφαρμογή των απαιτήσεων της παραγράφου 3.

Στην περίπτωση αυτή, οι αρμόδιες αρχές ή άλλοι αρμόδιοι φορείς καθορίζουν μόνον την ανώτατη επιτρεπόμενη τιμή της συγκεκριμένης παραμέτρου καθώς και τον επιτρεπόμενο χρόνο για την αντιμετώπιση του προβλήματος.

5. Η προσφυγή στην παράγραφο 4 δεν είναι πλέον δυνατή αν η μη τήρηση μιας παραμετρικής τιμής για συγκεκριμένη παροχή νερού παρουσιάστηκε για περισσότερες από 30 ημέρες συνολικά κατά τη διάρκεια των δώδεκα προηγούμενων μηνών.

6. Τα κράτη μέλη που εφαρμόζουν τις παρεκκλίσεις του παρόντος άρθρου εξασφαλίζουν ότι ο θιγόμενος από την παρέκκλιση αυτή πληθυσμός ενημερώνεται αμέσως και με τον κατάλληλο τρόπο για την παρέκκλιση και τους όρους της. Επιπλέον, τα κράτη μέλη εξασφαλίζουν ότι, εφόσον απαιτείται, παρέχονται οδηγίες σε συγκεκριμένες πληθυσμιακές ομάδες για τις οποίες η παρέκκλιση ενδέχεται να δημιουργήσει ειδικούς κινδύνους.

Οι υποχρεώσεις αυτές δεν ισχύουν στην περίπτωση που αναφέρεται στην παράγραφο 4, εκτός αν οι αρμόδιες αρχές αποφασίσουν διαφορετικά.

7. Με την εξαίρεση των παρεκκλίσεων που παρέχονται σύμφωνα με την παράγραφο 4, τα κράτη μέλη ενημερώνουν την Επιτροπή εντός δύο μηνών για τις παρεκκλίσεις που αφορούν ατομική παροχή άνω των 1 000 m³ ημερησίως κατά μέσο όρο ή εξυπηρετούν άνω των 5 000 ατόμων, παρέχοντας και τα στοιχεία που αναφέρονται στην παράγραφο 3.

8. Το παρόν άρθρο δεν ισχύει για το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης το οποίο διατίθεται προς πώληση σε φιάλες ή δοχεία.

Άρθρο 10

Εξασφάλιση της ποιότητας επεξεργασίας, εξοπλισμού και υλικών

Τα κράτη μέλη λαμβάνουν όλα τα αναγκαία μέτρα ώστε να εξασφαλίζεται ότι κάθε ουσία ή κάθε υλικό νέων εγκαταστάσεων που χρησιμοποιείται για την παρασκευή ή τη διανομή νερού ανθρώπινης κατανάλωσης 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 οδηγία· τα ερμηνευτικά έγγραφα και οι τεχνικές προδιαγραφές, δυνάμει του άρθρου 3 και του άρθρου 4 παράγραφος 1 της οδηγίας 89/106/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 21ης Δεκεμβρίου 1988, για την προσέγγιση των νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων των κρατών μελών όσον αφορά τα προϊόντα του τομέα των δομικών κατασκευών⁽¹⁾, πρέπει να τηρούν τις απαιτήσεις της παρούσας οδηγίας.

Άρθρο 11

Αναθεώρηση των παραρτημάτων

1. Τουλάχιστον ανά πενταετία, η Επιτροπή αναθεωρεί το παράρτημα I, υπό το πρίσμα της επιστημονικής και τεχνικής πρόοδου και υποβάλλει, εφόσον χρειάζεται, προτάσεις τροπολογιών σύμφωνα με τη διαδικασία που καθορίζεται στο άρθρο 189 Γ της συνθήκης.

⁽¹⁾ ΕΕ L 40 της 11.2.1989, σ. 12· οδηγία όπως τροποποιήθηκε τελευταία από την οδηγία 93/68/ΕΟΚ (ΕΕ L 220 της 30.8.1993, σ. 1).

▼B

2. Τουλάχιστον ανά πενταετία, η Επιτροπή προσαρμόζει τα παραρτήματα II και III στην επιστημονική και τεχνική πρόοδο. Ο απαιτούμενες τροποποιήσεις θεσπίζονται σύμφωνα με τη διαδικασία που καθορίζεται στο άρθρο 12.

▼M1*Άρθρο 12*

1. Η Επιτροπή επικουρείται από επιτροπή.
2. Στις περιπτώσεις που γίνεται αναφορά στο παρόν άρθρο, εφαρμόζονται τα άρθρα 4 και 7 της απόφασης 1999/468/EK ⁽¹⁾, τηρουμένων των διατάξεων του άρθρου 8 της ίδιας απόφασης.

Η περίοδος που προβλέπεται από το άρθρο 4 παράγραφος 3 της απόφασης 1999/468/EK ορίζεται σε τρεις μήνες.

3. Η επιτροπή θεσπίζει τον εσωτερικό κανονισμό της.

▼B*Άρθρο 13***Ενημέρωση και εκθέσεις**

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

2. Με την επιφύλαξη της οδηγίας 90/313/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 7ης Ιουνίου 1990, σχετικά με την ελεύθερη πληροφόρηση για θέματα περιβάλλοντος ⁽²⁾, κάθε κράτος μέλος δημοσιεύει ανά τριετία έκθεση για την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης με στόχο την ενημέρωση των καταναλωτών. Η πρώτη από τις εκθέσεις αυτές καλύπτει τα έτη 2002, 2003 και 2004. Κάθε έκθεση αφορά, τουλάχιστον, τις ατομικές παροχές νερού που υπερβαίνουν τα 1 000 m³ ημερησίως κατά μέσον όρο, ή εξυπηρετούν άνω των 5 000 ατόμων, καλύπτει τρία ημερολογιακά έτη και δημοσιεύεται πριν από το τέλος του ημερολογιακού έτους που έπεται της περιόδου στην οποία αναφέρεται.

3. Τα κράτη μέλη διαβιβάζουν τις εκθέσεις τους στην Επιτροπή εντός δύο μηνών από τη δημοσίευσή τους.

4. Η μορφή και οι ελάχιστες απαιτούμενες πληροφορίες για τις εκθέσεις που αναφέρονται στην παράγραφο 2 καθορίζονται λαμβανομένων ιδιαιτέρως υπόψη των μέτρων που αναφέρονται στο άρθρο 3 παράγραφος 2, στο άρθρο 5 παράγραφοι 2 και 3, στο άρθρο 7 παράγραφος 2, στο άρθρο 8, στο άρθρο 9 παράγραφοι 6 και 7 και στο άρθρο 15 παράγραφος 1, και, εφόσον απαιτείται, τροποποιούνται με τη διαδικασία του άρθρου 12.

5. Η Επιτροπή εξετάζει τις εκθέσεις των κρατών μελών και, ανά τριετία, δημοσιεύει συγκεφαλαιωτική έκθεση για την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης στην Κοινότητα. Η έκθεση αυτή δημοσιεύεται εντός εννέα μηνών από την παραλαβή των εκθέσεων των κρατών μελών.

6. Μαζί με την πρώτη έκθεση για την παρούσα οδηγία, όπως αναφέρεται στην παράγραφο 2, τα κράτη μέλη συντάσσουν επίσης έκθεση η οποία υπβάλλεται στην Επιτροπή σχετικά με τα μέτρα τα οποία έλαβαν ή σχεδιάζουν να λάβουν για την εκπλήρωση των υποχρεώσεών τους δύναμι του άρθρου 6 παράγραφος 3 και του παραρτήματος I μέρος Β σημείωση 10. Η Επιτροπή θα υποβάλει, ανάλογα με την περίπτωση, πρόταση για

⁽¹⁾ Απόφαση 1999/468/EK του Συμβουλίου, της 28ης Ιουνίου 1999, για τον καθορισμό των επιμέρους ρυθμίσεων της άσκησης των εκτελεστικών αρμοδιοτήτων που έχουν ανατεθεί στην Επιτροπή (ΕΕ L 184 της 17.7.1999, σ. 23).

⁽²⁾ ΕΕ L 158 της 23.6.1990, σ. 56.

▼B

τη διάρθρωση της έκθεσης αυτής, σύμφωνα με τη διαδικασία η οποία ορίζεται στο άρθρο 12.

*Άρθρο 14***Χρονοδιάγραμμα συμμόρφωσης**

Τα κράτη μέλη λαμβάνουν τα αναγκαία μέτρα ώστε να εξασφαλιστεί ότι η ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης ανταποκρίνεται προς την παρούσα οδηγία εντός πέντε ετών από την έναρξη ισχύος της, με την επιφύλαξη των σημειώσεων 2, 4 και 10 του παραρτήματος I μέρος Β.

*Άρθρο 15***Εξαιρετικές περιστάσεις**

1. Σε εξαιρετικές περιστάσεις και για συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές, τα κράτη μέλη μπορούν να υποβάλλουν ειδική αίτηση στην Επιτροπή για περίοδο μεγαλύτερη από αυτήν που προβλέπεται στο άρθρο 14. Η πρόσθετη περίοδος δεν πρέπει να υπερβαίνει την τριετία προς το τέλος της οποίας πρέπει να πραγματοποιείται επανεξέταση που διαβιβάζεται στην Επιτροπή η οποία μπορεί, βάσει της επανεξέτασης αυτής, να παραχωρήσει δεύτερη πρόσθετη περίοδο τριών το πολύ ετών. Η διάταξη αυτή δεν εφαρμόζεται στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης που διατίθεται προς πώληση σε φιάλες ή δοχεία.

2. Στην προαναφερόμενη αίτηση, η οποία πρέπει να αιτιολογείται δεόντως, εκτίθενται οι δυσκολίες που συναντώνται και περιλαμβάνονται, τουλάχιστον, όλες οι πληροφορίες που αναφέρονται στο άρθρο 9 παράγραφος 3.

3. Η Επιτροπή εξετάζει την αίτηση αυτή σύμφωνα με τη διαδικασία που ορίζεται στο άρθρο 12.

4. Τα κράτη μέλη που εφαρμόζουν το παρόν άρθρο εξασφαλίζουν ότι ο πληθυσμός τον οποίο αφορά η αίτηση ενημερώνεται αμέσως και με κατάλληλο τρόπο για την έκβαση της αίτησης. Επιπλέον, τα κράτη μέλη εξασφαλίζουν ότι, εφόσον απαιτείται, παρέχονται οδηγίες σε συγκεκριμένες πληθυσμιακές ομάδες για τις οποίες η αίτηση ενδέχεται να δημιουργήσει ειδικούς κινδύνους.

*Άρθρο 16***Κατάργηση**

1. Η οδηγία 80/778/ΕΟΚ καταργείται πέντε έτη μετά την έναρξη ισχύος της παρούσας οδηγίας. Με την επιφύλαξη της παραγράφου 2, η κατάργηση αυτή δεν θίγει τις υποχρεώσεις των κρατών μελών όσον αφορά τις προθεσμίες μεταγραφής της στην εθνική νομοθεσία και εφαρμογής της, όπως προβλέπεται στο παράρτημα IV.

Οι παραπομπές στην καταργούμενη οδηγία θεωρούνται ως παραπομπές στην παρούσα οδηγία σύμφωνα με τον πίνακα αντιστοιχίας του παραρτήματος V.

2. Αφ' ης στιγμής ένα κράτος μέλος θέσει σε ισχύ τις αναγκαίες νομοθετικές, κανονιστικές και διοικητικές διατάξεις προκειμένου να συμμορφωθεί με την παρούσα οδηγία και λάβει τα μέτρα που προβλέπονται στο άρθρο 14, όσον αφορά την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης στο κράτος μέλος αυτό, εφαρμόζεται η παρούσα οδηγία και όχι η οδηγία 80/778/ΕΟΚ.

*Άρθρο 17***Μεταγραφή στο εθνικό δίκαιο**

1. Τα κράτη μέλη θέτουν σε ισχύ τις αναγκαίες νομοθετικές, κανονιστικές και διοικητικές διατάξεις προκειμένου να συμμορφ-

▼B

αθούν με την παρούσα οδηγία εντός δύο ετών από την έναρξη ισχύος της. Ενημερώνουν αμέσως την Επιτροπή σχετικά.

Οι διατάξεις αυτές, όταν θεσπίζονται από τα κράτη μέλη, αναφέρονται στην παρούσα οδηγία ή συνοδεύονται από παρόμοια αναφορά κατά την επίσημη δημοσίευσή τους. Οι λεπτομερείς διατάξεις για την αναφορά αυτή καθορίζονται από τα κράτη μέλη.

2. Τα κράτη μέλη ανακοινώνουν στην Επιτροπή τα κείμενα των διατάξεων εθνικού δικαίου που θεσπίζουν στον τομέα που διέπεται από την παρούσα οδηγία.

*Άρθρο 18***Έναρξη ισχύος**

Η παρούσα οδηγία αρχίζει να ισχύει την εικοστή ημέρα από τη δημοσίευσή της στην *Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων*.

*Άρθρο 19***Αποδέκτες**

Η παρούσα οδηγία απευθύνεται στα κράτη μέλη.

▼B

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ

ΜΕΡΟΣ Α

Μικροβιολογικές παράμετροι

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή (αριθμός/100 ml)
Escherichia coli (E. coli)	0
Εντερόκοκκοι	0

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

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή
Escherichia coli (E. coli)	0/250 ml
Εντερόκοκκοι	0/250 ml
Pseudomonas aeruginosa	0/250 ml
Αριθμός αποικιών σε 22 °C	100/ml
Αριθμός αποικιών 37 °C	20/ml



ΜΕΡΟΣ Β

Χημικές παράμετροι

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή	Μονάδα	Σημειώσεις
Ακρυλαμίδιο	0,10	µg/l	Σημείωση 1
Αντιμόνιο	5,0	µg/l	
Αρσενικό	10	µg/l	
Βενζόλιο	1,0	µg/l	
Βενζο-α-πυρένιο	0,010	µg/l	
Βόριο	1,0	mg/l	
Βρωμικά άλατα	10	µg/l	Σημείωση 2
Κάδμιο	5,0	µg/l	
Χρόμιο	50	µg/l	Σημείωση 3
Χαλκός	2,0	mg/l	Σημείωση 3
Κυανιούχα άλατα	50	µg/l	
1,2-διχλωροαιθάνιο	3,0	µg/l	
Επιχλωρυδρίνη	0,10	µg/l	Σημείωση 1
Φθοριούχα άλατα	1,5	mg/l	
Μόλυβδος	10	µg/l	Σημειώσεις 3 και 4
Υδράργυρος	1,0	µg/l	
Νικέλιο	20	µg/l	Σημείωση 3
Νιτρικά άλατα	50	mg/l	Σημείωση 5
Νιτρώδη άλατα	0,50	mg/l	Σημείωση 5
Παρασιτοκτόνα	0,10	µg/l	Σημειώσεις 6 και 7
Σύνολο παρασιτοκτόνων	0,50	µg/l	Σημειώσεις 6 και 8
Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες	0,10	µg/l	Άθροισμα συγκεντρώσεων συγκεκριμένων ενώσεων· σημείωση 9
Σελήνιο	10	µg/l	
Τετραχλωροαιθένιο και Τριχλωροαιθένιο	10	µg/l	Άθροισμα συγκεντρώσεων συγκεκριμένων παραμέτρων
Ολικά τριαλογονομεθάνια	100	µg/l	Άθροισμα συγκεντρώσεων συγκεκριμένων ενώσεων· σημείωση 10
Βινυλοχλωρίδιο	0,50	µg/l	Σημείωση 1

(¹) Θα προστεθεί ανάλογα με τα αποτελέσματα της προς το παρόν διεξαγόμενης μελέτης.

Σημείωση 1: Η παραμετρική τιμή αναφέρεται στην συγκέντρωση καταλοίπων μονομερούς στο νερό όπως υπολογίζεται σύμφωνα με τις προδιαγραφές περί μεγίστης μετανάστευσης εκ του αντιστοίχου πολυμερούς όταν βρίσκεται σε επαφή με το νερό.

▼B

- Σημείωση 2:** Ει δυνατόν, τα κράτη μέλη πρέπει να επιδιώκουν χαμηλότερη τιμή χωρίς να θίγεται η απολύμανση.
- Για το νερό που αναφέρεται στο άρθρο 6 παράγραφος 1 στοιχεία α), β) και δ), η τιμή πρέπει να έχει επιτευχθεί, το αργότερο, δέκα ημερολογιακά έτη μετά την ημερομηνία έναρξης ισχύος της παρούσας οδηγίας. Η παραμετρική τιμή για τα βρωμικά άλατα πέντε έτη μετά την έναρξη ισχύος της παρούσας οδηγίας και μέχρι δέκα έτη μετά την έναρξη ισχύος της, είναι 25 μg/l.
- Σημείωση 3:** Η τιμή ισχύει για δείγμα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης που λαμβάνεται με κατάλληλη μέθοδο δειγματοληψίας (!) στη βρύση και κατά τρόπον ώστε να είναι αντιπροσωπευτικό του εβδομαδιαίου μέσου όρου που πίνουν οι καταναλωτές. Εφόσον ενδείκνυται, οι μέθοδοι δειγματοληψίας και παρακολούθησης εφαρμόζονται κατά εναρμονισμένο τρόπο που καθορίζεται σύμφωνα με το άρθρο 7 παράγραφος 4. Τα κράτη μέλη λαμβάνουν υπόψη τα περιστατικά μεγίστων επιπέδων που ενδέχεται να έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία.
- Σημείωση 4:** Για το νερό που αναφέρεται στο άρθρο 6 παράγραφος 1 στοιχεία α), β) και δ), η τιμή πρέπει να έχει επιτευχθεί, το αργότερο, 15 ημερολογιακά έτη μετά την ημερομηνία έναρξης ισχύος της παρούσας οδηγίας. Η παραμετρική τιμή για το μόλυβδο πέντε έτη μετά την έναρξη ισχύος της παρούσας οδηγίας και μέχρι 15 έτη μετά την έναρξη ισχύος της, είναι 25 μg/l.
- Τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε να λαμβάνονται όλα τα δέοντα μέτρα για την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη μείωση της συγκέντρωσης του μολύβδου στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης κατά την περίοδο που απαιτείται για να επιτευχθεί η τήρηση της παραμετρικής τιμής.
- Όταν εφαρμόζουν μέτρα για την επίτευξη της τήρησης της τιμής αυτής, τα κράτη μέλη δίνουν προτεραιότητα την προτεραιότητα όπου υπάρχουν οι υψηλότερες συγκεντρώσεις μολύβδου στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης.
- Σημείωση 5:** Τα κράτη μέλη εξασφαλίζουν ότι τηρείται ο όρος $\frac{[\text{νιτρικά άλατα}]/50 + [\text{νιτρώδη άλατα}]}{3} \leq 1$, οι αγκύλες υποδηλώνουν συγκέντρωση σε mg/l για τα νιτρικά άλατα (NO₃) και για τα νιτρώδη άλατα (NO₂), καθώς και ότι η τιμή 0,10 mg/l για τα νιτρικά άλατα τηρείται για το νερό που προέρχεται από εγκαταστάσεις επεξεργασίας.
- Σημείωση 6:** Ως «παρασιτοκτόνα» νοούνται:
- οργανικά εντομοκτόνα,
 - οργανικά ζιζανιοκτόνα,
 - οργανικά μυκητοκτόνα,
 - οργανικά νηματώδοκτόνα,
 - οργανικά ακαριοκτόνα,
 - οργανικά φυκοκτόνα,
 - οργανικά τρωκτικοκτόνα,
 - οργανικά γλινκοκτόνα,
 - συναφή προϊόντα (μεταξύ άλλων, οι ρυθμιστές αύξησης)
- και οι σχετικοί μεταβολίτες αυτών, προϊόντα υποβάθμισης και αντίδρασης.
- Ελέγχονται μόνον τα παρασιτοκτόνα των οποίων πιθανολογείται η παρουσία σε μία δεδομένη παροχή νερού.
- Σημείωση 7:** Η παραμετρική τιμή ισχύει για κάθε επιμέρους παρασιτοκτόνο. Για το αλντρίν, το ντιελντρίν, το επταχλώρ και το εποξικό επταχλώρ, η παραμετρική τιμή είναι 0,030 μg/l.
- Σημείωση 8:** Ως «συνολικά παρασιτοκτόνα» νοείται το άθροισμα όλων των επιμέρους παρασιτοκτόνων που ανιχνεύονται και προσδιορίζονται ποσοτικώς κατά τη διαδικασία παρακολούθησης.
- Σημείωση 9:** Οι συγκεκριμένες ενώσεις είναι:
- βενζο(β)φθορανθένιο,
 - βενζο(λ)φθορανθένιο,
 - βενζο(ηθι)περυλένιο,
 - ινδανο(1,2,3-γδ)πυρένιο.
- Σημείωση 10:** Ει δυνατόν, τα κράτη μέλη πρέπει να επιδιώκουν χαμηλότερη τιμή χωρίς, να θίγεται η απολύμανση.
- Οι συγκεκριμένες ενώσεις είναι: χλωροφόρμιο, βρωμοφόρμιο, διβρωμοχλωρομεθάνιο, βρωμοδιχλωρομεθάνιο.
- Για το νερό που αναφέρεται στο άρθρο 6 παράγραφος 1 στοιχεία α), β) και δ), η τιμή πρέπει να έχει επιτευχθεί το αργότερο, δέκα ημερολογιακά έτη μετά την ημερομηνία έναρξης ισχύος της παρούσας οδηγίας. Η παραμετρική τιμή για ολικά τριαλογονομεθάνια πέντε έτη μετά την έναρξη ισχύος της παρούσας οδηγίας και μέχρι δέκα έτη μετά την έναρξη ισχύος της, είναι 150 μg/l.
- Τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε να λαμβάνονται όλα τα δέοντα μέτρα για την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη μείωση της συγκέντρωσης των τριαλογονομεθανίων στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης κατά την περίοδο που απαιτείται για να επιτευχθεί η τήρηση της παραμετρικής τιμής.
- Όταν εφαρμόζουν μέτρα για την επίτευξη της τιμής αυτής, τα κράτη μέλη δίνουν προτεραιότητα την προτεραιότητα στις περιοχές με τις υψηλότερες συγκεντρώσεις τριαλογονομεθανίων στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης.



ΜΕΡΟΣ Γ

Ενδεικτικές παράμετροι

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή	Μονάδα	Σημειώσεις
Αργίλιο	200	µg/l	
Αμμώνιο	0,50	mg/l	
Χλωριούχα άλατα	250	mg/l	Σημείωση 1
<i>Clostridium perfringens</i> (συμπεριλαμβανομένων των σπορίων)	0	αριθμός/ 100 ml	Σημείωση 2
Χρώμα	Αποδεκτό για τους καταναλωτές και άνευ ασυνήθους μεταβολής		
Αγωγιμότητα	2 500	µS cm ⁻¹ στους 20 °C	Σημείωση 1
Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου	≥ 6,5 και ≤ 9,5	μονάδες pH	Σημειώσεις 1 και 3
Σίδηρος	200	µg/l	
Μαγγάνιο	50	µg/l	
Οσμή	Αποδεκτή στους καταναλωτές και άνευ ασυνήθους μεταβολής		
Οξειδωσιμότητα	5,0	mg/l O ₂	Σημείωση 4
Θειικά άλατα	250	mg/l	Σημείωση 1
Νάτριο	200	mg/l	
Γεύση	Αποδεκτή στους καταναλωτές και άνευ ασυνήθους μεταβολής		
Αριθμός αποικιών σε 22°C	Άνευ ασυνήθους μεταβολής		
Κολοβακτηριοειδή	0	αριθμός/ 100 ml	Σημείωση 5
Ολικός οργανικός άνθρακας (TOC)	Άνευ ασυνήθους μεταβολής		Σημείωση 6
Θολότητα	Αποδεκτή στους καταναλωτές και άνευ ασυνήθους μεταβολής		Σημείωση 7

ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή	Μονάδα	Σημειώσεις
Τρίτιο	100	becquerel/l	Σημειώσεις 8 και 10
Ολική ενδεικτική δόση	0,10	mSv/έτος	Σημειώσεις 9 και 10

Σημείωση 1: Το νερό δεν πρέπει να είναι διαβρωτικό

▼B

- Σημείωση 2:* Η παράμετρος αυτή χρειάζεται να μετράται μόνον όταν το νερό προέρχεται ή επηρεάζεται από επιφανειακό νερό. Σε περίπτωση μη τήρησης της παραμετρικής αυτής τιμής, τα κράτη μέλη εξετάζουν την παροχή νερού για να εξασφαλίσουν ότι δεν υπάρχει ενδεχόμενος κίνδυνος για την ανθρώπινη υγεία λόγω της παρουσίας παθογόνων μικροοργανισμών, όπως π.χ. *Cryptosporidium*. Τα κράτη μέλη περιλαμβάνουν τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών στην έκθεση που υποβάλλουν σύμφωνα με το άρθρο 13 παράγραφος 2.
- Σημείωση 3:* Για το στάσιμο νερό που τοποθετείται σε φιάλες ή δοχεία, η κατώτατη τιμή μπορεί να μειώνεται σε 4,5 μονάδες pH.
Για το νερό που τοποθετείται σε φιάλες ή δοχεία και έχει φυσική περιεκτικότητα σε ή είναι τεχνητά εμπλουτισμένο με διοξείδιο του άνθρακα, η ελάχιστη τιμή μπορεί να είναι κατώτερη.
- Σημείωση 4:* Η παράμετρος αυτή δεν χρειάζεται να μετράται εφόσον αναλύεται η παράμετρος ολικού οργανικού άνθρακα.
- Σημείωση 5:* Για νερό που τοποθετείται σε φιάλες ή δοχεία, η μονάδα είναι: αριθμός/250 ml.
- Σημείωση 6:* Η παράμετρος αυτή δεν χρειάζεται να μετράται για παροχές κάτω των 10 000 m³ ημερησίως.
- Σημείωση 7:* Σε περίπτωση επεξεργασίας επιφανειακών υδάτων, τα κράτη μέλη επιδιώκουν παραμετρική τιμή που δεν υπερβαίνει την 1,0 NTU (νεφελομετρική μονάδα θολότητας) στο νερό που προέρχεται από εγκαταστάσεις επεξεργασίας.
- Σημείωση 8:* Οι συχνότητες ελέγχου θα περιληφθούν αργότερα στο παράρτημα II.
- Σημείωση 9:* Εξαιρουμένου του τριτίου, του καλίου -40, του ραδονίου και των προϊόντων διάσπασης του ραδονίου. Οι συχνότητες ελέγχου, οι μέθοδοι παρακολούθησης και οι πλέον κατάλληλες θέσεις για τα σημεία παρακολούθησης θα καθοριστούν αργότερα στο παράρτημα II.
- Σημείωση 10:*
1. Οι απαιτούμενες από τη σημείωση 8 προτάσεις για τις συχνότητες ελέγχου και η σημείωση 9 για τις συχνότητες ελέγχου, τις μεθόδους παρακολούθησης και τις πλέον κατάλληλες θέσεις για τα σημεία παρακολούθησης στο παράρτημα II εγκρίνονται σύμφωνα με τη διαδικασία που προβλέπεται στο άρθρο 12. Κατά την κατάρτιση των προτάσεων αυτών, η Επιτροπή θα λάβει υπόψη της, μεταξύ άλλων, τις σχετικές διατάξεις δυνάμει της υφιστάμενης νομοθεσίας ή τα κατάλληλα προγράμματα παρακολούθησης, συμπεριλαμβανομένων των αποτελεσμάτων παρακολούθησης που προκύπτουν από αυτό. Η Επιτροπή θα υποβάλει τις προτάσεις αυτές το αργότερο εντός δεκαοκτώ μηνών μετά την ημερομηνία που προβλέπεται στο άρθρο 18 της οδηγίας.
 2. Δεν απαιτείται από ένα κράτος μέλος να ελέγχει το πόσιμο ύδωρ για τρίτιο ή ραδιενέργεια για να καθορίσει ολική ενδεικτική δόση, εφόσον, βάσει άλλης παρακολούθησης, είναι ικανοποιημένο από το γεγονός ότι τα επίπεδα του τριτίου ή η ολική ενδεικτική δόση στο νερό είναι αρκετά κάτω από την παραμετρική τιμή. Στην περίπτωση αυτή, ανακοινώνει τους λόγους της απόφασής του στην Επιτροπή, συμπεριλαμβανομένων των αποτελεσμάτων αυτής της άλλης παρακολούθησης.



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ

ΠΙΝΑΚΑΣ Α

Αναλύόμενες παράμετροι

1. Δοκιμαστική παρακολούθηση

Σκοπός της δοκιμαστικής παρακολούθησης είναι να παρέχονται, σε τακτική βάση, στοιχεία για την οργανοληπτική και μικροβιολογική ποιότητα του νερού που διατίθεται για ανθρώπινη κατανάλωση καθώς και πληροφορίες για την αποτελεσματικότητα της επεξεργασίας του ποσίμου ύδατος (ιδίως της απολύμανσης) εφόσον γίνεται, ώστε να διαπιστωθεί κατά πόσον το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης τηρεί τις σχετικές παραμετρικές τιμές της παρούσας οδηγίας.

Οι ακόλουθες παράμετροι υπόκεινται σε δοκιμαστική παρακολούθηση. Τα κράτη μέλη μπορούν να προσθέτουν και άλλες παραμέτρους στον πίνακα αυτόν εάν το κρίνουν σκόπιμο.

Αργίλιο (σημείωση 1)

Αμμώνιο

Χρώμα

Αγωγιμότητα

Clostridium Perfringens (συμπεριλαμβανομένων των σπορίων) (σημείωση 2)

Escherichia coli (*E. coli*)

Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου

Σίδηρος (σημείωση 1)

Νιτρώδη άλατα (σημείωση 3)

Οσμή

Pseudomonas aeruginosa (σημείωση 4)

Γεύση

Αριθμός αποικιών σε 22 °C και 37 °C (σημείωση 4)

Κολοβακτηριοειδή

Θολότητα

Σημείωση 1: Απαιτείται μόνον όταν χρησιμοποιείται ως κροκιδωτικό (*).

Σημείωση 2: Απαιτείται μόνον όταν το νερό προέρχεται ή επηρεάζεται από επιφανειακό νερό (*).

Σημείωση 3: Απαιτείται μόνον όταν για την απολύμανση γίνεται χλωραμίνωση (*).

Σημείωση 4: Απαιτείται μόνον για νερό που διατίθεται προς πώληση σε φιάλες ή σε δοχεία.

(*) Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις, οι παράμετροι περιλαμβάνονται στον πίνακα της ελεγκτικής παρακολούθησης..

2. Ελεγκτική παρακολούθηση

Σκοπός της ελεγκτικής παρακολούθησης είναι να παρέχονται τα στοιχεία που απαιτούνται για να διαπιστωθεί κατά πόσον τηρούνται όλες οι παραμετρικές τιμές της παρούσας οδηγίας. Όλες οι παράμετροι που καθορίζονται σύμφωνα με το άρθρο 5 παράγραφοι 2 και 3, υπόκεινται σε ελεγκτική παρακολούθηση, εκτός αν οι αρμόδιες αρχές αποφανθούν, για χρονική περίοδο που καθορίζουν οι ίδιες, ότι μια παράμετρος δεν υπάρχει πιθανότητας να εμφανισθεί σε μία δεδομένη παροχή νερού σε συγκεντρώσεις οι οποίες θα δημιουργούσαν κίνδυνο παραβίασης της αντίστοιχης παραμετρικής τιμής. Η παράγραφος αυτή δεν ισχύει για τις παραμέτρους σχετικά με τη ραδιενέργεια, οι οποίες, υπό τους όρους των σημειώσεων 8, 9 και 10 του παραρτήματος Ι μέρος Γ, παρακολουθούνται σύμφωνα με τις απαιτήσεις παρακολούθησης που θεσπίζονται δυνάμει του άρθρου 12.



ΠΙΝΑΚΑΣ Β1

Ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψίας και αναλύσεων του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης που παρέχεται από δίκτυο διανομής ή από βυτίο ή χρησιμοποιείται σε επιχείρηση παραγωγής τροφίμων

Τα κράτη μέλη λαμβάνουν δείγματα από τα σημεία τήρησης που καθορίζονται στο άρθρο 6 παράγραφος 1 ώστε να εξασφαλίζουν ότι το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης ανταποκρίνεται προς τις απαιτήσεις της οδηγίας. Ωστόσο, σε περίπτωση δικτύου διανομής, τα κράτη μέλη μπορούν να λαμβάνουν δείγματα εντός της ζώνης παροχής ή στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας για συγκεκριμένες παραμέτρους εφόσον είναι δυνατόν να αποδειχθεί ότι δεν θα υπήρχε δυσμενής μεταβολή της μετρούμενης τιμής της συγκεκριμένης παραμέτρου.

Όγκος διανεμόμενου ή παραγόμενου νερού ημερησίως σε μια ζώνη παροχής (Σημειώσεις 1 και 2) m ³	Δοκιμαστική παρακολούθηση Αριθμός δειγμάτων ετησίως (Σημειώσεις 3, 4 και 5)	Ελεγκτική παρακολούθηση Αριθμός δειγμάτων ετησίως (Σημειώσεις 3 και 5)
≤ 100	(Σημείωση 6)	(Σημείωση 6)
> 100 ≤ 1 000	4	1
> 1 000 ≤ 10 000	4 + 3 ανά 1 000 m ³ και άνω/ημερησίως του συνολικού όγκου	1 + 1 ανά 3 300 m ³ και άνω/ημερησίως του συνολικού όγκου
> 10 000 ≤ 100 000		3 + 1 ανά 10 000 m ³ και άνω/ημερησίως του συνολικού όγκου
> 100 000		10 + 1 ανά 25 000 m ³ και άνω/ημερησίως του συνολικού όγκου

Σημείωση 1: Ως ζώνη παροχής νοείται μια γεωγραφικά καθορισμένη περιοχή εντός της οποίας το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης εισέρχεται από μία ή περισσότερες πηγές και εντός της οποίας 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, τα κράτη μέλη μπορούν να χρησιμοποιούν τον αριθμό κατοίκων μιας ζώνης παροχής αντί του όγκου του νερού, θεωρώντας ότι κάθε άτομο καταναλίσκει 200 l/ημερησίως.

Σημείωση 3: Στην περίπτωση περιοδικής παροχής, βραχείας διάρκειας, η συχνότητα παρακολούθησης του νερού που διανέμεται με βυτία αποφασίζεται από τα ενδιαφερόμενα κράτη μέλη.

Σημείωση 4: Για τις διάφορες παραμέτρους του παραρτήματος I, τα κράτη μέλη δύνανται να μειώνουν τον αριθμό δειγμάτων που αναφέρονται στον πίνακα εάν:

α) οι τιμές των αποτελεσμάτων που επιτυγχάνονται από δείγματα λαμβανόμενα επί περίοδο τουλάχιστον δύο συνεχών ετών είναι σταθερές και σημαντικώς καλύτερες από τις οριακές τιμές του παραρτήματος I και

β) δεν υπάρχει κάποιος παράγων που ενδέχεται να υποβιβάσει την ποιότητα του νερού.

Η κατώτατη συχνότητα δεν πρέπει να είναι μικρότερη του 50 % του αριθμού των δειγμάτων που αναφέρονται στον πίνακα εκτός της ειδικής περιπτώσεως της σημείωσης 6.

Σημείωση 5: Στο μέτρο του δυνατού, ο αριθμός των δειγμάτων πρέπει να κατανέμεται ομοιόμορφα στο χρόνο και το χώρο.

Σημείωση 6: Η συχνότητα πρέπει να αποφασίζεται από τα ενδιαφερόμενα κράτη μέλη.

▼B

ΠΙΝΑΚΑΣ Β2

Ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψίας και ανάλυσης του νερού που τοποθετείται σε φιάλες ή δοχεία προς πώληση

Όγκος ημερησίως παραγόμενου νερού προς πώληση σε φιάλες ή δοχεία (*) m ³	Δοκιμαστική παρακολούθηση Αριθμός δειγμάτων ετησίως	Ελεγκτική παρακολούθηση Αριθμός δειγμάτων ετησίως
≤ 10	1	1
> 10 ≤ 60	12	1
> 60	1 ανά 5 m ³ και άνω/ ημερησίως του συνολικού όγκου	1 ανά 100 m ³ και άνω/ ημερησίως του συνολικού όγκου

(*) Οι όγκοι υπολογίζονται ως μέσες τιμές για ένα ημερολογιακό έτος.



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

Τα κράτη μέλη διασφαλίζουν ότι κάθε εργαστήριο στο οποίο αναλύονται δείγματα διαθέτει σύστημα αναλυτικού ποιοτικού ελέγχου το οποίο, από καιρού εις καιρόν,, υποβάλλεται σε έλεγχο από πρόσωπο μη ελεγχόμενο από το εργαστήριο και το οποίο έχει εγκρίνει η αρμόδια αρχή προς το σκοπό αυτό.

1. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΓΙΑ ΤΙΣ ΟΠΟΙΕΣ ΚΑΘΟΡΙΖΕΤΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Οι κατωτέρω αρχές που διέπουν τις μεθόδους ανάλυσης μικροβιολογικών παραμέτρων δίδονται είτε ως αναφορά όταν δίδεται μέθοδος ISO GEN ή προς καθοδήγηση, εν αναμονή της ενδεχόμενης μελλοντικής θέσπισης σύμφωνα με τη διαδικασία του άρθρου 12, νέων διεθνών μεθόδων CEN/ISO για τις παραμέτρους αυτές. Τα κράτη μέλη μπορούν να χρησιμοποιούν εναλλακτικές μεθόδους, εφόσον τηρούνται οι διατάξεις του άρθρου 7 παράγραφος 5.

Κολοβακτηριοειδή και *Escherichia coli* (E.coli) (ISO 9308-1)

Εντερόκοκκοι (ISO 7899-2)

Pseudomonas aeruginosa (prEN ISO 12780)

Απαρίθμηση καλλιεργήσιμων μικροοργανισμών — Αριθμός αποικιών σε 22 °C (prEN ISO 6222)

Απαρίθμηση καλλιεργήσιμων μικροοργανισμών — Αριθμός αποικιών σε 37 °C (prEN ISO 6222)

Clostridium perfringens (συμπεριλαμβανομένων των σπορίων)

Διήθηση από μεμβράνη και στη συνέχεια επώαση της μεμβράνης υπό αναερόβιες συνθήκες σε θρεπτικό υλικό *Clostridium perfringens* (σημείωση 1) σε 44 ± 1 °C επί 21 ± 3 ώρες. Μέτρηση των σκοτεινών κίτρινων αποικιών που μετατρέπονται σε ροζ ή κόκκινες μετά από έκθεση σε ατμούς υδροξειδίου του αμμωνίου επί 20 έως 30 δευτερόλεπτα.

Σημείωση 1: Το «θρεπτικό υλικό *Clostridium perfringens*» περιέχει:

Βασικό θρεπτικό υλικό

Τρυπτόζη	30 g
Εκχύλισμα μυκήτων	20 g
Σακχαρόζη	5 g
Υδροχλωριούχος L-κυστεΐνη	1 g
MgSO ₄ · 7H ₂ O	0,1 g
Ιώδες βρωμοκρεζόλης	40 g
Άγαρ	15 g
Ύδωρ	1 000 ml

Τα συστατικά του βασικού θρεπτικού υλικού διαλύονται και το pH προσαρμόζεται σε 7,6. Το υλικό αποστειρώνεται σε αυτόκλειστο στους 121 °C επί 15 λεπτά. το θρεπτικό υλικό ψύχεται και προστίθενται:

D-κυκλοσερίνη	400 mg
B-θειική πολυμυξίνη	25 mg
Ινδοξυλο-β-D-γλυκοζίδιο διαλυμένο σε 8 ml αποστειρωμένου νερού πριν την προσθήκη	60 mg
Διάλυμα 0,5 % διφωσφορικής φαινολοφθαλείνης αποστειρωμένο με διήθηση	20 ml
Διάλυμα 4,5 % διφωσφορικού FeCl ₃ · 6H ₂ O	2 ml

▼B

2. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΓΙΑ ΤΙΣ ΟΠΟΙΕΣ ΚΑΘΟΡΙΖΟΝΤΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΠΙΔΟΣΕΩΝ

2.1. Για τις ακόλουθες παραμέτρους, τα καθοριζόμενα χαρακτηριστικά επιδόσεων είναι τέτοια ώστε με τη χρησιμοποιούμενη μέθοδο ανάλυσης να είναι, τουλάχιστον, δυνατόν να μετρώνται συγκεντρώσεις ίσες προς την παραμετρική τιμή με την οριζόμενη πιστότητα, ακρίβεια και τα οριζόμενα όρια ανίχνευσης. Όποια και να είναι η ευαισθησία της χρησιμοποιούμενης μεθόδου ανάλυσης, το αποτέλεσμα εκφράζεται χρησιμοποιώντας τουλάχιστον τον ίδιο αριθμό δεκαδικών ψηφίων με την παραμετρική τιμή του παραρτήματος I μέρη Β και Γ.

Παράμετροι	Πιστότητα % της παραμετρικής τιμής (Σημείωση 1)	Ακρίβεια % της παραμετρικής τιμής (Σημείωση 2)	Όριο ανίχνευσης % της παραμετρικής τιμής (Σημείωση 3)	Συνθήκες	Σημειώσεις
Ακρυλαμίδιο				Ελέγχεται με βάση τις προδιαγραφές του προϊόντος	
Αργίλιο	10	10	10		
Αμμώνιο	10	10	10		
Αντιμόνιο	25	25	25		
Αρσενικό	10	10	10		
Βενζο-α-πυρένιο	25	25	25		
Βενζόλιο	25	25	25		
Βόριο	10	10	10		
Βρωμικά άλατα	25	25	25		
Κάδμιο	10	10	10		
Χλωριούχα άλατα	10	10	10		
Χρόμιο	10	10	10		
Αγωγιμότητα	10	10	10		
Χαλκός	10	10	10		
Κυανιούχα άλατα	10	10	10		Σημείωση 4
1,2-διχλωροαιθιοάνιο	25	25	10		
Επιχλωρυδρίνη				Ελέγχεται με βάση τις προδιαγραφές του προϊόντος	
Φθοριούχα άλατα	10	10	10		
Σίδηρος	10	10	10		
Μόλυβδος	10	10	10		
Μαγγάνιο	10	10	10		
Υδράργυρος	20	10	20		

▼B

Παράμετροι	Πιστότητα % της παραμετρικής τιμής (Σημείωση 1)	Ακρίβεια % της παραμετρικής τιμής (Σημείωση 2)	Όριο ανίχνευσης % της παραμετρικής τιμής (Σημείωση 3)	Συνθήκες	Σημειώσεις
Νικέλιο	10	10	10		
Νιτρικά άλατα	10	10	10		
Νιτρώδη άλατα	10	10	10		
Οξειδωσιμότητα	25	25	10		Σημείωση 5
Παρασιτοκτόνα	25	25	25		Σημείωση 6
Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες	25	25	25		Σημείωση 7
Σελήνιο	10	10	10		
Νάτριο	10	10	10		
Θειικά άλατα	10	10	10		
Τετραχλωροαιθέριο	25	25	10		Σημείωση 8
Τριχλωροαιθέριο	25	25	10		Σημείωση 8
Ολικά τριαλογονομεθάνια	25	25	10		Σημείωση 7
Βινυλοχλωρίδιο				Ελέγχεται με βάση τις προδιαγραφές του προϊόντος	

2.2. Για τη συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου, τα οριζόμενα χαρακτηριστικά επιδόσεων είναι τέτοια ώστε με τη χρησιμοποιούμενη μέθοδο ανάλυσης να είναι δυνατόν να μετρώνται συγκεντρώσεις ίσες προς την παραμετρική τιμή με πιστότητα 0,2 μονάδων pH και ακρίβεια 0,2 μονάδων pH.

Σημείωση 1 (*): Πιστότητα είναι το συστηματικό σφάλμα και είναι η διαφορά μεταξύ της μέσης τιμής μεγάλου αριθμού επαναλαμβανόμενων μετρήσεων και της πραγματικής τιμής.

Σημείωση 2 (*): Ακρίβεια είναι το τυχαίο σφάλμα και εκφράζεται συνήθως ως η κανονική απόκλιση (εντός και μεταξύ μιας ομάδας) του φάσματος αποτελεσμάτων γύρω από το μέσο όρο. Αποδεκτή ακρίβεια είναι η διπλάσια σχετική συνήθης απόκλιση.

(*) Οι όροι αυτοί προσδιορίζονται περαιτέρω στο πρότυπο ISO 5725.

Σημείωση 3: Όριο ανίχνευσης είναι

- η τριπλάσια σχετική συνήθης απόκλιση, εντός μιας ομάδας, ενός φυσικού δείγματος που περιέχει μικρή συγκέντρωση της παραμέτρου
ή
- η πενταπλάσια σχετική συνήθης απόκλιση, εντός μιας ομάδας, ενός τυφλού δείγματος.

Σημείωση 4: Η μέθοδος προσδιορίζει ολικά κυανιούχα άλατα κάθε μορφής.

Σημείωση 5: Η οξείδωση πραγματοποιείται για 10 λεπτά σε 100 °C με τη χρησιμοποίηση υπερμαγγανικών αλάτων, σε όξινο περιβάλλον.

Σημείωση 6: Τα χαρακτηριστικά επιδόσεων ισχύουν για κάθε επιμέρους παρασιτοκτόνο και εξαρτώνται από το συγκεκριμένο παρασιτοκτόνο. Προς το παρόν, ενδέχεται να μην είναι δυνατόν να επιτευχθεί το όριο ανίχνευσης για όλα τα παρασιτοκτόνα,

▼B

αλλά τα κράτη μέλη πρέπει να επιδιώκουν την επίτευξη του στόχου αυτού.

Σημείωση 7: Τα χαρακτηριστικά επιδόσεων ισχύουν για τις επιμέρους ουσίες που ορίζονται στο 25 % της παραμετρικής τιμής του παραρτήματος I.

Σημείωση 8: Τα χαρακτηριστικά επιδόσεων ισχύουν για τις επιμέρους ουσίες που ορίζονται στο 50 % της παραμετρικής τιμής του παραρτήματος I.

3. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΓΙΑ ΤΙΣ ΟΠΟΙΕΣ ΔΕΝ ΚΑΘΟΡΙΖΕΤΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Χρώμα

Οσμή

Γεύση

Συνολικός οργανικός άνθρακας

Θολότητα (σημείωση 1)

Σημείωση 1: Για την παρακολούθηση της θολότητας του επεξεργασμένου επιφανειακού νερού τα οριζόμενα χαρακτηριστικά επιδόσεων οφείλουν να παρέχουν τουλάχιστον τη δυνατότητα μέτρησης συγκεντρώσεων ίσων προς την παραμετρική τιμή με πιστότητα 25 %, ακρίβεια 25 % και όριο ανίχνευσης 25 %.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

ΠΡΟΦΕΣΜΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΤΑΓΡΑΦΗ ΣΤΗΝ ΕΘΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΚΑΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Οδηγία 80/778/ΕΟΚ Μεταγραφή 17.7.1982 Εφαρμογή 17.7.1985 Όλα τα κράτη μέλη εκτός της Ισπανίας, της Πορτογαλίας και των νέων Länder της Γερμανίας	Οδηγία 81/858/ΕΟΚ (Προσαρμογή λόγω της προσχώρησης της Ελλάδας)	Πράξη προσχώρησης της Ισπανίας και της Πορτογαλίας Ισπανία: μετα-γραφή 1.1.1986 εφαρμογή μετά 1986 Πορτογαλία: γραφή 1.1.1986 εφαρμογή 1.1.1989	Οδηγία 90/656/ΕΟΚ για τα νέα Länder της Γερμανίας	Πράξη προσχώρησης της Αυστρίας, της Φινλανδίας και της Σουηδίας Αυστρία: μεταγραφή 1.1.1995 εφαρμογή 1.1.1995 Φινλανδία: μεταγραφή 1.1.1995 εφαρμογή 1.1.1995 Σουηδία: μεταγραφή 1.1.1995 εφαρμογή 1.1.1995	Οδηγία 91/692/ΕΟΚ
Άρθρο 1 έως 14			Εφαρμογή 31.12.1995		
Άρθρο 15	Τροποποιημένο με ισχύ από 1.1.1981	Τροποποιημένο με ισχύ από 1.1.1986		Τροποποιημένο με ισχύ από 1.1.1995	
Άρθρο 16					
Άρθρο 17					Παρεμβολή του άρθρου 17α
Άρθρο 18					
Άρθρο 19		Τροποποιημένο	Τροποποιημένο		
Άρθρο 20					
Άρθρο 21					



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΑΣ

Παρούσα οδηγία	Οδηγία 80/778/ΕΟΚ
Άρθρο 1 παράγραφος 1	Άρθρο 1 παράγραφος 1
Άρθρο 1 παράγραφος 2	—
Άρθρο 2 παράγραφος 1 στοιχεία α) και β)	Άρθρο 2
Άρθρο 2 παράγραφος 2	—
Άρθρο 3 παράγραφος 1 στοιχεία α) και β)	Άρθρο 4 παράγραφος 1
Άρθρο 3 παράγραφος 2 στοιχεία α) και β)	—
Άρθρο 3 παράγραφος 3	—
Άρθρο 4 παράγραφος 1	Άρθρο 7 παράγραφος 6
Άρθρο 4 παράγραφος 2	Άρθρο 11
Άρθρο 5 παράγραφος 1	Άρθρο 7 παράγραφος 1
Άρθρο 5 παράγραφος 2 πρώτη πρόταση	Άρθρο 7 παράγραφος 3
Άρθρο 5 παράγραφος 2 δεύτερη πρόταση	—
Άρθρο 5 παράγραφος 3	—
Άρθρο 6 παράγραφος 1	Άρθρο 12 παράγραφος 2
Άρθρο 6 παράγραφοι 2 και 3	—
Άρθρο 7 παράγραφος 1	Άρθρο 12 παράγραφος 1
Άρθρο 7 παράγραφος 2	—
Άρθρο 7 παράγραφος 3	Άρθρο 12 παράγραφος 3
Άρθρο 7 παράγραφος 4	—
Άρθρο 7 παράγραφος 5	Άρθρο 12 παράγραφος 5
Άρθρο 7 παράγραφος 6	—
Άρθρο 8	—
Άρθρο 9 παράγραφος 1	Άρθρο 9 παράγραφος 1 και άρθρο 10 παράγραφος 1
Άρθρο 9 παράγραφοι 2 έως 6	—
Άρθρο 9 παράγραφος 7	Άρθρο 9 παράγραφος 2 και άρθρο 10 παράγραφος 3
Άρθρο 9 παράγραφος 8	—
Άρθρο 10	Άρθρο 8
Άρθρο 11 παράγραφος 1	—
Άρθρο 11 παράγραφος 2	Άρθρο 13
Άρθρο 12 παράγραφος 1	Άρθρο 14

▼B

Παρούσα οδηγία	Οδηγία 80/778/ΕΟΚ
Άρθρο 12 παράγραφοι 2 και 3	Άρθρο 15
Άρθρο 13 παράγραφος 1	—
Άρθρο 13 παράγραφοι 2 έως 5	Άρθρο 17 στοιχείο α) (παρεμβάλλεται με την οδηγία 91/692/ΕΟΚ)
Άρθρο 14	Άρθρο 19
Άρθρο 15	Άρθρο 20
Άρθρο 16	—
Άρθρο 17	Άρθρο 18
Άρθρο 18	—
Άρθρο 19	Άρθρο 21

ΟΔΗΓΙΑ 2003/40/ΕΚ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

της 16ης Μαΐου 2003

για τον καθορισμό του καταλόγου, των οριακών τιμών συγκεντρώσεων και των ενδείξεων για την επισημάνση των συστατικών των φυσικών μεταλλικών νερών, καθώς και των όρων χρήσης του εμπλουτισμένου με όζον αέρα στην κατεργασία ορισμένων φυσικών μεταλλικών νερών και νερών πηγής

Η ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΩΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ,

Έχοντας υπόψη:

τη συνθήκη για την ίδρυση της Ευρωπαϊκής Κοινότητας,

την οδηγία 80/777/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 15ης Ιουλίου 1980, περί προσεγγίσεως των νομοθεσιών των κρατών μελών σχετικά με την εκμετάλλευση και τη θέση στο εμπόριο των φυσικών μεταλλικών νερών⁽¹⁾, όπως τροποποιήθηκε τελευταία από την οδηγία 96/70/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου⁽²⁾, και ιδίως το άρθρο 11 παράγραφος 1,

Εκτιμώντας τα ακόλουθα:

- (1) Ορισμένα φυσικά μεταλλικά νερά μπορεί να περιέχουν λόγω της υδρογεωλογικής τους προέλευσης συστατικά σε φυσική κατάσταση και να παρουσιάζουν κίνδυνο για τη δημόσια υγεία όταν υπερβαίνουν μια ορισμένη τιμή συγκέντρωσης. Συνεπώς, κρίνεται απαραίτητος ο καθορισμός οριακών τιμών συγκεντρώσεων για τα εν λόγω συστατικά στα φυσικά μεταλλικά νερά.
- (2) Στην οδηγία 80/777/ΕΟΚ προβλέπεται στο άρθρο 11 η δυνατότητα καθορισμού εναρμονισμένων οριακών τιμών συγκεντρώσεως για τα συστατικά των φυσικών μεταλλικών νερών κατόπιν διαβούλευσης με την επιστημονική επιτροπή τροφίμων, καθώς και ενδείξεων για την επισημάνση, ενδεχομένως, της παρουσίας ορισμένων συστατικών σε υψηλά ποσοστά συγκέντρωσης.
- (3) Η επιστημονική επιτροπή τροφίμων γνώμοδοτήσε⁽³⁾ σχετικά με το αρσενικό, το βάριο, το φθόριο, το βόριο και το μαγγάνιο, και επικύρωσε για τα υπόλοιπα συστατικά των φυσικών μεταλλικών νερών τα όρια που συνιστά η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας (ΠΟΥ) για το πόσιμο νερό.
- (4) Το πρότυπο του κώδικα «φυσικά μεταλλικά νερά»⁽⁴⁾ όπως αναθεωρήθηκε, καταρτίζεται για υγειονομικούς σκοπούς ένα κατάλογο συστατικών και ανώτατων ορίων για τα εν λόγω συστατικά. Εγκρίθηκε βάσει των τελευταίων διεθνών επιστημονικών δεδομένων και εξασφαλίζει ικανοποιητική προστασία της δημόσιας υγείας.
- (5) Είναι γενικά αποδεκτό ότι η διατροφική αξία χαμηλών ποσοτήτων φθόριου μπορεί να επιδράσει θετικά στην οδοντοφυΐα. Αντίθετα, οι υπερβολικά μεγάλες ποσότητες φθόριου μπορούν να προκαλέσουν βλαβερές επιπτώσεις στη δημόσια υγεία. Συνεπώς, πρέπει να προβλεφθεί ένα εναρμονισμένο ανώτατο όριο για το φθόριο στα φυσικά μεταλλικά νερά που να επιτρέπει ικανοποιητική προστασία του πληθυσμού στο σύνολό του.
- (6) Η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας συνέστησε κατευθυντήρια οριακή τιμή για το φθόριο στο πόσιμο νερό και η επιστημονική επιτροπή τροφίμων την επικύρωσε για τα φυσικά μεταλλικά νερά στο πλαίσιο της προαναφερθείσας γνώμης. Προκειμένου να προστατευθούν τα βρέφη και τα μικρά παιδιά

που αποτελούν τον πιο ευαίσθητο πληθυσμό σε σχέση με τον κίνδυνο της φθορίωσης, πρέπει επιπλέον να προβλεφθεί ένδειξη στην επισημάνση για τα νερά των οποίων η περιεκτικότητα σε φθόριο είναι ανώτερη από την εν λόγω κατευθυντήρια οριακή τιμή, η οποία να είναι ευδιάκριτη από τον καταναλωτή.

- (7) Η επιστημονική επιτροπή τροφίμων όρισε κατευθυντήρια οριακή τιμή για το βόριο στα φυσικά μεταλλικά νερά βάσει των συστάσεων της ΠΟΥ⁽⁵⁾ του 1996. Ωστόσο, η ΠΟΥ και άλλοι αναγνωρισμένοι επιστημονικοί οργανισμοί σε διεθνές επίπεδο προέβησαν από τότε σε νέες αξιολογήσεις της επίδρασης του βορίου στη δημόσια υγεία και συνέστησαν υψηλότερες οριακές τιμές. Συνεπώς, πρέπει να ζητηθεί η γνώμη της ευρωπαϊκής αρχής για την ασφάλεια των τροφίμων σε ό,τι αφορά το βόριο στα φυσικά μεταλλικά νερά, ώστε να ληφθούν υπόψη οι νέες διαθέσιμες επιστημονικές αξιολογήσεις και να μην προβλεφθούν σε αυτό το στάδιο ανώτατα όρια για το βόριο.
- (8) Η επιστημονική επιτροπή τροφίμων επίσης όρισε το αποδεκτό επίπεδο για το βάριο, το μαγγάνιο και το αρσενικό στα φυσικά μεταλλικά νερά. Σε ό,τι αφορά τα υπόλοιπα συστατικά, το αναθεωρημένο πρότυπο του κώδικα προβλέπει ανώτατες οριακές τιμές που εξασφαλίζουν ικανοποιητική προστασία της δημόσιας υγείας. Ωστόσο η οριακή τιμή για τα νιτρώδη άλατα φαίνεται υπερβολικά χαμηλή λαμβανομένων υπόψη των διαθέσιμων δεδομένων και θα έπρεπε να ευθυγραμμιστεί με αυτή που προβλέπεται για το πόσιμο νερό⁽⁶⁾.
- (9) Η οριακή τιμή που προβλέπεται από το πρότυπο του κώδικα για τα νιτρικά άλατα επιτρέπει την εξασφάλιση ικανοποιητικής προστασίας της δημόσιας υγείας και πρέπει να λειτούργησει ως σημείο αναφοράς για το κοινοτικό και το διεθνές εμπόριο φυσικών μεταλλικών νερών. Ωστόσο, στο πλαίσιο της διαδικασίας επίσημης αναγνώρισης των πηγών φυσικών μεταλλικών νερών που προβλέπεται στο άρθρο 1 της προαναφερόμενης οδηγίας, οι αρμόδιες αρχές των κρατών μελών θα πρέπει να μπορούν να αναφέρονται, όσον αφορά τα φυσικά μεταλλικά νερά που αντλούνται στην επικράτεια τους, σε χαμηλότερη κατευθυντήρια οριακή τιμή για τα νιτρικά άλατα.
- (10) Τα φυσικά μεταλλικά νερά, των οποίων η περιεκτικότητα σε ορισμένα συστατικά υπερβαίνει τα ανώτατα επίπεδα για τα εν λόγω συστατικά, πρέπει, με σκοπό την προστασία της δημόσιας υγείας, να αποτελέσουν αντικείμενο κατεργασίας για το διαχωρισμό των εν λόγω συστατικών. Προκειμένου να δοθεί η δυνατότητα στους επιχειρηματίες να προβούν στις απαιτούμενες επενδύσεις για τη συμμόρφωσή τους με τα εν λόγω νέα πρότυπα, πρέπει να προβλεφθούν επαρκείς προθεσμίες πριν από τη θέση σε εφαρμογή των ανώτατων οριακών τιμών συγκεντρώσεως για τα εν λόγω συστατικά, ιδίως για το φθόριο και το νικέλιο για τα οποία καμία κατεργασία διαχωρισμού δεν έχει ακόμη αποτελέσει αντικείμενο αξιολόγησης και έγκρισης σε κοινοτικό επίπεδο.

⁽¹⁾ ΕΕ L 229 της 30.8.1980, σ. 1.

⁽²⁾ ΕΕ L 299 της 23.11.1996, σ. 26.

⁽³⁾ Γνώμη σχετικά με το αρσενικό, το βάριο, το φθόριο, το βόριο και το μαγγάνιο στα φυσικά μεταλλικά νερά, της 13ης Δεκεμβρίου 1996.

⁽⁴⁾ CODEX STAN 108-1981, αναθ. 1 1997, όπως αναθεωρήθηκε κατά την 7η σύνοδο της CCNMW (Οκτώβριος 2000).

⁽⁵⁾ ΠΟΥ (1996): κατευθυντήριες γραμμές για την ποιότητα του πόσιμου νερού, δεύτερη έκδοση, τόμος 2.

⁽⁶⁾ Οδηγία 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου (ΕΕ L 330 της 5.12.1998, σ. 32).

- (11) Για τους σκοπούς των επίσημων ελέγχων των εν λόγω συστατικών, πρέπει να προβλεφθεί ένα περιθώριο διακύμανσης των αναλυτικών αποτελεσμάτων σε σχέση με τις ανώτατες οριακές τιμές συγκεντρώσεων, που να αντιστοιχεί στις ανακρίβειες μέτρησης.
- (12) Η οδηγία 80/777/ΕΟΚ όπως τροποποιήθηκε, προβλέπει στο άρθρο 4 παράγραφος 1 στοιχείο β) το διαχωρισμό ενώσεων σιδήρου, μαγγανίου, θείου και αρσενικού από ορισμένα φυσικά μεταλλικά νερά διά κατεργασίας με αέρα εμπλουτισμένο με όζον, με την επιφύλαξη της αξιολόγησης της εν λόγω κατεργασίας από την επιστημονική επιτροπή τροφίμων και της έγκρισης των όρων χρήσης από τη μόνιμη επιτροπή τροφίμων.
- (13) Η επιστημονική επιτροπή τροφίμων γνωμοδότησε⁽¹⁾ για τους όρους χρήσης της εν λόγω κατεργασίας που προβλέπει υποχρεωτικά μέσα και υποχρεωτικά αποτελέσματα. Ωστόσο, ενδείκνυται να καθορίζονται μόνο τα υποχρεωτικά αποτελέσματα ώστε να λαμβάνεται υπόψη η εξέλιξη των τεχνικών κατεργασίας με εμπλουτισμένο με όζον αέρα και η ποικιλία των χαρακτηριστικών της κατεργασίας σύμφωνα με τη φυσικοχημική σύνθεση του νερού προς κατεργασία.
- (14) Επιπλέον, η κατεργασία με αέρα εμπλουτισμένο με όζον δεν πρέπει να τροποποιήσει την σύνθεση σε χαρακτηριστικά συστατικά, με την έννοια του άρθρου 7 παράγραφος 2 στοιχείο α) της οδηγίας 80/777/ΕΟΚ, ούτε να έχει δράση απολύμανσης με την έννοια του άρθρου 4 παράγραφος 3 ούτε να προκαλέσει τον σχηματισμό καταλοίπων κατεργασίας που ενδέχεται να προκαλέσουν βλαβερές επιπτώσεις στη δημόσια υγεία.
- (15) Κατ' εφαρμογή του άρθρου 7 παράγραφος 2 στοιχείο γ) της προαναφερθείσας οδηγίας, η επισήμανση των φυσικών μεταλλικών νερών με κατεργασία εμπλουτισμένου με όζον αέρα πρέπει να φέρει ένδειξη για τη σχετική ενημέρωση των καταναλωτών όσον αφορά την πραγματοποιηθείσα κατεργασία.
- (16) Σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 9 παράγραφος 4α τέταρτο εδάφιο της οδηγίας 80/777/ΕΟΚ, οι διατάξεις σχετικά με τις κατεργασίες που προβλέπονται στο άρθρο 4 αυτής της οδηγίας και συγκεκριμένα η κατεργασία με εμπλουτισμένο με όζον αέρα εφαρμόζονται στα νερά πηγής.
- (17) Τα μέτρα που προβλέπονται στην παρούσα οδηγία είναι σύμφωνα με τη γνώμη της μόνιμης επιτροπής τροφίμων,

ΕΞΕΔΩΣΕ ΤΗΝ ΠΑΡΟΥΣΑ ΟΔΗΓΙΑ:

Άρθρο 1

Η παρούσα οδηγία καθορίζει τον κατάλογο των συστατικών των φυσικών μεταλλικών νερών που ενδέχεται να παρουσιάζουν κίνδυνο για τη δημόσια υγεία, τις οριακές τιμές επιτρεπόμενης περιεκτικότητας για τα εν λόγω συστατικά, τις προθεσμίες εφαρμογής για τις εν λόγω οριακές τιμές και τις ενδείξεις επισήμανσης για ορισμένα συστατικά. Τα εν λόγω συστατικά πρέπει να περιέχονται στο νερό με φυσικό τρόπο και δεν πρέπει να προκύπτουν από ενδεχόμενη μόλυνση της πηγής.

⁽¹⁾ Γνώμη της επιστημονικής επιτροπής τροφίμων, της 7ης Ιουνίου 1996, σχετικά με τη χρήση του όζοντος για το διαχωρισμό των ασαθών στοιχείων όπως ο σίδηρος, το μαγγάνιο και το αρσενικό από τα φυσικά μεταλλικά νερά.

Η παρούσα οδηγία καθορίζει επίσης τους όρους χρήσης του εμπλουτισμένου με όζον αέρα για το διαχωρισμό των ενώσεων σιδήρου, μαγγανίου, θείου και αρσενικού από τα φυσικά μεταλλικά νερά και τα νερά πηγής, και την ένδειξη της επισήμανσης που πρέπει να φέρουν τα νερά που αποτέλεσαν το αντικείμενο της εν λόγω κατεργασίας.

Άρθρο 2

1. Το αργότερο έως την 1η Ιανουαρίου 2006, τα φυσικά μεταλλικά νερά πρέπει τη στιγμή της συσκευασίας τους να τηρούν τις ανώτατες οριακές τιμές συγκέντρωσης που προβλέπονται στο παράρτημα I για τα συστατικά που περιέχονται στο εν λόγω παράρτημα.
2. Ωστόσο, όσον αφορά τις φθοριούχες ενώσεις και το νικέλιο, η προθεσμία που αναφέρεται στην παράγραφο 1 είναι η 1η Ιανουαρίου 2008.
3. Κατά παρέκκλιση από την παράγραφο 1 και στο πλαίσιο της διαδικασίας επίσημης αναγνώρισης των φυσικών μεταλλικών νερών που αντλούνται στην επικράτεια τους, οι αρμόδιες αρχές των κρατών μελών μπορούν να αναφέρονται σε χαμηλότερη κατευθυντήρια τιμή για τα νιτρικά και τα νιτρώδη άλατα, με την επιφύλαξη ότι η ίδια κατευθυντήρια τιμή θα εφαρμόζεται σε όλες τις αιτήσεις που θα υποβάλλονται σε αυτά.

Άρθρο 3

Για τους σκοπούς των επίσημων ελέγχων, τα κράτη μέλη τηρούν τις προδιαγραφές που παρατίθενται στο παράρτημα II για την ανάλυση των συστατικών που παρατίθενται στο παράρτημα I.

Άρθρο 4

1. Τα φυσικά μεταλλικά νερά των οποίων η συγκέντρωση σε φθόριο είναι ανώτερη των 1,5 mg/l πρέπει να φέρουν την ένδειξη «περιέχει ποσότητα φθορίου μεγαλύτερη των 1,5 mg/l: δεν είναι κατάλληλο για τακτική κατανάλωση από βρέφη και παιδιά ηλικίας μικρότερης των 7 ετών».
2. Η ένδειξη που προβλέπεται στην παράγραφο 1 του παρόντος άρθρου πρέπει να βρίσκεται κοντά στην ονομασία πώλησης με ευδιάκριτους χαρακτήρες.
3. Τα φυσικά μεταλλικά νερά, που κατ' εφαρμογή της παραγράφου 1 του παρόντος άρθρου αποτελούν το αντικείμενο επισήμανσης, πρέπει να φέρουν ένδειξη της πραγματικής περιεκτικότητας σε φθόριο στο επίπεδο της φυσικοχημικής σύνθεσης σε χαρακτηριστικά συστατικά, όπως προβλέπεται από το άρθρο 7 παράγραφος 2 στοιχείο α) της οδηγίας 80/777/ΕΟΚ.

Άρθρο 5

1. Με την επιφύλαξη των διατάξεων του άρθρου 4 παράγραφος 1 στοιχείο β) της οδηγίας 80/777/ΕΟΚ, η εφαρμογή της κατεργασίας των φυσικών μεταλλικών νερών με εμπλουτισμένο με όζον αέρα πρέπει να αποτελεί αντικείμενο προηγούμενης κοινοποίησης στις αρμόδιες αρχές που εξασφαλίζουν ότι:

α) η εφαρμογή μιας τέτοιας κατεργασίας δικαιολογείται λόγω της περιεκτικότητας του νερού σε ενώσεις σιδήρου, μαγγανίου, θείου και αρσενικού·

β) ο επιχειρηματίας λαμβάνει όλα τα απαιτούμενα μέτρα για την εγγύηση της αποτελεσματικότητας και του αβλαβούς της κατεργασίας και για τη δυνατότητα ελέγχου της από τις αρμόδιες αρχές.

2. Η κατεργασία των φυσικών μεταλλικών νερών με εμπλουτισμένο με όζον αέρα πρέπει να πληροί το σύνολο των ακόλουθων προϋποθέσεων:

- α) η φυσικοχημική σύνθεση των φυσικών μεταλλικών νερών σε χαρακτηριστικά στοιχεία δεν τροποποιείται από την κατεργασία·
- β) το φυσικό μεταλλικό νερό πριν από την κατεργασία τηρεί τα μικροβιολογικά κριτήρια που ορίζονται στο άρθρο 5 παράγραφος 1 και 2 της οδηγίας 80/777/ΕΟΚ·
- γ) η κατεργασία δεν έχει ως αποτέλεσμα το σχηματισμό καταλοίπων που μπορεί να παρουσιάζουν κίνδυνο για τη δημόσια υγεία ή καταλοίπων σε συγκεντρώσεις που υπερβαίνουν τις ανώτατες οριακές αξίες οι οποίες προβλέπονται στο παράρτημα ΙΙΙ.

Άρθρο 6

Κατ' εφαρμογή του άρθρου 7 παράγραφος 2 στοιχείο γ) της οδηγίας 80/777/ΕΟΚ, η επισημανση των φυσικών μεταλλικών νερών που αποτέλεσαν το αντικείμενο κατεργασίας με εμπλουτισμένο με όζον αέρα, πρέπει να φέρει, κοντά στην ένδειξη της αναλυτικής σύνθεσης σε χαρακτηριστικά στοιχεία, την ένδειξη «νερό που έχει υποστεί κατεργασία με επιτρεπόμενη τεχνική οξυγόνωσης με αέρα εμπλουτισμένο με όζον».

Άρθρο 7

Με την επιφύλαξη των διατάξεων του άρθρου 9 παράγραφος 4 στοιχείο β) της οδηγίας 80/777/ΕΟΚ, οι διατάξεις των άρθρων 5 και 6 της παρούσας οδηγίας εφαρμόζονται στα νερά πηγής.

Άρθρο 8

1. Τα κράτη μέλη υποβάλλουν τα αναγκαία μέτρα για να είναι δυνατή η διάθεση στην αγορά προϊόντων που πληρούν τους όρους της παρούσας οδηγίας το αργότερο έως την 1η Ιανουαρίου 2004.

2. Με την επιφύλαξη των προθεσμιών που προβλέπονται στο άρθρο 2 παράγραφοι 1 και 2, τα κράτη μέλη απαγορεύουν την εμπορία των προϊόντων που δεν πληρούν τους όρους της παρούσας οδηγίας από την 1η Ιουλίου 2004. Ωστόσο, τα προϊόντα που έχουν ήδη συσκευασθεί και επισημανθεί πριν από την 1η Ιουλίου 2004 μπορούν να συνεχίσουν να διατίθενται στην αγορά μέχρις εξαντήσεως των αποθεμάτων.

Άρθρο 9

Τα κράτη μέλη θέτουν σε ισχύ τις αναγκαίες νομοθετικές, κανονιστικές και διοικητικές διατάξεις για να συμμορφωθούν με την παρούσα οδηγία πριν από τις 31 Δεκεμβρίου 2003. Ενημερώνουν αμέσως την Επιτροπή σχετικά.

Όταν τα κράτη μέλη θεσπίζουν τις εν λόγω διατάξεις, οι τελευταίες αυτές περιέχουν παραπομπή στην παρούσα οδηγία ή συνοδεύονται από παρόμοια παραπομπή κατά την επίσημη δημοσίευσή τους. Ο τρόπος της παραπομπής αποφασίζεται από τα κράτη μέλη.

Άρθρο 10

Η παρούσα οδηγία αρχίζει να ισχύει την εικοστή ημέρα από τη δημοσίευσή της στην *Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης*.

Άρθρο 11

Η παρούσα οδηγία απευθύνεται στα κράτη μέλη.

Βρυξέλλες, 16 Μαΐου 2003.

Για την Επιτροπή

David BYRNE

Μέλος της Επιτροπής

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Συστατικά που είναι παρόντα με φυσικό τρόπο στα φυσικά μεταλλικά νερά και ανώτατες οριακές τιμές των οποίων η υπέρβαση μπορεί να παρουσιάζει κίνδυνο για τη δημόσια υγεία

Συστατικά	Ανώτατες οριακές τιμές (mg/l)
Αντιμόνιο	0,0050
Αρσενικό	0,010 (συνολικά)
Βάριο	1,0
Βόριο	Να καθορισθεί (*)
Κάδμιο	0,003
Χρόμιο	0,050
Χαλκός	1,0
Κυανιούχα	0,070
Φθοριούχα	5,0
Μόλυβδος	0,010
Μαγγάνιο	0,50
Υδράργυρος	0,0010
Νικέλιο	0,020
Νιτρικά	50
Νιτρώδη	0,1
Σελήνιο	0,010

(*) Το ανώτατο όριο για το βόριο θα ορισθεί, εάν είναι αναγκαίο, ύστερα από γνωμοδότηση της Ευρωπαϊκής Αρχής για την Ασφάλεια των Τροφίμων και βάσει πρότασης της Επιτροπής πριν από την 1η Ιανουαρίου 2006.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Χαρακτηριστικά (*) επιδόσεων για την ανάλυση των συστατικών του παραρτήματος Ι

Συστατικά	Πιστότητα % της παραμετρικής τιμής (Σημείωση 1)	Ακρίβεια % της παραμετρικής τιμής (Σημείωση 2)	Όριο ανίχνευσης % της παραμετρικής τιμής (Σημείωση 3)	Σημειώσεις
Αντιμόνιο	25	25	25	
Αρσενικό	10	10	10	
Βάριο	25	25	25	
Βόριο				Βλέπε παράρτημα Ι
Κάδμιο	10	10	10	
Χρώμιο	10	10	10	
Χαλκός	10	10	10	
Κυανιούχα	10	10	10	Σημείωση 4
Φθοριούχα	10	10	10	
Μόλυβδος	10	10	10	
Μαγγάνιο	10	10	10	
Υδράργυρος	20	10	20	
Νικέλιο	10	10	10	
Νιτρικά	10	10	10	
Νιτρώδη	10	10	10	
Σελήνιο	10	10	10	

(*) Οι μέθοδοι ανάλυσης για τη μέτρηση των συγκεντρώσεων των συστατικών του παραρτήματος Ι πρέπει να ισχύουν για τη μέτρηση, τουλάχιστον, των συγκεντρώσεων που ισούνται με την παραμετρική αξία με συγκεκριμένη πιστότητα, ακρίβεια, και όριο ανίχνευσης. Ανεξάρτητα από την ευαισθησία της εφαρμοζόμενης μεθόδου ανάλυσης, το αποτέλεσμα εκφράζεται με τη χρήση τουλάχιστον του ίδιου αριθμού δεκαδικών ψηφίων που χρησιμοποιείται για την ανώτατη οριακή τιμή που προβλέπεται στο παράρτημα Ι.

Σημείωση 1: Πιστότητα είναι το συστηματικό σφάλμα και είναι η διαφορά μεταξύ της μέσης τιμής μεγάλου αριθμού επαναλαμβανόμενων μετρήσεων και της πραγματικής τιμής.

Σημείωση 2: Ακρίβεια είναι το τυχαίο σφάλμα και εκφράζεται συνήθως ως η κανονική απόκλιση (εντός και μεταξύ μιας ομάδας) του φάσματος αποτελεσμάτων γύρω από το μέσο όρο. Αποδεκτή ακρίβεια είναι η διπλάσια σχετική συνήθης απόκλιση.

Σημείωση 3: Όριο ανίχνευσης είναι:

- η τριπλάσια σχετική συνήθης απόκλιση, εντός μιας ομάδας, ενός φυσικού δείγματος που περιέχει μικρή συγκέντρωση της παραμέτρου,
- ή, η πενταπλάσια σχετική συνήθης απόκλιση, εντός μιας ομάδας, ενός τυφλού δείγματος.

Σημείωση 4: Η μέθοδος προσδιορίζει ολικά κυανιούχα κάθε μορφής.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

Ανώτατες οριακές τιμές για τα κατάλοιπα κατεργασίας των φυσικών μεταλλικών νερών και των νερών πηγής με εμπλουτισμένο με όζον αέρα

Κατάλοιπα κατεργασίας	Ανώτατες οριακές τιμές (*) (μg/l)
Διαλυμένο όζον	50
Βρωμικά άλατα	3
Βρωμοφόρμα	1

(*) Η τήρηση των ανώτατων οριακών τιμών ελέγχεται από τις αρμόδιες αρχές των κρατών μελών σε επίπεδο εμφιάλωσης ή άλλης συσκευασίας που προορίζεται για τον τελικό καταναλωτή.

ΟΔΗΓΙΑ 2009/54/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ

της 18ης Ιουνίου 2009

σχετικά με την εκμετάλλευση και τη θέση στο εμπόριο των φυσικών μεταλλικών νερών

(Αναδιτύπωση)

(Κείμενο που παρουσιάζει ενδιαφέρον για τον ΕΟΧ)

ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ ΚΑΙ ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ,

Έχοντας υπόψη:

τη συνθήκη για την ίδρυση της Ευρωπαϊκής Κοινότητας, και ιδίως το άρθρο 95,

την πρόταση της Επιτροπής,

τη γνώμη της Ευρωπαϊκής Οικονομικής και Κοινωνικής Επιτροπής⁽¹⁾,

Αποφασίζοντας σύμφωνα με τη διαδικασία του άρθρου 251 της συνθήκης⁽²⁾,

Εκτιμώντας τα ακόλουθα:

- (1) Η οδηγία 80/777/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 15ης Ιουλίου 1980, περί προσεγγίσεως των νομοθεσιών των κρατών μελών σχετικά με την εκμετάλλευση και τη θέση στο εμπόριο των φυσικών μεταλλικών νερών⁽³⁾, έχει τροποποιηθεί κατ' επανάληψη και ουσιωδώς⁽⁴⁾. Δεδομένου ότι πραγματοποιήθηκαν περαιτέρω τροποποιήσεις, είναι σκόπιμη, χάριν σαφήνειας, η αναδιτύπωση της εν λόγω οδηγίας.
- (2) Οι νομοθεσίες των κρατών μελών καθορίζουν τα φυσικά μεταλλικά νερά. Οι νομοθεσίες αυτές καθορίζουν τις προϋποθέσεις κάτω από τις οποίες τα φυσικά μεταλλικά νερά αναγνωρίζονται ως τέτοια και ρυθμίζουν τους όρους εκμετάλλευσης των πηγών. Περιγράφουν, εξάλλου, τους ειδικούς κανόνες για τη διάθεση στο εμπόριο των υπό συζήτηση νερών.
- (3) Οι διαφορές ανάμεσα σ' αυτές τις νομοθεσίες εμποδίζουν την ελεύθερη κυκλοφορία των φυσικών μεταλλικών νερών δημιουργώντας άνισες συνθήκες ανταγωνισμού και έχουν, εξαιτίας αυτού του γεγονότος, άμεση επίπτωση στη λειτουργία της εσωτερικής αγοράς.
- (4) Εν προκειμένω, η απάλειψη αυτών των εμποδίων μπορεί να προκύψει, από τη μια πλευρά, από την υποχρέωση, για κάθε κράτος μέλος, να αποδεχθεί τη διάθεση στο εμπόριο, στο έδαφός του, των φυσικών μεταλλικών νερών των αναγνωρισμένων ως τέτοιων από κάθε κράτος μέλος, και, από την

άλλη πλευρά, από τη θέσπιση κοινών κανόνων εφαρμοζομένων ιδίως στις μικροβιολογικές προϋποθέσεις που πρέπει να πληρούνται και στις προϋποθέσεις χρήσης ειδικών ονομασιών για ορισμένα από τα μεταλλικά νερά.

- (5) Ο κύριος στόχος οιασδήποτε ρυθμίσεως για τα φυσικά μεταλλικά νερά θα πρέπει να είναι η προστασία της υγείας των καταναλωτών, η πρόληψη της παραπληροφόρησης των καταναλωτών και η διασφάλιση θεμιτού εμπορίου.
- (6) Περιμένοντας τη σύναψη συμφωνιών για την αμοιβαία αναγνώριση των φυσικών μεταλλικών νερών ανάμεσα στην Κοινότητα και τις τρίτες χώρες, είναι σκόπιμο να προβλεφθούν οι προϋποθέσεις υπό τις οποίες, μέχρι την εφαρμογή των προαναφερθεισών συμφωνιών, τα ομοειδή προϊόντα που εισάγονται από τρίτες χώρες δύνανται να εισέρχονται ως φυσικά μεταλλικά νερά στην Κοινότητα.
- (7) Θα πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα ώστε τα φυσικά μεταλλικά νερά να διατηρούν στο στάδιο της διάθεσής τους στο εμπόριο τα χαρακτηριστικά εκείνα που έχουν δικαιώσει την αναγνώρισή τους ως φυσικά μεταλλικά νερά. Θα πρέπει, επομένως, τα δοχεία που χρησιμοποιούνται για τη συσκευασία τους να φέρουν κατάλληλη διάταξη κλεισίματος.
- (8) Τα φυσικά μεταλλικά νερά υπόκεινται, όσον αφορά την επισήμανσή τους, στους γενικούς κανόνες που καθορίζει η οδηγία 2000/13/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 20ής Μαρτίου 2000, για προσέγγιση των νομοθεσιών των κρατών μελών σχετικά με την επισήμανση, την παρουσίαση και τη διαφήμιση των τροφίμων⁽⁵⁾. Η παρούσα οδηγία μπορεί, επομένως, να περιορισθεί στη θέσπιση των συμπληρωμάτων και των αποκλίσεων που θα πρέπει να επέλθουν σε αυτούς τους γενικούς κανόνες.
- (9) Η λεπτομερής αναγραφή των αποτελεσμάτων της ανάλυσης ενός φυσικού μεταλλικού νερού θα πρέπει να είναι υποχρεωτική, προκειμένου να διασφαλίζεται η πληροφόρηση του καταναλωτή.
- (10) Τα απαιτούμενα μέτρα για την εφαρμογή της παρούσας οδηγίας θεσπίζονται σύμφωνα με την απόφαση 1999/468/ΕΚ του Συμβουλίου, της 28ης Ιουνίου 1999, για τον καθορισμό των όρων άσκησης των εκτελεστικών αρμοδιοτήτων που ανατίθενται στην Επιτροπή⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ ΕΕ C 162 της 25.6.2008, σ. 87.

⁽²⁾ Γνώμη του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου της 23ης Σεπτεμβρίου 2008 (δεν έχει δημοσιευθεί ακόμη στην Επίσημη Εφημερίδα) και απόφαση του Συμβουλίου της 28ης Μαΐου 2009.

⁽³⁾ ΕΕ L 229 της 30.8.1980, σ. 1.

⁽⁴⁾ Βλέπε παράρτημα IV τμήμα Α.

⁽⁵⁾ ΕΕ L 109 της 6.5.2000, σ. 29.

⁽⁶⁾ ΕΕ L 184 της 17.7.1999, σ. 23.

- (11) Ενδείκνυται ιδίως να εξουσιοδοτηθεί η Επιτροπή να θεσπίζει όρια για τις συγκεντρώσεις των συστατικών στοιχείων των φυσικών μεταλλικών νερών, τις αναγκαίες διατάξεις για την αναγραφή στην επισήμανση υψηλών επιπέδων ορισμένων συστατικών, τις προϋποθέσεις υπό τις οποίες επιτρέπεται η κατεργασία του φυσικού μεταλλικού νερού με αέρα εμπλουτισμένο με όζον, τις πληροφορίες όσον αφορά τις κατεργασίες του φυσικού μεταλλικού νερού, τις μεθόδους ανάλυσης που επιτρέπουν την εξακρίβωση ότι τα φυσικά μεταλλικά νερά δεν είναι μολυσμένα, καθώς και τις διαδικασίες δειγματοληψίας και τις μεθόδους ανάλυσης που είναι απαραίτητες για τον έλεγχο των μικροβιολογικών χαρακτηριστικών των φυσικών μεταλλικών νερών. Δεδομένου ότι τα μέτρα αυτά είναι γενικής εμβελείας και έχουν ως αντικείμενο την τροποποίηση μη ουσιωδών στοιχείων της παρούσας οδηγίας, μεταξύ άλλων με τη συμπλήρωσή της, πρέπει να θεσπίζονται σύμφωνα με την κανονιστική διαδικασία με έλεγχο στην οποία παραπέμπει το άρθρο 5α της απόφασης 1999/468/ΕΚ.
- (12) Όταν, για λόγους επείγουσας ανάγκης, δεν μπορούν να τηρηθούν οι συνήθεις προθεσμίες στο πλαίσιο της κανονιστικής διαδικασίας με έλεγχο, η Επιτροπή θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να εφαρμόσει, για την έκδοση των τροποποιήσεων της παρούσας οδηγίας που είναι αναγκαίες για τη διασφάλιση της δημόσιας υγείας, τη διαδικασία επείγοντος του άρθρου 5α παράγραφος 6 της απόφασης 1999/468/ΕΚ.
- (13) Τα εισαγόμενα στην παρούσα οδηγία νέα στοιχεία αναφέρονται αποκλειστικά στις διαδικασίες επιτροπής. Συνεπώς, περιττεύει η ενσωμάτωσή τους από τα κράτη μέλη στο εθνικό δίκαιο.
- (14) Η παρούσα οδηγία δεν θα πρέπει να θίγει τις υποχρεώσεις των κρατών μελών όσον αφορά στις προθεσμίες ενσωμάτωσης στο εθνικό δίκαιο των οδηγιών που παρατίθενται στο παράρτημα IV, τμήμα Β,

ΕΞΕΛΩΣΑΝ ΤΗΝ ΠΑΡΟΥΣΑ ΟΔΗΓΙΑ:

Άρθρο 1

1. Η παρούσα οδηγία αφορά τα νερά που προέρχονται από το έδαφος ενός κράτους μέλους και αναγνωρίζονται από την αρμόδια αρχή αυτού του κράτους μέλους ως φυσικά μεταλλικά νερά ανταποκρινόμενα στις διατάξεις του τμήματος I του παραρτήματος I.
2. Η παρούσα οδηγία αφορά επίσης τα νερά που προέρχονται από το έδαφος μιας τρίτης χώρας, εισάγονται στην Κοινότητα και αναγνωρίζονται ως φυσικά μεταλλικά νερά από την αρμόδια αρχή ενός κράτους μέλους.

Τα νερά που αναφέρονται στο πρώτο εδάφιο μπορούν να αναγνωρισθούν ως φυσικά μεταλλικά νερά μόνον εάν η αρμόδια αρχή της χώρας από το έδαφος της οποίας προέρχονται πιστοποιήσει ότι είναι σύμφωνα προς τις διατάξεις του παραρτήματος I, τμήμα I και ότι πραγματοποιούνται συστηματικοί έλεγχοι της εφαρμογής των διατάξεων του παραρτήματος II, σημείο 2.

Η διάρκεια ισχύος του πιστοποιητικού που προβλέπεται στο δεύτερο εδάφιο δεν μπορεί να υπερβαίνει μια περίοδο πέντε ετών. Δεν χρειάζεται νέα διαδικασία για την αναγνώριση που προβλέπεται στο πρώτο εδάφιο, εάν το πιστοποιητικό ανανεώθηκε πριν από τη λήξη της αναφερθείσας περιόδου.

3. Η παρούσα οδηγία δεν εφαρμόζεται:

- α) στα νερά που θεωρούνται φάρμακα κατά την έννοια της οδηγίας 2001/83/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 6ης Νοεμβρίου 2001, περί κοινοτικού κώδικος για τα φάρμακα που προορίζονται για ανθρώπινη χρήση ⁽¹⁾.
- β) στα φυσικά μεταλλικά νερά που χρησιμοποιούνται στην πηγή τους για θεραπευτικούς σκοπούς εντός των θερμικών ή υδρομεταλλικών εγκαταστάσεων.

4. Η αναγνώριση που προβλέπεται στις παραγράφους 1 και 2 αιτιολογείται κατάλληλα από την αρμόδια αρχή του κράτους μέλους και δημοσιεύεται επίσημα.

5. Κάθε κράτος μέλος ενημερώνει την Επιτροπή για τις περιπτώσεις κατά τις οποίες προέβη στην αναγνώριση που προβλέπεται στις παραγράφους 1 και 2 ή την ανάκληση αυτής. Ο κατάλογος των αναγνωρισμένων φυσικών μεταλλικών νερών δημοσιεύεται στην *Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης*.

Άρθρο 2

Τα κράτη μέλη λαμβάνουν τα κατάλληλα μέτρα ώστε μόνο τα νερά που αναφέρονται στο άρθρο 1 και που είναι σύμφωνα με τις διατάξεις της παρούσας οδηγίας να μπορούν να διατίθενται στο εμπόριο ως φυσικά μεταλλικά νερά.

Άρθρο 3

Η εκμετάλλευση των πηγών των φυσικών μεταλλικών νερών και η εμφιάλωση των νερών τους γίνεται μόνον σύμφωνα με το παράρτημα II.

Άρθρο 4

1. Ένα φυσικό μεταλλικό νερό όπως παρουσιάζεται στην έξοδο δεν μπορεί να αποτελέσει αντικείμενο άλλης κατεργασίας από:

- α) το διαχωρισμό των ασταθών στοιχείων, όπως οι ενώσεις του σιδήρου και του θείου, με διήθηση ή καθίζηση, αφού ενδεχομένως προηγηθεί οξυγόνωση, εφόσον η κατεργασία αυτή δεν έχει ως αποτέλεσμα να τροποποιήσει τη σύσταση αυτού του νερού όσον αφορά τα ουσιώδη συστατικά του στα οποία οφείλει τις ιδιότητές του·

⁽¹⁾ ΕΕ L 311 της 28.11.2001, σ. 67.

β) το διαχωρισμό ενώσεων σιδήρου, μαγγανίου και θείου, καθώς και αρσενικού από ορισμένα φυσικά μεταλλικά νερά, διά κατεργασίας με αέρα εμπλουτισμένο με όζον, εφόσον η κατεργασία αυτή δεν έχει ως αποτέλεσμα να τροποποιήσει τη σύσταση αυτού του νερού όσον αφορά τα ουσιώδη συστατικά του στα οποία οφείλει τις ιδιότητές του, και εφόσον:

- i) η κατεργασία ανταποκρίνεται στους όρους χρήσης που πρόκειται να καθορισθούν από την Επιτροπή κατόπιν διαβουλεύσεως με την Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων, η οποία έχει συσταθεί με τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 178/2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 28ης Ιανουαρίου 2002, για τον καθορισμό των γενικών αρχών και απαιτήσεων της νομοθεσίας για τα τρόφιμα, για την ίδρυση της Ευρωπαϊκής Αρχής για την Ασφάλεια των Τροφίμων και τον καθορισμό διαδικασιών σε θέματα ασφαλείας των τροφίμων (¹),
 - ii) η κατεργασία κοινοποιείται στις αρμόδιες αρχές, οι οποίες πραγματοποιούν ειδικούς ελέγχους·
- γ) το διαχωρισμό των ανεπιθύμητων συστατικών εκτός όσων αναφέρονται στα στοιχεία α) ή β), εφόσον η κατεργασία αυτή δεν έχει ως αποτέλεσμα να τροποποιήσει τη σύσταση αυτού του νερού όσον αφορά τα ουσιώδη συστατικά του στα οποία οφείλει τις ιδιότητές του, και εφόσον:
- i) η κατεργασία ανταποκρίνεται στους όρους χρήσης που πρόκειται να καθορισθούν από την Επιτροπή κατόπιν διαβουλεύσεως με την Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων·
 - ii) η κατεργασία κοινοποιείται στις αρμόδιες αρχές που πραγματοποιούν ειδικούς ελέγχους·
- δ) την ολική ή μερική απομάκρυνση του ελεύθερου διοξειδίου του άνθρακα διά μεθόδων αποκλειστικά φυσικών.

Τα μέτρα που αναφέρονται στο στοιχείο β) περίπτωση i) και στο στοιχείο γ) περίπτωση i), τα οποία έχουν ως αντικείμενο την τροποποίηση μη ουσιωδών στοιχείων της παρούσας οδηγίας με τη συμπλήρωσή της, θεσπίζονται σύμφωνα με την κανονιστική διαδικασία με έλεγχο στην οποία παραπέμπει το άρθρο 14 παράγραφος 2.

Το πρώτο εδάφιο δεν παρεμποδίζει τη χρήση φυσικών μεταλλικών ή νερών πηγής στην παρασκευή αναψυκτικών.

2. Ένα φυσικό μεταλλικό νερό, όπως παρουσιάζεται στην έξοδο, δεν μπορεί να υποστεί προσθήκες άλλες από τον εμπλουτισμό ή τον επανεμπλουτισμό με διοξείδιο του άνθρακα, υπό τους όρους που προβλέπονται στο παράρτημα I τμήμα III.

3. Κάθε επεξεργασία απολύμανσης με οποιαδήποτε μέθοδο και αν γίνεται και υπό την επιφύλαξη της παραγράφου 2, η προσθήκη βακτηριοστατικών στοιχείων ή κάθε άλλη επεξεργασία που μπορεί να μεταβάλει το μικροβιακό φορτίο του φυσικού μεταλλικού νερού, απαγορεύεται.

Άρθρο 5

1. Ο αριθμός του συνόλου των αποικιών των μικροοργανισμών που επιζούν σε ένα φυσικό μεταλλικό νερό στην έξοδο πρέπει να είναι σύμφωνος με τον αριθμό των αποικιών που φυσιολογικά ευρίσκονται στο νερό της πηγής και να μαρτυρεί μια αποτελεσματική προστασία της πηγής έναντι κάθε μόλυνσεως. Η μέτρηση του συνόλου των αποικιών προσδιορίζεται υπό τους όρους που καθορίζονται στο παράρτημα I τμήμα II σημείο 1.3.3.

Μετά την εμφιάλωση, ο αριθμός του συνόλου των αποικιών δεν υπερβαίνει τις 100 ανά ml στους 20-22 °C για 72 ώρες σε άγαρ-άγαρ ή μείγμα άγαρ-ζελατινής και τις 20 ανά ml στους 37 °C για 24 ώρες σε άγαρ-άγαρ. Ο αριθμός του συνόλου των αποικιών μετράται πριν περάσουν 12 ώρες από την εμφιάλωση, με το νερό να έχει διατηρηθεί στους 4 °C ± 1 °C κατά τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο των 12 ωρών.

Στην έξοδο, οι τιμές αυτές δεν υπερβαίνουν κανονικά τις 20 αποικίες ανά ml στους 20-22 °C για 72 ώρες και τις 5 αποικίες ανά ml στους 37 °C για 24 ώρες αντίστοιχα, με την επεξήγηση ότι οι τιμές αυτές θεωρούνται καθοδηγητικές και δεν αποτελούν μέγιστες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις.

2. Στην έξοδο και κατά τη διάθεσή του στο εμπόριο, ένα φυσικό μεταλλικό νερό είναι απαλλαγμένο από:

- α) παράσιτα και παθογόνους μικροοργανισμούς·
- β) κολοβακτηρίδια (*escherichia coli*) και άλλα κολοβακτηρίδια και εντερόκοκκους σε κάθε 250 ml δείγματος νερού που εξετάζεται·
- γ) σποριογόνια θειωδοαναγωγικά αναερόβια μικρόβια σε κάθε 50 ml δείγματος νερού που εξετάζεται·
- δ) πυοκυανική ψευδομονάδα (*pseudomonas aeruginosa*) σε κάθε 250 ml δείγματος νερού που εξετάζεται.

3. Με την επιφύλαξη των παραγράφων 1 και 2 καθώς και των όρων εκμετάλλευσης που καθορίζονται στο παράρτημα II, κατά το στάδιο της διάθεσης στο εμπόριο:

- α) ο αριθμός του συνόλου των αποικιών των μικροοργανισμών που επιζούν σε ένα φυσικό μεταλλικό νερό μπορεί να είναι μόνον αυτός που προκύπτει από τον φυσιολογικό πολλαπλασιασμό του αριθμού των αποικιών των μικροοργανισμών τα οποία περιείχε το νερό στην έξοδο·
- β) το φυσικό μεταλλικό νερό δεν μπορεί να παρουσιάζει καμία μεταβολή στους οργανοληπτικούς χαρακτήρες.

Άρθρο 6

Κάθε δοχείο που χρησιμοποιείται για τη συσκευασία των φυσικών μεταλλικών νερών είναι εφοδιασμένο με διάταξη κλεισίματος σχεδιασμένη με τέτοιο τρόπο που να αποκλείει κάθε δυνατότητα παραποίησης ή μόλυνσης.

(¹) ΕΕ L 31 της 1.2.2002, σ. 1.

Άρθρο 7

1. Η ονομασία πώλησης των φυσικών μεταλλικών νερών είναι «φυσικό μεταλλικό νερό» ή, αν πρόκειται για αναβράζουν φυσικό μεταλλικό νερό, όπως καθορίζεται στο παράρτημα I, τμήμα III, ανάλογα με την περίπτωση, «φυσικό μεταλλικό νερό, φυσικώς αεριούχο», «φυσικό μεταλλικό νερό ενισχυμένο με αέριο της πηγής», «φυσικό μεταλλικό νερό με προσθήκη διοξειδίου του άνθρακα».

Η ονομασία πώλησης των φυσικών μεταλλικών νερών που έχουν υποστεί κατεργασία όπως προβλέπεται στο άρθρο 4, παράγραφος 1, πρώτο εδάφιο, στοιχείο δ), συμπληρώνεται, κατά περίπτωση, με τις ενδείξεις «ολικά απαεριωμένο» ή «μερικώς απαεριωμένο».

2. Η επισήμανση των φυσικών μεταλλικών νερών περιλαμβάνει επίσης τις ακόλουθες υποχρεωτικές ενδείξεις:

- α) την αναφορά της αναλυτικής σύνθεσης με απαρίθμηση των χαρακτηριστικών στοιχείων του·
- β) τον τόπο όπου γίνεται η εκμετάλλευση της πηγής και την ονομασία αυτής·
- γ) την ένδειξη των ενδεχόμενων κατεργασιών που αναφέρονται στο άρθρο 4, παράγραφος 1, πρώτο εδάφιο, στοιχεία β) και γ).

3. Ελλείπει κοινοτικών διατάξεων σχετικά με τις ενδείξεις περί τυχόν κατεργασιών που αναφέρονται στην παράγραφο 2 στοιχείο γ), τα κράτη μέλη δύνανται να διατηρούν τις εθνικές τους διατάξεις.

Άρθρο 8

1. Το όνομα της τοποθεσίας, του οικισμού ή της θέσης μπορεί να περιληφθεί στο κείμενο της εμπορικής επωνυμίας, υπό την προϋπόθεση ότι πρόκειται για φυσικό μεταλλικό νερό που προέρχεται από πηγή που αποτελεί αντικείμενο εκμετάλλευσης στον τόπο που υποδεικνύεται από την εμπορική επωνυμία και ότι το όνομα αυτό δεν οδηγεί σε σύγχυση όσον αφορά τον τόπο στον οποίο γίνεται η εκμετάλλευση της πηγής.

2. Απαγορεύεται η διάθεση στο εμπόριο ενός φυσικού μεταλλικού νερού προερχόμενου από μία και την αυτή πηγή υπό πολλές διαφορετικές εμπορικές επωνυμίες.

3. Όταν οι ετικέτες ή οι επιγραφές που φέρονται επάνω στα δοχεία μέσα στα οποία τα φυσικά μεταλλικά νερά προσφέρονται προς πώληση αναγράφουν μια εμπορική επωνυμία που διαφέρει από το όνομα της πηγής ή του τόπου εκμετάλλευσής της, τότε η ένδειξη αυτού του τόπου εκμετάλλευσής ή του ονόματος της πηγής αναγράφεται με γράμματα το ύψος και το πλάτος των οποίων είναι τουλάχιστον μιάμιση φορά μεγαλύτερο από εκείνο του μεγαλύτερου γράμματος που έχει χρησιμοποιηθεί για την αναγραφή αυτής της εμπορικής επωνυμίας.

Το πρώτο εδάφιο εφαρμόζεται, τηρουμένων των αναλογιών, και με το ίδιο πνεύμα σε ό,τι αφορά την προβολή που δίδεται στο όνομα της πηγής ή στον τόπο εκμετάλλευσής της σε σχέση με την ένδειξη της εμπορικής επωνυμίας κατά την οιασδήποτε μορφής διαφήμιση σχετικά με τα φυσικά μεταλλικά νερά.

Άρθρο 9

1. Απαγορεύεται, τόσο επί των συσκευασιών ή ετικετών όσον και κατά την οιασδήποτε μορφής διαφήμιση, η χρησιμοποίηση ενδείξεων, επωνυμιών, κατασκευαστικών ή εμπορικών σημάτων, απεικονίσεων ή άλλων σχημάτων συμβολικών ή όχι που:

- α) για ένα φυσικό μεταλλικό νερό, υπαινίσσονται ένα χαρακτηριστικό που το νερό δεν κατέχει, ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά την καταγωγή, την ημερομηνία έκδοσης άδειας εκμετάλλευσης, τα αποτελέσματα αναλύσεων καθώς και κάθε αναφορά ανάλογη προς τις εγγυήσεις αυθεντικότητας·
- β) για ένα συσκευασμένο πόσιμο νερό που δεν ανταποκρίνεται στις διατάξεις του παραρτήματος I, τμήμα I, είναι ικανά να δημιουργήσουν σύγχυση με ένα φυσικό μεταλλικό νερό, και ιδίως η περιγραφή «μεταλλικό νερό».

2. Απαγορεύονται όλες οι ενδείξεις που αποδίδουν σε ένα φυσικό μεταλλικό νερό ιδιότητες πρόληψης, θεραπευτικής αγωγής ή θεραπείας μιας ανθρώπινης ασθένειας.

Εν τούτοις, επιτρέπονται οι ενδείξεις που εκτίθενται στο παράρτημα III, εφόσον πληρούνται τα αντίστοιχα κριτήρια που καθορίζονται εκεί ή, ελλείψει αυτών, τα κριτήρια που καθορίζονται από τις εθνικές διατάξεις και υπό την προϋπόθεση ότι αυτές οι ενδείξεις έχουν στηριχθεί σε φυσικοχημικές αναλύσεις και, αν είναι αναγκαίο, σε φαρμακολογικές, φυσιολογικές και κλινικές εξετάσεις που έχουν πραγματοποιηθεί σύμφωνα με επιστημονικά αναγνωρισμένες μεθόδους σύμφωνα με το παράρτημα I, τμήμα I, σημείο 2.

Τα κράτη μέλη μπορούν να επιτρέπουν τις ενδείξεις «ενισχύει την πέψη», «μπορεί να ευνοεί τις ηπατο-χολικές λειτουργίες» ή παρόμοιες ενδείξεις. Μπορούν εξάλλου να επιτρέπουν άλλες ενδείξεις, εφόσον αυτές δεν ευρίσκονται σε αντίφαση με τις απαιτήσεις που καθορίζονται στο πρώτο εδάφιο και είναι σύμφωνα με τις απαιτήσεις που καθορίζονται στο δεύτερο εδάφιο.

3. Τα κράτη μέλη μπορούν να θεσπίζουν ειδικές διατάξεις σχετικά με τις ενδείξεις, τόσο επί των συσκευασιών ή ετικετών όσο και κατά τη διαφήμιση σχετικά με την καταλληλότητα ενός φυσικού μεταλλικού νερού για τη διατροφή βρεφών. Οι διατάξεις αυτές μπορούν επίσης να αφορούν στις ιδιότητες του νερού που δικαιολογούν τη χρήση των εν λόγω ενδείξεων.

Τα κράτη μέλη που προτίθενται να θεσπίσουν τέτοιες διατάξεις πληροφορούν προκαταβολικά τα άλλα κράτη μέλη και την Επιτροπή.

4. Ο όρος «νερό πηγής» χρησιμοποιείται αποκλειστικά για το νερό προς ανθρώπινη κατανάλωση στη φυσική του μορφή, το οποίο έχει εμφιαλωθεί στην πηγή και:

- α) πληροί τις προϋποθέσεις εκμετάλλευσης που καθορίζονται στο παράρτημα II, σημεία 2 και 3, οι οποίες εφαρμόζονται πλήρως στα νερά πηγής·
- β) πληροί τις μικροβιολογικές προϋποθέσεις του άρθρου 5·
- γ) πληροί τις προϋποθέσεις επισημάνσης του άρθρου 7, παράγραφος 2, στοιχεία β) και γ) και του άρθρου 8·
- δ) δεν έχει υποστεί κατεργασία άλλη από την αναφερόμενη στο άρθρο 4· άλλες κατεργασίες μπορούν να επιτρέπονται από την Επιτροπή.

Τα μέτρα, τα οποία αναφέρονται στο στοιχείο δ) και έχουν ως αντικείμενο την τροποποίηση μη ουσιωδών στοιχείων της παρούσας οδηγίας με τη συμπλήρωσή της, θεσπίζονται σύμφωνα με την κανονιστική διαδικασία με έλεγχο στην οποία παραπέμπει το άρθρο 14 παράγραφος 2.

Επιπλέον, τα νερά πηγής πρέπει να πληρούν τις διατάξεις της οδηγίας 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου, της 3ης Νοεμβρίου 1998, σχετικά με την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης (¹).

5. Ελλείψει κοινοτικών διατάξεων περί της κατεργασίας των νερών πηγής που αναφέρονται στην παράγραφο 4, πρώτο εδάφιο, στοιχείο δ), τα κράτη μέλη δύνανται να διατηρούν τις εθνικές τους διατάξεις.

Άρθρο 10

Τα κράτη μέλη υιοθετούν τα αναγκαία μέτρα ώστε το εμπόριο των φυσικών μεταλλικών νερών που είναι σύμφωνα προς τους ορισμούς και τους κανόνες που προβλέπει η παρούσα οδηγία να μην εμποδίζεται από την εφαρμογή μη εναρμονισμένων εθνικών διατάξεων που καθορίζουν τις ιδιότητες, τη σύσταση, τις προϋποθέσεις εκμετάλλευσης, τη συσκευασία, την επισημάνση ή τη διαφήμιση των φυσικών μεταλλικών νερών ή των τροφίμων γενικά.

Άρθρο 11

1. Αν ένα κράτος μέλος έχει συγκεκριμένους λόγους να πιστεύει ότι ένα φυσικό μεταλλικό νερό, μολονότι κυκλοφορεί ελεύθερα σε ένα ή περισσότερα κράτη μέλη, δεν πληροί τους όρους της παρούσας οδηγίας ή ενέχει κίνδυνο για τη δημόσια υγεία, μπορεί να περιορίζει προσωρινά ή να αναστέλλει την εμπορία του προϊόντος στο έδαφός του. Ενημερώνει αμέσως σχετικά την Επιτροπή και τα

λοιπά κράτη μέλη και αναφέρει τους λόγους για τους οποίους έλαβε την απόφασή του.

2. Κατόπιν αιτήσεως κράτους μέλους ή της Επιτροπής, το κράτος μέλος που έχει αναγνωρίσει αυτό το νερό παρέχει όλες τις απαιτούμενες πληροφορίες όσον αφορά την αναγνώρισή του μαζί με τα αποτελέσματα των συστηματικών ελέγχων.

3. Η Επιτροπή εξετάζει, το ταχύτερο δυνατό, στο πλαίσιο της μόνιμης επιτροπής που αναφέρεται στο άρθρο 14 παράγραφος 1, τους λόγους που επικαλείται το κράτος μέλος, το οποίο αναφέρεται στην παράγραφο 1, εκδίδει αμέσως τη γνώμη της και λαμβάνει τα ενδεδειγμένα μέτρα.

4. Αν η Επιτροπή κρίνει απαραίτητο να γίνουν τροποποιήσεις στην παρούσα οδηγία χάριν προστασίας της δημόσιας υγείας, εκδίδει αυτές τις τροποποιήσεις.

Τα μέτρα αυτά, τα οποία έχουν ως αντικείμενο την τροποποίηση μη ουσιωδών στοιχείων της παρούσας οδηγίας, θεσπίζονται σύμφωνα με την κανονιστική διαδικασία με έλεγχο στην οποία παραπέμπει το άρθρο 14 παράγραφος 2. Σε περίπτωση επείγουσας ανάγκης, η Επιτροπή μπορεί να εφαρμόσει τη διαδικασία επείγοντος του άρθρου 14 παράγραφος 3.

Το κράτος μέλος το οποίο έχει λάβει μέτρα διασφάλισης μπορεί, στη συγκεκριμένη περίπτωση, να τα διατηρήσει μέχρις ότου υιοθετηθούν οι τροποποιήσεις.

Άρθρο 12

Η Επιτροπή εκδίδει τα ακόλουθα μέτρα:

- α) τα όρια για τις συγκεντρώσεις των συστατικών των φυσικών μεταλλικών νερών,
- β) όλες τις αναγκαίες διατάξεις για την αναγραφή στην επισημάνση υψηλών επιπέδων ορισμένων συστατικών,
- γ) τις προϋποθέσεις χρήσης αέρας εμπλουτισμένο με όζον, όπως αναφέρεται στο άρθρο 4, παράγραφος 1, πρώτο εδάφιο, στοιχείο β),
- δ) τις πληροφορίες όσον αφορά τις κατεργασίες που αναφέρονται στο άρθρο 7, παράγραφος 2, σημείο γ),
- ε) τις μεθόδους ανάλυσης, συμπεριλαμβανομένων των ορίων ανίχνευσης τους, με τις οποίες εξακριβώνεται ότι τα φυσικά μεταλλικά νερά δεν είναι μολυσμένα,

(¹) ΕΕ L 330 της 5.12.1998, σ. 32.

στ) τις διαδικασίες δειγματοληψίας και τις μεθόδους ανάλυσης που είναι απαραίτητες για τον έλεγχο των μικροβιολογικών χαρακτηριστικών των φυσικών μεταλλικών νερών.

Τα μέτρα αυτά, τα οποία έχουν ως αντικείμενο την τροποποίηση μη ουσιωδών στοιχείων της παρούσας οδηγίας με τη συμπλήρωσή της, θεσπίζονται σύμφωνα με την κανονιστική διαδικασία με έλεγχο στην οποία παραπέμπει το άρθρο 14 παράγραφος 2.

Άρθρο 13

Κάθε απόφαση που ενδέχεται να έχει επιπτώσεις στη δημόσια υγεία θεσπίζεται από την Επιτροπή, κατόπιν διαβουλεύσεως με την Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων.

Άρθρο 14

1. Η Επιτροπή επικουρείται από τη Μόνιμη Επιτροπή για την Τροφική Αλυσίδα και την Υγεία των Ζώων, η οποία συστάθηκε με το άρθρο 58 του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 178/2002.

2. Στις περιπτώσεις που γίνεται μνεία της παρούσας παραγράφου, εφαρμόζεται το άρθρο 5α παράγραφοι 1 έως 4, και το άρθρο 7 της απόφασης 1999/468/ΕΚ, τηρουμένων των διατάξεων του άρθρου 8 της ίδιας απόφασης.

3. Στις περιπτώσεις που γίνεται μνεία της παρούσας παραγράφου, εφαρμόζεται το άρθρο 5α παράγραφοι 1, 2, 4 και 6, και το άρθρο 7 της απόφασης 1999/468/ΕΚ, τηρουμένων των διατάξεων του άρθρου 8 της ίδιας απόφασης.

Άρθρο 15

Η παρούσα οδηγία δεν εφαρμόζεται στα φυσικά μεταλλικά νερά που προορίζονται για εξαγωγή σε τρίτες χώρες.

Άρθρο 16

Η οδηγία 80/777/ΕΟΚ, όπως τροποποιήθηκε με τις πράξεις που παρατίθενται στο παράρτημα IV, τμήμα Α, καταργείται, με την επιφύλαξη των υποχρεώσεων των κρατών μελών όσον αφορά στις προδεσμίες ενσωμάτωσης στο εθνικό δίκαιο των οδηγιών που εμφαίνονται στο παράρτημα IV, τμήμα Β.

Οι αναφορές στην καταργούμενη οδηγία θεωρούνται ότι γίνονται στην παρούσα οδηγία και διαβάζονται σύμφωνα με τον πίνακα αντιστοιχίας που εμφαίνεται στο παράρτημα V.

Άρθρο 17

Η παρούσα οδηγία αρχίζει να ισχύει την εικοστή ημέρα μετά τη δημοσίευσή της στην *Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης*.

Άρθρο 18

Η παρούσα οδηγία απευθύνεται στα κράτη μέλη.

Βρυξέλλες, 18 Ιουνίου 2009.

Για το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο
Ο πρόεδρος
H.-G. PÖTTERING

Για το Συμβούλιο
Ο πρόεδρος
Š. FÜLE

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

I. ΟΡΙΣΜΟΣ

1. Ως «φυσικό μεταλλικό νερό» νοείται το μικροβιολογικά υγιεινό νερό, κατά την έννοια του άρθρου 5, που προέρχεται από ένα υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα ή ένα υπόγειο στρώμα και αναβλύζει από πηγή που υπόκειται σε εκμετάλλευση μια ή περισσότερες φυσικές ή τεχνικές, μετά από γεώτρηση, εξόδους μιας πηγής.

Το φυσικό μεταλλικό νερό διακρίνεται σαφώς από το σύνηθες πόσιμο νερό:

α) από τη φυσιολογική του σύσταση, που χαρακτηρίζεται από την περιεκτικότητά του σε ανόργανα άλατα, ιχνοστοιχεία ή άλλα συστατικά και σε μερικές περιπτώσεις από ορισμένα αποτελέσματα·

β) από τη φυσική καθαρότητά του,

χαρακτηριστικά που και τα δύο έχουν διατηρηθεί ανέπαφα λόγω της υπόγειας προέλευσης αυτού του νερού, το οποίο είναι προστατευμένο από κάθε κίνδυνο ρυπάνσεως.

2. Τα αναφερόμενα στο σημείο 1 χαρακτηριστικά που είναι ικανά να προσδώσουν στο φυσικό μεταλλικό νερό τις ευνοϊκές για την υγεία ιδιότητές του, πρέπει να έχουν εκτιμηθεί:

α) από απόψεως:

(i) γεωλογικής και υδρολογικής,

(ii) φυσικής, χημικής και φυσικο-χημικής,

(iii) μικροβιολογικής,

(iv) αν είναι απαραίτητο, φαρμακολογικής, φυσιολογικής και κλινικής,

β) σύμφωνα με τα κριτήρια που απαριθμούνται στο τμήμα II,

γ) σύμφωνα με τις επιστημονικές μεθόδους που έχουν εγκριθεί από την αρμόδια αρχή.

Οι εξετάσεις που προβλέπονται υπό το στοιχείο α) σημείο iv) του πρώτου εδαφίου μπορούν να είναι προαιρετικές όταν το νερό παρουσιάζει τα χαρακτηριστικά συνθέσεως βάσει των οποίων ένα νερό θεωρήθηκε φυσικό μεταλλικό νερό μέσα στο κράτος μέλος καταγωγής, πριν από τις 17 Ιουλίου 1980. Ειδικότερα, πρόκειται για την περίπτωση που το εν λόγω νερό περιέχει, ανά χιλιόγραμμο, στην έξοδο και έπειτα από την εμφιάλωση, τουλάχιστον 1 000 mg ολικών στερεών εν διαλύσει ή τουλάχιστον 250 mg ελεύθερου διοξειδίου του άνθρακα.

3. Η σύσταση, η θερμοκρασία και τα άλλα ουσιαστά χαρακτηριστικά του φυσικού μεταλλικού νερού πρέπει να παραμένουν σταθερά μέσα στο πλαίσιο των φυσικών διακυμάνσεων. Ειδικότερα, δεν πρέπει να μεταβάλλονται από τις ενδεχόμενες διακυμάνσεις της παροχής.

Κατά την έννοια του άρθρου 5 παράγραφος 1, ως φυσιολογικός αριθμός των αποικιών των μικροβίων ενός φυσικού μεταλλικού νερού νοείται η αισθητά σταθερή μικροβιολογική χλωρίδα του νερού στην έξοδο, πριν από οποιαδήποτε επεξεργασία, και της οποίας η ποιοτική και ποσοτική σύσταση που έχει ληφθεί υπόψη για την αναγνώριση αυτού του νερού, ελέγχεται με περιοδικές αναλύσεις.

II. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΟΡΙΣΜΟΥ

1.1. Προϋποθέσεις εφαρμόσιμες στις γεωλογικές και υδρολογικές έρευνες

Ειδικότερα, πρέπει να απαιτούνται τουλάχιστον:

- 1.1.1. η ακριβής τοποθέτηση του σημείου υδροληψίας με ένδειξη υψομέτρου σε χάρτη κλίμακας όχι μεγαλύτερης από 1:1 000·
- 1.1.2. μια λεπτομερής γεωλογική μελέτη για την προέλευση και το έδαφος·
- 1.1.3. μια στρωματογραφία των υδρογεωλογικών στρωμάτων·

- 1.1.4. η περιγραφή των εργασιών αντλήσεως·
- 1.1.5. η οριοθέτηση της περιοχής ή λεπτομέρειες άλλων μέτρων για την προστασία της πηγής από τις ρυπάνσεις.
- 1.2. **Προϋποθέσεις για τις φυσικές, χημικές και φυσικο-χημικές εξετάσεις**
Οι εξετάσεις αυτές καθορίζουν τα εξής:
- 1.2.1. την παροχή της πηγής·
- 1.2.2. τη θερμοκρασία του νερού στην πηγή και τη θερμοκρασία περιβάλλοντος·
- 1.2.3. τη σχέση που υφίσταται μεταξύ της φύσεως του εδάφους και της φύσεως και του τύπου των ανόργανων συστατικών του νερού·
- 1.2.4. τα ξηρά υπολείμματα στους 180 °C και 260 °C·
- 1.2.5. την ηλεκτρική αγωγιμότητα ή αντίσταση σε καθοριζόμενη θερμοκρασία μετρήσεως·
- 1.2.6. τη συγκέντρωση σε ιόντα υδρογόνου (pH)·
- 1.2.7. τα ανιόντα και τα κατιόντα·
- 1.2.8. τα μη ιονισμένα στοιχεία·
- 1.2.9. τα ιχνοστοιχεία·
- 1.2.10. τη ραδιενεργό ικανότητα στην έξοδο·
- 1.2.11. ενδεχομένως, τις σχετικές αναλογίες σε φυσικά ισότοπα των δομικών στοιχείων του νερού, οξυγόνου (^{16}O — ^{18}O) και υδρογόνου (πρώτιο, δευτέριο, τρίτιο)·
- 1.2.12. την τοξικότητα ορισμένων δομικών στοιχείων του νερού, λαμβανομένων υπόψη των ορίων που έχουν καθορισθεί προς τούτο για κάθε ένα από αυτά.
- 1.3. **Κριτήρια στις μικροβιολογικές αναλύσεις στην έξοδο**
Οι αναλύσεις αυτές πρέπει να περιλαμβάνουν:
- 1.3.1. την απόδειξη απουσίας παρασίτων και παθογόνων μικροοργανισμών·
- 1.3.2. τον ποσοτικό προσδιορισμό των αποικιών των επιζώντων μικροβίων, δεικτών κοπρανόδους μόλυνσεως:
- α) απουσία κολοβακτηριδίων (*escherichia coli*) και άλλων κολοβακτηριδοειδών σε 250 ml στους 37 °C και 44,5 °C·
- β) απουσία εντεροκόκκων σε 250 ml·
- γ) απουσία σποριογόνων, θειωδοαναγωγικών αναεροβίων μικροβίων σε 50 ml·
- δ) απουσία ψευδομονάδας (*pseudomonas aeruginosa*) σε 250 ml·
- 1.3.3. τον προσδιορισμό του συνόλου των αποικιών των μικροοργανισμών που επιζούν ανά ml ύδατος:
- α) στους 20 °C έως 22 °C για 72 ώρες σε άγαρ-άγαρ ή μείγμα άγαρ και ζελατίνης·
- β) στους 37 °C για 24 ώρες σε άγαρ-άγαρ.

1.4. Προϋποθέσεις για τις κλινικές και φαρμακολογικές αναλύσεις

- 1.4.1. Οι αναλύσεις, οι οποίες πραγματοποιούνται σύμφωνα με επιστημονικά αναγνωρισμένες μεθόδους, πρέπει να προσαρμόζονται στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του φυσικού μεταλλικού νερού και στα αποτελέσματά του επί του ανθρώπινου οργανισμού, όπως η διούρηση, η γαστρική ή η εντερική λειτουργία, η αντιστάθμιση ελλείψεων σε ανόργανες ουσίες.
- 1.4.2. Η διαπίστωση της σταθερότητας και του συσχετισμού ενός μεγάλου αριθμού κλινικών παρατηρήσεων δύναται, ενδεχομένως, να αντικαθιστά τις αναλύσεις που προβλέπονται στο σημείο 1.4.1. Οι κλινικές εξετάσεις μπορούν, σε ορισμένες περιπτώσεις, να υποκαθιστούν τις εξετάσεις που προβλέπονται στο σημείο 1.4.1., υπό την προϋπόθεση ότι η σταθερότητα και η συμφωνία ενός μεγάλου αριθμού παρατηρήσεων επιτρέπουν την επίτευξη των ιδίων αποτελεσμάτων.

III. ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΑ ΑΝΑΒΡΑΖΟΝΤΑ ΦΥΣΙΚΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΝΕΡΑ

Τα αναβράζοντα φυσικά μεταλλικά νερά ελκύουν, στην έξοδο ή έπειτα από την εμφιάλωση, αυθόρμητα και κατά τρόπο σαφώς αντιληπτό, διοξείδιο του άνθρακα, υπό κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσεως. Τα νερά αυτά κατανέμονται σε τρεις κατηγορίες, στις οποίες εφαρμόζονται αποκλειστικά οι παρακάτω ονομασίες:

- α) «φυσικό μεταλλικό νερό, φυσικώς αεριούχο», που δηλώνει ένα νερό του οποίου η περιεκτικότητα σε διοξείδιο του άνθρακα προερχόμενο από την πηγή, έπειτα από ενδεχόμενο καθαρισμό με καθίζηση και εμφιάλωση, είναι η ίδια με εκείνη που διαπιστώνεται στην έξοδο αφού ληφθεί υπόψη, όπου τούτο συμβαίνει, η εκ νέου εισπίεση μιας ποσότητας αερίου προερχομένου από τον ίδιο υδροφόρο ορίζοντα ή υπόγειο στρώμα, ποσοτικά ισοδύναμης με εκείνη του αερίου που ελευθερώθηκε κατά τη διάρκεια των προαναφερθεισών διαδικασιών και λαμβανομένων υπόψη των συνήθων τεχνικών ανοχών·
- β) «φυσικό μεταλλικό νερό ενισχυμένο με αέριο της πηγής», που δηλώνει ένα νερό του οποίου η περιεκτικότητα σε διοξείδιο του άνθρακα προερχομένου από τον ίδιο υδροφόρο ορίζοντα ή υπόγειο στρώμα, έπειτα από ενδεχόμενο καθαρισμό με καθίζηση και εμφιάλωση είναι ανώτερη από εκείνη που διαπιστώνεται στην έξοδο·
- γ) «φυσικό μεταλλικό νερό με προσθήκη διοξειδίου του άνθρακα», που δηλώνει ένα νερό στο οποίο έχει προστεθεί διοξείδιο του άνθρακα προελεύσεως άλλης από εκείνη του υδροφόρου ορίζοντα του υπογείου στρώματος από τον οποίο προέρχεται το νερό.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II

ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΕΩΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΕΩΣ ΣΤΟ ΕΜΠΟΡΙΟ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΝΕΡΩΝ

1. Η εκμετάλλευση μιας πηγής φυσικού μεταλλικού νερού υπόκειται σε έκδοση αδείας εκ μέρους της αρμόδιας αρχής της χώρας από το έδαφος της οποίας το νερό προέρχεται, αφού έχει αποδειχθεί ότι το υπό θεώρηση νερό ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του τμήματος I του παραρτήματος I.
2. Οι εγκαταστάσεις που προορίζονται για την εκμετάλλευση του νερού πρέπει να κατασκευάζονται κατά τέτοιον τρόπον ώστε να αποκλείεται κάθε δυνατότητα μόλυνσως του νερού και να διατηρούνται οι ιδιότητες που ανταποκρίνονται στον χαρακτηρισμό του, και τις οποίες το νερό παρουσιάζει στην έξοδό του.

Για το σκοπό αυτό, ιδίως:

- α) η πηγή ή το σημείο εξόδου πρέπει να προστατεύεται από κινδύνους ρυπάνσως·
- β) το σύστημα υδροληψίας, οι σωληνώσεις και οι δεξαμενές πρέπει να κατασκευάζονται με υλικά κατάλληλα για το νερό και κατά τέτοιο τρόπον ώστε να αποφεύγεται κάθε χημική, φυσικοχημική ή μικροβιολογική μεταβολή του συγκεκριμένου νερού·
- γ) οι συνθήκες εκμεταλλεύσως, και ιδίως οι εγκαταστάσεις πλύσως και εμφιαλώσως πρέπει να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις της υγιεινής. Ειδικότερα, τα δοχεία πρέπει να είναι κατεργασμένα ή κατασκευασμένα κατά τέτοιο τρόπον ώστε να αποκλείεται η αλλοίωση των μικροβιολογικών και χημικών χαρακτηριστικών των φυσικών μεταλλικών νερών·
- δ) η μεταφορά του φυσικού μεταλλικού νερού σε δοχεία διαφορετικά εκείνων που έχουν εγκριθεί για τη διάθεση στον τελικό καταναλωτή απαγορεύεται.

Εν τούτοις, το σημείο δ) μπορεί να μην εφαρμόζεται στα μεταλλικά νερά που προέρχονται, αποτελούν αντικείμενο εκμεταλλεύσως και διατίθενται στο εμπόριο στο έδαφος ενός κράτους μέλους, αν, σε αυτό το κράτος μέλος, επιτρεπόταν η μεταφορά του φυσικού μεταλλικού νερού σε δεξαμενές από την πηγή μέχρι την εγκατάσταση εμφιαλώσως, στις 17 Ιουλίου 1980.

Παρομοίως, το σημείο δ) μπορεί να μην εφαρμόζεται στα νερά πηγής που προέρχονται, αποτελούν αντικείμενο εκμεταλλεύσως και διατίθενται στο εμπόριο στο έδαφος ενός κράτους μέλους, αν, σε αυτό το κράτος μέλος, επιτρεπόταν η μεταφορά του νερού πηγής σε δεξαμενές από την πηγή μέχρι την εγκατάσταση εμφιαλώσως, στις 13 Δεκεμβρίου 1996.

3. Όταν, κατά τη διάρκεια της εκμεταλλεύσως, διαπιστωθεί ότι το φυσικό μεταλλικό νερό είναι μολυσμένο και δεν ανταποκρίνεται πλέον στα μικροβιολογικά χαρακτηριστικά που καθορίζονται στο άρθρο 5, ο φορέας εκμετάλλευσης της πηγής υποχρεούται να αναστέλλει αμέσως κάθε διαδικασία εκμεταλλεύσως, ιδιαίτερα την εμφιάλωση του νερού, μέχρις ότου να εξαλειφθεί η αιτία της μόλυνσως και το νερό καταστεί σύμφωνο με τις διατάξεις του άρθρου 5.
4. Η αρμόδια αρχή στο κράτος προελεύσως διενεργεί περιοδικούς ελέγχους για να διαπιστώνει:
 - α) ότι το φυσικό μεταλλικό νερό του οποίου έχει εγκριθεί η εκμετάλλευση της πηγής είναι σύμφωνο με τις διατάξεις του παραρτήματος I, τμήμα I·
 - β) την εφαρμογή από το φορέα εκμετάλλευσης της πηγής των διατάξεων των σημείων 2 και 3.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΠΟΥ ΚΑΘΟΡΙΖΟΝΤΑΙ ΣΤΟ ΑΡΘΡΟ 9 ΠΑΡΑΓΡΑΦΟΣ 2

Ενδείξεις	Κριτήρια
Χαμηλή περιεκτικότητα σε άλατα	Η περιεκτικότητα σε ανόργανα άλατα, υπολογισμένη ως σταθερό υπόλειμμα, δεν είναι ανώτερη από 500 mg/l
Πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε άλατα	Η περιεκτικότητα σε ανόργανα άλατα, υπολογισμένη ως σταθερό υπόλειμμα, δεν είναι ανώτερη από 50 mg/l
Πλούσιο σε ανόργανα άλατα	Η περιεκτικότητα σε ανόργανα άλατα, υπολογισμένη ως σταθερό υπόλειμμα, είναι ανώτερη από 1 500 mg/l
Όξινο ανθρακικό	Η περιεκτικότητα σε όξινα ανθρακικά άλατα είναι ανώτερη από 600 mg/l
Θειικό ή περιέχει θειικά	Η περιεκτικότητα σε θειικά άλατα είναι ανώτερη από 200 mg/l
Χλωριούχο ή περιέχει χλώριο	Η περιεκτικότητα σε χλώριο είναι ανώτερη από 200 mg/l
Ασβεστιούχο ή περιέχει ασβέστιο	Η περιεκτικότητα σε ασβέστιο είναι ανώτερη από 150 mg/l
Μαγνησιούχο ή περιέχει μαγνήσιο	Η περιεκτικότητα σε μαγνήσιο είναι ανώτερη από 50 mg/l
Φθοριούχο ή περιέχει φθόριο	Η περιεκτικότητα σε φθόριο είναι ανώτερη από 1 mg/l
Σιδηρούχο ή περιέχει σίδηρο	Η περιεκτικότητα σε δισθενή σίδηρο είναι ανώτερη από 1 mg/l
Υπόξινο	Η περιεκτικότητα σε ελεύθερο διοξείδιο του άνθρακα είναι ανώτερη από 250 mg/l
Νατριούχο ή περιέχει νάτριο	Η περιεκτικότητα σε νάτριο είναι ανώτερη από 200 mg/l
Κατάλληλο για την ετοιμασία βρεφικών τροφών	—
Κατάλληλο για διαίτα πτωχή σε νάτριο	Η περιεκτικότητα σε νάτριο είναι κατώτερη από 20 mg/l
Δύναται να έχει καθαρτική δράση	—
Δύναται να έχει διουρητική δράση	—

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

ΤΜΗΜΑ Α

Καταργούμενη οδηγία με κατάλογο των διαδοχικών τροποποιήσεών της

(κατά το άρθρο 16)

Οδηγία 80/777/ΕΟΚ του Συμβουλίου
(ΕΕ L 229 της 30.8.1980, σ. 1).

Οδηγία 80/1276/ΕΟΚ του Συμβουλίου
(ΕΕ L 375 της 31.12.1980, σ. 77).

Μόνο το άρθρο 1 τρίτη περίπτωση

Οδηγία 85/7/ΕΟΚ του Συμβουλίου
(ΕΕ L 2 της 3.1.1985, σ. 22).

Μόνο το άρθρο 1 σημείο 10

Σημείο Β.1.ε) του παραρτήματος Ι της πράξης προσχώρησης του 1985
(ΕΕ L 302 της 15.11.1985, σ. 214).

Οδηγία 96/70/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου
(ΕΕ L 299 της 23.11.1996, σ. 26).

Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1882/2003 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του
Συμβουλίου
(ΕΕ L 284 της 31.10.2003, σ. 1).

Μόνο το παράρτημα ΙΙΙ σημείο 4

ΤΜΗΜΑ Β

Προθεσμίες ενσωμάτωσης στο εθνικό δίκαιο

(κατά το άρθρο 16)

Οδηγία	Προθεσμία ενσωμάτωσης	Άδεια εμπορίας για προϊόντα σύμφωνα με την παρούσα οδηγία	Απαγόρευση εμπορίας για προϊόντα που δεν είναι σύμφωνα με την παρούσα οδηγία
80/777/ΕΟΚ	—	18η Ιουλίου 1982	18η Ιουλίου 1984
80/1276/ΕΟΚ	—	—	—
85/7/ΕΟΚ	—	—	—
96/70/ΕΚ	—	28η Οκτωβρίου 1997	28η Οκτωβρίου 1998 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Ωστόσο, η εμπορία προϊόντων που έχουν διατεθεί στην αγορά ή έχουν επισημανθεί πριν από την ημερομηνία αυτή και δεν πληρούν την παρούσα οδηγία, μπορεί να συνεχισθεί μέχρις εξαντλήσεως των αποθεμάτων.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΑΣ

Οδηγία 80/777/ΕΟΚ	Παρούσα οδηγία
Άρθρο 1 παράγραφος 1	Άρθρο 1 παράγραφος 1
Άρθρο 1 παράγραφος 2	Άρθρο 1 παράγραφος 2
Άρθρο 1 παράγραφος 3 πρώτη και δεύτερη περίπτωση	Άρθρο 1 παράγραφος 3 στοιχεία α) και β)
Άρθρο 1 παράγραφος 4	Άρθρο 1 παράγραφος 4
Άρθρο 1 παράγραφος 5	Άρθρο 1 παράγραφος 5
Άρθρο 2	Άρθρο 2
Άρθρο 3	Άρθρο 3
Άρθρο 4 παράγραφος 1 στοιχείο α)	Άρθρο 4 παράγραφος 1 πρώτο εδάφιο στοιχείο α)
Άρθρο 4 παράγραφος 1 στοιχείο β) πρώτη και δεύτερη περίπτωση	Άρθρο 4 παράγραφος 1 πρώτο εδάφιο στοιχείο β), σημεία i) και ii)
Άρθρο 4 παράγραφος 1 στοιχείο γ) πρώτη και δεύτερη περίπτωση	Άρθρο 4 παράγραφος 1 πρώτο εδάφιο στοιχείο γ), σημεία i) και ii)
Άρθρο 4 παράγραφος 1 στοιχείο δ)	Άρθρο 4 παράγραφος 1 πρώτο εδάφιο στοιχείο δ)
—	Άρθρο 4 παράγραφος 1 δεύτερο εδάφιο
Άρθρο 4 παράγραφος 2	Άρθρο 4 παράγραφος 2
Άρθρο 4 παράγραφος 3	Άρθρο 4 παράγραφος 3
Άρθρο 4 παράγραφος 4	Άρθρο 4 παράγραφος 1 τρίτο εδάφιο
Άρθρο 5 παράγραφος 1	Άρθρο 5 παράγραφος 1
Άρθρο 5 παράγραφος 2	Άρθρο 5 παράγραφος 2
Άρθρο 5 παράγραφος 3 πρώτη και δεύτερη περίπτωση	Άρθρο 5 παράγραφος 3 στοιχεία α) και β)
Άρθρο 6	Άρθρο 6
Άρθρο 7 παράγραφος 1	Άρθρο 7 παράγραφος 1
Άρθρο 7 παράγραφος 2	Άρθρο 7 παράγραφος 2
Άρθρο 7 παράγραφος 2α	Άρθρο 7 παράγραφος 3
Άρθρο 8	Άρθρο 8
Άρθρο 9 παράγραφος 1	Άρθρο 9 παράγραφος 1
Άρθρο 9 παράγραφος 2 στοιχεία α), β) και γ)	Άρθρο 9 παράγραφος 2 πρώτο, δεύτερο και τρίτο εδάφιο
Άρθρο 9 παράγραφος 3	Άρθρο 9 παράγραφος 3
Άρθρο 9 παράγραφος 4	—
Άρθρο 9 παράγραφος 4α πρώτο εδάφιο πρώτη έως τέταρτη περίπτωση	Άρθρο 9 παράγραφος 4 πρώτο εδάφιο στοιχεία α) έως δ)
Άρθρο 9 παράγραφος 4α δεύτερο εδάφιο	Άρθρο 9 παράγραφος 4 δεύτερο εδάφιο
Άρθρο 9 παράγραφος 4β	Άρθρο 9 παράγραφος 5
Άρθρο 10 παράγραφος 1	Άρθρο 10

Οδηγία 80/777/ΕΟΚ	Παρούσα οδηγία
Άρθρο 10α	Άρθρο 11
Άρθρο 11 παράγραφος 1 πρώτη έως τέταρτη περίπτωση	Άρθρο 12 στοιχεία α) έως δ)
Άρθρο 11 παράγραφος 2 πρώτη και δεύτερη περίπτωση	Άρθρο 12 στοιχεία ε) και στ)
Άρθρο 11α	Άρθρο 13
Άρθρο 12 παράγραφος 1	Άρθρο 14 παράγραφος 1
Άρθρο 12 παράγραφος 2	Άρθρο 14 παράγραφοι 2 και 3
Άρθρο 12 παράγραφος 3	—
Άρθρο 13	—
Άρθρο 14	Άρθρο 15
Άρθρο 15	—
Άρθρο 16	—
—	Άρθρο 16
—	Άρθρο 17
Άρθρο 17	Άρθρο 18
Παράρτημα I τμήμα I παράγραφος 1	Παράρτημα I, τμήμα I, παράγραφος 1
Παράρτημα I τμήμα I παράγραφος 2 πρώτο εδάφιο στοιχείο α), σημεία 1 έως 4	Παράρτημα I, τμήμα I, παράγραφος 2, πρώτο εδάφιο, στοιχείο α), σημεία i) έως iv)
Παράρτημα I τμήμα I παράγραφος 2 πρώτο εδάφιο στοιχείο β)	Παράρτημα I, τμήμα I, παράγραφος 2, πρώτο εδάφιο, στοιχείο β)
Παράρτημα I τμήμα I παράγραφος 2 πρώτο εδάφιο στοιχείο γ)	Παράρτημα I, τμήμα I, παράγραφος 2, πρώτο εδάφιο, στοιχείο γ)
Παράρτημα I τμήμα I παράγραφος 2 δεύτερο εδάφιο	Παράρτημα I, τμήμα I, παράγραφος 2, δεύτερο εδάφιο
Παράρτημα I τμήμα I παράγραφος 3	Παράρτημα I, τμήμα I, παράγραφος 3
Παράρτημα I τμήμα II σημείο 1.1	Παράρτημα I, τμήμα II, σημείο 1.1
Παράρτημα I τμήμα II σημείο 1.2	Παράρτημα I, τμήμα II, σημείο 1.2
Παράρτημα I τμήμα II σημείο 1.3	Παράρτημα I, τμήμα II, σημείο 1.3
Παράρτημα I τμήμα II σημείο 1.3.1	Παράρτημα I, τμήμα II, σημείο 1.3.1
Παράρτημα I τμήμα II σημείο 1.3.2	Παράρτημα I, τμήμα II, σημείο 1.3.2
Παράρτημα I τμήμα II σημείο 1.3.3, σημεία i) και ii)	Παράρτημα I, τμήμα II, σημείο 1.3.3, στοιχεία α) και β)
Παράρτημα I τμήμα II σημείο 1.4	Παράρτημα I, τμήμα II, σημείο 1.4
Παράρτημα I τμήμα III	Παράρτημα I, τμήμα III
Παράρτημα II	Παράρτημα II
Παράρτημα III	Παράρτημα III
—	Παράρτημα IV
—	Παράρτημα V

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2: ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ BWQI ΜΕΣΩ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ

Ένας από τους στόχους-επιδιώξεις που τέθηκαν κατά την κατασκευή του ειδικού δείκτη ποιότητας εμφιαλωμένου νερού BWQI ήταν να είναι απλός στη χρήση του. Ακόμα, ο κύριος λόγος χρησιμοποίησης, γενικά, των δεικτών ποιότητας νερού είναι η βοήθεια που αυτοί προσφέρουν στους λήπτες των αποφάσεων (managers) που βρίσκονται σε οργανικές θέσεις σε μεγάλους φορείς όπως υπουργεία, περιβαλλοντικές οργανώσεις κλπ. Οι λήπτες των αποφάσεων είναι σε θέση να αξιολογήσουν σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα την ποιότητα του νερού με τη βοήθεια των δεικτών ποιότητας και επομένως να κρίνουν την καταλληλότητά του για έναν συγκεκριμένο τύπο χρήσης παίρνοντας κάθε φορά τις αντίστοιχες αποφάσεις. Όμως οι δείκτες ποιότητας νερού, λόγω της ευχρηστίας τους, μπορούν να βοηθήσουν και τους καταναλωτές στο να λάβουν γρήγορες αποφάσεις κατά την αγορά ενός προϊόντος νερού. Στην περίπτωση του BWQI η αξιολόγηση του νερού αφορά αποκλειστικά εμφιαλωμένα προϊόντα που διατίθενται στους καταναλωτές σε περίπτερα, super markets κλπ. Για το λόγο αυτό και με βάση τα παραπάνω κρίθηκε σκόπιμο να κατασκευαστεί ένα λογισμικό στο πλαίσιο αυτής της διπλωματικής εργασίας που να είναι εύχρηστο και να προσφέρει άμεσα τα αποτελέσματα αξιολόγησης του BWQI σε πραγματικό χρόνο στους καταναλωτές και στους ενδιαφερόμενους που θέλουν να δουν πόσο ποιοτικό είναι το εμφιαλωμένο νερό που πίνουν ή που πρόκειται να αγοράσουν.

Για τους παραπάνω λόγους κατασκευάστηκε το λογισμικό υπολογισμού του ειδικού δείκτη ποιότητας εμφιαλωμένου νερού «BWQI Calculator» και έγινε διαθέσιμο για χρήση στους καταναλωτές και σε όποιους άλλους ενδιαφερόμενους ως «ανοιχτό» λογισμικό στην παρακάτω ηλεκτρονική διεύθυνση:

<https://form.jotformeu.com/61543278348361>

Η εφαρμογή είναι διαθέσιμη και στα κινητά τηλέφωνα και επομένως μέσω διαδικτύου ο ενδιαφερόμενος θα μπορεί να ελέγξει την ποιότητα του εμφιαλωμένου νερού που θέλει σε πραγματικό χρόνο.

Όπως φαίνεται και στις εικόνες που ακολουθούν (Εικόνα Π1 και Π2), ο χρήστης καλείται να εισάγει τις τιμές των παραμέτρων που χρησιμοποιεί ο δείκτης ποιότητας εμφιαλωμένου νερού BWQI (Escherichia coli, pH, νιτρικά, νιτρώδη, χλωριόντα, θειικά, ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα), καθώς και προαιρετικά την χώρα προέλευσης του δείγματος του (για λόγους πιθανής μελλοντικής στατιστικής επεξεργασίας και έρευνας).

Μόλις ο χρήστης πατήσει «submit», εμφανίζεται η σελίδα με την τελική βαθμολογία BWQI (Εικόνα Π3) για τα στοιχεία-τιμές των παραμέτρων του δείγματός του, καθώς και διάφορες παρατηρήσεις σχετικές με την κλίμακα του δείκτη. Οι παρατηρήσεις αυτές δίνουν στον

χρήση του λογισμικού μία ενδεικτική εικόνα για την γενικότερη ποιότητα του δείγματος του. Τονίζεται στο σημείο αυτό ότι η κατασκευή και η χρήση του δείκτη ποιότητας εμφιαλωμένου νερού BWQI (και κατά συνεπεια και αυτού του λογισμικού) έχει καθαρά ενημερωτικό χαρακτήρα προς τους καταναλωτές και τους ενδιαφερόμενους και σε καμία περίπτωση δεν έχει ως στόχο την προώθηση συγκεκριμένων προϊόντων ως καλύτερα από άλλα.

Εικόνα Π1 Αρχική σελίδα λογισμικού «BWQI calculator»



Welcome to the Bottled Water Quality Index Calculator!

Here you can calculate your Bottled Water Quality!

Type the values for each of the parameters below and see the quality status of the bottled water you drink!

Select your water sample's country



Εικόνα Π2 Εισαγωγή και υποβολή τιμών των παραμέτρων στο λογισμικό «BWQI calculator»

The image shows a web-based form for the BWQI calculator. It consists of seven input fields, each with a label and a value. The labels are: Escherichia Coli (number/250ml) *, pH *, Nitrates (NO3) (mg/l) *, Nitrites (NO2) (mg/l) *, Chloride (Cl) (mg/l) *, Sulphates (SO4)(mg/l) *, and Specific Electrical Conductivity (μS/cm) *. The values entered are: 0, ex: 7.3, ex: 23.5, ex: 0.02, ex: 9.2, ex: 9.4, and ex: 432. A Submit button is located at the bottom right of the form.

Escherichia Coli (number/250ml) *	0
pH *	ex: 7.3
Nitrates (NO3) (mg/l) *	ex: 23.5
Nitrites (NO2) (mg/l) *	ex: 0.02
Chloride (Cl) (mg/l) *	ex: 9.2
Sulphates (SO4)(mg/l) *	ex: 9.4
Specific Electrical Conductivity (μS/cm) *	ex: 432

Submit



Thank you for using the BWQI calculator!

Your bottled water quality score is

0.86

Usually BWQI scores above 0,850 are reflecting excellent water quality while scores from 0,700 to 0,850 are considered as water with adequate/good quality.

If the BWQI score is 0 then your bottled water is of unacceptable quality.

Bottled Water Quality Index uses a scale from 0 to 1 in order to determine the quality of the bottled water.

This index is suitable only for the evaluation of bottled water and not for that of tap or surface water.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3: ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ ΕΠΩΝΥΜΙΕΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

Στο παράρτημα αυτό παρουσιάζονται όλα τα δείγματα εμφιαλωμένων νερών που αξιολογήθηκαν και κατατάχθηκαν στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας με τις εμπορικές επωνυμίες που αυτά πωλούνται στην ελληνική αγορά. Στον Πίνακα Π1 που ακολουθεί παρουσιάζονται τα 79 αυτά δείγματα σε αλφαβητική σειρά:

Πίνακας Π1 Εμπορικές επωνυμίες των 79 δειγμάτων εμφιαλωμένων νερών που αξιολογήθηκαν και κατατάχθηκαν με βάση τον ειδικό δείκτη ποιότητας BWQI

ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΕΠΩΝΥΜΙΑ	
ΑΒ Επιτραπέζιο Νερό	Ξυνόνερο Φλώρινας
Αθως	Ριζίτικο
Απολλώνιο	Ροή
Αρέθουσα	Ρούβας
Αύρα	Σαμαριά
Αύρα Bloom	Σαμαρίνα
Βίκος	Σάριζα
Βίκος Spark Zagorochoria	Σέλι
Βίτσι	Σητειακό
Βόρας	Σουρωτή
Γάργαρο	Σουρωτή(sparkling)-μεταλ. κουτί
ΔΙΟΣ	Τζουμέρκα
Δίρφυς	Υάς
δουμπιά	ύδωρ Σουρωτής
Δροσιά	Ψηλορείτης
Επιτραπέζιο Νερό(Lidl)	Acqua Panna
Εύδωρο	AquaVita
Ζαγόρι	Carrefour
Ζαρός	Contrex
Ήβη Λουτράκι	Daily Drink
Θεόνη	Dorna
Ιόλη	evian
ΙΟΛΗ Fizzy	eviva
Ίρις	FIJI
Κορπή	Highland Spring
Κορπή mania	ISBRE
Κρήνη Καστελλίου	Oxygizer
Κρινέα	promη
Κρίνος	S.PELLEGRINO
Κρυστάλλινο	San Benedetto(Frizzante)
Λυττός	San Benedetto(Naturale)
Μαράτα	SELTERS
Μιτσικέλι	Smartwater
Μπέλες	Spa Reine
Μύλος	TAU
Νάμα	Vittel
Νερά Κρήτης	Volvic
Νήρον	VOSS
Νιόβη	Zagorochoria Vikos Spark
Νύμφη	