

γ. σ. βασιλικιώτη
καθηγητής α.π.θ.

κ.κ. φυτιάνου
αναπληρωτής καθηγητής α.π.θ.

μέθοδοι ελέγχου ρυπάνσεως περιβάλλοντος



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Είναι γνωστό ότι με την σημαντική ανάπτυξη της τεχνολογίας ιδίως κατά το δεύτερο ήμισυ του αιώνα μας, δημιουργήθηκαν σοβαρά προβλήματα που αφορούσαν το περιβάλλον, δηλ. τον χώρο όπου ζουν και αναπτύσσονται οι διάφοροι οργανισμοί. Τα θέματα που απασχόλησαν τους πρώτους κήρυκες για τα μέτρα προστασίας του περιβάλλοντος, πριν από πολλά χρόνια, εξακολουθούν και σήμερα να έχουν το ίδιο ζωτικό ενδιαφέρον.

Η μόλυνση, η ρύπανση και η αλλοίωση του περιβάλλοντος, η προσωπική ασφάλεια του ανθρώπου αλλά και η συντήρηση των πλουτοπαραγωγικών πηγών για την ζωή του ανθρώπου, των ζώων και των φυτών είναι τα κύρια θέματα που απασχόλησαν και απασχολούν τους ειδικούς επιστήμονες. Φθάσαμε στην ιδέα ότι «ο ίδιος ο πλανήτης κινδυνεύει» και ότι «η ανθρωπότητα ευρίσκεται στο χείλος της καταστροφής».

Χρησιμοποιώντας πάλι την Τεχνολογία, ο άνθρωπος άρχισε να αντιμετωπίζει τα προβλήματα που είχαν συσσωρευτεί και νέοι κλάδοι της επιστήμης έχουν αναπτυχθεί με την γενική έννοια «Επιστήμες του Περιβάλλοντος» με τις επί μέρους ειδικότητες.

Πολλά έχουν γίνει και περισσότερα απομένουν για να γίνουν ώστε η Φύση που μας περιβάλλει να διατηρηθεί και η ζωή να συνεχίσει την κανονική πορεία της.

Βασικό μέλημα κάθε ερευνητή που θέλει να ασχοληθεί με τα προβλήματα της ρυπάνσεως του περιβάλλοντος είναι να εξοικειωθεί με τις μεθόδους προσδιορισμού των ρυπαντών, αφού αποκτήσει ορισμένες γνώσεις πάνω στα θέματα της Χημείας του Περιβάλλοντος ώστε να υπάρχει η κατάλληλη υποδομή για τον σχεδιασμό της δειγματοληψίας, την εκτέλεση του προσδιορισμού και την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων. Με τον όρο ρύπανση, αναφερόμαστε στην αλλοίωση της φυσικής καταστάσεως του περιβάλλοντος όταν

η αλλοίωση αυτή οφείλεται στην παρουσία ορισμένων χημικών ενώσεων ή στοιχείων που στην περίπτωση αυτή ονομάζονται ρυπαντές.

Ακόμη με τον όρο περιβάλλον εννοούμε εδώ τα τρία κύρια συστατικά του περιβάλλοντος χώρου, δηλ. τον αέρα, τα ύδατα και το έδαφος. Οι ρυπαντές αναφέρονται ειδικά στις περιπτώσεις που η παρουσία τους είναι βλαπτική για τα φυτά, τα ζώα, τον άνθρωπο αλλά και για τα υλικά μέσα που χρησιμοποιεί ή διατηρεί ο άνθρωπος.

Με βάση τα παραπάνω, βασική προϋπόθεση για την εντόπιση και την αντιμετώπιση των προβλημάτων που σχετίζονται με την ρύπανση του περιβάλλοντος είναι ο ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός των ρυπαντών.

Με γνώμονα ακριβώς την εξοικείωση του μελλοντικού επιστήμονα με τους προσδιορισμούς αυτούς που χρειάζονται προκειμένου να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα για την προστασία του περιβάλλοντος, έχουν επιλεγεί ορισμένοι προσδιορισμοί που προτείνονται σαν εργαστηριακές ασκήσεις αλλά αποτελούν και αυτοτελείς μεθόδους προσδιορισμού ρυπαντών για όσους ασχολούνται συστηματικά με τα θέματα αυτά.

Παράλληλα, δίνεται το θεωρητικό υπόβαθρο του προσδιορισμού, η αρχή του, η ακρίβεια του, οι παρεμποδίσεις και κάθε άλλο στοιχείο που ολοκληρώνει τον προσδιορισμό, ώστε να μην είναι απλή συνταγή αναλύσεως.

Ελπίζουμε ότι με τον αριθμό αυτό των ασκήσεων που εντάσσονται σε μάθημα επιλογής, θα δοθεί μια πρώτη προσέγγιση στο πραγματικά δύσκολο πρόβλημα των προσδιορισμών που σχετίζονται με την ρύπανση το περιβάλλοντος. Λέμε ότι οι προσδιορισμοί αυτοί είναι δύσκολοι γιατί οι ενώσεις και τα στοιχεία που ρυπαίνουν το περιβάλλον ευρίσκονται συνήθως σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις, υφίστανται μετασχηματισμούς από την βιοκοινωνία, και πρέπει να απομονωθούν από άλλες ομόλογες ενώσεις που ευρίσκονται σε πολύ μεγαλύτερη αναλογία. Παράλληλα ο χώρος της εργασίας πρέπει να είναι απαλλαγμένος από κάθε πρόσμιξη που μπορεί να επηρεάσει τον προσδιορισμό. Ακόμη οι προσδιορισμοί επεκτείνονται σε ποικίλα δείγματα δηλ. σε δείγματα υδάτων, αέρος, εδάφους, τροφών, αποβλήτων και τμημάτων φυτικών ή ζωικών οργανισμών που απαιτούν πολύ εξειδικευμένες διεργασίες αναλύσεως. Για όλα αυτά χρειάζονται οι γενικές γνώσεις της χημικής αναλύσεως, οι ειδικές γνώσεις για τις αναλύσεις των ρυπαντών και η εξοικείωση με τα προβλήματα του περιβάλλοντος που υπάρχουν

σήμερα, ώστε τα αποτελέσματα να μπορούν να αξιολογηθούν.

Ελπίζουμε ότι με την συγγραφή των μεθόδων αυτών θα καλύψουμε ένα κενό στην Ελληνική Βιβλιογραφία και στόχο θα'χει να βοηθήσει όλους όσους ασχολούνται με τα επίπονα αλλά σύγχρονα αυτά θέματα του Ελέγχου της Ρυπάνσεως του Περιβάλλοντος.

Από την θέση αυτή θα επιθυμούσαμε να εκφράσουμε τις θερμές μας ευχαριστίες στον Εκδοτικό Οίκο Π. Ζήτη για την επιμελημένη εκτύπωση και την πολύ καλή συνεργασία που είχαμε καθώς και στη δίδα Β. Σαμανίδου, Χημικό, Ε.Μ.Υ., για την βοήθεια της στην τελική επεξεργασία του κειμένου.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΡΥΠΑΝΣΕΩΣ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 1986

Γ. Σ. ΒΑΣΙΛΙΚΙΩΤΗΣ
Κ. Κ. ΦΥΤΙΑΝΟΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	3
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11

ΜΕΡΟΣ Α΄ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

	Σελ.
1. ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ	15
2. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΥΓΡΩΝ	18
2.1. Βασικές προϋποθέσεις	18
2.2. Δοχεία δειγματοληψίας	20
2.3. Προπαρασκευή δείγματος	20
2.4. Διατήρηση δείγματος	22
2.5. Έκφραση αποτελεσμάτων	25
3. ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ ΥΔΑΤΟΣ	27
3.1. Εισαγωγικές έννοιες	27
3.2. Εκτέλεση προσδιορισμού	30
4. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΥΔΑΤΟΣ	32
5. ΕΝΕΡΓΟΣ ΟΞΥΓΗΣ ΥΔΑΤΟΣ	33
6. ΟΞΥΓΟΝΟ	35
6.1. Διαλυμένο οξυγόνο στο ύδωρ (DO)	35
6.1.1. Δειγματοληψία	35
6.1.2. Χημική μέθοδος προσδιορισμού	36
6.2. Διαλυτότητα οξυγόνου σε ύδωρ κεκορεσμένο με αέρα	39
6.3. Χημικώς απαιτούμενο οξυγόνο (COD)	41
6.3.1. Εκτέλεση προσδιορισμού	43
6.4. Οξειδωσιμότητα του ύδατος	46
6.4.1. Εκτέλεση προσδιορισμού	48
6.5. Βιοχημικώς απαιτούμενο οξυγόνο (BOD)	50
6.5.1. Αρχές μεθόδου προσδιορισμού	56
6.5.2. Προσδιορισμός του BOD	61
7. ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΥΔΑΤΟΣ	66
7.1. Σκληρότητα βάσει υπολογισμού	68
7.2. Ογκομετρικός προσδιορισμός σκληρότητας (EDTA)	68
7.3. Εκτέλεση προσδιορισμού	69
8. ΧΛΩΡΙΟ	72
8.1. Ιόντα χλωρίου	72
8.1.1. Εκτέλεση προσδιορισμού (αργυρομετρικώς)	73
8.2. Ελεύθερο χλώριο	77
8.2.1. Εκτέλεση προσδιορισμού (ιωδιομετρικώς)	77
9. ΑΖΩΤΟ	78
9.1. Εισαγωγή	78

9.2.	Νιτρώδη ιόντα	79
9.2.1.	Εκτέλεση προσδιορισμού (φασματοφωτομετρικώς)	80
9.3.	Νιτρικά ιόντα	82
9.3.1.	Εκτέλεση προσδιορισμού (φασματοφωτομετρικώς)	83
9.3.2.	Προσδιορισμός νιτρικών ιόντων με αναγωγική στήλη καδμίου ...	85
9.4.	Ιόντα αμμωνίου	89
9.4.1.	Εκτέλεση προσδιορισμού (μέθοδος Nessler)	90
9.5.	Προσδιορισμός ιόντων αμμωνίου με αυτόματο αναλυτή	93
9.5.1.	Εκτέλεση προσδιορισμού	94
9.6.	Άζωτο σε οργανικές ενώσεις	96
9.6.1.	Α' Ογκομετρικός προσδιορισμός	97
9.6.2.	Β' Φωτομετρικός προσδιορισμός	100
9.7.	Κυανιούχα ιόντα	102
9.7.1.	Ογκομετρικός προσδιορισμός	104
9.7.2.	Φασματοφωτομετρικός προσδιορισμός	107
10.	ΦΩΣΦΟΡΟΣ	109
10.1.	Εισαγωγή	109
10.2.	Προσδιορισμός φωσφορικών ιόντων	113
10.3.	Προσδιορισμός του συνόλου των διαλυμένων φωσφορικών ιόντων	116
10.4.	Προσδιορισμός συνολικών φωσφορικών ιόντων	118
11.	ΘΕΙΟ	119
11.1.	Θειούχα ιόντα	119
11.2.	Προσδιορισμός θειούχων ιόντων	121
11.3.	Θειικά ιόντα	124
11.4.	Προσδιορισμός θειικών ιόντων (νεφελομετρικώς)	125
11.5.	Θειώδη ιόντα και προσδιορισμός	127
12.	ΒΟΡΙΟ	128
12.1.	Προσδιορισμός βορίου (φωτομετρικώς με κουρκουμίνη)	129
13.	ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ	132
13.1.	Εισαγωγή	132
13.2.	Προσδιορισμός β.μ. σε υγρά δείγματα	135
13.3.	Προσδιορισμός β.μ. σε ιζήματα	139
13.4.	Προσδιορισμός β.μ. σε ιχθείς και οστρακοειδή	141
13.5.	Προσδιορισμός β.μ. σε φυτά	144
14.	ΦΑΙΝΟΛΕΣ	145
14.1.	Εισαγωγή	145
14.2.	Προσδιορισμός φαινολών	146
15.	ΑΠΟΡΡΥΠΑΝΤΙΚΑ	150
15.1.	Εισαγωγή	150
15.2.	Προσδιορισμός ανιονικών απορρυπαντικών	152
16.	ΠΟΛΥΚΥΚΛΙΚΟΙ ΑΡΩΜΑΤΙΚΟΙ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ	155
16.1.	Εισαγωγή	155
16.2.	Εκτέλεση προσδιορισμού (TLC)	157
17.	ΧΛΩΡΙΟΜΕΝΟΙ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ	165
17.1.	Εισαγωγή	165
17.2.	Αεριοχρωματογραφικός προσδιορισμός των CHP	167

18. ΘΟΛΕΡΟΤΗΤΑ	172
18.1. Προσδιορισμός θολερότητας	173
19. ΧΡΩΜΑ	175
19.1. Προσδιορισμός χρώματος	176

ΜΕΡΟΣ Β΄ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ

20. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	179
21. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΑΝΤΩΝ	181
21.1. Βασικές έννοιες	181
21.2. Μέθοδος μετρήσεων	182
21.3. Δειγματοληψία	188
22. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΡΥΠΑΝΤΩΝ ΤΟΥ ΑΕΡΑ	190
22.1. Διοξείδιο του Θείου	192
22.1.1. Εκτέλεση προσδιορισμού (φασματοφωτομετρικώς)	192
22.1.2. Αυτόματος προσδιορισμός του SO ₂	195
22.2. Μονοξείδιο του άνθρακος	197
22.2.1. Μέθοδοι προσδιορισμού του CO	198
22.3. Οξείδια του αζώτου	202
22.3.1. Προσδιορισμός NO ₂ (φασματοφωτομετρικώς)	202
22.3.2. Προσδιορισμός NO _x με χημειοφωταύγεια	204
22.4. Διοξείδιο του άνθρακος	206
22.5. Υδρόθειο	209
22.6. Οργανικές ενώσεις	211
23. ΣΤΕΡΕΑ ΕΝ ΑΙΩΡΗΣΕΙ	213
23.1. Γενικές έννοιες	213
23.2. Προσδιορισμός μετάλλων στα στερεά εν αιωρήσει	218
24. ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΡΥΠΑΝΤΕΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ	218
24.1. Μονοξείδιο του άνθρακος	220
24.2. Χλώριο	220
24.3. Υδροχλώριο	220
24.4. Ιόντα φθορίου	221
24.5. Υδροκυάνιο	221
24.6. Αμμωνία	221
24.7. Οξειδωτικές ενώσεις	222
24.8. Νιτρικά άλατα	222
24.9. Σταγονίδια Θεϊκού οξέος	223
24.10. Αλδεύδες	223
24.11. Ακρολείνη	223
24.12. Τετρααιθυλιούχος μόλυβδος	224
24.13. Αμίαντος	224
Γενική Βιβλιογραφία	226
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: Πίνακες και διατάξεις ποιότητας υδάτων, αποβλήτων	227
Ευρετήριο	239

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι μέθοδοι ελέγχου ρυπάνσεως του περιβάλλοντος αναφέρονται κυρίως στους προσδιορισμούς των διαφόρων ρυπαντών που ευρίσκονται στα ύδατα, στον αέρα, στο έδαφος αλλά και στους ζωικούς ή φυτικούς οργανισμούς.

Οι προσδιορισμοί αυτοί δεν μπορούν να ταξινομηθούν αυτοδύναμα σε ορισμένες ομάδες, γιατί στο περιβάλλον, το ίδιο συστατικό ευρίσκεται πολλές φορές σε διαφορετικά συστήματα, οπότε κάθε φορά χρειάζεται κάποια μικρή ή μεγάλη παραλλαγή της μεθόδου για την δειγματοληψία ή την απομόνωση του συστατικού αυτού. Το τελικό στάδιο του προσδιορισμού μπορεί να είναι το ίδιο αλλά η όλη προκατεργασία διαφέρει. Έτσι ο μόλυβδος μπορεί να προσδιοριστεί στα ύδατα ως κατιόν ή ως μέταλλο εν αιωρήσει, στον αέρα ως ατμός, ως μεταλλικό στοιχείο πάλι εν αιωρήσει ή ως οργανομεταλλική ένωση όπως είναι ο τετρααιθυλιούχος μόλυβδος κ.ο.κ. Ακόμη μπορεί να προσδιοριστεί με την μορφή των διαφόρων οξειδίων του ή με την μορφή των πολλαπλών ενώσεών του.

Γίνεται φανερό ότι πάρα πολλές δυνατότητες υπάρχουν για την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου για τον προσδιορισμό του μολύβδου ως ολικού ή της μορφής με την οποία ευρίσκεται ο μόλυβδος σε ένα συγκεκριμένο δείγμα. Αν λάβουμε υπόψη ότι και πάρα πολλές μέθοδοι προσδιορισμού του μολύβδου υπάρχουν, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι δεν είναι εύκολο να υποδειχθεί ένας προσδιορισμός στηριζόμενος σε αντικειμενικά επιστημονικά κριτήρια εκτός εάν υπάρχει επίσημη μέθοδος που αναφέρεται σε συγκεκριμένη περίπτωση.

Η πείρα και η γνώση του αναλυτή θα είναι ο καλύτερος οδηγός για την επιλογή αυτή γιατί η μη σωστή επιλογή θα δώσει όχι σωστά αποτελέσματα. Αυτή είναι η αιτία που πολλές φορές, διάφορες ανακοινώσεις για το ίδιο αντικείμενο μελέτης παρουσιάζουν

σημαντικές αποκλίσεις. Παρ' όλα αυτά, γενικές κατευθυντήριες γραμμές μπορούν να δοθούν ώστε να βοηθηθεί ο αναλυτής και αυτές είναι:

α) Εντοπισμός σε ποιά μορφή δείγματος θα γίνει ο προσδιορισμός δηλ. σε αέριο, υγρό ή στερεό δείγμα.

β) Ποιού είδους ρυπαντές θα προσδιοριστούν τελικά δηλ. οργανικοί, ανόργανοι ή βιολογικοί.

γ) Ποιά είναι τα κύρια συστατικά που συνυπάρχουν με τα προσδιοριζόμενα και ποιά είναι η επίδραση τους στην μέθοδο που θα ακολουθήσουμε και

δ) Ποιά είναι η πιο κατάλληλη τεχνική της δειγματοληψίας, ώστε τα αποτελέσματα να δίνουν την πραγματική εικόνα και όχι κάποια απλώς τιμή.

Στην συνέχεια με βάση τα παραπάνω θα πρέπει να επιλεγεί η μέθοδος. Εφ' όσον υπάρχει κάποια επίσημη ή σαφώς ανεγνωρισμένη μέθοδος, αυτή θα πρέπει να προτιμηθεί ώστε να υπάρχει και η δυνατότητα συγκρίσεως με άλλους μελετητές ή με άλλες παρόμοιες εργασίες που χρησιμοποίησαν την μέθοδο αυτή. Ενώ θα πρέπει να εξετασθεί και η ύπαρξη των απαιτούμενων οργάνων και σκευών για την εκτέλεση του προσδιορισμού. Εάν δεν υπάρχει τέτοια μέθοδος τότε θα πρέπει να προσαρμοστεί μια γενική μέθοδος στην ειδική αυτή περίπτωση. Εδώ χρειάζεται να προηγηθεί ένα στάδιο έρευνας ώστε να εξεταστούν οι αναγκαίοι παράμετροι σε συσχέτισμό με την υπάρχουσα βιβλιογραφία.

Μια σημαντική δυσκολία που παρουσιάζεται συχνά είναι η έλλειψη των καταλλήλων προτύπων δειγμάτων ώστε να γίνει ο έλεγχος της μεθόδου ή η βαθμονόμηση του οργάνου. Αυτό κυρίως ισχύει στα αέρια δείγματα.

Στα αέρια δείγματα οι περιοχές των συγκεντρώσεων των ρυπαντών μπορεί να κυμαίνονται σε πολύ ευρέα όρια. Π.χ. προσδιορισμός του μονοξειδίου του άνθρακος σε βιομηχανικά αεrolύματα όπου οι συγκεντρώσεις του μπορεί να είναι πολύ υψηλές και αντίστοιχος προσδιορισμός στην ατμόσφαιρα όπου οι συγκεντρώσεις μπορεί να είναι πολύ χαμηλές.

Στηριζόμενοι στα παραπάνω μπορούμε να πούμε ότι οι αναλύσεις των υδάτων, του αέρα και του εδάφους παρουσιάζουν ορισμένες ιδιαιτερότητες και θα πρέπει να εξεταστούν χωριστά, άσχετα εάν ο τελικός προσδιορισμός π.χ. ενός στοιχείου, μπορεί να είναι ο ίδιος.

Με τα δεδομένα αυτά οι προσδιορισμοί των υγρών και των αερίων και των στερεών δειγμάτων θα εξεταστούν χωριστά.

Απομένει να εξεταστεί η περίπτωση που θέλουμε να αναπτύξουμε ή να βελτιώσουμε μια μέθοδο προσδιορισμού, διότι το αντικείμενο της μελέτης το επιβάλλει με την έννοια ότι υπάρχουν ιδιάζοντες παράμετροι. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να ερευνηθεί επιστημονικά το πρόβλημα και τα αποτελέσματα να δημοσιευθούν ώστε να γίνουν δημόσιο κτήμα. Σαν παράδειγμα αναφέρουμε την δυνατότητα ανάπτυξεως μιας νέας φασματοφωτομετρικής μεθόδου. Έστω ότι ο προσδιορισμός ενός κατιόντος πρέπει να βελτιωθεί είτε διότι η υπάρχουσα συγκέντρωσή του είναι μικρότερη από τις δυνατότητες της αποδεκτής μεθόδου είτε διότι συνυπάρχουν άλλα κατιόντα τα οποία παρεμποδίζουν τον προσδιορισμό και δεν υπάρχει τρόπος να διαχωριστούν. Με την χρήση του χρωμογόνου οργανικού αντιδραστήριου, του οποίου μπορούμε να τροποποιήσουμε την δομή συνθέτοντας ένα νέο μόριο, θα πρέπει να λάβουμε υπόψη και τους παρακάτω παράγοντες.

- α) Σχηματισμό εγχρώμου συμπλόκου ενώσεως
- β) Σταθερότητα χρώματος με την πάροδο του χρόνου
- γ) Επιλογή του κατάλληλου διαλύτη
- δ) Επίδραση θερμοκρασίας και pH
- ε) Μελέτη των φασματοφωτομετρικών παραμέτρων
- στ) Υπακοή στο νόμο του Beer
- ζ) Ακρίβεια και επαναληψιμότητα της νέας μεθόδου
- η) Παρεμποδίσσεις (συνήθως ελέγχεται ή παρουσία 20-30 κατιόντων και ανιόντων σε συγκεντρώσεις 100/πλάσιες από το προσδιοριζόμενο κατιόν καθώς και η παρουσία διαφόρων αλάτων σε πολύ μεγάλες συγκεντρώσεις 1-2 g/100 ml-περίπτωση θαλασσίου ύδατος)
- θ) Έλεγχος της μεθόδου με πρότυπα δείγματα

Με την παράθεση των στοιχείων αυτών δίνεται μια συνοπτική εικόνα της πορείας που πρέπει να ακολουθήσει ο ερευνητής για την ανάπτυξη μιας νέας μεθόδου προσδιορισμού. Ουσιαστικά, πέρα από τον συνήθη έλεγχο που καλείται να εκτελέσει ένας επιστήμονας στα προβλήματα της ρυπάνσεως του περιβάλλοντος, επιβάλλεται η έρευνα για την βελτίωση των υπαρχουσών μεθόδων προσδιορισμού, ιδιαίτερα σ' αυτά τα αντικείμενα, όπου υπάρχουν ακόμη πολλά και σοβαρά προβλήματα.

ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

1. ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

Τα φυσικά ύδατα δεν είναι καθαρά με την έννοια ότι περιέχουν διάφορες προσμίξεις. Δηλ. δεν είναι όπως το απεσταγμένο ύδωρ, καθαρή χημική ένωση του οξυγόνου και του υδρογόνου (H_2O). Οι προσμίξεις είναι ή διαλελυμένες ή αιωρούνται και προέρχονται από τα υλικά με τα οποία το φυσικό ύδωρ ήρθε σε επαφή. Τα υλικά αυτά είναι τα γεωλογικά στρώματα, υλικά φυτικών και ζωικών οργανισμών και η ατμόσφαιρα. Μάλιστα το πόσιμο ύδωρ, το νερό, πρέπει να περιέχει διαλελυμένα ορισμένα άλατα και αέρια γιατί αλλιώς είναι ακατάλληλο για τη χρήση αυτή.

Όταν όμως εξ αιτίας της ανθρώπινης δραστηριότητας τα ύδατα γενικά περιέχουν ουσίες που τα καθιστούν βλαπτικά, τότε τα θεωρούμε ότι έχουν ρυπανθεί και θα πρέπει να καθοριστεί η χρήση τους ανάλογα με την καθαρότητά τους. Έτσι καθορίζονται ορισμένοι παράμετροι οι οποίοι ελέγχουν την έκταση της ρυπάνσεως.

Οι γενικοί έλεγχοι που εκτελούνται στα ύδατα περιλαμβάνουν τους προσδιορισμούς:

α). Στερεά εν διαλύσει

Τα στερεά εν διαλύσει προσδιορίζονται δι' εξατμίσεως ενός ορισμένου όγκου ύδατος σε προζυγισμένη κάψα λευκοχρύσου σε θερμοκρασία $102-5^\circ C$. Η εργασία αυτή γίνεται συνήθως με ατμόλουτρο. Η παράμετρος αυτή ελέγχει το σύνολο των στερεών εν διαλύσει, δηλ. κυρίως τα άλατα. Έτσι γνωρίζουμε την συνολική φόρτιση

του ύδατος σε στερεά και το υπόλειμμα είναι ιδιαίτερα χρήσιμο όταν θέλουμε να κάνουμε μια πλήρη ανάλυση του ύδατος.

Με την πύρωση της κάψας στους 600 °C μπορούμε στοιχειωδώς να διαχωρίσουμε τα οργανικά από τα ανόργανα συστατικά που πολλές φορές μας χρειάζονται για τον έλεγχο των βιομηχανικών ιδίως αποβλήτων.

β) Στερεά εν αιωρήσει

Στερεά εν αιωρήσει ονομάζονται ουσιαστικά τα μη διαλελυμένα στερεά, δηλ. τα στερεά που κατακρατούνται σε ηθμό αμιάντου κατά τη διήθηση του ύδατος. Ο όρος αυτός είναι πολύ γενικός, διότι υλικά σε κολλοειδή διασπορά διέρχονται και δεν κατακρατούνται οπότε και δεν υπολογίζονται. Είναι δηλ. μια συμβατική έκφραση που έχει χρησιμότητα για τον υπολογισμό του βαθμού της ρυπάνσεως των αποβλήτων που δέχεται ένας φυσικός αποδέκτης. Τα στερεά εν αιωρήσει μειώνουν τη διείσδυση του φωτός στα ύδατα και έτσι μειώνεται η αναγέννηση του οξυγόνου με τη φωτοσύνθεση στο χώρο όπου υπάρχουν. Παράλληλα επιδρούν δυσμενώς στην αισθητική εικόνα του ύδατος.

γ) Καθιζανόμενα στερεά

Καθιζανόμενα στερεά είναι τα στερεά εν αιωρήσει, τα οποία με την παραμονή καθιζάνουν. Με την καθίζηση το ύδωρ διαυγάζει αλλά στους πυθμένας των φυσικών αποδεκτών, όπως π.χ. στις λίμνες, δημιουργούνται σοβαρά προβλήματα από την καθίζηση. Εάν τα στερεά αυτά είναι οργανικής προελεύσεως τότε αρχίζει η αποσύνθεσή τους με αντίστοιχη κατανάλωση του οξυγόνου ενώ τα ανοργάνου προελεύσεως στερεά επικαλύπτουν τον πυθμένα, καταστρέφοντας τη ζωή που υπάρχει και προκαλώντας σημαντική διατάραξη της βιολογικής ισορροπίας.

Για το λόγο αυτό η πρωταρχική κατεργασία των αστικών και βιομηχανικών αποβλήτων, περιλαμβάνει την καθίζηση σε ειδικές δεξαμενές. Τα καθιζανόμενα στερεά προσδιορίζονται ή με τον υπολογισμό του όγκου τους σε κώνους του Imhoff ή σε παρόμοια δοχεία ή από το βάρος τους.

δ) Θολερότητα

Η θολερότητα εκφράζει το μέτρο της περιθλάσεως και απορρο-

φήσεως του φωτός από τα ύδατα που περιέχουν υλικά σε κολλοειδή διασπορά και στερεά εν αιωρήσει μικρού μεγέθους. Έχει δυσμενή επίδραση στην αισθητική εικόνα του ύδατος και πολλές φορές συσχετίζονται και με την οργανική φόρτιση (BOD). Τα υλικά αυτά είναι σωματίδια ιλύος, ανόργανες κι οργανικές ύλες (SiO_2 , $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Al}(\text{OH})_3$) ακόμη και μικροοργανισμοί. Ως μονάδα θολερότητας συνήθως χρησιμοποιείται αιώρημα 1 mg/l διοξειδίου του πυριτίου στο ύδωρ. Υπάρχουν όμως και άλλες μονάδες. Με βάση την μονάδα αυτή ύδωρ που περιέχει 5 μονάδες διακρίνεται ως θολερό και είναι ακατάλληλο για πόση. Το ύδωρ μιας λίμνης κυμαίνεται γύρω στις 25 μονάδες και λασπώδες ύδωρ ξεπερνά τις 100 μονάδες.

ε) Υδρογονάνθρακες

Οι υδρογονάνθρακες ή τα πετρελαιοειδή συνήθως δημιουργούν λεπτά υμένια στην επιφάνεια του ύδατος με αντιαισθητική όψη, με μείωση της διαλύσεως του ατμοσφαιρικού οξυγόνου στο ύδωρ και της διεισδύσεως σ' αυτό, του φωτός.

Άλλοι σημαντικοί παράμετροι που ελέγχονται γενικά είναι:

α) Οσμή

Η οσμή μπορεί να είναι χαρακτηριστική του αποβλήτου καθώς εξέρχεται ή ακόμη να αναπτυχθεί καθώς τούτο κυλά, από την αποσύνθεση διαφόρων ρυπαντών που υπάρχουν σ' αυτό.

Έτσι με την αναερόβια αποσύνθεση θειούχων ενώσεων εκλύεται το υδρόθειο (οσμή κλούβιων αυγών).

β) Χρώμα

Τα καθαρά ύδατα είναι άχροα. Επομένως κάθε υλικό που έχει χρώμα και υπάρχει στα ύδατα, τα χρωματίζει αντίστοιχα. Κατά συνέπεια τα χρωματισμένα ύδατα σαφώς πρέπει να ελέγχονται. Τα χρώματα συνήθως προέρχονται από φυσικά ορυκτά όπως τα ορυκτά του μαγγανίου και του σιδήρου, από φυτικά προϊόντα, όπως τα χημικά οξέα και οι ταννίνες και βέβαια από βιομηχανικά απόβλητα. Πρότυπα διαλύματα χρωμάτων συνίσταται από λευκοχρυσικό κάλιο και χλωριούχο κοβάλτιο. Έτσι το χρώμα του ύδατος που σχηματίζεται με την ανάμιξη 1 mg/l λευκοχρύσου περιεχομένου στο $\text{K}_2 \text{PtCl}_6$ και 0,5 mg/l κοβαλτίου από CoCl_2 , λαμβάνεται ως μονάδα χρώματος, χρώματος που είναι όμοιο με το χρώμα πολλών φυσικών υδάτων. Σειρές σωλήνων που περιέχουν διάφορες μονάδες χρώματος, από 0 μέχρι 60 χρησιμοποιούνται για συγκρίσεις με

δείγματα υδάτων προς έλεγχο. Βεβαίως οι χρωματομετρικές μέθοδοι είναι πιο αντικειμενικές.

γ) Γεύση

Η γεύση των υδάτων έχει ιδιαίτερη σημασία όταν χρησιμοποιούνται ως πόσιμα ή για την ανάπτυξη ιχθυοκαλλιέργειας. Ψάρια που έχουν αναπτυχθεί σε ύδατα με κάποια γεύση, συνήθως την μεταφέρουν στις σάρκες τους και είναι ακατάλληλα για βρώση. Πολλές χημικές ενώσεις έχουν δυσάρεστη γεύση και ιδιαίτερα αναφέρεται η φαινόλη και τα παράγωγα της. Η γεύση από τη φαινόλη επιδεινώνεται από την χλωρίωση, που είναι η πιο συνηθισμένη απολύμανση των υδάτων. Οι φανόλες πολλές φορές ευρίσκονται και στα φυσικά ύδατα προερχόμενες από την αποσύνθεση ταννινών σε λιμνάζοντα ύδατα αλλά και λόγω ρυπάνσεως. Το όριο για την φαινόλη που ισχύει στις Η.Π.Α. (U. S. Public Service Drinking Water Standard) για το πόσιμο ύδωρ είναι 0.001 mg/l ή απλούστερα 1 ppb.

2. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΥΓΡΩΝ

2.1 Βασικές προϋποθέσεις

Είναι γνωστό ότι η σωστή δειγματοληψία αποτελεί τη βασική προϋπόθεση για μια χημική ανάλυση προκειμένου να εξαχθούν χρήσιμα αποτελέσματα. Κατά προέκταση η σωστή δειγματοληψία είναι πιο απαραίτητη για τις αναλύσεις των υδάτων και των αποβλήτων, γιατί είναι φανερό ότι μια μεμονωμένη ανάλυση ενός ύδατος στον τόπο και στο χρόνο που θέλουμε δεν είναι δυνατόν να μας δώσει χρήσιμα αποτελέσματα, ανεξάρτητα από το γεγονός ότι μια τέτοια επιδίωξη απαιτεί ειδικές και μεγάλου κόστους συσκευές. Εάν η δειγματοληψία του ύδατος ή των αποβλήτων που θέλουμε να εξετάσουμε δεν γίνει σε αντιπροσωπευτικό δείγμα ή μεταξύ της δειγματοληψίας και της αναλύσεως γίνουν μη αντιστρεπτές μεταβολές, τότε τα αποτελέσματα της αναλύσεως για την αξιολόγηση ενός ύδατος ή αποβλήτων θα είναι τελείως χωρίς αξία.

Για το λόγο αυτό πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι παρακάτω βασικές προϋποθέσεις: