

**ΚΩΔΙΚΑΣ ΠΡΑΚΤΙΚΗΣ**  
**ΣΥΛΛΟΓΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ**  
**ΠΙΣΙΝΑΣ & ΥΔΡΟΜΑΣΑΖ (ΣΕΕΠΥ)**

**Σχεδιασμός, Κατασκευή, Λειτουργία και Συντήρηση Κολυμβητικών**  
**Δεξαμενών Δημόσιας Χρήσης**



## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Εισαγωγή	
Σκοπός	
Αναφορές	
1 Σχεδιασμός και κατασκευή κολυμβητικών δεξαμενών	7
1.1 Ορισμοί και ορολογία	7
1.2 Σχεδιασμός δομικών υποδομών και απαιτήσεις	9
1.2.1 Γενικά	9
1.2.2 Δεξαμενές υπερχειλίσης	9
1.2.3 Επιφάνειες επαφής	9
1.2.4 Μηχανολογικοί χώροι	9
1.2.5 Λεκάνη Κολύμβησης	10
1.3 Πλήρωση, αναπλήρωση και αποχέτευση νερού	11
1.4 Μέγιστο φορτίο - ανακυκλοφορία - περίοδος ανανέωσης	13
1.5 Υδραυλική εγκατάσταση κολυμβητικής δεξαμενής	16
1.5.1 Εισροή νερού στην κολυμβητική δεξαμενή	16
1.5.2 Απορροή του επιφανειακού νερού της κολυμβητικής δεξαμενής	17
1.5.3 Εκροή από φρεάτια πυθμένα – πλευρικά φρεάτια αναρρόφησης	17
1.6 Σύστημα επεξεργασίας νερού	18
1.6.1 Γενικά	18
1.6.2 Φίλτρα	19
1.6.3 Αντλίες	24
1.6.4 Υδραυλικά δίκτυα	26
1.6.5 Όργανα μέτρησης	26
1.6.6 Βαλβίδες δειγματοληψίας	27
2 Χημική επεξεργασία και απολύμανση νερού κολυμβητικών δεξαμενών	28
2.1 Ορισμοί και ορολογία	28
2.2 Χημικές παράμετροι κρίσιμες για την ποιότητα του νερού	29
2.2.1 Γενικά	29
2.2.2 pH	29
2.2.3 Ολική αλκαλικότητα	30
2.2.4 Σκληρότητα	31
2.2.5 Συνολικά διαλυμένα στερεά	31
2.2.6 Χημική εξισορρόπηση νερού κολυμβητικής δεξαμενής	32
2.3 Απολύμανση	32
2.3.1 Γενικά	32
2.3.2 Επιτρεπτές απολυμαντικές ουσίες	33
2.3.3 Συστήματα χλωρίωσης	34
2.3.4 Επιτρεπτά όρια χλωρίωσης	35
2.3.5 Παραπροϊόντα χλωρίωσης	36
2.3.6 Αποχλωρίωση	36

2.3.7	Έλεγχος Δοσομέτρησης .....	37
2.3.8	Συμπληρωματικές μέθοδοι απολύμανσης .....	37
2.3.9	Ανάπτυξη άλγεων .....	40
3	Λειτουργία και συντήρηση κολυμβητικών δεξαμενών .....	41
3.1	Υγιεινή της κολύμβησης .....	41
3.1.1	Γενικά.....	41
3.1.2	Υγιεινή πριν την κολύμβηση .....	41
3.1.3	Μολύνσεις και τρόποι μετάδοσής τους – Μικροβιολογικές αναλύσεις.....	42
3.1.4	Τύποι μολύνσεων .....	44
3.1.5	Πότε η κολύμβηση δεν επιτρέπεται .....	45
3.1.6	Βλαβερές επιπτώσεις παραπροϊόντων απολύμανσης.....	45
3.2	Λειτουργία εγκαταστάσεων κολυμβητικών δεξαμενών.....	47
3.2.1	Γενικά.....	47
3.2.2	Καθαρισμός .....	47
3.2.3	Καθημερινοί έλεγχοι.....	47
3.2.4	Αντίστροφη πλύση φίλτρων .....	48
3.2.5	Ετήσια προγραμματισμένη συντήρηση .....	48
3.3	Διαχείριση χημικών .....	48
3.3.1	Πιστοποιητικό καταλληλότητας .....	48
3.3.2	Καθαρότητα και ισχύς .....	48
3.3.3	Έντυπο δεδομένων ασφαλείας υλικού.....	49
3.3.4	Αξιολόγηση και εξάλειψη κινδύνων.....	49
3.3.5	Μεταφορά διανομή και αποθήκευση χημικών .....	50
3.3.6	Προστασία του προσωπικού και Πρώτες Βοήθειες.....	51

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

## Εισαγωγή

Ο παρών Κώδικας Πρακτικής συντάχθηκε και εκδόθηκε από τον Σύλλογο Ελληνικών Επιχειρήσεων Πισίνας & Υδρομασάζ (ΣΕΕΠΥ), ο οποίος διατηρεί την κυριότητα και πνευματική ιδιοκτησία του.

Ο Κώδικας συμμορφώνεται, καλύπτει και συμπληρώνει όπου θεωρείται αναγκαίο, την ισχύουσα Ελληνική Νομοθεσία έτσι όπως διατυπώνεται στην Γ1/443/73 (ΦΕΚ 87 Β) Υγ. Διάταξη «Περί κολυμβητικών δεξαμενών μετά οδηγιών κατασκευής και λειτουργίας αυτών» και στις τροποποιήσεις της : Γ4 1150/76 (ΦΕΚ 937 Β) και ΔΥΓ2/80825/06 (ΦΕΚ 120 Β) καθώς και στην εγκύκλιο ΔΥΓ2/99932/06/22.3.07 «Οδηγίες- διευκρινήσεις εφαρμογής των Υγ. Διατάξεων για τη λειτουργία κολυμβητικών δεξαμενών». Παράλληλα μπορεί να θεωρηθεί ως συνοδευτικό του υφιστάμενου Ευρωπαϊκού Πρότυπου EN 15288-1,2:2008, το οποίο αναφέρεται κατά κύριο λόγο στις απαιτήσεις ασφαλείας για τον σχεδιασμό και τη λειτουργία των Κολυμβητικών Δεξαμενών Δημοσίας Χρήσης, προτείνοντας τρόπους σχεδιασμού και μεθόδους κατασκευής συμμορφούμενους με την Ευρωπαϊκή Πρακτική.

Ο Κώδικας Πρακτικής παρέχει μια πρακτική περίληψη οδηγιών, συστάσεων και των κατευθυντήριων γραμμών, αλλά επίσης μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελεί έναν «οδικό χάρτη» με τον οποίο οι σχεδιαστές, κατασκευαστές, εγκαταστάτες και διαχειριστές κολυμβητικών δεξαμενών δημόσιας χρήσης μπορούν να πορευθούν και με τη βοήθεια του να αξιολογήσουν τα αποτελέσματα της εργασίας τους.

Ο παρών Κώδικας δεν φιλοδοξεί να υποκαταστήσει την πληρότητα και την δυνατότητα πρόβλεψης ενός Προτύπου. Κάθε χρήστης είναι υπεύθυνος για την ορθή εφαρμογή του. Η συμμόρφωση με αυτόν και μόνο, δεν παρέχει ασυλία για τις νομικές υποχρεώσεις που απορρέουν από την τήρηση της ισχύουσας νομοθεσίας.

Ο ΣΕΕΠΥ διατηρεί το δικαίωμα να τον αποσύρει ή να τον τροποποιήσει. Αναλαμβάνει επίσης την υποχρέωση της ενημέρωσης και αναθεώρησής του μέσα σε χρονικά διαστήματα που δεν θα υπερβαίνουν τα δύο έτη. Η πλέον ενημερωμένη έκδοση του Κώδικα θα είναι αναρτημένη στην επίσημη ιστοσελίδα του ΣΕΕΠΥ.

Ο παρών Κώδικας Πρακτικής περιλαμβάνει προτάσεις που αφορούν:

- Τον σχεδιασμό και την κατασκευή κοινόχρηστων κολυμβητικών δεξαμενών.
- Την λειτουργία και συντήρησή τους

Παράλληλα παρατίθεται με απλοποιημένο και συνοπτικό τρόπο το θεωρητικό υπόβαθρο της χημείας του νερού των κολυμβητικών δεξαμενών, ώστε να είναι προσβάσιμο από αναγνώστες χωρίς ειδικές γνώσεις.

## Σκοπός

Ο παρών Κώδικας Πρακτικής καθορίζει και περιγράφει τις απαιτήσεις για τον σχεδιασμό, κατασκευή και λειτουργία των συστημάτων ανακυκλοφορίας, διύλισης και επεξεργασίας του νερού των Κολυμβητικών Δεξαμενών Δημόσιας Χρήσης.

Ο σκοπός του είναι να παράσχει στους σχεδιαστές, κατασκευαστές και λειτουργούς, τις βασικές αρχές καλής πρακτικής για την λειτουργία των κολυμβητικών δεξαμενών σύμφωνα με την ισχύουσα Ελληνική και Ευρωπαϊκή νομοθεσία.

Ο Κώδικας Πρακτικής καλύπτει τις κολυμβητικές δεξαμενές που στον EN 15288-1 αναφέρονται ως:

- **Κολυμβητικές Δεξαμενές Τύπου 1** - δημόσιες κολυμβητικές δεξαμενές για τις οποίες η χρήση του υδάτινου στοιχείου αποτελεί την κύρια επαγγελματική δραστηριότητα του χώρου στον οποίο βρίσκονται (π.χ. δημόσια κολυμβητήρια, κολυμβητικές δεξαμενές πάρκων αναψυχής, κολυμβητικές δεξαμενές υδάτινων πάρκων κ.α.).
- **Κολυμβητικές Δεξαμενές Τύπου 2** - δημόσιες κολυμβητικές δεξαμενές για τις οποίες η χρήση του υδάτινου στοιχείου δεν αποτελεί την κύρια επαγγελματική δραστηριότητα του χώρου στον οποίο βρίσκονται, αλλά συμπληρωματική υπηρεσία (π.χ. κολυμβητικές δεξαμενές ξενοδοχείων, camping, club, κολυμβητικές δεξαμενές θεραπευτηρίων κ.α.).

Ο παρών Κώδικας δεν έχει εφαρμογή σε:

- Δεξαμενές Υδροθεραπείας Νοσηλευτικών Μονάδων
- Spa (μικρές δεξαμενές υδροθεραπείας) δημόσιας και Ιδιωτικής Χρήσης
- Φυσικές πισίνες
- Ιδιωτικές κολυμβητικές δεξαμενές που καλύπτονται από EN 16582-1,2,3 και EN 16713-1,2,3

## Αναφορές

Τα ακόλουθα έγγραφα, εν όλο ή εν μέρει, αποτελούν κανονιστικές αναφορές του Κώδικα Πρακτικής και είναι απαραίτητα για την εφαρμογή του. Για αναφορές με ημερομηνία, ισχύει μόνο η παρατιθέμενη αναφορά. Για αναφορές χωρίς ημερομηνία ισχύει πάντα η πιο πρόσφατη έκδοση του εγγράφου.

- EN 15288-1:2008, Swimming pools - Part 1: Safety requirements for design
- EN 15288-2:2008, Swimming pools - Part 1: Safety requirements for operation
- EN 13451, Swimming Pool Equipment, μέρη 1 - 11.
- Περί κολυμβητικών δεξαμενών μετά οδηγιών κατασκευής και λειτουργίας αυτών. (ΦΕΚ 87/Β/24-1-73), Υπουργική Απόφαση: Γ1/443/15-1-1973.
- Περί τροποποιήσεως και συμπληρώσεως της υπ' αριθ. Γ1/443/1973 Υγειονομικής διατάξεως (ΦΕΚ 87/Β/24-1-73), Υγειονομική διάταξη Γ4/1150/76.
- Υπουργική απόφαση 31-01-2006, αριθ. ΔΥΓ2/80825/06 (ΦΕΚ 120 Β)

- ΔΥΓ2/99932/06/22.3.07 «Οδηγίες- διευκρινήσεις εφαρμογής των Υγ. Διατάξεων για τη λειτουργία κολυμβητικών δεξαμενών
- EN 15077, Chemicals used for treatment of swimming pool water - Sodium hypochlorite
- EN 15073, Chemicals used for treatment of swimming pool water – Sodium dichloroisocyanurate dehydrate
- EN 15072, Chemicals used for treatment of swimming pool water – Sodium dichloroisocyanurate anhydrous
- EN 15032, Chemicals used for treatment of swimming pool water – Trichloroisocyanuric acid
- EN 15075, Chemicals used for treatment of swimming pool water – Sodium hydrogen carbonate
- EN 15078, Chemicals used for treatment of swimming pool water – Sulfuric acid
- EN 15362, Chemicals used for treatment of swimming pool water – Sodium carbonate
- EN 15076, Chemicals used for treatment of swimming pool water – Sodium hydroxide
- EN 15513, Chemicals used for treatment of swimming pool water – Carbon dioxide
- EN 15514, Chemicals used for treatment of swimming pool water – Hydrochloric acid
- EN 15796, Chemicals used for treatment of swimming pool water – Calcium hypochlorite
- EN 16038, Chemicals used for treatment of swimming pool water – Sodium hydrogen sulfate
- EN 16401, Chemicals used for treatment of swimming pool water – Sodium chloride used for electrochlorinator systems
- EN 15031, Chemicals used for treatment of swimming pool water – Aluminum based coagulants
- EN 15074, Chemicals used for treatment of swimming pool water – Ozone
- EN 15797, Chemicals used for treatment of swimming pool water – Iron based coagulants
- EN 16400, Chemicals used for treatment of swimming pool water – Hydrogen peroxide
- EN 15399, Chemicals used for treatment of swimming pool water – Sodium thiosulfate

# 1 Σχεδιασμός και κατασκευή κολυμβητικών δεξαμενών

## 1.1 Ορισμοί και ορολογία

- **Κολυμβητική δεξαμενή** είναι μια εγκατάσταση που περιλαμβάνει μία ή περισσότερες υδάτινες περιοχές προοριζόμενες για κολύμβηση, αναψυχή ή και για άλλες φυσικές δραστηριότητες που έχουν σχέση με το υδάτινο στοιχείο.
- **Εσωτερική ή κλειστή** είναι η κολυμβητική δεξαμενή που είναι εγκατεστημένη σε κτίριο το οποίο σκεπάζεται από οροφή (σταθερή ή κινούμενη).
- **Υπαίθρια ή ανοικτή** είναι η κολυμβητική δεξαμενή που βρίσκεται σε ανοικτό περιφραγμένο χώρο.
- **Ιδιωτική** είναι η κολυμβητική δεξαμενή που η χρήση της είναι σχεδιασμένη για τον ιδιοκτήτη της, την οικογένειά και τους φιλοξενούμενους του. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται και οι κολυμβητικές δεξαμενές που βρίσκονται σε οικίες που ενοικιάζονται για οικογενειακή χρήση.
- **Δημόσια ή κοινόχρηστη** είναι η κολυμβητική δεξαμενή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από το κοινό ή ομάδων πληθυσμού και όχι μόνο από τον ιδιοκτήτη της, όπως μέλη συλλόγων, εκπαιδευτικών ιδρυμάτων, ξενοδοχείων, ενοίκων πολυκατοικίας κλπ. ανεξαρτήτως ιδιοκτησίας.
- **Αθλητική** είναι η κολυμβητική δεξαμενή που χρησιμοποιείται αποκλειστικά ή κατά κύριο λόγο για τέλεση αθλητικών αγωνισμάτων, προπόνηση ή εκπαίδευση.
- **Θεραπευτική** είναι η κολυμβητική δεξαμενή που η χρήση της έχει σχεδιαστεί για παροχή ιατρικής φροντίδας ή φυσιοθεραπείας, ελεγχόμενη από αρμόδιο και εξειδικευμένο προσωπικό.
- **Επεξεργασία Νερού Κολυμβητικής Δεξαμενής** είναι το σύνολο των διεργασιών μέσω των οποίων διασφαλίζεται ότι η ποιότητα του νερού είναι κατάλληλη για τη συγκεκριμένη χρήση και ότι ανταποκρίνεται σε συγκεκριμένες απαιτήσεις υγιεινής.
- **Ανακυκλοφορία Κολυμβητικής Δεξαμενής** είναι η συνεχής ροή καθ' όλη τη διάρκεια της λειτουργίας της δεξαμενής που οφείλεται στην ταυτόχρονη προσαγωγή και απαγωγή του νερού. Αυτή η ροή ενεργοποιεί διεργασίες ανάμιξης και μεταφοράς μέσω των οποίων διασφαλίζεται η ομοιόμορφη κατανομή των απολυμαντικών ουσιών στην υδάτινη μάζα και παράλληλα η απομάκρυνση των ρυπαντών.
- **Ρυπαντές** είναι ανεπιθύμητες ανόργανες και οργανικές ουσίες καθώς και μικροοργανισμοί που εισέρχονται στο νερό της κολυμβητικής δεξαμενής.
- **Απολύμανση** είναι η διαδικασία καταστροφής – θανάτωσης ορισμένων μικροοργανισμών μέσω οξειδωτικών απολυμαντικών ουσιών.
- **Περίοδος ανανέωσης (turnover period) του νερού κολυμβητικής δεξαμενής** είναι ο χρόνος που απαιτείται ώστε ο συνολικός υδάτινος όγκος της κολυμβητικής δεξαμενής να διέλθει μία φορά μέσω του συστήματος ανακυκλοφορίας και διύλισης. Όσο μικρότερη η περίοδος ανανέωσης, τόσο αποτελεσματικότερη η επεξεργασία του νερού.
- **Επιφάνεια νερού ανά λουόμενο α.** Είναι η θεωρητική υδάτινη επιφάνεια που προορίζεται για έναν λουόμενο.

- **Μέγιστο φορτίο λουομένων N.** Είναι η βάση για τον υπολογισμό της ανακυκλοφορίας των κολυμβητικών δεξαμενών. Υπολογίζεται ως το πηλίκο της υδάτινης επιφάνειας της κολυμβητικής δεξαμενής προς την επιφάνεια νερού ανά λουόμενο.

$$N = A/a$$

Όπου A η υδάτινη επιφάνεια (σε m<sup>2</sup>) και α η επιφάνεια νερού ανά λουόμενο (σε m<sup>2</sup>)

- **Φίλτρο ή Σύστημα Διύλισης.** Είναι σύστημα που αποτελείται από το σώμα του φίλτρου και το μέσο (ή τα στοιχεία) διύλισης.
- **Διήθημα (filtrate).** Είναι το επεξεργασμένο μετά τη διεργασία της διύλισης νερό και πριν την προσθήκη της απολυμαντικής ουσίας. Κλίνη διύλισης. Συγκροτείται από το μέσο στο οποίο συγκρατούνται οι ρύποι κατά την διύλιση του νερού.
- **Κλίνη διύλισης.** Συνίσταται από το υλικό πλήρωσης του φίλτρου και στη μάζα της συγκρατούνται οι ρύποι του νερού κατά την διύλιση.
- **Φίλτρα σταθερής κλίνης.** Λέγονται και φίλτρα κοκκώδους μέσου διύλισης. Αποτελούνται από το σώμα του φίλτρου και την κλίνη διύλισης. Μπορεί να είναι ανοικτά δοχεία που λειτουργούν σε ατμοσφαιρική πίεση ή κλειστά δοχεία πίεσης. Συνηθέστερο μέσο διύλισης είναι η χαλαζιακή άμμος.
- **Φίλτρα αναγεννώμενης κλίνης.** Λέγονται και φίλτρα προεπικάλυψης (pre coat filters). Το μέσο διύλισης είναι ένα λεπτόκοκκο πορώδες υλικό το οποίο επικαλύπτει τα στοιχεία του φίλτρου και μπορεί να σχηματίσει κλίνη με μεγάλη επιφάνεια διύλισης. Κατά τη φάση της αντίστροφης πλύσης το υπάρχον υλικό προεπικάλυψης αποχετεύεται και η κλίνη αναγεννάται.
- **Μονοστρωματικά φίλτρα.** Είναι τα φίλτρα σταθερής κλίνης των οποίων η κλίνη αποτελείται από ένα και μόνο υλικό (το υλικό αυτό μπορεί να υπάρχει σε διαφορετικές κοκκομετρίες).
- **Πολυστρωματικά φίλτρα.** Είναι τα φίλτρα σταθερής κλίνης των οποίων η κλίνη αποτελείται τουλάχιστον από δύο διαφορετικά υλικά (φίλτρα με κλίνη ενός συστατικού σε περισσότερες της μιας κοκκομετρίες δεν μπορεί να θεωρηθεί πολυστρωματικό).
- **Αντίστροφη πλύση φίλτρου (backwash).** Είναι η διαδικασία καθαρισμού του φίλτρου αντιστρέφοντας την διεύθυνση της ροής του νερού στο μέσο διύλισης, εκβάλλοντας έτσι τους ρύπους προς την αποχέτευση.
- **Δεξαμενή υπερχειλίσης.** Είναι ένα ανοικτό στεγανό δοχείο. Βοηθά στη διατήρηση σταθερής στάθμης νερού της κολυμβητικής δεξαμενής, τροφοδοτεί τις αντλίες ανακυκλοφορίας με νερό και δέχεται το εκτοπιζόμενο νερό από τους κολυμβητές, μέσω του καναλιού υπερχειλίσης.
- **Δεξαμενή νερού αντίστροφης πλύσης (backwash).** Αν το νερό της αντίστροφης πλύσης των φίλτρων δεν είναι δυνατόν να διατεθεί απευθείας στο αποχετευτικό δίκτυο, θα πρέπει να προβλεφθεί μια ενδιάμεση δεξαμενή. Η δεξαμενή αυτή θα πρέπει να έχει ενεργό όγκο ίσο με τον όγκο του νερού που θα απαιτήσει η αντίστροφη πλύση τουλάχιστον ενός εκ των φίλτρων του μηχανοστασίου, επαυξημένο κατά 20%.
- **Κροκιδωτικό (coagulant).** Μια χημική ουσία που παράγει ένα ζελατινώδες ίζημα στο νερό και προκαλεί την συσσωμάτωση των λεπτών αιωρούμενων σωματιδίων, σε μεγαλύτερα σωματίδια τα οποία μπορούν να κρατηθούν στη κλίνη του φίλτρου.
- **Κροκίδωση.** Η δράση του κροκιδωτικού.



- **Κολλοειδή.** Λεπτότερες αιωρούμενες ουσίες στο νερό, που δεν καταβυθίζονται από μόνες τους και συμβάλλουν στη τιμή της θολερότητας.

## **1.2 Σχεδιασμός δομικών υποδομών και απαιτήσεις**

### **1.2.1 Γενικά**

Ο σχεδιασμός και η κατασκευή των δομικών υποδομών των κολυμβητικών δεξαμενών θα πρέπει να γίνεται με τρόπο που να διευκολύνεται η σωστή ανακυκλοφορία και η διατήρηση της καλής ποιότητας του νερού. Αναφορά πρέπει να γίνει στους ισχύοντες Ελληνικούς κανονισμούς καθώς και στον EN 1588-1 παρ. 5 για σχεδιαστικές και κατασκευαστικές απαιτήσεις σχετιζόμενες με την λεκάνη κολύμβησης, το κανάλι και τη δεξαμενή υπερχείλισης, τους μηχανολογικούς χώρους, τους βοηθητικούς και αποθηκευτικούς χώρους. Η στενή συνεργασία του αρχιτέκτονα και του εξειδικευμένου μηχανικού πρέπει απαραίτητα να αποσκοπεί στην πλήρη ικανοποίηση των υδραυλικών απαιτήσεων για αποτελεσματική ανακυκλοφορία και διατήρηση των συνθηκών καλής υγιεινής.

### **1.2.2 Δεξαμενές υπερχείλισης**

Οι δεξαμενές υπερχείλισης θα πρέπει να είναι σκεπασμένες, αεριζόμενες και να διαθέτουν αποχετευτικό αγωγό για αποφυγή υπερπλήρωσης. Θα πρέπει να σχεδιαστούν με τρόπο που να είναι δυνατή η πλήρης εκκένωσή τους και να υπάρχει ασφαλής πρόσβαση για τον καθαρισμό τους. Η στάθμη τους πρέπει να είναι χαμηλότερη από τη στάθμη νερού της κολυμβητικής δεξαμενής ώστε η απορροή του νερού σε αυτές να επιτελείται βαρυτικά.

Η χωρητικότητα της δεξαμενής υπερχείλισης πρέπει να είναι επαρκής για τον όγκο του νερού που εκτοπίζεται από τους λουόμενους, τον όγκο του υπερχειλίζοντος νερού που βρίσκεται στο περιμετρικό κανάλι υπερχείλισης και το δίκτυο απορροής του, καθώς και το νερό που απαιτείται για την αντίστροφη πλύση των φίλτρων. Οι απώλειες νερού πρέπει να αναπληρώνονται αυτόματα από το δίκτυο τροφοδοσίας. Αν η παροχή του δικτύου τροφοδοσίας παρουσιάζει σημαντικές διακυμάνσεις, θα πρέπει να γίνει ανάλογη πρόβλεψη.

### **1.2.3 Επιφάνειες επαφής**

Υλικά που έρχονται σε επαφή με το νερό δεν θα πρέπει να επηρεάζουν την ποιότητά του, ούτε να έρχονται σε κανενός είδους φυσικοχημική αντίδραση με αυτό, ούτε να επιτρέπουν την ανάπτυξη μικροοργανισμών και άλγεων, ούτε να εμποδίζουν την επεξεργασία του.

### **1.2.4 Μηχανολογικοί χώροι**

Δεδομένου ότι οι χώροι αυτοί επηρεάζουν την λειτουργικότητα της εγκατάστασης, θα πρέπει κατά τον σχεδιασμό να ληφθούν υπόψη οι πραγματικές ανάγκες. Θα πρέπει να εξασφαλιστούν καλές προσβάσεις προκειμένου η εγκατάσταση του εξοπλισμού και η μελλοντική συντήρηση ή αντικατάσταση του εξοπλισμού να γίνονται απρόσκοπτα. Θα πρέπει επίσης να προβλεφθεί επαρκής χώρος για τον εξοπλισμό που έχει επιλεγεί, λαμβάνοντας υπόψη όλες τις ειδικές απαιτήσεις που πιθανόν να υπάρχουν καθώς και τον λειτουργικό χώρο που απαιτείται για τη συντήρησή του.

Η επιλογή των φίλτρων της κολυμβητικής δεξαμενής καθορίζει πρωτίστως τις χωρικές απαιτήσεις του μηχανοστασίου. Θα πρέπει να προβλέπεται πάντα επαρκής χώρος για την λειτουργική χωροθέτηση των φίλτρων, τις διελεύσεις για την επιθεώρησή τους, την πλήρωσή τους με το μέσο διύλισης, την συντήρηση και την πιθανή μελλοντική αντικατάστασή τους. Όσον αφορά το ύψος του μηχανοστασίου θα πρέπει να προβλεφθεί ελεύθερος χώρος ύψους τουλάχιστον 60 cm πάνω από τα φίλτρα.

Οι δοσομετρικοί σταθμοί και ο χώρος αποθήκευσης χημικών καλό είναι να βρίσκονται σε όμορο ανεξάρτητο χώρο. Οι απαιτήσεις γι' αυτούς τους χώρους παρατίθενται αναλυτικά στον EN 15288-1, παρ. 5.11. Αν εγκατασταθούν συστήματα αερίου χλωρίου ή γεννήτριες όζοντος θα πρέπει να ικανοποιούνται όλες οι απαιτήσεις ασφαλείας και λειτουργικότητας των κανονισμών DIN 19606 και DIN 19627.

Η ανανέωση του αέρα του μηχανοστασίου θα πρέπει να γίνεται τουλάχιστον 6 φορές την ώρα και στο χώρο των χημικών τουλάχιστον 10 φορές την ώρα. Κατά το σχεδιασμό της αποχέτευσης του μηχανολογικού χώρου θα πρέπει κατά προτεραιότητα να εξετάζεται η δυνατότητα κατασκευής βαρυτικού αποχετευτικού δικτύου ικανού να αντιμετωπίσει καταστάσεις έκτακτης ανάγκης από αστοχία της εγκατάστασης. Επίσης για λόγους ασφαλείας θα πρέπει να προβλέπεται βρύση πόσιμου νερού.

Για τις απαιτήσεις ασφαλείας και λειτουργικότητας των μηχανολογικών χώρων εκτός ισχύουσας ελληνικής νομοθεσίας αναφορά πρέπει να γίνεται στον EN 15288-1, παρ.5.12.

### **1.2.5 Λεκάνη Κολύμβησης**

Για τη λεκάνη των κοινόχρηστων κολυμβητικών δεξαμενών η ισχύουσα ελληνική νομοθεσία παραθέτει κατασκευαστικές απαιτήσεις σύμφωνα με τις οποίες θα πρέπει να είναι μόνιμης κατασκευής, υδατοστεγανή, με λείες επιφάνειες εύκολα καθαριζόμενες (κάλυψη του πυθμένα με άμμο ή γαιώδη υλικά δεν επιτρέπεται) και με υλικό εσωτερικής επένδυσης ανοικτής απόχρωσης, με σημάσεις για τα βάθη και τις αλλαγές βάθους. Γενικές οδηγίες για την σχεδίαση και κατασκευή δίνονται στον EN 15288-1, παρ. 5.6.2 & 5.6.3, ενώ για τον περιβάλλοντα της κολυμβητικής δεξαμενής χώρο στον EN 15288-1, παρ. 5.6.1.

Η λεκάνη μιας κολυμβητικής δεξαμενής μπορεί να έχει σχήμα, επιφάνεια, βάθος και άλλα ειδικά χαρακτηριστικά, ανάλογα για τη χρήση που προορίζεται. Τα χαρακτηριστικά αυτά θα πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά το σχεδιασμό. Μερικές κατηγορίες κολυμβητικών δεξαμενών και τα βασικά χαρακτηριστικά τους περιγράφονται συνοπτικά κατωτέρω.

**Κολυμβητικές δεξαμενές καταδύσεων.** Οι κολυμβητικές δεξαμενές καταδύσεων έχουν βάθη και υδάτινη επιφάνεια που καθορίζονται από τους κανονισμούς της FINA (Federation International de Natation Amateur). Για βαθύρες 1m απαιτείται βάθος 3.4m, ενώ για πλατφόρμες καταδύσεων 10m απαιτείται βάθος 5m.

**Δεξαμενές κολύμβησης.** Οι δεξαμενές που προορίζονται για κολύμβηση πρέπει να έχουν βάθος μεγαλύτερο από 1.35m. Στη κατηγορία αυτή υπάγονται και οι αγωνιστικές κολυμβητικές δεξαμενές που έχουν μήκη 25 ή 50m, κατ' ελάχιστον 8 διαδρομές με πλάτος κάθε μιας ιδανικά τουλάχιστον 2m. Οι διαστάσεις των αγωνιστικών και Ολυμπιακών δεξαμενών καθορίζονται από τους κανονισμούς της FINA που είναι ο οργανισμός που ελέγχει την αγωνιστική κολύμβηση. Οι δεξαμενές για κολύμβηση κοινής χρήσης (μη αγωνιστικές) δεν δεσμεύονται από

ειδικές διαστάσεις και σχήματα. Οι δεξαμενές αυτές είναι δυνατόν να έχουν διπλή χρήση, δηλαδή να χρησιμοποιούνται σε διαφορετικές χρονικές περιόδους από διαφορετικές ομάδες λουομένων (π.χ. μια σχολική κολυμβητική δεξαμενή εκμάθησης μπορεί να είναι ανοικτή για το κοινό σε ορισμένες απογευματινές περιόδους). Σε αυτή τη περίπτωση ο σχεδιασμός θα πρέπει να καλύπτει την πλέον απαιτητική χρήση.

**Κολυμβητικές δεξαμενές μεταβλητού βάθους.** Οι δεξαμενές αυτές διαθέτουν ψευδοπυθμένα μεταβλητού ύψους, έτσι ώστε το βάθος του νερού να μπορεί να μεταβληθεί σε όλη τη δεξαμενή ή σε ένα τμήμα της ανάλογα με τη χρήση.

**Δεξαμενές για μη κολυμβητές.** Είναι όρος του γερμανικού κανονισμού DIN 19643-1 (Pools for non-swimmers) που αναφέρεται σε δεξαμενές με βάθος μεταξύ 0.6 και 1.35m. Και στον EN 15288-1 διευκρινίζεται ότι σε μία κολυμβητική δεξαμενή οι περιοχές με βάθος > 1.35m θεωρούνται περιοχές κολύμβησης ενώ περιοχές με βάθος ≤ 1.35m θεωρούνται για μη κολυμβητές. Στη κατηγορία αυτή υπάγονται οι πισίνες αναψυχής (leisure pools). Συνήθως έχουν ακανόνιστο σχήμα και αρκετές ρηχές περιοχές. Στις ρηχότερες περιοχές η ανακυκλοφορία πρέπει να είναι πιο εντατική.

**Κολυμβητικές δεξαμενές με τεχνητά κύματα.** Ο μηχανισμός παραγωγής κυμάτων βρίσκεται σε μια άκρη της δεξαμενής που θα πρέπει να έχει υψηλότερα πλευρικά τοιχία και μεγαλύτερο βάθος. Τα παραγόμενα κύματα οδεύουν κατά μήκος της δεξαμενής και καταλήγουν στην απέναντι άκρη που έχει μορφή παραλίας. Κατά το σχεδιασμό θα πρέπει να δοθεί προσοχή στην επιφανειακή ανανέωση του νερού καθώς και στην ποιότητά του στο θάλαμο παραγωγής κυμάτων.

**Κολυμβητικές δεξαμενές με νεροτσουλήθρες.** Οι κολυμβητικές δεξαμενές αυτές θα πρέπει να έχουν βάθος τουλάχιστον 1m και ελάχιστη επιφάνεια 4m x 6m. Οι νεροτσουλήθρες θα πρέπει να τροφοδοτούνται είτε με το νερό της κολυμβητικής δεξαμενής. Σε περίπτωση που οι νεροτσουλήθρες δεν συνδέονται με κολυμβητική δεξαμενή υποδοχής αλλά καταλήγουν σε ρηχή έξοδο, θα πρέπει να τροφοδοτηθούν με επεξεργασμένο νερό.

**Παιδικές κολυμβητικές δεξαμενές.** Το βάθος τους δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 0.6m. Πολλές φορές τα φορτία τους είναι δυσανάλογα του νερού που περιέχουν. Σε αυτή τη περίπτωση ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί στο σχεδιασμό της ανακυκλοφορίας τους. Αν η ποιότητα του νερού δεν μπορεί να διατηρηθεί στα επιθυμητά επίπεδα, το νερό θα πρέπει να αντικαθίσταται ή δυνατόν καθημερινά. Η απολύμανση γίνεται ομοίως με τις άλλες κατηγορίες κολυμβητικές δεξαμενές.

Αναφορά σε περισσότερες κατηγορίες κολυμβητικών δεξαμενών γίνεται στον DIN 19643-1, παρ. 7.

### 1.3 Πλήρωση, αναπλήρωση και αποχέτευση νερού

Τα χαρακτηριστικά του νερού που θα χρησιμοποιηθεί για την πλήρωση των κολυμβητικών δεξαμενών, πρέπει σε γενικές γραμμές και με λίγες εξαιρέσεις (θαλασσινό και ιαματικό νερό) να συμπίπτουν με αυτά που οι κανονισμοί προδιαγράφουν για το πόσιμο. Η εξασφάλιση της

κατάλληλης ποιότητας νερού για την τροφοδότηση της κολυμβητικής δεξαμενής, αποτελεί βασική προϋπόθεση για την αδειοδότησή της.

Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί στα ακόλουθα:

- Το νερό θα πρέπει να είναι απαλλαγμένο οργανικών φορτίων και παθογόνων μικροοργανισμών.
- Δεν θα πρέπει να περιέχει επικίνδυνες για την υγεία των λουομένων χημικές ουσίες, όπως βαρέα μέταλλα κλπ.
- Περιεκτικότητα σε σίδηρο (Fe)  $\leq 0,1$  mg/l
- Περιεκτικότητα σε μαγγάνιο (Mn)  $\leq 0,01$  mg/l
- Περιεκτικότητα σε αμμώνιο ( $\text{NH}_4^+$ )  $\leq 2$  mg/l
- Περιεκτικότητα σε πολυφωσφορικά (ως P)  $\leq 0,005$  mg/l

Αν η αρχική πλήρωση της κολυμβητικής δεξαμενής γίνει με πόσιμο νερό του δικτύου ύδρευσης, αναμένεται ότι στις περισσότερες περιπτώσεις δεν θα υπάρχει πρόβλημα με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του. Προβλήματα μπορεί να εμφανισθούν στις περιπτώσεις που για την αρχική πλήρωση χρησιμοποιηθεί νερό γεωτρήσεων. Στη περίπτωση που δεν πληρούνται οι απαιτήσεις, ειδική επεξεργασία θα πρέπει να προβλεφθεί.

Αυξημένη περιεκτικότητα σε σίδηρο και μαγγάνιο μπορεί να προκαλέσει ανεπιθύμητες σκουρόχρωμες αποχρώσεις στο νερό και αυξημένη θολερότητα καθώς τα δύο αυτά μέταλλα οξειδούμενα από το οξυγόνο του αέρα ή κατά τη διαδικασία της χλωρίωσης, σχηματίζουν δυσδιάλυτα οξείδια κολλοειδούς μορφής. Λύση στη περίπτωση αυτή είναι ή η αποσιδήρωση/απομαγγάνωση του νερού πριν την πλήρωση της κολυμβητικής δεξαμενής, ή η ποσοτική καταβύθιση του σιδήρου και μαγγανίου μετά από ισχυρή οξείδωση (υπερχλωρίωση) και κροκίδωση εντός της δεξαμενής καθώς και η μετέπειτα απευθείας διάθεσή τους στο δίκτυο αποβλήτων με βυθοκαθαρισμό.

Αυξημένη περιεκτικότητα σε άζωτο και φώσφορο μπορεί να δημιουργήσει συνθήκες ευτροφισμού και ανεξέλεγκτη ανάπτυξη φυτοπλαγκτόν (άλγεων). Ο φώσφορος μπορεί να απομακρύνεται σταδιακά κατά τη φάση της διύλισης, αφού πρώτα μετατραπεί σε δυσδιάλυτες ενώσεις και με την προϋπόθεση ότι η διεργασία της διύλισης - κροκίδωσης γίνεται κανονικά (με χρήση ειδικών χημικών πρόσθετων μπορεί να βελτιστοποιηθεί το αποτέλεσμα).

Η χρήση θαλασσινού νερού με την φυσική περιεκτικότητα σε αλάτι ή ιαματικού νερού επίσημα αναγνωρισμένου είναι επιτρεπτές, αρκεί να είναι απαλλαγμένα παθογόνων μικροοργανισμών.

Κατά την λειτουργία της δεξαμενής τουλάχιστον 30l νερού της ανά λουόμενο θα πρέπει να αντικαθίστανται με φρέσκο νερό του δικτύου πλήρωσης, είτε συνεχώς, είτε μια φορά ημερησίως. Στην διαδικασία ανανέωσης του νερού θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και η συνεισφορά της αντίστροφης πλύσης των φίλτρων ή όποια άλλη διεργασία υποβοηθά την ανανέωση.

Το νερό κολύμβησης των κολυμβητικών δεξαμενών, δεδομένου ότι χαρακτηρίζεται από μικρό οργανικό φορτίο και υπό την προϋπόθεση ότι τηρούνται οι διαδικασίες σωστής επεξερ-

γασίας του, μπορεί να διατεθεί πρακτικά στο δίκτυο ομβρίων. Αντίθετα το νερό από την αντίστροφη πλύση των φίλτρων χαρακτηρίζεται ως λύμα και θα πρέπει να διατεθεί στο δίκτυο αποβλήτων σύμφωνα με την Ε1β/221/65 Υγειονομική Διάταξη.

#### 1.4 Μέγιστο φορτίο - ανακυκλοφορία - περίοδος ανανέωσης

Η ανακυκλοφορία του νερού σε μια κολυμβητική δεξαμενή, η περίοδος ανανέωσης (turnover) και η διαστασιολόγηση του συστήματος επεξεργασίας του νερού προκύπτουν από το μέγιστο φορτίο  $N$  που αναμένεται να δεχθεί. Το μέγιστο φορτίο είναι ένα βασικό μέγεθος που πρέπει να εκτιμηθεί στο στάδιο σχεδιασμού κάθε κολυμβητικής δεξαμενής και είναι ουσιαστικά ο μέγιστος αριθμός λουομένων που μπορούν ταυτόχρονα να χρησιμοποιούν την δεξαμενή ανά ώρα. Προκύπτει από την ακόλουθη εξίσωση:

$$N = A/a \quad (1.4.1)$$

Όπου

$A$  : η υδάτινη επιφάνεια της κολυμβητικής δεξαμενής σε  $m^2$ .

$a$  : η υδάτινη (εμπειρικά υπολογισμένη) επιφάνεια για κάθε λουόμενο σε  $m^2$ .

Το μέγιστο φορτίο εξαρτάται από τα ακόλουθα:

- Από την υδάτινη επιφάνεια της κολυμβητικής δεξαμενής σε όρους χώρου απαραίτητου για τους κολυμβητές ώστε να κινούνται άνετα και με φυσική ασφάλεια.
- Από το βάθος του νερού, με τη έννοια του ότι όσο βαθύτερη η κολυμβητική δεξαμενή, τόσο περισσότερη ουσιαστική κολύμβηση θα απαιτηθεί και επομένως τόσο μεγαλύτερη η επιφάνεια που ο κάθε λουόμενος χρειάζεται να καταλαμβάνει. Έτσι βαθιές δεξαμενές μπορούν να δεχτούν μικρότερα φορτία απ' ότι ρηχές ίδιας επιφάνειας.
- από τον τύπο της δεξαμενής και από το είδος της δραστηριότητας που επιτελείται σ' αυτή.

Η επιλογή της τιμής της παραμέτρου  $a$  γίνεται με τρόπο που να ενσωματώνεται η επίδραση του βάθους και της επιτελούμενης δραστηριότητας στην κολυμβητική δεξαμενή. Η παράμετρος αυτή είναι μια εμπειρικά εκτιμώμενη σταθερά. Οι πλέον αναγνωρισμένοι Ευρωπαϊκοί κανονισμοί (DIN 19643, British Code of Practice) δεν διαφοροποιούνται ουσιαστικά στην εκτίμησή της. Προτείνεται για τους υπολογισμούς σύμφωνα με τον παρόντα ΚΠ, να χρησιμοποιηθούν οι εκτιμήσεις του Βρετανικού Pool Water Treatment Advisory Group (με μια τροποποίηση που αφορά το ελάχιστο βάθος που απαιτείται για ουσιαστική κολύμβηση και που σύμφωνα με EN 15288-1 είναι 1.35 m). Σύνοψη παρατίθεται στον πίνακα που ακολουθεί:

Βάθος νερού	Υδάτινη επιφάνεια $\alpha$ ανά λουόμενο (m <sup>2</sup> )
< 1.0m	2.2
1.0 έως 1.35m	2.7
> 1.35m	4.0

**Πίνακας 1.4.1.** Εμπειρικές τιμές της επιφάνειας ανά λουόμενο

Η παροχή ανακυκλοφορίας  $Q$  που ορίζεται ως η ροή του νερού σε m<sup>3</sup>/h από και προς την κολυμβητική δεξαμενή μέσω όλου του συστήματος σωληνώσεων και επεξεργασίας, υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\text{Παροχή ανακυκλοφορίας (Q)} = \text{Μέγιστο φορτίο (N)} \times 1.7 \quad (1.4.2)$$

Στη σχέση αυτή το μέγιστο φορτίο (ή μέγιστος αριθμός λουομένων)  $N = A/a$ ,  $Q$  σε m<sup>3</sup>/h και η σταθερά 1.7 σε m<sup>3</sup>/h/λουόμενο. Αυτή η εμπειρική σταθερά 1.7 m<sup>3</sup>/h/λουόμενο ουσιαστικά εκφράζει τα m<sup>3</sup>/h επεξεργασμένου νερού που διαθέτει το σύστημα ανακυκλοφορίας και διύλισης για κάθε λουόμενο.

*Σημείωση:* Η επιφάνεια ανά λουόμενο  $\alpha$ , έτσι όπως ορίζεται ανωτέρω και συνδέεται με τον υπολογισμό της παροχής της ανακυκλοφορίας, δεν θα πρέπει να συγχέεται με την παράμετρο που χρησιμοποιείται στον ΦΕΚ 87/Β/24-1-73 για τον υπολογισμό του μεγίστου αριθμού των ατόμων τα οποία θα μπορούν να ευρισκονται ανά πάσα στιγμή εντός του περιφραγμένου χώρου της δεξαμενής (κυρίως δεξαμενή, διάδρομοι, αποδυτήρια, κτλ.).

Ένα συχνά χρησιμοποιούμενο μέγεθος σε υπολογισμούς και εκτιμήσεις είναι η περίοδος ανανέωσης του νερού (turnover) που εκφράζει το χρόνο που απαιτείται ώστε ο συνολικός όγκος νερού της κολυμβητικής δεξαμενής να διέλθει μια φορά μέσω του συστήματος ανακυκλοφορίας και διύλισης και δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$T = V/Q \quad (1.4.3)$$

Όπου:

$T$  η περίοδος ανανέωσης του νερού (turnover) σε h

$V$  ο όγκος νερού της κολυμβητικής δεξαμενής σε m<sup>3</sup>

$Q$  η παροχή ανακυκλοφορίας σε m<sup>3</sup>/h

Προφανώς όσο μικρότερη η περίοδος ανανέωσης, τόσο καλύτερη η επεξεργασία του νερού. Χρησιμοποιώντας τη σχέση (1.4.2) για τον υπολογισμό της ανακυκλοφορίας, προκύπτει ότι για κολυμβητικές δεξαμενές μικρότερου βάθους προκύπτουν μικρότερες περίοδοι ανανέωσης, από αυτές που θα είχαν δεξαμενές ίδιας επιφάνειας αλλά μεγαλύτερου βάθους. Αυτός ο υπολογισμός αντικατοπτρίζει το πραγματικό γεγονός του ότι ρηχές πισίνες χρησιμοποιούνται από περισσότερους λουόμενους, αντιμετωπίζουν μεγαλύτερες επιβαρύνσεις και επομένως απαιτείται εντατικότερη επεξεργασία για το νερό τους. Με την ίδια λογική για τα ρηχά τμήματα κολυμβητικών δεξαμενών αναψυχής, το turnover θα πρέπει να προβλέπεται μικρότερο από αυτό περιοχών μεγαλύτερου βάθους. Στη σύγχρονη σχεδίαση μιας κολυμβητικής δεξαμενής οι παραπάνω παράγοντες θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη.

Σύμφωνα με τον ισχύοντα ελληνικό κανονισμό η ελάχιστη περίοδος ανανέωσης του νερού  $T_{min}$  για κοινόχρηστες κολυμβητικές δεξαμενές έχει ορισθεί σε 4 h (εκτός από ορισμένες περιπτώσεις σε πισίνες καταδύσεων που μπορεί να είναι 6 h). Χρησιμοποιώντας την σχέση (1.4.2) για τον υπολογισμό της ανακυκλοφορίας σε κολυμβητικές δεξαμενές μεγάλου βάθους, είναι δυνατόν να προκύψουν περίοδοι ανανέωσης μεγαλύτερες των 4 h. Σε αυτές τις περιπτώσεις θα πρέπει να γίνει διόρθωση χρησιμοποιώντας τη σχέση

$$Q_{min} = 0.25 \times V \quad (1.4.4)$$

όπου  $Q_{min}$  σε  $m^3/h$ ,  $V$  σε  $m^3$ . Η σχέση αυτή αντιστοιχεί σε περίοδο ανανέωσης 4h.

Η χρήση της σχέσης (1.4.2) δεν πρέπει να θεωρείται δεσμευτική. Ο ειδικευμένος μηχανικός θα πρέπει κατά τον σχεδιασμό της ανακυκλοφορίας μιας κολυμβητικής δεξαμενής να εκτιμήσει, αν τα φορτία μπορούν να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά με 4ωρες περιόδους ανανέωσης νερού, ή αν θα πρέπει να υιοθετηθεί μια εντατικότερη επεξεργασία.

Υπάρχουν περιπτώσεις κολυμβητικών δεξαμενών με μεγάλο αριθμό λουομένων όπου η ανακυκλοφορία θα πρέπει να είναι ακόμα εντατικότερη από αυτή που προβλέπει η απλή μορφή της σχέσης (1.4.2). Συνήθως πρόκειται για κολυμβητικές δεξαμενές Τύπου 1 (πισίνες σε υδάτινα πάρκα, πισίνες pool bar τουριστικών θέρετρων κλπ.), όπου ο ειδικευμένος μηχανικός χρησιμοποιώντας τη σχέση (1.4.2) θα πρέπει να εκτιμήσει το πραγματικό μέγιστο φορτίο βάσει του πραγματικού αριθμού των ατόμων που μπορεί έχουν ταυτόχρονη πρόσβαση σ' αυτές και να μη βασιστεί αποκλειστικά σε θεωρητικές - εμπειρικές παραδοχές.

Υπάρχουν πάλι περιπτώσεις όπου οι 4ωρες περίοδοι ανανέωσης είναι υπέρ αρκετές για την κάλυψη των πραγματικών αναγκών (πχ. αβαθείς ατομικές πισίνες δωματίων και σουιτών σε πολυτελή τουριστικά συγκροτήματα).

Η ειδική χρήση ορισμένων κολυμβητικών δεξαμενών μπορεί να επιβάλλει επιπλέον απαιτήσεις για την παροχή ανακυκλοφορίας. Σε κολυμβητικές δεξαμενές που καταλήγουν νεροτσουλήθρες, θεωρείται ότι η επιπλέον επιβάρυνση που προκαλούν μπορεί να διορθωθεί αν στον υπολογισμό της παροχής ανακυκλοφορίας από την σχέση (1.4.2) προστεθούν τουλάχιστον 30 - 35  $m^3/h$  ανά νεροτσουλήθρα. Τα προηγούμενα προτείνεται να ακολουθούνται πλήρως σε κολυμβητικές δεξαμενές Τύπου-1, όπου αναμένονται εξαιρετικά μεγάλα φορτία κολυμβητών. Η πρακτική αυτή θα καταλήξει σε περιόδους ανανέωσης 30 – 60 min. Σε αντίστοιχες κολυμβητικές δεξαμενές Τύπου-2 όπου τα φορτία θα είναι μικρότερα, περίοδοι ανανέωσης 1 – 2 h μπορεί να θεωρηθούν ασφαλείς.

Σε κολυμβητικές δεξαμενές με σταθμούς υδροθεραπείας η διόρθωση θα πρέπει να είναι επιπλέον 6  $m^3/h$  για κάθε σταθμό υδροθεραπείας.

Τέλος αβαθείς παιδικές πισίνες (paddling pools) δεν θα πρέπει να έχουν περίοδο ανακύκλωσης μεγαλύτερο των 30 min.

Προς αποσαφήνιση των όσων αναφέρθηκαν παρατίθενται τα ακόλουθα παραδείγματα υπολογισμών.

**Παράδειγμα 1.** Κολυμβητική δεξαμενή υδάτινου πάρκου έχει επιφάνεια 200  $m^2$  και βάθος 1 m. Σε αυτή καταλήγουν 4 νεροτσουλήθρες.

Από την σχέση (1.4.2) με  $A = 200 \text{ m}^2$  και  $\alpha = 2.7 \text{ m}^2$  προκύπτει ότι  $Q = 126 \text{ m}^3/\text{h}$ . Δεδομένου ότι για κάθε νεροτσουλήθρα θα πρέπει να συνυπολογιστούν  $35 \text{ m}^3/\text{h}$ , η διορθωμένη παροχή θα προκύψει  $Q_{\text{corr.}} = 266 \text{ m}^3/\text{h}$ .

**Παράδειγμα 2.** Κολυμβητική δεξαμενή έχει συνολική επιφάνεια  $750 \text{ m}^2$ , εκ των οποίων τα  $250 \text{ m}^2$  αντιστοιχούν σε βάθη  $< 1 \text{ m}$  με μέσο βάθος  $0.8 \text{ m}$  και τα υπόλοιπα αντιστοιχούν σε βάθη μεταξύ  $1 \text{ m}$  και  $1.35 \text{ m}$ , με μέσο βάθος  $1.20 \text{ m}$ .

Από την σχέση (1.4.2) με  $A = 250 \text{ m}^2$  και  $\alpha = 2.2 \text{ m}^2$  προκύπτει ότι  $Q_1 = 193 \text{ m}^3/\text{h}$  για το ρηχότερο τμήμα. Για το βαθύτερο τμήμα με  $A = 500 \text{ m}^2$  και  $\alpha = 2.7 \text{ m}^2$  προκύπτει ότι  $Q_2 = 315 \text{ m}^3/\text{h}$ . Η συνολική ανακυκλοφορία είναι  $Q = 508 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Οι υδάτινοι όγκοι των δύο τμημάτων είναι  $V_1 = 250 \text{ m}^2 \times 0.8 \text{ m} = 200 \text{ m}^3$  και  $V_2 = 500 \text{ m}^2 \times 1.2 \text{ m} = 600 \text{ m}^3$  ενώ ο συνολικός όγκος  $V = 800 \text{ m}^3$ . Από την σχέση (1.4.3) και με ανακυκλοφορία  $Q = 508 \text{ m}^3/\text{h}$  προκύπτει περίοδος ανανέωσης περίπου  $T = 1.6 \text{ h}$ .

**Παράδειγμα 3.** Δεξαμενή αγωνιστικής κολύμβησης έχει διαστάσεις  $50 \times 25 \text{ m}$  και βάθος  $2 \text{ m}$ .

Ο υπολογισμός της παροχής ανακυκλοφορίας από την σχέση (1.4.2) με  $A = 1,250 \text{ m}^2$  και  $\alpha = 4 \text{ m}^2$  δίνει  $Q = 531 \text{ m}^3/\text{h}$ . Δεδομένου ότι ο όγκος της είναι  $V = 2,500 \text{ m}^3$  ο χρόνος πλήρους ανανέωσης που προκύπτει από τη σχέση (1.4.3) είναι  $T = 4.7 \text{ h}$ . Με την απαίτηση όμως να έχουμε  $T_{\text{min}} = 4 \text{ h}$ , ο υπολογισμός της παροχής ανακυκλοφορίας θα πρέπει να γίνει από τη σχέση (1.4.4), οπότε καταλήγουμε σε  $Q_{\text{min}} = 625 \text{ m}^3/\text{h}$ .

## 1.5 Υδραυλική εγκατάσταση κολυμβητικής δεξαμενής

Η υδραυλική εγκατάσταση μιας κολυμβητικής δεξαμενής αποσκοπεί στο να διατηρήσει την προβλεπόμενη από τον σχεδιασμό ροή στο κλειστό κύκλωμα:

Κολυμβητική Δεξαμενή – Επεξεργασίας – Απολύμανση – Κολυμβητική Δεξαμενή

Η κυκλοφορία του νερού σε μια κοινόχρηστη κολυμβητική δεξαμενή πρέπει να συνεχής καθ' όλο το 24ωρο.

### 1.5.1 Εισροή νερού στην κολυμβητική δεξαμενή.

Η εισροή το νερού στη δεξαμενή γίνεται μέσω των στομιών εισαγωγής. Η διάταξη των στομιών και η σχεδίαση ολόκληρου του δικτύου, θα πρέπει να εξασφαλίζει την κατανομή της εισροής κατά το δυνατόν ομοιόμορφα σε όλη έκταση της κολυμβητικής δεξαμενής καθώς και την αποφυγή σχηματισμού περιοχών δίχως ανανέωση νερού.

Η εισροή νερού μπορεί να γίνει από τον πυθμένα της δεξαμενής (κατακόρυφη ροή). Βέλτιστο αποτέλεσμα (σύμφωνα με DIN 19643-1, παρ. 9.2) εξασφαλίζεται αν αντιστοιχεί ένα στόμιο σε κάθε  $8 \text{ m}^2$  επιφάνειας (δηλαδή για κάθε κυκλική επιφάνεια που έχει διάμετρο  $3.2 \text{ m}$ , ή για κάθε τετραγωνική επιφάνεια με ακμή  $2.8 \text{ m}$ ). Επιφάνειες που δεν καλύπτονται από στόμιο δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερες από  $4 \text{ m}^2$ . Επιφάνειες σε δεξαμενές με μεγάλο φορτίο λουομένων και με βάθος μικρότερο των  $1.35 \text{ m}$ , προτείνεται να καλύπτονται με ένα στόμιο ανά  $6 \text{ m}^2$  επιφάνειας.



Τα στόμια εισροής μπορούν επίσης να διαταχθούν στα τοιχία της δεξαμενής (οριζόντια ροή). Σε αυτή τη περίπτωση (σύμφωνα με DIN 19643-1, παρ. 9.2) τοποθετούνται στις δύο μεγαλύτερες πλευρές της, στο ήμισυ του εκάστοτε βάθους και όχι χαμηλότερα από 50 cm άνωθεν της στάθμης του πυθμένα. Προκειμένου να εξασφαλιστεί επαρκής ανάμιξη του επεξεργασμένου νερού με το νερό της δεξαμενής, η ελάχιστη πίεση στα στόμια θα πρέπει να είναι 0.02b, όπου b πλάτος της κολυμβητικής δεξαμενής σε m.

Τα στόμια των κολυμβητικών δεξαμενών πρέπει να είναι ρυθμιζόμενης παροχής και σχεδιασμένα σύμφωνα με EN 13451-3. Σε βάθη μικρότερα των 80 cm καθώς και σε ευαίσθητες περιοχές (σκάλες, καθίσματα κλπ.), η ταχύτητα του νερού στα στόμια δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 0.5 m/s. Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις η ταχύτητα νερού σε στόμια εισροής δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 2.0 m/s.

### **1.5.2 Απορροή του επιφανειακού νερού της κολυμβητικής δεξαμενής.**

Η απορροή του επιφανειακού νερού είναι απαραίτητη προκειμένου να διατηρηθούν συνθήκες καλής υγιεινής στις κολυμβητικές δεξαμενές. Προκειμένου να καθαρισθούν αποτελεσματικά οι υδάτινες περιοχές κοντά στην επιφάνεια, ιδανικά το 100% της παροχής της ανακυκλοφορίας θα πρέπει να περάσει υπερχειλίζοντας από όλες τις πλευρές της κολυμβητικής δεξαμενής στο κανάλι που την περιβάλλει, καταλήγοντας τελικά στη δεξαμενή υπερχειλίσσης. Σύμφωνα με την ισχύουσα ελληνική νομοθεσία η ανακυκλοφορία πρέπει να γίνεται μέσω υπερχειλίσσης τουλάχιστον κατά 50%. Ο παρών Κώδικας Πρακτικής προτείνει η ανακυκλοφορία να γίνεται κατά το μεγαλύτερο δυνατό ποσοστό μέσω της δεξαμενής υπερχειλίσσης.

Σχάρες που καλύπτουν το περιμετρικό κανάλι υπερχειλίσσης πρέπει να συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις του EN 13451-3 και δεν θα πρέπει να έχουν διάκενα μεγαλύτερα των 8 mm, για την αποτροπή κινδύνων παγίδευσης.

Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, επιτρέπεται η χρήση τοπικών επιφανειακών αναρροφητήρων (skimmers) σε δημόσιες κολυμβητικές δεξαμενές επιφάνειας μικρότερης των 200 m<sup>2</sup> (ένα skimmer τουλάχιστον, ανά 50 m<sup>2</sup> υδάτινης επιφάνειας). Η λύση των τοπικών επιφανειακών αναρροφητήρων και η ύπαρξη υπερχειλιστικού καναλιού μόνο σε τμήματα της περιμέτρου δεν ευνοούν τον βέλτιστο καθαρισμό της επιφανειακής στοιβάδας του νερού και δεν ενδείκνυται για κολυμβητικές δεξαμενές με μεγάλο φορτίο λουομένων. Σε περιπτώσεις που δεν είναι δυνατή η αποφυγή χρήσης των skimmers, προτείνεται η χρήση ενός skimmer ανά 25 m<sup>2</sup> υδάτινης επιφάνειας, με δυνατότητα μέρος της ανακυκλοφορίας να γίνεται και μέσω του φρεατίου πυθμένα (όχι περισσότερο από 30%). Η προσαγωγή του νερού σε αυτές τις δεξαμενές προτείνεται να γίνεται με στόμια τοποθετημένα σε βάθος 30 – 35 cm από την επιφάνεια του νερού. Επίσης προτείνεται η τοποθέτηση στομιών σε χαμηλότερες στάθμες για την καλύτερη ανανέωση του νερού των βαθύτερων στρωμάτων (σε περιπτώσεις που το βάθος θα είναι μεγαλύτερο των 2 m).

### **1.5.3 Εκροή από φρεάτια πυθμένα – πλευρικά φρεάτια αναρρόφησης**

Όπως έχει αναφερθεί, σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία ποσοστό έως και 50% της ανακυκλοφορίας μπορεί να επιτελείται μέσω φρεατίων εκροής κατασκευασμένων στον πυθμένα της δεξαμενής. Η πρακτική αυτή δεν είναι αποδεκτή από πολλούς ευρωπαϊκούς κανονισμούς

όπως ο DIN 19643. Πλευρικά φρεάτια αναρρόφησης μπορεί να κατασκευαστούν για τροφοδοσία συστημάτων υδροθεραπείας. Σε κάθε περίπτωση η κατασκευή των φρεατίων πρέπει να γίνει σύμφωνα με EN 13451-3.

Στα σημεία αναρρόφησης υπάρχει κίνδυνος παγίδευσης, επομένως ο σχεδιασμός θα πρέπει να αποσκοπεί στη μείωση αυτού του κινδύνου. Οι σχάρες των φρεατίων θα πρέπει να συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις του EN 13451-1 και να έχουν σχισμές / ανοίγματα όχι μεγαλύτερα των 8 mm. Η ταχύτητα του νερού κατά τη διέλευσή του μέσω της σχάρας του φρεατίου δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 0.5 m/s. Επιπρόσθετα, τουλάχιστον μια από τις ακόλουθες απαιτήσεις θα πρέπει να ικανοποιείται:

- Να προβλέπεται σύστημα πολλαπλών σημείων αναρρόφησης κατά τρόπο που:
  - Θα πρέπει να υπάρχουν τουλάχιστον δύο ενεργά φρεάτια εκροής ανά γραμμή αναρρόφησης.
  - Η απόσταση μεταξύ των εγγύτερων σημείων των περιμέτρων αυτών των φρεατίων να είναι  $\geq 2$  m.
  - Αν υπάρξει φραγή ενός φρεατίου, η ροή θα πρέπει να μπορεί να εξυπηρετηθεί 100% από τα υπόλοιπα.
  - Δεν θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα της απομόνωσης της γραμμής αναρρόφησης ενός εκ των φρεατίων μέσω κάποιας δικλείδας.
- Σε περίπτωση συστήματος αναρρόφησης υπάρχουσας κολυμβητικής δεξαμενής με μια μόνο σχάρα, η σχάρα θα πρέπει να σχεδιάζεται με τρόπο που να μην είναι δυνατή η φραγή της:
  - Ένας χρήστης δεν θα είναι δυνατόν να καλύψει περισσότερο του 50% των ανοιγμάτων της.
  - Μονές σχάρες θα πρέπει να έχουν επιφάνεια  $\geq 1$  m<sup>2</sup>.
  - Να χρησιμοποιηθεί σχάρα με θολωτή προεξοχή, αντίθετη προς την κατεύθυνση της ροής, με αυξημένη δυνατότητα περιφερικής αναρρόφησης και ύψους θολωτής προεξοχής τουλάχιστον το 10% της κύριας διάστασής της.

## **1.6 Σύστημα επεξεργασίας νερού**

### **1.6.1 Γενικά**

Το σύστημα επεξεργασίας νερού είναι απαραίτητο προκειμένου το νερό της κολυμβητικής δεξαμενής να μπορέσει να διατηρήσει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που το καθιστούν κατάλληλο για κολύμβηση. Κατά το σχεδιασμό το σύστημα επεξεργασίας θα πρέπει θεωρηθεί σαν μια μονάδα, υπό την έννοια ότι όλες οι αλληλεπιδράσεις των επιμέρους στοιχείων του θα πρέπει να είναι συντονισμένες ώστε να συμβάλλουν στην μέγιστη αποτελεσματικότητά του. Όλος ο επιμέρους χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός θα πρέπει να είναι ανθεκτικός στη διάβρωση και να έχει τα τεχνικά χαρακτηριστικά που η χρήση απαιτεί. Φίλτρα, αντλίες κλπ. επιμέρους συστήματα θα πρέπει να φέρουν πινακίδες στις οποίες θα αναφέρονται τα χαρακτηριστικά τους. Οι σωληνογραμμές θα φέρουν σήμανση για την κατεύθυνση της ροής και το είδος του ρευστού που περιέχουν. Ο κατασκευαστής θα πρέπει να παραδώσει φάκελο με τα

σχέδια της εγκατάστασης, τα τεχνικά χαρακτηριστικά της και οδηγίες για την λειτουργία και συντήρησή της.

## 1.6.2 Φίλτρα

### 1.6.2.1 Γενικά

Αποσκοπούν στη διατήρηση της διαύγειας του νερού, η οποία είναι εξαιρετικά σημαντική τόσο για την ασφάλεια όσο και για την άνεση των λουομένων. Το ανώτερο όριο για την θολρότητα του νερού στις κολυμβητικές δεξαμενές είναι 0.5 NTU. Το φίλτρο θα πρέπει να κατακρατεί λεπτά αιωρούμενα σωματίδια, κολλοειδείς ουσίες και αν είναι δυνατόν μικροοργανισμούς που μπορούν να βρεθούν στο νερό. Για να μπορέσει ο σχεδιασμός να εξασφαλίσει αποτελεσματική διύλιση του νερού πολλοί παράγοντες θα πρέπει να συνυπολογιστούν. Η γενική αρχή είναι ότι όσο πιο αποτελεσματική είναι η διύλιση και όσο πληρέστερη είναι η απομάκρυνση των ρύπων, τόσο πιο αποτελεσματική γίνεται η οξειδωση από τα μέσα απολύμανσης και συνεπώς η βελτίωση της ποιότητας του νερού. Επομένως η επιλογή του συστήματος διύλισης δεν θα πρέπει να γίνεται με μόνο κριτήριο το κόστος της επένδυσης, αλλά να εξετάζεται πρωτίστως η δυνατότητά του να ανταποκριθεί αποτελεσματικά στις απαιτήσεις της συγκεκριμένης χρήσης της κολυμβητικής δεξαμενής.

Τα φίλτρα που να χρησιμοποιηθούν σε κολυμβητικές δεξαμενές δημόσιας χρήσης είναι δύο κατηγοριών:

- Φίλτρα σταθερής κλίνης (ή φίλτρα κοκκώδους μέσου διύλισης)
- Φίλτρα αναγεννώμενης κλίνης (ή φίλτρα προεπικάλυψης)

Το μέσο διύλισης των φίλτρων σταθερής κλίνης είναι κοκκώδη υλικά όπως χαλαζιακή άμμος, θρυμματισμένη ύαλος, ζεόλιθος, ανθρακίτης κλπ. Μπορεί να είναι ανοικτά ή κλειστά δοχεία πίεσης. Το υλικό επικάλυψης των στοιχείων φίλτρων αναγεννώμενης κλίνης (ανοικτών ή κλειστών) είναι λεπτόκοκκα πορώδη υλικά όπως διατομική γη, περλίτης, κελουλόζη κλπ.

Ανάλογα με τη ταχύτητα διύλισης τα φίλτρα σταθερής κλίνης μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κατηγορίες.

Χαμηλής ταχύτητας (low rate granular media filters):	έως 10 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>
Μέσης ταχύτητας (medium rate granular media filters):	από 11 – 30 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>
Υψηλής ταχύτητας (high rate granular media filters):	από 31 – 50 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>

Ο παρών Κώδικας συνιστά την χρησιμοποίηση φίλτρων κοκκώδους μέσου διύλισης μέσης ταχύτητας, προκειμένου για την επεξεργασία του νερού κολυμβητικών δεξαμενών δημόσιας χρήσης. Πρόκειται για την πλέον δοκιμασμένη και ελεγμένη διεθνώς μέθοδο. Υπό ορισμένες προϋποθέσεις η ικανότητα κατακράτησης αυτών των φίλτρων είναι της τάξης του 1 μm. Φίλτρα υψηλής ταχύτητας δεν μπορούν να προσφέρουν ίδιας ποιότητας διύλιση και επομένως δεν συνιστανται, ενώ φίλτρα αναγεννώμενης κλίνης έχουν πολυπλοκότερη λειτουργία και συντήρηση και προτείνονται μόνο για ειδικές εφαρμογές. Ότι ακολουθεί αφορά αυτόν μόνο τον τύπο φίλτρων.

### 1.6.2.2 Χαρακτηριστικά σώματος και κλίνης διύλισης φίλτρων

Το σώμα των φίλτρων κατασκευάζεται συνήθως από πολυεστέρα ενισχυμένο με ίνες υάλου (GRP) ή από χάλυβα (με αντιδιαβρωτική επένδυση) αν η ζητούμενη πίεση λειτουργίας υπερβαίνει τα 4 bar. Είναι κυλινδρικά δοχεία πίεσης κατακόρυφης ή οριζόντιας τοποθέτησης. Οι πιέσεις λειτουργίας και δοκιμής των φίλτρων πρέπει να είναι ορισμένες από τον κατασκευαστή τους. Το εσωτερικό του σώματος των φίλτρων πρέπει να είναι προσβάσιμο για συντήρηση.

Κατά την κανονική λειτουργία του φίλτρου η ροή του νερού γίνεται από το άνω μέρος του φίλτρου προς το κάτω. Κατά την διαδικασία της αντίστροφης πλύσης η κατεύθυνση της ροής αντιστρέφεται. Τα φίλτρα στο κάτω μέρος τους φέρουν σύστημα διαχυτών ή ψευδοπυθμένα με ακροφύσια εγκοπής, προκειμένου να εξασφαλιστεί ομοιόμορφη απορροή κατά τη διύλιση, όπως επίσης και η ομοιογενής ροή νερού ή αέρα κατά την αντίστροφη πλύση.

Γενικώς τα φίλτρα πρέπει να διαθέτουν:

- Αυτόματη βαλβίδα εξαέρωσης, παράλληλα με ένα ασφαλή χειροκίνητο μηχανισμό εξαέρωσης.
- Μετρητή πίεσης στην είσοδο και έξοδο.
- Προτείνεται τουλάχιστον μια διόπτρα (ακρυλικό παράθυρο) επόπτευσης της ρευστοποίησης της κλίνης κατά τη διαδικασία της αντίστροφης πλύσης.
- Θυρίδες επίσκεψης – αριθμός και διαστάσεις εξαρτώνται από το πρότυπο που ακολουθεί ο κατασκευαστής καθώς και από τη διάμετρο του φίλτρου. Σε κάθε περίπτωση απαραίτητη θεωρείται μια άνω θυρίδα, προτείνεται επίσης μια πλευρική και στη περίπτωση που το φίλτρο διαθέτει ψευδοπυθμένα, μια τρίτη πλευρική για πρόσβαση στο χώρο κάτω του ψευδοπυθμένα.
- Βαλβίδα εισαγωγής αέρα για υποβοήθηση της αντίστροφης πλύσης (εφόσον προβλέπεται)

Ελάχιστο βάθος κλίνης 1 m είναι αποδεκτό προκειμένου για φίλτρα μέσης ταχύτητας, αν και με κλίνες συνολικού βάθους 1.20 ή 1.50 m όπως περιγράφονται στον DIN 19643 επιτυγχάνονται ακόμα καλύτερα αποτελέσματα.

- **Μονοστρωματικές κλίνες** συνολικού βάθους 1 m περιέχουν συνήθως μια στοιβάδα άμμου κοκκομετρίας 0.4 – 0.8 mm βάθους περίπου 0.80 m, η οποία υποστηρίζεται από στοιβάδα 0.20 m πιο χονδρόκοκκου υλικού (1 -2 mm ή 3 – 5 mm) . Η υποστηρικτική στοιβάδα βοηθά την ομοιόμορφη διασπορά του νερού κατά τη διαδικασία της αντίστροφης πλύσης και ταυτόχρονα αποτελεί μέρος του συστήματος αποστράγγισης του φίλτρου. Μονοστρωματικές κλίνες συνολικού βάθους 1.20 m περιέχουν μια στοιβάδα άμμου περίπου 1.00 m κοκκομετρίας 0.4 – 0.8 mm και υποστηρικτική στοιβάδα 0.20 m (1 -2 mm ή 3 – 5 mm). Αντί χαλαζιακής άμμου μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλα κοκκώδη υλικά όπως θρυμματισμένη ύαλος, ενεργοποιημένη θρυμματισμένη ύαλος, ζεόλιθος κλπ.
- **Πολυστρωματικές κλίνες** πρέπει να περιέχουν ένα συνδυασμό δύο διαφορετικών κοκκώδων υλικών διαθέσιμων σε κατάλληλες κοκκομετρίες. Ο πλέον δοκιμασμένος

συνδυασμός είναι χαλαζιακής άμμου – ανθρακίτη. Το ελάχιστο βάθος πολυστρωματικής κλίνης είναι 1.20 m και η συνήθης διαστρωμάτωση είναι 0.60 m ανθρακίτη κοκκομετρίας 0.8 – 1.6 mm, 0.40 m χαλαζιακής άμμου 0.4 – 0.8 mm, 0.10 m χαλαζιακής άμμου 1 – 2 mm, 0.10 χαλικιού 3 – 5 mm.

Για περισσότερες πληροφορίες για τις διαφορετικές κοκκομετρίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν καθώς και για διαφορετικούς δόκιμους συνδυασμούς υλικών πολυστρωματικών κλινών αναφορά γίνεται στον DIN 19643-2 παρ. 4.5. Επίσης στο παράρτημα Β του παρόντος κώδικα παρατίθεται αναλυτική περιγραφή φίλτρων σταθερής κλίνης συμμορφούμενων με DIN 19605, όπου αναλύονται οι διάφορες επιλογές κλινών καθώς και τα χαρακτηριστικά τους.

Το σύστημα διάχυσης στο κάτω μέρος του φίλτρου έχει σκοπό να συλλέγει το νερό μετά την διύλιση, αλλά και να εξασφαλίζει την ομοιόμορφη διασπορά κατά την διεργασία της αντίστροφης πλύσης. Θα πρέπει να στηρίζεται σωστά προκειμένου να αποφευχθούν ζημιές καθώς θα μεταβάλλονται οι συνθήκες λειτουργίας. Στην απλούστερη εκδοχή το σύστημα αποτελείται από ένα ή περισσότερους συλλέκτες στους οποίους καταλήγει η γραμμή εισόδου και στους οποίους συνδέονται ειδικοί διαχύτες, με τρόπο που να καλύπτεται κατά το δυνατόν πληρέστερα η διατομή του φίλτρου. Ο νεκρός χώρος κάτω από τους διαχύτες πρέπει να είναι ο μικρότερος δυνατός για να ελαχιστοποιηθούν περιοχές όπου το νερό δεν ανανεώνεται κανονικά και μπορούν να αναπτυχθούν μικροοργανισμοί. Πιο αποτελεσματική λύση αποτελεί η κατασκευή ενός ψευδοπυθμένα στον οποίο εμφυτεύονται ομοιόμορφα ακροφύσια με εγκοπές (nozzles). Το νερό μετά την διύλιση συλλέγεται και απομακρύνεται από τον χώρο κάτω του ψευδοπυθμένα μέσω της γραμμής εξόδου. Η λύση αυτή πλεονεκτεί καθόσον δεν υπάρχει νεκρός χώρος στο φίλτρο και εξασφαλίζεται απολύτως ομοιογενής ροή κατά την αντίστροφη πλύση. Είναι η πλέον κατάλληλη επιλογή στη περίπτωση που η αντίστροφη πλύση υποβοηθείται με αέρα και είναι η μόνη που συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις των DIN 19643/19605

### **1.6.2.3 Αντίστροφη πλύση (backwash) των φίλτρων**

Δεδομένου ότι η διύλιση είναι μια συνεχής διεργασία, η συσσώρευση ρύπων στην κλίνη θα προκαλέσει σταδιακά αύξηση των τριβών μέχρι την τελική παύση της ροής. Η κλίνη του φίλτρου μπορεί να ξεπλυθεί αντιστρέφοντας τη ροή (από κάτω προς τα άνω) και οδηγώντας το νερό (που παρασύρει τις σωρευμένες ακαθαρσίες) στην αποχέτευση. Η διεργασία αυτή ονομάζεται αντίστροφη πλύση (backwash). Κατά την αντίστροφη πλύση και εφόσον η ροή γίνεται με επαρκή ταχύτητα, η κλίνη του φίλτρου διογκώνεται. Αυτό διευκολύνει την απελευθέρωση των ακαθαρσιών απ' όλη τη μάζα του μέσου διύλισης και την τελική απομάκρυνσή τους. Η διογκωση της κλίνης μπορεί να γίνει μέχρι και κατά 30% και για το λόγο αυτό θα πρέπει να υπάρχει πάνω από την ανώτερη στοιβάδα της κλίνης επαρκής ελεύθερος χώρος (free board), ώστε το μέσο διύλισης να μην οδηγηθεί στη αποχέτευση. Η αντίστροφη πλύση του φίλτρου μπορεί να υποβοηθηθεί με ροή πιεσμένου αέρα (βλέπε Παράρτημα Β).

Αποτελεσματική αντίστροφη πλύση (backwash) είναι απαραίτητη προϋπόθεση για σωστή διύλιση. Επιπλέον αποτελεί και βασικό τρόπο ανανέωσης του νερού της κολυμβητικής δεξαμε-

νής. Πρέπει να γίνεται εξάπαντος όταν η πτώση πίεσης στο φίλτρο φτάσει την τιμή που ορίζεται από τον κατασκευαστή του, αλλά ανεξάρτητα απ' αυτό καλό είναι να γίνεται δύο φορές την εβδομάδα, έτσι όπως προδιαγράφεται στον DIN 19643.

Η χρονική διάρκεια του backwash είναι 6 min. Ο χρόνος αυτός θεωρείται επαρκής για καλό καθαρισμό της κλίνης. Αν παρά ταύτα το αποτέλεσμα δεν είναι ικανοποιητικό, η διαδικασία θα πρέπει να επαναληφθεί. Είναι επίσης σημαντικό η διαδικασία αυτή να γίνεται πλήρως και χωρίς διακοπή.

Για φίλτρα άμμου με κλίνη 1 m κοκκομετρίας 0.4 – 0.8 mm ροή αντίστροφης πλύσης με ταχύτητα 30 – 50 m/h είναι επαρκής για ρευστοποίηση και καθαρισμό της κλίνης. Κλίνες με μεγαλύτερο βάθος και διαφορετικές κοκκομετρίες (κατά DIN 19643) απαιτούν διαφορετικές ταχύτητες (βλέπε Παράρτημα Β).

Η διαδικασία της αντίστροφης πλύσης θα πρέπει να ακολουθείται από ένα γρήγορο ξέπλυμα (rinse) διάρκειας περίπου 1-2 min, έτσι ώστε η διογκωμένη κλίνη να επανέλθει στη κανονική της κατάσταση και να απομακρυνθούν οι ακαθαρσίες από τις σωληνώσεις.

Το νερό του backwash θεωρείται λύμα και για το λόγο αυτό θα πρέπει να οδηγηθεί ελεύθερα στο αποχετευτικό δίκτυο. Αν η τελική διάθεση γίνεται σε μονάδα βιολογικού καθαρισμού, θα πρέπει αυτό να ληφθεί υπόψη στη διαστασιολόγηση, προκειμένου να μην υπάρξει κίνδυνος αραίωσης ή καταστροφής της βιομάζας. Ο σχεδιασμός της σωληνογραμμής του backwash θα πρέπει να γίνει με τρόπο που να μη δημιουργείται αντίθλιψη στο φίλτρο κατά τη διάρκεια της διαδικασίας. Αν το αποχετευτικό δίκτυο δεν είναι σε θέση να ανταπεξέλθει στη παροχή του backwash, θα πρέπει να κατασκευαστεί μια ενδιάμεση δεξαμενή διαστασιολογημένη να δέχεται το νερό μιας αντίστροφης πλύσης και επιπλέον 20%.

Οι διάφορες λειτουργικές διεργασίες του φίλτρου (διύλιση, backwash, rinse κλπ.) μπορεί να επιτελεστούν με την βοήθεια μιας μπαταρίας 5 βανών. Η συγκρότηση αυτού του συστήματος γίνεται με υλικά όμοια με του υπολοίπου υδραυλικού δικτύου της κολυμβητικής δεξαμενής (συνήθως PVC-u) και η διασύνδεση γίνεται στις φλαντζωτές αναμονές εισόδου και εξόδου του φίλτρου. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στη στήριξη του συστήματος, προκειμένου να αποφευχθούν μελλοντικές αστοχίες. Αν ο σχεδιασμός έχει προβλέψει αυτοματοποίηση της αντίστροφης πλύσης, οι 5 βάνες θα πρέπει να είναι πνευματικές ή ηλεκτροκίνητες. Στη περίπτωση αυτή η λειτουργία τους θα πρέπει να γίνεται από κατάλληλο σύστημα αυτοματισμού. Με διαφορετικό συνδυασμό της θέσης (ανοικτή – κλειστή) κάθε μιας από τις πέντε βάνες του συστήματος είναι δυνατό να πραγματοποιηθούν οι ακόλουθες λειτουργικές διεργασίες:

- Διύλιση
- Αντίστροφη πλύση
- Γρήγορο πλύσιμο (rinse)
- Άδειασμα κολυμβητικής δεξαμενής – Αποχέτευση
- Φίλτρο κλειστό

Αλλαγή της θέσης βανών πρέπει να γίνεται με την αντλία ανακυκλοφορίας κλειστή.

#### 1.6.2.4 Κροκίδωση

Το φίλτρο πρέπει να κατακρατεί λεπτά αιωρούμενα σωματίδια, κολλοειδείς ουσίες και αν είναι δυνατόν μικροοργανισμούς που μπορούν να βρεθούν στο νερό. Η θολερότητα του νερού οφείλεται στη ύπαρξη αιωρούμενων σωματιδίων. Τα αιωρούμενα σωματίδια μπορεί να έχουν αρκετά μεγάλο μέγεθος (της τάξης του mm). Υπάρχουν όμως και ευρύτατα διεσπαρμένα λεπτότατα σωματίδια (της τάξης του μm) που μπορεί να συμβάλλουν σημαντικά στην θολή όψη του νερού. Οι λόγοι ύπαρξης αυξημένου αριθμού αιωρούμενων σωματιδίων είναι πολλοί και γι' αυτό είναι πολύ σημαντικό να μπορεί κάποιος να διακρίνει αν ή θολότητα οφείλεται σε μόλυνση λόγω ανεπαρκούς απολύμανσης, σε ανισορροπία λόγω κακής ρύθμισης κρίσιμων χημικών παραμέτρων ή σε ανεπαρκή ανακυκλοφορία και αναποτελεσματική διύλιση.

Κολλοειδείς οργανικές ουσίες που έχουν μέγεθος  $10^{-6} - 10^{-9}$ m συνεισφέρουν στην θολερότητα. Καθώς διασπείρονται στην υδάτινη μάζα, προστατεύουν τα βακτηρίδια από τη δράση των απολυμαντικών μέσων και παράλληλα αποτελούν γι' αυτά σημαντική διατροφική πηγή. Η πρόβλεψη για την απομάκρυνση των κολλοειδών ουσιών αποτελεί επίσης αναγκαία συνθήκη για αποτελεσματική διύλιση.

Τα κροκιδωτικά διευκολύνουν την απομάκρυνση διαλυμένων, αιωρούμενων και κολλοειδών ουσιών, απομακρύνοντάς αυτές από την υγρή φάση και κατόπιν έχοντας βοηθήσει την συσσωμάτωσή τους, επιτρέπουν στο φίλτρο να τις κατακρατήσει. Επιπρόσθετα θα πρέπει να τονιστεί ότι μόνο μέσω της κροκίδωσης μπορούν να κατακρατηθούν από τα φίλτρα οι εξής κρίσιμες για την υγιεινή των κολυμβητικών δεξαμενών ουσίες:

- Κύστες *Cryptosporidium* και *Giardia Lamblia* που έχουν μικρό μέγεθος και είναι ανθεκτικές στην απολύμανση.
- Ουσίες του ανθρώπινου σώματος (humic acid) που είναι πρόδρομες των ανεπιθύμητων και επικίνδυνων τριαλομεθανίων.
- Φωσφορικά που μπορούν να προκαλέσουν συνθήκες ευτροφισμού.

Για να είναι αποτελεσματική η διαδικασία της κροκίδωσης, η οξύτητα του νερού θα πρέπει να είναι ρυθμισμένη (pH στο εύρος 6.5 – 7.4) και ολική αλκαλικότητα περίπου 75 mg/l ως CaCO<sub>3</sub>. Επιπλέον το κροκιδωτικό θα πρέπει να εισάγεται με τρόπο συνεχή και να αναμιγνύεται πλήρως και τάχιστα με το νερό κοντά στο σημείο έγχυσης του. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη τοποθέτηση ενός στατικού αναμίκτη μετά του σημείου έγχυσης (πρόβλεψη για το σημείο έγχυσης στη γραμμή αναρρόφησης πριν την αντλία ανακυκλοφορίας θεωρείται αποδεκτή). Ο απαιτούμενος χρόνος αντίδρασης μέχρι το νερό να εισέλθει στο φίλτρο θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 10 s, με την ταχύτητα ροής να μην υπερβαίνει τα 1.5 m/s. Είναι πολύ σημαντικό οι κροκιδωτικές ουσίες συσσωματούμενες να κατακρατούνται στο φίλτρο και να μην εισέρχονται στο νερό της κολυμβητικής δεξαμενής σε υπολογίσιμες συγκεντρώσεις. Για το λόγο αυτό η παροχή του κροκιδωτικού θα πρέπει να είναι πλήρως ελεγχόμενη. Για τον ίδιο λόγο δεν συνιστάται η κροκίδωση σε φίλτρα υψηλής ταχύτητας με ρηχή κλίση διύλισης.

Συνηθισμένες κροκιδωτικές ουσίες είναι άλατα του αργιλίου και σιδήρου (PAC – polyaluminium chloride, Alum – aluminium sulfate, iron chloride, iron sulfate κλπ.). Όλες αυτές οι ενώσεις συμπεριφέρονται με όμοιο τρόπο: σχηματίζουν υδρολυόμενες ζελατινώδη ιζήματα. Τα άλατα του σιδήρου είναι δυνατόν να προκαλέσουν εμφάνιση υπολειμματικού σιδήρου στο νερό της δεξαμενής και για τον λόγο αυτόν συνήθως αποφεύγονται. Οι ελάχιστες δόσεις (για συνεχή δοσομέτρηση) είναι 0.05 mg/l ως αργίλιο για ενώσεις αργιλίου και 0.1 mg/l ως σίδηρος για άλατα σιδήρου.

Η διύλιση συνοδευόμενη από την κροκίδωση δεν είναι ένα απλό μηχανικό φαινόμενο (ένα κοσκίνισμα). Είναι ένα σύνολο μηχανικών και φυσικοχημικών διεργασιών. Αν γίνεται σωστά φίλτρα μέσης ταχύτητας με κλίση τουλάχιστον 1 m, μπορεί να κατακρατήσουν σωματίδια της τάξης του 1 μm. Αυτό δημιουργεί μια μεγάλη διαφορά στην απόδοση σε σχέση με φίλτρα υψηλής ταχύτητας και για το λόγο αυτό τα τελευταία δεν μπορεί να θεωρηθούν κατάλληλα για τη διύλιση νερού κοινόχρηστων κολυμβητικών δεξαμενών.

### **1.6.3 Αντλίες**

#### **1.6.3.1 Γενικά**

Οι αντλίες πρέπει να είναι κατασκευασμένες με υλικά ανθεκτικά στη διάβρωση. Θα πρέπει να εξασφαλίζουν τις απαιτούμενες παροχές για την διύλιση, την αντίστροφη πλύση και την οικονομική λειτουργία της κολυμβητικής δεξαμενής (50% της κανονικής προβλεπόμενης για διύλιση παροχής, όταν η δεξαμενή δεν χρησιμοποιείται από λουόμενους). Για τον λόγο αυτόν θα πρέπει να εξετάζεται αν οι ζητούμενες παροχές θα καλύπτονται πιο αποτελεσματικά και ευέλικτα από αντλίες μεταβλητής παροχής (με χρήση ρυθμιστή συχνότητας οδηγούμενου από μετρητή ροής). Εφεδρική αντλία θα πρέπει να προβλέπεται προκειμένου η εγκατάσταση να μπορεί να λειτουργήσει με την προβλεπόμενη παροχή ακόμα και αν μία εκ των αντλιών αστοχήσει.

Οι ζητούμενες παροχές θα πρέπει να επιτυγχάνονται ακόμα και αν τα φίλτρα είναι φορτισμένα με ρύπους, οπότε και θα εμφανίζουν μεγαλύτερη πτώση πίεσης. Στη διαστασιολόγηση των αντλιών θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και η ύπαρξη επιπλέον συστημάτων, όπως συστημάτων οζονισμού, συστημάτων UV ή συστημάτων θέρμανσης νερού, που αυξάνουν τις συνολικές τριβές του δικτύου.

Θα πρέπει να διαθέτουν πρόφιλτρο για κατακράτηση χονδροειδών (τριχών, φύλλων κλπ.), να προβλέπονται βάνες αποκοπής εισόδου εξόδου και βαλβίδες αντεπιστροφής στις γραμμές κατάθλιψής τους. Θα πρέπει επίσης να διαθέτουν προστασία έναντι ξηράς λειτουργίας.

Υπάρχουν αντλίες αυτόματης αναρρόφησης που λειτουργούν στις 2,900 grm, αν και η προτεινόμενη επιλογή είναι αυτή των φυγοκεντρικών αντλιών που λειτουργούν στις 1450 grm. Η εγκατάστασή τους θα πρέπει να γίνεται λαμβάνοντας υπόψη τις υποδείξεις του κατασκευαστή και η απόδοσή τους θα πρέπει να διακριβώνεται. Η χωροθέτηση θα πρέπει να γίνεται με κριτήριο το ελάχιστο μήκος της γραμμής αναρρόφησης τους. Αυτό θα τους εξασφαλίσει την καλύτερη δυνατή απόδοση και τον μεγαλύτερο δυνατό χρόνο ζωής.

#### **1.6.3.2 Επίπεδο Ενεργειακής απόδοσης IE2 και IE3**

Οικολογικός σχεδιασμός (Ecodesign) ορίζεται ως “η ένταξη περιβαλλοντικών πτυχών στο σχεδιασμό του προϊόντος με στόχο τη βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεών του, καθ’ όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του.”

Στο πλαίσιο του οικολογικού σχεδιασμού και με την ευκαιρία τροποποιήσεων που αφορούν την επέκταση του πεδίου εφαρμογής της οδηγίας 2005/32/EC της 6ης Ιουλίου 2005 ώστε να συμπεριληφθούν όλα τα συνδεδεμένα με την ενέργεια προϊόντα, η ΕΕ έκρινε σκόπιμη, για λόγους σαφήνειας, την ψήφιση της νέας οδηγίας 2009/125/EC στις 21 Οκτωβρίου 2009. Η Ευρωπαϊκή οδηγία από μόνη της δεν θέτει δεσμευτικές απαιτήσεις για διάφορα προϊόντα. Οι απαιτήσεις τίθενται από τους αντίστοιχους Ευρωπαϊκούς Κανονισμούς. Για τους ηλεκτροκινητήρες αυτό γίνεται μέσω του ευρωπαϊκού κανονισμού (EU) No 640/2009 της 22 Ιουλίου



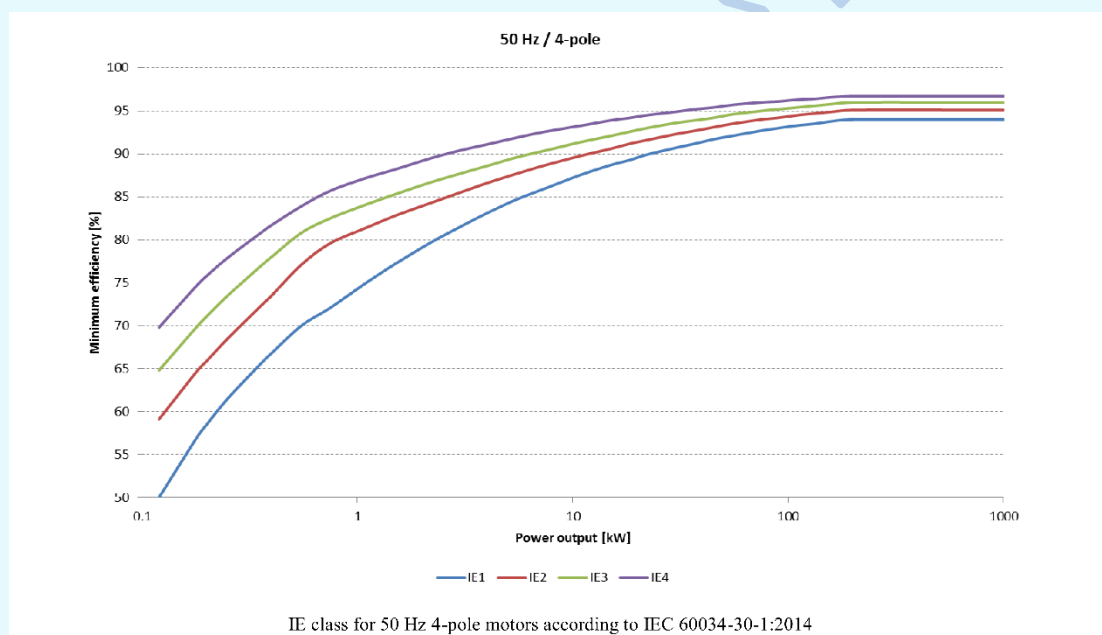
2009 με ισχύ από τα μέσα του 2011 και της τροποποίησής του (EU) No 4/2014 της 6 Ιανουαρίου 2014. Έτσι τίθενται υποχρεωτικά ελάχιστα επίπεδα ενεργειακής απόδοσης τους για την Ευρωπαϊκή αγορά.

Στο πρώτο στάδιο εφαρμογής του 640/2009 από 16/6/2011 οι ηλεκτροκινητήρες θα πρέπει να έχουν επίπεδο απόδοσης IE2.

Σε δεύτερο στάδιο εφαρμογής από 1/1/2015 ηλεκτροκινητήρες με αποδιδόμενη ισχύ από 7.5 - 375 kW πρέπει να έχουν επίπεδο ενεργειακής απόδοσης IE3 ή IE2 με VSD (Variable Speed Drive).

Σε δεύτερο στάδιο εφαρμογής από 1/1/2017 ηλεκτροκινητήρες με αποδιδόμενη ισχύ από 0.75 - 375 kW πρέπει να έχουν επίπεδο ενεργειακής απόδοσης IE3 ή IE2 με VSD (Variable Speed Drive).

Ο ΙΕ χαρακτηρισμός των ηλεκτροκινητήρων παρουσιάζεται στο πρότυπο IEC 60034-30-1:2014 για κάθε μια από τις κλάσεις: **IE1** – standard efficiency, **IE2** – High Efficiency, **IE3** – Premium Efficiency, **IE4** – Super Premium Efficiency.



Στο πλαίσιο της εφαρμογής της οδηγίας 2009/125/EC, ο αντίστοιχος Ευρωπαϊκός Κανονισμός για τις αντλίες νερού είναι ο (EU) No 547/2012. Με αυτόν τον κανονισμό επιδιώκεται ο στόχος της σταδιακής αύξησης της απόδοσης ορισμένων προϊόντων εντός των επομένων ετών. Οι κατασκευαστές αντλιών νερού χρησιμοποιούν τον ελάχιστο δείκτη απόδοσης (Minimum Efficiency Index – MEI) προκειμένου να δείξουν ότι τα προϊόντα τους συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις του ανωτέρω αναφερόμενου κανονισμού.

Ο MEI είναι ένας δεκαδικός θετικός αριθμός μικρότερος της μονάδας. Ένας συγκεκριμένος MEI αναφέρεται στις 1450 ή 2900 rpm. Επιπλέον ο MEI μιας αντλίας αναφέρεται στην πλήρη διάμετρο πτερωτής για την οποία η αντλία σχεδιάστηκε. Αν η πτερωτή μειωθεί, ώστε να διαφοροποιηθεί το σημείο λειτουργίας της αντλίας, ο MEI θα μειωθεί.

Στο πρώτο στάδιο εφαρμογής του 547/2012 από 1/1/2013 οι αντλίες θα πρέπει να έχουν ελάχιστο δείκτη απόδοσης MEI > 0.1.

Σε δεύτερο στάδιο εφαρμογής του 547/2012 από 1/1/2015 οι αντλίες θα πρέπει να έχουν ελάχιστο δείκτη απόδοσης MEI > 0.4 (Ισχύει η ημερομηνία κατά την οποία η αντλία μπαίνει στη αγορά).

Το κριτήριο πάντως για αντλία νερού υψηλής απόδοσης είναι MEI  $\geq$  0.70

#### **1.6.4 Υδραυλικά δίκτυα**

Οι σωλήνες και τα εξαρτήματα των δικτύων των κολυμβητικών δεξαμενών θα πρέπει να καλύπτουν τις απαιτήσεις που υπάρχουν για τα δίκτυα τροφοδοσίας πόσιμου νερού. Μπορούν να κατασκευαστούν από πολυολεφίνες (PVC-u - σύμφωνα με DIN EN 8061/2, HDPE – σύμφωνα με EN 12201/2, PP – σύμφωνα με DIN 8077, 8078). Το συνηθέστερα χρησιμοποιούμενο είναι το PVC-u (σωλήνες PN 10 εξαρτήματα PN 16). Η κατασκευή δικτύων από ανοξείδωτο χάλυβα είναι μεν επιτρεπτή, έχει όμως υψηλό κόστος και θα πρέπει επιπλέον να προβλεφθεί σύστημα αντιδιαβρωτικής προστασίας του δικτύου. Οι βαλβίδες παντός τύπου (αποκοπής, αντεπιστροφής κλπ.) θα πρέπει να είναι κατασκευασμένες με υλικά ανθεκτικά σε διάβρωση. Προτείνεται η χρησιμοποίηση βαλβίδων τύπου πεταλούδας για διαμέτρους μεγαλύτερες των 63 mm.

Ως ελάχιστη απαίτηση για τα υλικά στήριξης θεωρείται να είναι εν θερμώ γαλβανισμένα, να είναι προϊόντα τυποποιημένα και να έχουν τις κατάλληλες πιστοποιήσεις για τη χρήση που προορίζονται. Σε έντονα διαβρωτικά περιβάλλοντα, χρήση υλικών στήριξης από ανοξείδωτο χάλυβα θα πρέπει να προτιμηθεί.

Η διαστασιολόγηση των σωληνώσεων θα πρέπει γίνεται σύμφωνα με τις υδραυλικές απαιτήσεις του σχεδιασμού, λαμβάνοντας υπόψη τόσο το κόστος επένδυσης όσο και το λειτουργικό κόστος. Οι ταχύτητες ροής στο δίκτυο προσαγωγής προτείνεται να μην υπερβαίνουν τα 1.5 m/s (1.0 – 1.5 m/s), ενώ στο δίκτυο αναρρόφησης τα 1.0 m/s (0.5 – 1.0 m/s). Η σωληνογραμμή της απορροής του καναλιού υπερχειλίσης στη δεξαμενή θα πρέπει να διαστασιολογείται με τρόπο που να αποφεύγεται η παγίδευση αέρα (δεδομένου ότι η γραμμή αυτή φέρει μίγμα νερού και αέρα, η πληρότητά της δεν θα πρέπει να θεωρείται μεγαλύτερη του 50%). Ο σχεδιασμός του όλου δικτύου θα πρέπει να επιτρέπει την πλήρη εκκένωσή του.

Η γραμμή υδροδότησης της κολυμβητικής δεξαμενής θα πρέπει να έχει οπωσδήποτε κατάλληλη στη δεξαμενή υπερχειλίσης. Η αναπλήρωση του νερού θα πρέπει να ελέγχεται από αυτόματη βαλβίδα και θα πρέπει να υπάρχει σύστημα ελέγχου της στάθμης της δεξαμενής προς αποφυγή υπερπλήρωσής της.

Τέλος οι κανονισμοί με τους οποίους πρέπει να συμμορφώνεται η κατασκευή των υδραυλικών δικτύων είναι: οι Τεχνικές Οδηγίες TOTEE 2411/86 και TOTEE 2412/86, καθώς και ο Κανονισμός Εσωτερικών Υδραυλικών Εγκαταστάσεων (Β.Δ. της 13.5/1936 - ΦΕΚ /23/6.1936).

#### **1.6.5 Όργανα μέτρησης**

Προτείνεται η τοποθέτηση μετρητών ροής (ροομέτρων) για τη μέτρηση της παροχής της ανακυκλοφορίας καθώς και της ροής κατά την αντίστροφη πλύση των φίλτρων. Επαγωγικά

ροόμετρα έχει βρεθεί να είναι τα πλέον κατάλληλα. Αν το δίκτυο ανακυκλοφορίας περιλαμβάνει παράλληλους κλάδους, μέτρηση ροής θα πρέπει να προβλεφθεί για κάθε κλάδο.

Στις αντλίες ανακυκλοφορίας θα πρέπει να υπάρχει μετρητής πίεσης στη γραμμή κατάθλιψής τους.

Προτείνεται η τοποθέτηση υγρόμετρου στη γραμμή πλήρωσης. Αυτό θα βοηθήσει εκτός των άλλων στη διακρίβωση διαρροών.

#### **1.6.6 Βαλβίδες δειγματοληψίας**

Βαλβίδες δειγματοληψίας προτείνεται να τοποθετούνται σε σημεία από τα οποία πιθανόν να απαιτηθεί η λήψη δείγματος νερού για χημικές ή μικροβιολογικές αναλύσεις. Τα σημεία αυτά είναι:

- Πριν και μετά το φίλτρο.
- Στην γραμμή προσαγωγής, πριν την είσοδο στη λεκάνη κολύμβησης.
- Στη γραμμή υδροδότησης.
- Σε είσοδο και έξοδο κάθε επιπλέον συστήματος επεξεργασίας νερού (πχ. ενός οζονιστήρα).

ΚΩΔΙΚΑΣ ΠΡΑΚΤΙΚΗΣ - Σ.Ε.Π.Υ.

## 2 Χημική επεξεργασία και απολύμανση νερού κολυμβητικών δεξαμενών

### 2.1 Ορισμοί και ορολογία

- **pH.** Είναι μέτρο της οξύτητας/αλκαλικότητας του νερού στη λογαριθμική κλίμακα 0 – 14. Νερό με  $pH > 7$  θεωρείται αλκαλικό, ενώ με  $pH < 7$  όξινο. Το νερό είναι ουδέτερο όταν  $pH = 7$ .
- **Ολική αλκαλικότητα.** Η ολική αλκαλικότητα του νερού είναι ένα μέτρο της ποσότητας των αλκαλικών ουσιών (κυρίως ανθρακικών  $CO_3^{2-}$ , διττανθρακικών  $HCO_3^-$  και ιόντων υδροξυλίου  $OH^-$ ) διαλυμένων σε αυτό. Αυτές οι ουσίες προσδίδουν στο νερό ρυθμιστικές ιδιότητες, δηλαδή καθιστούν το pH σχετικά αδρανές σε προσθήκες ουσιών που τείνουν να το μεταβάλλουν (οξέα ή βάσεις). Μετριέται σε  $mg\ CaCO_3/l$ .
- **Ολική σκληρότητα** είναι ένα μέτρο της περιεκτικότητας του νερού σε άλατα ασβεστίου και μαγνησίου. Εκφράζεται συνήθως ως  $mg/l$  ανθρακικού ασβεστίου ( $CaCO_3$ ). Υπάρχουν και άλλες μονάδες έκφρασης της σκληρότητας όπως οι γαλλικοί και οι γερμανικοί βαθμοί:

$$1^{\circ}HF \text{ (γαλλικός βαθμός)} = 10\ mg/l\ CaCO_3 = 0.25\ mg/l\ Ca = 0.41\ mg/l\ Mg$$

Η ολική σκληρότητα είναι το άθροισμα της μόνιμης και της παροδικής.

- **Παροδική σκληρότητα** είναι ένα μέρος της ολικής σκληρότητας και σχετίζεται με τις καθιζήσεις που παρατηρούνται κατά το βρασμό του νερού, συνίσταται δε σε ανθρακικά και διττανθρακικά άλατα του ασβεστίου και μαγνησίου.
- **Μόνιμη σκληρότητα** αντιστοιχεί σε άλλα άλατα ασβεστίου και μαγνησίου όπως θειικά και χλωριούχα.
- **Συνολικά διαλυμένα στερεά (Total dissolved solids – TDS).** Ο όρος αυτός αναφέρεται στο άθροισμα όλων των χημικών ουσιών που είναι διαλυμένες στο νερό. Είναι ουσιαστικά αυτό που απομένει όταν όλο το νερό έχει εξατμιστεί. Το πόσιμο νερό έχει συνήθως από 200 έως 600  $mg/l$ . Το υφάλμυρο νερό έχει τιμές που κυμαίνονται στο εύρος 2.000 - 5.000  $mg/l$ , ενώ στο θαλασσινό τα συνολικά διαλυμένα στερεά υπερβαίνουν τα 35.000  $mg/l$ .
- **Υπολειμματικό χλώριο.** Ονομάζεται ποσότητα χλωρίου που υπάρχει στο νερό με ικανότητα να οξειδώνει και να απολυμάνει. Εκφράζεται σε  $mg/l$  (ppm).
- **Ελεύθερο χλώριο.** Ονομάζεται η συνολική ποσότητα υποχλωριώδους οξέος και υποχλωριωδών ιόντων. Εκφράζεται σε  $mg/l$  (ppm).
- **Χλωραμίνες.** Προϊόντα ατελούς οξείδωσης της αμμωνίας και των αμινών από το χλώριο.
- **Δεσμευμένο χλώριο.** Ονομάζεται το σύνολο των χλωραμινών, δηλαδή των παραπροϊόντων χλωρίωσης. Εκφράζεται σε  $mg/l$  (ppm).
- **Ολικό χλώριο.** Είναι το σύνολο ελεύθερου και δεσμευμένου χλωρίου.
- **ppm.** Μέρος στο εκατομμύριο (part per million). Μονάδα συγκέντρωσης.  $1\ ppm = 1\ mg/l = 1\ g/m^3$ .
- **Αποχλωρίωση.** Αφαίρεση του χλωρίου του νερού μέσω χημικής αντίδρασης με αναγωγικές ουσίες.

## 2.2 Χημικές παράμετροι κρίσιμες για την ποιότητα του νερού

### 2.2.1 Γενικά

Η ρύπανση και η υποβάθμιση του νερού των κολυμβητικών δεξαμενών οφείλονται κυρίως στους κολυμβητές αλλά και σε διάφορους περιβαλλοντικούς παράγοντες και συνθήκες (όπως βροχή, ήλιος, αέρας, ύπαρξη ζώων και φυτών πλησίον της δεξαμενής κλπ.).

Από υγιεινής και υγειονομικής άποψης, το νερό πρέπει να έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Απουσία παθογόνων μικροοργανισμών (βακτήρια και ιοί).
- Απουσία τοξικών ουσιών σε επιβλαβείς συγκεντρώσεις.
- Απουσία δυσάρεστης οσμής και γεύσης.
- Να είναι καθαρό και διαυγές.

Για να διατηρηθεί σε καλή κατάσταση το νερό των κολυμβητικών δεξαμενών έτσι ώστε η κολύμβηση να είναι υγιεινή και ευχάριστη, δεν αρκεί απλά η προσθήκη μιας απολυμαντικής ουσίας. Επειδή το νερό περιέχει ένα μεγάλο αριθμό χημικών ουσιών (κυρίως ανόργανα άλατα), θα πρέπει να ελέγχονται και να ρυθμίζονται ορισμένες κρίσιμες χημικές παράμετροι. Οι παράμετροι αυτές είναι το pH, η ολική αλκαλικότητα, η σκληρότητα και τα συνολικά διαλυμένα στερεά (TDS).

Η διαδικασία της ρύθμισης σε κάθε περίπτωση πρέπει να γίνεται με την ελάχιστη δυνατή προσθήκη χημικών ουσιών.

### 2.2.2 pH

Ιδανικά πρέπει να κυμαίνεται στο εύρος τιμών 7.0 – 7.4. Η ρύθμιση της τιμής του pH είναι εξαιρετικά σημαντική για τους ακόλουθους λόγους:

- Η βακτηριοκτόνος δράση των περισσότερων απολυμαντικών ουσιών εξαρτάται από το pH. Είναι επομένως απαραίτητο να διατηρείται η τιμή του pH σε ένα βέλτιστο ενεργό εύρος για κάθε μέσο απολύμανσης (η βακτηριοκτόνος δράση της χλωρίωσης μειώνεται δραστικά καθώς η τιμή του pH πλησιάζει το 8).
- Σε υψηλές τιμές pH το νερό έχει την τάση να διευκολύνει την επικάθιση (ιζηματοποίηση) αλάτων ασβεστίου (και γενικώς όλων των αλάτων που συμβάλλουν στην σκληρότητά του).
- Για τιμές pH μικρότερες του 7 το νερό γίνεται διαβρωτικό για τα υλικά που υπάρχουν στην κολυμβητική δεξαμενή. Αν το pH είναι πολύ υψηλό ή πολύ χαμηλό τότε το νερό μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό στο δέρμα και στα μάτια των λουομένων.
- Η διαδικασία της κροκίδωσης είναι αποτελεσματική μόνο σε ένα ορισμένο εύρος τιμών pH.
- Η μέτρηση του υπολειμματικού χλωρίου έχει νόημα σε νερό με σταθεροποιημένο pH.

*Μέτρηση του pH.* Γίνεται μέσω ενός δείκτη, του ερυθρού της φαινόλης (Phenol Red). Σε κολυμβητικές δεξαμενές δημόσιας χρήσης συνίσταται ο φωτομετρικός προσδιορισμός του.

Συνήθεις χημικές ουσίες (όξινες) για τη μείωση της τιμής του pH είναι:

- Υγρό υδροχλωρικό οξύ (Hydrochloric acid - HCl). Διατίθεται σε περιεκτικότητα περίπου 32% w/w. Σε περιπτώσεις μικρών κολυμβητικών δεξαμενών πρέπει να χρησιμοποιείται αραιωμένο.
- Υγρό θειικό οξύ (sulfuric acid – H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) αραιωμένο σε συγκέντρωση περίπου 25 - 30% w/w.
- Στερεό όξινο θειικό νάτριο (sodium bisulphate – NaHSO<sub>4</sub>). Χρησιμοποιείται διαλυμένο σε νερό.
- Σε περιπτώσεις που το νερό πλήρωσης είναι χαμηλής ολικής αλκαλικότητας (< 150 mg/l ως CaCO<sub>3</sub>) και χαμηλής σκληρότητας (< 300 mg/l ως CaCO<sub>3</sub>), είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί ως μέσο οξύνισης το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) με καλή αποτελεσματικότητα. Ως λύση έχει μεγαλύτερο κόστος.

Συνήθεις χημικές ουσίες (αλκαλικές) για αύξηση της τιμής του pH είναι:

- Στερεό ανθρακικό νάτριο (Sodium Carbonate – Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). Χρησιμοποιείται διαλυμένο σε νερό.
- Στερεό καυστικό νάτριο (Sodium hydroxide – NaOH). Χρησιμοποιείται διαλυμένο σε νερό. Η χρήση του απαιτεί προσοχή λόγω της καυστικότητάς του και της πιθανούς παροδικής αύξησης της θολρότητας του νερού.
- Στερεό καυστικό κάλιο (potassium hydroxide – KOH). Χρησιμοποιείται διαλυμένο σε νερό. Η χρήση του απαιτεί προσοχή λόγω της καυστικότητάς του και της πιθανούς παροδικής αύξησης της θολρότητας του νερού.

### 2.2.3 Ολική αλκαλικότητα

Ιδανικά η ολική αλκαλικότητα πρέπει να κυμαίνεται στο εύρος 80 – 120 mg/l. Τιμές μέχρι 200 mg/l είναι αποδεκτές και δεν χρειάζονται καμία διόρθωση. Αν η ολική αλκαλικότητα είναι μικρότερη των 80 mg/l (ως CaCO<sub>3</sub>) τότε το pH γίνεται ευμετάβλητο και παρουσιάζει διακυμάνσεις. Αντίθετα αν η ολική αλκαλικότητα είναι μεγαλύτερη των 200 mg/l τότε το pH τείνει να κλειδώνει σε υψηλές τιμές.

Χαμηλές τιμές της ολικής αλκαλικότητας (μικρότερες των 80 mg/l) έχουν τις ακόλουθες συνέπειες: Χαμηλό pH με διακυμάνσεις, αυξημένη διαβρωτική ικανότητα νερού, ερεθισμός ματιών και δέρματος, συχνά πρασινωπή απόχρωση νερού.

Υψηλές τιμές της ολικής αλκαλικότητας (μεγαλύτερες των 200 mg/l) μπορούν να προκαλέσουν υψηλές τιμές pH που μειώνονται δύσκολα και θολότητα νερού.

Αύξηση της ολικής αλκαλικότητας μπορεί να γίνει με προσθήκη διττανθρακικού νατρίου:

*1,7 kg NaHCO<sub>3</sub> αυξάνουν την ολική αλκαλικότητα 100 m<sup>3</sup> νερού κατά 10 mg/l*

Μείωση της ολικής αλκαλικότητας μπορεί να γίνει με τη χρήση στερεού οξέος (NaHSO<sub>4</sub> – όξινο θειικό νάτριο) ή υγρού υδροχλωρικού οξέος του εμπορίου (HCl - περιεκτικότητας περίπου 30% w/w).

*2,4 kg NaHSO<sub>4</sub> μειώνουν την ολική αλκαλικότητα 100 m<sup>3</sup> νερού κατά 10 mg/l*

*5 l HCl 30% w/v μειώνουν την ολική αλκαλικότητα 100 m<sup>3</sup> νερού κατά 10 mg/l*

Όταν προστίθενται όξινες ή αλκαλικές ουσίες για τη διόρθωση της ολικής αλκαλικότητας η κολύμβηση δεν θα πρέπει να επιτρέπεται.

*Μέτρηση της ολικής αλκαλικότητας:* Βασίζεται ουσιαστικά σε μια αντίδραση τιτλοδότησης. Δείγμα νερού τιτλοδοτείται με ένα διάλυμα οξέος, το οποίο εξουδετερώνει τα αλκαλικά συστατικά του δείγματος. Το πέρας της τιτλοδότησης προσδιορίζεται είτε με την παρατήρηση της χρωματικής αλλαγής ενός δείκτη, είτε τιτλοδοτώντας μέχρι επίτευξης pH = 4.5 το οποίο μετρίεται μέσω ενός ηλεκτροδίου pH. Ο όγκος του διαλύματος του οξέος που θα απαιτηθεί χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της ολικής αλκαλικότητας.

#### **2.2.4 Σκληρότητα**

Νερό με σκληρότητα 0 έως 15 °HF θεωρείται μαλακό. Αν η σκληρότητα είναι μεταξύ 15 και 35 °HF, τότε θεωρείται μέτριας σκληρότητας, ενώ αν είναι μεγαλύτερη των 35 °HF χαρακτηρίζεται σαν σκληρό.

Αν η σκληρότητα είναι μικρότερη των 40 mg/l ως CaCO<sub>3</sub> το νερό της κολυμβητικής δεξαμενής έχει μεγάλη διαβρωτική ικανότητα και μπορεί να προκληθούν ζημιές τόσο στα υλικά της εσωτερικής επένδυσης της δεξαμενής όσο και στα μεταλλικά εξαρτήματα. Σε περίπου 75 mg/l σχηματίζεται στις επιφάνειες μια λεπτή στοιβάδα που δρα προστατευτικά. Θεωρείται ιδανικό το εύρος μεταξύ 75 και 150 mg/l. Νερά με σκληρότητα μεγαλύτερη των 350 mg/l πολλές φορές εμφανίζουν θολότητα, παρατηρούνται αποθέσεις αλάτων στις εσωτερικές επιφάνειες και προκαλείται ερεθισμός ματιών και δέρματος των λουομένων.

Σε περιπτώσεις που η σκληρότητα είναι χαμηλή, αύξησή της γίνεται με προσθήκη χλωριούχου ασβεστίου

*1,5 kg CaCl<sub>2</sub> αυξάνουν την σκληρότητα 100 m<sup>3</sup> νερού κατά 10 mg/l*

Αν η σκληρότητα του νερού είναι υψηλή, μείωσης της μπορεί να γίνει μόνο με αραιώση, με την προϋπόθεση ότι το νερό που θα χρησιμοποιηθεί για την αναπλήρωση θα είναι μαλακό. Σε περιοχές με σκληρά νερά οι αρνητικές επιπτώσεις της υψηλής σκληρότητας μπορούν να αντιμετωπιστούν έμμεσα με την διατήρηση των τιμών του pH στο εύρος 7.0 – 7.2.

*Μέτρηση της σκληρότητας:* Γίνεται με τιτλοδότηση δείγματος νερού με διάλυμα EDTA. Το πέρας της αντίδρασης προσδιορίζεται από τη χρωματική αλλαγή δείκτη.

#### **2.2.5 Συνολικά διαλυμένα στερεά**

Η χημική επεξεργασία και η απολύμανση αυξάνει σημαντικά την τιμή τους αναπόφευκτα. Αυξητικά επιδρούν και άλλοι παράγοντες όπως το φορτίο λουομένων και η εξάτμιση. Υψηλή τιμή των TDS θα πρέπει να θεωρηθεί ως προειδοποίηση για ανανέωση του νερού της κολυμβητικής δεξαμενής και θα πρέπει πάντα να συγκρίνεται με την τιμή που έχει το νερό πλήρωσης. Αν η διαφορά υπερβεί τα 1.000 mg/l, θα πρέπει να γίνει ανανέωση του νερού προκειμένου να διατηρηθεί η ποιότητα.

Υψηλά TDS δεν επιδρούν άμεσα στη διαδικασία της απολύμανσης, αλλά υποβοηθούν τη διάβρωση. Ειδικότερα αυξημένα θειικά προσβάλλουν σκυρόδεμα και υλικό αρμών, ενώ αύξηση χλωριούχων συντελεί σε ταχύτερη οξειδωση μεταλλικών εξαρτημάτων.

Ρύθμιση των TDS γίνεται με την τακτική ανανέωση του νερού. Η τακτική αντίστροφη πλύση των φίλτρων, η λιγότερη δυνατή χρήση χημικών και η ανανέωση νερού ανάλογα με την χρήση της κολυμβητικής δεξαμενής (30l νερού ανά λουόμενο, ανά ημέρα) θα βοηθήσουν σημαντικά.

*Μέτρηση TDS:* Προσεγγιστικά γίνεται έμμεσα από την τιμή της ειδικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Για την τελευταία απαιτείται ειδικό όργανο. Για τη μετατροπή ισχύει:

$$TDS \text{ (σε mg/l)} = \text{Ειδική αγωγιμότητα (σε } \mu\text{S/cm)} \times 0.7$$

### 2.2.6 Χημική εξισορρόπηση νερού κολυμβητικής δεξαμενής

Από χημικής άποψης το νερό είναι εξισορροπημένο αν δεν υπάρχει ισχυρή τάση στο να επιτρέπεται η καθίζηση ή η διάλυση των αλάτων που συμβάλλουν στην σκληρότητά του. Αυτό έχει σαν επακόλουθο να μην δημιουργούνται αποθέσεις αλάτων στην εσωτερική επιφάνεια της κολυμβητικής δεξαμενής αλλά και παράλληλα να μην υπάρχουν διαβρωτικές τάσεις.

Είναι εξαιρετικά σημαντικό το νερό να είναι εξισορροπημένο. Για τις περισσότερες κολυμβητικές δεξαμενές και κυρίως για αυτές που έχουν μικρά φορτία λουομένων, απλά αρκεί η σωστή ρύθμιση του pH. Όμως εκτός της τιμής του pH οι κύριοι παράγοντες που θα καθορίσουν αν το νερό είναι εξισορροπημένο είναι η ολική αλκαλικότητα, η ολική σκληρότητα και τα συνολικά διαλυμένα στερεά. Όλοι αυτοί οι παράγοντες συσχετίζονται με μάλλον περίπλοκο τρόπο.

Τυπικά προκειμένου να ελεγχθεί η εξισορρόπηση του νερού, θα πρέπει να γίνουν μετρήσεις του pH, της θερμοκρασίας, της ολικής αλκαλικότητας, της σκληρότητας ασβεστίου και των συνολικών διαλυμένων στερεών. Με βάση αυτές τις μετρήσεις υπάρχουν δύο αποδεκτές προσεγγίσεις για να διαπιστωθεί αν το νερό μιας κολυμβητικής δεξαμενής είναι εξισορροπημένο: ο δείκτης Langelier ή η μέθοδος Taylor. Αυτές παρατίθενται στο Παράρτημα Γ.

## 2.3 Απολύμανση

### 2.3.1 Γενικά

Προκειμένου για κολυμβητικές δεξαμενές κοινής χρήσης, η χλωρίωση αποτελεί και τον μόνο εγκεκριμένο τρόπο απολύμανσης. Η χλωρίωση μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας πολλές και διαφορετικές χημικές ουσίες, όμως όταν αυτές οι ουσίες διαλυθούν, στο νερό θα σχηματιστεί τελικά υποχλωριώδες οξύ – HClO. Αυτή είναι και η ουσία που έχει την απολυμαντική δράση. Συνήθως αναφερόμενοι στο «χλώριο», εννοούμε κάθε ουσία που διαλυόμενη στο νερό δίνει υποχλωριώδες οξύ.

Η μεγάλη επιτυχία του χλωρίου ως βασικού μέσου απολύμανσης έγκειται στους εξής λόγους:

- Είναι εξαιρετικό βακτηριοκτόνο και επομένως καταστρέφει εύκολα επιβλαβείς για την υγεία μικροοργανισμούς.
- Έχει άριστες αλγεοκτόνες ιδιότητες.
- Είναι καλό οξειδωτικό, επομένως μπορεί να αποικοδομήσει οργανικούς ρυπαντές (που είναι σύνθετα μόρια) σε απλές ακίνδυνες ανόργανες ενώσεις, όπως διοξείδιο του άνθρακα και νερό.



- Έχει παραμένουσα δράση.
- Παρασκευάζεται εύκολα και με χαμηλό κόστος.

Προκειμένου να εξασφαλιστεί η μέγιστη απολυμαντική ικανότητά του, θα πρέπει το pH του νερού να είναι ρυθμισμένο στη περιοχή 7.0 – 7.4. Επομένως η εξισορρόπηση του νερού αποτελεί προϋπόθεση για σωστή απολύμανση.

Η διαδικασία της χλωρίωσης έχει σαν αποτέλεσμα την σταδιακή αύξηση των διαλυμένων στερεών και την μείωση της ολικής αλκαλικότητας, ανεξάρτητα από το τύπο του χλωρίου που χρησιμοποιείται. Επομένως η διαδικασία αυτή επηρεάζει όλες τις κρίσιμες παραμέτρους του νερού της κολυμβητικής δεξαμενής.

Επιπρόσθετα θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα ανεπιθύμητα παραπροϊόντα της χλωρίωσης όπως οι χλωραμίνες (προϊόντα ατελούς οξειδωσης οργανικών ενώσεων με δυσάρεστη οσμή που προκαλούν συχνά ερεθισμό στα μάτια των λουομένων) και το κυανουρικό οξύ (παραπροϊόν σε περιπτώσεις που χρησιμοποιείται οργανικό χλώριο). Δεδομένου ότι οι συγκεντρώσεις αυτών των παραπροϊόντων είναι μετρήσιμες, μπορεί εύκολα να διαπιστωθεί αν υπερβούν τα ανώτατα επιτρεπτά όρια. Σε αυτή τη περίπτωση η ανανέωση του νερού της κολυμβητικής δεξαμενής θα πρέπει να γίνει πιο εντατικά.

Η απολύμανση του νερού κολυμβητικών δεξαμενών δημόσιας χρήσης απαιτεί την εγκατάσταση ειδικού εξοπλισμού που θα επιτρέψει η διεργασία αυτή να γίνεται αυτόματα.

### 2.3.2 Επιτρεπτές απολυμαντικές ουσίες

Οι ακόλουθες ουσίες είναι επιτρεπτό να χρησιμοποιούνται ως μέσα απολύμανσης κολυμβητικών δεξαμενών δημόσιας χρήσης Τύπου 1 και Τύπου 2.

- Αέριο χλώριο σε φιάλες όπως καθορίζεται σε EN 937
- Αέριο χλώριο παραγόμενο in situ με ηλεκτρόλυση διαλύματος χλωριούχου νατρίου ή υδροχλωρικού οξέος.
- Διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου NaClO όπως καθορίζεται σε EN 15077 που περιέχει 150 g/l χλωρίου και περίπου 12 g/l υδροξειδίου του νατρίου και έχει pH περίπου 11. Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης η συγκέντρωση του χλωρίου μειώνεται. Οι ημερήσια απώλεια στους 20°C είναι περίπου 1 g/l.
- Διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου παραγόμενο in situ με ηλεκτρόλυση διαλύματος χλωριούχου νατρίου.
- Υποχλωριώδες ασβέστιο Ca(ClO)<sub>2</sub> όπως καθορίζεται σε EN 15796 σε μορφή κόκκων ή ταμπλέτας και που περιέχει όχι λιγότερο από 65% w/w και 5 – 10% νερό.

Οι παραπάνω ενώσεις είναι ανόργανες. Σε κολυμβητικές δεξαμενές Τύπου 2 μεσαίου ή μικρού μεγέθους με μικρά φορτία λουομένων μπορούν χλωριωμένα ισοκυανουρικά παράγωγα, που είναι οργανικές ενώσεις και οι οποίες διαλυόμενες στο νερό ελευθερώνουν κυανουρικό οξύ και υποχλωριώδες οξύ. Οι ενώσεις αυτές είναι:

- Το δίχλωρο-ισοκυανουρικό νάτριο είναι ευδιάλυτο και διατίθεται στο εμπόριο σε σκόνη ή σε κόκκους. Η περιεκτικότητά του σε ενεργό συστατικό είναι περίπου 60% (55 – 62%). Η δράση του είναι άμεση και χρησιμοποιείται κυρίως για σοκ – χλωρίωση. Είναι ουσία εξαιρετικά οξειδωτική και η πρωτογενής της διάλυση καλό είναι να γίνεται στο νερό της κολυμβητικής δεξαμενής. Είναι ουσία ασθενώς όξινη και η προσθήκη της στο νερό θα μειώσει ελαφρά το pH.

- Το τρίχλωρο-ισοκυανουρικό οξύ είναι βραδείας διάλυσης και διατίθεται στο εμπόριο σε σκόνη, κόκκους ή ταμπλέτες. Η περιεκτικότητά του σε ενεργό συστατικό είναι περίπου 90%. Όπως και το δίχλωρο-ισοκυανουρικό νάτριο είναι ισχυρά οξειδωτική ουσία. Το τρίχλωρο-ισοκυανουρικό οξύ είναι ουσία όξινη.

Το κυανουρικό οξύ που αποδεσμεύεται είναι ουσία που σταθεροποιεί το χλώριο έναντι της ηλιακής UV ακτινοβολίας. Τα χλωρο-ισοκυανουρικά παράγωγα παίζουν το ρόλο της αποθήκης ελεύθερου χλωρίου, απ' όπου αυτό διατίθεται όποτε απαιτηθεί. Όσο περισσότερο κυανουρικό οξύ υπάρχει τόσο περισσότερο ελεύθερο χλώριο δεσμεύεται στη μορφή χλωρο-ισοκυανουρικών. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να ελέγχεται προσεκτικά η αναλογία ελεύθερου χλωρίου - κυανουρικού οξέος. Σε συγκεντρώσεις έως 25 mg/l το κυανουρικό οξύ έχει χρήσιμη σταθεροποιητική δράση. Σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις προκαλεί ανάσχεση της δράσης του χλωρίου ενώ σε συγκεντρώσεις > 100 mg/l το χλώριο πρακτικά αδρανοποιείται και η απολύμανση δεν γίνεται αποτελεσματικά. Το κυανουρικό οξύ είναι σταθερή ένωση και δεν διασπάται. Ο μόνος τρόπος για να μειωθεί η συγκέντρωσή του είναι η ανανέωση του νερού της κολυμβητικής δεξαμενής.

### 2.3.3 Συστήματα χλωρίωσης

Τα συστήματα χλωρίωσης πρέπει να σχεδιάζονται με τρόπο που καλύπτονται οι μέγιστες απαιτήσεις απολύμανσης. Η διαστασιολόγηση των συστημάτων χλωρίωσης θα πρέπει να εξασφαλίζει την δυνατότητα τροφοδότησης των κολυμβητικών δεξαμενών με χλώριο με τις ακόλουθες παροχές:

- $\geq 2 \text{ g Cl}_2 / \text{m}^3$  ανακυκλοφορίας για κλειστές κολυμβητικές δεξαμενές
- $\geq 5 \text{ g Cl}_2 / \text{m}^3$  ανακυκλοφορίας για ανοικτές κολυμβητικές δεξαμενές

Μια επαρκής ποσότητα χλωρίου θα πρέπει να υπάρχει σε απόθεμα, προκειμένου να μη διακόπτεται η χλωρίωση.

Για συστήματα αερίου χλωρίου θα πρέπει να καλύπτονται οι απαιτήσεις χώρων σύμφωνα με EN 1588-1 παρ. 15.11 και DIN 19606. Η όλη συγκρότηση των συστημάτων θα πρέπει να πληροί τις απαιτήσεις ασφαλείας του EN 1588-1 και DIN 19606.

Τα συστήματα ηλεκτρολυτικής παραγωγής υποχλωριώδους νατρίου θα πρέπει να είναι πιστοποιημένα σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό κανονισμό No. 528/2012.

Το υγρό υποχλωριώδες νάτριο προστίθεται στο νερό μέσω κατάλληλα διαστασιολογημένων δοσομετρικών αντλιών. Τα δοχεία τροφοδοσίας πρέπει να είναι κατασκευασμένα από υλικά μη αντιδρώντα με το υποχλωριώδες νάτριο (συνήθως δοχεία πολυαιθυλενίου) και να ευρίσκονται μέσα σε δοχεία ασφαλείας επαυξημένης κατά 10% μέγιστης χωρητικότητας. Οι δοσομετρικές αντλίες πρέπει να διαθέτουν σύστημα προστασίας έναντι ξηράς λειτουργίας (έλεγχο στάθμης δοχείου απολυμαντικού) καθώς και αντίστοιχο σύστημα ειδοποίησης.

Οι χλωριωτές στερεού οργανικού χλωρίου σε μορφή ταμπλέτας θα πρέπει να τοποθετούνται σε θέση by pass στη γραμμή επιστροφής του νερού στη κολυμβητική δεξαμενή και να προβλέπεται τρόπος ελέγχου και ρύθμισης της δοσολόγησής τους.

Τα σημεία έγχυσης του χλωρίου στο δίκτυο της ανακυκλοφορίας του νερού πρέπει να βρίσκονται μετά από κάθε σύστημα επεξεργασίας και θέρμανσης του νερού και πριν την εισαγωγή του στην κολυμβητική δεξαμενή.

#### 2.3.4 Επιτρεπτά όρια χλωρίωσης

Μετά την προσθήκη ποσότητας χλωρίου στο νερό της κολυμβητικής δεξαμενής αναμένεται ότι ένα ποσοστό της απολυμαντικής ουσίας θα καταναλωθεί για απολύμανση, ένα άλλο ποσοστό θα αναλωθεί για την οξείδωση αναγωγικών ουσιών που υπάρχουν στο νερό. Επίσης ένα ποσοστό θα διασπαστεί από την UV ακτινοβολία του ήλιου και τη θερμότητα.

Προκειμένου το νερό να διατηρηθεί σε καλή κατάσταση και να διασφαλισθεί ότι δεν θα υπάρχει κίνδυνος μόλυνσης των λουομένων θα πρέπει η συγκέντρωση του υπολειμματικού χλωρίου να είναι μεγαλύτερη από μια κατώτατη επιτρεπτή τιμή. Επιπρόσθετα δεν θα πρέπει να υπερβεί και ένα ανώτατο όριο, πάνω από το οποίο το νερό γίνεται έντονα οξειδωτικό με κίνδυνο πρόκλησης βλάβης των λουομένων. Υπάρχει ένα εύρος τιμών για τις οποίες η χλωρίωση μπορεί να γίνει αποτελεσματικά και ακίνδυνα.

Τα βέλτιστα επίπεδα του υπολειμματικού χλωρίου εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες. Αν η ανακυκλοφορία και η διύλιση γίνονται με τον καλύτερο δυνατό τρόπο, τότε θα κατακρατούνται στο φίλτρο γρήγορα και αποτελεσματικά ουσίες που σε άλλη περίπτωση θα απαιτούσαν μεγαλύτερη ποσότητα χλωρίου για την οξείδωσή τους. Αν η θερμοκρασία του νερού είναι υψηλή, τότε η ανάπτυξη μικροοργανισμών γίνεται εξαιρετικά πιο γρήγορα και αυτό θα απαιτήσει μεγαλύτερες συγκεντρώσεις χλωρίου προς αποφυγή μόλυνσης. Μεγάλα φορτία λουομένων πάντα αποτελούν κίνδυνο για μη αποτελεσματική απολύμανση.

Διαφορετικά πρότυπα δίνουν διαφορετικά όρια και αυτό εξαρτάται από τις απαιτήσεις που τίθενται για τις μηχανολογικές και οικοδομικές υποδομές της κολυμβητικής δεξαμενής. Σύμφωνα με τον γερμανικό κανονισμό DIN 19643 οι επιτρεπτές τιμές για το υπολειμματικό χλώριο είναι μεταξύ 0.3 και 0.6 mg/l. Επιπρόσθετα η κολύμβηση δεν επιτρέπεται για τιμές υπολειμματικού χλωρίου μεγαλύτερες των 1.2 mg/l. Σύμφωνα με τον ελληνικό κανονισμό οι επιτρεπτές τιμές είναι μεταξύ 0.4 και 0.7 mg/l. Σύμφωνα με την βρετανική πρακτική (PAS 39: 2003) οι επιτρεπτές τιμές, αν χρησιμοποιείται ανόργανο χλώριο, είναι μεταξύ 0.5 και 1.0 mg/l (με την προϋπόθεση η κολυμβητική δεξαμενή να έχει σχεδιασθεί σωστά και τα φορτία των λουομένων δεν υπερβαίνουν τα προβλεπόμενα όρια). Αντίθετα αν χρησιμοποιείται οργανικό χλώριο τότε το προτεινόμενο εύρος είναι μεταξύ 2.5 και 5.0 mg/l. Σε καμία περίπτωση δεν θα πρέπει μια κολυμβητική δεξαμενή να λειτουργεί με τιμές υπολειμματικού χλωρίου χαμηλότερες από αυτές που θα εξασφαλίζουν ότι οι μικροβιολογικές αναλύσεις θα είναι αρνητικές. Για τιμές μεγαλύτερες των 5.0 mg/l η χλωρίωση θα πρέπει να διακόπτεται, ενώ για τιμές μεγαλύτερες των 10 mg/l η κολύμβηση θα πρέπει να απαγορεύεται.

Όποια και αν είναι η χημική ένωση χλωρίου που διαλύεται στο νερό, το ουσιαστικό τελικό αποτέλεσμα είναι ο σχηματισμός δύο ενώσεων, του υποχλωριώδους οξέος HClO και του υποχλωριώδους ιόντος ClO<sup>-</sup>. Το σύνολο και των δύο μορφών ονομάζεται ελεύθερο χλώριο. Η μεταξύ τους αναλογία εξαρτάται από την τιμή του pH. Σε χαμηλές τιμές pH η επικρατούσα μορφή είναι το υποχλωριώδες οξύ, ενώ σε υψηλές το υποχλωριώδες ιόν.

Από τις δύο μορφές, το υποχλωριώδες οξύ έχει τις ισχυρότερες απολυμαντικές ιδιότητες. Στο βέλτιστο εύρος τιμών pH 7.0 - 7.4 η αναλογία υποχλωριώδους οξέος – υποχλωριώδους ιόντος είναι περίπου 60% - 40%. Αντίθετα για τιμές pH στην περιοχή 8, η αναλογία υποχλωριώδους οξέος – υποχλωριώδους ιόντος είναι περίπου 20% - 80%. Αυτά καταδεικνύουν ότι η

αποτελεσματική απολύμανση δεν εξαρτάται μόνο από την συγκέντρωση του χλωρίου αλλά και από την τιμή του pH του νερού.

Μέτρηση χλωρίου: Η πιο ακριβής μέθοδος μέτρησης του χλωρίου γίνεται με την χρήση της N,N διαιθυλο-p-φαινυλαινοδιαμίνης (N,N Diethyl-p-phenylenediamine) – DPD. Όταν η ουσία αυτή προστίθεται σε χλωριωμένο νερό του προσδίδει ροζ απόχρωση. Η σύγκριση της σχηματιζόμενης απόχρωσης με πρότυπη χρωματική κλίμακα θα δώσει την αντιστοίχιση σε μονάδες συγκέντρωσης του ελεύθερου χλωρίου. Με την ουσία DPD-1 μετριέται το ελεύθερο χλώριο. (με DPD-1 μετριέται μόνο το ελεύθερο χλώριο, δηλαδή υποχλωριώδες οξύ, υποχλωριώδες ιόν και χλωρο-ισοκυανουρικά παράγωγα αν υπάρχουν).

### 2.3.5 Παραπροϊόντα χλωρίωσης

Ο κύριος ρυπαντής του νερού των κολυμβητικών δεξαμενών είναι η αμμωνία ( $\text{NH}_3$ ). Η αμμωνία σχηματίζεται από την αποσύνθεση της ουρίας, η οποία με τη σειρά της εισάγεται στο νερό από τους λουόμενους μέσω διάφορων αζωτούχων ουσιών (ούρα, ιδρώτας κλπ.). Η αποσύνθεση της ουρίας είναι μια βραδεία αντίδραση, όπως βραδεία είναι και η αντίδραση της αμμωνίας με το υπολειμματικό χλώριο. Τα προϊόντα της αντίδρασης της αμμωνίας με το χλώριο ονομάζονται χλωραμίνες (μονοχλωραμίνες, διχλωραμίνες, τριχλωρομεθάνιο) και είναι αυτό που ονομάζεται «δεσμευμένο χλώριο». Στις ενώσεις αυτές οφείλονται οι δυσάρεστες οσμές, ο ερεθισμός ματιών και δέρματος λουομένων.

Η συγκέντρωση του δεσμευμένου χλωρίου θα πρέπει να είναι η μικρότερη δυνατή. Ποτέ μεγαλύτερη της ημίσειας συγκέντρωσης του ελεύθερου χλωρίου και σε καμία περίπτωση μεγαλύτερη του 1 mg/l.

Λεπτομερέστερη αναφορά στη χημεία της χλωρίωσης γίνεται στο παράρτημα Δ.

Μέτρηση ολικού χλωρίου: Θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί DPD-4 αντί DPD-1, ή DPD-3 στο δείγμα νερού αφού προηγουμένως έχει προστεθεί η DPD-1 και έχει μετρηθεί η τιμή του ελεύθερου χλωρίου. Το δεσμευμένο θα προκύψει από το ολικό αφαιρώντας το ελεύθερο.

### 2.3.6 Αποχλωρίωση

Σε περιπτώσεις που είτε ηθελημένα, είτε εκ λάθους μια κολυμβητική δεξαμενή υπερχλωριωθεί, προκειμένου να χρησιμοποιηθεί με ασφάλεια από λουόμενους θα πρέπει να μειωθεί η τιμή του υπολειμματικού χλωρίου στα επιθυμητά όρια. Ένας τρόπος είναι η αραιώση με ανανέωση μέρους του όγκου του νερού. Αν αυτό δεν είναι εφικτό μείωση της συγκέντρωσης του χλωρίου μπορεί να γίνει με τη προσθήκη υπεροξειδίου του υδρογόνου ( $\text{H}_2\text{O}_2$  – hydrogen peroxide). Το υπεροξείδιο του υδρογόνου, αν και δύσκολο στο χειρισμό του, έχει το σημαντικό πλεονέκτημα ότι η δράση του δεν αφήνει παραπροϊόντα και δεν αυξάνει τα συνολικά διαλυμένα στερεά.

*1.5ml υπεροξείδιο του υδρογόνου 30% εξουδετερώνει 1g χλωρίου.*

### 2.3.7 Έλεγχος Δοσομέτρησης

Δείγμα νερού πρέπει να συλλέγεται σε βάθος περίπου 20 cm από την επιφάνεια της κολυμβητικής δεξαμενής. Συνίσταται η συλλογή δείγματος από περισσότερα του ενός σημεία μέσω κυκλώματος δειγματοληψίας ανεξάρτητου του δικτύου ανακυκλοφορίας. Το κύκλωμα δειγματοληψίας περιλαμβάνει αντλία η οποία καταθλίβει στη δεξαμενή υπερχειλίσης, στην αποχέτευση, ή στην κολυμβητική δεξαμενή. Στην καταθλιπτική γραμμή και σε θέση by pass τοποθετείται ο θάλαμος μέτρησης του δοσομετρικού συστήματος, μέσω του οποίου διέρχεται μέρος της ροής. Η μέτρηση του ελευθέρου χλωρίου μπορεί να είναι αμπερομετρική ή ποτενσιοστατική. Ο θάλαμος μέτρησης περιλαμβάνει ηλεκτρόδια για μέτρηση του ελευθέρου χλωρίου, του δυναμικού οξειδοαναγωγής, του pH και της θερμοκρασίας του νερού. Σε κολυμβητικές δεξαμενές Τύπου 1 με μεγάλο φορτίο λουομένων θα πρέπει να μετριέται και το συνολικό χλώριο. Το σφάλμα της μέτρησης χλωρίου δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 0.05 mg/l. Η καθυστέρηση που οφείλεται στη ροή του δείγματος από την κολυμβητική δεξαμενή μέχρι το θάλαμο μέτρησης καλό είναι να μην υπερβαίνει τα 30 s, ενώ συνολική χρονική υστέρηση του μετρητικού συστήματος δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 60 s.

Ο ελεγκτής δοσομέτρησης θα πρέπει να διασφαλίζει ότι η περιεκτικότητα σε χλώριο του νερού της κολυμβητικής δεξαμενής είναι εντός των επιθυμητών ορίων και η διακύμανση πέριξ του σημείου ρύθμισης (set point) η μικρότερη δυνατή. Αποδεκτοί είναι ελεγκτές -P, -PI ή PID.

Η ορθή λειτουργία των ελεγκτών πρέπει να ελέγχεται σε καθημερινή βάση.

Δεν συνιστάται ο έλεγχος δοσομέτρησης να γίνεται βάσει του δυναμικού οξειδοαναγωγής (δείκτης Redox). Ο δείκτης αυτός δίνει πληροφορίες για την οξειδωτική ικανότητα του νερού. Όσο μεγαλύτερη η τιμή του, τόσο πιο μεγάλη η οξειδωτική ικανότητα του νερού και κατά συνέπεια τόσο μεγαλύτερη η αντίσταση σε πιθανή μόλυνση. Νερό με τιμή δείκτη Redox 650 mV θεωρητικά δεν κινδυνεύει να μολυνθεί. Στη πράξη το νερό των κολυμβητικών δεξαμενών μπορεί να διατηρηθεί σε καλή κατάσταση όταν το Redox κυμαίνεται στο εύρος 700 – 750mV (αν το νερό είναι υφάλμυρο ή θαλασσινό, η τιμή είναι αρκετά μεγαλύτερη). Στην τιμή του δείκτη Redox σημαντική επίδραση έχει η τιμή του pH. Δεδομένου ότι το χλώριο είναι οξειδωτική ουσία, προφανώς η τιμή του υπολειμματικού χλωρίου μπορεί να συναρτηθεί με την τιμή του δείκτη Redox. Η εξάρτηση αυτή είναι αρκετά περίπλοκη και δεν επιτρέπει άμεση αντιστοίχιση. Ενδεικτικά σε μαλακό νερό με pH 7.4 και Redox 720 mV, αντιστοιχεί υπολειμματικό χλώριο περίπου 0.6 mg/l. Είναι σωστό ο δείκτης αυτός να θεωρείται σαν μια συμπληρωματική παράμετρος που δίνει πληροφορίες για την γενικότερη κατάσταση του νερού και όχι δείκτης απολύμανσης.

### 2.3.8 Συμπληρωματικές μέθοδοι απολύμανσης

Εξ αιτίας των κινδύνων μόλυνσης από πρωτόζωα ανθεκτικά στη χλωρίωση όπως το *Cryptosporidium*, πολλές φορές συνίσταται οι κολυμβητικές δεξαμενές να περιλαμβάνουν ένα δευτερεύον σύστημα απολύμανσης. Η χρήση αυτών των συστημάτων μπορεί να επιφέρει και άλλα οφέλη, όπως καλύτερη διαύγεια νερού και χαμηλότερες τιμές υπολειμματικού χλωρίου.

#### 2.3.8.1 Συστήματα όζοντος

Το όζον ( $O_3$ ) είναι αέριο ασταθές με πολύ μεγάλη οξειδωτική ικανότητα. Το μόριο του περιέχει τρία άτομα οξυγόνου, σε αντίθεση με το μοριακό οξυγόνο ( $O_2$ ) της ατμόσφαιρας που

περιέχει δύο. Ο χρόνος ημιζωής του σε ξηρό και ψυχρό αέρα είναι περίπου 30 – 40 min, ενώ στο νερό διασπάται πιο γρήγορα. Σε συγκεντρώσεις 10 mg/m<sup>3</sup> αέρα προκαλεί σοβαρούς ερεθισμούς και αναπνευστικές δυσκολίες. Το όριο ασφαλείας είναι 0.2 mg/m<sup>3</sup>. Έχει χαρακτηριστική οσμή όμοια με αυτή των παλαιάς τεχνολογίας φωτοαντιγραφικών μηχανημάτων.

Στις γεννήτριες όζοντος που χρησιμοποιούνται για την απολύμανση του νερού των κολυμβητικών δεξαμενών το όζον παράγεται μέσω ηλεκτρικής εκκένωσης σε ξηρό ατμοσφαιρικό αέρα. Αυτό πρακτικά γίνεται καθώς αέρας περνά μεταξύ δύο ηλεκτροδίων που βρίσκονται κάτω από υψηλή τάση (τυπικά περίπου 12.000V). Η ηλεκτρική εκκένωση προκαλεί τον ιονισμό του οξυγόνου και τον σχηματισμό όζοντος. Μόνο ένα μικρό ποσοστό του οξυγόνου του αέρα μετατρέπεται σε όζον (υπό συνθήκες καλής λειτουργίας θα πρέπει να παράγονται τουλάχιστον 20 g O<sub>3</sub>/m<sup>3</sup> αέρα). Στη συνέχεια ο οζονισμένος αέρας εισάγεται στο κύκλωμα της ανακυκλοφορίας μέσω ενός εγχυτήρα Venturi. Προκειμένου να είναι αποτελεσματικός ο οζονισμός του νερού θα πρέπει να εισάγονται ανάλογα με τη θερμοκρασία του νερού 0.8 – 1.5 g O<sub>3</sub>/m<sup>3</sup> ανακυκλοφορίας.

Το όζον είναι ασταθές και δύσκολα διαλυτό στο νερό. Η διαλυτότητά του μάλιστα μειώνεται αυξανόμενη της θερμοκρασίας. Προκειμένου να εκμεταλλευτούμε με τον καλύτερο δυνατό τρόπο την οξειδωτική του δράση, η ροή του νερού (που περιέχει το όζον το οποίο έχει εγχυθεί μέσω του συστήματος Venturi), οδηγείται σε ένα δοχείο επαφής (ή δοχείο αντίδρασης) όπου το όζον μπορεί να έρθει αποτελεσματικά σε επαφή με τις ουσίες που πρέπει να οξειδώσει. Επειδή το όζον είναι τοξικό ακόμα και σε μικρές συγκεντρώσεις είναι προτιμότερο όλη η διεργασία οξείδωσης να γίνεται στο σύστημα επεξεργασίας στο χώρο του μηχανοστασίου και να μην υπάρχει περίπτωση να καταλήξει στη κολυμβητική δεξαμενή. Για το λόγο αυτό μετά το δοχείο επαφής τοποθετείται ένα φίλτρο με ενεργό άνθρακα όπου θα κατακρατηθεί και θα καταστραφεί το υπολειμματικό όζον. Η συγκέντρωση του όζοντος στο νερό της κολυμβητικής δεξαμενής δεν θα πρέπει σε καμία περίπτωση να υπερβεί τη τιμή των 0.02 mg/l.

Ο τρόπος που το όζον αντιδρά με τις ουσίες που προκαλούν ρύπανση του νερού των κολυμβητικών δεξαμενών είναι γενικά περίπλοκος. Το όζον δεν αντιδρά με την αμμωνία και δεν καταστρέφει ουσιαστικά την ουρία, την κρεατινίνη ή τα τριαλομεθάνια. Επεμβαίνει όμως στις αντιδράσεις των χλωραμινών και οδηγεί στο σχηματισμό οργανικών ενώσεων που μπορούν να κατακρατηθούν από το σύστημα διύλισης. Συμβάλλει δηλαδή σε ένα είδος μικροκροκίδωσης. Συμμετέχει επίσης σε αντιδράσεις του δεσμευμένου χλωρίου (δηλαδή των χλωριωμένων ενώσεων του αζώτου) που οδηγούν στο σχηματισμό χλωριόντων και νιτρικών βοηθώντας με τον τρόπο αυτό να διατηρούνται οι τιμές του δεσμευμένου χλωρίου κάτω των 0.2 mg/l (Σημαντικό ρόλο σε αυτό έχει και η διεργασία της διύλισης με ενεργό άνθρακα).

Επειδή το όζον είναι ασταθές δεν έχει παραμένουσα δράση και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο του σαν μέσο απολύμανσης.

Το όζον καταστρέφει αποτελεσματικά ιούς και βακτηρίδια.

Μια πλήρης, ασφαλής και αποτελεσματική μονάδα παραγωγής όζοντος αποτελείται από τα ακόλουθα μέρη:

- Μονάδα ξήρασης αέρα
- Γεννήτρια παραγωγής όζοντος

- Σύστημα έγχυσης όζοντος
- Δοχείο επαφής
- Φίλτρο ενεργού άνθρακα για αποζόνωση
- Καταστροφέας υπολειμμάτων αερίου όζοντος
- Ανιχνευτής διαρροών όζοντος.

Για περισσότερες πληροφορίες σε ότι αφορά τα χαρακτηριστικά των γεννητριών όζοντος καθώς και τρόπους με τους οποίους μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την απολύμανση του νερού κολυμβητικών δεξαμενών, αναφορά πρέπει να γίνει σε DIN 19627 και DIN 19643-4.

### 2.3.8.2 Συστήματα UV

Η ακτινοβολία UV αποτελεί ένα τμήμα του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με μήκος κύματος από 15 – 400 nm. Οι απολυμαντικές ικανότητες της UV ακτινοβολίας έχουν μελετηθεί πολύ καλά. Έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία στην επεξεργασία πόσιμου νερού και λυμάτων, λόγω της βακτηριοκτόνου δράσης της. Επίσης η ικανότητά της να διασπά χημικούς δεσμούς έχει αξιοποιηθεί για την απομάκρυνση ιχθύν οργανικών ενώσεων και φυτοφαρμάκων κατά την επεξεργασία πόσιμου νερού.

Στις κολυμβητικές δεξαμενές η ακτινοβολία UV έχει χρησιμοποιηθεί σχετικά πρόσφατα για απολύμανση και αποδόμηση των χλωραμινών και άλλων οργανικών ρυπαντών με τη διεργασία της φωτο-οξειδωσης. Η δράση της δεν είναι παραμένουσα και για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται συμπληρωματικά.

Η χρήση της παράλληλα με τη χλωρίωση δεν οδηγεί σε μείωση κόστους, γιατί η εξοικονόμηση που γίνεται από την δυνατότητα μείωσης της τιμής του υπολειμματικού χλωρίου αναιρείται από την απώλεια σε χλώριο μέσω της φωτο-οξειδωσης.

Έρευνες έχουν δείξει ότι οι δεσμοί χλωρίου – αζώτου και υδρογόνου – αζώτου των χλωραμινών είναι ευάλωτοι στη φωτο-οξειδωση που προκαλείται από την ακτινοβολία UV λαμπτήρων χαμηλής πίεσης. Με τον τρόπο αυτό οι χλωραμίνες μειώνονται σε μετρήσιμα ποσοστά. Επίσης μικρή μείωση έχει παρατηρηθεί στις συγκεντρώσεις χλωροφωρμίου και άλλων τριαιλομεθανίων.

Η ακτινοβολία UV παράγεται από λάμπες υδραργύρου. Αυτές οι λάμπες που είναι γνωστές ως «χαμηλής πίεσης», παράγουν UV ακτινοβολία μήκους κύματος περίπου 254 nm. Σε αυτό το μήκος κύματος η απολυμαντική ικανότητα μεγιστοποιείται. Απαιτείται δόση ακτινοβολίας τουλάχιστον 25 mJ/cm<sup>2</sup> προκειμένου η απολύμανση να είναι αποτελεσματική. Υπάρχουν και λάμπες «μέσης πίεσης» που μπορούν να εκπέμψουν ισχυρότερη ακτινοβολία σε πιο ευρύ φάσμα και μπορούν εκτός της απολύμανσης να προκαλέσουν αποσύνθεση χλωραμινών. Με τις λάμπες αυτές μπορεί να γίνει επεξεργασία μεγαλύτερων παροχών νερού και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε κολυμβητικές δεξαμενές κοινής χρήσης. Απαιτούνται προς τούτο μεγαλύτερες δόσεις ακτινοβολίας (60mJ/cm<sup>2</sup>).

Οι λάμπες προστατεύονται από ένα διαφανή σωλήνα χαλαζία και τοποθετούνται σε κλειστό δοχείο πίεσης μέσα από το οποίο περνά το νερό της ανακυκλοφορίας. Όλη η ροή της ανακυκλοφορίας πρέπει να περνά από το σύστημα UV. Ο σωλήνας χαλαζία πρέπει να καθαρίζεται από ακαθαρσίες και αποθέσεις μέσω αυτόματου ή χειροκίνητου συστήματος οι οποίες όταν

σχηματίζονται μειώνουν την αποτελεσματικότητα της UV ακτινοβολίας. Επίσης γύρω από αυτόν θα πρέπει να υπάρχει πλέγμα 250 μm για να συγκρατηθούν τα θραύσματα σε περίπτωση που σπάσει. Το σύστημα πρέπει να τοποθετηθεί μετά το φίλτρο καθόσον το διήθημα έχει μικρότερες συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων. Τα αιωρούμενα σωματίδια προσπίπτουν τους μικροοργανισμούς από την UV ακτινοβολία απορροφώντας την και εμποδίζοντας την να τους προσβάλλει.

Οι λάμπες UV έχουν χρόνο ζωής 8.000 ώρες για λάμπες χαμηλής πίεσης και 4000 ώρες για λάμπες μέσης πίεσης, πέραν του οποίου θα πρέπει να αντικαθίστανται γιατί μειώνεται η απόδοσή τους. Ως συστήματα απολύμανσης έχουν ένα μέσο κόστος εγκατάστασης και συντήρησης. Η χρησιμοποίησή τους δεν επιβαρύνει το νερό με επιπλέον χημικές ουσίες ή παραπροϊόντα.

### 2.3.9 Ανάπτυξη άλγεων

Τα άλγεια είναι φυτικοί μικροοργανισμοί που μπορούν να ζήσουν και να αναπτυχθούν στο γλυκό και θαλασσινό νερό. Σπόροι αυτών των φυτικών οργανισμών μπορούν να μεταφερθούν στο νερό της κολυμβητικής δεξαμενής με τον αέρα, το νερό της βροχής κλπ. Προκειμένου να αναπτυχθούν χρειάζονται νερό, φως, διοξείδιο του άνθρακα και διατροφικά ανόργανα συστατικά όπως νιτρικά και φωσφορικά άλατα. Ανοικτές κολυμβητικές δεξαμενές αλλά και κλειστές που είναι εκτεθειμένες στο φως του ήλιου μπορούν να αντιμετωπίσουν προβλήματα από ανάπτυξη άλγεων, ειδικά όταν η ανακυκλοφορία ή η επεξεργασία του νερού είναι προβληματικές. Υπάρχουν διάφοροι τύποι άλγεων με διαφορετικά χρώματα. Το πιο κοινό χρώμα είναι το πράσινο, όμως υπάρχουν και άλλα χρώματα όπως καφέ, κίτρινο, μπλε ακόμα και κόκκινο. Τα πιο επικίνδυνα που είναι και δύσκολο να αντιμετωπιστούν είναι τα μαύρα άλγεια. Αυτά σχηματίζονται συνήθως σε αρμούς των πλακιδίων ή σε άλλες πορώδεις επιφάνειες.

Φωσφορικά άλατα που εισέρχονται στο νερό των κολυμβητικών δεξαμενών είτε από το δίκτυο πλήρωσης, είτε από τους λουόμενους, μπορούν να προκαλέσουν την ανάπτυξη άλγεων. Αν οι διεργασίες της διύλισης και κροκίδωσης γίνονται κανονικά, τότε τα φωσφορικά θα καταβυθιστούν και θα απομακρυνθούν. Αν τα άλγεια εμφανιστούν μπορεί να αναπτυχθούν πολύ γρήγορα και όσο περισσότερο παραμένουν τόσο πιο δύσκολα θα απομακρυνθούν. Ο σωστός τρόπος αντιμετώπισης είναι:

- Να ελεγχθεί αν η διαδικασία της διύλισης και κροκίδωσης γίνονται κανονικά.
- Να ρυθμιστεί η τιμή του pH στο εύρος 7.0 – 7.2
- Να αυξηθεί το επίπεδο του υπολειμματικού χλωρίου και η ανακυκλοφορία αν είναι δυνατόν και να καθαριστεί καλά ο πυθμένας και το τοιχώματα της κολυμβητικής δεξαμενής.
- Θα πρέπει να βουρτσιστούν τα σημεία που τα άλγεια έχουν κολλήσει πιο επίμονα.
- Αν δεν υπάρξει αποτέλεσμα, είναι αναγκαίο να χρησιμοποιηθεί κάποιο αλγεοκτόνο.

Υπάρχουν πολλοί τύποι αλγεοκτόνων. Μερικά που περιέχουν χημικές ενώσεις του χαλκού έχουν χαρακτηριστικό μπλε χρώμα, είναι πολύ αποτελεσματικά αλλά έχουν μεγάλη τοξικότητα. Τα περισσότερα προϊόντα του εμπορίου είναι παράγωγα του τεταρτοταγούς αμμωνίου και διαθέτουν παράλληλα βακτηριοκτόνες και μυκητοκτόνες ιδιότητες.



Έχουν χαμηλή τοξικότητα και αποδεκτή αποτελεσματικότητα σε χαμηλές συγκεντρώσεις (περίπου 0.2 mg/l). Πάντως πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, ότι αν όλα γίνονται όπως πρέπει, τότε δεν θα πρέπει να παρατηρηθεί ανάπτυξη άλγεων.

### **3 Λειτουργία και συντήρηση κολυμβητικών δεξαμενών**

#### **3.1 Υγιεινή της κολύμβησης**

##### **3.1.1 Γενικά**

Για πολλούς και καλούς λόγους η κολύμβηση θεωρείται από τους περισσότερους ανθρώπους η ιδανική άσκηση στο πιο φυσικό μέσον. Και η δυνατότητα για ασφαλή και υγιεινή κολύμβηση, αποτελεί τη βάση εμπιστοσύνης για την συμμετοχή σε ένα πλήθος δραστηριοτήτων αναψυχής σε υδάτινο περιβάλλον.

Όταν το νερό δεν έχει την επιθυμητή ποιότητα τότε τα ευεργετικά αποτελέσματα της κολύμβησης αυτόματα αναιρούνται. Υπάρχουν δύο λόγοι για τους οποίους αυτό μπορεί να συμβεί. Ο πρώτος λόγος σχετίζεται με τα ανεπιθύμητα και επιβλαβή παραπροϊόντα της επεξεργασίας του νερού όπως χλωραμίνες, τριαλομεθάνια κλπ. Ο δεύτερος λόγος οφείλεται στη μόλυνση και στις άλλες ασθένειες που μπορεί να προκληθούν από την άμεση επαφή με το νερό.

Η κύρια αιτία της μόλυνσης του νερού των κολυμβητικών δεξαμενών είναι οι ίδιοι οι λουόμενοι. Όλες οι ουσίες που υπάρχουν στο ανθρώπινο σώμα μπορούν να μεταφερθούν από τους κολυμβητές στο νερό. Αυτές οι ουσίες μπορεί να ταξινομηθούν στις ακόλουθες κατηγορίες:

- Ανθρώπινοι ιστοί και εκκρίσεις (π.χ. ιδρώτας, ούρα, βλέννες, τρίχες, φολίδες δέρματος, περιττώματα) που συχνά περιέχουν μικροοργανισμούς.
- Ακαθαρσίες.
- Καλλυντικά όπως πούδρες, κρέμες, λοσιόν και αντηλιακά που αποτελούν πλούσια πηγή ρυπαντών.

##### **3.1.2 Υγιεινή πριν την κολύμβηση**

Μέτρα όπως το λουτρό πριν την κολύμβηση μπορούν να επιφέρουν μείωση των ρυπαντών και να ελαχιστοποιήσουν τον κίνδυνο μόλυνσεων από βακτηρίδια, ιούς και πρωτόζωα. Άλλοι παράγοντες που μπορούν να συμβάλλουν θετικά είναι:

- Η προτροπή σε γονείς να μη φέρνουν παιδιά κάτω των 6 μηνών σε κολυμβητικές δεξαμενές, όπου και η θερμοκρασία του νερού πολλές φορές δεν είναι κατάλληλη, αλλά και τα χημικά στο νερό μπορεί να προκαλέσουν ερεθισμούς στο ευαίσθητο δέρμα τους. Ιδανικά, κολυμβητικές δεξαμενές νηπίων πρέπει να έχουν ανεξάρτητο σύστημα ανακυκλοφορίας και επεξεργασίας και η εκκένωσή τους να γίνεται γρήγορα σε περίπτωση που θα υπάρξει περιστατικό αφόδευσης.
- Θα πρέπει τα νήπια να χρησιμοποιούν ειδικά μαγιό σχεδιασμένα να κρατούν κάθε ακαθαρσία.

- Θα πρέπει να υπάρχουν κοντά στη κολυμβητική δεξαμενή εγκαταστάσεις όπου στα νήπια μπορεί να γίνει άνετα αλλαγή πάντας.
- Θα πρέπει να οι κολυμβητές να προτρέπονται να χρησιμοποιούν τουαλέτες πριν την κολύμβηση και να μη κολυμπούν αν έχουν κάποια μεταδοτική πάθηση, ή αν είχαν κάποια έκτακτη αδιαθεσία όπως διάρροια την προηγούμενη νύκτα. Αυτά μπορούν να γνωστοποιούνται με έντυπα, πινακίδες κλπ.

Ο λειτουργός της κολυμβητικής δεξαμενής θα πρέπει να πάρει όλα τα απαραίτητα μέτρα έτσι ώστε να εμποδίζονται όλες οι ακαθαρσίες που βρίσκονται στο σώμα, στα ρούχα και στα υποδήματα, να εισέλθουν στο νερό της κολυμβητικής δεξαμενής. Εκτός της προτροπής των λουομένων να χρησιμοποιούν ντους και τουαλέτες πριν την κολύμβηση, εύκολη πρόσβαση στους χώρους αυτούς θα πρέπει να είναι εξασφαλισμένη. Το ίδιο ισχύει και για τα ντους που χρησιμοποιούνται μετά την περίοδο της κολύμβησης.

Στην περίπτωση που υπάρξει περιστατικό αφόδευσης εντός της κολυμβητικής δεξαμενής τα στερεά περιττώματα θα πρέπει άμεσα να απομακρυνθούν και δεν είναι απαιτείται καμία άλλη ενέργεια, εφόσον το επίπεδο της απολύμανσης είναι το πρόβον. Σε περιστατικά διάρροιας, τα περιττώματα μπορεί να περιέχουν βακτήρια και ιούς. Σε μια κολυμβητική δεξαμενή που λειτουργεί κανονικά, η δράση τους θα εξουδετερωθεί από το υπολειμματικό απολυμαντικό μέσο μέσα σε λίγα λεπτά. Όμως σε αυτές τις περιπτώσεις διάρροιας είναι πολύ πιθανό να υπάρχουν κύστες από τα πρωτοζωικά γαστρεντερικά παράσιτα όπως *Cryptosporidium* και *Giardia*, που είναι ανθεκτικές στην υπολειμματική απολύμανση και δεν εξουδετερώνονται αρκετά γρήγορα. Σε αυτές τις περιπτώσεις οι κύστες απομακρύνονται μέσω της διύλισης με την βοήθεια της κροκίδωσης. Για τα περιστατικά διάρροιας πρέπει να ακολουθείται η κατωτέρω διαδικασία:

- Κλείνεται για το κοινό η επιβαρυνόμενη κολυμβητική δεξαμενή και κάθε άλλη που έχει κοινό σύστημα επεξεργασίας νερού με αυτή.
- Ρυθμίζεται η τιμή του υπολειμματικού απολυμαντικού στη μέγιστη επιτρεπτή τιμή.
- Η κολυμβητική δεξαμενή καθαρίζεται και σκουπίζεται εντατικά.
- Διύλιση και κροκίδωση γίνονται εντατικά για 24 ώρες.
- Γίνεται αντίστροφη πλύση (backwash) των φίλτρων.
- Ελέγχονται εκ νέου οι τιμές του υπολειμματικού απολυμαντικού και του pH.

Η κολυμβητική δεξαμενή δίνεται σε λειτουργία, όταν έχουν πραγματοποιηθεί όλες οι ανωτέρω διαδικασίες. Οι ίδιες διαδικασίες ακολουθούνται σε περίπτωση που η κολυμβητική δεξαμενή θεωρηθεί πιθανή εστία *Cryptosporidium*.

### **3.1.3 Μολύνσεις και τρόποι μετάδοσής τους – Μικροβιολογικές αναλύσεις**

Η μικροβιακή μόλυνση του νερού μιας κολυμβητικής δεξαμενής έχει σαν αποτέλεσμα την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών, οι οποίοι μπορεί να προκαλέσουν μολύνσεις στους λουόμενους. Μικροβιακή μόλυνση του νερού μπορεί να προκληθεί από τους ίδιους τους λουόμενους. Ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών μπορεί να γίνει και στα φίλτρα της κολυμβητικής δεξαμενής και η μόλυνση να εξαπλωθεί σε όλο το υδάτινο περιεχόμενό της. Μικροοργανισμοί μπορεί επίσης να εισαχθούν από το δίκτυο πλήρωσης.

Μετρήσεις θα πρέπει να γίνονται κάθε μήνα προκειμένου να διακριβωθεί κατά πόσο υπάρχουν μικροοργανισμοί. Εκτός από τις τακτικές μηνιαίες μετρήσεις, επιπλέον έλεγχοι θα πρέπει να γίνονται στις ακόλουθες περιπτώσεις:

- Πριν η κολυμβητική δεξαμενή χρησιμοποιηθεί για πρώτη φορά.
- Πριν τεθεί ξανά σε λειτουργία ύστερα από περίοδο διακοπής για επισκευές ή άλλο λόγο.
- Σε περιπτώσεις που διαπιστωθούν προβλήματα στο σύστημα επεξεργασίας.
- Μετά από μια διαπιστωμένη μόλυνση
- Ως μέρος οποιασδήποτε έρευνας για πιθανές αιτίες που μπορούν να δημιουργούν προβλήματα υγείας στους λουόμενους.
- Προκειμένου να αξιολογηθούν αλλαγές στο σύστημα επεξεργασίας του νερού (π.χ. η αλλαγή τρόπου απολύμανσης)

Πιο συχνή δειγματοληψία θα πρέπει να γίνεται στις περιπτώσεις που έχει διαπιστωθεί ένα μόνιμο πρόβλημα ή σε κολυμβητικές δεξαμενές που έχουν μεγάλα φορτία λουομένων. Σε υδροθεραπευτικές κολυμβητικές δεξαμενές νοσηλευτικών μονάδων ο έλεγχος θα πρέπει να γίνεται δύο φορές την εβδομάδα διότι οι άνθρωποι που τις χρησιμοποιούν, συνήθων κολυμπούν σε αυτές για μεγαλύτερες χρονικές περιόδους και ως εκ τούτου είναι πιο ευπαθείς σε μολύνσεις.

Μικροβιολογική δειγματοληψία θα πρέπει να γίνεται από εκπαιδευμένα άτομα προκειμένου να αποφευχθεί η μόλυνση του δείγματος και η εξαγωγή λανθασμένων συμπερασμάτων. Οι μικροβιολογικές αναλύσεις θα πρέπει να γίνονται σε κατάλληλα και πιστοποιημένα εργαστήρια. Όταν συλλέγεται δείγμα για μικροβιολογική εξέταση θα πρέπει παράλληλα να μετريέται η τιμή του pH και του υπολειμματικού χλωρίου. Δείγματα για μικροβιολογική εξέταση θα πρέπει να συλλέγονται σε βάθος 20 – 40 cm από την επιφάνεια του νερού.

Τα αποτελέσματα μιας μικροβιολογικής εξέτασης ρουτίνας θα πρέπει να παρουσιάζονται και να αξιολογούνται πάντα παράλληλα με

- Χημικές αναλύσεις που έγιναν επιτόπου ή στο εργαστήριο από δείγμα που έχει συλλεχθεί ταυτόχρονα με αυτό της μικροβιολογικής εξέτασης.
- Σύνοψη των αρχείων συντήρησης της κολυμβητικής δεξαμενής που περιλαμβάνει καταγραφή των τιμών του pH, του υπολειμματικού χλωρίου, των μηχανολογικών αστοχιών και λοιπών κρίσιμων γεγονότων.

Σε περίπτωση που οι μικροβιολογικές αναλύσεις είναι θετικές, θα πρέπει άμεσα να επαναληφθούν. Αν και τη δεύτερη φορά είναι θετικές τότε θα πρέπει να ερευνηθούν τα αίτια εξετάζοντας ενδελεχώς τις συνθήκες λειτουργίας και κάνοντας τις απαιτούμενες διορθωτικές κινήσεις (αν κριθεί αναγκαίο θα πρέπει να ζητηθεί και η γνώμη ενός ειδικού). Κατόπιν αυτών η μικροβιολογική εξέταση θα πρέπει να γίνει για τρίτη φορά. Αν το πρόβλημα δεν έχει αναιρεθεί τότε θα πρέπει να παρθούν δραστικότερα μέτρα που ενδεχομένως να απαιτήσουν η κολυμβητική δεξαμενή να παραμείνει κλειστή.

### 3.1.4 Τύποι μολύνσεων

Υπάρχουν πολλές μολύνσεις που μεταδίδονται μέσω του νερού των κολυμβητικών δεξαμενών. Από τις μολύνσεις που μεταδίδονται μέσω του νερού πιο σημαντικές είναι οι ακόλουθες.

- **Γαστρεντερικές μολύνσεις.** Σε μια κολυμβητική δεξαμενή που απολυμαίνεται σωστά, οι περισσότεροι μικροοργανισμοί που είναι υπεύθυνοι για γαστρεντερικές μολύνσεις και διάρροια απενεργοποιούνται άμεσα τόσο λόγω της αραιώσής τους σε μεγάλο όγκο νερού, όσο και λόγω της δράσης του χλωρίου. Εξαιρεση αποτελούν *Cryptosporidium parvum* και *Giardia lamblia* που είναι μικροσκοπικά πρωτόζωα (μονοκύτταροι οργανισμοί). Έχουν τη μορφή κύστης και για το λόγο αυτό είναι ανθεκτικά στο χλώριο. Μπορούν όμως να απομακρυνθούν με την διαδικασία της διύλισης ειδικά μάλιστα αν αυτή υποβοηθείται από την κροκίδωση.
- **Μολύνσεις ποδιών.** Αποφεύγονται αν ο περιβάλλον χώρος της κολυμβητικής δεξαμενής είναι καθαρός και χρησιμοποιούνται ποδόλουτρα. Συνηθισμένες είναι οι μολύνσεις από τον μύκητα Δερματόφυτο (*Dermatophyte fungi*) και τα πελματιαία κονδυλώματα (*papilloma virus*).
- **Ερεθισμός ματιών.** Ο ερεθισμός ματιών συχνά οφείλεται στις χλωραμίνες. Συμβαίνει επίσης όταν η τιμή του pH είναι εκτός επιτρεπτών ορίων. Φλεγμονή στα μάτια σπάνια οφείλεται σε μόλυνση αλλά είναι αποτέλεσμα της διαφοράς συγκέντρωσης διάφορων αλάτων μεταξύ νερού και των υγρών του ματιού. Σπάνια σε κολυμβητικές δεξαμενές στα ακανθαμοιβάδα (*acanthamoeba*) προκαλεί μολύνσεις σε ανθρώπους που χρησιμοποιούν φακούς επαφής.
- **Ερεθισμός δέρματος.** Ο ερεθισμός δέρματος οφείλεται κυρίως σε ανισορροπία του νερού της κολυμβητικής δεξαμενής. Η πολύωρη παραμονή στο νερό και η συνεπακόλουθη απολίπανση του δέρματος επιτείνουν το φαινόμενο. Επίσης σε κάποιους ανθρώπους προκαλείται έκζεμα από νερό που απολυμαίνεται με οργανικό βρώμιο (βρωμο-χλωρο-διμεθυλο-υδαντοΐνη - BCDMH). Θυλακίτιδα στο τριχωτό της κεφαλής μπορεί να προκληθεί από το παθογόνο βακτήριο *Pseudomonas Aeruginosa* σε ειδικές συνθήκες (υψηλές θερμοκρασίες, παρατεταμένη έκθεση, χαμηλό υπολειμματικό χλώριο). Τέλος ένα βακτηρίδιο σχετικά ανθεκτικό στη χλωρίωση είναι το *Mycobacterium marinum* το οποίο προσβάλλει δέρμα τριμμένο από άγριες επιφάνειες, προκαλώντας κοκκίωμα.
- **Μολύνσεις αυτιών και μύτης.** Εκτός από την ωτίτιδα εξωτερικού ωτός που μπορεί να προκληθεί από την διαβροχή και την απολίπανση, υψηλός αριθμός παθογόνων βακτηριδίων του τύπου *Pseudomonas Aeruginosa* και ανεπαρκής απολύμανση συχνά προκαλούν μολύνσεις. Ωτίτιδες μέσου ωτός και ρινίτιδες προκαλούνται λόγω μόλυνσης της βλέννας στους ρινοφαρυγγικούς αυλούς κατά την κολύμβηση.
- **Νόσος των λεγεωνάριων.** Είναι μια σοβαρή μορφή πνευμονίας. Μεταδίδεται μέσω της αναπνευστικής οδού και το μολυσμένο νερό πρέπει να βρίσκεται σε μορφή πολύ μικρών σταγονιδίων (σπρέι). Κανένα περιστατικό δεν έχει αναφερθεί να σχετίζεται με την κολύμβηση σε συμβατικές κολυμβητικές δεξαμενές. Αντίθετα σε κολυμβητικές δεξαμενές κέντρων υδροθεραπείας, όπου δημιουργούνται λεπτότατα σταγονίδια από συστήματα υδροθεραπειών και αφρισμού, αν το νερό μολυνθεί, η νόσος μπορεί

να μεταδοθεί. Είναι κρίσιμο να ελέγχεται η αποτελεσματική απολύμανση και να γίνεται τακτικά backwash των φίλτρων.

- **Αναπνευστικά προβλήματα.** Ο θερμός και υγρός αέρας σε κλειστές κολυμβητικές δεξαμενές μπορεί να προκαλέσει ενόχληση σε ανθρώπους που έχουν αναπνευστικά προβλήματα όπως βήχα ιγμορίτιδα ή και άσθμα. Οι χλωραμίνες είναι ουσίες που προκαλούν συνήθως προβλήματα στους ασθματικούς. Προσεκτικός έλεγχος του δεσμευμένου χλωρίου και λήψη των ανάλογων μέτρων όταν οι τιμές υπερβούν τα επιτρεπτά όρια, είναι ο τρόπος αντιμετώπισης τέτοιων προβλημάτων.

### 3.1.5 Πότε η κολύμβηση δεν επιτρέπεται

Μια κοινόχρηστη κολυμβητική δεξαμενή δεν διαφέρει από άλλους κοινόχρηστους χώρους. Όπως οι άνθρωποι δεν πάνε στις εργασίες τους ή δεν ταξιδεύουν όταν ασθενούν, τόσο για το δικό τους καλό όσο και για το καλό των άλλων συνανθρώπων τους, έτσι και η χρήση της κολυμβητικής δεξαμενής θα πρέπει να αποφεύγεται σε ορισμένες περιπτώσεις.

- Δεν θα πρέπει να επιτρέπεται η κολύμβηση σε βρέφη ηλικίας μικρότερης των 6 μηνών. Νήπια όταν αρχίζουν να κολυμπούν δεν θα πρέπει να φοράν πάνες αλλά ειδικά μαγιό.
- Όλοι οι άνθρωποι θα πρέπει να πλένονται πριν χρησιμοποιήσουν την κολυμβητική δεξαμενή.
- Κολύμβηση με γεμάτο στομάχι δεν συνίσταται.
- Άνθρωποι με ανοικτές πληγές, σοβαρά εκζέματα και μεταδοτικές δερματικές ασθένειες θα πρέπει να αποφεύγουν την κολύμβηση.
- Κρύωμα, γρίπη και άλλες μεταδοτικές ασθένειες αποτελούν καλούς λόγους για να μη κολυμπά κάποιος. Το ίδιο ισχύει αν είχε διάρροια τις προηγούμενες δύο εβδομάδες.
- Άνθρωποι με δερματικές ασθένειες στο τριχωτό της κεφαλής και στα πόδια δεν πρέπει να πηγαίνουν σε δημόσιες κολυμβητικές δεξαμενές.
- Άνθρωποι που η ασθένεια ή κάποια ειδική θεραπεία τους κάνει ευπρόσβλητους σε μολύνσεις θα πρέπει να χρησιμοποιούν την κολυμβητική δεξαμενή αφού πάρουν πρώτα την άδεια του θεράποντος ιατρού.
- Απαγορεύεται η κολύμβηση υπό την επήρεια αλκοόλ ή ναρκωτικών ουσιών.

### 3.1.6 Βλαβερές επιπτώσεις παραπροϊόντων απολύμανσης

Σε προηγούμενες ενότητες έχει γίνει αναφορά στον τρόπο σχηματισμού των ανεπιθύμητων προϊόντων της δράσης διαφόρων απολυμαντικών ουσιών και έχουν αναφερθεί οι ιδιότητές τους εν συντομία. Τα πιο κοινά παραπροϊόντα της απολύμανσης και οι επιπτώσεις στην υγεία των λουομένων παρουσιάζονται αναλυτικότερα κατωτέρω:

- **Χλωραμίνες.** Οι χλωραμίνες σχηματίζονται στο νερό των κολυμβητικών δεξαμενών σαν αποτέλεσμα της αντίδρασης παραγώγων της αμμωνίας (κυρίως από ούρα και ιδρώτα) με απολυμαντικά που έχουν βάση το χλώριο. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (World Health Organization – WHO) θέτει σαν ανώτατο όριο για τις μονοχλωραμίνες τα 3 mg/l, δεν θέτει όμως ανάλογα όρια για τις δι- και τριχλωραμίνες καθόσον δεν υπάρχουν αρκετά δεδομένα. Οι χλωραμίνες είναι υπεύθυνες για την κακή «οσμή χλωρίου» του νερού των κολυμβητικών δεξαμενών και προκαλούν ερεθισμό

στα μάτια και ενίοτε αναπνευστικά προβλήματα στους ασθματικούς. Κρατώντας την τιμή του δεσμευμένου χλωρίου χαμηλότερα από 0.5 mg/l, αποφεύγονται οι δυσμενείς συνέπειες της παρουσίας τους.

- **Βρωμαμίνες.** Σχηματίζονται με τρόπο ανάλογο των χλωραμινών και έχουν περίπου τις ίδιες ιδιότητες. Ειδικά οι μονοβρωμαμίνες έχουν απολυμαντικές ιδιότητες.
- **Τριαλομεθάνια (trialomethanes – THMs).** Ονομάζονται και αλοφόρμια, είναι δε οργανικές ενώσεις όπου τρία από τα τέσσερα άτομα υδρογόνου του μεθανίου έχουν αντικατασταθεί από αλογόνα. Αν το αλογόνο είναι το χλώριο έχουμε το τριχλωρομεθάνιο, αν το αλογόνο είναι το βρώμιο έχουμε το τριβρωμομεθάνιο. Υπάρχουν επίσης το δίχλωροβρώμομεθάνιο όπως και το διβρωμοχλωρομεθάνιο. Μπορούν να βρεθούν τόσο στο νερό όσο και στον αέρα πάνω από την υδάτινη επιφάνεια. Το χλωροφόρμιο (τριχλωρομεθάνιο) είναι το πιο κοινό και σε κολυμβητικές δεξαμενές αντιπροσωπεύει κατά μέσο όρο το 86% του συνόλου των THM. Θεωρείται καρκινογόνο. Σαν όριο των THM για μια κολυμβητική δεξαμενή με καλό σύστημα επεξεργασίας νερού και καλώς λειτουργούσα είναι τα 100 µg/l (με την προϋπόθεση ότι το νερό πλήρωσης δεν έχει υψηλές τιμές THM). Μάλιστα η FINA για τις αγωνιστικές κολυμβητικές δεξαμενές δίνει για τα THM ως ανώτατο όριο τα 20 µg/l. Τα βρωμιωμένα THM είναι καρκινογόνα και μεταλλαξιογόνα ακόμα και σε μικρότερες συγκεντρώσεις. Για το λόγο αυτό το βρώμιο δεν περιλαμβάνεται στις απολυμαντικές ουσίες του DIN 19643. Επίσης και η FINA για τις αγωνιστικές κολυμβητικές δεξαμενές αναφέρεται μόνο στο χλώριο σαν απολυμαντικό. Γενικώς στις κολυμβητικές δεξαμενές που χρησιμοποιείται βρώμιο τα THMs μπορούν πολύ εύκολα να ξεπεράσουν τα 100 µg/l καθότι το βρώμιο είναι πιο ασθενές οξειδωτικό. Η μέτρηση των THM δεν αποτελεί ανάλυση ρουτίνας καθότι είναι και ακριβή και δύσκολη. Έρευνα έχει αποδείξει ότι η διαδικασία της υπερχλωρίωσης αυξάνει τα THM. Επίσης απότομες αυξήσεις του φορτίου των λουομένων μπορούν να αυξήσουν τα THM. Τα THM αυξάνονται επίσης αν η χλωρίωση γίνει πριν το φίλτρο. Η χρήση όζοντος παραδοσιακά θεωρείται τρόπος μείωσης των THM, όπως και η ελεγχόμενη χλωρίωση μέσω ενός δοσομετρικού συστήματος. Επίσης πρέπει να είναι σαφές ότι τα THM δημιουργούνται στο νερό της κολυμβητικής δεξαμενής και ελευθερώνονται σταδιακά στο αέρα. Αν η δεξαμενή είναι κλειστή τότε ο καλός εξαερισμός είναι απαραίτητος. Αναφορικά με τις ανοικτές, οι deck level κολυμβητικές δεξαμενές έχουν μειωμένα THM σε σχέση με τις free board.
- **Χλωριώδη και χλωρικά.** Σπάνια εμφανίζονται όταν η χλωρίωση γίνεται με υποχλωριώδες νάτριο ή ασβέστιο. Τα χλωριώδη δυνητικά μπορεί να προκαλέσουν μεθαιμοσφαιριναίμια κατά την οποία το αίμα χάνει την ικανότητα να μεταφέρει οξυγόνο. Πιο συχνά εμφανίζονται όταν η χλωρίωση γίνεται με διοξείδιο του χλωρίου, αλλά αυτή γενικώς δε συνίσταται για κολυμβητικές δεξαμενές. Το όριο συνολικά για διοξείδιο του χλωρίου και χλωριώδη στο Ηνωμένο Βασίλειο είναι 0.5 mg/l.
- **Βρωμικά.** Τα βρωμικά σχηματίζονται στο νερό των κολυμβητικών δεξαμενών όταν το όζον αντιδρά με τα φυσικώς ευρισκόμενα σε αυτό βρωμιούχα άλατα (ή όταν χρησιμοποιούνται απολυμαντικά με βάση το βρώμιο). Μπορεί επίσης να σχηματισθεί κατά την ηλεκτρολυτική παραγωγή υποχλωριώδους νατρίου. Είναι καρκινογόνος ουσία και στο πόσιμο νερό θα πρέπει να μην υπερβαίνει τα 10 µg/l (το όριο αυτό τείνει μειούμενο καθώς οι αναλυτικές μέθοδοι προσδιορισμού γίνονται πιο ακριβείς).

## **3.2 Λειτουργία εγκαταστάσεων κολυμβητικών δεξαμενών**

### **3.2.1 Γενικά**

Ο ενδεδειγμένος και αποτελεσματικός τρόπος λειτουργίας καθώς και τακτικές καταγραφές, ακόμα και αυτοματοποιημένων διεργασιών, είναι απαραίτητες προϋποθέσεις διατήρησης συνθηκών καλής υγιεινής. Τα συστήματα επεξεργασίας και απολύμανσης θα πρέπει να λειτουργούν συνεχώς. Η όλη εγκατάσταση πρέπει να συντηρείται τακτικά και οι οδηγίες των εγχειρίδιων λειτουργίας και συντήρησης των συστημάτων να ακολουθούνται. Είναι απαραίτητη η καθιέρωση ημερολογίου συντήρησης για την καταγραφή ενεργειών και δεδομένων.

### **3.2.2 Καθαρισμός**

Όλες οι εργασίες καθαρισμού θα πρέπει να καταγράφονται στο ημερολόγιο συντήρησης. Ο βυθοκαθαρισμός των κολυμβητικών δεξαμενών πρέπει να γίνεται τουλάχιστον δύο φορές την εβδομάδα και εντατικός καθαρισμός των τοιχίων με αναρροφητικές σκούπες και βούρτσες τουλάχιστον κάθε δύο εβδομάδες. Τουλάχιστον μια φορά το χρόνο οι κολυμβητικές δεξαμενές πρέπει να αδειάζουν και να καθαρίζονται εντατικά με εξοπλισμό καθαρισμού υψηλής πίεσης, σκούπες, βούρτσες κλπ. και να απολυμαίνονται. Όλες οι χημικές ουσίες καθαρισμού θα πρέπει να ξεπλυθούν και να απομακρυνθούν πριν την νέα πλήρωση.

Το περιμετρικό κανάλι υπερχείλισης πρέπει να καθαρίζεται τουλάχιστον μια φορά την εβδομάδα με τις αντλίες ανακυκλοφορίας να παραμένουν κλειστές. Οι σχάρες υπερχείλισης θα πρέπει να αφαιρούνται προκειμένου να καθαριστεί καλά η εσωτερική επιφάνεια του καναλιού. Κατά τη διάρκεια του καθαρισμού και του τελικού ξεπλύματος η γραμμή της απορροής της υπερχείλισης θα πρέπει να ανακατευθυνθεί προς την αποχέτευση.

Τουλάχιστον δύο φορές το χρόνο οι δεξαμενές υπερχείλισης θα πρέπει να εκκενώνονται, να καθαρίζονται, να απολυμαίνονται και να ξεπλένονται καλά.

### **3.2.3 Καθημερινοί έλεγχοι**

Καθημερινά και πριν την έναρξη λειτουργίας των κολυμβητικών δεξαμενών για τους λουόμενους θα πρέπει να γίνεται προσεκτικός οπτικός έλεγχος των όλων των συστημάτων. Τα αποθέματα των χημικών καθώς και τα δοχεία χημικών των δοσομετρικών σταθμών θα πρέπει να ελέγχονται και να αναπληρώνονται όποτε απαιτείται. Η αναπλήρωση των χημικών θα πρέπει να καταγράφεται στο ημερολόγιο συντήρησης προκειμένου να προσδιορίζονται οι καταναλώσεις. Εξυπακούεται ότι γίνεται συνεχής καταγραφή των τιμών του ελευθέρου χλωρίου, του pH, του δείκτη Redox και της θερμοκρασίας από τους ελεγκτές της δοσομέτρησης και τα δεδομένα αποθηκεύονται. Οι τιμές του ελευθέρου χλωρίου, του pH και του συνολικού χλωρίου θα πρέπει να μετρούνται καθημερινά (φωτομετρικές μετρήσεις είναι αποδεκτές) και να καταγράφονται στο ημερολόγιο συντήρησης. Η σύγκριση με τις τιμές των αυτόματων συστημάτων και η ύπαρξη διαφορών θα καθορίσει αν είναι αναγκαία βαθμονόμηση ή κάποια άλλη ενέργεια. Καθημερινά καταγράφεται η θερμοκρασία νερού και μέτρηση της ολικής αλκαλικότητας μια φορά την εβδομάδα. Εκτός του καθημερινού ελέγχου και λόγω ιδιαιτερότητας των εγκαταστάσεων, οι συντηρητές θα πρέπει να προχωρούν καθημερινά με τις εργασίες προγραμματισμένης συντήρησης για τον εξοπλισμό σύμφωνα με τις οδηγίες των κατασκευαστών.

Επίσης θα πρέπει να ελέγχεται αν γίνεται σωστά η απαιτούμενη ανανέωση νερού ανάλογα με τη χρήση της κολυμβητικής δεξαμενής.

#### **3.2.4 Αντίστροφη πλύση φίλτρων**

Η αντίστροφη πλύση των φίλτρων θα πρέπει να γίνεται τουλάχιστον δύο φορές την εβδομάδα, σύμφωνα με όσα έχουν αναφερθεί σε προηγούμενη ενότητα. Η διαδικασία της αντίστροφης πλύσης πρέπει να γίνεται χωρίς διακοπή και για τον λόγο αυτόν, θα πρέπει πριν την έναρξη της διαδικασίας να ελέγχεται ότι υπάρχει η απαιτούμενη ποσότητα νερού. Μετά την αντίστροφη πλύση θα πρέπει να ελέγχεται αν η πτώση πίεσης είναι αυτή που αναμένεται για καθαρά φίλτρα. Αν όχι η αντίστροφη πλύση θα πρέπει να επαναληφθεί.

#### **3.2.5 Ετήσια προγραμματισμένη συντήρηση**

Μια φορά ετησίως θα πρέπει να γίνεται ενδελεχής έλεγχος σε όλα τα συστήματα της εγκατάστασης από ειδικευμένο προσωπικό (ενδεχομένως από εξωτερικά συνεργεία) σύμφωνα με τις οδηγίες των κατασκευαστών. Όλα τα φθαρμένα ή διαβρωμένα εξαρτήματα θα πρέπει να αντικαθίστανται, καθώς και εκείνα που προληπτικά πρέπει να αντικατασταθούν. Αν απαιτηθεί, θα πρέπει η λειτουργία της κολυμβητικής δεξαμενής να διακοπεί μέχρι το τέλος αυτής της διαδικασίας.

### **3.3 Διαχείριση χημικών**

Η καλή και ασφαλής λειτουργία των κολυμβητικών δεξαμενών προϋποθέτει τη χρήση πολλών και διαφορετικών χημικών ουσιών. Άλλες προορίζονται για την απολύμανση του νερού, άλλες για την διόρθωση διαφόρων χημικών παραμέτρων. Ο υπεύθυνος διαχείρισης της κολυμβητικής δεξαμενής θα πρέπει να γνωρίζει αν οι χημικές ουσίες που προμηθεύεται είναι οι κατάλληλες, καθώς επίσης και αν χρησιμοποιούνται με ασφάλεια και αποτελεσματικότητα.

#### **3.3.1 Πιστοποιητικό καταλληλότητας**

Κάθε ουσία που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επεξεργασία του νερού μιας κολυμβητικής δεξαμενής πρέπει να διαθέτει πιστοποιητικό καταλληλότητας από τον αρμόδιο φορέα, που να πιστοποιεί ότι η ουσία είναι κατάλληλη για την συγκεκριμένη χρήση και ότι η σωστή και σύμφωνα με τις οδηγίες χρήση της δεν ενέχει κινδύνους. Ο αρμόδιος φορέας στη χώρα μας είναι ο Ε.Ο.Φ. Το πιστοποιητικό καταλληλότητας που εκδίδει ο Ε.Ο.Φ για κάθε προϊόν ονομάζεται «Άδεια Κυκλοφορίας» και για να εκδοθεί απαιτούνται διάφορα πιστοποιητικά από τον κατασκευαστή του, τον συσκευαστή και τον φορέα που είναι υπεύθυνος για την κυκλοφορία του.

#### **3.3.2 Καθαρότητα και ισχύς**

Πολλές φορές είναι δύσκολο να προσδιοριστεί η καθαρότητα ή η ισχύς μιας χημικής ουσίας από το πληροφοριακό έντυπο του παρασκευαστή ή του προμηθευτή. Είναι όμως σημαντικό να είναι γνωστή η περιεκτικότητα σε ενεργό συστατικό, ειδικά όταν πρόκειται για σύγκριση



προϊόντων. Είναι όμως πιθανό τέτοιες διαφορές να οφείλονται στο διαφορετικό τρόπο χρήσης. Για παράδειγμα μια ταμπλέτα χλωρίου μπορεί να έχει σχεδιαστεί να διαλύεται πιο γρήγορα από μια άλλη με μεγαλύτερη συγκέντρωση σε ενεργό συστατικό. Οι προδιαγραφές του προϊόντος πρέπει πάντα να ζητούνται και όποτε κρίνεται σκόπιμο τα πιστοποιητικά αναλύσεων που επιβεβαιώνουν τη συμμόρφωση με τις προδιαγραφές.

### 3.3.3 Έντυπο δεδομένων ασφαλείας υλικού

Το έντυπο δεδομένων ασφαλείας υλικού (Material Safety Data Sheet – MSDS) πρέπει να είναι διαθέσιμο από τους κατασκευαστές και συσκευαστές επικίνδυνων χημικών ουσιών και να παραδίδεται ταυτόχρονα με την παράδοση του υλικού.

Θα πρέπει να περιέχει πληροφορίες για τα ακόλουθα:

- Ταυτοποίηση της ουσίας, του κατασκευαστή του συσκευαστή και του διανομέα.
- Χημική σύσταση – πληροφορίες για τα συστατικά.
- Ταυτοποίηση κινδύνων.
- Μέτρα Πρώτων Βοηθειών.
- Μέτρα Πυροπροστασίας.
- Μέτρα αντιμετώπισης τυχαίων διαρροών.
- Διαχείριση και αποθήκευση.
- Κίνδυνοι έκθεσης στο υλικό και προσωπική προστασία.
- Φυσικές και χημικές ιδιότητες.
- Τοξικολογικές πληροφορίες.
- Οικολογικές πληροφορίες.
- Οδηγίες αποκομιδής.
- Οδηγίες για τη μεταφορά.
- Ρυθμιστικές πληροφορίες.
- Άλλες πληροφορίες και οδηγίες.

### 3.3.4 Αξιολόγηση και εξάλειψη κινδύνων

Ο υπεύθυνος της κολυμβητικής δεξαμενής (ή μιας ομάδας δεξαμενών) θα πρέπει να κάνει σωστή εκτίμηση των κινδύνων που υπάρχουν για κάθε χρησιμοποιούμενη χημική ουσία. Σε αυτή τη διαδικασία θα χρειαστεί τη γνώση και την εμπειρία ανθρώπων με εξειδίκευση. Κατά την εκτίμηση των κινδύνων θα πρέπει να ληφθούν υπόψη:

- Όλα τα χημικά που υπάρχουν στο χώρο της μονάδας.
- Τις διευθετήσεις που έχουν γίνει για την αποθήκευση και τη διαχείριση των χημικών ουσιών.
- Την θέση του χρησιμοποιούμενου χώρου σε σχέση με τις επιπτώσεις ενός χημικού ατυχήματος.
- Την εκπαίδευση και τις δεξιότητες του προσωπικού όσον αφορά τη διαχείριση χημικών.

Το επόμενο βήμα είναι η πρόληψη και ο έλεγχος της έκθεσης σε επικίνδυνες χημικές ουσίες. Προκειμένου για μεγαλύτερες εγκαταστάσεις αυτό θα πρέπει να περιλάβει τους λουόμενους, τους επισκέπτες, άλλους χρήστες και προσωπικό.

Προφανώς η πρόληψη είναι καλύτερη. Ο υπεύθυνος θα πρέπει να δει αν μπορεί να χρησιμοποιήσει πιο ακίνδυνες χημικές ουσίες με καλύτερη μεταξύ τους συμβατότητα, προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος ανάφλεξης, έκρηξης ή παραγωγής τοξικών αερίων.

Όταν όλα τα λογικά μέτρα πρόληψης εξαντληθούν, ο υπεύθυνος θα πρέπει να δει με πιο τρόπο θα ελαχιστοποιηθούν οι συνέπειες ενός ατυχήματος. Αυτό συμπεριλαμβάνει όλα τα μέτρα και εξοπλισμό προσωπικής προστασίας (μάσκες, προστατευτικά γάντια, στολές, βρύσες και ντους σε κατάλληλα σημεία, επιπλέον αερισμός σε ορισμένους χώρους κ.λπ.).

Πάντα θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι στη μείωση κινδύνου θα συμβάλλει ο περιορισμός στο ελάχιστο των χρησιμοποιούμενων χημικών.

### **3.3.5 Μεταφορά διανομή και αποθήκευση χημικών**

Η μεταφορά επικίνδυνων χημικών ουσιών στη χώρα μας πρέπει να γίνεται όπως ορίζεται από την Υπουργική Απόφαση αριθ. 19403/1388/08, ΦΕΚ 781 2/05/2008, που αποτελεί συμμόρφωση με την Ευρωπαϊκή Νομοθεσία.

Οι χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία του νερού των κολυμβητικών δεξαμενών στερεές, υγρές ή αέριες και διανέμονται σε τυποποιημένες συσκευασίες. Ο υπεύθυνος της κολυμβητικής δεξαμενής θα πρέπει να γνωρίζει αν το είδος της συσκευασίας που θα παραγγείλει εξυπηρετεί την εύκολη και ασφαλή διανομή του. Οι δυνατότητες διάθεσης και οι ιδιαιτερότητες της συσκευασίας θα πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη κατά τον αρχικό σχεδιασμό των κολυμβητικών δεξαμενών.

Στα σημεία φόρτωσης και εκφόρτωσης χημικών θα πρέπει να υπάρχουν πάντα πινακίδες όπου θα αναγράφονται μέτρα προφύλαξης και αντιμετώπισης διαρροών καθώς και οδηγίες Πρώτων Βοηθειών για κάθε χημική ουσία.

Προκειμένου για την μεταφορά χημικών ουσιών θα πρέπει πάντα να επιλέγεται η ασφαλέστερη και συντομότερη διαδρομή με τους λιγότερους δυνατούς ελιγμούς. Στα σημεία εκφόρτωσης θα πρέπει να υπάρχει τσιμεντένιο δάπεδο (ή ισοδύναμο) με αποχετευτικό φρεάτιο, καθώς και επαρκής παροχή νερού. Ασύμβατα μεταξύ τους χημικά θα πρέπει να εκφορτώνονται και να αποθηκεύονται χωριστά. Για λόγους ασφαλείας φορτώσεις και εκφορτώσεις θα πρέπει να γίνονται με παρουσία τουλάχιστον δύο ανθρώπων.

Ο χώρος αποθήκευσης δεν θα πρέπει να είναι κοντά σε πολυσύχναστες περιοχές. Θα πρέπει να επιτρέπεται η είσοδος μόνο σε εξουσιοδοτημένο προσωπικό. Είναι καλό να είναι όσο γίνεται πιο κοντά στο χώρο εκφόρτωσης και αν είναι δυνατόν στο ίδιο επίπεδο. Ο χώρος αποθήκευσης θα πρέπει να προβλεφθεί με τρόπο που να διασφαλίζονται οι ειδικές απαιτήσεις για κάθε αποθηκευόμενη χημική ουσία. Για παράδειγμα θα πρέπει να είναι δροσερός αν αποθηκεύεται υποχλωριώδες νάτριο που διασπάται σε υψηλές θερμοκρασίες. Επίσης δεν μπορούν να αποθηκευτούν χημικά συσκευασμένα σε χάρτινους σάκους, ο αποθηκευτικός χώρος είναι υγρός. Διαφορετικά χημικά πρέπει να αποθηκεύονται σε διαφορετικά σημεία. Χωρίσματα των επιμέρους χώρων και κατάλληλη σήμανση αποτελούν προαπαιτήσεις. Ο καλός αερισμός του χώρου είναι απαραίτητος και για την ασφαλή αποθήκευση αλλά και για την αποφυγή διαβρώσεων.

Η μεταφορά των χημικών από το σημείο εκφόρτωσης στο χώρο αποθήκευσης δεν θα πρέπει να γίνεται με τα χέρια (όπου αυτό είναι δυνατόν). Χημικά συσκευασμένα σε παλέτες θα πρέπει να μεταφέρονται με παλετοφόρα οχήματα. Καμία συσκευασία άνω των 45 λίτρων δεν θα πρέπει να μεταφέρεται από ένα άτομο.

### **3.3.6 Προστασία του προσωπικού και Πρώτες Βοήθειες**

Ο υπεύθυνος της κολυμβητικής δεξαμενής πρέπει να βεβαιωθεί πως το προσωπικό που ασχολείται με τις διευθετήσεις των χημικών γνωρίζει πολύ καλά τις ιδιαιτερότητες που έχει η χρήση κάθε χημικού καθώς και τις ενέργειες που πρέπει να γίνουν σε περίπτωση ατυχήματος. Οι απαραίτητες πληροφορίες πρέπει να αντληθούν από το έντυπο δεδομένων ασφαλείας για κάθε χρησιμοποιούμενη χημική ουσία. Στο ίδιο έντυπο θα βρεθούν και οι απαραίτητες οδηγίες για Πρώτες Βοήθειες. Η οργάνωση σεμιναρίων για τα θέματα αυτά είναι χρήσιμη. Όλα αυτά αποτελούν τον καλύτερο τρόπο προστασίας του προσωπικού.

Το προσωπικό πρέπει να είναι εφοδιασμένο τα απαραίτητα προσωπικά μέσα ασφαλείας (προστατευτικές μάσκες αερίων και γάντια, προστατευτικές στολές και διόπτρες κ.λπ.) και να γνωρίζει πώς χρησιμοποιούνται. Βρύσες με άφθονο καθαρό νερό καθώς και ντους σε σημεία που απαιτείται, κρίνονται απαραίτητα.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

### Υπολογισμός χωρητικότητας δεξαμενής υπερχειλίσης σύμφωνα με DIN 19643

Για τον υπολογισμό της ελάχιστης χωρητικότητας της δεξαμενής υπερχειλίσης μιας κολυμβητικής δεξαμενής σύμφωνα με DIN 19643-1 παρ. 9-5 θα πρέπει να χρησιμοποιείται η σχέση:

$$V=V_V + V_W + V_R$$

Όπου:

$$V_V = 0.075 \times A/\alpha$$

$$V_W = 0.052 \times A \times 10^{-0.144 Q/L}$$

$$V_R \geq 6 \cdot A_F$$

$V$  είναι ο ενεργός όγκος νερού της δεξαμενής σε  $m^3$ .

$V_V$  είναι όγκος εκτοπιζόμενου νερού από τους κολυμβητές σε  $m^3$ .

$V_W$  είναι η χωρητικότητα του δικτύου υπερχειλίσης της δεξαμενής σε  $m^3$ .

$V_R$  είναι όγκος νερού απαιτούμενος για την εκπλύση των φίλτρων σε  $m^3$ .

$A$  είναι η επιφάνεια της κολυμβητικής δεξαμενής σε  $m^2$

$\alpha$  είναι η προβλεπόμενη επιφάνεια νερού ανά άτομο σε  $m^2$

$Q$  η παροχή της ανακυκλοφορία σε  $m^3/h$

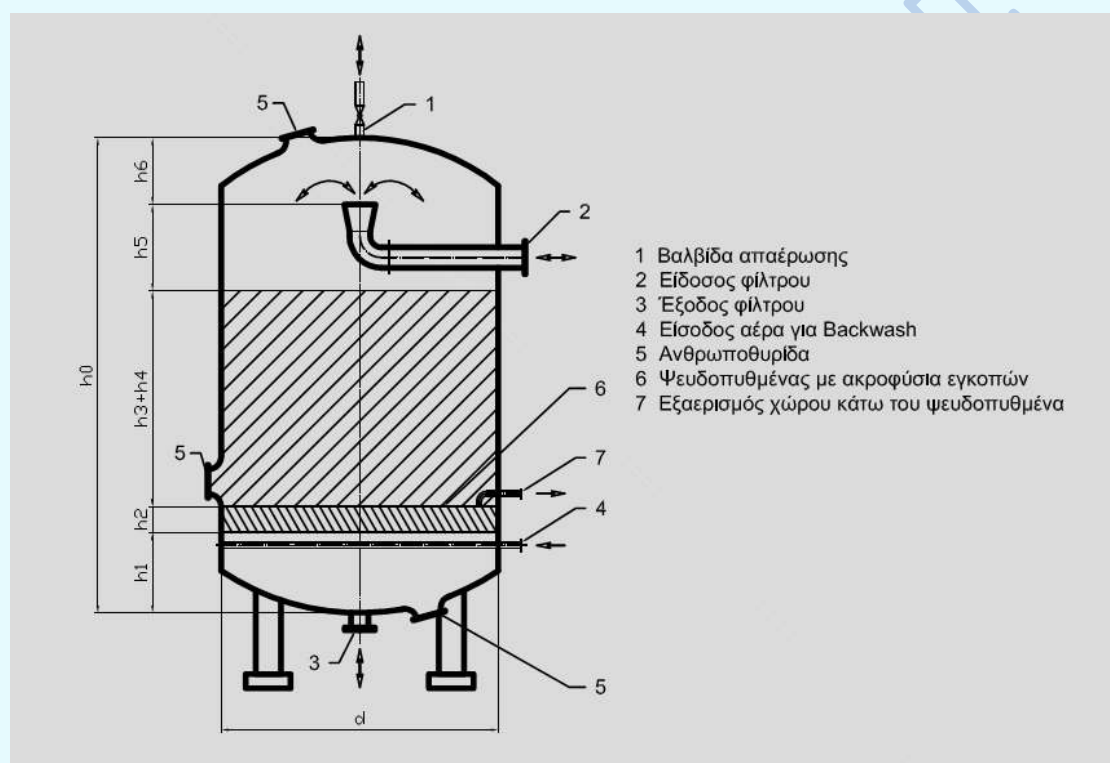
$L$  το συνολικό μήκος της γραμμής υπερχειλίσης σε  $m$

$A_F$  το συνολικό εμβαδό της διατομής των φίλτρων

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

### Φίλτρα σταθερής κλίνης σύμφωνα με DIN 19643 / 19605

Ο DIN 19643 περιέχει λεπτομερέστατη περιγραφή της λειτουργίας ανοικτών μονοστρωματικών φίλτρων και κλειστών μονοστρωματικών ή πολυστρωματικών, τα οποία πληρούν τις απαιτήσεις του κατασκευαστικού DIN 19605. Στην ενότητα αυτή θα εξεταστούν μόνο τα κλειστά μονοστρωματικά και πολυστρωματικά φίλτρα που διαθέτουν ψευδοπυθμένα με ακροφύσια εγκοπών (nozzles) δεδομένου ότι αυτά χρησιμοποιούνται συνήθως σε κολυμβητικές δεξαμενές και είναι ευρέως αναγνωρισμένα για την υψηλή τους απόδοση. Τα βασικά δομικά χαρακτηριστικά των κλειστών αυτών φίλτρων εικονίζονται στο σχήμα που ακολουθεί.



Τα φίλτρα αυτά κατασκευάζονται συνήθως από χάλυβα ή πολυεστέρα ενισχυμένο με ίνες υάλου. Το δοχείο του φίλτρου μπορεί να τοποθετηθεί κατακόρυφα ή οριζόντια. Τα δοχεία φέρουν ψευδοπυθμένα με ακροφύσια εγκοπής προκειμένου να εξασφαλιστεί ομοιόμορφη απορροή κατά τη διύλιση και ομογενής ροή νερού ή αέρα κατά την αντίστροφη πλύση. Προκειμένου η αντίστροφη πλύση να γίνεται αποτελεσματικά, ο αριθμός των ακροφυσίων πρέπει να είναι ο μέγιστος δυνατός. Απαιτούνται κατ' ελάχιστον 60 ακροφύσια / m<sup>2</sup> εμβαδού διατομής του φίλτρου. Τα ακροφύσια κατασκευάζονται συνήθως από συνθετικό υλικό ανθεκτικό σε γήρανση και διάβρωση. Η τοποθέτηση του ψευδοπυθμένα πρέπει να είναι απολύτως οριζόντια.

Το συνολικό ύψος  $h_0$  ενός κατακόρυφου φίλτρου δίνεται από τη σχέση:

$$h_0 = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6$$

**h<sub>1</sub>**: είναι το βάθος του θαλάμου κάτω από τον ψευδοπυθμένα στον οποίο καταλήγει το διήθημα ( $\geq 600\text{mm}$  αν διάμετρος φίλτρου  $\geq 3000\text{ mm}$ ,  $< 600\text{mm}$  σε άλλη περίπτωση). Ο θάλαμος αυτός πρέπει να είναι προσεγγίσιμος για να μπορεί να ελεγχθεί.

**h<sub>2</sub>**: πάχος της βάσης του φίλτρου (ψευδοπυθμένας και ακροφύσια).

**h<sub>3</sub>**: βάθος του υλικού υποστήριξης της κλίνης ( $\leq 400\text{mm}$ ).

**h<sub>4</sub>**: βάθος κλίνης διύλισης ( $800\text{ mm} \leq h_4 \leq 2500\text{ mm}$ ). Η κλίνη μπορεί να αποτελείται από χαλαζιακή άμμο, ανθρακίτη, ενεργό άνθρακα, ελαφρόπετρα.

**h<sub>5</sub>**: είναι η απόσταση μεταξύ του σημείου εκτόνωσης της γραμμής του backwash και της επιφάνειας της κλίνης. Ονομάζεται διαθέσιμος ελεύθερος χώρος (freeboard). Πρέπει να είναι επαρκής για αποφυγή απώλειας υλικού κατά το backwash, αλλά όχι τόσο μεγάλη ώστε να καθυστερεί η απομάκρυνση του νερού του backwash.

**h<sub>6</sub>**: είναι η απόσταση μεταξύ του σημείου εκτόνωσης της γραμμής backwash και της κορυφής του δοχείου. Πρέπει να είναι επαρκής για σωστή εξαέρωση του φίλτρου και αποφυγή απώλειας μέσου διύλισης κατά την αντίστροφη πλήση.

Κάθε φίλτρο θα πρέπει να διαθέτει τρεις ανθρωποθυρίδες, μια για την εποπτεία του χώρου κάτω του ψευδοπυθμένα, μια πλευρική πάνω από τον ψευδοπυθμένα για την επόπτευση της κλίνης και μία στο άνω μέρος του φίλτρου προκειμένου να διευκολύνεται η πλήρωση και να μπορεί να παρακολουθηθεί η διαδικασία του backwash με την θυρίδα ανοικτή. Οι διαστάσεις των ανθρωποθυρίδων δίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Διάμετρος φίλτρου (σε mm)	Κάτω ανθρωποθυρίδα	Πλευρική ανθρωποθυρίδα	Άνω ανθρωποθυρίδα
$\leq 1800$	$\leq 200$	500	$\leq 500$
$> 18000$	600	600	$\leq 600$

Αναφορικά με τη διασύνδεση του φίλτρου ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί ώστε αφενός η διαδικασία του backwash να γίνεται αυτόματα και ανεμπόδιστα, αφετέρου να μη παραμένει το νερό του backwash στο δίκτυο. Το σύστημα βανών του φίλτρου θα πρέπει να είναι προσιτό και οι επενεργητές κατάλληλοι για τον αυτοματισμό που έχει επιλεγεί. Σε περιπτώσεις που το σύστημα διύλισης περιλαμβάνει περισσότερα του ενός φίλτρα, ο σχεδιασμός θα πρέπει να εξασφαλίζει την ισοκατανομή της ροής. Επίσης θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα να γίνεται backwash σε κάθε φίλτρο χωριστά.

Στη περίπτωση που το backwash υποβοηθείται με αέρα, θα πρέπει να υπάρχει ειδική γραμμή αέρα κάτω από τον ψευδοπυθμένα. Τα κλειστά φίλτρα θα πρέπει να διαθέτουν επίσης συστήματα αυτόματου εξαερισμού, προκειμένου να μη σωρεύονται στο δοχείο ανεπιθύμητες ποσότητες αέρα κατά την λειτουργία τους.

Οι βασικές παράμετροι σχεδιασμού ενός φίλτρου είναι οι ακόλουθοι:

- Παροχή (σε  $\text{m}^3/\text{h}$ )
- Ταχύτητα διύλισης (σε  $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$  ή  $\text{m}/\text{h}$ )
- Επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας (σε bar)

- Μέγιστη διαφορική πίεση κατά τη διύλιση (σε mbar)
- Διαφορική πίεση κατά το backwash (σε mbar)
- Επιφάνεια διύλισης (σε m<sup>2</sup>)
- Βάθος κλίνης (σε m)
- Ταχύτητα νερού κατά το backwash (σε m/h)
- Ταχύτητα αέρα κατά το backwash (σε m/h)
- Θερμοκρασία νερού (σε °C)

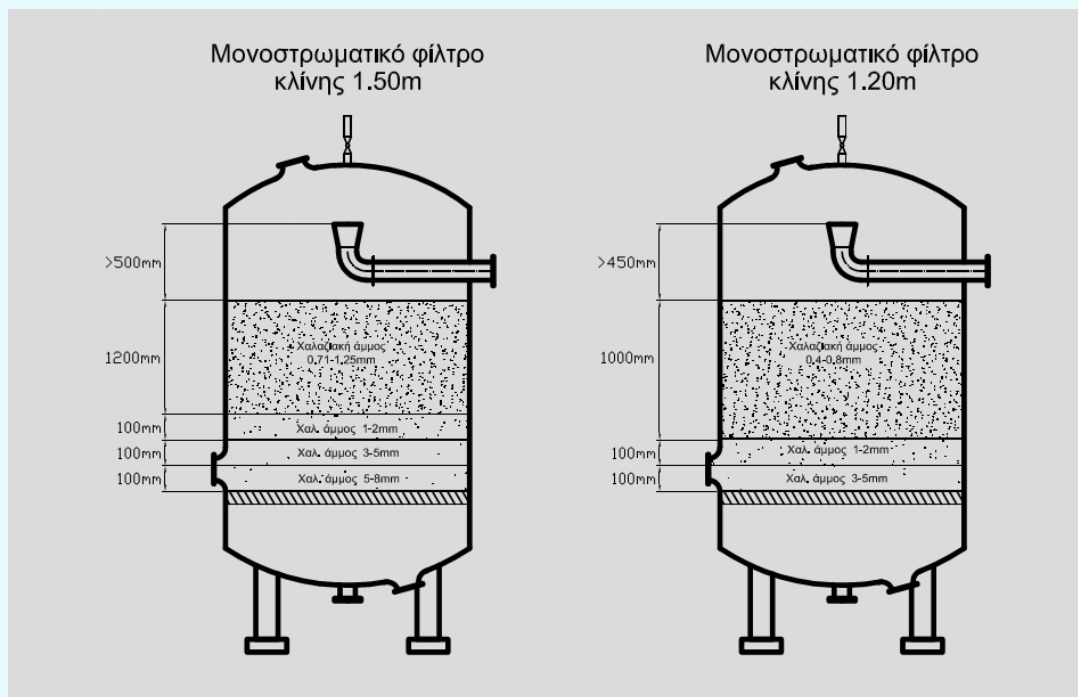
Οι τιμές των παραμέτρων εξαρτώνται από την συγκεκριμένη εφαρμογή και τις ποιοτικές απαιτήσεις που έχουν τεθεί για το διήθημα. Το φίλτρο επομένως θα πρέπει να συνοδεύεται από κατάλληλες μετρητικές διατάξεις, μέσω των οποίων οι τιμές των παραπάνω παραμέτρων να μπορούν να ελεγχθούν. Απαραίτητο είναι να υπάρχουν μετρητές πίεσης στην είσοδο και την έξοδο του φίλτρου, μετρητές ροής (η χρήση επαγωγικών ροομέτρων αποτελεί την πλέον ενδεδειγμένη λύση), δίοπτρα επόπτευσης της κλίνης καθώς και κρουνοί δειγματοληψίας στην είσοδο και την έξοδο του φίλτρου. Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να χρησιμοποιηθούν και μετρητές θολερότητας προκειμένου να ελέγχεται η αποτελεσματικότητα της διύλισης καθώς και η ρύθμιση της κροκίδωσης.

**Μονοστρωματικά φίλτρα.** Το μέσο διύλισης είναι χαλαζιακή άμμος έτσι όπως προδιαγράφεται στον DIN EN 12904. Η κοκκομετρία που θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί είναι 0.71 – 1.25mm. Η κλίση υποστηρίζεται από τρεις στρώσεις πιο χονδρόκοκκων υλικών. Το βάθος της κλίνης διύλισης πρέπει να είναι  $\geq 1.20$  m, οπότε μαζί με τις στρώσεις υποστήριξης το συνολικό βάθος θα είναι  $\geq 1.50$  m. Το φίλτρο θα πρέπει να διαθέτει ελεύθερο χώρο άνωθεν της κλίνης (freeboard) επαρκή και ο οποίος δίνεται από τη σχέση:

$$\text{Freeboard} > 25\% \text{ του βάθους της κλίνης διύλισης πλέον } 20 \text{ cm}$$

Η ταχύτητα διύλισης θα πρέπει να είναι  $\leq 30$  m/h. Στη περίπτωση που χρησιμοποιείται θαλασσινό νερό ή νερό με περιεκτικότητα σε αλάτι  $\geq 2000$  mg/l, η ταχύτητα διύλισης θα πρέπει να είναι  $\leq 20$  m/h. Για την κοκκομετρία που έχει αναφερθεί η ταχύτητα κατά το backwash θα πρέπει να είναι  $\geq 60$  m/h προκειμένου να υπάρχει επαρκής διόγκωση της κλίνης. Αν το σύστημα ανακυκλοφορίας περιλαμβάνει ένα φίλτρο, ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί σε επιλογή αντλίας με κατάλληλη χαρακτηριστική καμπύλη, ώστε να καλύπτονται τόσο οι ανάγκες της διύλισης όσο και του backwash. Ενδεχομένως θα πρέπει να τοποθετηθεί και μία δεύτερη αντλία ή μια αντλία με ρυθμιστή συχνότητας (inverter).

Αρκετά συχνά χρησιμοποιούνται μονοστρωματικά φίλτρα με συνολικό βάθος κλίνης 1.20 m (δεν αποκλείονται από τον DIN 19605). Η κλίση διύλισης χαλαζιακής άμμου κοκκομετρίας 0.4 – 0.8 mm έχει βάθος 1.00 m και υποστηρίζεται από δύο στρώσεις χονδρόκοκκων υλικών. Σε αυτή τη περίπτωση το backwash μπορεί να γίνει ικανοποιητικά με ταχύτητα περίπου 50 m/h. Τυπικές διαστρωματώσεις φίλτρων με διαφορετικά βάρη κλίνης φαίνονται στο σχέδιο που ακολουθεί.



Τα μονοστρωματικά φίλτρα προτιμώνται για τη διύλιση θαλασσινού ή ιαματικού νερού. Με επιπλέον χλωρίωση πριν από το φίλτρο μπορούν να κατακρατηθούν ανεπιθύμητες ουσίες όπως σίδηρος ή μαγγάνιο που υπάρχουν σε τέτοια νερά. Σε περιπτώσεις φίλτρων μεγάλων διαμέτρων, για λόγους αποφυγής μόλυνσης της κλίνης ενδείκνυται η τοποθέτηση ενός επιπλέον σημείου έγχυσης χλωρίου ή άλλου οξειδωτικού, που θα λειτουργεί ανεξάρτητα από το σύστημα της κανονικής χλωρίωσης του νερού.

**Πολυστρωματικά φίλτρα.** Σύμφωνα με την ορολογία των DIN 19643/19605 πολυστρωματικό χαρακτηρίζεται το φίλτρο σε περιπτώσεις που η κλίνη διύλισης αποτελείται από δύο ή περισσότερα διαφορετικά υλικά, διαφορετικών κοκκομετριών και διαφορετικών ειδικών βαρών (κλίνες χαλαζιακής άμμου δύο ή περισσότερων κοκκομετριών δεν μπορούν να χαρακτηριστούν πολυστρωματικές).

Η κατώτερη στοιβάδα της κλίνης διύλισης έχει βάθος  $\geq 0.60$  m και αποτελείται από χαλαζιακή άμμο (κοκκομετρία συνήθως 0.4 – 0.8 mm) σύμφωνα με DIN 12904. Η στοιβάδα αυτή υποστηρίζεται από τρεις στρώσεις διαφορετικών κοκκομετριών χονδρόκοκκης χαλαζιακής άμμου.

Η ανώτερη στοιβάδα έχει και αυτή βάθος  $\geq 0.60$  m, η κοκκομετρία της είναι συνήθως 0.6 – 1.6 mm και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα από τα ακόλουθα υλικά:

- Ανθρακίτης N (anthracite N) σύμφωνα με DIN EN 12909
- Θερμικά επεξεργασμένος λιγνίτης H (lignite coke H) σύμφωνα με DIN EN 12907
- Ελαφρόπετρα (pumice) σύμφωνα με DIN EN 12906

Ο DIN 19643 καθορίζει επακριβώς τις διαφορετικές κοκκομετρίες της χαλαζιακής άμμου που μπορεί να χρησιμοποιηθούν σε πολυστρωματικές κλίνες και είναι (a) 0.4 – 0.8 mm, (b) 0.63

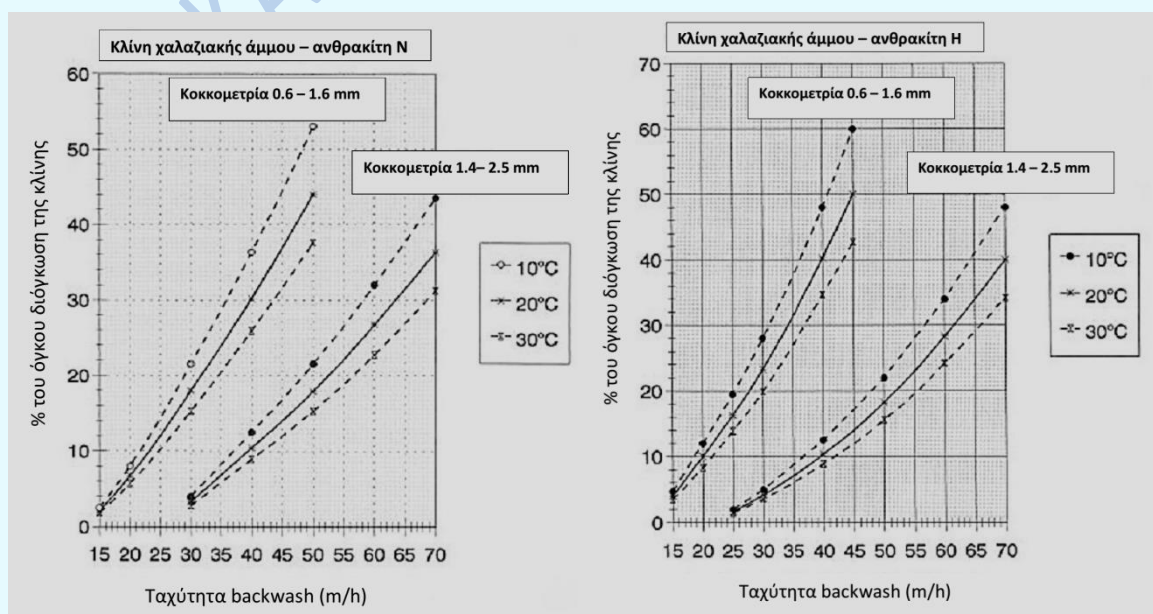


– 1.0 mm, (c) 0.71 – 1.25 mm. Η επιλογή της κοκκομετρίας σχετίζεται με το είδος του υλικού και την κοκκομετρία της ανώτερης στοιβάδας. Η άμμος πρέπει να αποτελείται από καθαρό χαλαζία, να είναι απαλλαγμένη οργανικών ουσιών, με ελάχιστες κατά το δυνατόν προσμείξεις ανόργανων αλάτων. Επίσης πρέπει να είναι πλυμένη και συσκευασμένη με τρόπο που να διευκολύνεται η μεταφορά και αποθήκευσή της ώστε να ελαχιστοποιούνται οι πιθανότητες μόλυνσης πριν τη χρήση της. Η φαινόμενη πυκνότητά της είναι περίπου 1600 kg/m<sup>3</sup>.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται συνηθέστερα για την ανώτερη στοιβάδα της κλίνης είναι ο ανθρακίτης N και ο ανθρακίτης H. Ο ανθρακίτης N πρόκειται για ένα τύπο λιθάνθρακα υψηλής ποιότητας με περιεκτικότητα σε άνθρακα > 90%. Ο ανθρακίτης H είναι θερμικά επεξεργασμένος λιγνίτης με περιεκτικότητα σε άνθρακα > 85%. Ο ανθρακίτης N έχει πιο κρυσταλλική και γυαλιστερή υφή και αυτό τον διακρίνει από τον ανθρακίτη H που έχει θαμπή απόχρωση. Οι κόκκοι αυτών των υλικών είναι πορώδεις, επομένως τα υλικά αυτά έχουν μεγάλη εσωτερική επιφάνεια και κατά συνέπεια μεγάλη προσροφητική ικανότητα ( 1g ανθρακίτη H έχει συνολική επιφάνεια περίπου 400 m<sup>2</sup>). Κατά τη διύλιση του νερού σε ένα πολυστρωματικό φίλτρο κατακράτηση ρύπων γίνεται σε όλο τον όγκο της ανώτερης στοιβάδας του ανθρακίτη. Στη κατώτερη στοιβάδα της λεπτόκοκκης χαλαζιακής άμμου συγκρατούνται τα μικρότερα σωματίδια. Με τον τρόπο αυτό ο κορεσμός του φίλτρου απαιτεί μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα και γίνεται πιο ομαλά.

Οι καθοριζόμενες κοκκομετρίες από τον DIN 19643 για τα δύο αυτά υλικά είναι (d) 0.6 – 1.6 mm, ή (e) 1.4 – 2.5 mm. Η πρώτη κοκκομετρία συνδυάζεται με τις κοκκομετρίες (a) και (b) της χαλαζιακής άμμου, ενώ η δεύτερη με την (c). Η φαινόμενη πυκνότητα του ανθρακίτη N είναι περίπου 700 kg/m<sup>3</sup>, ενώ του ανθρακίτη H περίπου 500 kg/m<sup>3</sup>.

Η ταχύτητα διύλισης θα πρέπει να είναι ≤ 30 m/h όπως και για τα μονοστρωματικά φίλτρα. Επίσης στη περίπτωση που χρησιμοποιείται θαλασσινό νερό ή νερό με αλατότητα ≥ 2000 mg/l, η ταχύτητα διύλισης θα πρέπει να είναι ≤ 20 m/h. Η πτώση πίεσης στα πολυστρωματικά φίλτρα είναι 0.3 – 0.5 bar (ανάλογα με την κοκκομετρία της άμμου) εκ των οποίων περίπου 0.07 bar αντιστοιχεί στον ανθρακίτη και το υπόλοιπο στην άμμο.



Οι πίνακες που έχουν παρατεθεί ανωτέρω δίνουν την % διόγκωση της κλίνης πολυστρωματικών φίλτρων άμμου – ανθρακίτη Ν και άμμου - ανθρακίτη Η σαν συνάρτηση της ταχύτητας ροής κατά την διαδικασία του backwash.

Παρατηρούμε ότι στις πολυστρωματικές κλίνες με κοκκομετρία άμμου 0.4 – 0.8 mm και ανθρακίτη 0.6 – 1.6 mm επιτυγχάνεται διόγκωση της κλίνης κατά περίπου 30% με ταχύτητες backwash 35 – 40 m/h (ο DIN 19643 απαιτεί διόγκωση της κλίνης κατ' ελάχιστο 10%). Αν χρησιμοποιηθούν πιο χονδρόκοκκα υλικά, δηλαδή άμμος 0.71 – 1.25 mm και ανθρακίτης 1.4 – 2.5 mm, για αντίστοιχη διόγκωση θα απαιτηθούν ταχύτητες 55 – 65 m/h. Είναι πιο ασφαλές πάντως, σε φίλτρα με ανθρακίτη οι ταχύτητες κατά το backwash να μην υπερβαίνουν τα 50 m/h. Οι παραπάνω ταχύτητες επαρκούν προκειμένου να απομακρυνθούν πλήρως οι ρύποι, αν το backwash γίνει για τουλάχιστον 6 min.

Σύμφωνα με τον DIN 19643 η διαδικασία του backwash πρέπει να γίνεται δύο φορές την εβδομάδα προκειμένου να διασφαλισθούν άψογες συνθήκες υγιεινής για το φίλτρο. Σε περιπτώσεις όμως που οι κολυμβητικές δεξαμενές έχουν χαμηλότερα επίπεδα μόλυνσης, η εμπειρία δείχνει ότι backwash μια φορά την εβδομάδα μπορεί να είναι επαρκές.

Σύμφωνα με τον DIN 19643 και 19605 η διαδικασία του backwash πρέπει να γίνεται χωρίς αντίθλιψη. Σε άλλη περίπτωση δεν θεωρείται δυνατόν να απομακρυνθούν πλήρως οι ρύποι από το φίλτρο. Η διαδικασία είναι η ακόλουθη:

- Ο ελεύθερος χώρος άνωθεν της κλίνης (freeboard) πρέπει να περιέλθει σε ατμοσφαιρική πίεση.
- Η στάθμη του νερού στο φίλτρο θα πρέπει να κατέλθει στο ύψος της αποχετευτικής χοάνης του φίλτρου.
- Ακολουθεί η πλύση του φίλτρου για 6 -7 min με ταχύτητα κατάλληλη για την σύσταση της κλίνης.
- Γρήγορο πλύσιμο (rinse) για περίπου 1 min.
- Επαναφορά του συστήματος στη λειτουργία της κανονικής διύλισης.

Η όλη διαδικασία πρέπει να γίνει χωρίς διακοπή. Ο έλεγχος της διόγκωσης ή ρευστοποίησης της κλίνης μπορεί να γίνει πολύ εύκολα με τη βοήθεια μιας ξύλινης ράβδου. Περνώντας την ράβδο από τη ανοικτή άνω ανθρωποθυρίδα κατά τη διάρκεια του backwash, αν η διόγκωση είναι επαρκής θα μπορέσει να φτάσει χωρίς δυσκολία στις υποστηρικτικές στοιβάδες της κλίνης ή στη βάση του φίλτρου.

Για φίλτρα μεσαίου ή μεγάλου μεγέθους (διαμέτρου  $\geq 1600$  mm), το backwash είναι χρήσιμο να υποβοηθείται με αέρα, γιατί με τον τρόπο αυτό αυξάνεται η τριβή μεταξύ των κόκκων του μέσου διύλισης και διευκολύνεται η αποκόλληση και η μετέπειτα απομάκρυνση των ρύπων από την κλίση. Η διαδικασία είναι η ακόλουθη:

- Ο ελεύθερος χώρος άνωθεν της κλίνης (freeboard) πρέπει να περιέλθει σε ατμοσφαιρική πίεση.
- Η στάθμη του νερού στο φίλτρο θα πρέπει να κατέλθει στο ύψος της αποχετευτικής χοάνης του φίλτρου.
- Ακολουθεί η πλύση του φίλτρου για περίπου 3 min με ταχύτητα κατάλληλη για την σύσταση της κλίνης.

- Η στάθμη του νερού στο φίλτρο θα πρέπει να κατέλθει στο ύψος της αποχετευτικής χοάνης του φίλτρου προκειμένου για μονοστρωματικά φίλτρα, ή στο ύψος της επιφάνειας της κλίνης προκειμένου για πολυστρωματικά.
- Ακολουθεί αερισμός της κλίνης για περίπου 1 - 2 min με ταχύτητα περίπου 60 m/h.
- Ακολουθεί εκ νέου πλύση με νερό για περίπου 3 min.
- Γρήγορο πλύσιμο (rinse) για περίπου 1 min.
- Επαναφορά του συστήματος στη λειτουργία της κανονικής διύλισης.

Η διαδικασία που προτείνεται διαφοροποιείται από τον DIN 19643 μόνο ως προς τη διάρκεια της πλύσης με αέρα. Ο DIN 19643 προτείνει χρονικό διάστημα περίπου 5 min, όμως έχει διαπιστωθεί ότι αυτό συντελεί στο να πέσουν οι ρύποι βαθύτερα στη κλίνη του μέσου διύλισης και να μη μπορεί πλέον η πλύση με νερό να τους απομακρύνει. Όσον αφορά τα πολυστρωματικά φίλτρα ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στο γεγονός ότι πριν τον αερισμό της κλίνης, η στάθμη του νερού πρέπει να κατέλθει στο ύψος της επιφάνειας του μέσου διύλισης, προκειμένου τα σχετικά ελαφρά υλικά του μέσου να μην οδηγηθούν στην αποχέτευση. Οι αεροσυμπιεστές που χρησιμοποιούνται για τον αερισμό της κλίνης των φίλτρων θα πρέπει να μπορούν να αποδίδουν την ζητούμενη κατά περίπτωση παροχή αέρα τουλάχιστον στα 0.5 bar. Όσον αφορά την σωληνογραμμή που συνδέει την έξοδο του αεροσυμπιεστή με την αναμονή στο κάτω μέρος του φίλτρου, μπορεί να είναι κατασκευασμένη από χάλυβα ή κατάλληλο πλαστικό υλικό ανθεκτικό στη μέγιστη θερμοκρασία που ο αέρας μπορεί να αποκτήσει.

Ο όγκος του νερού που απαιτείται για την πλύση ενός φίλτρου υπολογίζεται από τη σχέση:

$$V_b = \frac{A \cdot V_f \cdot t_b}{60}$$

$V_b$  ο απαιτούμενος για την πλύση του φίλτρου όγκος νερού σε  $m^3$

$A$  το εμβαδό διατομής του φίλτρου (ή επιφάνεια διύλισης) σε  $m^2$

$V_f$  η ταχύτητα του backwash σε m/h

$t_b$  η χρονική διάρκεια του backwash σε min

Η επάρκεια του νερού θα πρέπει να ελέγχεται πριν η διαδικασία του backwash εκκινήσει δεδομένου, όπως έχει ήδη αναφερθεί, θα πρέπει να ολοκληρωθεί χωρίς ενδιάμεση διακοπή. Η άντληση του νερού για το backwash μπορεί να γίνει από τη δεξαμενή υπερχειλίσσης. Η άντληση μπορεί να γίνει από την κολυμβητική δεξαμενή μόνο όταν αυτή βρίσκεται εκτός λειτουργίας.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

### Διακρίβωση της χημικής εξισορρόπησης του νερού

Τυπικά προκειμένου να ελεγχθεί η εξισορρόπηση του νερού, θα πρέπει να γίνουν μετρήσεις του pH, της θερμοκρασίας, της ολικής αλκαλικότητας, της σκληρότητας ασβεστίου και των συνολικά διαλυμένων στερεών. Κατόπιν με τη χρήση μιας απλής σχέσης ή με τη βοήθεια ενός νομογραφήματος μπορούν να εξαχθούν τα συμπεράσματα.

Υπάρχουν δύο βασικές μέθοδοι για να εξετασθεί αν το νερό μιας κολυμβητικής δεξαμενής είναι εξισορροπημένο: ο δείκτης Langelier ή η μέθοδος Taylor.

**Δείκτης Langelier (Langelier Index).** Ο δείκτης Langelier (LI) υπολογίζεται αφού μετρηθούν οι τιμές της θερμοκρασίας, pH, ολικής αλκαλικότητας, σκληρότητας και TDS από τη σχέση:

$$\text{Langelier Index LI} = \text{TF} + \text{CF} + \text{AF} + \text{τιμή pH} - 12.1$$

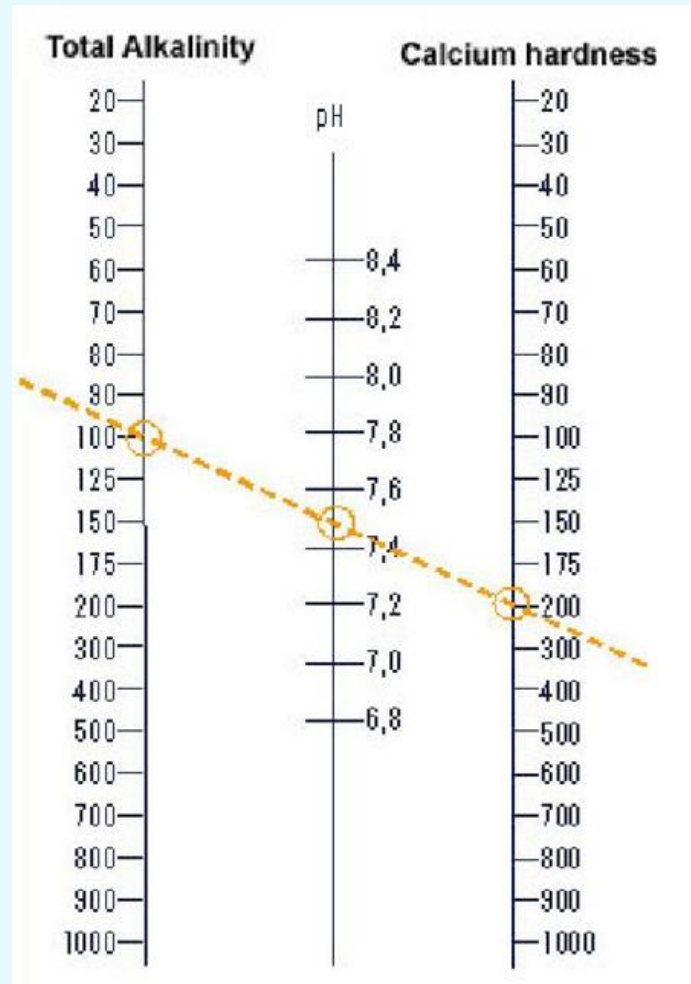
Οι παράμετροι TF, CF, AF προσδιορίζονται από τον κάτωθι πίνακα

Θερμοκρασία °C	TF	Σκληρότητα (ως mg/l CaCO <sub>3</sub> )	CF	Αλκαλικότητα (ως mg/l CaCO <sub>3</sub> )	AF
24	0.6	75	1.5	50	1.7
29	0.9	100	1.6	100	2.0
		150	1.8	150	2.2
		200	1.9	200	2.3
		300	2.1	300	2.5
		400	2.3		
		800	2.5		

Η τιμή 12.1 αντιστοιχεί σε TDS κάτω των 1000 mg/l. Αν τα συνολικά διαλυμένα στερεά είναι 2000mg/l τότε η τιμή γίνεται 12.2, ενώ για 3000mg/l, 12.3.

Θεωρητικά θετικός δείκτης Langelier υποδηλώνει ότι το νερό έχει την τάση να δημιουργεί αποθέσεις, ενώ αρνητικός δείκτης είναι ένδειξη διαβρωτικού νερού. Εξισορρόπηση έχουμε στη τιμή 0, ενώ το ιδανικό εύρος του δείκτη είναι μεταξύ -0.5 και 0.5.

**Μέθοδος Taylor.** Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή μετρούνται οι τιμές pH, ολικής αλκαλικότητας και σκληρότητας. Χρησιμοποιώντας το ακόλουθο νομογράφημα από τις τιμές δύο παραμέτρων προκύπτει η ιδανική τιμή της τρίτης παραμέτρου. Αν η απόκλιση μεταξύ ιδανικής και μετρούμενης τιμής είναι μικρή, τότε το νερό της κολυμβητικής δεξαμενής είναι εξισορροπημένο.



Το νομογράφημα χρησιμοποιείται με τον ακόλουθο τρόπο: Ας υποθέσουμε ότι μετρήθηκε  $\text{pH} = 7.7$ , ολική αλκαλικότητα  $100 \text{ mg/l}$  και σκληρότητα  $200 \text{ mg/l}$ . Ιδανικά οι 3 μετρήσεις για πλήρως ισορροπημένο νερό θα πρέπει να βρίσκονται σε ευθεία. Η ιδανική τιμή του  $\text{pH}$  με αυτή τη λογική θα ήταν  $7.5$ . Η διαφορά μετρούμενης – ιδανικής τιμής είναι  $0.2$  και είναι σχετικά μικρή. Το νερό σε αυτή τη περίπτωση είναι εξισορροπημένο και δεν χρειάζεται περαιτέρω αγωγή.

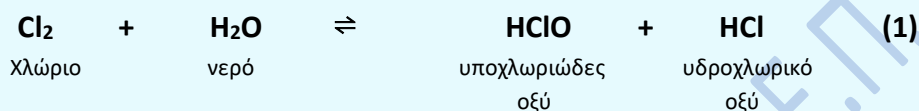
Θα πρέπει να τονισθεί ότι η προσπάθεια να ρυθμίζονται οι δείκτες εξισορρόπησης στα επιθυμητά επίπεδα, μπορεί πολλές φορές να οδηγήσει σε άσκοπη υπερκατανάλωση χημικών. Μια εβδομαδιαία μέτρηση των δεικτών για τις περισσότερες περιπτώσεις είναι κάτι παραπάνω από αρκετό. Η υποβοήθηση που παρέχουν δεν μπορεί να υποκαταστήσει την ανάγκη για κατανόηση και συστηματική εξέταση όλων των επιμέρους παραμέτρων που εμπλέκονται στην διατήρηση της καλής ποιότητας νερού.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

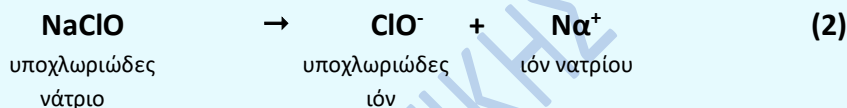
### Η χημεία της Χλωρίωσης

Η παράθεση των βασικών αρχών της χλωρίωσης γίνεται με απλουστευμένο τρόπο ώστε να μπορούν να γίνουν κατανοητές χωρίς ειδικές γνώσεις χημείας.

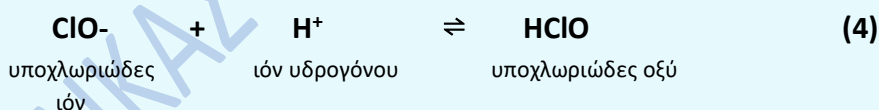
**Τα συστατικά της απολύμανσης.** Όταν το αέριο χλώριο διαλυθεί στο νερό αντιδρά με τον ακόλουθο τρόπο και παράγεται υποχλωριώδες οξύ:



Το υποχλωριώδες νάτριο και το υποχλωριώδες ασβέστιο σε υδατικά διαλύματα επίσης δίνουν υποχλωριώδες οξύ σύμφωνα με τις ακόλουθες αντιδράσεις:



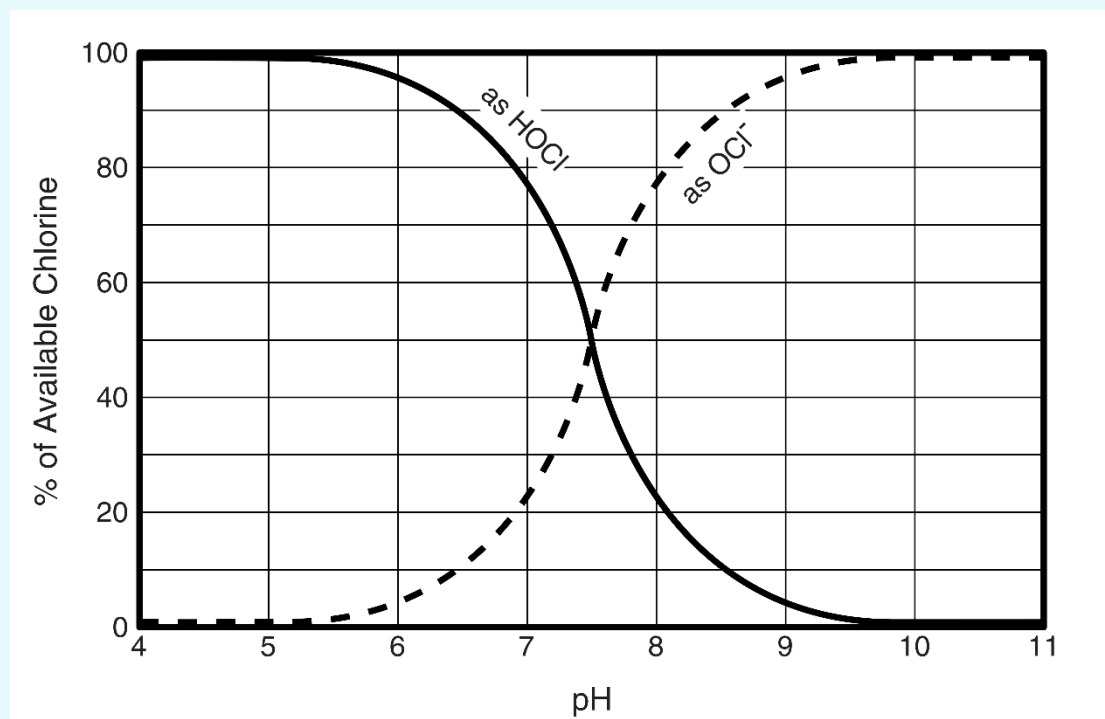
Το υποχλωριώδες íον  $\text{ClO}^-$  με τα κατιόντα υδρογόνου  $\text{H}^+$  που υπάρχουν στο νερό σχηματίζει υποχλωριώδες οξύ  $\text{HClO}$  :



Η συγκέντρωση íοντων υδρογόνου είναι κρίσιμη στο σχηματισμό υποχλωριώδους οξέος. Η αμφίδρομη αντίδραση (4) δηλώνει ότι όσο μεγαλύτερη είναι η συγκέντρωση íοντων υδρογόνου τόσο περισσότερο υποχλωριώδες οξύ θα σχηματίζεται. Δηλαδή σε όξινα διαλύματα (χαμηλό pH) υπάρχει περισσότερο υποχλωριώδες οξύ σε σχέση με το υποχλωριώδες íον. Η ισορροπία μετατοπισμένη στα δεξιά. Το αντίθετο συμβαίνει όταν η συγκέντρωση íοντων υδρογόνου είναι μικρή (μεγάλη τιμή pH, δηλαδή πιο αλκαλικό διάλυμα). Σε αυτή τη περίπτωση η ισορροπία είναι μετατοπισμένη στα αριστερά και η παρουσία υποχλωριώδους íοντος υπερσχύει.

Από τις δύο μορφές, υποχλωριώδες οξύ και υποχλωριώδες íον, το υποχλωριώδες οξύ έχει ισχυρότερες απολυμαντικές ιδιότητες. Αυτό σημαίνει ότι σε χαμηλό pH η αποτελεσματικότητα της απολύμανσης είναι μεγαλύτερη. Αντίθετα σε υψηλότερες τιμές pH η απολυμαντική δράση του χλωρίου μειώνεται αισθητά.

Από το διάγραμμα που ακολουθεί φαίνεται ότι σε pH περίπου 5 το χλώριο βρίσκεται στη μορφή του υποχλωριώδους οξέος σχεδόν κατά 100%. Επομένως σε αυτό το pH η απολυμαντική ικανότητα του χλωρίου μεγιστοποιείται. Για θέματα όμως ευρύτερης εξισορρόπησης του νερού όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενη ενότητα δεν είναι δυνατόν να έχει το νερό μιας κολυμβητικής δεξαμενής pH 5. Η βέλτιστη περιοχή είναι 7.2 -7.4 και τότε η αναλογία υποχλωριώδους οξέος – υποχλωριώδους ιόντος είναι περίπου 60% - 40%. Από το διάγραμμα βλέπουμε επίσης ότι σε pH περίπου 8 μόνο το 20% της ποσότητας του χλωρίου βρίσκεται στη ενεργή μορφή του.



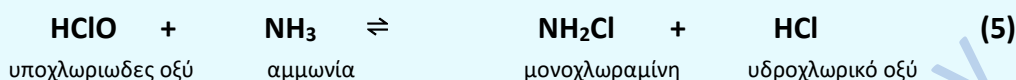
Είναι πολλοί οι παράγοντες που επιδρούν στην τιμή του pH και την καθορίζουν. Ο πρώτος και κύριος είναι το είδος του χλωρίου που χρησιμοποιούμε. Αν χρησιμοποιηθεί αέριο χλώριο, τότε η προσθήκη του θα συμβάλλει στη μείωση του pH. Το αντίθετο θα συμβεί αν χρησιμοποιηθεί υποχλωριώδες νάτριο. Ανάλογα με το είδος του χλωρίου που χρησιμοποιείται, θα καθορισθεί διαφορετικός τρόπος διόρθωσης του pH. Όλοι οι παράγοντες που επιδρούν στη τιμή του pH δεν είναι δυνατόν να ποσοτικοποιηθούν. Έτσι δεν είναι δυνατόν να υπολογιστεί θεωρητικά η ποσότητα οξέος ή βάσης που πρέπει να προστεθούν προκειμένου να γίνει μια συγκεκριμένη διόρθωση. Όπως έχει ήδη αναφερθεί η τιμή του pH συνδέεται άμεσα με παραμέτρους που αναφέρονται στην χημική εξισορρόπηση του νερού με κυριότερο από αυτούς τη ολική αλκαλικότητα.

Είναι επίσης σημαντικό να γνωρίζουμε ότι το άθροισμα του υποχλωριώδους οξέος και του υποχλωριώδους ιόντος είναι αυτό που μετρείται σαν ελεύθερο υπολειμματικό χλώριο. Επειδή η ισορροπία μεταξύ των δύο αυτών μορφών αποκαθίσταται σχεδόν στιγμιαία, οι χημικές μετρήσεις δεν είναι δυνατόν να διακρίνουν μεταξύ των δύο αυτών μορφών.

**Αντιδράσεις χλωρίου με αζωτούχες ενώσεις.** Ο κύριος ρυπαντής του νερού των κολυμβητικών δεξαμενών είναι η αμμωνία ( $\text{NH}_3$ ). Η αμμωνία σχηματίζεται από την αποσύνθεση της

ουρίας, η οποία με τη σειρά της εισάγεται στο νερό από τους λουόμενους μέσω διάφορων αζωτούχων ουσιών (ούρα, ιδρώτας κ.λπ.). Η αποσύνθεση της ουρίας είναι μια βραδεία αντίδραση, όπως βραδεία είναι και η αντίδραση της αμμωνίας με το υπολειμματικό χλώριο. Τα προϊόντα της αντίδρασης της αμμωνίας με το χλώριο ονομάζονται χλωραμίνες και είναι αυτό που ονομάζουμε «δεσμευμένο χλώριο» και που μπορεί να μετρηθεί με τις συνηθισμένες για κολυμβητικές δεξαμενές μεθόδους.

Το πρώτο στάδιο της αντίδρασης του χλωρίου με την αμμωνία είναι ο σχηματισμός της μονοχλωραμίνης.

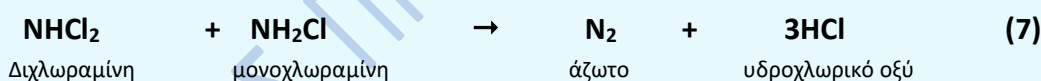


Η αντίδραση αυτή είναι σχετικά γρήγορη και η μονοχλωραμίνη που σχηματίζεται είναι σταθερή στο συνηθισμένο pH του νερού της κολυμβητικής δεξαμενής. Έχει μικρή απολυμαντική ικανότητα και δεν προκαλεί ερεθισμό στα μάτια και στο δέρμα.

Εάν υπάρχει επαρκές υπολειμματικό χλώριο η αντίδραση θα προχωρήσει στο επόμενο στάδιο.

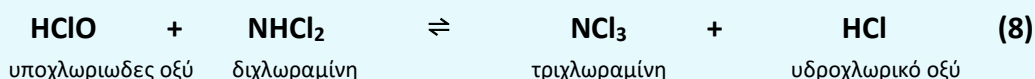


Η διχλωραμίνη προκαλεί ερεθισμό στη μύτη και στα μάτια. Αυτή είναι η ουσία που δίνει στο νερό αυτό που συνήθως αποκαλείται «μυρωδιά χλωρίου». Όμως αν το pH είναι ορθά ρυθμισμένο, η ουσία αυτή μπορεί να αποσυντεθεί με τον ακόλουθο τρόπο:



Από την τελευταία αντίδραση φαίνεται ότι το δεσμευμένο χλώριο που είναι το άθροισμα της μονοχλωραμίνης και διχλωραμίνης εξαφανίζεται μιας και οι δύο ουσίες αποσυντίθενται. Με αυτή την αντίδραση οι αζωτούχες ενώσεις στο νερό της κολυμβητικής δεξαμενής οξειδώνονται καταληκτικά από το χλώριο και μετατρέπονται σε αέριο άζωτο που είναι αδρανές και ακίνδυνο. Η αντίδραση (7) ονομάζεται και breakpoint chlorination. Αυτό πρακτικά συμβαίνει όταν το ελεύθερο χλώριο είναι περισσότερο από το δεσμευμένο (ιδανικά υπερδιπλάσιο) και το δεσμευμένο δεν είναι περισσότερο από 1mg/l.

Αν αυτό δεν μπορεί να γίνει και αυτό συμβαίνει όταν το δεσμευμένο χλώριο είναι υψηλό και το pH του νερού πολύ χαμηλό (τέτοιες συνθήκες δημιουργούνται ευκολότερα αν χρησιμοποιείται οργανικό χλώριο για απολύμανση), γίνεται η αντίδραση (8) που οδηγεί στο σχηματισμό τριχλωραμίνης.





Η τριχλωραμίνη (ή τριχλωρίδιο του αζώτου) είναι η πιο ερεθιστική και επικίνδυνη από τις χλωραμίνες.

Όλες οι παραπάνω αντιδράσεις είναι σχετικά αργές και αμφίδρομες. Στο νερό της κολυμβητικής δεξαμενής συμβαίνουν παράλληλα και έτσι μπορούσε να ειπωθεί ότι υπάρχει τελικά ένα cocktail διαφορετικών προϊόντων. Το παραπάνω σχήμα είναι απλοποιημένο, γιατί εκτός από την αμμωνία υπάρχουν και άλλες αζωτούχες οργανικές ενώσεις (αμίνες) που προέρχονται κυρίως από πρωτεΐνες που μεταφέρουν οι λουόμενοι (πχ. η κρεατινίνη που βρίσκεται στον ιδρώτα και στα ούρα). Αυτές οι ενώσεις αντιδρούν με το χλώριο με τρόπο πολύ αργό (χρειάζονται αρκετές εβδομάδες σε ορισμένες περιπτώσεις) και τα χλωριωμένα οργανικά παράγωγα συμβάλλουν και αυτά στην τιμή του δεσμευμένου χλωρίου. Δεδομένου ότι είναι σταθερές ενώσεις δεν μπορούν να καταστραφούν με την υπερχλωρίωση. Ο μόνος τρόπος απομάκρυνσης τους είναι με την ανανέωση του νερού, αν και η χημική αγωγή του νερού με όζον ή UV καθώς και η πολυστρωματική διύλιση με ενεργό άνθρακα ή ανθρακίτη θα συμβάλει σημαντικά στην μείωσή τους.

Από την χημεία του χλωρίου και των αζωτούχων ενώσεων προκύπτουν τα ακόλουθα πρακτικά συμπεράσματα:

- Λόγω του ότι η διάσπαση της ουρίας σε αμμωνία είναι αργή, η χημική αγωγή του νερού πρέπει να είναι συνεχής.
- Η διατήρηση της τιμής του pH στο επιθυμητό εύρος είναι εξαιρετικά κρίσιμη.
- Όσο λιγότερα χημικά χρησιμοποιούνται (προφανώς όμως μέσα στα όρια ασφαλείας), τόσο το καλύτερο.
- Το φορτίο λουομένων σε κάθε κολυμβητική δεξαμενή δεν πρέπει να υπερβαίνει τη πρόβλεψη του αρχικού σχεδιασμού.
- Αν το νερό της κολυμβητικής δεξαμενής έχει δυσάρεστη οσμή, παρότι το υπολειμματικό χλώριο και το pH είναι εντός των επιτρεπτών ορίων, τότε η καλύτερη λύση είναι η ανανέωσή του.

## Βιβλιογραφία

- 1) PWTAG 1999 Swimming pool water treatment and quality standards
- 2) Code of practice PAS 39 2003
- 3) CIBSE GUIDE G for swimming pools
- 4) PWTAG Code of Practice 04.14
- 5) EN 15288-1:2008, Swimming pools - Part 1: Safety requirements for design
- 6) EN 15288-1:2008, Swimming pools - Part 2: Safety requirements for operation
- 7) EN 13451-1:2001, Swimming pool equipment - Part 1: General safety requirements and test methods
- 8) EN 13451-3:2001, Part 3: Additional specific safety requirements and test methods for pool fittings for water treatment purposes
- 9) DIN 19643-1, Treatment and disinfection of water used in bathing facilities, Part 1: General requirements
- 10) DIN 19643-2, Treatment and disinfection of water used in bathing facilities, Part 2: Combined adsorption, coagulation, filtration and chlorination method
- 11) DIN 19643-3, Treatment and disinfection of water used in bathing facilities, Part 3: Combined coagulation, filtration, ozonation, sorption filtration and chlorination method
- 12) DIN 19643-4, Treatment and disinfection of water used in bathing facilities, Part 4: Combined coagulation, ozonation, multilayer filtration and chlorination method
- 13) DIN 19643-5, Treatment and disinfection of water used in bathing facilities, Part 5: Combined coagulation, filtration, adsorption, and chlorination method
- 14) DIN 19605, Design of fixed granular – bed filters for water treatment
- 15) Saunus C, Planung - Ausführung - Betrieb von privaten und öffentlichen Hallen- sowie Freibädern einschließlich Whirlpools und medizinischer Bäder
- 16) SPATA Standards for swimming pools Vol 1
- 17) SPATA Standards for swimming pools Vol 2
- 18) Code of Practice for ozone plant for swimming pool water treatment. British Water/ Pool Water Treatment Advisory Group 1999
- 19) DIN 19627, Ozone generators for water treatment